



De computer verdwijnt, leve de computer!

Toepassingen van ambient intelligence in werkomgevingen

Lectorale Rede H. van Leeuwen, W.B. Teeuw, P.S. Griffioen

Kom verder. Saxion.

De computer verdwijnt, leve de computer!

Toepassingen van ambient intelligence in werkomgevingen

Le roi est mort, vive le roi (de koning is dood, leve de koning) is een bekende spreuk uit de Franse geschiedenis die dateert uit de tijd van Lodewijk de zestiende. Als in die tijd de Franse koning overleed, werd deze spreuk vanaf het balkon van het paleis geroepen om de continuïteit van de monarchie en de staatsorde aan te tonen. Deze uitroep wordt nog steeds gebruikt om aan te geven dat na ieder einde het leven met een nieuw begin weer gewoon doorgaat. Mark Weiser voorzag al meer dan 15 jaar geleden dat de computer zijn einde naderde. Hij vatte dit samen als: "The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it" (Weiser, 1991). De computer verdwijnt maar duikt in allerlei vormen opnieuw op. Nieuwe wijn in oude zakken? Of oude wijn in nieuwe zakken!

ISBN/EAN: 978-90-813771-3-3
Titel: De computer verdwijnt, leve de computer!
Subtitel: toepassingen van ambient intelligence in werkomgevingen
Auteurs: Leeuwen, H. van / Teeuw, W.B. / Griffioen, P.S.
Illustrator: Bosch, E. van den
Uitgever: Saxion
NUR-code: 980
NUR-omschrijving: Informatica algemeen
Verschijningsdatum: 15-10-2009

© Saxion Hogescholen Enschede. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

VOORWOORD DOOR EMILE AARTS, VICE-PRESIDENT PHILIPS RESEARCH	7
INLEIDING	9
1 PRAKTIJKGERICHT ONDERZOEK NAAR AMBIENT INTELLIGENCE	11
1.1 Inleiding	11
1.1.1 Onderwerp van studie	11
1.1.2 Pervasive, ubiquitous of ambient?	13
1.1.3 Visie: de mens centraal	14
1.1.4 Van technologie naar toepassing	15
1.2 Praktijkgericht onderzoek bij het lectoraat	17
1.2.1 Onderzoek aan HBO	17
1.2.2 Inhoudelijke onderzoeksfocus van het lectoraat	18
1.2.3 Toepassingsdomeinen	19
1.2.4 Kenniscentrum en Twente Smart Tech Lab	20
1.3 Leeswijzer	22
2 TRENDS IN TECHNOLOGIE	23
2.1 Ambient technology: De computer verdwijnt!	23
2.1.1 Kenmerken van ambient intelligence	23
2.1.2 Versterking van maatschappelijke trends	25
2.1.3 Ambient intelligence op verschillende schaal	28
2.2 Basistechnologieën voor slimme omgevingen	29
2.2.1 Embedded systems	29
2.2.2 Wireless sensor networks	31
2.2.3 Omgevingsbewustzijn	36
2.3 Intelligence: Redeneren over contextinformatie	39
2.3.1 Doelgericht redeneren over contextinformatie	39
2.3.2 Technieken voor redeneren	40
2.3.3 Meer over lerende systemen	41
2.3.4 Interactie	45
2.3.5 Intelligent versus slim	47
2.3.6 Emotionele en sociale computerintelligentie	48
2.3.7 Embodied intelligence	50
2.4 Toekomst: Convergerende technologieën	52
2.4.1 Human enhancement	52
2.4.2 Nanotechnologie	53
2.4.3 Cognitieve wetenschappen	55
2.5 Technology Push of Technology Pull	58

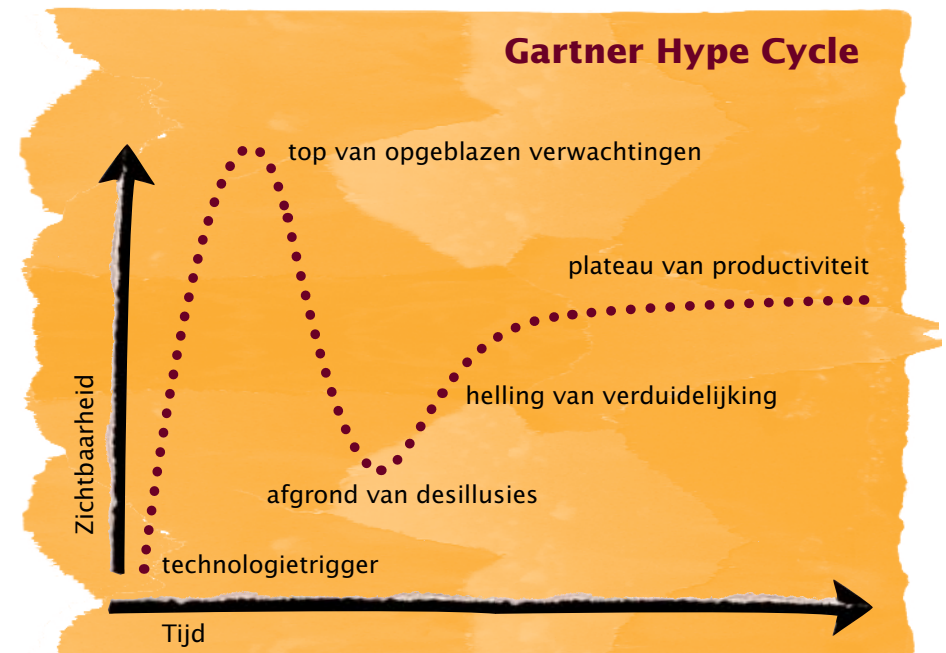
3	SLIMME WERKOMGEVING	59
3.1	Visie op ambient intelligence in de werkomgeving	59
3.2	De slimme werker: unplugged	65
3.3	Het slimme team: net-centric	67
3.4	Wellness op het werk	69
3.4.1	Klimaatbeheersing	69
3.4.2	Invloed van de fysieke omgeving op prestaties	70
3.4.3	Ergonomie, ARBO-eisen en gezonde houding	74
3.5	Veiligheid op het werk	76
3.6	Uitdagingen rond de toekomstige werkomgevingen	78
4	SAFETY AND SECURITY	79
4.1	Personal protection	79
4.1.1	Persoonlijke risico's	79
4.1.2	Bescherming en ambient intelligence	80
4.1.3	Aansluiten bij de situatie	83
4.2	Veiligheid binnenshuis	84
4.2.1	Situational awareness	84
4.2.2	Proximity Security	85
4.3	Maatschappelijke veiligheid	88
4.3.1	Forensisch sporenonderzoek	88
4.3.2	Cameratoezicht en andere vormen van monitoren	91
4.3.3	Profiling en identificatie	93
4.4	Uitdagingen voor safety and security	96
5	KWALITEIT VAN LEVEN	99
5.1	Inleiding op het thema welzijn en kwaliteit van leven	99
5.2	Selfempowerment	101
5.2.1	Welvaart en behoeften	101
5.2.2	Duurzaam en comfortabel wonen	102
5.2.3	Slimme huizen	104
5.2.4	Sociale behoeften	106
5.3	Welzijn	108
5.3.1	Preventie en gezondheid	108
5.3.2	Coaching	110
5.3.3	Life style	113
5.4	CleanTech	114
5.4.1	Environmental processing	114
5.4.2	Energie	116
5.5	Uitdagingen rond kwaliteit van leven	120

6	DE ONTWIKKELING VAN EEN SLIMME OMGEVING	121
6.1	Een slimme omgeving als een te bouwen systeem	121
6.2	De combinatie van hardware, software en intelligente interactie	130
6.2.1	Identificatie van personen	130
6.2.2	Het gebruik van identificatie ten behoeve van ambient intelligence	133
6.2.3	Autonome agents	135
6.3	Gebruikersbetrokkenheid en ontwikkelcycli	139
7	IMPACT VAN AMBIENT INTELLIGENCE	143
7.1	Sociaal maatschappelijke aspecten	143
7.1.1	Historisch perspectief	143
7.1.2	Belevingseconomie	148
7.1.3	Hoe snel heeft ambient intelligence impact?	150
7.2	Juridische aspecten: Privacy en security	152
7.2.1	Privacy	152
7.2.2	Security	157
7.2.3	Vertrouwen en onjuiste interpretaties	158
7.2.4	Lichamelijke integriteit	159
7.3	Ethische aspecten	161
7.3.1	Beïnvloeding en ingrijpen	161
7.3.2	Verschuivingen van verantwoordelijkheden	163
7.3.3	Vrije keuze	164
7.3.4	Preventie en zelfdisciplineren	165
7.3.5	Digitale scheiding	166
8	HET LECTORAAT AMBIENT INTELLIGENCE	167
8.1	Inbedding van het lectoraat	167
8.2	Betekenis voor het onderwijs	169
8.2.1	Relatie tussen onderzoek en onderwijs	170
8.2.2	Onderwijsvernieuwing	173
8.2.3	Uitstraling	175
8.3	Professionalisering docenten	176
8.4	Betekenis voor het regionale bedrijfsleven	178
8.5	Kennisopbouw en relatie met de kennisinfrastructuur	180
8.6	Kenniscirculatie in het kenniscentrum	182
9	DANKWOORD	183
10	OVER DE AUTEURS	185
10.1	Henk van Leeuwen	185
10.2	Wouter Teeuw	186
10.3	Piet Griffioen	187
11	REFERENTIES	189

Ambient intelligence is nu ruim tien jaar oud en als nieuw uitdagend ICT-concept heeft het de afgelopen decade al een groot deel van de bekende hype-curve voor ontluikende technologieën doorlopen. Op basis van de historie van het aantal Google hits is het concept vanuit de positie van technologietrigger via de top van opgeblazen verwachtingen langs de afgrond van desillusies nu terecht gekomen op de helling van verduidelijking. Veel nieuwe concepten doorlopen deze hype-curve op de een of andere manier, maar Ambient intelligence kunnen we

met recht een schoolvoorbeeld noemen vanwege de expliciete wijze waarop de verschillende statdia doorlopen worden.

Een belangrijke observatie in de ontwikkeling van Ambient intelligence is het feit dat positionering van het concept en de verwachting rond de implementatie en realisatie ervan over de afgelopen tien jaar wezenlijk zijn veranderd. Toen het concept, dat oorspronkelijk door Philips werd gelanceerd, in 2001 mede door grote inspanning van de Europese Commissie verder werd uitgewerkt op basis



van een aantal scenario's, leidde dat tot de overtuiging dat Ambient intelligence vooral zou bijdragen aan de ontwikkeling van de consumentenelektronica en dat mobile communicatie en thuisamusement de eerste en meest belangrijke applicatiegebieden zouden zijn.

"Maria" is het scenario van een succesvolle zakenvrouw die tijdens haar vele reizen door een Personal Digital Assistant (PDA) wordt ondersteund die haar helpt haar afspraken goed te plannen, nieuwe relevante en contextgevoelige ICT diensten te gebruiken en op hetzelfde moment het contact met haar familie thuis te onderhouden. "Maria" is een van de meest bekende scenario's geworden, omdat het twee belangrijke zaken illustreert. Enerzijds kunnen we stellen dat de PDA technologie in het scenario inderdaad gerealiseerd is, bv. in de vorm van een BlackBerry™ of iPhone™. Aan de andere kant laat de ontwikkeling van de maatschappij zien dat we niet wensen te leven in het overspannen "Maria" scenario, maar dat we op zoek zijn naar nieuwe meer betekenisvolle toepassingen voor deze uitdagende nieuwe technologie.

Ambient intelligence bevindt zich op de helling van verduidelijking. Nu de eerste grote hype voorbij is, zijn we op zoek naar nieuwe wegen die ons kunnen tonen hoe het concept verder moet worden uitgewerkt, zodat het een diepere betekenis krijgt ten aanzien van het nut ervan voor de mensheid. Persoonlijk ben ik van me-

ning dat het boek van Henk van Leeuwen, Wouter Teeuw en Piet Griffioen een prima bijdrage levert aan die zoektocht. De auteurs hebben op uitstekende wijze de verschillende elementen die van belang zijn voor de discussie in kaart gebracht. Met heldere definities, eenvoudige beschrijvingen en zorgvuldig gekozen voorbeelden brengen ze de relevante aspecten van Ambient intelligence goed in kaart. Bij de toepassingen ligt de nadruk op sociaal maatschappelijke vraagstellingen waarbij onderwerpen als veiligheid, security en kwaliteit van leven centraal staan, waarbij de uitstapjes naar juridische en ethische aspecten zeer verhelderend zijn. Ook de passage over de betekenis van Ambient intelligence voor de ontwikkelingen op onderwijsgebied verdient een positieve vermelding. De duidelijke toonzetting en heldere uitleg maken het boek buitengewoon goed leesbaar.

Met recht kunnen we stellen dat Ambient intelligence een Nederlandse vinding is en dat er veel goede bijdrages van nationale bodem zijn gekomen in de voorbije tien jaar die eraan hebben bijgedragen dat het concept tot wasdom is gekomen. Tegelijkertijd verplicht dit ons ook actief te blijven en onze rol bij de verdere uitwerking en verduidelijking ervan op het hoogste niveau te blijven spelen. Het voor U liggende boek draagt daar zonder twijfel aan bij, wat oprechte waardering verdient.

Inleiding

Ambient intelligence is voortgekomen uit de ambitie nieuwe technologische mogelijkheden vorm te geven in ondersteuning van mensen in hun dagelijkse praktijk. Enerzijds is er aandacht voor de ontwikkeling van onder andere embedded systemen, sensornetwerken en user interfaces die steeds meer mogelijkheden bieden, en anderzijds voor de behoefte en wensen van mensen. Denk daarbij aan verschillende omgevingen waarin mensen verkeren. In dit boek kijken we naar de manier waarop veiligheid verbeterd kan worden met toepassingen van ambient intelligence, en naar de manier waarop een werkomgeving verrijkt kan worden met nieuwe faciliteiten waarmee werken prettiger en efficiënter kan worden. Een derde focus ligt op welzijn en duurzaamheid.

In een boek geschreven in de context van een lectoraat in een technische omgeving,

mag daarnaast ook niet de aandacht ontbreken voor de vraagstukken die spelen bij het bouwen van ambient intelligent toepassingen en het combineren ervan tot slimme omgevingen.

Als ontwikkelaars van nieuwe technologische toepassingen mogen we niet voorbijgaan aan de impact van dit nieuwe ICT-gebruik op maatschappelijk terrein. Ethische vraagstukken komen voor het voetlicht.

De aanleiding voor dit boek is het houden van een lectorale rede. In plaats van de rede zelf uit te schrijven hebben de auteurs ervoor gekozen een boek te schrijven waarin met een bredere blik gekeken wordt naar de ontwikkelingen op het gebied van ambient intelligence. Daarbij hoort tevens een visie op de plaats van het lectoraat in de verschillende verbanden waarin het functioneert. Daarmee wordt het boek afgesloten.



1.1 Inleiding

1.1.1 Onderwerp van studie

De mens heeft al eeuwenlang zijn leefomgeving veranderd. Hij moest vaak wel, om te kunnen overleven. Hij deed dit ook om met meer comfort te kunnen leven. Daarom paste hij zich niet alleen aan de omgeving aan. Hij paste de omgeving ook actief aan in overeenstemming met zijn wensen. In de loop van de geschiedenis zien we dat de mens het land gaat bewerken om er voedsel te kunnen verbouwen. Hij kapte bossen om brandstof en bouwmaterialen te verzamelen. Hij legde wegen aan om zich gemakkelijker te kunnen verplaatsen en bovendien verdwaal je op een weg minder snel dan wanneer je zomaar door het land trekt. Toen hij wist hoe je boten kon bouwen, ontstond er de behoefte aan veilige aanlegplaatsen. Havens werden gegraven en beschermd door pieren. Om zich te beschermen tegen wateroverlast legde hij dijken aan of wierp hij terpen op. Met al deze activiteiten greep de mens in zijn natuurlijke omgeving in. Om zich beter te kunnen oriënteren bracht de mens soms tijdelijke, later ook permanente, tekens aan in het land. Door sporen achter te laten wist hij de weg terug te vinden of stelde hij anderen in staat hem te volgen. Dit concept treffen we ook aan in het dierenrijk waar mieren en bijen herkenningspunten gebruiken

om voedsel te vinden en de weg terug naar huis. Dat principe mondde later uit in een systeem van bewegwijzering dat het reizen over langere afstanden ondersteunde. Langs de kust en rivieren bracht men bakens aan als herkenningspunten of als waarschuwingstekens. In de laatste eeuwen heeft zich dit verder ontwikkeld tot informatierijke signaleringssystemen langs de weg en het spoor. Er is haast geen plek meer waar geen informatie-dragers zijn aangebracht. Een veelheid van borden, plakkasten en lichtsystemen helpen de mens of proberen zijn gedrag te beïnvloeden.

Slimme markering

De MKB-er Use System Engineering uit Haaksbergen heeft een systeem ontwikkeld voor dynamische wegmarkering. Deze onderbroken of doorgetrokken lichtgevende strepen kunnen op willekeurige tijdstippen worden ingeschakeld. Op de A44 is hiermee ook een proef gedaan. Uiteindelijk kan met dynamische markering bijvoorbeeld een rijbaan met twee rijstroken in 3 rijstroken veranderen. Het systeem is ambient; pilot implementaties op de A27/A12 en de A9 worden dynamisch aangepast aan externe parameters zoals verkeersdrukke en ongevallen.



De signaleringssystemen zijn steeds meer uitgerust met detectiemechanismen om te zien of er iemand in de buurt is die gewaarschuwd moet worden. Bij spoorwegovergangen is dit te zien in de waarschuwingslichten en de spoorbomen die dicht gaan bij het naderen van een trein. Een ander voorbeeld zijn de signaleringssystemen boven de snelwegen, die reageren op de drukte op de weg en de maximumsnelheid daarop aanpassen. Het is bij dit soort systemen nog niet zo dat ze op een gepersonaliseerde manier reageren op een individu. Een volgende stap in de geschetste ontwikkeling is dat de systemen in de omgeving wel mensen individueel kunnen herkennen en ook van hen weten wat hun intentie is, zodat ze hen kunnen helpen beter hun doel te bereiken of hen te beschermen tegen gevaren. Daarmee zijn we aangeland bij waar het in dit boek over gaat: slimme dingen en een slimme omgeving die mensen ondersteunen.

Een van de meest gestelde vragen door alle tijden heen is: Waar ben ik? Aan de hand van kenmerkende vormen in het landschap lukte het deze vraag te beantwoorden in een bekende omgeving. Plaatsbepaling aan de hand van de zon, maan en sterren hielp op zee en in onbekende streken. Men plaatste herkenningstekens langs routes en in onze tijd hebben we satellieten en programmatuur om onze positie te bepalen. Denk aan het veelgebruikte GPS-systeem.



Foto: Saxion.

Locatiegebaseerde diensten

In 2007 hield professor Ken Samakura een ubiquitous experiment in het winkelcentrum van Tokyo. RFID-tags waren in de omgeving verstoppt. Ze zaten op lantaarnpalen of op gevels. Op een handheld apparaat kon de gebruiker van het systeem informatie lezen en horen over aanbiedingen in winkels waar men voor stond. De tags zorgden ervoor dat de informatie locatiegebonden was. Op de foto zien we gebruikers die de handheld gebruiken.

Interactie tussen de mens en de omgeving is er altijd geweest. Op microniveau zijn er altijd stoffen en bacteriën geweest die het lichaam binnendrongen. Daar zitten elk

uur ziektekiemen tussen die het lichaam aan kunnen tasten met dodelijke afloop. Dankzij een prachtig immuunsysteem weet de mens de aanvallen van giftige stoffen en levensbedreigende bacteriën en virussen meestal goed te overleven zelfs zonder ziek te worden. Als persoon zelf merk je hier niets van. Nu minuscule, onzichtbare apparaatjes in de omgeving interactie tussen de mens en de omgeving mogelijk maken en al die systemen samen en geïntegreerd in een groter omvattend systeem gecoördineerd optreden, kan de vraag opkomen of dat voor mensen een bedreiging inhoudt. En als dat al zo is, hebben we dan een effectief “immuunsysteem” tegen deze nieuwe “ziekttekiemen”? Of is de omringende technologie juist het immuunsysteem zelf, dat ons helpt en beschermt zonder dat we daar zelf iets van merken? Zoals bij veel nieuwe technologie gaan we ervan uit, dat de mens in staat zal blijken de balans tussen hulp en ongemak zelf in stand te houden. Technologie als bedreiging, maar ook weer als oplossing, we komen hier (in hoofdstuk 7) uitgebreid op terug.

Nieuw in deze technologische uitdaging is zijn onzichtbaarheid. De computer verdwijnt uit beeld, doordat hij overal in zit. De technologie is niet alleen onzichtbaar, maar dringt in alle gebruiksvormen door en niet alleen in auto's of complexe machines. Dat biedt allerlei nieuwe mogelijkheden met als belangrijkste optie het

ondersteunen van mensen in hun activiteiten zowel op het werk als thuis of, om maar iets te noemen, op het sportveld.

Hoe dat in zijn werk gaat, welke technologie hierin een rol speelt en waarvoor we intelligentie in de ons omringende werkelijkheid kunnen gebruiken, is onderwerp van dit boek.

1.1.2 Pervasive, ubiquitous of ambient?

In de komende jaren zullen steeds meer alledaagse voorwerpen verrijkt worden met kleine processors, sensoren en minuscule radio's om gegevens te verzamelen, te verwerken en uit te wisselen met andere objecten in hun omgeving. Mark Weiser van Xerox voorzag dit al meer dan 15 jaar geleden en vatte dit als volgt samen: “The most profound technologies are those that disappear. They weave themselves into the fabric of everyday life until they are indistinguishable from it” (Weiser, 1991). De technologie die op dit moment ‘verdwijnt’ in de wereld van alledag, is die van de computer. Meer dan we ons nu kunnen voorstellen zullen dingen uit het gewone leven reken capaciteiten, sensoren en actuator mogelijkheden krijgen. Doordat ze bovendien communiceren met andere voorwerpen en gewone computers vormen ze een samenhangend systeem. Zo ontstaat de mogelijkheid nieuwe diensten te ontwikkelen.

Voor deze visie waarin mensen worden omgeven door 'onzichtbare' technologie die op natuurlijke wijze hun alledaagse activiteiten ondersteunt, gebruikte Mark Weiser de term ubiquitous computing. IBM duidde deze ontwikkelingen aan met de term pervasive computing terwijl Japanse organisaties (NTT Docomo, Sony) van ubiquitous networking of ubiquitous network society spreken. Ubiquitous duidt erop dat processor- en communicatiecapaciteit overall onzichtbaar beschikbaar is. Door de mens en zijn beleving meer centraal te stellen koos Philips de term ambient intelligence of kortweg Aml. Dat is ook de naam die in Europa gangbaar is geworden en waaronder de IST Advisory Group in 2001 een viertal toekomstscenario's voor 2010 publiceerde (ISTAG, 2001). Verwant hiermee is het begrip smart environment. Emile Aarts, directeur bij Philips Research en promotor van ambient intelligence heeft het als volgt samengevat: "Ambient intelligence refers to electronic environments that are sensitive and responsive to the presence of people" (Aarts, 2005).

1.1.3 Visie: de mens centraal

Met de term ambient intelligence wordt een toekomstvisie aangeduid. In deze visie zijn omgevingen zich bewust van de aanwezigheid van personen, hun gedrag, of zelfs hun intenties, en daarmee van een bepaalde situatie, en kunnen daarop ook reageren. Ambient

intelligence is het concept van een alom aanwezige technologie die ingebed is in ons dagelijks leven. Tegelijkertijd is deze technologie niet zichtbaar, maar ingebed in alledaagse objecten zoals mobieltjes, kleding, huishoudelijke apparaten, auto's en TV's. Door deze onzichtbaarheid komt de mens centraal te staan.



Figuur 1: Sociale intelligentie.

Een eenvoudig voorbeeld kan dit illustreren. Iedereen kent het wel het zonnescherm dat automatisch op en neer gaat afhankelijk van of de zon schijnt. Hier kan het wel eens het geval zijn dat het 'slimme' regelsysteem de gebruiker enkel afleidt, of zelfs stoort. Hier is de technologie dus niet onzichtbaar. Slimme omgevingen kenmerken zich door een voorspelbaar en door de gebruiker begrepen gedrag dat tegemoetkomt aan zijn wensen, of

hier zelfs op anticipeert. De gebruiker heeft het gevoel dat het systeem hem begrijpt en helpt, en omgekeerd begrijpt de gebruiker het gedrag van het systeem. Emile Aarts spreekt in deze context van gesocialiseerde technologie, die zich bewust is van sociale gedragsregels, etiquette of andere manieren en conventies, empathische technologie, die zich bewust is van de emoties en beweegredenen van gebruikers, en bewuste technologie, die door de gebruikers begrepen en betrouwbaar geacht wordt (Aarts, 2008; Aarts en de Ruyter, 2009). Kortom, interactie vindt plaats op een natuurlijke manier. Het systeem valt niet meer op en wordt 'onzichtbaar'. De gebruiker staat centraal.

1.1.4 Van technologie naar toepassing

De mens staat centraal en is vooral geïnteresseerd in wat we kunnen met de technologie, in de functionaliteit of in de beleving, en niet zozeer in de technologie zelf. Hoe de technologie het mogelijk maakt is feitelijk minder relevant. Hier schetst zich een wat algemenere ontwikkeling rond het lectoraat Ambient Intelligence, en wellicht ook in de bredere context van industrie en maatschappij. Waar voorheen de interesse en gedrevenheid rond onderzoek zich vooral richtte op hoe de technologie werkt, komt er meer en meer aandacht voor de vraag wat je ermee kunt.



Foto: Océ.

Embedded software in kopieermachines

Océ in Venlo maakt een grote variëteit aan high performance printsystemen. Kwaliteit, gebruiksvriendelijkheid en een hoge doorstroom worden bereikt door unieke hardware en uitgekiende embedded software. In deze systemen stuurt de software het hele proces aan van papierinvoer, printen en sorteren en inbinden van geprinte documenten. Een belangrijke karakteristiek van deze software is dat het real-time gedrag realiseert binnen strikte marges. De printers zijn daarmee geavanceerde systemen geworden die rekening moeten houden met een veelheid aan parameters. Wellicht worden dit ook steeds meer gebruikersgebonden factoren en omgevingsparameters.

Met deze verschuivende aandacht verschuift ook de onderzoeksvraag. Tot dusver is er bij slimme processen en producten veel aandacht geweest voor hardwareaspecten zoals sensoren of embedded systems. Een verbreding vindt plaats richting intelligentie en interactie, waarbij de mens (werknemer of klant) centraal komt te staan. Kunnen we over korte of langere tijd iemands gedrag leren en hierop inspelen? Zo kunnen we komen tot een anticipatief systeem dat inspeelt op wat kan gaan gebeuren. Een systeem dus dat weet wat er speelt en daarop reageert. Dit reageren of ingrijpen heeft altijd betrekking op toepassingen. Verschuivingen zullen optreden van technology push ontwikkelingen naar vraaggestuurde toepassingen.

Het lectoraat Ambient Intelligence van de academie Communicatie, Informatietechnologie & Informatiemanagement (CII) binnen Saxion is ooit gestart op het onderwerp software engineering voor real-time and embedded systems (SER-TES). Later heeft een verschuiving plaatsgevonden naar de ambient intelligence. Een lectoraat is geen statisch geheel en zal blijven bewegen, en we verwachten binnen ambient intelligence een verdere verdieping van de ambient aspecten (onzichtbare, ingebedde technologie) richting de intelligentie van, en interactie met systemen. Dit boek beschrijft daarin de huidige ontwikkelingen en onze visie voor de toekomst en daarmee de uitdagingen voor het lectoraat.

1.2 Praktijkgericht onderzoek bij het lectoraat

1.2.1 Onderzoek aan HBO

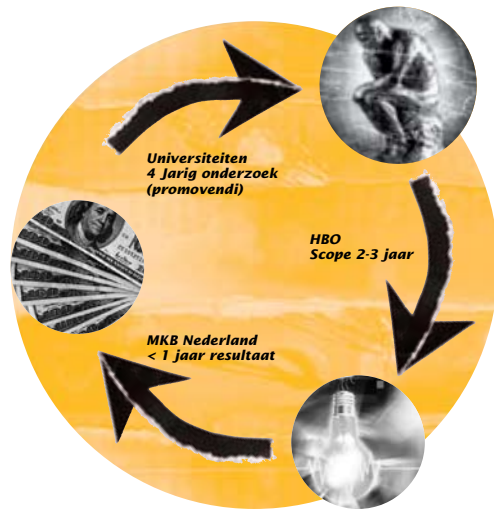
“Lectoraten zijn onderzoeksgroepen van hogescholen die op maatschappelijk relevante terreinen de verbinding leggen tussen het onderwijs, de praktijk en toegepast onderzoek. Een lectoraat staat onder leiding van een lector en telt gemiddeld tien docentonderzoekers en externe deskundigen. Lectoraten onderhouden samenwerkingverbanden met bedrijven en instellingen op lokaal, regionaal, landelijk en internationaal niveau”.

Een lectoraat heeft verschillende doelstellingen. Kort samengevat zijn de belangrijkste doelstellingen het opbouwen van kennis, de professionalisering van docenten, het verbeteren van het onderwijs en de kenniscirculatie van en naar economie en samenleving. Uit een evaluatie van bestaande lectoraten is naar voren gekomen dat al deze taken even belangrijk zijn, maar dat als van de kennisopbouw niets terecht komt, de rest ook minder succesvol is (SKO, 2008). Kennisopbouw is gerelateerd aan het doen van onderzoek en daarmee komen we op de onderzoeksfunctie van de hogescholen. Hogescholen die in het Engels worden aangeduid als University of Applied Science. Lectoraten bij hogescholen doen praktijkgericht onderzoek. Maar wat is dat?

Op universiteiten komt veel onderzoek voort uit vakinhoudelijke nieuwsgierigheid. Dit academisch onderzoek is gericht op grensverleggende kenniscreatie. Bij technische studies kan onderzoek gericht zijn op het ontwerpen en valideren van een systeem. Dan komt het toepassingsdomein in beeld en spreken we van toegepast onderzoek. Voor het HBO komt onderzoek primair in beeld vanuit een vraagstelling in de praktijk. Er moet in die praktijk bij voorbeeld een probleem worden opgelost of er moet een besluit worden voorbereid. We spreken dan van praktijkgericht onderzoek. Niet altijd zal het onderscheid zo scherp gemaakt kunnen worden. Er is een glijdende schaal van academisch naar praktijkgericht onderzoek.

Praktijkgericht onderzoek begint met een vraagstelling vanuit de praktijk (typisch het MKB). Deze vraag is misschien nog niet voldoende helder geformuleerd, maar duidelijk genoeg om te beginnen. Vanuit de vraagstelling wordt bestaande kennis geïnventariseerd en de context waarin het probleem speelt in beeld gebracht. De oorspronkelijke vraagstelling kan worden aangescherpt en deelvragen worden geformuleerd. Op basis van het probleemdomein en de vraagstelling wordt een keuze gemaakt voor de te gebruiken onderzoeksmethode. Vervolgens wordt het onderzoek uitgevoerd. Het resultaat is een antwoord op de onder-

zoeksvraag. Of het antwoord succesvol is hangt ervan af of het antwoord op de onderzoeksvragen voor de praktijk weerbruikbaar is om te komen tot innovaties. Zo zien wij praktijkgericht onderzoek (zie Figuur 2). Universiteiten zetten geld om in kennis. Praktijkgericht onderzoek zet kennis om in innovaties. Bedrijven zetten deze innovaties weer om in geld en zo is de cyclus rond (we gaan hier in hoofdstuk 8 nader op in).



Figuur 2: Praktijkgericht onderzoek.

1.2.2 Inhoudelijke onderzoeksfocus van het lectoraat

Naast aandacht voor sensoren en embedded systemen is er ook al veel aandacht voor slimme huisomgevingen (domotica, ouderenzorg). Een braakliggend gebied is

de werkomgeving waar specifieke voorwaarden gelden ten aanzien efficiëntie en effectiviteit, flexibiliteit, aanpassingsvermogen, veiligheid, gezondheid en welbevinden. Dat zien we niet alleen terug in de werkomgevingen op zich, maar ook in de professionele systemen en productiemachines. Slim gedrag uit zich daar bijvoorbeeld in zelfmelding van storingen of bijna storingen. Vooral in productie neemt de behoefte aan slimme systemen toe, en verandert de rol van werknemers. Een trend als 24/7 betekent ook dat het vakmanschap verschuift van machine supervisie naar werkvoorbereiding voor slimmere productieprocessen die ook onbemand kunnen opereren. Een slimme werkomgeving heeft weer consequenties voor werkwijze en opleidingsbehoefte.

In de gesprekken met het regionale bedrijfsleven is naar voren gekomen dat er een grote vraag is naar slimme apparaten, producten, systemen en werkomgevingen. De vraag gaat verder dan wat tegenwoordig al gangbaar is en op de markt verschijnt. Vooral het lerende en cognitief vermogen van systemen en omgevingen wordt beschouwd als een belangrijke toegevoegde waarde. Dit heeft te maken met vragen vanuit de toepassingen. Veiligheid, gezondheid, welbevinden, productiviteit en sociale interactie zijn factoren die zwaar wegen. Voor bedrijven speelt hierbij de vraag naar de marktpositie en anticipatie op

marktvragen een cruciale rol. Een aantal productbouwers ziet een verschuiving van het verkopen van apparaten naar het leveren van diensten. Daarbij wordt niet uit het oog verloren dat een noodzakelijke voorwaarde voor het leveren van diensten ligt in de potentie om slimme systemen te ontwikkelen en in een slimme werkomgeving te werken.

1.2.3 Toepassingsdomeinen

Werkomgevingen en lerende systemen zijn nog generieke begrippen. Een tweede focus kan worden aangebracht richting welke werkomgevingen we ons precies op richten (sectoren), en welke parameters we daarbinnen slim aanpassen. Het lectoraat is in principe onafhankelijk van een toepassingsdomein. Echter, ambient intelligence (net als Informatica in het algemeen) is niet te demonstreren los van een toepassing. Daarom heeft het lectoraat een aantal domeinen gekozen om de resultaten te integreren en te demonstreren. Dit zijn:

- *De werker in een kantoor of fabrieksomgeving. We denken hierbij specifiek aan regionale speerpunten zoals materialen en hightech systemen (de maakindustrie), technologie en gezondheid, en veiligheid.*
- *Security en safety. Dit kan ook betrekking hebben op de werkomgeving. We denken hier ook aan de relatie met Thales (bedrijfslector).*

- *Kwaliteit van leven en preventie (selfempowerment). Hier ligt een relatie met zowel de werker (het individu) als safety (preventie). Ook denken we hier expliciet aan gezondheid (preventie).*

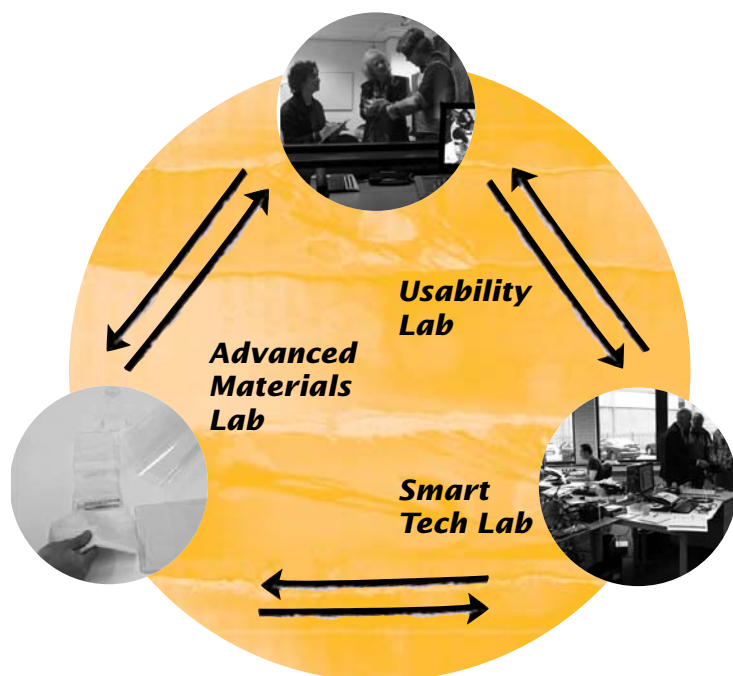
Deze keuze is mede ingegeven door de speerpunten van de regio, het regionale bedrijfsleven en de academie Communicatie, Informatietechnologie & Informatiemanagement. Op deze drie speerpunten komen we verderop in dit boek terug in aparte hoofdstukken waarin we onze visie op de toepassing van ambient intelligence binnen deze domeinen uiteenzetten.

Aanpassingen van omgevingen binnen deze domeinen zullen wel altijd binnen bepaalde grenzen zijn en soms moet er daarbij ook worden omgegaan met tegenstrijdige eisen. Vooral in toepassingen waar gebruikersgemak, beleving en veiligheid met elkaar strijden is het lastig de balans te vinden tussen zich beschermd versus zich geharnast voelen. Die balans zal ook per gebruiker verschillen. Maatwerk is dus geboden. Parameters die kunnen worden aangepast hebben daarbij betrekking op bijvoorbeeld efficiëntie en effectiviteit, plezier in het werk, of energieverbruik.

1.2.4 Kenniscentrum en Twente Smart Tech Lab

Deze focus op slimme werkomgevingen en de rol van lerende systemen hierin geven we vorm in het Twente Smart Tech Lab. Om de samenwerking tussen het regionale bedrijfsleven, kennisinstellingen en het lectoraat te faciliteren bouwen we binnen Saxion een soort prototype lab, waarin sprake is van intensieve interactie tussen bedrijven, de lectoren, studenten en docenten van Saxion en de kennisinstellingen. We doen dit samen met het lectoraat proces- en productie-innovatie

binnen het Kenniscentrum Design en Technologie. Zo komt er kennisopbouw en kennisuitwisseling op gang tussen bedrijven, het HBO en de wetenschappelijke researchcentra. Samen met andere labs binnen het kenniscentrum Design en Technologie ontstaat een soort eigen 'Fablab' binnen Saxion, zoals weergegeven in Figuur 3. Daarnaast is op termijn een mogelijke spin-off het ontstaan van een DevLab-achtige constructie in de regio Twente³.



Figuur 3: Twente Smart Tech Lab.



Foto: DevLab.

Hollandse klei uit DevLab

Het DevLab (development laboratory) is een samenwerking van MKB-bedrijven. DevLab heeft ten doel de gezamenlijke technologieontwikkeling op deelgebieden die voor haar leden van belang zijn voor toekomstige businesscreatie op middellange termijn. Tot de deelgebieden van DevLab worden de sensorintegratie, energie en communicatie gerekend. Daarmee is DevLab een ontwikkelingsomgeving voor draadloze geïntegreerde low power sensorsystemen.

Een van de ambities die is geformuleerd door Theo de Ridder, is het concept van Dutch Clay. Deze slimme "Hollandse Klei" bestaat uit transparante bolletjes die uiteindelijk een diameter van enkele millimeters moet hebben. Steekt iemand zijn hand in de emmer dan rollen de balletjes opzij. Wordt de hand weer uit de emmer gehaald, dan rollen balletjes weer terug en licht de plek op waar de hand heeft gezeten. Zo ontstaat een driedimensionaal beeld van de hand.

²www.fablab.nl

³www.DevLab.nl

1.3 Leeswijzer

In dit boek gaan we eerst in op de technologieontwikkelingen en onze visie daarop (hoofdstuk 2). De technologie rond ambient intelligence kan niet worden gedemonstreerd los van de toepassingen. In de hoofdstukken 3, 4, en 5 focussen we op de drie toepassingsdomeinen als gemotiveerd in de vorige sectie. We sluiten ieder van deze hoofdstukken af met de uitdagingen die we voor ons lectoraat zien. In hoofdstuk 6 gaan we in op hoe ambient intelligence in de praktijk van producten en processen kan worden gerealiseerd. In hoofdstuk 7 gaan we in op de impact van ambient intelligence, zowel vanuit ethisch, juridisch als sociaal-maatschappelijk perspectief. In hoofdstuk 8, ten slotte, gaan we in op de impact van het lectoraat voor onderwijs en bedrijfsleven. Alle hoofdstukken zijn onafhankelijk van elkaar te lezen.

2 Trends in technologie

Nadat IBM's schaakcomputer Deep Blue de wereldkampioen had verslagen en dus de computer 'slimmer' dan de mens bleek stelde Honda een nieuwe ambitie rond robots: In 2050 zal een elftal van humanoids (op mensen lijkende robots) zo goed kunnen voetballen dat zij de wereldkampioen "mensvoetbal" kunnen verslaan. Een andere ambitie is dat de computers niet alleen slim zijn, maar ook emotie tonen. Het onderzoek stort zich op empatische en gesocialiseerde technologie: systemen die emotioneel begrip tonen en rekening houden met cultuur en gebruiken. Er gebeurt zelfs onderzoek naar human enhancement waarbij de technologie niet alleen de mens evenaart, maar de mens 'verbetert'. Het streven een betere mens te maken roept ethische vragen op. Dit hoofdstuk gaat in op ambient intelligence in het licht van de technologische ontwikkelingen.

2.1 Ambient technology: De computer verdwijnt!

2.1.1 Kenmerken van ambient intelligence

De term ubiquitous betekent overal aanwezig (alomtegenwoordig). In de ontwikkeling naar ubiquity zien we twee bewegingen. Enerzijds dat de 'computer' wijd verspreid is (pervasive computing)

doordat hij in allerlei gebruiksvoorwerpen, apparaten, voertuigen en gebouwen doordringt en er deel van gaat uitmaken. Denk aan domotica en slimme elektronica en software in auto's. Anderzijds zien we dat apparaatjes met computers erin steeds meer draadloos en daarmee mobieler zijn geworden (mobile computing). Als voorbeelden hiervan noemen we mobiele telefoons en PDA's. Dit gaat niet alleen op voor de reken Capaciteiten, doordat "overal" een processor in komt (ubiquitous computing), maar ook voor communicatiefaciliteiten (ubiquitous communication). Denk aan een auto waarin iets als een mobiele telefoon onder de motorkap zit en gegevens over de auto doorgeeft aan de garage, verzekeringsmaatschappij of eigenaar. Willen we als mensen hier nog iets aan hebben, dan moet ons relevante informatie aangereikt worden op een manier (smart user interface) die aansluit op onze behoefte en beleving. Deze benadering komt primair sterk voort uit een technologische benadering: wat kan er op termijn gemaakt worden? Een andere invalshoek is: wat willen we kunnen maken zodat we mensen er een dienst mee bewijzen. Hoe sluiten we aan op wensen, behoeften, voorkeuren en beleving van de mens. Dit is van belang omdat in de leef, woon en werkomgeving steeds meer slimme dingen voorkomen, maar zijn het ook de gewenste dingen?

Om de omgeving goed te laten reageren op mensen, hun gedrag en wensen, moeten de apparaten (devices) kunnen vaststellen wie deze personen zijn, wat zij doen, waar ze zijn, en hoe zij reageren op gebeurtenissen. Het gedrag van de apparaten is aangepast aan de persoon en de situatie. Het is daarmee adaptief geworden zowel in de reactie op de wat in de omgeving gebeurt, als in de aansluiting op wat de persoon in kwestie het best ondersteunt, het best bij hem past of wat hij prettig vindt. Het gaat niet om een losstaand apparaat op zich, maar om een geïntegreerd systeem.

Virtual Infantry Trainer

Re-lion, Enschede, heeft de Virtual Infantry Trainer (VIT) ontwikkeld voor het trainen van soldaten. Dit systeem maakt onder andere gebruik van een sensorpak met bewegingssensoren gemaakt door het bedrijf Xsens, radio tags en een head mounted display. Het sensorpak bepaalt de houding van de soldaat en de radio tag de positie. De koppeling met een wapen een helm geeft de gebruiker de mogelijkheid tot interactie met en feedback van de virtuele 3D omgeving. Tot acht soldaten toe kunnen nu met elkaar oefenen, terwijl ze de fysieke en virtuele wereld met elkaar delen heeft dat gemaakt is systeem.

Foto: Re-lion.



Aarts (2003) noemt vijf technologische kenmerken van ambient intelligence (zie Figuur 4).

- **Inbedding** (*embedded*) heeft ermee te maken dat de computer zo algemeen en onzichtbaar wordt dat je niet eens ziet dat deze er is.
- **Omgevingsbewust** (*context aware*) betreft het koppelen van persoonsinformatie aan informatie over verschijnselen die in de fysieke omgeving worden waargenomen, en aan andere relevante gegevens, met als doel vast te stellen in welke situatie of toestand iemand zich bevindt.
- **Personalisatie** (*personalized*) gaat om het aanpassen aan de wensen van de gebruiker, meestal direct op basis van bijvoorbeeld expliciet ingevulde of eventueel (uit gedrag) afgeleide profielen. Het systeem houdt rekening met het persoonlijk profiel van een persoon.
- **Adaptatie** (*adaptive*) betreft een autonome aanpassing van het systeem (omgeving), waarbij het systeem over een bepaalde tijdsperiode de gebruiker heeft geobserveerd en reageert op zijn gedrag, op gebeurtenissen in de situatie of op de veranderende toestand van een persoon.

Inbedding	<i>Aparatuur wordt onzichtbaar geïntegreerd in uw omgeving.</i>
Omgevingsbewustzijn	<i>De omgeving herkent u en uw specifieke omstandigheden.</i>
Personalisatie	<i>Diensten zijn toegesneden op uw wensen en behoeften.</i>
Adaptie	<i>De omgeving past zich automatisch aan u aan.</i>
Anticipatie	<i>De omgeving anticipeert automatisch op uw behoeften</i>

Figuur 4: Sleutelkenmerken van ambient intelligence.

- **Anticipatie** (*anticipatory*) gaat nog verder in de zin dat het systeem, door over langere tijd te leren, de gebruiker en zijn gedragspatronen dusdanig kent dat het gewenste aanpassingen kan doen of voorstellen, mogelijk al voordat bepaald gedrag of bepaalde activiteiten daadwerkelijk plaats vinden. Het systeem acteert proactief.

In de vijf kenmerken van Figuur 4 zit geen hiërarchie. De eerste twee elementen worden vaak gekenmerkt door hardwareaspecten. De laatste drie elementen betreffen het aanpassen op korte, middellange versus langere termijn. Op alle kenmerken kan los van elkaar onderzoek worden gedaan of technologie worden verbeterd.

2.1.2 Versterking van maatschappelijke trends

Technologieontwikkelingen staan niet los van maatschappelijke ontwikkelingen. Laten we in dit kader een aantal trends noemen. Onderstaande trends zijn ontleend aan VODW marketing⁴: Elke trend kunnen we ook relateren aan technologische ontwikkelingen rond ambient intelligence toepassingen.

- **Connect & share**: er is een groeiende behoefte om ergens bij te horen en informatie te delen. Nieuwe technologische ontwikkelingen hebben ook nieuwe vormen van communicatie mogelijk gemaakt. In het bijzonder zijn burgers altijd bereikbaar (always connected, on-line), en zetten hun –soms privacy gevoelige– informatie op Internet (Hyves, LinkedIn) of delen die via communities of blogs.

⁴<http://futureeyes.web-log.nl>

■ **Cosy & safe:** we voelen ons steeds onveilig en zijn op zoek naar geborgenheid. In een globaliserende wereld worden lokale begrippen steeds belangrijker. Ook de balans tussen werk en privé speelt hier. Ambient intelligence betekent overigens per definitie dat de omgeving zich aanpast aan de aanwezig personen, bijvoorbeeld opdat iemand zich thuis voelt.

■ **Culture & identity:** er ontstaat een moderne multiculturele diversiteit, maar ook een herzuiling en versplintering door het uitdragen van je eigen identiteit. Identiteit kan ook worden uitgedragen via technologie (iPod etc.).

■ **Feminisation & care:** zachtere waarden als emotie, beleving en gevoel worden steeds belangrijker. Ook in de ambient intelligence zien we een verschuiving van systemen die functionaliteit of intelligentie vertonen, naar empathische of gesocialiseerde technologie (zie sectie 2.3.6).

■ **Insperience & sensory:** de consument wil meer, intensievere belevingen, alle zintuigen moeten geprikkeld worden. Pattie Maes van MIT Media Lab heeft een apparaat ontwikkeld waarmee bijvoorbeeld informatie over iemand die je ontmoet, op die persoon geprojecteerd wordt. Ontwikkelt ambient intelligence zich als een sixth sense⁵?

■ **Personalisation & pro-active:** mensen willen herkend worden als individu met eigen behoeftes. We zien

een tendens naar individualisering ontstaan. Informatietechnologie maakt het mogelijk de juiste informatie op de juiste tijd op de juiste plaats af te leveren (personalisatie). Profielen spelen hier vaak een onderliggende rol. Gebruikers hebben zelf aangegeven wat hun voorkeuren zijn, of deze zijn afgeleid van hun gedrag (surfgedrag op Internet). Personalisatie is mede mogelijk door verbeterde technologie om personen te herkennen en hun gedrag te monitoren.

■ **Roots & responsible:** aandacht voor duurzaamheid, eerlijke kwaliteit met respect voor het milieu en de maatschappij. Ambient intelligence stelt mensen in staat om hun dagelijkse activiteiten uit te voeren met een verminderde belasting van het milieu, al is het alleen al omdat de technologie inzicht kan geven in het gebruik van bronnen.

■ **Simple & easy:** mensen ervaren steeds minder tijd en verlangen naar een eenvoudig leven. Immers, het leven wordt complexer wat resulteert in stress. Denk aan de Philips slogan sense and simplicity.

■ **Wellness & beauty:** er ontstaat een focus op gezondheid en vitaliteit. Zorg voor je eigen lichaam en persoonlijk welzijn. Spiritualiteit en zingeving zijn weer in opkomst. Een van de potentiële toepassingen van ambient intelligence is de zorg (Schuurman e.a., 2007).

■ **Yound & old:** er is vergrijzing, er ontstaan nieuwe gezinsconstructies, kinderen worden sneller volwassen, tieners doen zich 2 tot 5 jaar ouder voor dan ze zijn, volwassenen gedragen zich jonger en ouderen beleven een tweede jeugd.

Bovenstaande trends zijn allemaal op de een of andere manier wel gerelateerd aan ambient intelligence. Merk op dat de technologie deze trends zeker niet heeft veroorzaakt. Het zijn maatschappelijke trends. Maar de technologische ontwikkelingen kunnen een aantal trends wel versterken. Ambient intelligence speelt vooral op drie manieren een rol, die we

ook terugzien in de Philips visie (Rocchi, 2003):

1. **Ambient intelligence** ter versterking van sociale aspecten. We zien dit vooral in het delen van informatie (sharing) en het behoren bij een groep (sociale cohesie).

2. **Ambient intelligence** voor persoonlijke empowerment, dat mensen helpt ze het leven te geven dat ze het liefste willen (simple & easy). Het verhoogt het bewustzijn en laat mensen hun eigen leven in handen nemen. Er speelt een element van zelfontplooiing.

3. **Ambient intelligence** voor duurzaamheid (roots & responsible).

Wear & Compare!

Als je in de winkel iets wilt passen, dan wil je dit graag vergelijken met wat je net daarvoor gepast hebt. En je wilt het advies weten van familieleden, vrienden of bekenden die hierbij niet aanwezig zijn. Of je wilt weten hoe het gepaste kledingstuk

aan de achterzijde staat. Het bedrijf Nedap te Groenlo heeft hiervoor een unieke passpiegel ontworpen. De klant loopt vanuit paskamer naar de "Wear & Compare" passpiegel en kan via een groot touch screen een digitale foto nemen met de gepaste artikelen aan. Met andere kleding aan kan de klant dit nog een aantal keer herhalen. De foto's kunnen op eenvoudige wijze worden vergeleken. Zo kan de klant een vergelijking maken met eerder aangepaste artikelen! Via het touch screen kan de klant de foto's ook naar zijn/haar e-mailadres sturen en ze zo ook op Hyves of Facebook plaatsen. Zo kan de klant meteen de foto's laten zien aan vrienden. Via een mobieltje kan zo direct (of later) naar de mening van de vrienden ('omgeving') van de klant worden gevraagd! Beschermd met een wachtwoord kunnen foto's zelfs worden bewaard voor gebruik bij een volgend bezoek.



Foto: Nedap.

⁵<http://web.media.mit.edu/~pattie>

2.1.3 Ambient intelligence op verschillende schaal

De context waarin ambient intelligence zich laat zien is zeer divers (zie Figuur 5). Het meest dichtbij openbaart het zich in implantaten in het lichaam. Denk aan een pacemaker die gekoppeld is aan een systeem buiten het lichaam. In kleding komen we smart textile tegen met ingeweven sensoren en actuatoren. Een bekend voorbeeld is het knuffelhemd ofwel hug shirt. De fysieke ruimte wordt verweven met de informatieruimte. Dit heeft gevolgen voor de sociale en culturele ruimte. De gevolgen zijn nog niet goed te overzien. Er zullen nog veel verrassingen en onverachte wendingen komen. Het belang van sociale coherentie vraagt er aandacht voor te hebben.



Figuur 5:
Ambient intelligence in verschillende ruimtes.



Foto: Cutecircuit.

Omhelzen op afstand

Twee personen dragen beide een hug shirt. Doordat de een op zijn hemd aait, zal de ander in zijn hemd een trilling ervaren die aanvoelt als aaien. Zo kan men op afstand elkaars genegenheid ervaren. Maar ook in beroepskleding van bijvoorbeeld een brandweerman spelen sensoren en actuatoren een belangrijke rol.

De woon- en werkomgeving krijgen veel aandacht. Domotica is al een bekend terrein, maar ook het kantoor en de fabriek komen steeds meer in beeld. In de automobiellindustrie breidt de slimme elektronica zich uit van de motorregeling en besturing naar de aanpassing aan de persoon van stoelhoogte, spiegelstand, klimaatregeling en muziek.

Het wegennet wordt uitgerust met systemen rond de rijbaan om informatie te verzamelen en persoonsgericht via navigatiesystemen te distribueren. Bij de aanleg van nieuwe stadswijken en de inrichting van het luchtruim voor vliegverkeer zien we informatie verzamelende, verwerkende en communicerende systemen een grote rol spelen.

2.2 Basistechnologieën voor slimme omgevingen

Er zijn verschillende technologische ontwikkelingen die de opkomst van ambient intelligence mogelijk hebben gemaakt. (Cook e.a., 2009). Philips heeft ooit 21 enabling technologies geïdentificeerd die noodzakelijk zijn voor het realiseren van hun ambient intelligence visie (Aarts, 2003: p. 16). Vanuit de ontwikkeling van het lectoraat ambient intelligence bij Saxion willen we een paar elementen aanstippen.

2.2.1 Embedded systems

Steeds meer op een kleiner oppervlak

De wet van Moore geeft aan dat de hoeveelheid transistors per vierkante centimeter elke 18 maanden is verdubbeld in de afgelopen decennia. In de Strategische Research Agenda 2007 van Eniac wordt het als volgt omschreven: "...a geometrical (constant field) scaling, which refers to the continued shrinking of horizontal and vertical physical feature sizes of on-chip logic and memory storage functions in order to improve integration density (reduced cost per function), performance (higher speed, lower power) and reliability values" (ENIAC SRA, 2007, p.18).

Hoe lang deze trend zich nog doorzet is onduidelijk, maar het einde is nog niet bereikt. Al verschillende keren heeft men verondersteld dat het einde van de snelle

groei bereikt zou zijn, maar tot nog toe is het redelijk gelukt het tempo in stand te houden. Duidelijk is dat de fysieke marges steeds kleiner worden. De mogelijkheid steeds meer transistoren in een chip te integreren heeft nu al decennia lang geleid tot een toename van rekencapaciteit en verwerkingssnelheid, maar ook tot de mogelijkheid processors kleiner te maken en te integreren met andere elementen.



In 1978, a commercial flight between New York and Paris cost around \$900 and took seven hours. If the principles of Moore's Law had been applied to the airline industry the way they have to the semiconductor industry since 1978, that flight would now cost about a penny and take less than one second.

Copyright © 2005 Intel Corporation. All rights reserved.

Hoe lang deze trend zich nog doorzet is onduidelijk, maar het einde is nog niet bereikt. Al verschillende keren heeft men verondersteld dat het einde van de snelle groei bereikt zou zijn, maar tot nog toe is het redelijk gelukt het tempo in stand te



Miniaturisatie (more Moore) in cleanrooms

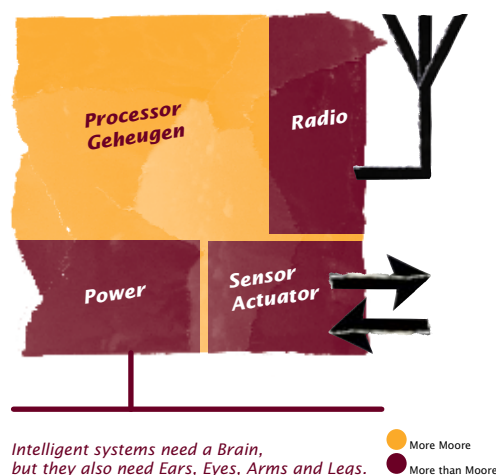
In een chip worden geïntegreerde schakelingen ondergebracht en onderling verbonden door geleideinde verbindingen. Deze sporen worden net als de bijbehoren de transistors en andere schakelingen steeds kleiner. We spreken van spoorbreedtes van 30 nanometer. De tendens is om de spoorbreedte te halveren.

Het grootste bedrijf dat machines maakt die de elementen en sporen etsen op siliciumplaten, staat in Veldhoven. Dit bedrijf ASML is wereldleider in lithografische technologie. Zij bouwen waferstappers met behulp van onder andere EUV-lithografische technologie. Deze machines worden gebuikt in cleanrooms waarin stofvrij gewerkt wordt. Vandaar dat de medewerkers speciale pakken dragen.

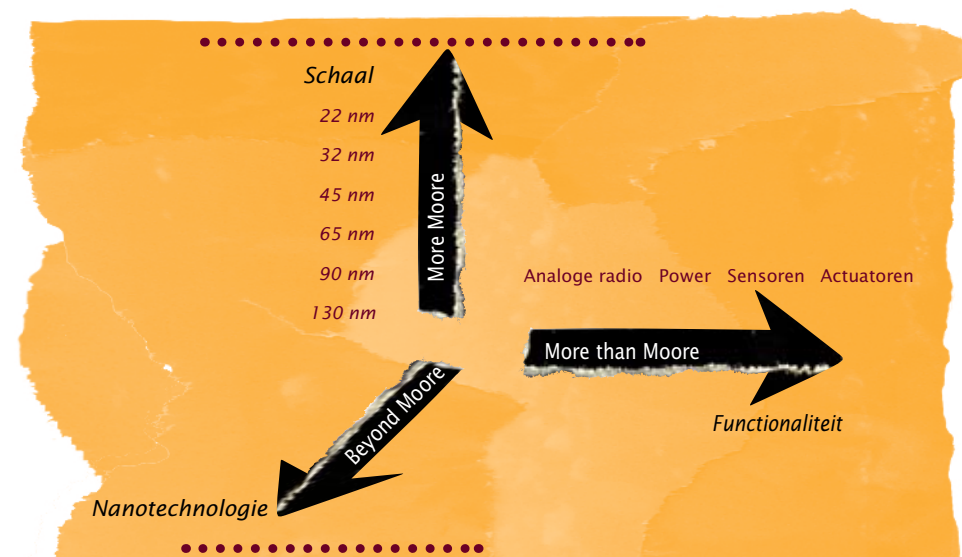
houden. Duidelijk is dat de fysieke marges steeds kleiner worden. De mogelijkheid steeds meer transistoren in een chip te integreren heeft nu al decennia lang geleid tot een toename van rekencapaciteit en verwerkingssnelheid, maar ook tot de mogelijkheid processors kleiner te maken en te integreren met andere elementen.

Steeds meer functies op een chip

Behalve dat er steeds meer chips op een kleiner oppervlak passen, en de prestatie per chip toeneemt (more Moore), is er een tweede ontwikkeling op het gebied van chipdesign te signaleren die inhoudt dat allerlei additionele functionaliteit naar de chip verhuist: More than Moore. "From a technology perspective, 'More than Moore' (MtM) refers to a set of technologies that enable nondigital micro/nanoelectronic functions" (ENIAC SRA 200, p24). Deze trend in microsysteemtechnologie betekent dat sensoren en actuatoren zo klein worden dat ze geïntegreerd worden in een chip (zie Figuur 6). Met communicatiefaciliteiten en energievoorziening gebeurt dit eveneens. Er komt meer capaciteit beschikbaar met steeds hogere snelheden en grotere dataoverdracht.



Figuur 6: More than Moore (naar ENIAC (2007)).



Figuur 7: More Moore, More than Moore en Beyond Moore.

2.2.2 Wireless sensor networks

Radio

Draadloze communicatie (wireless) berust op het gebruik maken van radiotechnologie voor computercommunicatie. Van oudsher kennen we datacommunicatie en computernetwerken. Grote wereldwijde netwerken zijn in de vorige eeuw ontstaan. Ook binnen gebouwen en campussen zijn locale netwerken (LAN) aangelegd. Door netwerken te combineren ontstond het internet. Het internet is niet anders dan een netwerk van netwerken. Allerlei bestaande en nieuwe netwerken maken er deel van uit. Door informatie op een gebruiksvriendelijke manier op dit internet

te ontsluiten ontstond 20 jaar geleden het world wide web. Tegenwoordig dragen veel mensen allerlei digitale apparaten bij zich waarmee men communiceert. Een PDA wordt als telefoon gebruikt op het GSM netwerk, dataverkeer gebeurt via GPRS, UMTS. LTE of Wireless LAN technologie. Meerdere persoonlijke apparaten kunnen onderling gekoppeld worden, waardoor een personal area network (PAN) ontstaat. Draadjes zijn daarbij hinderlijk. Dus gebeurt het draadloos. Hetzelfde zien we met sensorapparaatjes die lichaamsverschijnselen meten (bijvoorbeeld temperatuur, hartslag, stress, beweging) en onderling draadloos gegevens uitwisselen en overdragen naar een computer. Zo creëren we een body area network (BAN).



Foto: Politie Regio Rotterdam-Rijnmond.

TETRA en C2000

C2000 is een digitaal systeem voor onderlinge communicatie ten behoeve van de hulpverlenende instanties, zoals politie, brandweer, ambulancediensten en de Koninklijke Marechaussee. C2000 is gebaseerd op TETRA-standaard (Terrestrial Trunked Radio). Zoals GSM de standaard is voor mobiele telefonie voor het grote publiek, is TETRA de standaard voor mobiele communicatie voor de sector Openbare Orde en Veiligheidsdiensten (OOV). TETRA is evenals GSM een standaard van het Europees Telecommunicatie en Standaardisatie Instituut (ETSI). En hoewel de introductie van C2000 niet vlekkeloos verlopen is, heeft het een aantal specifieke eigenschappen die van belang zijn voor hulpdiensten, zoals:

- *Gegarandeerde service tijdens normaal gebruik, tijdens incidenten en tijdens calamiteiten*
- *Snelle opzet van verbindingen (maximaal 300 ms)*
- *Beveiligd*
- *DMO (direct mode of operation) en PTT (push to talk)*

Integratie van sensoren in draadloze netwerken

Ten behoeve van slimme omgevingen zijn wireless sensornetwerken (WSN) ontwikkeld die sensorwaarnemingen combineren met radiocommunicatie en processorkracht. Een knooppunt (node) in een wireless sensornetwerk is een klein autonoom apparaat. Het bestaat uit een radio, processor, een of meer sensoren en componenten als geheugens om er een geïntegreerd systeem van te maken. De bedoeling is om met meerdere nodes een netwerk op te spannen, dat waarnemingen in de omgeving doet en de resultaten daarvan doorgeeft. De informatie over een omgeving zit niet in een enkele node maar in het netwerk als geheel. Afhankelijk van het doel van het WSN kan de informatie via een zogenaamde poort (gateway) naar een gateway computer worden doorgegeven. Ook kan de gateway dienen om nieuwe software in het WSN te verspreiden.

Het netwerk van zulke kleine nodes is kwetsbaar. Nodes kunnen defect raken. Daardoor is er behoefte aan slimme algoritmen en enige redundantie om het functioneren van het netwerk als geheel in stand te houden. Een WSN is daarom een ad-hoc netwerk. Nodes kunnen uitvallen, nieuwe nodes kunnen zich bij het netwerk aansluiten, verbindingen kunnen wegvallen of opkomen. Veranderingen in de omgeving kunnen invloed hebben op het functioneren van nodes en verbindingen. Voor het onderhoud van deze netwerken is een nieuwe benadering nodig van systeembeheer. Over the air programmeren van nodes is daarbij onmisbaar evenals auto-reset functionaliteit.

Nodes zijn in de regel niet verbonden met het lichtnet en kunnen op lastig te bereiken plaatsen zitten. Batterijen zijn daarmee moeilijk te vervangen. Trouwens, het vervangen van batterijen door inzet van

Sunspot

Het bedrijf Sun Microsystems is bekend van zijn servers die deel uitmaken van het internet en van de programmeertaal Java. Sun heeft eigen wireless sensor technologie verbonden met Java technologie. Het resultaat is een wireless sensor node die geprogrammeerd kan worden in de taal Java. Daarvoor is een speciale Java Virtuele Machine ontworpen die op de hardware van deze 'Sunspot' draait.

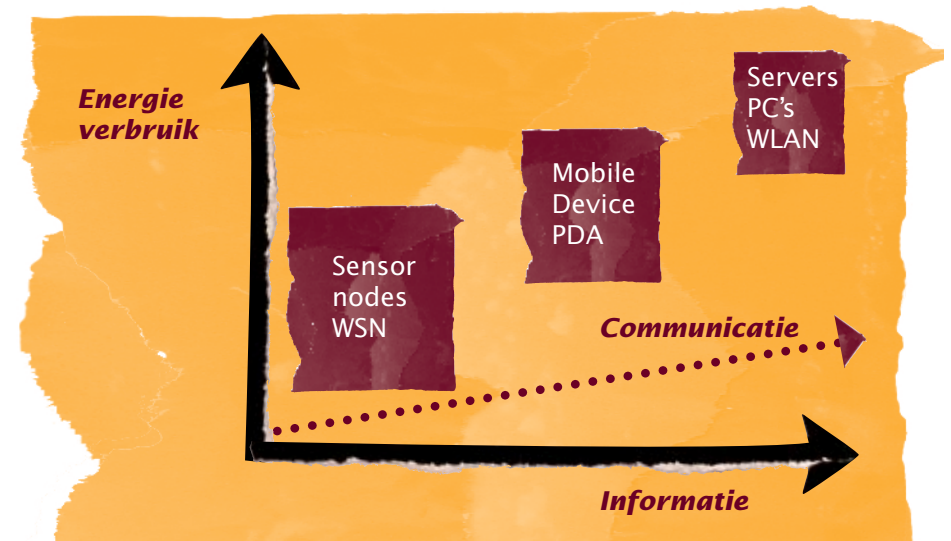
Foto: Saxion.



menskracht kan in ieder geval wel eens te duur worden. Energie is daarmee een essentieel onderwerp van onderzoek om duurzaam WSN's te gebruiken en ambient intelligence te realiseren. Burgelman (2008) noemt naast de intelligentie het probleem van de energievoorziening als het voor ambient intelligence essentiële technische probleem dat nog steeds niet is opgelost. Het verlengen van de levensduur van batterijen, het minimaliseren van de energieconsumptie en het oogsten van energie uit de omgeving zijn richtingen waarin een oplossing wordt gezocht. Er wordt verwacht dat in de toekomst ook nanotechnologie hier een oplossing kan aandragen.

Systemen voor ambient intelligence bestaan niet uitsluitend uit kleinere onderdelen zoals de WSN nodes. De informatie uit de WSN nodes zal worden gecommuniceerd naar mobiele apparaten, PC's en grotere computersystemen. Daarbij worden ook de bijbehorende communicatienetwerken op verschillende schaal gebruikt. Zo onderkennen we voor de integratie een architectuur met drie belangrijke parameters (Aarts en Rovers, 2003). Hoewel het beslist niet de enige zijn, noemen we ze hier als belangrijke factoren (zie ook Figuur 8):

- Hoeveelheid informatie die verwerkt wordt, rekenkracht
- Hoeveelheid datacommunicatie
- Hoeveelheid energieverbruik



Figuur 8: Drie parameters bij draadloze netwerken.

Monitoren van goederen tijdens transport

Het bedrijf Ambient Systems uit Enschede levert toepassingen van wireless sensor technologie waarin de eigen ambient nodes worden gebruikt. Een van de toepassingsgebieden is het monitoren van toevvoerketens. Daarbij wordt het traceren en volgen van goederen (tracking and tracing) gerealiseerd door wireless sensor nodes die meereizen met goederen. Onderweg kan, bijvoorbeeld, van fruit en groente de temperatuur door deze nodes worden bijgehouden om na te gaan of deze levensmiddelen vers blijven.



Foto: Ambient Systems.

Om in deze architectuur een samenhangende functionaliteit te realiseren, moeten zowel hardware als software interfaces op elkaar afgestemd zijn. Juist door het verschil in schaal liggen hier nog interessante uitdagingen. Webtechnologie, mobiele en peer to peer computing en embedded systemen worden binnen deze architectuur met elkaar verbonden. Doordat systemen verspreid in een gebouw, wijk, stad of land opgesteld kunnen staan zijn uitgekende gedistribueerde algoritmen van belang. Aan betrouwbaarheid en robuustheid worden hoge eisen gesteld. Dit vraagt om geavanceerde systemen. Hier ligt een uitdaging voor informatici.

Internet of things

Nu allerlei dingen slim worden en draadloos kunnen communiceren is een volgende stap dat we ze op een netwerk kunnen aansluiten. En dus op het internet. Een slimme thermostaat kan dan via het internet bereikbaar zijn. Als onze auto dat ook is, kunnen slimme algoritmen de thermostaat vertellen dat we over een kwartier thuiskomen en het huis dan op temperatuur moet zijn, zodat bij aankomst het huis aangenaam verwarmd is. De thermostaat kent onze voorkeur voor wat we prettig vinden. Bij een dergelijk netwerk van met elkaar verbonden objecten spreken we van het Internet of things.

Bell's Law

Kort samengevat zegt deze wet van Gordon Bell (Bell, 2008), dat er elke tien jaar een nieuwe klasse van computers ontstaat die in prijs het tiende kost van de klasse die daarvoor opkwam. Het gevolg is dat van elke nieuwe klasse er in de orde van 10 keer zoveel verkocht worden als van die er juist voor.

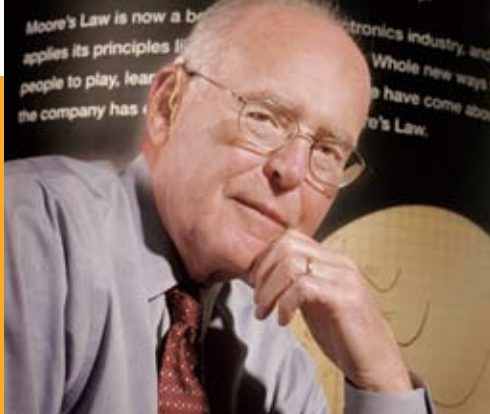


Foto: Gordon E. Moore, Co-founder, Intel Corporation.
Copyright © 2005 Intel Corporation.

Dit herkennen we ruwweg in de verhouding van het aantal computers bij een persoon:

- mainframes, jaren '50 en '60: een computer op 10.000 mensen
- minicomputers, jaren '70: een computer op 1000 mensen
- PC's, jaren '80 en '90: een computer op 1 tot 10 mensen
- embedded systemen, jaren '90 en 2000: 10 op 1 persoon
- pervasive en ubiquitous systemen: na 2010: 100 op 1 persoon

De wet van Gordon Bell is een gevolg van die van Moore en maakt het mogelijk het concept van ambient intelligence te realiseren.

2.2.3 Omgevingsbewustzijn

Sensoren en actuatoren

Sensoren zetten een fysiek verschijnsel om in een digitaal signaal. Daarmee is het mogelijk verschillende gebeurtenissen in de omgeving waar te nemen. Deze kunnen gebruikt worden voor het meten van de temperatuur, de lichtsterkte, de windrichting of beweging, om er maar enkele te noemen. Actuatoren worden gebruikt om op een waargenomen event een reactie te geven. Dat kan bijvoorbeeld zijn een beeld op een scherm, een lamp die gaat branden, een trilling, het

sluiten van een deur, een geluidsignaal, het aansturen van een apparaat of het alarmeren van de brandweer. Behalve dat actuatoren bepaalde signalen afgeven kan het systeem ook een interactie in de vorm van bijvoorbeeld een dialoog met het gebruiker aangaan. Denk hierbij aan digitale vragenlijsten of virtuele coaches (avatars). Hier komen we in sectie 2.3 op terug.

Context awareness

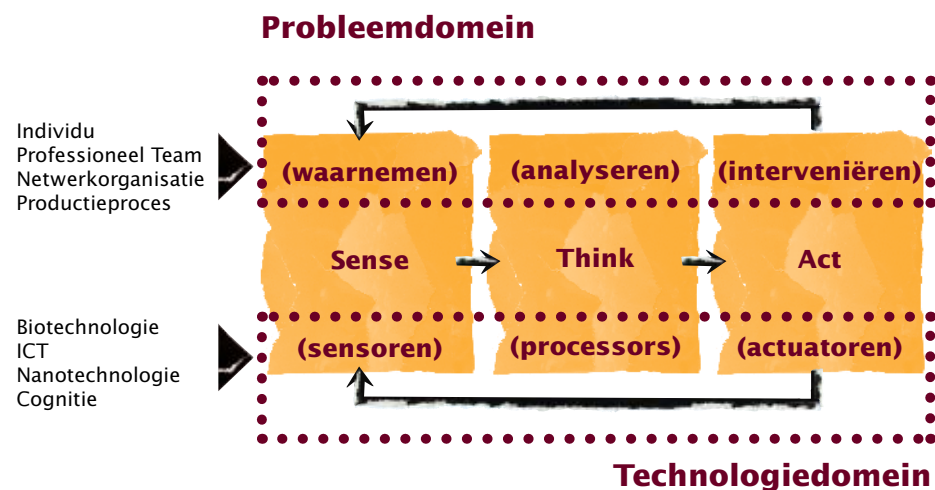
Omgevingsbewustzijn houdt in dat het systeem naast de status van de omgeving

ook toestandsovergangen en gebeurtenissen (events) kan waarnemen. Naast input van fysieke sensoren kunnen we ook informatiebronnen als 'virtuele' sensoren gebruiken. De omgeving wordt daarmee gevoelig voor de aanwezigheid van mensen, van de plaats waar zij zich bevinden, van kenmerken van personen en veranderingen in hun context. De omgeving wordt niet alleen sensitief, maar reageert ook adequaat, doordat ze weet welke mogelijke middelen (resources) beschikbaar zijn. Het doel is mensen in hun omgeving te ondersteunen in wat zij doen op een manier die plezierig overkomt. Daarvoor is omgevingsbewustzijn noodzakelijk.

Sense-think-act paradigma

Een omgevingsbewuste toepassing maakt gebruik van sensoren en koppelt via actuatoren weer signalen terug naar

de omgeving. Hiermee komen we op het sense-think-act paradigma (Figuur 9) waarbinnen ambient intelligence toepassingen zich meestal afspelen. Via monitoring (sensoren) wordt informatie verzameld over personen en hun omgeving. Een analyse (processing) levert een beeld op van wat er werkelijk gebeurt, wat de betekenis is van de verzamelde informatie. Een hartslag van 120 slagen per minuut bijvoorbeeld, kan verschillende dingen betekenen, afhankelijk van iemands situationele context (wel/geen inspanning, wel/niet bepaalde aandoe-ning, etc.). Zo nodig kan worden geïnter-venieerd (actuatoren). We kunnen dit hele paradigma vanuit zowel de toepassing als de benodigde technologie beschouwen. Beide aspecten komen in dit boek aan de orde, waarbij we voor het lectoraat ook een accentverschuiving voorzien van tech-



Figuur 9: Sense-think-act paradigma.

nologie naar toepassing. Hierbij bewegen we overigens enkel mee met trends in de maatschappij en daarmee trends in de opleidingen van de academie. Kennis en begrip van de technologie blijven echter belangrijk en houden onze aandacht in het lectoraat.

Variërende mate van intelligentie in de omgeving

Zoals genoemd in sectie 2.1.1 heeft ambient intelligence verschillende kenmerken. Daarbij speelt ook verschillende omgevingsinformatie. We kunnen de volgende indeling hanteren:

■ Data als basis → context awareness

Op basis van sensor input en data uit verschillende gedistribueerde databronnen kan in verschillende stappen een beeld worden geschapen van de context en veranderingen daarin.

■ Data + redeneermechanismen → interpretatie van de omgeving

In toenemende mate wordt intelligentie toegevoegd aan systemen. Dat houdt in dat er redeneerregels en bijbehorende kennismodellen worden gebruikt. Zo ontstaat vanuit de context awareness kennis over mensen en hun gedrag

■ Data als basis + profiel + redeneermechanismen → personalisatie

De kennis van mensen kan worden verrijkt door een persoonlijk profiel waarin karakteristieken en voorkeuren worden opgenomen. Aanpassing van

de redeneerregels en uitbreiding van het model maken een redenering mogelijk waardoor de omgeving rekening kan houden met persoonlijke behoeften en wensen.

■ Momentane data + recente data + profiel + redeneermechanisme → adaptie

Bij de data kan worden uitgegaan van actuele gegevens, maar een semantisch rijker beeld wordt verkregen door dit aan te vullen met contextdata uit het recente verleden. Dat maakt adaptief gedrag mogelijk. Veranderingen in de data worden gebruikt om aanpassingen in de omgeving te bewerkstelligen. Merk op dat het semantisch niveau hoger wordt.

■ Data over een langere tijd + profiel + redeneermechanisme → anticipatie

Indien de data verrijkt wordt niet alleen met recente data maar ook met data over een langere tijd, dan weten we meer van mensen en hun gedrag en hun gewoonten. Dat maakt het mogelijk te anticiperen op hun gedrag. Zo kan bij voorbeeld de veiligheid worden verhoogd. Anticipatie vraagt om kennis over een langere periode van een situatie en van de mensen die daarin verkeren.

Deze indeling kan goed gebruikt worden om verschillende ambient applicaties (WWRF, 2003) te ontwerpen.

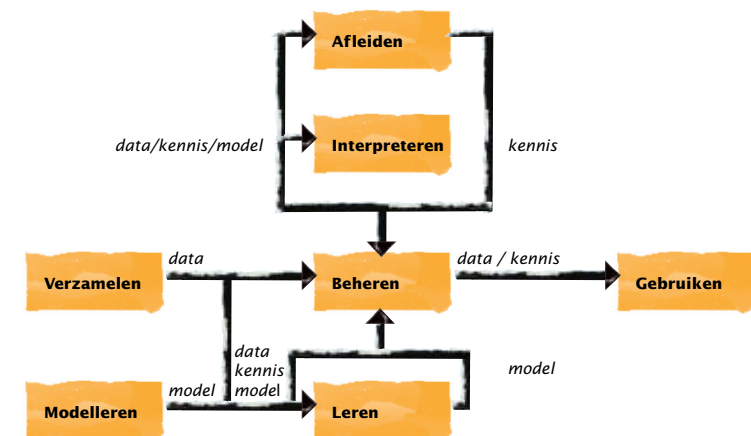
2.3 Intelligence: Redeneren over contextinformatie

Aarts (2008) noemt als onderscheid tussen AI (artificial intelligence) en Aml (ambient intelligence) dat het niet (alleen) gaat om cognitieve intelligentie, maar vooral om sociale intelligentie. Het is nodig dat de mens de werking van machines begrijpt (voorspelbaar gedrag, 'bewuste' technologie). Het omgekeerde is ook nodig, dat bij ambient intelligence de machines de mens begrijpen. Aarts spreekt van 'empathische technologie': systemen die zich bewust zijn van innerlijke toestand en emoties van de gebruiker en zich overeenkomstig aanpassen door begrip te tonen. Als je boos bent of gestrest dat weet het proces dat en houdt daar rekening mee. Ook spreekt Aarts van 'gesocialiseerde' technologie: systemen die rekening houden met conventies, cultuur, gebruiken, etiquette, etc. In deze paragraaf gaan we in op het begrip intelligentie.

2.3.1 Doelgericht redeneren over contextinformatie

Bij het redeneren over context informatie komt het erop aan hoe je uit ruwe sensorgegevens nieuwe, semantisch gezien rijkere informatie kunt afleiden. Enkele algemene principes van het redeneren over context informatie worden beschreven door Snoek en Salden (2006). Op hoofdlijnen komt het op het volgende neer (zie ook Figuur 10).

Via sensoren worden ruwe gegevens (data) verzameld, bijvoorbeeld GPS coördinaten. Deze gegevens kunnen worden geïnterpreteerd, waardoor nieuwe informatie (kennis) is af te leiden, bijvoorbeeld de plaatsnaam van de locatie waar iemand zich bevindt. In het algemeen is hier aanvullende informatie voor nodig (een model), zoals een tabel die GPS coördinaten omzet in een locatie of een



Figuur 10: Architectuur voor contextueel redeneren (naar Snoek en Salden (2006)).

ontologie die diverse locaties aan elkaar relateert, etc. Uit data, kennis en modellen is ook weer nieuwe kennis af te leiden, via bijvoorbeeld deductie. Uit iemands locatie plus het tijdstip van de dag kan bijvoorbeeld worden afgeleid dat deze persoon aan het werk is. Meestal kan een bepaalde mate van betrouwbaarheid aan de afgeleide kennis worden gerelateerd (kans). Ook dit is onderdeel van het model. De modellen die nodig zijn worden door experts handmatig geconstrueerd. Het is in geavanceerde kennissystemen echter ook mogelijk dat modellen automatisch worden aangepast, bijvoorbeeld door het herkennen van patronen over grotere gegevensverzamelingen. Dan is er sprake van een lerend systeem (zie sectie 2.3.3).

Alle gegevens, kennis en modellen worden ergens opgeslagen en beheerd en kunnen door applicaties worden gebruikt. Bij het toepassen van de kennis in applicaties zijn er twee aanpakken mogelijk.

1. Vanuit de applicatie wordt een doel bepaald: wat willen we weten. Dit wordt doorvertaald naar welke (ruwe) sensordata hier iets over zou kunnen zeggen.
2. Gegeven de beschikbare sensoren worden gegevens verzameld en gecombineerd. Afgeleide informatie wordt 'gepusht' naar de gebruiker die daar wel of niet wat mee doet.

2.3.2 Technieken voor redeneren

Voor het redeneren over sensorgegevens (afleiden van kennis) kunnen verschillende technieken (algoritmen) uit de Kunstmatige Intelligentie worden gebruikt, uit verschillende vakgebieden variërend van patroonherkenning en beeldverwerking, cognitieve psychologie, logica, statistiek en linguïstiek. Een grove indeling van de verschillende aanpakken is:

- Statistische methodes: bottom-up observeren en patronen herkennen om systemen intelligent te maken (empirische aanpak). Statistische methoden zijn meestal robuust voor onzekerheden of gedeeltelijke fouten in de invoer.
- Modelgedreven methodes: topdown een model van de werkelijkheid maken. Voorbeelden hiervan zijn het redeneren op basis van een ontologie of op basis van regels (kennissystemen).
- Lerende systemen: een soort tussen-vorm, een model dat zich aanpast aan de hand van empirische observaties (voorbeeld: neurale netwerken, reinforcement learning) Lerende systemen kunnen worden onderverdeeld in een aantal categorieën:
 - ▶ **Supervised learning:** op basis van enkel een reeks van invoerwaarden worden patronen gezocht en hier een model van gemaakt om te voorspellen welke nieuwe invoerwaarden worden verwacht.

- ▶ **Supervised learning:** op basis van een aantal voorbeelden van invoer/uitvoer combinaties wordt een model gemaakt dat in staat is een gegeven invoer te vertalen naar een uitvoer (classificatie) en/of op basis van een verzameling numerieke invoer/uitvoer combinaties wordt een functie ontwikkeld die invoer vertaalt naar een uitvoer (regressie).
- ▶ **Reinforcement learning:** het lerende systeem observeert het resultaat van activiteiten en op basis van positieve feedback (te maximaliseren) en negatieve feedback (te minimaliseren) wordt via een beloning/straf mechanisme een model (leeralgoritme) geoptimaliseerd (zie ook sectie 2.3.3).

Bij het redeneren over contextinformatie kunnen we op een aantal manieren met onzekerheid in de (afgeleide) informatie van doen hebben:

- Precisie van de informatie. Een locatie kan bijvoorbeeld meer of minder precies bekend zijn (op het niveau van een stad – wijk – gebouw – kamer – exacte positie etc.). Gegevens van sensoren kunnen onnauwkeurig zijn (standaarddeviatie bij een meting). Het is niet noodzakelijk zo dat hoe preciezer, hoe beter: om bijvoorbeeld te kunnen afleiden of iemand thuis of op zijn werk is, of om flipflop gedrag te voorkomen kan het handig zijn de marges wat groter te nemen.

- Incomplete informatie.
- Conflicterende informatie.
- Verouderde gegevens (dynamische data).

Onzekerheid resulteert in een kansaspect dat bepaald informatie wel of niet juist is. In de praktijk kan hiermee worden omgegaan door de gebruikers de kans te geven informatie handmatig te corrigeren mocht er sprake zijn van onjuistheden.

2.3.3 Meer over lerende systemen

Het schema van de sense-think-act cyclus (zie sectie 2.2.3) kan men gemakkelijk simplificeren door het denken alleen op te vatten als het hanteren van redeneerregels om op basis van sensordata een actuator aan te sturen. Het denken wordt verfijnder als men beschikt over geheugen waarin gedrag in overeenkomstige situaties terug gevonden kan worden. Dan worden bij het bepalen van de reactie niet alleen de momentane inputwaarden betrokken, maar ook sensorinput, de reactie en het effect in vergelijkbare situaties. Een van de effecten kan bewuste feedback zijn vanuit de omgeving of vanuit een trainer. Daarmee kan worden voorkomen dat ondoelmatig gedrag zich herhaalt. Hoe rijker het geheugen is aan vergelijkbare ervaringen hoe beter men gedrag kan proberen aan te passen aan nieuwe situaties. Er ontstaat een lerend systeem.

Leren kent vele vormen. Er zijn eveneens tal van theorieën over leren. Een eenvoudig model is het stimulus-respons model. Dit gaat in allerlei vormen terug op de experimenten die Pavlov met dieren heeft uitgevoerd. Op een fysieke prikkel (stimulus) wordt een bepaalde reactie (respons) ingeslepen in het gedrag van dieren, die ook als de situatie verandert, gelijk blijft. Hiermee kan een vast gedragspatroon worden geoefend. Dit doet sterk denken aan een eenvoudig regelsysteem. Een bepaalde sensorinput leidt steeds tot eenzelfde aansturing van een actuator. In een slimme omgeving kan de directe feedback op een momentane ervaring volgens dit principe worden gebruikt, maar een slimme omgeving zal niet op basis van eenzelfde sensorinput altijd dezelfde reactie geven op menselijk gedrag. Als bij het openen van een deur altijd hetzelfde

melodietje wordt gespeeld, zullen we dit niet als slim gedrag ervaren.

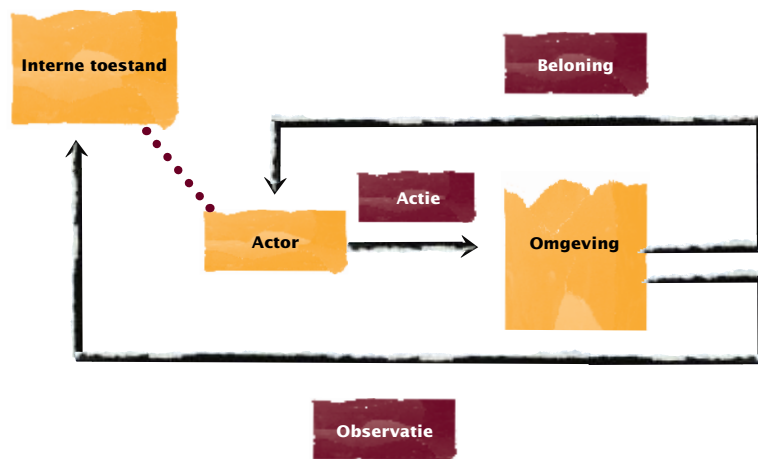
Piaget heeft veel leergedrag geobserveerd. In het leren onderscheidt hij verschillende fasen en verschillende gedragingen (Meador, 1988). Wat goed aansluit bij ons denken over ambient intelligence is dat hij sterk uitgaat van praktische ervaringen die opgedaan worden in de werkelijke wereld. Door de wereld te verkennen neemt de lerende indrukken op. De verwerking ervan kent mentale acties. Piaget onderscheidt assimilatie en accommodatie. Een nieuwe indruk wordt opgenomen en er wordt informatie over de omgeving uit afgeleid: assimilatie. Afhankelijk van het feit of de nieuwe informatie past bij wat men al weet, kan er onzekerheid ontstaan over de waarde van de nieuwe informatie. Door accommodatie worden nieuwe mentale

kennisstructuren gebouwd of bestaande structuren aangepast. Dit maakt het mogelijk de nieuwe kennis te exploiteren. Dat laatste is een karakteristiek van intelligentie die overeenkomt met de diversity-compliance eigenschap. We zien dat bij de accommodatie mentale kennisstructuren worden aangepast. In slimme omgevingen kan dit aspect van leren een rol spelen. De aanpassing op basis van nieuwe ervaringen, indrukken en toestanden kan tot nieuwe kennis leiden.

Binnen ambient intelligence spelen slimme dingen een belangrijke rol. Deze apparaten kunnen slim gedrag vertonen. Waar dit gedrag ook fysiek is, zoals bij robots, kan leren letterlijk met vallen en opstaan gepaard gaan. Daar sluit een andere vorm van leren op aan. Deze vorm staat bekend onder de naam reinforcement learning. Kaelbling en Littman (1996) leggen dit principe uit. Bij reinforcement learning leert een apparaat (agent) nieuw gedrag aan door trial-and-error in een dynamische omgeving. Het apparaat krijgt sensorinput en kent acties die hij kan uitvoeren. Via de sensoren of eerdere waarnemingen kan hij de toestand van de omgeving bepalen. Een bijkomende vorm van input is een beloning op basis van het succes van zijn voorgaande actie. Deze beloningsfeedback wordt het bekrachtigingsignaal, ook wel reinforcement signaal genoemd. Het leren is hierbij een cyclisch gebeuren, waarbij het bekrachtigingsignaal sturend,

zo men wil motiverend, is (zie Figuur 11). De kracht is dat er van dit leren geschikte simulatiemodellen van bestaan, waardoor het mogelijk is in een korte tijd de cyclus vaak te doorlopen en men het leerresultaat snel op een hoger peil krijgt. Na de simulatie wordt het leren verfijnd door te oefenen in de echte wereld. Bij tweebeinige robots is hier met succes het lopen aangeleerd. Na de simulatie ging het nog weliswaar met vallen en opstaan. Maar het vallen werd steeds minder, het lopen lukte over een steeds grotere afstand en ten slotte viel de robot niet meer. Door de beloningsstructuur in het bekrachtigingsleren wordt getraind op een van te voren bepaald doel. In de doelgerichtheid zit de kracht.

Niet al het leren bij ambient intelligence toepassingen zal gebaseerd zijn op reinforcement learning. Reinforcement learning vraagt om een helder doel. Omgevingsintelligentie zal echter ook vragen om lerende systemen waarin het leerdoel minder scherp omlind. De aanpassing aan of van de omgeving zal dan meer de kenmerken hebben van exploreren en exploiteren, waarbij er sprake is van meer vrijheid en van creativiteit. Om slim gedrag van apparaten, producten, systemen en omgevingen te realiseren is in ieder geval meer nodig dan de traditionele regelsystemen.



Figuur 11: Reinforcement learning.



Foto: TU Delft.

Robot Cup

In de kunstmatige intelligentie was het punt op de horizon dat de computer slimmer zou worden dan de mens. Deze uitdaging werd gedefinieerd in termen van de schaakcomputer. De nieuwe uitdaging is dat een robot voetbalteam het wint van een mensenteam. Vandaag de dag is de teen-size humanoid league de meest complexe van alle Robo Cup-wedstrijden. Mensachtige robots van minimaal één meter lengte spelen volledig autonoom een potje voetbal.

Deze robots zijn een technologisch hoogstandje op verschillende vlakken. Eén van de grote uitdagingen is om veel vrijheidsgraden in een lichtgewicht autonoom systeem te krijgen. Om te lopen, schieten en keepen, heeft een robot minstens zes vrijheidsgraden per been nodig.

Met nog twee vrijheidsgraden in de armen (om op te kunnen staan), komt het totaal al op veertien. Vervolgens zijn er regelstrategieën nodig om snel, stabiel en efficiënt te kunnen lopen.

Om robots te 'leren lopen' en uiteindelijk te leren voetballen, gebruikt de TU Delft lerende systemen op basis van het sense-think-act paradigma en de techniek van reinforcement learning (Mantz en Jonker, 2007).

Teamstrategie

Als robots samenspelen in een team is een teamstrategie nodig: hoe werken de robots samen? Dan gaat het om een autonoom, gedistribueerd systeem waarin context awareness (waar zijn de medespelers, de bal, de tegenstander) of zelfs het bewust zijn van intenties en anticipatie (wat wil de tegenspeler) een rol speelt. Simpele regelsystemen zijn hier volstrekt onvoldoende.



Foto: Saxion.

2.3.4 Interactie

Een omgeving die kennis heeft van de context en van de behoeften en voorkeuren van mensen in die omgeving zal niet alleen reageren zoals een thermostaat de cv-ketel aanstuurt. Er ontstaat een interactie tussen mensen en hun omgeving en de omgeving biedt de mogelijkheid dat mensen onderling interactie hebben. Bij het ontwerp van een slimme omgeving zal daarom de mens centraal staan in het ontwerp. Tal van technologieën zijn beschikbaar om de communicatie over en weer te realiseren (Aarts, 2003).

- Ambient audio, video en verlichting: aanpassing van verlichting, beeld en geluid aan de sfeer van film.
- Spraak: naast audio, video en verlichting kan ook middels spraak een reactie en interactie in smart omgevingen worden bewerkt.

- Slimme materialen: deze reageren op de status van de omgeving, de persoon die kleding van dit materiaal draagt en op veranderingen. Materiaal is bijzonder geschikt om sfeer tot uiting te brengen.
- Robots: humanoids en dierachtige robots worden voor interactie en communicatie ingezet. Daarnaast zijn deze robots in staat allerlei diensten te verrichten.
- Mobiele en ubiquitous communicatie: deze gaan samen met tal van vormen van draagbare technologie (wearable technology).
- Sociale interactie via webtechnologie komt sterk op en zal een plaats krijgen in een slimme omgeving voor interactie tussen personen onderling en met hun omgeving.

Deze technologieën kunnen geïntegreerd worden in tal van voorwerpen die naast hun gebruikelijke functionaliteit met extra faciliteiten uitgebreid worden. Zo kan zelfs de werkelijke wereld verrijkt worden met augmented reality. Denk aan een passpiegel die ook als touchscreen kan dienen, en interactie met de gebruiker en tussen de gebruiker en anderen mogelijk maakt. Zo ontstaan intuïtieve interfaces waardoor mensen communiceren met de omgeving op een veel natuurlijker manier dan we kennen via de gangbare mens-computer interfaces zoals bij een PC. De interfaces zijn ook anders bedoeld. Het gaat niet langer om een gebruiksvriendelijke manier om computers een opdracht te geven. Het geven van een opdracht staat niet centraal maar de interactie. Een zonnenscherm gaat daarbij niet naar beneden doordat iemand een knop omzet, maar doordat personen in een vertrek komen waar de zon naar binnen schijnt en waar zij een video willen bekijken die gehinderd zou worden door het zonlicht. Deze vormen van interactie worden als natuurlijk ervaren. Ze zijn niet storend: mensen begrijpen intuïtief waarom bepaalde acties gebeuren of denken er niet eens over na, zo vanzelfsprekend komen de acties over.



Spraakherkenning in context

Naarmate de software slimmer en slimmer wordt, wordt de mens-machine interactie steeds gemakkelijker. Dit geldt voor de verschillende manieren van input zoals beeld en tekst maar vooral voor spraak: nog steeds de meest natuurlijke manier van interactie. Telecats is een MKB-er die onder andere geavanceerde, spraakgestuurde voice response systemen ontwikkelt waarbij bellers antwoorden op de openvraag: Goede morgen, waarmee kan ik u van dienst zijn? Dit soort spraakgestuurde diensten beperken zich steeds minder tot de telefoon alleen. Het is dan ook reëel om te veronderstellen dat dit soort diensten zowel in het openbare (winkels, gemeentehuizen, sportcentra) als het privé domein (thuis, in de auto) steeds meer aanwezig zullen zijn. Hierbij zal ambient intelligence een steeds belangrijkere rol gaan spelen. Immers, geavanceerde spraakherkenning werkt alleen bij gebruik van de juiste contextuele informatie: niet zozeer voor de herken-

ning van wat er gezegd werd als wel voor de interpretatie van wat er bedoeld werd! Wanneer en waar wordt er iets gezegd (location based services). Wat is het voor een soort weer (zonnenschijn of regen) en hoe reageert de spreker daar (meestal) op? Wat is de persoonlijke staat van de spreker (ziek en wellicht prikkelbaar of net terug van een mooie vakantie)? Is het gezegde ironisch bedoeld of is de spreker juist bloedserius? Hoe meer de context (zowel de innerlijke als de uiterlijke) waarbinnen iets gezegd wordt, bekend is, hoe persoonlijker en dus menselijker het systeem kan antwoorden. Of dit altijd gewenst is, is een tweede, maar om het te kunnen zullen de verschillende contexten gebruikt moeten worden en zal er op de een of andere manier mee geïnteracteed moeten worden.

2.3.5 Intelligent versus slim

De communicatie over en weer van de omgeving met de mens berust niet alleen op cognitieve intelligentie. Bij deze verstandelijke en min of meer abstracte intelligentie stellen we het denken centraal. De metafoor is het menselijk brein. Met deze vorm van intelligentie zijn belangrijke resultaten behaald. Bij mensen herkennen we dit soort intelligentie in het oplossen van problemen, het kunnen argumenteren en redeneren, het voorzien van het optreden bepaalde gebeurtenissen op basis van eerdere gebeurtenissen. De

computer is hiertoe ook in staat onder bepaalde condities. Hij kan door de snelheid waarmee hij een oplossingsruimte van een situatie in het schaakspel doorzoekt het opnemen tegen een grootmeester. Dit is indrukwekkend. Het is echter de vraag of hiermee gezegd kan worden dat een computer waarop een schaakprogramma draait slimmer is dan een mens. Het menselijke brein draait geen programma. De intelligentie van een mens uit zich ook op tal van andere manieren dan bij schaken het geval is. Trouwens ook grote schaakmeesters danken hun succes niet alleen aan abstracte intelligentie. Er komt vaak de nodige psychologie en emotionele weerbaarheid kijken bij schaken op hoog niveau.

Wanneer beschouwen we gedrag als intelligent? Pfeifer en Bongard (2007) gaan hier uitgebreid op in. Een belangrijke karakteristiek is diversity-compliance. Hiermee wordt aangegeven dat gedrag variabel is: niet steeds hetzelfde, maar variabel afhankelijk van de situatie. Ook zal intelligent gedrag rekening houden met onveranderlijke eigenschappen die in verschillende situaties gelden. Denk aan de fysieke eigenschappen van materialen en aan wetten uit de fysica, zoals de zwaartekracht. Een omgeving is slim te noemen als haar gedrag zich aanpast op de aanwezigheid van mensen zodanig dat er niet een onveranderlijk gedragspatroon waargenomen wordt, maar dat afhankelijk

van de situatie, de aanwezige personen en hun voorkeuren de reactie aangepast wordt.

Humanoid service robots

Het bedrijf Demcon is nauw betrokken bij de ontwikkeling van humanoid service robots. Het gaat om robots die mensen ondersteunen in verschillende situaties. Denk aan de robot als butler of hulp in de zorg. Hierbij komen tal van onderzoeksvragen op. Het gaat o.a. om 3D-vision, menselijke uitdrukking in een robothoofd, mechatronische problemen bij bewegen, het vinden van een weg en het vermijden van botsingen. De robot als lerend systeem die functioneert in een real life omgeving, is een uitdaging waarbij Demcon graag meedenkt.

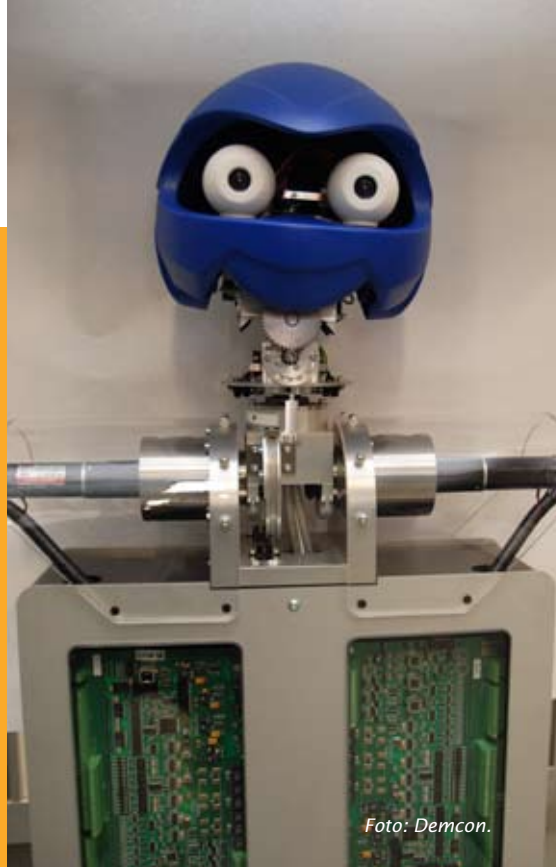


Foto: Demcon.

2.3.6 Emotionele en sociale computerintelligentie

Effectief handelen wordt niet alleen bepaald door de cognitieve intelligentie en het intelligent reageren op wat wordt waargenomen. Er zijn ook andere factoren van belang. We noemen emotionele intelligentie, sociale intelligentie en het vermogen om te leren en het geleerde te gebruiken bij het duiden van waarnemingen en het bepalen van gedrag. Emotionele intelligentie kan gebruikt worden in het geven van reacties op men-

sen. Deze vorm van intelligentie houdt in dat men in staat is gevoelens bij iemand anders te herkennen en in ons denken en handelen daarmee rekening te houden. De mate waarin mensen hiertoe in staat zijn staat niet los van de gebruikelijke vorm van intelligentie. Er is een samenhang. Bovendien is het zo dat hoe beter men zijn eigen emoties kan opmerken des te beter kan men emoties bij anderen herkennen.

Hoe men emoties kan waarnemen is een onderwerp waar nog veel onderzoek naar is. Vaak gaat het om data die door verschillende sensoren wordt geleverd: lichaamswarmte, hartslag, huidspanning, geleiding van de huid, ademhaling, stemniveau, gebaren, kleur van de wangen, gezichtsuitdrukking, spierspanning, trillen van de ledematen en dergelijke. Uit deze verzameling data kan informatie worden afgeleid waaronder emotionele karakteristieken. Deze informatie kan een autonome agent gebruiken om zijn reactie te geven, om suggesties te doen voor veranderingen in de omgeving of de interactie beter af te stemmen op de persoon.

Sociale intelligentie speelt een rol als mensen of agents als groep samen een doel willen bereiken. De onderlinge interactie wordt ondersteund door de signalen die men elkaar geeft, het herkennen van de signalen en hun betekenis, de gedeelde intentie om het gestelde doel te realiseren. De mate waarin de samenwerking doeltreffend is hangt zowel af van de effectiviteit van de interactie, het intelligent gedrag als van de in de samenleving geldende sociale gedragsregels, etiquette en gebruiken, waarbij ook rekening gehouden wordt met de gevoelens van de ander. Hoe sterk voetbal ook afhangt van goed verstandelijk inzicht in de spelregels en speldoelen, ook de andere factoren spelen voortdurend een rol. Een slimme

omgeving waarin ambient intelligence ingevoerd is, maakt niet alleen gebruik van verstandelijke intelligentie, maar ook van de emotionele en sociale intelligentie. De mens centraal stellen houdt in dat de omgeving niet alleen doelgericht het gewenste of beoogde gedrag vertoont maar daarbij ook rekening houdt met menselijke factoren.

Uiteindelijk willen we dat de omgeving en vooral de technologie in de omgeving bij het bepalen van zijn reacties en interactie de innerlijke toestand van de mensen in die omgeving betreft. Zo kan worden bereikt dat de interactie van de mens met de omgeving ervaren wordt als iets begrijpelijks. Men ervaart dat de interactie behulpzaam is en aansluit bij de eigen beleving. Beleving is een kernbegrip voor de motivatie om ambient intelligence te introduceren in de menselijke leef- en werkomgeving. Beleving levert een meerwaarde op, die uitgaat boven het puur functionele. Natuurlijk wenst men een goede functionaliteit en doelgerichtheid, maar de manier waarop dit wordt bereikt, moet de mens ook aanspreken. Men ervaart niet alleen eigen bewustzijn, maar projecteert ook het hebben van een bewustzijn op een intelligente omgeving. Daarom is het van belang dat ook de gebruikte technologie een eigen innerlijke toestand heeft en in zijn gedrag transparant en consistent overkomt.



Foto: Philips Research.

Virtuele coach

Goed ontworpen interactieve computerprogramma's kunnen patiënten met chronische aandoeningen als diabetes, 'verleiden' tot een gezondere levensstijl. Dat stelt Blanson Henkemans (2009), die op dit onderwerp aan de TU Delft promoveerde. Uit een experiment met een online levensstijldagboek bij mensen met overgewicht die wilden afvallen, bleek bijvoorbeeld dat de aanwezigheid van een Personal Computer Assistant

er voor zorgt dat patiënten beter hun dagboek bijhielden en als gevolg meer gewicht kwijtraakten. De Assistant werd in dit experiment weergegeven door een geanimeerde kat (iCat) die aan de hand van de gezondheidsgegevens op het computerscherm verschillende gezichtsuitdrukkingen toont (vrolijk, neutraal, verdrietig) afhankelijk van de mate waarin mensen hun persoonlijke levensstijldoelen haalden.

2.3.7 Embodied intelligence

Bij veel menselijk handelen speelt een ander soort intelligentie een rol dan de puur abstracte vorm. Denk aan de manier waarop mensen eten, drinken, koken, de

krant lezen, voetbal spelen, fietsen, auto rijden, boodschappen doen en onkruid wieden in de tuin. In deze gevallen gaat het niet om een abstract redeneren, maar om handelen in de echte wereld, omgaan

met fysieke dingen. Daarbij wordt in de regel niet veel expliciet nagedacht. Men reageert op prikkels uit de omgeving, waarnemingen en voert motorische handelingen uit. Er is een bijna directe koppeling tussen de zintuiglijke waarneming en de handeling. De reactie is gericht op het realiseren van realtime gedrag. Deze vorm van intelligentie heeft men bestudeerd onder de noemer van embodied intelligence (Pfeifer en Scheier, 1999).

Voor interactie in een slimme omgeving kunnen slimme apparaten een rol spelen die gebruik maken van embodied intelligentie. Deze apparaten kennen een minimale vorm van processing en een directe afbeelding van sensor signalen op de aansturing van de reactie (Brooks, 1990). Een karakteristiek is verder dat deze systemen autonoom gedrag vertonen. Autonomie betekent vrijheid van externe besturing en onafhankelijkheid van de tussenkomst van een mens.

Zwermen van robots

De ePuck is een minirobot die erg geschikt is om experimenten uit te voeren. Binnen het lectoraat worden ze gebruikt om algoritmen te verkennen die de robots zwermgedrag laten vertonen. De ePucks hebben een serie sensoren waarmee ze de omgeving en elkaar kunnen waarnemen. De basiselementen van hun gedrag zijn naast sensing het vrij rijden in alle richtingen, en het communiceren door middel van LED-lichtjes en Bluetooth. Dat stelt hen in staat objecten te vermijden, op te zoeken of te volgen. Meerdere ePucks samen zijn op basis van deze basis gedragingen in staat zwermen te vormen en gezamenlijk gedrag te ontwikkelen.



Foto: Saxion.

2.4 Toekomst: Convergerende technologieën

Een belangrijke ontwikkeling is dat technologiegebieden elkaar wederzijds beïnvloeden, of zelfs integreren waardoor ontwikkelingen worden versneld. Een voorbeeld is hoe de elektronica en mechanica zijn geïntegreerd tot mechatronica en met de informatietechnologie erbij weer tot embedded systems. Een ander voorbeeld is hoe de convergentie van telecommunicatie (de telefoon), media (de televisie) en internettechnologie (de computer) heeft geleid tot nieuwe concepten als triple play, waarbij je kunt bellen via het kabelnetwerk of televisie kunt kijken via Internet. Het proces van convergentie van technologieën leidt uiteindelijk tot innovaties voor toepassingsgebieden waarbij ook de diensten integreren, denk bijvoorbeeld aan interactieve tv (bijvoorbeeld tv-programma's op een willekeurig tijdstip of gerichte reclame).

Bij converging technologies denken we er echter vooral aan hoe nanotechnologie de ICT beïnvloedt, en hoe dit integreert met biotechnologie en cognitieve wetenschappen (Bainbridge en Roco, 2006; Silbergliet e.a., 2006). We lijken hiermee aan de vooravond te staan van geheel nieuwe doorbraken die we mogelijk nog moeilijk kunnen voorspellen omdat we ze simpelweg niet voor kunnen stellen voordat ze er zijn. Maar de verwachtingen

dat convergerende technologieën een oplossing kunnen bieden voor problemen rond de energievoorziening, schoon water, onze gezondheid of maatschappelijke veiligheid zijn hoog (Doorn, 2006; Gezondheidsraad 2006; Schmidt, 2006; Teeuw en Vedder, 2008).

2.4.1 Human enhancement

Convergerende technologieën spreken tot de verbeelding sinds in de Verenigde Staten gedachten zijn gaan leven over improving human performance (Roco and Bainbridge, 2002). We hebben het dan over het verbeterd functioneren van de (gezonde) mens dat in de toekomst mogelijk wordt door convergerende technologieën. De verbetering heeft vooral betrekking op het menselijk prestatievermogen, al kan ook aan uiterlijk of persoonlijkheidskenmerken worden gedacht. Kunstmatige netvliezen of cochleaire implantaten kunnen de menselijke waarneming herstellen of zelfs verbeteren. In de meest verregaande toekomstbeelden worden menselijke hersenen direct gekoppeld aan elektronische systemen voor informatieopslag of -verwerking. Uiteindelijk zou volgens sommige wetenschappers zelfs veroudering kunnen worden tegengegaan. Al snel volgde in Europa de belangstelling voor de beloften, maar ook voor de bedreigingen van convergerende technologieën (Nordmann, 2004; ETAG 2006).



Foto: Touch Bionics.

2.4.2 Nanotechnologie

Nanotechnologie speelt een belangrijke rol om, in convergentie met andere technologieën, grote veranderingen mogelijk te maken. Nanotechnologie is een algemene term die de technologieën omvat die werken met eenheden, materialen en systemen waarvan tenminste een van de relevante afmetingen in het schaalbereik van 1 tot 100 nanometer ligt. Een kernaspect is daarbij dat specifieke (nano)eigenschappen een rol spelen, zoals het beïnvloeden van oppervlakte-eigenschappen of kwantumeffecten. Dit leidt bijvoorbeeld tot nanocoatings die de

Bionics

De term bionics wordt in de medische wereld wel gebruikt om de vervanging of verbetering van (menselijke) organen of lichaamsdelen door kunstmatige (technologische) componenten. Het verschil met een prothese is dat de kunstmatige lichaamsdelen vaak direct worden aangestuurd door zenuwsignalen of spieren, of deze zelf aansturen. Het bekendste voorbeeld is een cochleair implantaat waarmee beperkingen bij gehoorverlies kunnen worden overwonnen. Kinderen die volledig doof geboren zijn kunnen daardoor normale spraak en taal verweren. Maar er zijn ook handen die worden aangestuurd door spieren en daarmee vanuit de hersenen worden bestuurd.

wrijving verminderden of waarvan graffiti eenvoudig te verwijderen is.

Miniaturisatie is een ander kernaspect. De afgelopen decennia zijn de afmetingen van elektronische componenten in een gestaag tempo kleiner geworden, naar de zogeheten Wet van Moore die stelt dat het aantal transistoren op een computerchip elke twee jaar verdubbelt (zie sectie 2.2). De micro elektronica vervaardigt zo steeds krachtiger geïntegreerde schakelingen op microscopische schaal. Bepalingen die voorheen alleen in een laboratorium

konden worden uitgevoerd passen tegenwoordig vaak al op een chip waarbij minieme hoeveelheden monstermateriaal volstaan. De ontwikkelingsmogelijkheden van deze lab-on-a-chip zijn nog lang niet zijn uitgeput. De continue miniaturisatie volgens de Wet van Moore zal echter eens ten einde lopen. Ontwikkelingen in de nanofysica met apparaten op moleculschaal zullen naar verwachting leiden tot oplossingen beyond Moore.



Nano-pil

Sensoren en actuators worden steeds kleiner en kunnen ze ook in het lichaam worden aangebracht. Tijdens de vierdaagse van Nijmegen hebben testpersonen bijvoorbeeld een zender-pil ingeslikt die hun temperatuur registreerde in het kader van oververhitting⁶. Door lab-on-a-chip technologie wordt nog meer mogelijk. Aan de Universiteit Twente ontwikkelde prof. Albert van den Berg een nano-pil die kan worden ingeslikt met het oog op analyses in de darmen. Met de pil kan vroegtijdig darmkanker worden opgespoord. De pil, die ingeslikt moet worden, screent mensen op de noodzaak van doen van endoscopie. Men verwacht dat deze pil over 4 à 5 jaar daadwerkelijk in gebruik kan worden genomen.

Het lab-on-a-chip is eigenlijk een toepassing van bionanotechnologie omdat vaak biologisch-afgeleid materiaal wordt gebruikt als sensor. Biosensoren kunnen op locatie concentraties en stoffen detecteren waardoor het nemen van monsters voor laboratoriumanalyse minder noodzakelijk wordt. Nanotechnologie speelt ook rond actuators, zoals minuscule pompjes die heel precies medicijnen toedienen

wanneer een sensor bijvoorbeeld een verstoring van een evenwicht detecteert.

Een belangrijke poging om een alomvattend toekomstbeeld voor de nanotechnologie te schetsen is Mihail Roco's vier generaties model (Roco, 2007). Volgens Roco's model bestaat de eerste generatie nanotechnologie uit reactieve 'slimme' materialen en structuren die in staat zijn

Lab-on-a-chip

Een lab-on-a-chip is een apparaat dat één of meerdere laboratorium functies integreert op een enkele chip van geringe afmetingen (millimeters tot enkele vierkante centimeters in grootte). Ze vallen onder de micro- en/of nanoelektromechanische systemen (kortweg MEMS of NEMS). Dit zijn kleine embedded systemen die elektronische, mechanische, biologische of chemische componenten combineren. Medimate in Enschede maakt bijvoorbeeld een wegwerpchip waarmee de lithiumspiegel in het bloed kan worden gemeten bij patiënt met een manisch depressieve stoornis. Hiervoor is slechts één vingerdruppel bloed nodig om binnen enkele minuten het lithium gehalte te bepalen.



Foto: MESA+.

om hun eigenschappen te veranderen als antwoord op de veranderde externe omstandigheden (zoals temperatuur, elektromagnetisch velden, vochtigheid, enzovoort). De volgende stap in Roco's model is om in deze nanomaterialen een vorm van informatieverwerking te integreren zodat actieve keuzes kunnen worden gemaakt en materiaaleigenschappen naar keuze kunnen worden veranderd. Een voorbeeld hiervan zijn nanosystemen die medicijnen heel precies op de goede plek in het lichaam afleveren. Nanotechnologie zal het mogelijk maken om zulke functies verder te verbeteren en te veranderen. Verder gaande convergentie van technologieën leidt tot systemen van nanosystemen, zoals nanorobots (de derde generatie). De vierde generatie in Roco's model zullen moleculaire nanosystemen

zijn, bijvoorbeeld kleine apparaatjes op moleculeschaal, die vanaf de tekentafel ontworpen worden. Roco verwacht deze vierde generatie nanoprodukten al rond 2015-2020.

2.4.3 Cognitieve wetenschappen

In bovenstaande kwam nano-, bio- en informatietechnologie al aan de orde. Een vierde relevant technologieveld is die rond de cognitieve wetenschappen. Voor ambient intelligence is vooral de studie van de structuren, functies en processen van belang die aan de basis liggen van de menselijke perceptie, interpretatie van informatie, menselijke besluitvorming en ervaring van mentale toestanden.

⁶Dagblad Trouw, 14 juli 2007.

Een eerste vraag is of we de werking van de hersenen kunnen ontrafelen in een model. Rekenkundige modellen van de menselijke waarneming gaan uit van een mathematische en algoritmische beschrijving van de neuronale processen. Deze theorieën werden ontwikkeld op basis van waarnemingen aan levende zenuwcellen die werden gestimuleerd, en de elektrofy-siologische en MRI waarnemingen aan het brein van proefdieren en proefpersonen bij wie de zintuigen werden gestimuleerd (met bewegende beelden, geluidspatronen, enzovoort).

Het menselijke brein zelf is echter te complex om in de huidige modellen afdoende te beschrijven vanuit zijn neuronale basis. Daarom zijn er naast de besproken

rekenkundige 'bottom up' modellen over de werking van het brein ook veel 'topdown' modellen geformuleerd die gebaseerd zijn op waargenomen menselijke (en dierlijke) gedragingen en ervaringen in allerlei situaties. Deze gedragsmodellen trachten een logisch verband te leggen tussen waargenomen gedrag en cognitieve toestanden. Op specifieke terreinen is hier vooruitgang geboekt. We kunnen nu bijvoorbeeld een epileptische aanval voorspellen, of symptomen van de ziekte van Parkinson behandelen door een specifiek hersengebied te stimuleren. De theorieën over hogere orde cognitieve processen, zoals hoe bijvoorbeeld ons bewustzijn werkt, zijn echter veelal op anekdotische waarnemingen gebaseerd en zijn soms zeer bedenkelijk.

Gerelateerd aan bovenstaande modellen is het vakgebied van de kunstmatige intelligentie. De kunstmatige intelligentie richt zich echter niet primair op het verklaren van menselijk gedrag of van processen in de hersenen, maar op het nabootsen van cognitieve functies door een artefact. Hier zijn veel analytische, mathematisch logische, en statistische modellen voorgesteld om menselijk (en dierlijk) slim zijn te verklaren. Dat wil zegen hoe bijvoorbeeld leren, redeneren, of het relateren van gegevens plaatsvindt. Maar er bestaat rond die modellen maar weinig algemene instemming of zij de menselijke intelligentie op een juiste manier verklaren.

Toekomstschouwers veronderstellen dat het menselijk verstand en menselijk bewustzijn voor 2020 zullen zijn ontrafeld, maar cognitiwetenschappers zijn daar zelf veel sceptischer over. Het ligt niet voor de hand dat hoog-niveau cognitieve functies zoals menselijke (en dierlijke) bedoelingen, creatieve manieren om problemen op te lossen, en bewustzijn volledig zullen zijn verklaard rond die datum. Breinwetenschappers vinden dat de verwachtingen voor het 'uitlezen' van de hersenen sterk overtrokken zijn. Een techniek zoals functionele MRI (fMRI) is bijzonder waardevol voor het opsporen van ziekten en afwijkingen, en ook brein-stimulatie (in het brein of van buitenaf) lijkt bij de huidige stand van techniek al

therapeutisch effect te hebben. Het duurt echter nog lang voordat het mogelijk is dat we met een manipulatie van buitenaf een specifieke gedachte of intentie kunnen aflezen of omgekeerd opwekken of onderdrukken.

Toch zijn veel toepassingen mogelijk op basis van de inzichten die de cognitiewetenschap nu al heeft opgeleverd. Een artikel in Nature (Hochberg e.a., 2006) beschrijft hoe een verlamde man, toegerust met een sensorchip, in staat is om met zijn gedachten een cursor of computergestuurde robots te bewegen. Ook kunnen hersenscans worden gebruikt voor leugendetectie (Mohammed e.a., 2006). Waarschijnlijk kunnen de inzichten in het automatisch analyseren en duiden van gelaatsexpressies veel ruimer worden ingezet om dreigende situaties te herkennen en vroegtijdig ingrijpen mogelijk te maken. Juist het vakgebied van de menselijke emoties is goed ontwikkeld en juist die emoties laten zich 'aflezen' zonder daarvoor aan de hersenen te hoeven meten. Ook eenvoudige bepalingen zoals concentratie van stresshormonen in het wangslijm vertellen veel over de stabiliteit en gemoedstoestand van een (verdacht) persoon.



Foto: Brainclinics.

Brain computer interfaces

Hersenactiviteiten veroorzaken een vorm van elektrische ruis in de hersenen. Met sensoren op het hoofd kan de mate van ruis en de frequenties ervan gemeten worden. De ruis kan geanalyseerd worden. Dat levert informatie op die gebruikt kan worden om apparaten aan te sturen. Bijvoorbeeld kan de cursor op een computerscherm bestuurd worden door iemands "gedachten" (Hochberg e.a., 2006). Brain computer interfaces kunnen ook worden gebruikt bij neurofeedback, een therapie waarbij hersenactiviteit wordt omgezet in beelden. Brainclinics in Nijmegen ontwikkelt de PET EEG 2.0 Neurofeedback uitrusting die gebruikt kan worden voor deze doeleinden.

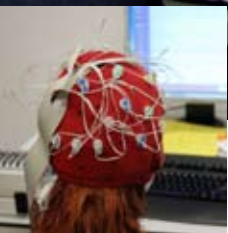


Foto: Universiteit Twente.

Leugendetectie

In tegenstelling tot je emoties, die je in zekere mate onder controle kunt houden ('pokerface'), heb je weinig tot geen invloed op je hersensignalen. Daarom zien sommigen leugendetectie als een ideale toepassing van het lezen van hersensignalen. Om de relatie tussen hersensignalen en het al of niet vertellen van de waarheid te kunnen beoordelen wordt gebruik gemaakt van beelden die worden verkregen met behulp van functionele magnetische resonantie (fMRI). Deze kunnen worden

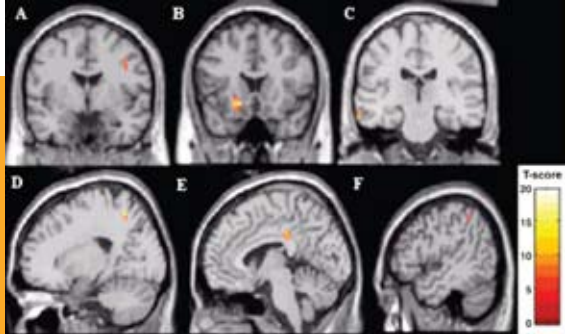


Foto: Originally published in English in *Radiology* 2006;238:679-688. *Radiology* is owned and published by the Radiological Society of North America, Inc (RSNA).

© RSNA 2006. Reprinted with permission of RSNA.

vergeleken met de 'standaard' van leugendetectie met een polygraaf (Mohamed e.a., 2006).

2.5 Technology Push of Technology Pull

Is de ontwikkeling van de technologie zoals hiervoor beschreven een autonome ontwikkeling is het een antwoord op vragen en behoeften van de maatschappij en van gewone mensen? Het antwoord is niet eenduidig. We zien inderdaad veel technology push. Daar zijn ontwikkelaars enthousiast over. Soms vanwege de techniek op zich, soms vanwege de mogelijkheden die zij zien voor zinvolle productontwikkeling. Jongeren, maar ook een grote groep volwassenen, adopteren nieuwe technologisch geavanceerde producten en diensten met groot gemak. We zien ook mensen die niet direct het nieuwste

van het nieuwste willen gebruiken volop gebruik maken van nieuwe technologie. Of ook altijd de meest zinvolle toepassingen ontwikkeld en omarmd worden is vaak een ingewikkeld samenspel van maatschappelijke krachten waar we vaak weinig zicht op hebben.

Het gaat in ons lectoraat niet alleen om de technologie op zich, maar om wat we er voor "nut en genoeg" in ontwaren voor behoeften en wensen van mensen. In de volgende hoofdstukken zullen we daar tal van voorbeelden van geven. In hoofdstuk 8 geven we aan in welke samenwerkingsverbanden het lectoraat aan toepassingen van de ambient intelligence technologie werkt.

3 Slimme werkomgeving

Zoals Eindhoven zich associeert met embedded systems, en Assen zich profileert als sensor city, zo richt ons lectoraat zich op werkomgevingen. Dit is een breed begrip. We denken hierbij niet alleen aan de Twentse maakindustrie, maar ook aan kantooromgevingen, kenniswerkers of bijvoorbeeld ambulante werkers. Dit hoofdstuk richt zich op de toepassing van ambient intelligence in de werkomgeving: de slimme werkomgeving.

3.1 Visie op ambient intelligence in de werkomgeving

Mensen werken op de ene plek prettiger dan op een andere. Kennelijk heeft de plaats waar mensen werken, invloed. Ook al is de werkomgeving niet altijd fysiek op de zelfde plek, toch is het de moeite waard na te denken over de betekenis ervan. In de literatuur is veel aandacht voor intelligente gebouwen. In de publicatie "The Intelligence of Intelligent Buildings" (Himanen, 2003) wordt van een intelligent gebouw gezegd, "that the intelligent buildings are not intelligent by themselves but they can furnish the occupant with more intelligence and enable them to work more efficiently". Hiermee wordt aangegeven dat de mate waarin een gebouw in staat is de werkende

mensen te ondersteunen bepalend is voor hoe intelligent dit gebouw genoemd kan worden. In de gegeven omschrijving staat de mens centraal, en dus is de relatie met het concept van ambient intelligence gemakkelijk te leggen.

Wel is er discussie mogelijk of het gebouw niet zelf een vorm van intelligentie kan hebben, door ingebouwde sensoren, actuatoren en logica. We spreken immers van slimme omgevingen die intelligent kunnen reageren op mensen. Bij gebouwen hebben we het over fysieke objecten. Een werkomgeving kan ook virtueel zijn. Dat zien we als mensen op afstand samenwerken of aan het werk zijn terwijl ze reizen. Moderne al dan niet mobiele communicatie maakt dit mogelijk. Door de mogelijkheden van telewerken ontstaat er thuis een verlengde van de kantooromgeving die de werkgever biedt. Bij het thuiswerken gaat het meestal om kantooractiviteiten, maar ook zijn maakactiviteiten in een werkplaats aan huis mogelijk.

Een slimme en aantrekkelijke werkomgeving verhoogt niet alleen de efficiëntie, maar kan ook effectiever, milieuvriendelijker of gezonder zijn. Effectiever, doordat problemen of beperkingen worden verminderd ten behoeve van aanwezige belanghebbenden. Milieuvriendelijker,

doordat men bijvoorbeeld niet voor elke activiteit fysiek ter plekke hoeft te zijn, en dus overbodig reizen kan voorkomen of verminderen. Gezonder, doordat een ruimte ergonomisch beter afgestemd is op de medewerker of doordat het milieu op de werkplek beter wordt gereguleerd. De omgeving kan zelfs zodanig ingericht

zijn, dat daardoor het plezier in het werk toeneemt en de stress vermindert. Het gezondheidsargument wordt steeds belangrijker nu het streven erop gericht is mensen langer en dus ook op hogere leeftijd aan het arbeidsproces te laten deelnemen.

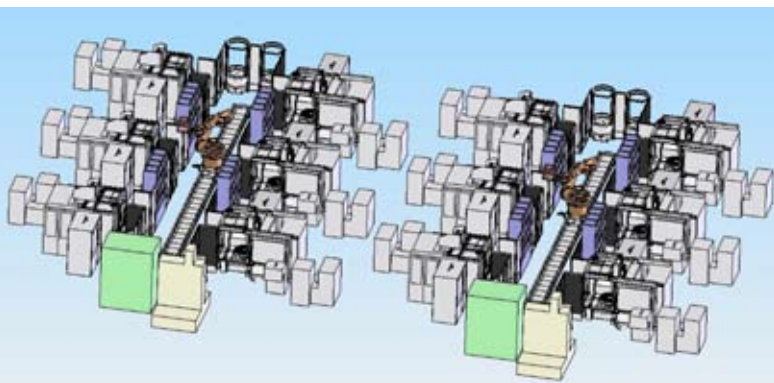


Foto: Tecnovia.

Fabriek van de toekomst

Tecnovia uit Hengelo (O) bouwt in de gemeente Hoogezand Sappemeer een futuristische fabriek. Robots zullen in deze fabriek de machines bedienen die 24 uur per dag en 7 dagen per week kunnen produceren. Werknemers zijn maar enkele uren per dag actief in deze fabriek. Zij dragen zorg voor de werkvoorbereiding, de programmering van de robots en de monitoring van het productieproces. Via het internet kan de werknemer zo nodig de machines bedienen.

In veel organisaties zien we een trend om slimmer te werken⁷. Een van de redenen om hier aandacht voor te hebben is het beter realiseren van de bedrijfsdoelen en het verhogen van de winst. Maar ook bij het werven en behouden van medewerkers speelt het een rol. Factoren die

genoemd worden om het slimmer werken mogelijk maken, zijn:

- Werkplekinnovatie: hierbij gaat het erom medewerkers optimaal te ondersteunen hun werk gemakkelijker te kunnen uitvoeren.

- Slimmere processen: medewerkers betrekken bij vernieuwing van werkprocessen, onder andere door het inzetten van nieuwe technologie. Hierbij kan het zowel gaan om stapsgewijze veranderingen als om radicale innovaties.

Door de talenten van de medewerkers beter te benutten, hun ontwikkeling te stimuleren en slimme hulpmiddelen in de werkomgeving aan te bieden, kunnen bedrijven zowel het plezier in het werk verhogen als de productiviteit, winst en concurrentiepositie verbeteren. Ambient intelligence is een van de factoren die hieraan kunnen bijdragen.

Er zijn een aantal problemen te identificeren die te maken hebben met het werk of de werkomgeving. In de industrie komen ongevallen voor die leiden tot verwondingen, arbeidsongeschiktheid, en werkverzuim. Soms is er zelfs sprake van dodelijke ongevallen op het werk. Dit speelt niet alleen in de industrie, maar ook in de bouw en het transport. Psychologische factoren op het werk kunnen leiden tot stress en werkverzuim, vaak voorafgegaan door verminderd plezier in het werk. Overbelasting van de zintuigen en vooral het gehoor leiden tot concentratieproblemen en werken ziekmakend.

Stress op het werk

Stress heeft te maken met spanning. Het lichaam komt bij stress in een verhoogde staat van paraatheid. Op het werk heeft stress een relatie met het besef geen controle meer te hebben op de eigen situatie. Dat kan ontstaan door alledaagse en soms maar kleine ergernissen, saaie, geestdodend handelingen, piekeren over het werk of zorgen over privé omstandigheden. Het wordt verergerd door psychosociale factoren en niet primair door overbelasting. Een prettige werkomgeving waarin rekening wordt gehouden met iemands fysieke mogelijkheden, zijn kansen op ontplooiing en waarin sociale aandacht wordt ervaren, kan stress reduceren. Hieraan kan ambient intelligence een bijdrage leveren door zinvolle, op de persoon afgestemde interactie tussen de mens en zijn omgeving.



⁷Zie onder andere de site www.nederlandwerktslimmer.nl.

Verkeerde lichaamshoudingen of spierbelasting kunnen gemakkelijk optreden tijdens werkactiviteiten, en kunnen pijn of ander ongemak veroorzaken dat zelfs tot chronische verschijnselen kan leiden. Met een betere en wellicht intelligentere inrichting van de werkplek en de werkor-
ganisatie kunnen problemen verminderd worden. Zo kunnen ook ouderen langer aan het werk blijven en kan de pro-

ductiviteit over de gehele linie worden verhoogd. Een ander doelgroep heeft te maken met een andere samenstelling van de beroepsbevolking. Steeds meer mensen met een andere etnische achtergrond zullen er deel van uit maken. Intelligente ondersteuning kan leiden een snellere opname in het arbeidsproces en een betere samenwerking.

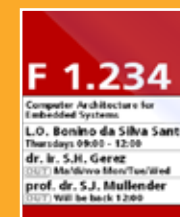
Gezonder werken door een betere houding

Veel fysiek werk vraagt om het gebruik van spieren in het hele lichaam. Daarbij kan gemakkelijk overbelasting optreden. Een goede lichaamshouding helpt klachten voorkomen. Bij Roessingh Research & Development in Enschede ziet men vaak de gevolgen van verkeerde houdingen en daarmee samenhangend verkeerd spiergebruik. Er wordt onderzoek gedaan hoe men mensen in revalidatie kan helpen zich bewust te worden van de manier waarop men fysiek actief is. Tegelijk leert men binnen de fysieke beperkingen activiteiten uit te voeren zonder spieren verkeerd te gebruiken en om op tijd te rusten of variatie in activiteiten en lichaamshouding aan te brengen.

Een voorbeeld is het tegengaan van verkeerde spierspanningen in de schouder en nek.

Foto: Roessingh Research & Development.

In het arbeidsproces speelt de interactie van medewerkers met elkaar en met de werkomgeving een grote rol. Interactie met de werkomgeving is intelligent te maken door gebouwen of mobiele werkomgevingen te voorzien van sensoren en actuatoren om de dagelijkse activiteiten van de medewerkers te observeren, en slim te reageren op hun aanwezigheid, voorkeuren en behoeften (Himanen, 2003: p.4). Daaraan gekoppeld zijn netwerken om de communicatie tussen mensen en hun werkomgeving mogelijk te maken. Doordat de omgeving de variatie in waargenomen activiteiten en computergebruik kan analyseren en erover kan redeneren, kan het resulterende gedrag van de omgeving als slim ervaren worden. Denk aan een slim bewegwijzeringssysteem, dat ook bij calamiteiten in (een deel van) het gebouw mensen helpt veilig op de goede plek te komen. Daarbij zal speciale aandacht nodig zijn voor mensen met lichamelijke beperkingen zoals rolstoelgebruikers. Daarbij is het nodig dat de omgeving zowel mensen kan identificeren als kan bepalen waar iemand zich bevindt. Veel zaken worden nu al geregeld zonder dat met de gebruiker rekening wordt gehouden, zoals verwarming, ventilatie, energiegebruik, luchtvochtigheid, verlichting, geluid, of beveiliging. Door rekening te houden met wie aanwezig zijn kunnen deze systemen nog slimmer worden gemaakt,



Foto's: Smartsigns.

Slimme bewegwijzering

De oplossingen van Smart Signs Solutions creëren een slimme omgeving die het individuen mogelijk maakt om persoonlijke en dynamische bewegwijzering vorm te geven zodat personen optimaal de weg vinden binnen gebouwen (bijvoorbeeld kantoorcomplexen, ziekenhuizen, etc.). Via persoonsherkenning wordt een persoon herkend en wordt de voor hem/haar relevante informatie weergegeven over de richting die men moet volgen. Hierbij wordt rekening gehouden met de voorkeuren van de gebruikers en actuele omstandigheden in een gebouw. Daarnaast biedt Smart Signs met de zogenaamde 'active doorsigns' de mogelijkheid om een bepaalde (dynamische) identiteit te geven aan de ruimtes in een gebouw (bijvoorbeeld kamers en werkplekken).

Werken is vaak samenwerken. Het bereikbaar zijn op momenten dat dit gewenst is en niet gestoord worden als dat nodig is, speelt daarbij een rol. Communicatie is een voorwaarde voor samenwerken, maar er kan wel een verschil in plaats en tijd optreden die het samenwerken belemmert. Bij werken op afstand of mobiel werken speelt dit al gauw doordat betrokkenen niet noodzakelijkerwijs altijd op hetzelfde moment beschikbaar zijn om te overleggen. Juist technologie kan daarbij slim ondersteunen, zeker voor werkers die niet altijd op een vaste locatie hun werk kunnen uitvoeren.

Intelligentie kan ook voor het gebouw als zodanig worden gebruikt, door het gebouw zich zelf te laten observeren en te analyseren in welke toestand het zich bevindt en aan de hand daarvan acties onderneemt. Bij een defect of storing in de infrastructuur, zal de logica in het gebouw dit zelf detecteren en actie ondernemen. Ook het energieverbruik en bijzondere afwijkingen zullen opgemerkt moeten worden door het systeem, evenals plotseling optredende risico's en gevaren. Het gebouw zal in bijzondere situaties autonoom gedrag vertonen. Denk hierbij aan het attenderen van onderhoudsmoniteurs, ontruimalarm voor een deel van het gebouw, aanzetten van blusinstallaties, of afsluiten van de ramen.

Samengevat zijn de nieuwe elementen van slim werken en slimme werkomgevingen:

- nieuwe vormen van communicatie tussen mensen, zowel over privé zaken tijdens het werk als over werkszaken thuis, zowel tekst, spraak als video;
 - nieuwe inrichting van de werkomgeving;
 - ondersteuning voor mobiel werken;
 - toegang tot informatie van het bedrijf vanaf elke plek en op elk moment;
 - nieuwe hulpmiddelen voor het werk en het samenwerken;
 - gezamenlijk en gelijktijdig werken aan documenten;
 - maken van afspraken en het attenderen op relevante zaken;
 - autonoom handelen van de omgeving.
- Een randvoorwaarde voor dit systeem is dat het energiezuinig of nog beter energieneutraal werkt (clean technology).

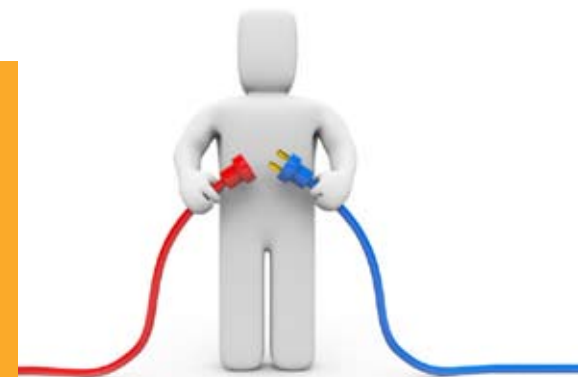
3.2 De slimme werker: unplugged

Het is jarenlang een vaste gewoonte geweest dat medewerkers op een kantoor een vaste eigen werkplek hadden. Dat gaf veel mensen een vertrouwd gevoel. Men was eraan gewend met dezelfde collega's om zich heen te werken en met hen samen te werken. Een dergelijke vaste werkplek is de laatste jaren in een aantal bedrijven niet meer vanzelfsprekend. Een aantal ontwikkelingen heeft ertoe geleid dat bedrijven tot een andere visie op de werkomgeving zijn gekomen. Enerzijds

zijn het externe factoren zoals de filedruk op de wegen, de veranderende thuissituaties in de gezinnen van medewerkers, de vergrijzing en de mogelijkheden van digitale werkomgevingen. Daardoor treden er problemen op als er wordt vastgehouden aan vaste werktijden. Flexibiliteit geeft medewerkers en bedrijven de ruimte zich aan te passen aan genoemde ontwikkelingen. Anderzijds stimuleren bedrijven hun medewerkers een nieuwe werkhouding ontwikkelen door meer klantgericht te werken, meer ondernemend zich op te stellen, minder focus hebben op regels en meer gericht te zijn op prestaties.

De nieuwe manier van werken bij de Rabobank

Ontwikkelingen als het vervagen van grenzen tussen organisaties en binnen organisaties en het ondernemender worden van medewerkers vormen de basis voor Rabo Unplugged, de nieuwe werkstijl voor Rabobank Nederland. Rabo Unplugged staat voor loslaten in de ruimste zin van het woord: van regels, van aanwezigheidscontrole en van een eigen bureaustoel. Dat loslaten gaat hand in hand met vertrouwen geven en mensen uitdagen om hun verantwoordelijkheid te nemen. Daarbij werkt men vanuit een positief mensbeeld. In Rabo Unplugged stimuleert men medewerkers om bewuster na te denken over waar, wanneer, met wie en met welke middelen ze tot het slimste resultaat komen voor hun klanten. De toenemende bewegingsvrijheid van de medewerkers heeft consequenties voor de relatie met hun werkgever. Naast de zakelijke relatie wordt de emotionele en sociale binding belangrijker (Rabobank, 2007).



Deze trend geeft medewerkers de ruimte meer zaken in eigen hand te nemen: zelf tijd in te roosteren, zich zelf te sturen en te controleren. Hiermee wordt de gelegenheid gecreëerd als ondernemer van de eigen activiteiten op te treden en met de nodige flexibiliteit zaken in te richten. Men kan zelf initiatieven ontplooiën, innovatief te handelen en de verantwoordelijkheid te nemen voor wat men doet en hoe en waar men het doet. De rol van de leidinggevende verandert in deze visie ook van dirigerend naar inspirerend en coachend. Voor zover er gestuurd wordt, gebeurt dit op resultaten.

Deze nieuwe manier van werken is vooral mogelijk door de faciliteiten die ontstaan zijn door een voortgaande digitalisering van documenten en gegevens, en een enorme vlucht van de communicatiemogelijkheden. Door de vergaande penetratie van ICT zien we werkzaamheden veranderen en nieuwe vormen van samenwerken ontstaan. Het is niet alleen mogelijk vanuit huis te werken met systemen van het bedrijf, het kan ook mobiel vanuit de trein of auto. Op allerlei plaatsen komen werkplekken voorzien van de gewenste ICT-faciliteiten die per uur te huren zijn. Toch zijn we in feite niet meer afhankelijk van dit soort plekken: wat daar kan, kan elders ook. Wat wel van belang is, is dat de beveiliging goed is geregeld. En hetzelfde geldt rond het sociale leven dat gerelateerd is met het werken voor

een specifiek bedrijf. Daar zal vorm aan moeten worden gegeven.

Vanuit het perspectief van ubiquitous computing zien we dat ICT overal aanwezig is. De flexibele werkplek kan overal zijn, als we maar basisvoorzieningen beschikbaar hebben. Vanuit het oogpunt van ambient intelligence is dat op zich niet voldoende. Duidelijk moet zijn dat de mens en dan niet alleen als productiefactor, als werkkracht (in feite geven deze termen al aan dat er sprake is van ontmenselijking), maar als volwaardig mens centraal staat. Met de flexibilisering willen we ook recht doen aan emotionele en sociale behoeften en voorkeuren, oog hebben voor lichamelijke en psychisch welzijn van de werknemer. Daarvoor is het nodig de werkomgeving die steeds meer een hybride samenstel wordt van wisselende fysieke en virtuele componenten, slim in te richten om de werkende mens optimaal te ondersteunen in de dagelijkse praktijk.

3.3 Het slimme team: net-centric

Ook bij samenwerken speelt ambient intelligence een steeds grotere rol. We kunnen dit het beste illustreren aan de hand van de stand van zaken in de defensie. Sinds de koude oorlog is het vijandbeeld en dreigingsbeeld sterk veranderd. Kijk maar naar de war-on-terrorism, de piraterij rond Somalië en een mogelijke raketdreiging vanuit Zuidoost-Azië. Samenwerking in internationaal verband zoals NATO of de Verenigde Naties en samenwerking met overheidsinstanties en hulporganisaties wordt daarbij steeds belangrijker. Essentieel onderdeel daarvan is het hebben van een gezamenlijk en actueel beeld op de vaak complexe situatie. Dit voorkomt slachtoffers tengevolge van eigen vuur (zie bijvoorbeeld Afghanistan en de beide Golfoorlogen) en is nodig om in een gegeven situatie snel en adequaat te handelen, bijvoorbeeld bij een raketdreiging waar slechts een beperkte window of opportunity is voor succesvolle onderschepping.

Zo zien we dus een verandering van op zichzelf opererende, zelfstandige eenheden naar een netwerk van organisaties die onderling de situatie inschatten, en daarbij afhankelijk zijn van elkaars gegevens. Informatie uitwisseling staat daarbij centraal. Waar vroeger voornamelijk van de eigen sensoren gebruik werd gemaakt

(platform centrisch), wordt tegenwoordig een gezamenlijk en actueel beeld opgebouwd door informatie uit verschillende bronnen en van verschillende eenheden en organisaties te analyseren en met elkaar te combineren (netwerk centrisch).

Informatie uitwisseling tussen multinationale eenheden en strijdkrachten is vaak gebaseerd op militaire (NATO) standaarden. Militaire standaarden adresseren evenals civiele standaarden meerdere lagen van het OSI model. Van radio frequenties, modulatie schema's, encryptie en berichtstructuren tot protocollen voor het opzetten van data links en de bijbehorende berichtafhandeling (procedures). Militaire standaarden onderscheiden zich vooral van civiele standaarden op het punt van beveiliging, de mogelijkheid van alleen ontvangst (radio stilte) en ongevoelig voor verstoring (anti-jam). Dit gaat ten koste van de beschikbare bandbreedte die vaak toch al beperkt is (radiocommunicatie en satellietcommunicatie).



Thales net-centric operations

Net-centric concepten zijn gebaseerd op entiteiten die samen werken in netwerken. Elke persoon met een communicatie middel (telefoon, PDA of Laptop) of elk (wapen)systeem aangesloten op internet vormt een dergelijke entiteit. Het netwerk ontstaat door via ICT de entiteiten te verbinden. Zo kan "connectivity all over the world" gerealiseerd worden en ontstaat er een netwerk van entiteiten die een rol hebben bij het uitvoeren van een bepaalde specifieke taak. Of, eigenlijk ontstaan er twee netwerken:

- *Netwerk voor informatie overdracht in elektronische vorm (spraak, data, video).*
- *Een fysiek netwerk (trucks, schepen, vliegtuigen) voor het uitvoeren van een fysieke taak.*

Beide netwerken zijn op talloze plaatsen aan elkaar gekoppeld, zodat bewaking van het fysieke netwerk met behulp van het informatie netwerk mogelijk is. Op deze manier ontstaan, bijvoorbeeld, mogelijkheden voor samenwerking op afstand waarbij gebruik wordt gemaakt van de radar van een ander schip of ergens op de wal, van een ander land. Of men kan bepalen wat de dichtstbijzijnde entiteit is die in een bepaalde behoefte kan voorzien (situation awareness) of bepalen waar accurate informatie beschikbaar is.



3.4 Wellness op het werk

Welzijn (in het Engels wellness) op het werk verwijst naar een combinatie van alle activiteiten die gedrag op de werkvloer stimuleren dat leidt tot gezonde werknemers die lekker in hun vel zitten. Er zijn veel studies waarin het verband tussen productiviteit, welzijn en de werkomgeving is onderzocht. Daaruit komt naar voren dat rekening moet worden met alle vijf zintuigen van de mens en dat het bevorderen van een gezonde omgeving loont. In de volgende paragrafen gaan we in op wat ambient intelligence in deze context kan betekenen.

3.4.1 Klimaatbeheersing

Het leefklimaat in de werkomgeving heeft invloed op de beleving van de werkplek, op de gezondheid en op de productiviteit. De effecten van een slecht binnenklimaat hebben een naam gekregen: het Sick

Building Syndroom (SBS). Hieronder verstaat de Wereldgezondheidsorganisatie "het teveel aan irritaties van de huid en aansluitende membranen bij lichaamsholtes (bijvoorbeeld neus, keel, oorgelen, lippen, oren, anus) en andere symptomen met inbegrip van hoofdpijn, vermoeidheid, concentratieproblemen, die gemeld worden door kantoorwerkers" (Clement-Crooke, 2003: p. 70). Lichamelijke verschijnselen van het Sick Building Syndroom zijn bijvoorbeeld de eerdergenoemde neus- en keelklachten, een schorre stem, kuchen, ontsteking in de luchtwegen, misselijkheid, duizeligheid, een droge of een rode huid.

Fisk en Rosenfeld hebben de potentiële productiviteitswinst geschat bij verbetering van het binnenklimaat in de werkomgeving in de Verenigde Staten. Tabel 1 geeft de resultaten weer, omgerekend naar Nederland (Clement-Crooke, 2003: p. 76).

Tabel 1: Relatie tussen klimaatbeheersing en productiviteitsstijging (Boerstra e.a., 2006).

Oorzaak productiviteitswinst	Potentiële jaarlijkse besparing in miljarden dollars (USA)	Potentiële jaarlijkse afgeleide besparing in miljarden euro's (NL)
Onnodige overdracht infectiezieken via binnenlucht	6 tot 19	0,3 tot 1,1
Onnodige allergieën en astma-aanvallen	1 tot 4	0,06 tot 0,2
Vermijdbare sick buildings syndroom verschijnselen	10 tot 20	0,6 tot 1,1
Overige onnodige belemmeringen productiviteit gebouwgebruikers (temperatuurregeling, verlichting)	12 tot 125	0,7 tot 7,1
TOTAAL	29 tot 168	1,9 tot 9,4

In het TNO-rapport “Relatie EPC-niveau en gezondheidsrisico’s als onderdeel van het kwaliteitsniveau van gebouwen” (TNO, 2003) worden als belangrijkste gezondheidsrisico’s die te maken hebben met het verblijf in gebouwen, genoemd astma, COPD (bronchitis en longemfyseem) en coronaire hartziekten. Als oorzaken komen niet alleen het gebruik van materialen en installaties naar voren, maar ook zaken als het ontwerp en het onderhoud van de werkomgeving. Er is ook veel aandacht voor de ventilatie, warmteopwekking en isolatie van gebouwen. Ambient intelligence wordt genoemd als een middel om bij te dragen aan de verbeterde condities binnenshuis, door bijvoorbeeld de ventilatie per vertrek aan te passen aan de aanwezige personen.

Ook in bredere zin wordt ambient intelligence gezien als een visie die een bijdrage kan leveren aan een gezond en duurzaam binnenklimaat. We citeren: *“Om de efficiency en het comfort te vergroten is het nodig dat technische deelsystemen in de woning zelfdenkend reageren op de wensen van de bewoner; dat ze zelflerend steeds beter rekening houden met de afzonderlijke wensen van personen die in het systeem worden herkend, en dat ze in hun serviceverlening meegroeien met de veranderende behoeften en competenties van de gebruiker. In de aanpak van ‘ambient intelligence’ worden hierbij ook de geleidelijk of snel veranderende gezonde of*

ongezonde binnenmilieu condities meegenomen. Het gaat daarbij om diensten die door technologie worden geleverd zonder dat die technologie opzichtig aanwezig is en met een eindcontrole door de bewoner indien deze dat wenst.” De laatste zin sluit aan bij de opvatting dat de perceptie van controle over de omgeving bijdraagt aan de productiviteit in het kantoor. Het TNO-rapport heeft zich gericht op de woonomgeving. Er zijn voldoende overkomsten met de werkomgeving dat de opmerkingen over ambient intelligence ook kunnen worden betrokken bij het ontwerp van een gezonde kantooromgeving.

3.4.2 Invloed van de fysieke omgeving op prestaties

In Tokyo is het Kajima gebouw een voorbeeld van hoe gebouwen ontworpen kunnen worden met het welzijn van de gebruikers als een belangrijk aandachtspunt (Clement-Crooke, 2003: p. 65). Een van de doelen was stress te voorkomen. Er is in dat gebouw gebruik gemaakt van twee parameters die zorgen voor een relaxte sfeer: geuren en muziek. Het luchtverversingssysteem brengt drie geuren in de atmosfeer:

- een hout aroma verfrist als de medewerkers naar het kantoor lopen,
- bloemengeur bevordert de concentratie tijdens het werk,
- een citrus aroma brengt ontspanning tussen werkperiodes.

Een ander voorbeeld is bio-muziek, dat wordt gecomponeerd met als uitgangspunt aansluiting op de hersenactiviteit, die weer gemeten is aan de hand van hersengolven. Deze zogeheten alpha golven hebben een frequentie van 12 tot 20 Herz bij geconcentreerd werken en een frequentie van 8 tot 12 Herz bij ontspanning. Deze waarden gelden als gemiddelde. Het idee achter dit alles is dat mensen minder gestrest worden op het werk. Het feit dat meerdere zintuigen op heel diverse wijze worden aangesproken voorkomt eenzijdigheid in zintuiglijke prikkeling, verveling en stress.

Op zich is stress niet een ziekte, maar het is een toestand waarin men vatbaarder wordt voor medische aandoeningen. Men is dan gevoeliger voor micro-organismen en virussen. Stress kan voortkomen uit veel oorzaken zoals onvrede over de opgedragen werkzaamheden, teleurstelling over het carrièreverloop, conflicten met leidinggevendenden of collega’s, of overbelasting en mentale druk. Maar ook de fysieke omgeving is belangrijk. Kantoor- en fabriekswerkers brengen veel van hun tijd door in een gebouw. Fysieke factoren die daarbij een rol spelen zijn onder andere verlichting, zoninstraling, omgevingsgeluid, temperatuur, luchtkwaliteit (geur, vochtigheid, gehalte van O₂, CO₂, NO₂, stof, schimmels), tocht, trillingen, kleuren, vormen, meubilair en stoffering. We leven met onze zintuigen. Overbelasting en

storende prikkelingen zoals vervelende achtergrondgeluiden verminderen niet allen de concentratie en productiviteit, maar verminderen een prettige beleving van de werkomgeving. Het comfort van de omgeving is weliswaar niet recht evenredig met de productiviteit, maar vaak zijn die twee beslist niet strijdig en gaan ze goed samen. Het levert een stimulerende impuls op als de werkomgeving wordt ervaren als een prettige ruimte om in te werken.

Functioneel kleurgebruik

We kunnen in de werkomgeving kleuren functioneel gebruiken bijvoorbeeld om de routing in een fabriek aan te duiden of het laboratorium te onderscheiden van de machinehal en de opslagruimtes. In controlekamers zijn kleuren belangrijk om de aandacht te richten op bepaalde gebeurtenissen.

Studenten van Saxion hebben een driedimensionale kubus gebouwd om daarmee een 3dimensionaal kleurenbeeld te genereren. Daarmee ontstaat een 3D-kleurenscherm. De combinatie van 3 dimensionaal bewegend beeld met kleur roept een bijzondere ervaring op.



Foto: Saxion.



Foto: Philips Research.

Kleur geeft vorm aan beleving

Het welbevinden van werknemers kan beïnvloed worden door het gebruik van kleuren. De combinatie verlichting en kleur kan met de moderne LED-verlichting slim gebruikt worden om een ruimte aan te passen aan persoonlijke voorkeuren of om een activiteit een extra beleving te geven. Dit laatste is onderzocht in het Philips ShopLab om het plezierige gevoel bij het winkelen te versterken.

Kan ambient intelligence factoren die stress oproepen elimineren of afzwakken? Een intelligente omgeving kan zich aanpassen aan de gebruiker. Nu kan niet iedere fysieke factor door ambient intelligence toepassingen aangepast worden. De vorm en indeling van een gebouw ligt vaak voor jaren vast, maar tal van andere elementen kunnen gebruikt worden om in samenspel met de gebruiker te worden aangepast. Een intelligente werkplek kan met haar sensoren en actuatoren omgevingsfactoren meten en beïnvloeden en daarbij rekening houdend met de intenties en voorkeuren van de gebruiker. Een slim verwarmingssysteem kan in combinatie met airco, zonwering, verlichting en luchtverversing al bijdragen tot een beter klimaat. Ook de prikkels van andere zintuigen (gehoor, reuk, gevoel) kunnen in de reactie van de omgeving op de gebruiker worden betrokken. Het systeem kan op basis van eerdere reac-

ties en de gemeten effecten leren wat in welke situatie bijdraagt aan een prettige, gezonde en stimulerende werkomgeving. De tijdige beschikbaarheid en het goed functioneren van ICT-hulpmiddelen kan daarin betrokken worden.

Het is wel belangrijk dat gebruikers zelf in controle over hun situatie kunnen blijven. Het idee zelf automatische systemen te kunnen 'overrulen' geeft gebruikers het gevoel dat ze er zelf toe doen in de omgeving, en draagt naast alle intelligentie van het gebouw bij aan een positieve beleving van de werkplek. Zelfcontrole van de gebruiker betekent niet altijd dat het resultaat beter is. Dat vraagt om een intelligent systeem dat het in de ogen van de gebruiker goed doet, waardoor de behoefte zelf in te grijpen verdwijnt, althans gereduceerd wordt. De mens en zijn werkomgeving moeten als één systeem worden beschouwd.



Foto's: Saxion.

Een campus met een eigen karakter: Saxion

Het gebouwencomplex van Saxion in Enschede wordt wel de stadscampus genoemd. Het complex integreert verschillende onderdelen: verbouwde delen van een voormalig ziekenhuis, een strak gebouw langs de drukke verkeersaders en de spoorlijn en de ovale vormen van nieuwe ruimtes. De strakke bouw aan de kant van het centrum van de stad loopt over in de speelse vormen in de richting van het Volkspark. De grote hal geeft het geheel een open karakter. Ruimtes zijn flexibel en aangepast aan nieuwe onderwijsvormen als projectonderwijs. Het complex heeft ondanks of juist door de variatie in stijlen een eigen karakter weten te creëren. Ondanks dat het complex bekend is op grote aantallen studenten heeft het in de onderwijsafdelingen een leefbare, kleinschalige uitstraling weten te behouden.

De uitstraling van de werkruimte en het gebouw als geheel, tenslotte, moet niet over het hoofd worden gezien. Men spreekt in dat verband van passieve intelligence (Cole, 2009). Daarbij gaat het om de manier waarop het gebouw wordt waargenomen in zijn vorm, de gevels, de layout van ruimtes (naast werkruimtes en gangen ook open plekken als hal, entree), de plaats en vorm van ramen. Deze

parameters zijn belangrijk omdat ze een positieve invloed kunnen hebben op de gebruikers en bezoekers van het gebouw. Het zal duidelijk zijn dat ook de materiaalkeuze de ervaring van een gebouw beïnvloedt, evenals de mogelijkheid van natuurlijke ventilatie en het toelaten van daglicht.

3.4.3 Ergonomie, ARBO-eisen en gezonde houding

Slimme omgevingen ondersteunen mensen in hun activiteiten. Het ligt dus voor de hand dat ambient intelligence een positieve rol kan spelen bij het verrichten van fysiek en intellectueel werk. Zowel het handelen als het denken verdienen hierbij aandacht. Het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid heeft voorschriften vastgelegd in Arbo-wetten. Kijken we eerst naar fysieke en fysische aspecten. Onder fysieke factoren verstaan we activiteiten als tillen, duwen, staan, repeterende handelingen en beeldschermwerk. Deze handelingen kan een werknemer zonder belemmeringen uitvoeren, maar er is een grens en voorbij die grens loopt de werker risico's voor zijn gezondheid of veiligheid. Zo is het tillen van zware voorwerpen gebonden aan een maximaal toegestaan gewicht. Repeterende handelingen kennen we vooral van Repetitive Strain Injury (RSI) dat bij beeldschermwerk met het voortdurend klikken met de muis

soms optreedt. Om de risico's te beperken zijn er voorschriften waarin normen worden vastgesteld voor de belasting van het lichaam om overbelasting te voorkomen. Verder verdient het de aanbeveling regelmatig rust te nemen, te zorgen voor voldoende afwisseling in het werk, om spier- en schouderoefeningen te doen en aandacht te hebben voor de lichaamshouding. Dit laatste kan inhouden dat men een aangepaste zitvoorziening krijgt op het werk of andere hulpmiddelen.

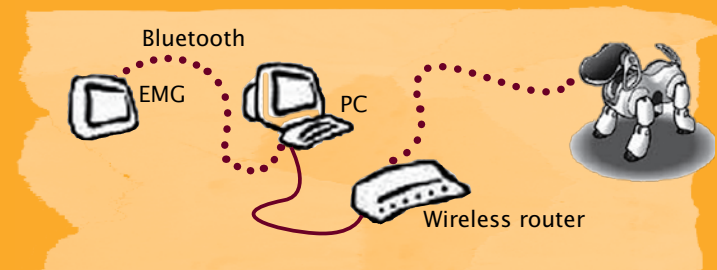
Bij fysische belasting denken we bijvoorbeeld aan geluid, trillingen, caissonarbeid en duikarbeid. Hierbij gaat het niet om de activiteiten zelf maar om de inwerking van omgevingsfactoren op het lichaam. Denk aan het snerpande geluid van een slijptol, zaagmachines, aan trillingen in een voertuig of in de omgeving van een zware machine, of aan de waterdruk op het lichaam bij het duiken. Ook hier gelden regels en zijn er beschermingsmiddelen.

De voorbeelden suggereren dat fysische belasting vooral optreedt bij werk in de bouw of industrie bij fysieke arbeid, maar ook in kantooromgevingen kunnen geluid of trillingen hinderlijk zijn en zelfs ongezonde effecten hebben. De werkomgeving is een belangrijk element bij het werk. Voor een kantoor denken we bijvoorbeeld aan een doelmatige stoel, een werkblad

op goede hoogte, effectieve verlichting en goede fysiek plaatsing van toetsenbord en scherm. In een fabriek, laboratorium of bouwplaats gelden overeenkomstige eisen aan de inrichting van de werkomgeving, zodat die veilig is en het primaire proces ondersteunt. Ook hier gelden de genoemde aanbeveling voor afwisselend werk, rust en dergelijke.

Ondersteuning die kan helpen RSI te voorkomen of te verminderen

In samenwerking met het Roessingh Research & Development heeft een Saxion student gewerkt aan een intelligente manier van interactie bij de revalidatie van mensen met RSI-problemen. Een te grote spierspanning in de schouders en nek kan worden gemeten met sensoren, die in een hesje ingebracht zijn. Dat is prettiger dan het plakken van sensoren op de huid. Wordt de spierspanning te groot, dan is dat af te lezen aan de sensorwaarden. De controller stuurt dan een triller of pieper aan die aan de persoon laat merken dat hij zich moet ontspannen. Men was niet tevreden over deze manier van terugkoppeling. Het idee waar de student aan gewerkt heeft, is om de robothond van Sony, de AIBO, de feedback te laten geven op een manier die prettiger overkomt.



Tegelijk zal de AIBO gedrag vertonen waardoor de mens wordt uitgenodigd zich te ontspannen of even iets relaxed te doen met de AIBO en na verloop van tijd weer zijn activiteiten te hervatten. Dit concept van interactie biedt niet alleen mensen in revalidatie maar ook werkende personen een mogelijkheid van slimme ondersteuning om RSI te voorkomen. Dat hoeft niet altijd met een AIBO, het kan ook met een ander object. Bij voorbeeld een oplichtend balletje waarmee men even iets anders doet, waardoor de spierspanning afneemt.



Foto: Aebi Schmidt Nederland.

Veilig werken

Bij Aebi Schmidt Nederland, voorheen Nido, in Holten worden producten ontworpen en geproduceerd om gladheid op de weg door sneeuwval en vorst te bestrijden. Door de combinatie van informatie over de wegbreedte en het soort wegdek met temperatuur en plaatsbepaling wordt de pekeltrooier steeds slimmer. Strooiers zijn zware mobiele machines. Bij de productie wordt sterk op de veiligheid van werknemers gelet. Er worden speciale hulpmiddelen ingezet om zware onderdelen te tillen.

3.5 Veiligheid op het werk

In deze paragraaf schetsen we enkele voorbeelden van de rol van ambient intelligence bij het verhogen van veiligheid in de werkomgeving en bij het uitvoeren van werkzaamheden. Een verhoogde veiligheid voorkomt het verlies van mensenlevens, arbeidstijd, voorwerpen, materialen, documenten en data, of verwondingen aan mensen en schade aan reputatie, gebouwen en voorwerpen. Veilig werken bevordert dat medewerkers zich ontspannen kunnen voelen en zich daardoor beter kunnen concentreren op hun werk. Naast fysieke veiligheid draagt ook sociale veiligheid daaraan bij, doordat men zich minder snel bedreigt voelt door collega's en de organisatie.

De werksituatie kent haar eigen risico's. Het CBS houdt geregeld bij hoeveel bedrijfsongevallen er optreden (CBS, 2006). Van de beroepsbevolking in Nederland is per jaar tussen de 1,8 en 2% betrokken bij een bedrijfsongeval. De meest voorkomende letsels zijn botbreuken, brandwonden, vergiftiging of vergassing, amputaties, open wonden en infecties. De gevaarlijkste voorwerpen zijn transportmiddelen, gebouw of ladder, vallende materialen en machines of gereedschap. De onveiligste werksituaties vinden we in de landbouw, bouwnijverheid en in de industrie bij plaatwerkers en machinebankwerkers. Lager opgeleiden lopen meer

risico dan hoger opgeleiden. Speciale risicogroepen zijn oudere werknemers, invaliden, mensen met een sensorische beperking, vrouwen en kinderen. Ook kunnen gebouwen waar men overigens geen gevaarlijk werk doet, ongezond zijn. Oorzaken hiervoor kunnen zijn gebrek aan ventilatie, of slechte verlichting. Behalve aan bedrijfsongevallen kunnen we ook denken aan psychisch letsel door stress, burnout's en overwerktheid.

De bouw als voorbeeld

In de bouw werkt een groot deel van de beroepsbevolking. Men bevindt zich in een omgeving die nog niet voltooid is: het terrein is een bouwplaats, bouwput of een te renoveren gebouw. In een dergelijke omgeving loopt men zelfs zonder er te werken al risico's. Het risico van vallen, struikelen, getroffen worden door vallende voorwerpen is groter dan normaal. Daarnaast brengt het werk zelf gevaren met zich mee die door allerlei maatregelen beperkt moeten worden. De Stichting Arbouw⁸ geeft uitgebreide informatie voor de bouwvakker zelf, de werkgevers en de Arbo-diensten ter bevordering van gezond en veilig werken.



Het beroep van bouwvakker brengt twee soorten risico's met zich mee. Enerzijds kan de gezondheid op lange termijn in gevaar komen door te weinig rekening te houden met wat ons lichaam kan aan zoals overbelasting, langdurig bloot staan aan trillingen, lawaai, gevaarlijke stoffen en verkeerde lichaamshoudingen. De rug en knieën zijn kwetsbare lichaamsdelen. Anderzijds is er sprake van ongevallen, soms zelfs met dodelijke afloop, door plotseling optredend gevaar. Hierbij moeten we denken aan vallende voorwerpen, verkeer op de bouwplaats, instortingen van wanden of steigers, struikelen en vallen.

Naast regelgeving en zorg voor de arbeidsomstandigheden zijn er bij fysieke bescherming verschillende persoonlijke beschermingsmiddelen. Het gaat hier vooral om bescherming van de ademhaling, het gehoor, het gezicht, de hand, het hoofd, de ogen, en de voeten. Naast speciale kleding wordt daarbij gedacht aan helmen, maskers, filters, helmen, brillen en harnasgordels. Daarnaast zijn er algemene beschermingsmiddelen zoals afzuiging van stof, plaatsing van beschermhekken. Door het gebruik van slimme systemen en het inrichten van de omgeving waardoor interactie mogelijk wordt tussen personen onderling, en van personen met de omgeving, kan men de bescherming op een hoger niveau bren-

gen. Specifieke gevaren waarop men zich kan richten zijn overbelasting, vallen, verkeer op de werkplaats. Juist de laatste twee gevaren leveren de meeste dodelijke slachtoffers op in de bouw. Elementen van een personal protection system zijn:

- *meting aan het lichaam: temperatuur, hart, bloeddruk, beweging (trillingen),*
- *meten van lichaamshouding vooral gericht op de rug,*
- *meting van opgetilde voorwerpen en de last die zij op het lichaam vooral de rugkolom uitoefenen,*
- *meting van en attenderen op luchtkwaliteit (bijvoorbeeld of er veel stof in de lucht zit),*
- *analyse van gemeten waarden per uur, over de dag, week, maand en jaar,*



⁸www.arbouw.nl

- *attenderen op risico's door schadelijk lichaamsgebruik,*
- *lokalisatie,*
- *persoonlijke alarmering voor bewegende voorwerpen,*
- *persoonlijke alarmering bij vallende voorwerpen, en bij verkeer dichtbij op de werkplaats,*
- *algemeen alarm bij acuut ongeval.*

Met een dergelijk personal protection system kan men zowel acute gevaren als risico's op langere termijn onderkennen en er rekening mee houden. Het zal geen vervanging zijn van de al genoemde persoonlijke beschermingsmiddelen, maar een aanvulling.

3.6 Uitdagingen rond de toekomstige werkomgevingen

Het lectoraat Ambient Intelligence richt zich op de werker van de toekomst. Hoe ziet de werker van de toekomst eruit? Dit bepaalt ook zijn opleidingsbehoefte. En van hieruit kunnen we ons richten op de rol van technologie, als middel, niet als doel. De werker is 'unplugged', zoals de Rabobank dat noemt (zie sectie 3.2): Geen vaste werkplek en iedereen zijn eigen manager. Wat in ieder geval een trend is, is dat rollen veranderen. Hier speelt technologie die rol, dat technologie taken overneemt, en daarmee de rol van de

mens verandert. Als karikatuur geschetst kunnen we zeggen dat er minder mensen nodig zijn omdat de systemen taken overnemen. We spreken van reduced manning. Merk op dat er in de praktijk niet minder mensen hoeven te zijn, maar dat ze ook andere taken en verantwoordelijkheden kunnen krijgen.

Het lectoraat doet onderzoek naar het realiseren van slimme systemen voor veiligheid binnen werkomgevingen. In dit hoofdstuk zijn voorbeelden genoemd van onderzoeksprojecten die het lectoraat wil uitvoeren in het kader van de werkomgeving. Het is niet bedoeld als beperkende conditie. De ultieme uitdaging is anticipatie in de zin van dat de werkomgeving door over langere tijd te leren de werker en zijn gedrag patronen dusdanig kent dat het gewenste aanpassingen kan doen of voorstellen, mogelijk al voordat bepaalde activiteiten daadwerkelijk plaatsvinden.

4 Safety and security

Veiligheid is een zeer breed begrip. Het relateert aan de openbare orde en veiligheid, waarbij we denken aan zaken als (camera)toezicht, handhaving en opsporing. Maar ook aan de beveiliging in het kader van bijvoorbeeld inbraakpreventie. We kennen de staatsveiligheid en gerelateerd de Binnenlandse Veiligheidsdienst. Maar ook verkeersveiligheid, voedselveiligheid, risicokaarten, etc. Naast objectieve maten van veiligheid, zoals het aantal inbraken, is er ook de subjectieve maat van veiligheid. Het gaat immers vaak om veiligheidsbeleving, voelen we ons veilig in een bepaalde omgeving? Het je veilig voelen kan ook weer betrekking hebben op geborgenheid, waarmee we op terreinen komen als het huiselijk geweld. En overall, op al deze gebieden, kunnen we op de een of andere manier wel iets bedenken waarbij technologie op het gebied van ambient intelligence een rol zou kunnen spelen. Het mag duidelijk zijn dat we ons in dit hoofdstuk moeten beperken. We doen dat langs de as van de (fysieke) ruimte (zie ook Figuur 5 in sectie 2.1.2), oplopend van het lichaam (sectie 4.1) via kantoor en huisomgevingen (sectie 4.2) naar de publieke ruimte (sectie 4.3). Daarbij richten we ons primair op preventie in het kader van de (fysieke) veiligheid.

4.1 Personal protection

4.1.1 Persoonlijke risico's

Dagelijks lopen mensen het risico dat hen iets overkomt wat hun schade toebrengt. Het gevaar komt vaak van buitenaf. Een hond kan je bijten. Een auto kan je aanrijden. Het eten van ongewassen groente kan je ziek maken. Chemische stoffen kunnen je verwonden. Deze voorbeelden kunnen met talloze andere worden aangevuld. Mensen vinden bescherming tegen al dit soort gevaren belangrijk. Veel regelgeving is er op gericht gevaar in een werksituatie te verminderen. In Europa is er zelfs een instantie voor in het leven geroepen: de European Agency for Safety and Health at Work⁹. Bij preventief handelen proberen we situaties zo in te richten dat de kans dat het gevaar optreedt verminderd wordt. Het gaat daarbij niet alleen om de omgeving als ruimte, maar ook om kleding waarin slimme apparaten mogelijke risico's verkleinen. Ambient intelligence kan een rol spelen in preventie, maar ook bij het detecteren van gevaren. Detectie kan leiden tot alarmering, rapportering van gevaarlijke situaties en ontwijking van gevaar. Zo kunnen mensen zichzelf of anderen tijdig en beter beschermen.

Het gevaar komt niet altijd van buitenaf. Concentratiestoornissen, vermoeidheid

⁹Zie <http://osha.europe.eu>

en stress kunnen mensen minder alert maken. Risico's die normaal gesproken tijdig onderkend en vermeden worden, leiden dan tot grote gevaren. Juist dan is het moeilijk in onverwachte situaties adequaat op te treden. Denk aan het onverwacht buiten gebruik zijn van een roltrap, een obstakel op het trottoir of het in reparatie zijn van een dagelijks gebruikt apparaat. Voor mensen met concentratieproblemen kan het coachen door een slim apparaat voorkomen dat men paniekerig gedrag gaat vertonen en daarmee verhoogde risico's loopt.

De bron van het gevaar kan zeer divers zijn. De mens is vaak voor anderen een gevaar. Gewelddadig gedrag of nonchalance kan anderen schade toebrengen. In het verkeer worden veel risico's genomen met wereldwijd ongekend veel slachtoffers per jaar. Vaak zijn dieren een gevaar. Niet alleen giftige soorten bedreigen de gezondheid, maar ook het bijten, steken of trappen door dieren kan mensen verwonden. Ziektekiemen worden zowel door mens als dier verspreid. Griep kan op grote schaal mensen ziek maken. Denk aan de verspreiding over alle continenten in korte tijd van de Mexicaanse griep. Veruiling van de leef- en werkomgeving kan de gezondheid bedreigen. Gassen kunnen zowel thuis, op het werk als in het verkeer tot vergiftiging leiden. Het weer, dat we niet in de hand hebben, kan mensen kou doen leiden of oververhitten en zelfs

tot natuurrampen leiden als overstromingen en bosbranden.

4.1.2 Bescherming en ambient intelligence

Bij het nadenken over personal protection zien we dat elementen van ambient intelligence een rol spelen op verschillende plekken. Beginnen we dicht bij ons zelf dan zien we allerlei sensoren die op of zelfs in ons lijf signalen afgeven en belangrijke metingen doorgeven. Kleding kan de drager van slimme elektronica zijn, maar ook de materialen waarvan de kleding is gemaakt kan daarin een rol vervullen. Er zijn tal van materialen die reageren op de omstandigheden of de situatie waarin ze verkeren. Op de Personal Protection Equipment Conference 2008, georganiseerd door de Engineering of Fibrous Smart Materials Foundation (EFSM, 2008), zijn enkele ontwikkelingen genoemd die veelbelovend zijn om kleding een betere beschermende functie te geven. Nanomaterialen kunnen worden gebruikt om een hoger niveau van bescherming aan kleding te geven waarbij kleding zelfs minder gaat wegen dan met traditionele materialen het geval is. De integratie met dynamische stoffen kunnen kleding beter laten reageren op warmte en kou, op chemische en biologische elementen (denk aan zuren en bacteriën). Een derde ontwikkeling is het integreren van elektronica in textiel. Hierdoor ont-

staan naast sensor- en actuatorfuncties ook communicatie- en lokalisatiefuncties in de kleding zelf. Vanuit de veiligheidssector (ambulance, brandweer, politie) en defensie is veel belangstelling voor nieuwe materialen. Omdat mensen die in deze sector werken grote risico's lopen in bepaalde situaties, wil men een steeds hogere mate van beveiliging realiseren.

Slimme Materialen

Als een materiaal reageert op veranderingen die in de omgeving optreden, dan noemen we dat een smart materiaal. De veranderingen in de omgevingen worden waargenomen door de sensorische eigenschappen. Denk hierbij aan verandering in lichtsterkte of temperatuur in de omgeving. De reactie in het materiaal kan zich op verschillende manieren uiten. Denk hierbij aan verandering in de vorm van het materiaal of de vloeibaarheid. Maar ook kan het materiaal licht gaan uitstralen of een andere kleur aannemen. Voor ambient intelligence bieden smart materials nog onverkende mogelijkheden om de interactie met mensen in hun omgeving vorm te geven.

Foto:
Philips Research.



Materialen, en in het bijzonder textiel, spelen een grote rol bij het inrichten van ruimtes. Als het mogelijk is meubels, gordijnen en vloerbedekking te laten reageren op wat in de omgeving gebeurt door nieuwe, slimme materialen te gebruiken, kan dat gebruikt worden om een leef- of werkruimte een bepaalde mate van intelligentie te geven. Hiermee kan de ruimte personen een hogere mate van bescherming bieden dan nu het geval is. Een soortgelijke mogelijkheid komt binnen handbereik voor het interieur van voertuigen.

Bescherming kan ook worden geboden door het gebruik van allerlei mobiele apparaten die mensen met zich meedragen. Met de huidige fijnmazige communicatie-infrastructuur kunnen we nieuwe functies ontwikkelen die het traceren van mensen in gevaarlijke situaties mogelijk maken. Vervolgens kan hulp of ondersteuning ter plekke worden geboden, maar via de communicatie-infrastructuur wellicht ook op afstand. Dwalende ouderen, mensen met mentale problemen of kinderen kunnen snel gelokaliseerd worden. Voor hen kan lokalisatie de kans verkleinen dat ze verdwalen of dat hun iets ernstigs overkomt.

Een belangrijk element in een personal protection system is de zelfredzaamheid (selfempowerment). Mensen kunnen vitaal blijven deelnemen aan allerlei activiteiten en kunnen via detectie en attendering

zelf actie ondernemen om hun veiligheid te handhaven. Er is geen centrale regie, maar men blijft autonoom. Op ambient intelligence in relatie tot zelfredzaamheid komen we in sectie 5.2 uitgebreid terug.

Smart Jacket voor veilig werken

In het project Smart Jacket (Calveen, 2008) dat door studenten van Saxion onder leiding van collega lector Ger Brinks is uitgevoerd, is een concept van een jas ontwikkeld die gebruikt kan worden op het terrein van een olieraffinaderij. Daarbij is gekeken naar de veiligheidsvoorschriften die gelden voor werkkleding in deze industrie. De regelgeving vereist bijvoorbeeld een goede sterkte, en zichtbaarheid. De stof en binding van de verschillende delen van de jas vereisen een grote slijtvastheid en treksterkte evenals bestendigheid bij grote temperatuurwisselingen. Bovendien moet de stof anti-statisch zijn. De werknemer moet er zich goed in kunnen bewegen, ook in krappe ruimtes. In de jas moet gereedschap meegenomen kunnen worden zonder dat het de werknemer hindert in zijn bewegingen en werkzaamheden. Voor het onderhoud geldt de eis dat de jas goed te wassen is. Dat geeft complicaties bij elektronica die in de jas verweven is.

De werknemer moet ondersteund worden in zijn werk. Daarom is een scherm vereist in de jas op een handige plek waarop instructies kunnen worden getoond. Een scherm vraagt energie en dus komt de



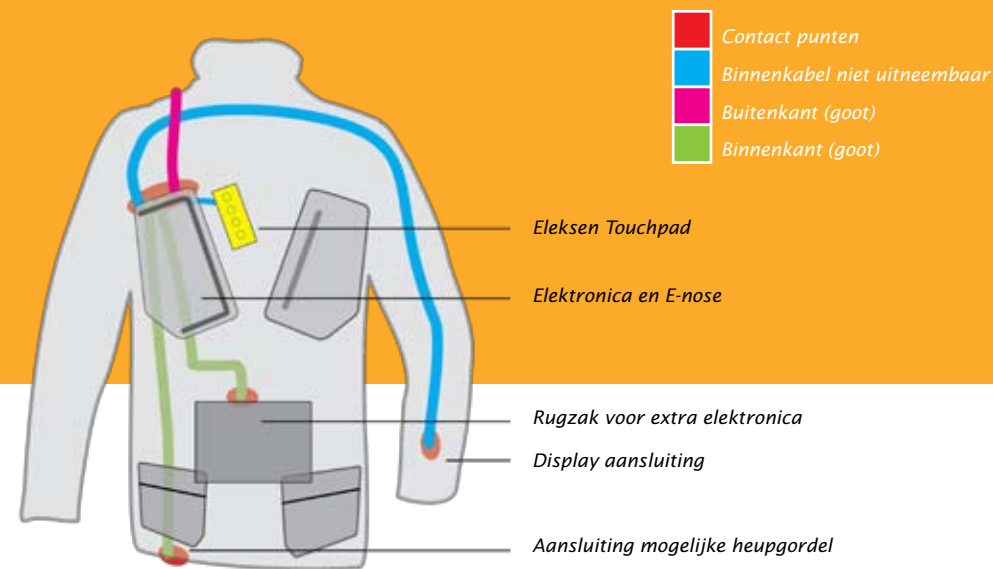
vraag op of er batterijen, zonnecellen of een andere vorm van energy harvesting gebruikt kan worden. Om een selectie te kunnen maken van benodigde informatie op het scherm zijn toetsen nodig die in de jas kunnen worden aangebracht. Ook de bedrading moet goed in de jas verwerkt worden. Via wireless communicatiefaciliteiten zoals een mobiele telefoon kan de werknemer zelf, maar ook de jas communiceren met de controlekamer.

Om te weten waar een werknemer zich op het terrein bevindt is een techniek nodig voor lokalisatie door de werknemer zelf en door anderen. Voor lokalisatie buiten kan GPS gebruikt worden. Voor binnen wordt dit lastiger en kan worden gedacht aan een combinatie van bluetooth en wireless sensor netwerken. Op een raffinaderij kunnen gevaarlijke gassen ontsnappen. Om dit te kunnen detecteren is een digitale neus, een op gevaarlijke gassen

getrainde sensor, in de jas aangebracht. Alarmering kan via audio, het scherm en via LED-verlichting in de rug van de jas.

Dit prototype laat zien wat zonder al te veel problemen nu al kan worden gereali-

seerd. Het kan verder worden uitgewerkt tot een onderdeel van een persoonlijk beschermingssysteem. Extra aandacht moet daarbij worden besteed aan een hogere mate van interactie met de omgeving en aan meer ingebouwde intelligentie.



4.1.3 Aansluiten bij de situatie

Het realiseren van een personal protection system voor een bepaalde situatie vraagt een diepgaandere analyse van de gevaren en de mogelijke keuze van de verschijnselen die we moeten waarnemen. Doordat veel sensoren beschikbaar komen als microsysteem kunnen er gemakkelijk veel gecombineerd worden in een goed te hanteren systeem. Het processing onderdeel kan erg klein gehouden worden. Een

belangrijk punt dat veel aandacht zal vragen is de manier waarop de interactie met de gebruiker plaats vindt. Dat is een kritische succesfactor. Daarom is betrokkenheid van hen in de specificatie, ontwerp en testfase van groot belang. Bovendien zal het systeem moeten passen in het geheel van maatregelen die in een bepaalde situatie genomen worden. Dan kan een personal protection system een grote toegevoegde waarde leveren.

4.2 Veiligheid binnenshuis

4.2.1 Situational awareness

We kunnen heel veel gepersonaliseerde, intelligente diensten bedenken voor veiligheid in en rond het huis of het kantoor. Bijvoorbeeld systemen voor toegangscontrole, systemen ter voorkoming van inbraak, systemen die kinderen beschermen tegen fysieke gevaren of tegen virtuele gevaren (filternet), tot bijvoorbeeld systemen voor het monitoren van iemands gezondheid. Als het om de ambient intelligence kant van dergelijke systemen of diensten gaat, zijn er eigenlijke twee basiskenmerken die al deze systemen gemeen hebben. Ten eerste vereisen deze systemen een zekere vorm van identificatie. Om wie gaat het: wie is in gevaar of wie is een bedreiging? Identificatie kan nodig zijn op persoonlijk niveau (een naam), op of 'type' of groepsniveau (familie, werknemer, volwassene, invalide). De mate van identificatie kan ook afhangen van het gedrag van deze persoon, waar hij zich bevindt of wat hij doet. Daarmee komen we op het tweede basiskenmerk: deze systemen vereisen een zekere mate van vaststelling van wat er gebeurt. Welke gedrag of welke activiteiten vertonen de personen die in meer of mindere mate zijn geïdentificeerd, en in welke context worden deze activiteiten uitgevoerd?

Als duidelijk is wie aanwezig zijn (identificatie) en wat zij doen (context, activiteit),

dan kan er worden geredeneerd over wat er eigenlijk aan de hand is. We spreken van situational awareness. Het ontdekken van gevaarlijke of onveilige situaties moet onopvallend gebeuren. Het gaat weer om wat we eerder typisch ambient hebben genoemd. De omgeving begrijpt de mens, de slimme omgeving stoort de gebruiker niet, leidt hem niet af, maar is onzichtbaar. En omgekeerd begrijpt de mens begrijpt de omgeving, er gebeuren geen onverwachte dingen, er is vertrouwen.

De herkenning van gedragspatronen kan bijvoorbeeld tot een alarmering leiden als een kind te dicht bij de open haard komt of dat een werknemer een onveilige fabriekszone binnenwandelt. De context speelt hierbij een belangrijke rol. Een hogere hartslag is bij het traplopen wellicht geen reden tot ongerustheid, maar bij het televisiekijken op de bank mogelijk wel. De betekenis van signalen hangt dus af van de context, van de omgeving. Poslad (2009: p.14) onderscheid drie hoofdtypen van omgevingscontext:

- **Fysieke context:** waarbij het gaat om parameters in de fysieke wereld zoals locatie, tijd, temperatuur, etc.
- **Gebruikerscontext:** wat betrekking heeft op iemands voorkeuren, taken, identiteit, sociale context, etc.
- **ICT of virtuele context:** waarmee alle diensten worden aangeduid die beschikbaar zijn, lokaal of remote, en waar het systeem zich van bewust is.

Context is een belangrijke factor om situaties in te schatten. Contextinformatie kan zelfs een rol spelen bij de identificatie van personen (we komen hier in sectie 4.3.3 op terug). Een van de meest basale, en wellicht ook meest gebruikte vorm van context is locatie. In de volgende paragraaf gaan we nader in op in locatie in relatie tot veiligheid.

4.2.2 Proximity Security

In het kader van de (zeer actuele) agressie tegen hulpverleners worden voertuigen tegenwoordig uitgerust met camera's en 'bikers' (politieagenten op de fiets) met

camera's op de helm. Alleen al het feit dat hulpverleners worden lastiggevallen creëert al een behoefte dat hun locatie bekend is. Immers, alleen dan is het mogelijk om onmiddellijk te kunnen helpen. Daarvoor is een nauwgezette positiebepaling nodig, die het altijd doet, zowel binnenshuis als buitenshuis, met zo nodig ook een bepaling van de hoogte (etage) in een appartementgebouw. Buitenshuis kan gebruik worden gemaakt van andere GPS. Binnenshuis, zeker in een vreemde omgeving, is het nog een uitdaging de positie en daarmee de veiligheid van hulpverleners te garanderen.

Slimmer veilig

Het project Slimmer Veilig van de gemeente en politie in Groningen voorziet ondersteunt het mobiel werken door diverse overheidsdiensten waarbij gebruik wordt gemaakt van het draadloze (WiFi) netwerk dat stadsdekkend over de stad Groningen zal worden gelegd. Door op een slimme manier gebruik te maken van draadloze netwerken, computers, PDA's en camera's heeft een politiebeambte alle mogelijkheden tot zijn beschikking om snel en efficiënt informatie uit te wisselen en zijn werk te kunnen doen. Politieauto's worden voorzien van een aantal handige hulpmiddelen zoals camera's voor het scannen van kentekens en het versturen van videobeelden naar de meldkamer of naar andere politieauto's of mobiele apparaten. Het project is een van de winnaars van de prijsvraag M&ICT¹⁰ waardoor een aanzienlijk subsidiebedrag beschikbaar kwam om het project uit te voeren.

>>

¹⁰www.m-ict.nl/



Foto: Politie Regio Groningen.

<<

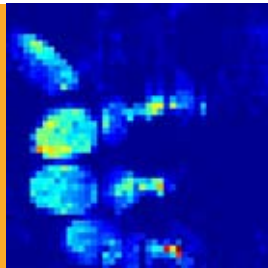
Technologie kan hier ook leiden tot nieuwe werkvormen. Bij de regiopolitie Groningen is al veel geïnvesteerd in de mogelijkheid om de operationele voertuigen binnen een geografisch informatiesysteem (City Gis) te kunnen volgen. Inmiddels is het systeem (AVLS) geüpgrade naar een versie waarin de voertuigen kunnen worden gevolgd in de meldkamer en in de voertuigen zelf de andere voertuigen kunnen zien. Een volgende stap is dat meldingen niet meer via de meldkamer gaan, maar 'het systeem' de meldkamer kortsluit en direct de dichtstbijzijnde auto waarschuwt. Zo ontstaat nieuwe paradigma's voor alarmering (zie ook Teeuw ((2006)).

De politie maakt daarbij meer en meer gebruik van mobiele apparatuur, zoals mobiele telefoons, smartphones, PDA's, laptops, maar dus ook voertuigen en camera's, etc. Bij mobiele apparatuur zoals de PDA kunnen er veiligheidsproblemen naar voren komen in het omgaan van dit soort apparaten bij verlies of diefstal. Beveiligingen bij het inloggen kunnen echter een risico geven als het apparaat wordt gestolen en de 'nieuwe gebruiker' het apparaat actief houdt. Dan kan belangrijke informatie op straat komen te liggen totdat het apparaat eventueel op

afstand kan worden afgesloten. Echter, bij onopgemerkt verlies duurt het mogelijk langere tijd (enkele uren) voordat de melding van verlies wordt doorgegeven. Een ander voorbeeld is het gebruik van de politieauto. Bij een actie wordt dit voertuig mogelijk verlaten terwijl alles in het voertuig normaal functioneert. In het meest vervelende geval zit de sleutel nog in het contactslot en kan iemand anders er zo mee weggrijpen, daarbij gebruik makend van alle politiefaciliteiten die in de auto aanwezig zijn.

Secure Grip

Aan de Universiteit Twente onderzoekt universitair hoofddocent Raymond Veldhuis handgreepherkenning bij politiepistolen. Druksensoren in de kolf moeten voorkomen dat iemand anders dan de eigenaar van het pistool het wapen kan gebruiken. Zo weet je zeker dat de eigenaar 'dichtbij' is. In principe werkt de technologie, maar bij praktisch gebruik komt heel veel kijken, bijvoorbeeld dat een wapen nooit mag weigeren in geval van nood. Hier zou proximity security een aanvullende oplossing kunnen zijn.



Foto's: Universiteit Twente.

In zulke gevallen zijn oplossingen nodig die het gebruik van het apparaat alleen maar mogelijk maken door de toegestane gebruiker. Dit zou kunnen met behulp van biometrie (zie kader) en/of met behulp van proximity security (nabijheids beveiliging). Is de legitieme gebruiker binnen een bepaalde afstand van het apparaat (bijvoorbeeld 5 meter), dan moet het apparaat dat kunnen herkennen en vragen om een biometrisch kenmerk, waarna automatisch ingelogd kan worden. Verwijdert daarna de gebruiker zich van het apparaat – bijvoorbeeld meer dan 5 meter – dan moet het apparaat automatisch worden uitgeschakeld.

PDA Alert

De regiopolitie te Groningen heeft een praktijkproef uitgevoerd met de zogenaamde "Attenderingsservice" (PDA alert). Een locatie gebaseerde service, waarbij politieambtenaren (te voet, per fiets of auto) op basis van hun positie worden gealarmeerd op incidenten in hun nabije omgeving. In beide gevallen is GPS de basis.



Foto's: Politie Regio Groningen.



4.3 Maatschappelijke veiligheid

In de maatschappij zien we de laatste jaren een groeiende aandacht voor maatschappelijke veiligheid, criminaliteit- en terrorismebestrijding. Crime science is de discipline die zich richt op het bestude-

ren van de misdaad, met het oog op het voorkomen hiervan. Het accent ligt hierbij op de misdaad zelf –in plaats van de (sociologie van) de misdadiger– en het terugdringen hiervan. Binnen deze multidisciplinaire wetenschap speelt technologie een grote rol.

International Security Experimentation and Transformation Institute (ISETI)

Belangrijke en vooral lastige vraagstukken op het gebied van veiligheid worden binnen ISETI ontleed met alle kennis van bedrijfsleven en kenniscentra en vervolgens met de modernste inzichten en technieken in de virtual reality versnellingskamer (T-XChange) van de Universiteit Twente en het Security Innovation Lab in Delft middels simulaties en serious gaming virtueel opgelost. De betrokken partijen kunnen dan met de ontworpen oplossing het probleem in de praktijk aanpakken. Het oplossen van dergelijke problemen vraagt veel onderzoek naar geavanceerde tools en technieken om allerlei aspecten van de echte wereld te vangen in modellen en op zinvolle manieren te kunnen doorrekenen, met alle beperkingen van onzekerheden, missende data en gedeeltelijke kennis.



foto: ISETI.

4.3.1 Forensisch sporenonderzoek

De opleiding Chemie van Saxion kent de studieroute Crime Science, die zich richt op forensisch onderzoek. Bij forensisch onderzoek speelt de chemische analyse van sporen, maar speelt ook biotechnologie (DNA analyse), nanotechnologie (lab-on-a-chip) en informatietechnologie

(digitale sporen, biometrie) een rol. Als technologie ons overal omringt (ambient technology), wat betekent dat dan voor forensisch sporenonderzoek in het bijzonder, of maatschappelijke veiligheid in het algemeen (Teeuw en Vedder, 2008)? In deze sectie zetten we onze toekomstvisie uiteen. De opkomst van ambient intelligence kan een behoorlijke impact

hebben op het forensische sporenonderzoek (Teeuw, 2008). Laten we dit eens bekijken aan de hand van een casus, de moord op Christel Ambrosius, beter bekend als de Puttense moordzaak. De gruwelijke moord vond plaats in januari 1994. In 1995 werden twee Puttense zwagers tot een gevangenisstraf van tien jaar veroordeeld. Ze kwamen in 2000 vrij toen tweederde van hun straf erop zat. Na uitgebreid onderzoek van Peter R. de Vries worden zij na een herziening van de Hoge Raad in 2002 alsnog vrijgesproken.

De moord lijkt nu mogelijk alsnog te worden opgelost dankzij een zogenaamde DNA-match. Dit werkt als volgt. Volgens protocol zijn de sporen destijds zorgvuldig veiliggesteld en naar het Forensisch Instituut te Ypenburg gebracht. Via de laboratoriumanalyse daar is DNA geïsoleerd uit sperma dat is gevonden op het lichaam van het slachtoffer. Uiteindelijk is een DNA-profiel afgeleid en opgeslagen in de DNA-databank. In april 2008 gaf dit een match met het DNA-profiel van een potentiële dader, Ronald P., die in 2005 is veroordeeld voor een geweldsmisdrijf en in oktober 2007 op last van de rechter zijn DNA moest afstaan. De feiten zullen nu verder worden geïnterpreteerd en geobjectiveerd, resulterend in een rapport op basis waarvan de rechter uiteindelijk al of niet tot een veroordeling zal overgaan. Al met al gaat hier heel wat tijd overheen, het proces loopt nog (maart 2009).

Wat als het mogelijk zou zijn geweest om reeds op de plaats delict een DNA-analyse te doen? Een directe DNA-match lijkt nog ver weg, maar er zijn meer mogelijkheden. Recent hebben onderzoekers uit IJsland en Nijmegen in het DNA van mensen van Europese origine genvarianten gevonden die duidelijk verband houden met oog-, haar- en huidskleur. Dit maakt het mogelijk om op basis van uitsluitend iemands DNA, steekhoudende uitspraken te doen over de kleur van zijn haar, huid of ogen (Sulem e.a., 2007). Op deze manier kan bij real-time analyse ter plekke de analyse van sporen sturing geven aan het sporenonderzoek zelf. De traditioneel sequentiële fases van forensisch onderzoek schuiven daarmee in elkaar. Daarbij speelt dan ook dat de technologie waarmee we deze analyses doen niet meer enkel beschikbaar is in één enkel gespecialiseerd forensisch lab, maar ter plekke beschikbaar is. Misschien zelfs beschikbaar aan iedereen? Genetische DNA tests zijn immers al via Internet te bestellen. En als de apparaten via nanotechnologie zo klein worden dat ze in je broekzak passen, wordt het wellicht een handelsartikel voor iedereen. Dergelijke informatiegestuurde opsporing wordt mogelijk door de convergentie van nano-, bio-, neuro-, informatie- en communicatietechnologie. Deze lab-on-a-chip ontwikkeling is een voorbeeld van technologie die mogelijk wordt door de integratie van levende cellen als detector (biotechnologie), de ver-

gaande miniaturisatie (nanotechnologie) en de informatieverwerking (ICT).

De beschreven ontwikkeling roept ook vragen op. Kunnen 'gewone burgers' de analyseresultaten wel goed duiden, als straks iedereen over deze technologie beschikt? Als de verschillende fases van het opsporingsproces door elkaar gaan lopen, geldt dat dan ook voor de laatste fase, de veroordeling? Bij de casus 'Peter R. de Vries/Joran van der Sloot' hebben we een voorbeeld gezien waar juristen zeggen dat er geen nieuwe feiten zijn, maar dat aan de burger niet meer is uit te leggen. Lopen hier onderzoek en veroordeling dan ook niet door elkaar? En hoe zit het dan met de privacybescherming?

Virus detectie

Het bedrijf Ostendum te Enschede ontwikkelde op basis van nanotechnologie een sensor die virussen kan detecteren in vloeistoffen. Op basis van steeds geringere hoeveelheden stof kunnen bionanosensoren stoffen in de omgeving detecteren. Een van de toepassingen hiervoor is maatschappelijke veiligheid.



Foto: Ostendum.

4.3.2 Cameratoezicht en andere vormen van monitoren

Er zijn meer voorbeelden te noemen van hoe technologieontwikkelingen de veiligheidsprocessen fundamenteel kunnen veranderen, zoals rond het monitoren van personen. Cameratoezicht is hiervan het bekendste voorbeeld. Het blijkt dat de politie het cameratoezicht vooral ziet als een nuttige aanvulling op het politieel toezicht op straat, vooral waar het gaat om het vroegtijdig kunnen ingrijpen bij dreigende ordeverstoringen, vechtpartijen of andere (gewelddadige) incidenten (van Leiden en Ferwerda, 2002). In sommige gevallen, afhankelijk ook van hun beschikbaarheid en kwaliteit, kunnen de beelden ook gebruikt worden als ondersteuning van het opsporingsproces in het geval van bijvoorbeeld ernstige geweldsdelicten die binnen het bereik van de camera's hebben plaatsgevonden.

De nuttige opbrengst van cameratoezicht hangt af van enerzijds de technische kwaliteit van het beeldmateriaal en anderzijds de inzet en kwaliteiten van de 'operator', de persoon die de beelden uitleest, camera's kan laten inzoomen op bepaalde plekken en, indien nodig, beelden direct doorleidt naar de (meldkamer van) de politie. Het effect van cameratoezicht is echter moeilijk aan te tonen, omdat cameratoezicht bijna altijd als onderdeel van een pakket aan maatregelen wordt ingevoerd.

Ook is goed en gedegen evaluatieonderzoek kostbaar en tijdrovend.

Hoge verwachtingen zijn er rond intelligent cameratoezicht. Intelligent cameratoezicht gaat altijd om de selectie van beeldmateriaal (relevantie). Er zijn hier twee aanpakken mogelijk. Enerzijds de informatieselectie aan de camera, zoals bij de in het nieuws zijnde 'luistercamera's' van het bedrijf Sound Intelligence¹¹ die pas aanspringen als via geluid agressie wordt gedetecteerd. Anderzijds maakt breedband een aanpak mogelijk waarbij alle data naar een "meldkamer-nieuwestijl" wordt getransporteerd en daar de uitkijk en selectie plaatsvindt. Feit is dat de technologische vooruitgang maar stapsgewijs gaat. Stand van zaken is ruwweg dat er ontwikkelingen plaats hebben en producten verschijnen rond objectdetectie (bijvoorbeeld een bewegend object in beeld) en deels objectherkenning of -classificatie (wat is het dat beweegt in het beeld). Het automatisch redeneren over wat er gebeurt, is echter nog ver weg. Rond gezichtsherkenning blijkt dat verificatie (ben je degene die je zegt te zijn) waarbij personen meewerken (bijvoorbeeld bij toegangssystemen) goed werkt, maar het identificeren van personen in de massa is nog ver weg. Onder sterk geconditioneerde omstandigheden is identificatie echter wel weer mogelijk.

¹¹ www.soundintel.com

Luistercamera

Sound Intelligence te Amersfoort heeft zich volledig gespecialiseerd in de ontwikkeling van zeer geavanceerde technologie voor audio-analyse. De oplossingen van Sound Intelligence zijn gebaseerd op gepatenteerde technologie die uitgaat van de werking van het menselijk oor. De software analyseert en interpreteert geluiden, wat herkenning van onder andere emoties zoals agressie en angst mogelijk maakt. De Sound Intelligence technologie is inzetbaar voor securitytoepassingen, geluidshinder, condition monitoring en call center monitoring en kan gemakkelijk worden geïntegreerd met andere systemen, zoals camera management systemen, video analyse systemen, of intercoms.

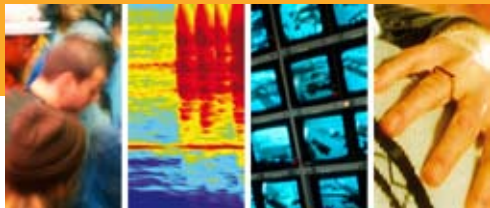


Foto: Sound Intelligence.

Een camera is echter maar één van de vele sensoren die we kunnen gebruiken om personen of hun omgeving te monitoren. Als je met een GSM telefoon op zak loopt kunnen telecom bedrijven of de overheid (politie) ook nu al personen live volgen. Hetzelfde geldt als iemand zijn bluetooth heeft aanstaan op zijn apparaat (telefoon, laptop). De nauwkeurigheid betreft enkele meters. Voor elektronische labels, de

zogenaamde RFID tags, geldt hetzelfde. Een voorbeeld hiervan is het voorzien van gedetineerden van een armband met RFID tag zoals dit moment experimenteel gebeurt bij de justitiële inrichting in Lelystad (Kruissink e.a., 2007). Hiermee kan worden gevolgd waar de gedetineerden zijn, met wie ze omgaan, etc. Het mag duidelijk zijn dat de combinatie van cameratoezicht, elektronische labels (zoals in het elektronisch paspoort of de elektronische tickets in het openbaar vervoer), en technologie voor plaatsenbepaling en communicatie de mogelijkheden in vele opzichten vergroten.

Naast harde feiten, zoals locatiebepaling, kunnen we ook steeds beter emoties herkennen uit beeld of geluid, zoals bij de eerder genoemde camera's die aangaan bij agressie of bedreiging. Het softwarepakket FaceReader van het bedrijf Noldus is een voorbeeld van een commercieel product dat gelaatsuitdrukkingen analyseert. Naast informatietechnologie spelen ook andere disciplines een rol bij het herkennen van iemands emoties, zoals biotechnologie (sensoren in en op het lichaam) en neurowetenschappen (hersenscans via EEG of functionele MRI). Kortom, via het al of niet heimelijk waarnemen en combineren van allerlei sensorinformatie en sporen in de digitale wereld komen we heel wat te weten over wie mensen zijn en wat ze denken. De volgende stap is het handelen op basis van deze informatie.

Face Reader

FaceReader, ontwikkeld door VicarVision en op de markt gebracht door Noldus te Wageningen, is in staat om gezichtsuitdrukkingen te herkennen. FaceReader 'leest' op een objectieve wijze de gezichtsuitdrukking en geeft aan of degene voor de camera bijvoorbeeld boos is, of vrolijk, verrast, angstig, etc. Daarnaast is het product in staat om de betreffende persoon te classificeren op basis van geslacht, leeftijd, etniciteit en gezichtsbehaaring (baard, snor). FaceReader kan uitstekend gebruikt worden voor verschillende doeleinden zoals psychologisch onderzoek, markt onderzoek of analyse van consumentengedrag. FaceReader kan ook goed gebruikt worden in combinatie met The Observer XT, een softwarepakket voor gedragsanalyse op basis van video. FaceReader data kan daardoor gecombineerd worden met video, gedragsobservaties, fysiologische data, eye tracking video's, etc.

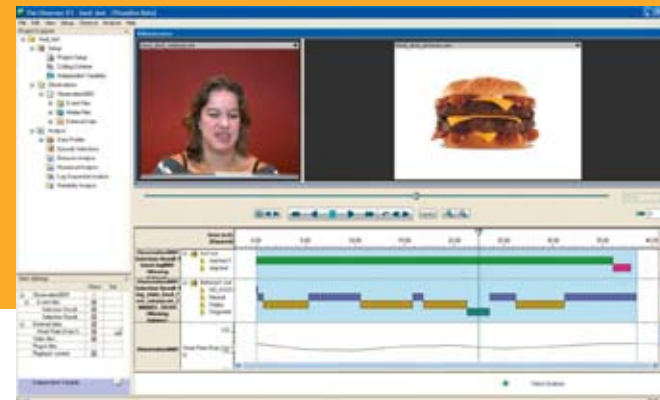


Foto:
Noldus Information Technology.

Dezelfde technologieën zijn bruikbaar voor profiling, het opsporen van onbekende verdachten op basis van een profiel. De neurowetenschap is (vooralsnog) nog niet zover dat we gedachten kunnen lezen, maar de fMRI scans zijn wellicht wel een betrouwbare bron als het om leugendetectie gaat. Wat we niet te weten zijn gekomen kunnen we zo expliciet toetsen.

4.3.3 Profiling en identificatie

Hoe pikken we de 'foute' personen uit de massa terwijl de 'goede' personen hier geen last van hebben. Dat is basaal gesproken het probleem van 'profiling'. Profiling in de zin van 'hoe ziet een crimineel eruit' is een heikel punt. In de VS leidde profiling tot het definiëren van een risicogroep. Het praktische resultaat was dat de politie altijd 'zwarten' aanhield (racial

profiling). Richting het eind van de 20ste eeuw kwam er veel kritiek op deze omstreden tactiek als zijnde ongewenst. Na 11 september 2001 is deze kritiek weer verstomd: Arabieren moeten er nu juist uitgevist worden. Het kan blijkbaar verkeren.

Er is echter wel één verschil tussen vroeger en nu. Technologie speelt een steeds grotere rol bij het zoeken naar personen met een al dan niet verondersteld veiligheidsrisico of bij het opstellen van een risicoprofiel. Personen laten steeds meer sporen na: door het surfen op Internet, door hun mobiele telefoon, door het bij zich dragen van RFID labels, of door te worden geobserveerd door camera's. De hoeveelheid data die voor een persoon of voorwerp wordt geregistreerd groeit gigantisch. Op basis van alle beschikbare informatie vindt dan een risicoanalyse plaats. Dit kan worden gebruikt voor profiling of identificatie. Hierbij spelen informatieverwerking en gezichtsherkenning een belangrijke rol.

Profiling ligt dicht bij identificatie, maar is niet hetzelfde. Identificatie betreft het herkennen van een specifieke persoon – van wie de identiteit bekend is – in de menigte. We hebben het dan over cameratoezicht en gezichtsherkenning als ook genoemd in sectie 4.3.2. Feitelijk is identificatie een specifieke vorm van profiling: profiling op basis van een heel specifiek

profiel, namelijk een pasfoto. Identificatie moet weer niet worden verward met verificatie. Bij verificatie maakt iemand zijn identiteit bekend (bijvoorbeeld met een toegangspasje) en het systeem gaat na of jij het ook echt bent (via gezichtsherkenning of andere vormen van biometrie). Verificatie is technisch gezien een opgelost probleem, mede omdat de betrokkene doorgaans welwillend in de camera kijkt. Identificatie is nog niet opgelost, al worden via conditionering (goede belichting, één persoon tegelijk in beeld, recht in de camera kijken, etc.) steeds betere resultaten behaald.

Gezichtsherkenning speelt een grote rol bij identificatie en werkt als volgt. Uit de camerabeelden leiden we een aantal gelaatskenmerken af. Deze kenmerken vergelijken we met 'profielen' in een database. Een 'match' is mede afhankelijk van de tolerantie ('drempel') die we instellen. Bij een strenge instelling, met weinig ruimte voor onnauwkeurigheid, is de kans dat iemand ten onrechte wordt herkend klein (een lage false acceptance rate of FAR), maar wordt de kans dat iemand die wel in de database zit en ten onrechte niet wordt herkend groter (hogere false rejection rate of FRR) en vice versa. Om de betrouwbaarheid van gezichtsherkenning (of algemener identificatie) te vergroten kan ambient intelligence een grote rol spelen (Hulsebosch en Teeuw, 2008), namelijk als volgt.

Om personen te identificeren of hun identiteit te verifiëren (authenticatie) wordt altijd gebruik gemaakt van maximaal drie mechanismen. Ten eerste biometrie (gezichtsherkenning, vingerafdruk, DNA). Ten tweede identificatiemiddelen die iemand in bezit heeft (paspoort, pinpas). Ten derde controle vragen van wat iemand weet (pincode). Bij slimme omgevingen meten we met vele sensoren aan iemand en zijn omgeving en voegen daarmee een nieuw mechanisme voor identificatie toe: iemands locatie. Op basis van context informatie berekenen we de kans dat iemand op een bepaald moment ergens is. De crux is dat hoe meer contextbronnen je combineert, hoe betrouwbaarder je op basis van locatie iemand kunt identificeren.

Er zijn altijd momenten dat iemand zich bekendmaakt (verificatie). Iemand die nu in Amsterdam pint kan niet over een uur in Enschede zijn. Als iemand zich met zijn ticket toegang verschaft tot het voetbalstadion, en zich zo bekend maakt, kan op dat moment context informatie worden verzameld (wat draagt hij, met wie is hij samen). En mensen herkennen personen vaak eerder aan hun gedrag (manier van lopen, bewegen, doen) of stem dan direct aan hun gezicht. Al zulk soort context informatie kan worden gebruikt om een identificatie uit te voeren. Gezichtsherkenning is daarbij niet meer noodzakelijk de belangrijkste technologie, of zelfs afwezig. Juist de context informatie bepaalt wie we denken dat een personage is (Hulsebosch e.a., 2007).

Wat zegt iemands loopgedrag?

Studenten van Saxion hebben in opdracht van het Roessingh R&D en de Universiteit Twente een project uitgevoerd om met behulp van sensoren en draadloze communicatie informatie over het loopgedrag te kunnen analyseren. Zo zou uit observatie van het loopgedrag over langere tijd in revalidatie of in ouderenzorg veranderingen in het lopen vastgesteld kunnen worden. Dat kan in het ene geval betekenen dat men na verloop van

tijd stabiel loopt of in een ander geval dat de stabiliteit afneemt en het gevaar van struikelen en vallen toeneemt. Loopgedrag kan ook worden gebruikt voor de identificatie van personen op basis van hun looppatroon. Hiernaar is bijvoorbeeld door de Noorse inlichtingendienst onderzoek gedaan (Søndrol, 2005).

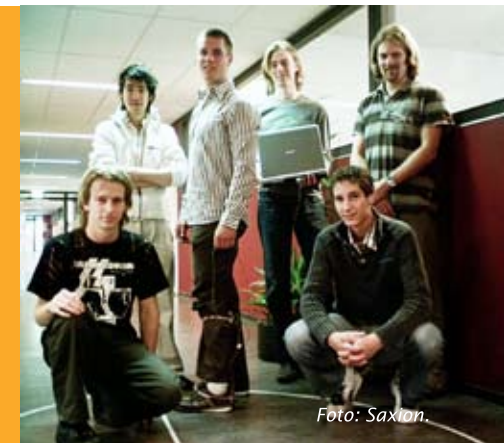


Foto: Saxion.



4.4 Uitdagingen voor safety and security

Bij alle toepassingen op het gebied van veiligheid speelt het voorspellen van gedrag, of anders geformuleerd het waarnemen van afwijkingen van wat we verwachten op basis van alle beschikbare informatie, een belangrijke rol. Er worden vaak gigantische hoeveelheden data verzameld, opgeslagen en/of gecombineerd. Een technische onzekerheid is overigens of we al deze data ook kunnen verwerken. De belangrijkste onderzoeksuitdagingen liggen dan ook op effectiviteit en kwaliteitverbetering waardoor de hoeveelheid informatie minder wordt (selectie) of beter van kwaliteit. Juist context informatie kan helpen ook de kwaliteit van informatie in te schatten! Wij zien veel uitdagingen rond de convergentie van biometrie, vision systemen en context awareness:

- *Met betrekking tot biometrie (gezichts-herkenning): In plaats van steeds betere algoritmen te ontwikkelen hebben wij context informatie gebruikt om de betrouwbaarheid te verhogen. Context informatie kun je echter ook gebruiken om slim cameratoezicht zelf te verbeteren, bijvoorbeeld door context informatie te gebruiken om beeldkwaliteit in te schatten en daarmee algoritmen dynamisch, situationeel aan te passen (in te stellen). Hier liggen belangrijke onderzoeksuitdagingen.*

- *Met betrekking tot vision systemen: Bij cameratoezicht gaat het feitelijk om selectieve aandacht en anticipatie op wat kan gaan gebeuren. Juist context informatie en gedragspatronen helpen om cameratoezicht te tillen van object detectie en classificatie naar de hogere semantiek van scenario's en wat er nu echt gebeurt.*
- *Met betrekking tot context awareness: De belangrijkste uitdagingen liggen in het goed kunnen modelleren van gedrag en het van daaruit voorspellen van gebeurtenissen. Sensorinformatie moet het eerste signaal geven dat er wat gaat gebeuren en ingrijpen nodig is. Bij sensoren in en op het lichaam worden hier de eerste stappen gezet (voorspellen epilepsieaanval etc.). Bij sensoren rond risicoanalyse in de publieke ruimte is men pas aan het begin.*

De meeste uitdagingen lijken te liggen in het goed kunnen modeleren en inschatten van gedrag in termen van activiteiten en context. Gedragsmodellering is een belangrijk onderzoeksonderwerp voor de toekomst. Binnen het lectoraat onderzoeken we hier lerende systemen (zie ook sectie 2.3). We richten ons echter ook in op een groot aantal kennisvragen vanuit de bedrijven ten aanzien van de mens in zijn slimme werkomgevingen die relatoren aan veiligheid en gedrag:

- *Hoe gebruik je verschillende interfaces (sensoren, actuatoren) rond safety en security, en hoe maak je dat ze als eenvoudig, prettig, en contextgevoelig ervaren worden?*
- *Hoe ga je om met samenwerking op afstand, remote diagnostics en remote control? Bediening van apparaten op afstand geeft een veiligheidsrisico als je bijvoorbeeld niet ziet wie er loopt.*
- *Hoe ondersteunen apparaten en werkomgevingen de preventie van schade door onveilige situatie?*
- *Hoe ondersteun je optimaal de "slimme" mens als werker in een veilige situatie?*

Als een van de voorbeelden denken we aan het Personal Protection System. Dit system dient als coach voor werknemers zowel voor individueel gebruik als voor een samenwerkende groep in een slimme omgeving. Op een groot aantal gebieden geeft het Personal Protection System op een intuïtieve manier ondersteuning. Dit is direct gerelateerd aan het onderwerp safety en security, in het bijzonder rond het onderkennen van risico's, het signaleren van anomalieën, afwijkingen van het normale, of de alarmering bij acuut gevaar. Daarnaast speelt ook preventie hier een grote rol, bijvoorbeeld het voorkomen van gezondheidsschade of ongelukken met lichamelijk letsel.

People Planet Profit

In het kader van duurzame ontwikkeling wordt vaak het triple People Planet Profit (ook wel: de drie P's) gebruikt. Het staat voor de drie elementen, people (mensen), planet (planeet/milieu) en profit (opbrengst/winst). Het gaat om een afweging tussen deze drie P's, die in een harmonieuze wijze gecombineerd dienen te worden. Wanneer in een onderneming (of in de maatschappij) de combinatie niet harmonieus is zullen de andere elementen hieronder lijden. Als de winst bijvoorbeeld te veel prioriteit krijgt, dan zullen mens (denk aan slechte arbeidsomstandigheid)

en milieu (denk aan vervuiling) hiervan de dupe worden. De term is bedacht door John Elkington, een consultant op het terrein van duurzame ontwikkeling. Hij sprak van deze *triple bottom line* als manier om het succes van organisaties of van de maatschappij te meten. De drie P's worden door veel ondernemingen in Nederland geadopteerd als richtlijn voor maatschappelijk verantwoord ondernemen. In plaats van Profit wordt ook wel Prosperity (welvaart) gebruikt, om naast economische winst ook de maatschappelijke winst in de afwegingen te betrekken.



5 Kwaliteit van leven

Wat verstaan wij onder kwaliteit van leven, en welke rol speelt de toepassing van ambient intelligence hierbij? In dit hoofdstuk geven we onze visie weer en gaan we in op een aantal voorbeelden.

5.1 Inleiding op het thema welzijn en kwaliteit van leven

John Holdren is internationaal expert rond energie en klimaat en sinds december 2008 ook wetenschappelijk adviseur van president Obama van de Verenigde Staten. Volgens Holdren rust het menselijk welzijn (Eng: well-being) op drie pilaren, die in evenwicht moeten zijn en samen de kernverantwoordelijkheden van de maatschappij vormen (Holdren, 2007):

- *Economische voorwaarden als werk, inkomen, welvaart; kortom de mate waarin in materiële behoeften wordt voorzien.*
- *Sociaal-politieke voorwaarden als wetgeving, veiligheid, onderwijs, gezondheid; kortom hoofdzakelijk de mate waarin in immateriële behoeften wordt voorzien.*
- *Omgeving- en milieuvorwaarden als lucht, water, minerale bronnen, klimaat; kortom duurzaamheid.*

In Nederland is het onder andere Nico Bakken die deze visie mede uitdraagt (Bakken, 2009).

Er zijn vast nog vele andere definities van welzijn, maar wat in ieder geval duidelijk mag zijn is dat welzijn samenhangt met menselijke behoeften. De mens heeft een oneindig aantal behoeften. Deze worden wel ingedeeld in primaire levensbehoeften (onontbeerlijke benodigdheden zoals water, voedsel, onderdak, kleding en medische hulp), secundaire behoeften (sociale behoeften zoals onderwijs, cultuur, en sport) en tertiaire behoeften (luxebehoeften als verre reizen). De mate van vervulling van deze behoeften is sterk bepalend voor het welzijn. Welzijn echter is daarmee ook een relatief begrip. Zo kan ook het inkomen van de buurman een rol spelen, bijvoorbeeld in de situatie dat de buurman een nieuwe auto koopt, en de andere buurman zich dat zelf niet kan veroorloven. Dat kan tot wrijving en jaloezie leiden, en daarmee tot verlaging van het welzijn. Het eigen welzijn is blijkbaar dan afhankelijk van de welvaart of het welzijn van de buurman. Deze behoeften kunnen dus per persoon verschillend zijn. Hiermee komt nog een ander aspect naar boven. Behoeften zijn afhankelijk van onze cultuur, de beschavingsgraad, het klimaat, etc. De behoeften, en daarmee wellicht ons welzijn, zijn ook trendgevoelig.

Daarnaast wordt de term kwaliteit van leven wordt ook veel in medische context gebruikt. Gezondheidsgerelateerde kwali-

teit van leven wordt gedefinieerd als het functioneren van personen op fysiek, psychisch en sociaal gebied en de subjectieve evaluatie daarvan (Hoeymans e.a., 2005). Hiervoor bestaan generieke meetinstrumenten (vragenlijst) die scores opleveren over de kwaliteit van leven op een aantal dimensies. Dit brengt ons bij onderwerpen rond zorg en preventie. Ambient intelligence wordt hier ingezet in bijvoorbeeld woonomgevingen of om personen te coachen in een goede levensstijl.

Holdren schetst ook enkele stappen in de ontwikkeling tot welzijn. In eerste instantie gaat het om het verbeteren van de situatie waarin iemand verkeert: zowel in economisch opzicht als bekeken vanuit maatschappelijke, politiek en milieu perspectief. De ontwikkeling wordt vervolgens gekwalificeerd als duurzaam als deze ontwikkeling leidt tot verbeterde omstandigheden die in stand kunnen worden gehouden. Duurzaam welzijn gaat uit van duurzame ontwikkeling en het uitbreiden van de duurzame ontwikkeling waar welzijn nog ontbreekt.

De vraag die we ons stellen is op welke terreinen en in welke mate ambient intelligence kan bijdrage tot duurzaam welzijn. In de volgende paragrafen geven we enkele voorbeelden. De aandacht gaat uit naar de individuele mens en zijn welzijn, maar ook naar verschijnselen die belangrijke effecten op de groepen mensen en zelfs op

de wereldbevolking hebben. Denk hierbij aan gezondheid: het voorkomen van ziekte en ongevallen of het in stand houden van een gezond lichaam. In relatie daarmee staan eetgewoonten, gezonde voeding, beweging en sport, verslaving aan alcohol of drugs. We verwijzen ook naar het vorige hoofdstuk waar het gaat om veiligheid en beveiliging. Deze hebben een duidelijke relatie met welzijn.

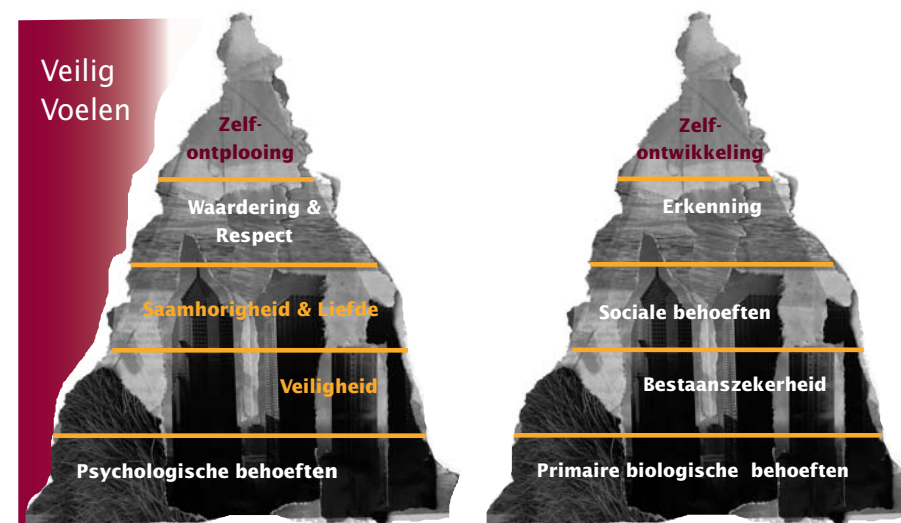
Duurzaam welzijn gaat dus ook om het milieu. Menselijk handelen heeft invloed op onze wereldwijde leefomgeving. Het is van groot belang dat lucht, water en land schoon beschikbaar blijven in een toestand dat de biodiversiteit in stand gehouden wordt en mensen er gezond en veilig kunnen leven. Het gebruik van energie is enorm toegenomen en het ziet ernaar uit dat ook opkomende economieën de komende jaren willen voorzien in een groeiende energiebehoefte. Het opwekken van energie door fossiele brandstof te verbranden heeft een schadelijk effect op de luchtkwaliteit en op het hele milieu. Ambient intelligence doet zelf ook een beroep op het gebruik van energie om apparaten en infrastructuur te laten functioneren. Het gevaar zou kunnen zijn dat ambient intelligence zelf bijdraagt aan milieuproblemen. Anderzijds kan ambient intelligence leiden tot zuiniger omgaan met energie. Dat neemt niet weg dat wereldwijd omgeschakeld moet worden naar alternatieve energiebronnen als zonne-energie of windenergie.

5.2 Selfempowerment

5.2.1 Welvaart en behoeften

Maslow (1943) was grondlegger van de humanistische psychologie en keek naar 'de gezonde mens'. Dit was nieuw ten opzichte van vroegere psychologen als Freud, die juist de 'ziektebeelden' bestudeerden. Je gaat niet naar kreupelen mensen kijken om te leren hoe je het beste kunt rennen; wereldkampioenen in hardlopen zijn daarvoor veel geschikter. Volgens Maslow's theorie willen mensen eerst een bepaalde behoefte vervuld hebben alvorens behoefte te krijgen naar de volgende. Mensen hebben allereerst behoefte aan fysiologische behoeften zoals eten, drinken, zuurstof, kleding, onderdak, enz. (primaire levensbehoeften). Als hieraan is voldaan, is fundamenteel dat aan de behoefte aan veiligheid wordt voldaan.

Of omgekeerd gesteld, als je werkelijk honger hebt, dan riskeer je onveiligheid als oorlog om toch aan eten te komen. Figuur 12 toont hoe de behoeftes elkaar opvolgen volgens Maslow. Wat volgt zijn de sociale behoeften, dat wil zeggen de behoefte aan liefde en de behoefte ergens bij te horen. Daarna de behoefte aan erkenning en waardering (zelfwaardering en waardering door anderen). Tenslotte de behoefte aan zelfverwezenlijking, het verlangen om meer en meer te worden wie je in aanleg al bent. Sommige onderzoekers beschouwen Maslow's theorie als onwetenschappelijk door het gebrek aan concreetheit van de gebruikte begrippen en/of het gebrek aan empirisch ondersteuning voor de theorie.



Figuur 12: Behoefteniveaus volgens Maslow.

Binnen het lectoraat kijken wij naar hoe we gezonde mensen met technologie kunnen ondersteunen in het verbeteren van hun welvaart en welzijn. Daarbij kijken we naar meer primaire levensbehoeften als comfort en veiligheid, dan naar de 'hogere' behoeftes als zelfverwezenlijking. We hebben gemerkt dat heel vaak bij 'domotica' (ambient technologie in de huisomgeving) of bij technologie en zorg de focus ligt op het ondersteunen van ouderen, bijvoorbeeld om ze langer zelfstandig te laten wonen. Dit is ook een belangrijk toepassingsgebied, dat we hier zullen noemen. Maar de scope van het onderzoek in het lectoraat richt zich in eerste instantie op de gewone vitale, werkende mens.

5.2.2 Duurzaam en comfortabel wonen

Vanuit demografische ontwikkelingen (vergrijzing) is het nodig dat ouderen steeds langer zelfstandig kunnen wonen. Ambient intelligence kan hierbij een belangrijke rol spelen. Om ouderen langer zelfstandig te laten wonen woonzorgzones ontwikkeld. Een woonzorgzone is vaak opgebouwd uit een aantal speciale woonvormen en bijkomend andere dienstverlening. Een woonzorgzone resulteert in een buurt met veel voorzieningen zo dicht mogelijk bij de bewoners van die wijk. Het gaat hier om voorzieningen op het gebied van wonen, welzijn, zorg en

behandeling. Zo zullen de fysiotherapeut en huisarts 'om de hoek' te vinden zijn. Een woonzorgzone omvat naast een integraal woon-zorgconcept, een goede planning en een samenwerking met diverse diensten, vaak ook de toepassing van nieuwe technologieën. Dit alles om ervoor te zorgen dat mensen zo lang mogelijk thuis kunnen blijven wonen en de zorg naar hen toe wordt gebracht.

Valdetectie

Om ouderen met een verpleeghuisindicatie toch nog zelfstandig te laten wonen is een behoorlijk toezichtniveau nodig. TNO ontwikkelde hiervoor een 'onbewaakt autonoom observatiesysteem'. Via draadloze sensoren kan worden gedetecteerd dat, bijvoorbeeld, een bewoner thuis ten val komt. De bewoner zelf hoeft daarbij geen apparaatje bij zich te dragen, zoals het bekende rode knopje om de nek. Alarmering vindt plaats via internet met een alarmeringsinstantie naar keuze. Het systeem is getest bij thuiswonende cliënten van Zorgpalet Baarn-Soest te Soest. Het bedrijf Eaton te Hengelo integreert deze functionaliteit in zijn domoticasystemen voor comfort, welzijn en veiligheid in huis. Zo kunnen ouderen langer zelfstandig thuis wonen.



Foto: Eaton.

De dienstverlening binnen de woonzorgzone is niet enkel gericht op senioren. Immers, in een woonzorgzone wonen naast ouderen en andere mensen die zorg nodig hebben ook 'gewone' burgers. Deze komen hooguit wat vaker mensen met functiebeperkingen tegen. De meerderheid van de bewoners zal geen zorgcliënt zijn, maar kan in principe wel gebruik maken van dezelfde technologie- of wijkvoorzieningen. Alle bewoners van de

zone die hulp nodig hebben kunnen bij deze diensten terecht. Zo blijkt dat het bij woonzorgzones feitelijk gaat om (een uitbreiding naar) levensloopbestendige wijken waar veiligheid, comfort, sociale betrokkenheid en toegankelijkheid prioriteit zijn. De wensen van de wijkbewoners zijn uiteraard uitgangspunt bij het samenstellen van het aanbod aan diensten en producten.

Cogknow

Bij Novay te Enschede doet men in de context van het project Cogknow onderzoek naar de behoeften van mensen met een lichte vorm van dementie. Het doel hiervan is om hen te helpen hun dagelijkse bezigheden gemakkelijker uit te voeren. Hierbij wordt gestreefd naar cognitieve versterking, waarmee deze mensen worden geholpen met herinneren, het onderhouden van sociale contacten, het uitvoeren van dagelijkse bezigheden en het verhogen van hun gevoel van veiligheid. Zo is een navigatiesysteem ontwikkeld waarmee ondersteuning wordt geboden om bijvoorbeeld nog zelfstandig de deur uit te gaan voor het doen van dagelijkse boodschappen.

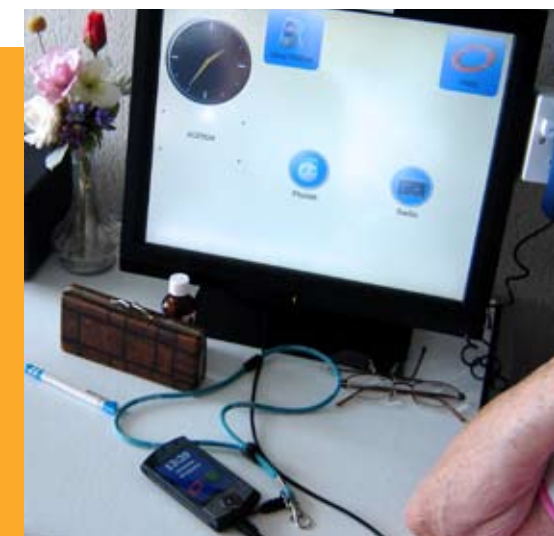


Foto: Novay.

5.2.3 Slimme huizen

Door de inrichting van de in de vorige paragraaf genoemde woonzorgzones kunnen mensen langer zelfstandig blijven wonen. Bovendien is de noodzakelijke zorg eenvoudiger te krijgen. Ook wanneer verhuizing naar een aangepaste woning nodig is, moet dit in de eigen buurt kunnen. Echter, nog beter is het als de huizen zelf kunnen worden aangepast, in plaats van dat –zoals nu bij veel gemeentes geldt– het primaat van verhuizing wordt toegepast bij burgers die een aangepaste woning nodig hebben. We komen dan op het terrein van de levensloopbestendige woningen en de domotica.

Onder levensloopbestendige woningen worden woningen verstaand waar de bewoner tot op hoge leeftijd in kan wonen. Slechts 10% van de woningen voldoet aan de basiscriteria van toegankelijkheid en aanpasbaarheid, terwijl 20% van de huishoudens op grond van leeftijd zo'n woning nodig zou hebben¹². Het aanbod van levensloopbestendig gebouwde woningen neemt de komende jaren naar verwachting toe, mede doordat de overheid flexibele en aanpasbare nieuwbouw stimuleert. Flexibele en aanpasbare woningen hebben echter alles te maken met ambient intelligence. Immers, ambient intelligence is per definitie dat de omgeving zich aanpast aan de aanwezig personen! Wij spreken dan ook eigenlijk liever van slimme woningen. Een slimme (levens-

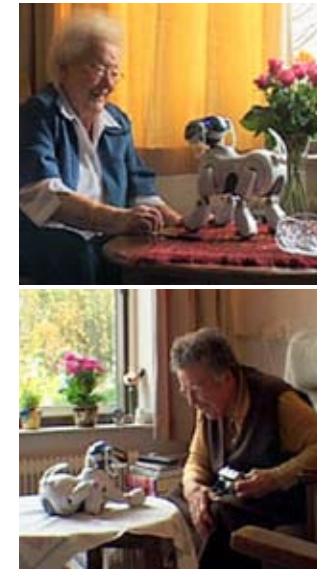
loopbestendige) woning kent een intelligente basisinfrastructuur die de woning een flexibel platform verschaft waarop een breed scala van diensten op het gebied van comfort, veiligheid, zorg en entertainment kan worden aangeboden.

De robothond als gezelschapsdier

Sony heeft de AIBO als een entertainment robot op de markt gebracht. Deze lopende robothond beschikt over tal van sensoren (microfoon en videocamera in het hoofd, druksensoren in de voeten, aanrakingssensoren op het hoofd en de rug, afstandssensor) waarmee hij omgevingsbewust wordt. De AIBO reageert door geluid te maken, te lopen, dansen, dingen met zijn bek te pakken, te kwispelen met zijn staart en lichtjes in een bepaald patroon te laten zien op zijn hoofd, te gaan liggen, zijn oren te "spitsen". Ook beschikt de AIBO over WIFI. Door de combinatie van sensoren en actuatoren kan de AIBO een natuurlijke interactie met mensen in zijn omgeving aan gaan.

Vanuit Novay (toen nog Telematica Instituut) is door studenten van de Hogeschool voor de Kunsten Utrecht een DVD en Website gemaakt waarin de ervaringen van de introductie van de AIBO bij ouderen is gedocumenteerd (Thomassen, 2008). Naderhand hebben ook studenten van Saxion vergelijkbare experimenten gedaan.

Ouderen blijken de interactie met de AIBO aandoenlijk te vinden en raken al snel gehecht aan dit bijzondere "hondje". De acceptatie was boven verwachting groot. Het idee was de AIBO in te zetten voor toepassingen als monitoring, communicatie en praktische handelingen als vorm van dagelijkse ondersteuning met als doel ouderen een groter mate van zelfstandigheid te geven. Hiermee kan de AIBO als een ambient intelligence toepassing worden beschouwd. Helaas heeft Sony de productie en verkoop van de AIBO getaakt. Er is nog niet een volwaardig alternatief op de markt.



Foto's: Novay.

Slimme woningen worden vaak 'verward' met domotica-woningen. Daarmee bedoelt men dan woningen die zijn uitgerust met allerlei technische snufjes voor comfortabel en veilig wonen. Denk hierbij aan een video- of intercomsysteem waarmee men op een beeldscherm kan zien wie er buiten voor de deur staat, het bekende rode knopje om de nek om te alarmeren, of een schakelaar waarmee de bewoner met een druk op de knop alle apparaten en lampen uitschakelt, de deur opent of het inbraakalarm activeert. Deze technologie is natuurlijk ook nodig, maar het gaat bij een slimme woning niet om de technologie, maar om de diensten (zorg, comfort), of misschien zelfs om het gevoel van de beleving (prettig, leuk, vei-

lig). Kortom, het gaat om wat we ambient intelligence noemen. Op basis van waarnemingen met sensoren kan een beeld worden opgebouwd van, bijvoorbeeld, het klimaat in de woning. Denk hierbij ook aan vervuiling of aan gevaarlijke stoffen, luchtkwaliteit en temperatuur. Door de mogelijkheid autonoom te alarmeren, stoffen af te zuigen, of de verwarming of koeling aan te passen aan de omstandigheden en aan de intenties van de mensen die daar activiteiten uitvoeren ontstaat een slim huis.

¹²www.eigenhuis.nl/VerenigingEigenHuis/Wonen/Gezond+en+veilig+wonen/OuderWorden

Realive

Het bedrijf Isolectra te Capelle aan de IJssel, onderdeel van de TKH groep, ontwikkelde een geïntegreerd modulair concept dat het mogelijk maakt om modules te activeren op het moment dat de bewoner hier behoefte aan heeft. Samen vormen deze modules een integraal concept voor veiligheid, zorg en comfort toepassingen. Beeldcommunicatie, bijvoorbeeld, biedt de bewoner de mogelijkheid om één-op-één contact te maken met een zorgcentrale, maar ook met familie, burens, vrienden, of mantelzorgers. Dit werkt allemaal via de eigen televisie. Ook kunnen er diverse huisautomatisering (domotica) functies worden aangestuurd, zoals het centraal uitschakelen van alle verlichting in de woning. Het systeem is ambient omdat het –indien gewenst– de mogelijkheid biedt allerlei sensorinformatie, zoals camerabeelden, bloeddruk, of zelfs een ECG, etc., door te sturen naar een call-center (bijvoorbeeld voor alarmering) of zorgverleners (bijvoorbeeld een huisarts). Gegeven de omstandigheden kan deze hier weer actie op ondernemen. Te Haaksbergen is een democentrum voor Realive ingericht.



Foto: Isolectra.

Rond slimme huizen spelen ook sectoroverstijgende aspecten. Energie, ventilatie, zorg, water, onderwijs, beveiliging en ICT-diensten worden nog te vaak gezien als op zichzelf staande uitdagingen waarvoor binnen de constructie van het huis en de directe omgeving een oplossing moet worden gezocht. Uit overwegingen van efficiëntie en realiseerbaarheid is een integrale (breedband) infrastructuur nodig.

5.2.4 Sociale behoeften

Hoe kun je voorkomen dat mensen in een sociaal isolement terecht komen? Juist op dit vlak kan ambient intelligence veel betekenen. Er zijn fotolijstjes, slimme dingen in de vorm van een huisdier, fruit, die hun een vorm van gezelschapsbeleving kunnen geven of kunnen laten merken dat anderen met hen in contact staan, aan hen denken.

Slimme lamp tiLumi

Door Inspiro te Arnhem is tiLumi, een design lamp met een mooi verlichtingseffect, ontwikkeld. De vorm van de lamp kan veranderen en zo is het mogelijk via de lamp te communiceren. Met tiLumi creëert men een eigen sfeer en deelt deze desgewenst met vrienden, gelief-



Foto's: Inspiro.

den of familie. Door tiLumi is men op een originele manier verbonden met al zijn contacten. Met dit product combineert het bedrijf Inspiro uit Arnhem een nieuwe manier van communiceren, beleven en verlichting



Vanuit de sociologie wordt het begrip 'sociale cohesie' gebruikt om de sociale samenhang in de maatschappij aan te duiden. Het begrip wordt ook wel omschreven als 'kleefkracht'. Hoe hechter de sociale cohesie, hoe groter de solidariteit in een gemeenschap. Sociale cohesie bestaat op verschillende niveaus. Op microniveau zien we bijvoorbeeld de sociale cohesie binnen het gezin, de familie of de vriendenkring. Op meso niveau zien we sociale cohesie binnen bijvoorbeeld bedrijfstakken, sectoren, verenigingen of kerkgenootschappen. Op macro niveau gaat het om de samenhang van de samenleving van mensen die bijvoorbeeld dezelfde taal, geschiedenis of gewoonten als 'Sinterklaas' delen. Men identificeert zich met elkaar en/of voelt zich verbonden.

Bij ouderen is het van vitaal belang dat zo lang mogelijk de gewenste sociale contacten kunnen worden onderhouden. Op hogere leeftijd is niet alleen de behoefte groot, maar het is ook niet meer vanzelfsprekend dat men nog veel contacten heeft. De wereld wordt vaak juist kleiner. Voor het omgaan met mensen moet meer moeite gedaan worden. Daarom is het prettig dat er anderen zijn die aan hen denken en dat laten merken. Bij dat laatste kan communicatie via natuurlijke, digitale interfaces een plezierige manier zijn om contact te hebben met familie of vrienden, ook als die ver weg zijn.

Het gaat echter niet alleen om ouderen. Het gaat ook om contacten in het gezin. In veel gevallen werken beide ouders. Iedereen is druk met werk, school, sport vrienden etc. Toch blijft de behoefte om elkaar te laten weten waar je bent, wat je doet, wat je bezighoudt. We zien al een enorm gebruik van Twitter, SMS en mobiele telefonie. Dit zal steeds meer worden verrijkt met nieuwe interfaces en diensten. Juist bij nieuwe manieren van werken is er de ruimte om ook tussendoor te communiceren, misschien vluchtig, maar het kan. Als het een vervanging wordt van gewoon face-to-face communicatie, kunnen we er vraagtekens bij zetten, maar als aanvulling, misschien wel als noodzakelijke aanvulling, biedt ambient intelligence mogelijkheden om op een prettige manier bij elkaar betrokken te blijven.

ICT, en ambient intelligence in het bijzonder, kan daarmee een belangrijke rol spelen om de sociale cohesie te versterken. Dit kan variëren van informatiediensten als 'buurtportals', communicatiediensten als MSN, tot sociale netwerken als Hyves, Facebook of LinkedIn. Echter, ICT kan niet alleen de sociale cohesie versterken, maar deze ook verzwakken! We spreken dan van een digital divide. Hier kan ICT overigens ook weer een oplossing voor zijn! We komen hier in sectie 7.3.5 op terug.

Konijntje

Voor patiënten die langere tijd moeten herstellen, is het belangrijk dat ze zich verbonden blijven voelen met familie en vrienden. Daar kunnen ambient intelligence toepassingen bij helpen. Iemand in het ziekenhuis kan al met webcam en laptop virtueel aanwezig zijn in, bijvoorbeeld, zijn klas op school. Maar ook het aanbod de digitale fotolijstjes neemt sterk toe. Op afstand kan dan een foto worden gestuurd naar, bijvoorbeeld, de thuisomgeving. Novay te Enschede onderzocht de sociale verbondenheid van een patiënt met het thuisfront kan worden versterkt via een zogenaamde Nabaztag (WiFi konijn) die reageert op gebeurtenissen thuis. De proef leverde vooral positieve reacties op.



Foto: Saxion.

5.3 Welzijn

5.3.1 Preventie en gezondheid

Bij preventie wordt nog vaak gedacht vanuit een gezondheidsperspectief. Een veel gebruikte indeling van preventie is die naar primaire, secundaire en tertiaire preventie¹³.

- *Onder primaire preventie vallen activiteiten die erop gericht zijn om te voorkómen dat een bepaald gezondheidsprobleem, ziekte of ongeval ontstaat. De doelgroep bij primaire preventie zijn de gezonde mensen.*
- *Bij secundaire preventie worden ziekten of afwijkingen in een vroeg stadium opgespoord, bijvoorbeeld voordat de ziekte zich bij de betreffende persoon uit. De ziekte of afwijking kan daardoor eerder worden behandeld, zodat de ziekte eerder geneest of de ziekte niet erger wordt. De doelgroep bestaat uit personen die ziek zijn, een verhoogd risico lopen of een bepaalde genetische aanleg hebben.*
- *Bij tertiaire preventie worden complicaties en ziekteverergering voorkomen. Dit valt vaak al onder de zorg. Vaak gaat het er hier om, om mensen bij wie een ziekte al is vastgesteld zelfredzamer te maken. Zo is tertiaire preventie van diabetes gericht op het optimaal behandelen van bekende diabetespatiënten, om zo complicaties te voorkómen of uit te stellen.*

¹³www.rivm.nl/vtv/object_document/o2282n16909.html

Preventie wordt vaak bereikt door een bepaald gedrag vertonen. De gezondheid van haar medewerkers staat bij Saxion bijvoorbeeld hoog in het vaandel. Saxion doet daarom een ruim aanbod aan haar medewerkers voor gratis workshops en trainingen onder de noemer Saxion Fits. Hierin komen onderwerpen als de balans tussen werk en privé, de combinatie van moederschap en werk, een leefstijltraining, respectvol samenwerken, stoppen

met roken, onthaasten –met een duur woord aangeduid als mindfulness– en stoelmassages die worden aangeprezen als een onderhoudsbeurt voor het lichaam aan de orde. Ook sporten wordt ondersteund net als gezond lekkers uit de Saxion Fresh Today stand. Observatie van gedrag, of het geven van tips hierbij (coaching) via digitale interfaces, avatars, of andere actuatoren is echter weer een zaak van ambient intelligence.

De Beschermengel¹⁴

De Beschermengel is een concept dat is geïnitieerd door Axis Media Ontwerpers te Enschede. Het concept maakt gebruik van omgevingsinformatie, analyseert dat, en communiceert via een digitale interface naar de gebruiker. Hiermee ontstaat een persoonsgebonden, interactief, dynamisch en modulair systeem dat mensen helpt, bewaakt, beschermt en coacht om hen langer, lekker, gezond, zelfstandig en veilig te laten leven. Voorbeelden van sensoren die binnen dit concept passen zijn:

- Rond het lichaam: de hartslag, het HB gehalte, etc.
- Rond de omgeving: de luchtdruk, de luchtvervuiling, etc.
- Met betrekking tot voeding: de versheid, het vetgehalte, etc.

De waarnemingen worden getoetst aan kennisbestanden en expertise, en op grond daarvan geeft het systeem advies of informatie, waarschuwt, dient iets toe of treedt op als intermediair. De drager kan met behulp van de Beschermengel zijn eigen gezondheid en welbevinden monitoren en managen. Een van de beoogde producten is een apparaat dat via een bril en een audiosysteem een hardloper die zijn training doet in de publieke ruimte attendeert op auto's in de omgeving, lichaamsfuncties laat zien, waarschuwt bij het overschrijden van kritieke waarden. Bovendien kan route-informatie worden getoond.



Foto: Axis Media Ontwerpers.

¹⁴www.mijnbeschermengel.nl

Preventie heeft uiteraard te maken met meer verschijnselen die relateren aan het welzijn van mensen dan alleen de gezondheid. Rond veiligheid speelt preventie een grote rol. Het in sectie 4.3.2 aan de orde gekomen cameratoezicht wordt vaak preventief ingezet: op basis van de camerabeelden zien dat er wat gaat gebeuren en voor die tijd ingrijpen. Maar je kunt ook denken aan geweldspreventie tussen staten, dus aan oorlogsgeweld. Al is daar niet altijd een duidelijke relatie met ambient intelligence te leggen, deze relatie is er wel als we de scope verkleinen richting geweld in huiselijke kring, op het werk, op straat of in een buurt. Met behulp van slimme dingen kan geweld of de aanloop erheen snel gedetecteerd worden. Huisgenoten, welzijnswerkers, politie kunnen daar gebruik van maken.

Preventie heeft ook te maken met stressreductie. Hoe kun je voorkomen dat mensen teveel stress ondervinden? Kinderen vinden een behandelkamer van een arts ongezellig. Ze voelen er zich niet thuis. Door een op het kind afgestemde verlichting of interactieve projectie van beelden op de wand, vloer of plafond kan de stress verminderen. Ook in hoofdstuk 4 zijn voorbeelden genoemd van stresspreventie of lichaamshouding op het werk, en de manier waarop intelligente interactieve systemen daar een rol in kunnen spelen.

Persoonlijke MRI omgevingen

Het ondergaan van een MRI_scan hoeft niet langer een vervelende ervaring te zijn. Philips Medical gebuikt ambient technologie om patiënten in een op hen persoonlijk afgestemde klinische omgeving te onderzoeken. Zeker voor kinderen betekent dit minder concentratie op het ondergaan van de scan. Ze voelen zich er beter bij dan voorheen doordat ze worden afgeleid door boeiende beelden die op het plafond worden geprojecteerd.



Foto: Philips.

5.3.2 Coaching

Preventie is ook direct gerelateerd aan coaching. Denk bijvoorbeeld aan de sport, een gebied dat in ons lectoraat aandacht krijgt. Hoe goed, gezond en plezierig sporten ook kan zijn, er kleven ook risico's

aan. Sportblessures variëren van spierverrekkingen, botbreuken, knie- en hoofdletsels tot beenvliesontstekingen. Preventie krijgt terecht veel aandacht. Goede coaching helpt letsel te voorkomen. Juist op de punten van preventie en coaching kunnen slimme apparaten een belangrijke bijdrage leveren. Ook kleding kan smart zijn en dan niet alleen in de betekenis van er mooi uitzien, maar in de zin van het bieden van een goede ondersteuning om beter en gezonder te presteren.

Virtueel wielrennen

Bij sporttoepassingen maken we binnen het lectoraat gebruik van de fietstrainer van Tacx te Wassenaar. Saxion beschikt over enkele exemplaren. Hier vindt een smelteling plaats van de fysieke en virtuele werkelijkheid. De trainer neemt het werkelijke fietsgedrag door middel van sensoren op en reageert afhankelijk van de virtuele omgeving waarin de fietser zich beweegt. Zo zal de fietser zwaarder moeten trappen bij het bestijgen van een berg en versneld worden bij de afdaling. De Tacx kan worden uitgebreid met tal van sensoren rond het lichaam en actuatoren die de werkelijkheid steeds beter benaderen.



Foto's: Saxion.

Coaching is toepasbaar op vele terreinen. We noemen hier als voorbeeld het reizen. Voor veel mensen is het zelfstandig op reis gaan een enerverende onderneming. Denk niet alleen aan ouderen maar ook aan mensen met gezichtsbeperkingen, concentratieproblemen (onder andere autisme), mensen die onder grote psychische druk staan en minder validen. Een persoonlijk systeem dat hen coacht en helpt ontspannen te reizen, hen behoedt verkeerde of overhaaste beslissingen te nemen of voorkomt dat zij in paniek raken. Dit systeem kan een ondersteuning bieden en hen beschermen tegen gevaren van het zelfstandig reizen in onbekende omgevingen. Bij een systeem dat vooral gericht is op openbaar vervoer kun je bijvoorbeeld denken aan de volgende functionaliteiten:

- *dynamische reisplanning met actuele locatiebepaling, met aanwijzing hoe te handelen bij afwijkingen van het normale rooster, met tijdige attendering op een overstap en navigatie naar een ander perron, of suggesties voor wisseling van trein naar bus of taxi en vice versa;*
- *plattegronden en kaarten van routes en belangrijke overstapplaatsen;*
- *hulp bij het vinden van mensen die men wil ontmoeten op een bepaalde plek zoals een station of een stadscentrum, denk aan een "waar ben je?" functie;*

- informatievoorziening vanuit reisorganisaties over actuele afwijkingen in het reisschema, vertrek en aankomsttijd, en perrons, informatie over alternatieve aansluitingen op een volgende trein of bus;
- meting van lichaamsfuncties zoals hartslag, transpiratie, bloeddruk, temperatuur; deze gegevens kunnen

worden gebruikt om bij voorbeeld stress te bepalen en vervolgens dit mee te nemen in een adequate coaching;

- multimodale begeleiding via audio, beeld, tekst op een scherm, video.

Door steeds verdergaande miniaturisering kan een dergelijk systeem in een PDA of mobiele telefoon geïntegreerd worden.

Digitale coaching

In samenwerking met onder andere het Dr. Leo Kannerhuis ontwikkelde RE-phra-se te Doorwerth de toepassing Dunov, een digitale coach op de iPod Touch. Deze applicatie is een coach voor jongeren met een stoornis in het autistisch spectrum en helpt bij het reizen met het openbaar vervoer. In moeilijke situaties kan de coach daarbij om advies worden gevraagd. Het systeem is gebaseerd op 'dia-logging', waarbij zinnen van gevoerde gesprekken worden opgeslagen, hergebruikt en aangevuld. Op deze manier ontstaan meerkeuze conversaties. Voor deze applicatie is veel belangstelling, ook buiten de directe doelgroep. De interactieve coach lijkt een goed middel waarmee mensen met een beperking (zoals autisme) of probleem zich beter kunnen redden in onze samenleving.



Foto:
Dr. Leo Kannerhuis, Nijmegen.

5.3.3 Life style

Ten slotte in het kader van welzijn nog enkele woorden over 'life style'. "We moeten consequent iets doen aan de bevordering van een gezonde levensstijl", zegt Jaap Seidell, hoogleraar voeding en gezondheid aan de Vrije Universiteit in Amsterdam in een interview met de Wereldomroep (2009)¹⁵. Hij vervolgt: "Maar liefst een derde tot de helft van de ziektegevallen in Nederland is te wijten aan een ongezonde levensstijl. De Raad voor de Volksgezondheid & Zorg schreef er in mei samen met twee andere instanties een rapport (RVZ,2009) over. De uitkomsten van het onderzoek waren misschien niet verrassend. We weten immers dat roken, overmatig drankgebruik, ongezond eten en te weinig beweging niet goed voor ons zijn. Maar de harde cijfers drukken

ons toch behoorlijk met de neus op de feiten."

Andere elementen die vaak in relatie gebracht worden met de levensstijl zijn sfeer, luxe wonen, reizen, werken, sparen, omgaan met resources. Vaak wordt het Engelse woord life-style gebruikt om aan te geven dat het sfeer, luxe en ontspanning gaat. Naast een vaak druk leven hebben mensen behoefte aan ontspanning in een prettige sfeer. Het zou een van de prettige effecten van ambient intelligence zijn als toepassingen ervan bijdragen aan een minder gejaagde levensstijl. Niet alles alleen maar even snel tussendoor doen, maar ook de tijd kunnen nemen om aandacht te hebben voor anderen, voor bezinning en volop van goede dingen kunnen genieten.

Smart Mirror

Nedap te Groenlo heeft een Smart Mirror geïntroduceerd die met behulp van zogenaamde RFID tags kleding kan herkennen. Door een bepaald kledingstuk voor de spiegel te houden wordt automatisch een aantal foto's van een fotomodel getoond met achtereenvolgens verschillende combinaties met het betreffende kledingstuk. Zo geeft de spiegel advies en suggesties over het kledingstuk en bijbehorende accessoires die kunnen worden aangeschaft. Ook in de paskamer kan het te passen artikel automatisch worden herkend. Op een touch screen, kunnen combinaties worden geselecteerd. Verkoopsters kunnen vervolgens via een PDA bericht krijgen om een bepaald artikel naar een bepaalde paskamer te brengen.



Foto: Nedap.

¹⁵www.rnw.nl/nl/nederlands/article/jaap-seidell-overgewicht-neemt-nog-steeds-toe

5.4 CleanTech

Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk weergegeven gaat duurzaam welzijn ook over het milieu. Het milieu vormt een van de meest serieuze uitdagingen voor onze generatie. We zullen dit onderwerp op twee manieren benaderen in deze sectie. Ten eerste hebben we aandacht voor de wereldwijde leefomgeving van mens en dier en gerelateerd de persoonlijke leef- en werkomgeving. Ten tweede besteden we speciale aandacht aan energie.

5.4.1 Environmental processing

De toenemende wereldbevolking met een enorme toename van industriële activiteiten, grote luxe in de rijke landen, en steeds meer verkeer en communicatie doen een ongekend beroep op schaarse hulpbronnen. Grondstoffen zijn er weliswaar nog steeds genoeg, maar de voorraad neemt sterk af en er zijn steeds meer mensen in steeds meer landen die er een beroep op doen. De winning van grondstoffen gebeurt vaak zodanig dat natuurlijke omgevingen verwoest worden en maar langzaam kunnen hertstellen. Ook de behoefte aan voedsel leidt ertoe dat de bodem uitgeput wordt en natuurlijke begroeiing verdwijnt. Soms heeft dat rampzalige gevolgen. Denk aan het verdwijnen van grote delen van de regenwouden en de snelle afname van de biodiversiteit. Bij doorgaande overbevissing voorziet men het uitsterven van vissoorten. Niet

alleen het verdwijnen van natuurlijke omgevingen en het uitsterven van dieren en plantensoorten door roofbouw is een probleem, maar de vervuiling versterkt dit nog eens. De kwaliteit van water en lucht wordt minder. Opwarming versnelt de verslechtering en heeft grote invloed op het klimaat.

Great Barrier Reef

Het koraal op het Great Barrier Reef wordt bedreigd door klimaatveranderingen. Om de status en ontwikkelingen van het koraal te volgen, worden sensoren in zee aan boeien geplaatst die metingen uitvoeren en de resultaten via het wireless sensor netwerk doorgeven. Het Enschedese bedrijf Ambient Systems ontwikkelt zowel de sensor nodes als de applicatie software.



Met behulp van moderne sensortechnieken kan de toestand van een ecosysteem in kaart worden gebracht en processen worden bestudeerd of gecontroleerd. Dit zien we op tal van plekken in de wereld. Met behulp van sensoren van Ambient Systems is onderzoek gedaan naar ontwikkelingen in het Great Barrier Reef. De IJkdijk is in Nederland een bekend voorbeeld waarbij onderzoek wordt gedaan naar het gebruik van sensoren voor dijkbewaking. In Assen zijn er ambities om

een sensornetwerk over de stad uit te rollen en zo, bijvoorbeeld, geluidsprofielen te kunnen monitoren. Snuffelpalen worden in ieder geval steeds intelligenter. De verwachting is dat men op basis van steeds betere modellen en beter inzicht in de complexe processen binnen een ecosysteem in de toekomst ook steeds effectiever kan reageren op bijvoorbeeld degradatie en zo schade kan voorkomen, beperken of herstellen.

De integratie van een ecosysteem met een ambient intelligence systeem kan niet alleen leiden tot een beter begrip van wat er gebeurt, maar kan ook tijdige detectie en signalering mogelijk maken. Bij meerjarige waarnemingen kan ook geleerd worden welke maatregelen een gunstige uitwerking hebben en of er preventieve maatregelen (liefst automatisch en autonoom) kunnen worden genomen. Zonder het optimisme te willen verstoren, is het wel goed ons te realiseren dat ecosystemen inherent complex zijn en dat die complexiteit verhoogd wordt door de samenhang van ecosystemen wereldwijd.

Waar het in dit kader bij ambient intelligence omgaat is, dat er intelligente doelgroepgerichte diensten worden gerealiseerd. Een mooi voorbeeld daarvan is de ondersteuning bij de bestrijding van bosbranden. Wereldwijd neemt het gevaar van brand in natuurgebieden toe. Ook op de Veluwe willen brandweerkorpsen

effectiever kunnen optreden om bosbranden te helpen voorkomen of beperken door zo effectief mogelijk op te treden. Tevens wil men bij brand mensen die gevaar lopen zo snel mogelijk alarmeren en wijzen op vluchtroutes. Er wordt onderzoek gedaan naar slimme observaties van bos- en heidegebieden. Men overweegt sensoren in te zetten in onbemande vliegtuigjes of ad-hoc wireless sensornetwerken te gebruiken. Bij het laatste wordt nog onderzocht hoe men de zwakke radiosignalen waarmee een wireless netwerk wordt opgezet doelmatig kan inzetten, zonder te sterk gehinderd te worden door signaaldemping door het blad aan de bomen. Bij vliegtuigjes speelt dit probleem minder maar is er sterke behoefte aan herkenning van het soort bomen in het bos. Gaat het om loofbomen of naaldbomen? Op basis van de sensorinformatie kan men surveillances gericht plannen met intelligente contextbewuste systemen. Bij brand wil men niet alleen weten waar die woedt maar ook in welke richting en met welke snelheid de vuurhaard zich verspreidt, welk type bomen in het terrein staan en nog belangrijker welke mensen zich bevinden in het bos. Vooral dat laatste is van groot belang om waarschuwing via sms, telefoon en dergelijke automatisch te kunnen uitvoeren en te wijzen op veilige vluchtroutes. Hiervoor zal ten behoeve van het contextinformatiesysteem samenwerking met telecom providers nodig zijn.

Ad-hoc netwerken

TI-WMC uit Enschede ontwikkelt slimme draadloze netwerken waarbij de knooppunten elkaar zelf vinden, en vervolgens onderling een netwerk opspannen. In geval van calamiteiten kan zo snel een communicatienetwerk worden gerealiseerd. Bij een bosbrand, bijvoorbeeld kunnen de knooppunten in de aanrijdende brandweerauto's zitten, of aan een parachute worden neergelaten.

Foto: TI-WMC.



5.4.2 Energie

Doordat het energie gebruik in de laatste eeuw zo drastisch gegroeid is, hebben we de voorraad kolen, olie en gas al zo ver geconsumeerd, dat over enkele tientallen jaren het einde in zicht komt. Het zijn schaarse bronnen als het om fossiele brandstoffen gaat. Bovendien blijkt het gebruik bijzonder inefficiënt te gebeuren. Verlichting kan met zeker 40% minder energie toe dan nu het geval is. De efficiëntie van elektriciteitsopwekking en distributie is zo laag, dat we ons moeten afvragen of energie niet meer gedistribueerd opgewekt moet worden, daar waar het gebruikt wordt en niet in grote centrales.

Het gebruik van de voorraad fossiele brandstoffen heeft slechte effecten op het

milieu en het klimaat. Er worden broeikasgassen uitgestoten als CO₂ die leiden tot opwarming van de aarde en tot klimaatveranderingen waarvan we de gevolgen niet kennen. Er komt meer CO₂ in het milieu dan we eraan onttrekken. Door het broeikaseffect wordt energiezuinigheid en een andere manier van energieopwekking een steeds relevantere uitdaging. Maar we hebben wel energie nodig voor verwarming, koeling, mobiliteit en communicatie. De behoefte groeit zelfs nog sterk. Opkomende economieën vragen ook hun deel.

Met energie is iets raars aan de hand. Enerzijds is de voorraad brandstoffen schaars en is bovendien voor velen kernenergie bedenkelijk. Anderzijds is er een onuitputtelijke bron zonne- en windenergie die we nauwelijks goed weten te benutten. Daarom is er onderzoek nodig op een aantal gebieden en daarbij kan slimme ICT en ambient intelligence een belangrijke rol spelen, maar ook van nano- en microtechnologie verwachten we een belangrijke bijdrage.

Energiebesparing

Er valt nog veel energie te besparen door er zuiniger mee om te gaan. Aan verlichting besteden we in Nederland 19% van ons energiegebruik. Alleen al daarop is een besparing van 40% mogelijk, doordat het veel efficiënter kan met nieuwe LED-lampen. Computers verbruiken veel

energie die voor een groot deel omgezet wordt in warmte. In grote datacentra vraagt de koeling daarom ook nog extra energie. We zullen zuiniger computers moeten ontwerpen en de computer daarnaast ook zuiniger moeten gebruiken. Er zijn voldoende mogelijkheden om te onderzoeken hoe we tot zogenaamde Green ICT kunnen komen.

Door het toepassen van ambient intelligence, dus door omgevingen slim te maken en het energiegebruik afstemmen op de persoonlijke behoefte, kunnen we energie besparen. Denk aan verlichting die nu in veel bedrijven overal aan staat, ook al maakt men er nauwelijks gebruik van. Ook op de openbare weg – de werkplek van veel chauffeurs – is de hoeveelheid verlichting nauwelijks nog aangepast aan de behoefte. Met slimme systemen kan men straatverlichting op de snelwegen dimmen waar geen verkeer is en met de stroom auto's mee laten gaan. In kantoren staan veel computers ook 's nachts aan

evenals op tijden dat er niet mee gewerkt wordt. Door de energievoorziening te laten reageren op wat mensen doen met apparaten kan energie bespaard worden.

Energieopwekking

De oplossing van het energieprobleem zit vooral in het benutten van natuurlijke energie als zonne- en windenergie die in onbeperkte hoeveelheden beschikbaar is. We moeten leren deze energie te oogsten. Om dit mogelijk te maken, kan een belangrijke bijdrage verwacht worden van het toepassen van nieuwe materialen die door de nanotechnologie beschikbaar komen. De strategische research agenda nanotechnologie (NNI, 2008; p. 39) onderkent de afhankelijkheid van het succes van ambient intelligence van overal beschikbare energie. We lezen "zo is bijvoorbeeld de visie van ambient intelligence volledig afhankelijk van de beschikbare mobiele power resources". Men voorziet dat nanotechnologie onmisbaar is om dit probleem

Effectief energiebeheer in huis.

Energiebesparing begint met bewustwording van het eigen gebruik. Eaton te Hengelo ontwikkelde systemen waarmee gebruikers inzicht kunnen krijgen in hun eigen energieverbruik, en dit ook kunnen vergelijken met landelijke gemiddelden van gebruik. Om het gebruikers gemakkelijk te maken kan bovendien met één druk op de knop (in de meterkast) het 'huis' in de dag- of nachtstand worden gezet, of in de aanwezig of afwezig stand. Via het domoticasysteem worden apparaten dan in de juiste modus gezet, en hiermee het energieverbruik geoptimaliseerd.



Foto's: Eaton.



op te lossen. Zowel bij het opwekken van energie – denk aan materialen voor zonnecellen en voor energieopwekkende ventilatoren – als bij de opslag in betere batterijen kunnen nanomaterialen de basis vormen voor meer rendement en een langduriger gebruik (NNI, 2008; paragraaf 3.2.3).

Energie kan ook veel meer lokaal worden opgewekt en geoogst. Energy harvesting is een onderzoeksonderwerp dat weliswaar buiten de scope van het lectoraat valt, maar waarvan de oplossing wel van belang is voor het realiseren van slimme omgevingen. Energie is in de meeste omgevingen volop aanwezig. Denk aan licht, warmte, bewegingen, trillingen. Energie kan in principe onttrokken worden aan loopbewegingen door in de zool van een schoen bewegingen en de afwisseling van de mate van druk op de zool te gebruiken voor energieopwekking. Warmte in de huid kan daarvoor ook gebruikt worden, maar ook de warmte in een kantoor of fabriekshal. De verwachtingen is dat energie kan worden opgewekt en opgeslagen door gebruik te maken van nieuwe materialen die vanuit de nanotechnologie ontwikkeld worden. Slimme embedded systemen kunnen daaraan bijdragen.

Tenslotte kunnen ambient intelligence toepassingen in gebouwen het gebruik en de beschikbaarheid van energie regelen en aanpassen aan wat de mensen en de werkprocessen nodig hebben. Ook voor

de meeste ambient intelligence bouwstenen geldt dat zuinig energiegebruik een vereiste blijft. Bij het ontwerp van een ambient technologie zal aandacht moeten worden geschonken aan energiezuinige componenten en algoritmen.

Energiedistributie

Ons huidige elektriciteitsnet is ontworpen voor transport van energie van centrales naar de consument. Het is een klassiek grid, waarin de energie op centrale punten wordt opgewekt. Met de mogelijkheden lokaal energie op te wekken voor eigen consumptie en het overschot lokaal op te slaan of te leveren aan, ontstaat er de behoefte aan een nieuwe net, het nieuwe smart grid. Daarin kan geleverd worden aan klanten en worden afgenomen van klanten. Om dit te realiseren zijn regelsystemen - slimme embedded systemen - nodig en het toepassen van vermogens elektronica.

Energieopslag

Voor mobiele toepassingen maken we nu volop gebruik van batterijen. Ook apparaten die niet op het elektriciteitsnet kunnen worden aangesloten moeten ergens hun energie uit halen. De levensduur van batterijen is beperkt. Voor dit soort toepassingen hebben we enerzijds betere batterijen nodig en anderzijds zuiniger hardware en slimme algoritmen om het energiegebruik te minimaliseren en liefst nog energieopwekking uit de omgeving.

Energie en ambient intelligence

Energie is een van de grootste enablers van modern werken. Denk aan verlichting op de werkplek, op het bureau, in fabriekshallen, rond machines en op voertuigen. Voor veilig werken is een goede verlichting onder alle omstandigheden vereist. Nu gebruiken we nog vaak lampen met een groot energieverbruik. We zullen meer gebruik moeten maken van zonlicht dat in overvloed aanwezig is en van lampen met een minimale energieconsumptie. Iets overeenkomstigs geldt voor verwarming, koeling en ventilatie. Zoveel mogelijk zullen we gebruik gaan maken van voortdurend beschikbare natuurlijke energiebronnen, van opslag en distributie.

De apparaten in kantoor en fabriek, op de bouwplaats en in het transport gebruiken veel energie, zowel in de vorm van elektrische stroom als door het gebruik van verbrandingsmotoren. Computers en de netwerken waarover ze communiceren, dragen sterk bij aan de consumptie van elektriciteit. Het energieverbruik door Google is zo groot dat dit bedrijf zich met voorkeur zich daar vestigt waar energie goedkoop is. In China is voor het mobiel bellen en mobiel dataverkeer (internetten) een aantal kolengestookte elektriciteitscentrales nodig. Green ICT staat nog in de kinderschoenen. Veelal elektriciteit die opgewekt wordt door het verbranden van fossiele brandstoffen: olie, kolen en gas. Hetzelfde geldt voor mobiele apparaten met mobiele netwerken onder an-

dere om mobiel te kunnen internetten. We zien hier twee trends die elkaar bevechten. Er worden steeds meer en krachtiger computers, mobieltjes en datacentra gebruikt met als gevolg een steeds hoger energiegebruik. Anderzijds proberen we



Foto: ReadOn.

Inzicht in energieverbruik

Het Enschedese bedrijf ReadOn heeft een oplossing ontwikkeld waarmee de energierekening van een gemiddelde grootverbruiker met 10 procent kan worden teruggebracht. Het gaat om een zogenaamde datalogger, een apparaat in de meterkast dat het stroom-, gas- en wa. terverbruik (en eventueel andere parameters zoals temperatuur, CO₂-gehalte, luchtdruk, etc.) continu bijhoudt en via internet naar de PC van de klant doorseint. Via dit advies kunnen bijvoorbeeld pieken in het stroomverbruik worden opgespoord en het verbruik worden verminderd. De datalogger heeft zelfs de mogelijkheid om bij bepaalde meetwaarden toevoer aan- of af te schakelen. Diverse klanten als gemeentes en ziekenhuizen besparen op deze manier met de datalogger al energie en geld.

door virtualisatie (meer virtuele computers op één fysieke computer draaien) en een slimmere computerarchitectuur per computer minder energie te consumeren. In zijn inaugurele rede heeft Gerard Smit, Universiteit Twente, daar sprekende voorbeelden van gegeven (Smit, 2007).

Nu we omgevingen slim maken door het concept van ambient intelligence vorm te geven worden op veel plekken kleine computertjes met sensoren en actuatoren geplaatst of mobiel rondgedragen. Veel van deze apparaatjes worden niet op het lichtnet aangesloten. Het zou te duur worden overal elektriciteitsdraden aan te leggen. Dus zit in de meeste apparaatjes een batterij die na verloop van tijd vervangen moet worden. Het is echter niet kostenefficiënt om voor honderden of misschien wel duizenden sensoren steeds de batterij te vervangen. In die zin kan energie een showstopper zijn voor ambient intelligence. Omdat het vervangen van batterijen aan arbeidskosten te duur wordt en de apparaatjes niet veel geld kosten, is het idee de apparaatjes zo energiezuinig mogelijk te gebruiken - door slimme algoritmen te implementeren - en in hun geheel aan het eind van de life-cycle door nieuwe, weer betere en hopelijk ook zuiniger apparaatjes te vervangen. Een andere oplossing is lokale energieopwekking door energie te oogsten uit de omgeving. Deze oplossing lijkt veel ambient intelligence toepassingen onontbeerlijk te worden.

We blijven qua duurzaamheid wel met de recycling van veel kleine apparaten zitten. Elk op zich bevat weinig gevaarlijke stoffen, maar door de grote hoeveelheid apparaten komen er toch veel zilver, koper, zware metalen en dergelijke stoffen vrij. Vandaar dat recycling zorgvuldig uitgevoerd moet worden.

5.5 Uitdagingen rond kwaliteit van leven

Zoals in dit hoofdstuk en ook in eerdere hoofdstukken weergegeven richten wij ons in het lectoraat op de gezonde, werkende mens. Rond de kwaliteit van leven speelt ambient intelligence op een aantal aspecten. Op de rol van ambient intelligence rond (materiële) welvaart is bij de werkende mens al een en ander gezegd (hoofdstuk 3). Ook op veiligheid, een andere basisbehoefte die ons welzijn bepaalt, is in hoofdstuk 4 al ingegaan. Vanuit dit hoofdstuk willen we nog drie onderwerpen toevoegen die we voor ons lectoraat als belangrijk zien als het gaat om de kwaliteit van leven:

- *Ten eerste het versterken van sociale aspecten (sociale cohesie, sharing).*
- *Ten tweede zelfredzaamheid. Hier focuseren we op empowerment en preventie.*
- *Ten derde duurzaamheid. Hier focussen we op energie en milieu (environmental processing).*

6 De ontwikkeling van een slimme omgeving

De voorgaande hoofdstukken 3, 4 en 5 gingen over de toepassing van ambient intelligence in een bepaald domein. Dit hoofdstuk gaat erop in hoe een dergelijke slimme toepassing gebouwd kan worden.

6.1 Een slimme omgeving als een te bouwen systeem

Het ontwikkelen van een ambient intelligence systeem voor een slimme omgeving heeft bijzondere kenmerken. Het is niet alleen een technisch probleem waarbij met gebruikmaking van slimme technologie een systeem in elkaar gezet wordt. Menselijke factoren spelen een grote rol. Het systeem moet zich 'natuurlijk' gedragen zonder onbegrijpelijke afwijkingen. Bovendien zijn intuïtieve user interfaces vereist die multimodaal zijn. De manier waarop het gedrag van prototypes door de gebruiker ervaren wordt, zal van invloed zijn op de verdere ontwikkeling van het systeem. Het verwerken van feedback van gebruikers op onderdelen en op prototypes moet opgenomen worden als een activiteit in het ontwikkelproces.

Een infrastructuur waarop verschillende slimme applicaties samenwerken is vereist. Wat we nu nog teveel zien is dat losse applicaties als voorbeelden van ambient intelligence gepresenteerd worden. Met een paar slimme applicaties in een ruimte

wordt nog geen ambient intelligence systeem gerealiseerd. Er is een samenhangende architectuur nodig die mogelijkheden biedt voor uitbreiding en aanpassingen van het systeem (Kalva, 2008).

Luchtverkeersleiding

Een ambient intelligence systeem is een complex geheel. Om dit te verhelderen gebruiken we de metafoor van de luchtverkeersleiding op een vliegveld die tot taak heeft het luchtruim goed te beheren. Daarbij hoort het begeleiden van aankomende en vertrekkende vliegtuigen. Een luchtverkeersleider voert deze taken uit in samenwerking met zijn collega's. Een paar kenmerken treden op de voorgrond:

- *de luchtverkeersleider moet waarnemen welke vliegtuigen de luchthaven naderen;*
- *de luchtverkeersleider moet weten welke vliegtuigen op welk moment willen vertrekken;*
- *de luchtverkeersleider weet welke routes en banen beschikbaar zijn;*
- *de luchtverkeersleider heeft interactieve communicatie met betrokken piloten, collega-luchtverkeersleiders;*
- *de luchtverkeersleider kan inschatten of zijn aanwijzingen effectief zijn;*
- *de luchtverkeersleider kent de kaders en regels die hij moet respecteren, c.q. naleven;*

>>

<<

- *de luchtverkeersleider moet tijdig beslissingen nemen en communiceren met betrokkenen;*
- *de luchtverkeersleider moet in geval van calamiteiten alarmeren en communiceren met hulpdiensten, leidinggeven, etc.;*
- *de luchtverkeersleiding is een echte teamactiviteit;*
- *de luchtverkeersleider bouwt in de loop van de tijd ervaring op die hem helpen betere besluiten te nemen.*

Op elk moment bevindt een luchtverkeersleider zich in een bepaalde toestand: communiceren, observeren, beslissen of een combinatie ervan. Hij is onderdeel van een groter systeem.



Een systeem voor ambient intelligence heeft bijzondere kenmerken. Het moet kunnen observeren, communiceren, samenwerken en interacteren en het weet welke resources beschikbaar zijn om mensen te ondersteunen. Het systeem kent de regels die kunnen leiden tot een beslissing over te ondernemen acties en kan inschatten wat het effect daarvan zal zijn. Het houdt rekening met de bedoelingen en wensen van de betrokken mensen. Het is een lerend systeem dat in de loop van de tijd beter zal presteren. Net als bij een luchtverkeersleider (zie kader) staat de veiligheid en het comfort van de betrokken mensen hoog in het vaandel.

Een ambient intelligence systeem bestaat uit een aantal componenten die onderling samenhangen. We zullen eerste een standaard embedded systeem beschrijven en vervolgens via uitbreidingen komen tot een ambient intelligence systeem.

De belangrijkste elementen van een embedded systeem zijn de verzameling sensoren en actuatoren en een processor (Figuur 13). De control unit bestaat uit de sensor control, de actuator control en de processor. De sensoren nemen waar wat in de echte wereld, de omgeving, gebeurt en de processor bepaalt welke reactie de actuatoren geven in de echte wereld. De processor bouwt een beeld van het systeem als geheel. Er is in de regel geen sprake van intelligentie. De processor beslist op basis van regels die vastgelegd zijn in de embedded software. Soms zit er aan een embedded systeem een display waarop iemand kan zien wat er gebeurt in het systeem, en voor het overzicht van wat zich afgespeeld heeft, kan een logdatabase handig zijn.

Een embedded systeem wordt pervasive als de sensoren en actuatoren verstopt zitten in de omgeving. Sensoren kunnen slimmer worden door niet alle ruwe data door te geven aan de processor, maar alleen relevante waarden. Het kan ook zijn dat de processing power over meer processoren verdeeld is. Meestal is er bij pervasive systemen sprake van een al dan niet draadloos netwerk in de omgeving waarover waarnemingen worden gecommuniceerd.

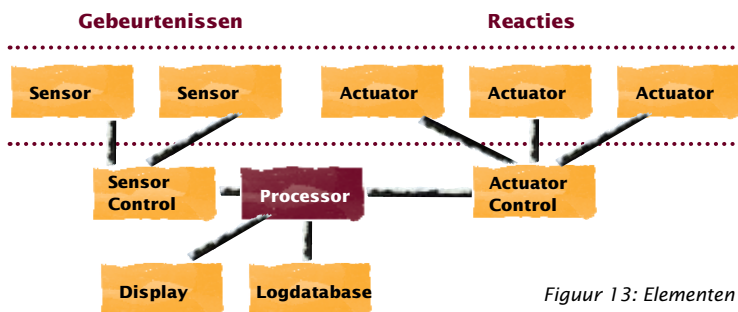
Een andere uitbreiding kan zijn dat systeem of onderdelen ervan mobiel worden.

Dan wordt draadloze communicatie een essentieel onderdeel. Het systeem bevindt zich op verschillende plaatsen en wordt daarmee gedistribueerd. Zowel sensoren, actuatoren als processoren zijn fysiek niet aan een vaste plek gebonden, maar zijn gekoppeld aan verschillende eenheden die nodes genoemd worden.

Spreekt men van ambient intelligence dan is er altijd sprake van een pervasive systeem dat ook mobiel kan zijn. Om tot ambient intelligence te komen moeten nog een paar elementen worden toegevoegd: omgevingsbewustzijn (context awareness), intelligentie en interactie.

Het beeld dat de sensoren opleveren wordt pas omgevingsbewust als het systeem daarmee een beeld kan vormen van wie aanwezig zijn in de omgeving, wat die personen daar willen doen en welke resources voor hen beschikbaar zijn. Daarvoor moet informatie ingebracht worden over verschillende mensen en hun kenmerken en ook patronen om hun intenties te achterhalen. Lokalisatie en persoonsherkenning vormen een belangrijk aspect van context awareness.

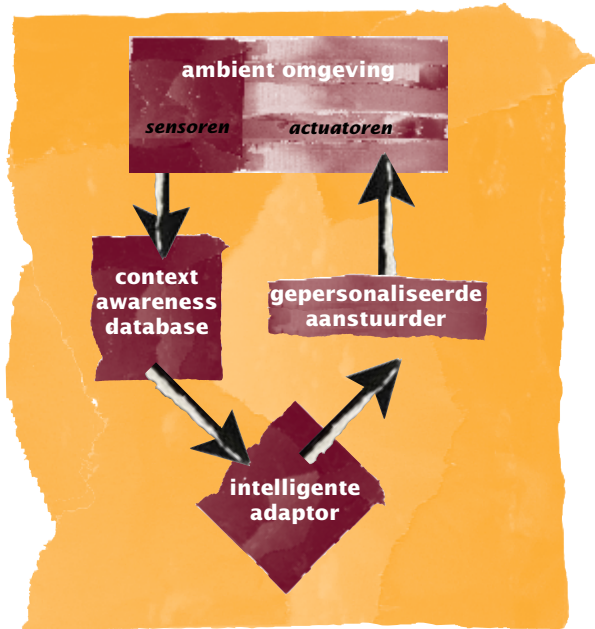
Over intelligentie hebben we in hoofdstuk 2 geschreven. Om dit in te brengen in een systeem, moet het systeem kunnen redeneren over kenmerken van de situatie en zich kunnen aanpassen aan die situatie, of in staat zijn tot een andere slimme reactie daarop.



Figuur 13: Elementen in een embedded systeem.

Kijken we naar de informatiestroom dan zien we een volgend patroon. Informatie over de omgeving en de mensen die erin aanwezig zijn, wordt waargenomen door sensoren. Deze geven het door aan het systeem waarin voorkeuren en kenmerken van personen en de beschikbaarheid van resources zijn vastgelegd. De intelligente adaptor van het systeem kan nu komen tot een beslissing die het best is afgestemd op de persoon in die omgeving. Dit besluit wordt gebruikt door de gepersonaliseerde aanstuurder in de presentatielaag om te kijken hoe het besluit het best vorm gegeven kan worden in de echte omgeving. Uiteindelijk ervaart de mens in de omgeving hoe het systeem

zich aan hem heeft aangepast en hoe het wellicht geanticipeerd heeft op zijn intenties. Deze informatiestroom wordt zichtbaar gemaakt in Figuur 14. De vormgeving van de interactie, en het aanpassen van de omgeving zijn essentiële punt in ambient intelligence. De eis die we stellen aan het aanpassen van de omgeving is de aansluiting bij de intenties van de aanwezige mens op een voor hem plezierige manier. Daarbij moeten we aan meerdere zintuigen denken. Het is mogelijk de temperatuur aan te passen, de lichtsterkte of de kleuren van het licht of van voorwerpen. Ook kunnen we met geluid of muziek effecten oproepen of door bewegingen en trillingen een beleving oproepen. Maar ook geuren komen in aanmerking. Een combinatie van zintuiglijke ervaringen biedt tal van nieuwe mogelijkheden.



Figuur 14: Informatiestromen in een ambient systeem.

Vormgeven aan beleving

Het Arnhemse bedrijf Luminis richt zich op software engineering in brede zin. Het bedrijf is betrokken bij belangrijke innovaties. Een daarvan betreft user experience design. Ze gebruiken daarvoor de tool 'luxd'. Daarover meldt het bedrijf: "De meest succesvolle innovaties ontstaan kinderlijk eenvoudig: door ruimte te laten voor verbeelding. Verbeelding speelt bij luxd een centrale rol; wij laten klanten en eindgebruikers ervaren hoe software hen



Foto: Luminis.

kan helpen. luxd verhoogt hiermee zowel de effectiviteit van het proces als die van het eindproduct." Een van de projecten waarin men met succes luxd heeft ingezet betreft verkeersregelingen.

De interactie met de gebruiker via elektronische media kan op verschillende manieren plaats vinden. We denken dan aan multimodale interactie. Daarbij maken we van meerdere communicatiekanalen en middelen gebruik. Denk aan SMS-jes, interactieve schermen, mail, telefoon, en dergelijke. Steeds vaker wordt interactie met gebruikers van systemen weer fysiek in plaats van louter digitaal. Voorwerpen worden verrijkt met mogelijkheden voor interactie en het representeren van informatie. Men spreekt van tangible user interfaces. Daarmee wordt een brug geslagen tussen het echte, fysieke wereld en de virtuele, digitale wereld. Het concept achter Dutch Clay (zie kader in hoofdstuk 1) is een vorm van haptisch materiaal te realiseren. Met deze tangible interfaces kunnen het ambient systeem en de gebruiker nog sterker op een natuurlijke manier over een weer communiceren.

Tangible table

Binnen het bedrijf Alten PTS is een prototype ontwikkeld van een tangible table. De tafel neemt zelf waar op welke plek voorwerpen liggen. Dit opent de mogelijkheid met de tafel te communiceren door voorwerpen op een bepaalde plek te leggen of van plaats te veranderen. Tevens is de tafel in staan beelden op het tafelblad te projecteren, waardoor de communicatie in twee richtingen gaat. Naast het spelen van spelletjes is ook serieus gebruik een optie.

Op het plaatje zien we het blad van de tafel op enkele positie oplichten. Dit gebeurt door een projector die onderaan in het plaatje te zien is. De positie van de voorwerpen wordt door een camera bepaald.

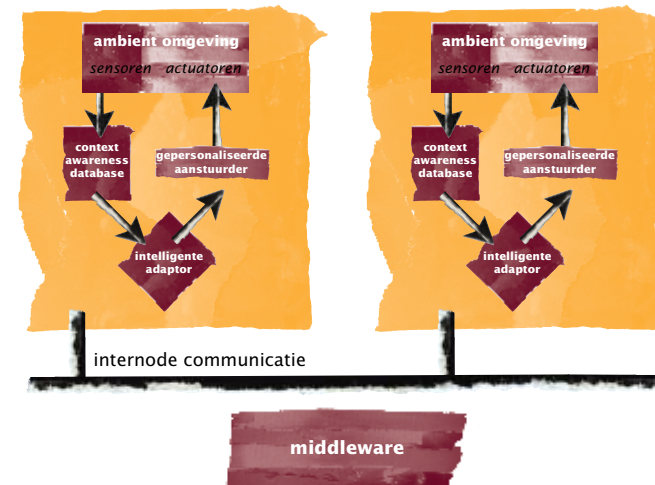


Foto: Saxion.

Bij de keus van een interface in een concrete situatie, is een belangrijk criterium de mate waarin gebruikers het als een natuurlijke manier beschouwen voor de interactie en beleving. Interactieontwerp wordt steeds meer een essentiële activiteit bij het ontwerpen van ambient intelligence nodes. Het vooraf voorspellen hoe een interactie emotioneel en functioneel beleefd wordt, is een hachelijke zaak. Daarbij moet niet alleen gedacht worden aan een initiële kennismaking, maar ook aan een zich herhalende ervaring over een langere tijd. Dit benadrukt de noodzaak van betrokkenheid van verschillende gebruikers tijdens het hele ontwikkelproces van specificatie tot en met de ingebruikname. Meer daarover in paragraaf 6.3.

We kunnen hieruit ook afleiden dat met de beschrijving van de informatiestromen in het voorgaande plaatje de cirkel nog niet gesloten is. Het is belangrijk waar te nemen hoe de gebruiker op de interactie reageert. Welke beleving roept het op en hoe merken we dat op? Daarvoor zullen we opnieuw sensoren nodig hebben om de reactie te kunnen waarnemen en die vervolgens te analyseren. Het systeem kan daarmee informatie verkrijgen over de voorkeuren van de gebruiker en hiermee rekening houden bij een volgende interactie. Zo wordt het systeem pas echt een lerend systeem.

Van een ambient intelligence systeem zoals hierboven beschreven kunnen er meerdere tegelijk voorkomen om in samenwerking de gepersonaliseerde omgeving te creëren. We noemen een enkel systeem een ambient intelligence node. Elke ambient intelligence node is te beschouwen als een autonome eenheid. De ambient intelligence nodes wisselen events uit om de interactie te optimaliseren. Ook al valt een ambient intelligence node uit, toch zullen de andere nodes blijven functioneren. Voor de samenwerking en het uitwisselen van events is onderlinge communicatie nodig (Figuur 15). Ook statische informatie als persoonsprofielen zullen uitgewisseld worden, indien dat nodig en toegestaan is. Afhankelijk van de beoogde functie kan het van belang zijn datastreams te communiceren. We onderscheiden twee situaties. Optreden de events kunnen via bijvoorbeeld een wireless sensor netwerk worden overgedragen. Denk aan sensoren die de temperatuur periodiek meten. Bij het overschrijden van een bepaalde drempelwaarde wordt een event gegenereerd. Vanaf dat moment kan het wenselijk zijn een videokanaal te openen om de omgeving te monitoren op bijvoorbeeld, brandhaarden. Voor dat laatste volstaat een wireless sensor netwerk niet. Dan moet een ander communicatiekanaal, bijvoorbeeld een LAN of WLAN gebruikt worden.



Figuur 15: Communicatie tussen ambient intelligence nodes.

In de praktijk zien we tegenwoordig meestal op zichzelf staande applicaties en systemen. Ze vormen losse ambient intelligence nodes. Het is van belang dat er afspraken komen over interfaces en een gemeenschappelijke infrastructuur om nodes te laten samenwerken op een manier zoals hierboven beschreven is. Bovendien moet het volgende spanningsveld steeds opnieuw opgelost worden. Het gaat om de vraag welke informatie enerzijds lokaal op een enkele node beschikbaar is om autonoom te kunnen functioneren, en anderzijds wat voor meerdere nodes toegankelijk is op een gedeelde server. Dan kan het gaan om contextinformatie, persoonsprofielen, etc. Bovendien speelt de vraag hoe vluchtig de gegevens zijn. Is het zinvol en wenselijk gegevens lange tijd te bewaren of juist niet? Ook is het de vraag of intelligentie gedeeld wordt. Denk

bovendien aan de mogelijkheid sensorinformatie te delen. Welke eisen we gaan stellen aan de onderliggende infrastructuur? En kan er ook sprake zijn van een gemeenschappelijke architectuur? Of zijn er architectuurpatronen die problemen kunnen voorkomen? Wat in ieder geval vereist is, dat de infrastructuur breed geaccepteerd wordt, eenvoudig bruikbaar en licht van structuur is. De overhead moet in elk opzicht minimaal zijn. Een bekend paradigma dat als een architectuurpatroon gebruikt kan worden is het publish-subscribe principe (Douglas, 2003: par 8.4). Hierbij gaan we ervan uit dat verschillende sensoren of ambient intelligence nodes kunnen optreden als bron van informatie. Voor andere nodes kan deze informatie van belang zijn om goed te functioneren. Zij kunnen zich abonneren op de informatie die door de

ander ambient intelligence nodes als informatiebronnen worden gepubliceerd. Het is meestal niet nodig op alle informatiebronnen geabonneerd te zijn. Met dit patroon kunnen ambient intelligence nodes blijven functioneren ook als som-

mige andere nodes uitvallen. Komt er een nieuwe node in de omgeving erbij, of is een uitgevallen ambient intelligence node hersteld of gereset, dan sluiten zij zich zonder problemen aan bij het geheel.

Splice

Splice (Subscription Paradigm for the Logical Interconnection of Concurrent Engines) is een virtuele, gemeenschappelijke gegevensruimte die gebruikt maakt van het publish-subscribe patroon. Gegevensbronnen (publishers) sturen berichten niet direct naar een specifieke ontvanger, maar geven hun bericht bepaalde classificaties mee zonder dat ze weten wie de ontvangers zijn en/of worden. Ontvangers (subscribers) geven hun interesse aan in bepaalde klassen van berichten (zonder dat ze weten of en welke publishers er zijn en/of waren), en ontvangen deze berichten.

Splice is initieel ontwikkeld door Thales Nederland. Het concept is geadopteerd door de Object Management Group (zie www.omg.org) als open standaard onder de naam OMG DDS (Data Distribution Service). Na adoptie van het concept als open standaard heeft Thales besloten het concept, product en development-team to 'outsourcen' naar middleware ontwikkelaar PrismTech die sinds april 2006 de verdere ontwikkeling in Hengelo (O) voor hun rekening neemt onder de nieuwe productnaam OpenSplice DDS (zie www.opensplice.com). Sinds maart 2009 is OpenSplice DDS ook beschikbaar als Open Source product (zie www.opensplice.org).

Voor een lichte vorm van het publish-subscribe mechanisme wordt op Saxion een variant van Splice ontwikkeld op een wireless sensor netwerk.



Foto: PrismTech.

Verschillende slimme omgevingen kunnen onderling gekoppeld zijn. Denk aan iemands werkomgeving, huis en sport-

school. In zo'n geval spreken we van connected villages. Persoonsgeboden informatie kan over de verschillende omge-

vingen gedistribueerd worden, voor zover relevant is en de privacy niet geschonden wordt. In een dergelijk geval zijn er filters nodig die op basis van criteria informatie doorlaten. Dit stelt hoge eisen aan de netwerkbeveiliging.

Er is nog een ander probleem dat onze aandacht vraagt. Interoperabiliteit speelt in de software een rol, maar ook op andere gebieden is dit aan de orde. Er komen in een ambient intelligence node, en zeker in een samenstel van meer onderling communicerende nodes, sensoren, actuatoren en embedded systemen voor van verschillende fabrikanten. Het is niet vanzelfsprekend dat de interfaces gestandaardiseerd zijn. Het gevaar ligt op meerdere niveaus:

- de hardware is moeilijk aan te sluiten op de infrastructuur; dat kan te maken hebben met fysieke zaken als elektrische spanning, voeding, stekkers, aarding, frequentiegebied en bandbreedte;
- de uitwisseling van gegevens kan (op het niveau van de zogenaamde datalink laag) problemen opleveren; denk aan dataformaten en communicatieprotocollen;
- de communicatie op hogere niveau vereist afspraken op netwerkniveau; welke standaard wordt toegepast? is het een IP-netwerk?

Om verschillende applicaties en omgevingen te koppelen zijn afspraken nodig over protocollen, interfaces en dataformaten.

Standaarden worden onmisbaar om de uitwisseling van informatie te realiseren.

De komende tijd zal hier veel ervaring mee moeten worden opgedaan om tot best practices te komen. Het gaat om complexe zaken die we willen integreren. Deelsystemen moeten ad-hoc en vaak op tijdelijke basis opgenomen kunnen worden in het grotere geheel. Hybride systemen moeten kunnen fuseren tot een groter geheel, maar ook uiteen vallen tot gescheiden deelsystemen. Flexibiliteit is een eerste vereiste. Elementen die de komende jaren aandacht zullen vragen om tot een gemeenschappelijke architectuur te komen zijn:

- de hardware interfacing;
 - de communicatie-infrastructuur;
 - de informatiearchitectuur;
 - de intelligentieparadigma's en het intelligentieraamwerk.
- Er zijn trouwens al stappen naar een architectuur gezet. Zelfs zijn er regionale voorbeelden te noemen:
- Thales heeft voor de informatiearchitectuur het publish-subscribe mechanisme vormgegeven in de middleware Splice. Deze is de basis geweest voor de open standaard Data Distribution Service van de Object Management Group (OMG)¹⁶.
 - Bij Novay is het Context Management Framework ontwikkeld om context informatie te koppelen en beschikbaar te stellen aan applicaties¹⁷.

¹⁶www.omg.org/technology/documents/dds_spec_catalog.htm

¹⁷<http://www.lab.telin.nl/~koolwaaij/showcase/crf/>

6.2 De combinatie van hardware, software en intelligente interactie

Om ambient intelligence toepassingen te realiseren maken we gebruik van verschillende componenten. We geven hier geen opsomming van alle mogelijke hard- en software, evenmin van de verschillende soorten netwerken (zie hiervoor hoofdstuk 2). Aan de hand van een concreet voorbeeld zullen we enkele problemen aansnijden en daarbij laten zien welke keuzes gemaakt kunnen worden.

6.2.1 Identificatie van personen

Om de aanwezigheid van personen op een bepaalde plek bij voorbeeld een gang van een gebouw te detecteren, kunnen uiteenlopende technieken gebruikt worden. Ingewikkelder wordt het om tevens vast te stellen wie die personen zijn. Om een indruk te geven wat voor soort keuzes gemaakt moeten worden schetsen we enkele mogelijkheden. Daarbij is het van belang de relatie tussen hard- en software aan te geven en de behoefte aan achterliggende systemen en componenten.

Een eerste vraag is of we willen identificeren aan de hand van lichaamskenmerken of van iets dat iemand bij zich heeft. Of wellicht een combinatie. Lichaamskenmerken kunnen we proberen vast te stellen met camera's. Daarbij zijn camera's nodig die personen als objecten kunnen

zien en daarbij specifieke kenmerken: gezicht, lengte, haarkleur, etc. Bij dit soort camera's moeten we niet denken aan een eenvoudige videocamera. Het realtime onderkennen van personen in het beeld, vraagt om specifieke software en hardware. Om snellere prestaties te bereiken worden de gebruikte algoritmen in programmeerbare hardware gegoten, die uit meerdere componenten bestaat om gelijktijdig verschillende bewerkingen kunnen uitvoeren.

Producten maken voor slim cameratoezicht

Het bedrijf Observision te Heteren maakt geïntegreerde beveiligingsoplossingen op basis van zelf ontwikkelde video- en audiotechnologie. Voor hun oplossingen ontwerpt en maakt Observision een eigen hardware (chip) architectuur. Deze bevat generieke processors, programmeerbare hardware en specifieke processors. Bewezen oplossingen voor, bijvoorbeeld slim cameratoezicht, die veel rekencapaciteit nodig hebben kunnen op die manier uiteindelijk in hardware worden geleverd, waarmee ze realtime toepasbaar worden.

Foto: Observision.



We kunnen ook iemand proberen te herkennen aan het loopgedrag. Daarvoor kunnen we behalve camera's ook gebruik maken van speciale druksensoren in de vloerbedekking. Er zijn tapijten verkrijgbaar die aan de hand van het verloop van de voetdruk op het tapijt het loopgedrag kunnen registreren. De analyse daarvan vraagt om speciale software. (Begg, 2005; Søndrol, 2005).

Willen we geen lichaamskenmerken gebruiken, dan kunnen we de mensen die door het gebouw lopen, een pasje of ander object geven dat waargenomen kan worden door speciale sensoren. Bekend zijn de RFID-tags die geïdentificeerd worden zodra ze in de nabijheid komen van speciale detectiesensoren. RFID staat voor Radio Frequency Identification. Deze techniek wordt veel gebruikt om goederen in winkels of onderdelen in een magazijn te detecteren. De meeste RFID-tags zijn passief, dat wil zeggen dat ze pas geactiveerd worden in de nabijheid van een actieve RFID-lezer. De laatste jaren zijn wireless sensor nodes ontwikkeld die eveneens radiotechnologie gebruiken. Deze nodes zijn actief in de zin dat ze regelmatig data versturen en daarbij ook hun identiteit weergeven. Zowel van RFID-tags als van wireless sensor nodes kan vastgesteld worden of ze in de nabijheid komen van een sensor (in dit geval een radiosensor). Veel mobiele telefoons zijn uitgerust met bluetooth technologie, die gebruik maakt

van een radiozender en -ontvanger. Het zendbereik is beperkt maar voldoende om met bluetooth de aanwezigheid van bijvoorbeeld een mobiele telefoon te detecteren.

Weer een andere manier is het gebruik maken van sensoren met acceleratoren en gyroscopen waarvan de waarden worden uitgezonden. In de bekende Wii van de spelcomputer Nintendo zit deze sensor. Ook veel mobiele telefoons bevatten deze sensoren. Als een dergelijke sensor beweegt, bijvoorbeeld omdat iemand die bij zich draagt, dan kunnen alle bewegingen geregistreerd worden, en worden omgerekend tot de weg die iemand vanaf een bepaald beginpunt heeft afgelegd. Voordat GPS beschikbaar kwam was dit in navigatiesystemen het hulpmiddel bij uitstek om de afgelegde weg en de huidige locatie te bepalen. In de ruimtevaart worden ze nog steeds daarvoor gebruikt. Er zijn ontwikkelingen om mensen van de hulpdiensten als brandweer en politie uit te rusten met identificerende objecten die acceleratoren bevatten en signalen uitzenden, zodat in kritieke situaties altijd vastgesteld kan worden waar iemand zich in een gebouw bevindt.

Een vraag is of het object een los element is dat iemand bij zich draagt of dat het verweven is in iets dat altijd toch al gedragen wordt. Zijn sensoren ingeweven in de kleding of bij voorbeeld ingepakt in een

sieraad? Of gaan we op den duur zover dat we kleine objecten in ons lijf meedragen? Is er dan een oplossing voor draden en stekkers of kan het draadloos? Waar nog veel problemen mee worden onderzocht is het probleem van de voeding? Hoe komt het object aan energie om te kunnen functioneren? Rondlopen met een

pak zware batterijen wil niemand. Apparaten regelmatig opladen vinden we nu nog gewoon als het gaat om een PDA of telefoon, maar wat als het in je kleding geïntegreerd is? Is het mogelijk om dan energie te oogsten uit de warmte van een gebouw, de beweging van de persoon of de warmte van het lichaam?

Waar zit wie?

Met de gegevens die een provider van een mobiel netwerk heeft, kan de plaats van een mobiele telefoon met een redelijke benadering worden bepaald. Ervan uitgaande dat het mobieltje bij zijn gebruiker is, kan nagegaan worden waar die zich bevindt. KPN heeft de dienst "Waar Zit Wie?" voorbereid waarbij een groep abonnees elkaar onderling in staat stelt hun positie op een kaart te laten weergeven. Er worden hoge beveiligingseisen gesteld aan deze dienst. Buiten de groep mag niemand anders iemands positie zien. Het bedrijf dat het idee voor KPN heeft uitgewerkt tot een dienst is Service2Media uit Enschede.

Voor hulpdiensten is de eigen veiligheid en de dienstverlening aan anderen verweven en kan een locatiegebaseerde dienst daarbij ondersteuning bieden. Zo kan men snel zien welke collega in de nabijheid is en te hulp kan worden geroepen in geval van een calamiteit. Beschikbaarheid en betrouwbaarheid van zo'n dienst zijn dan beslist een vereiste. Denk aan de recente reacties op het functioneren van het C2000-systeem bij de poldercrash in het voorjaar van 2009.



Foto: Service2Media.

Het probleem met dingen die mensen bij zich kunnen dragen is, dat het niet gegarandeerd is dat deze dingen worden gedragen door de juiste persoon of dat iemand anders ze bij zich heeft. Wil het werken dan moet je ervan op aan kunnen

dat iemand zij eigen identificerend object bij zich draagt. In sommige organisaties kan het dragen van objecten in bijvoorbeeld badges worden afgedwongen. Om dit probleem te ondervangen kan het handig zijn een combinatie van lichaams-

herkenning en identificerend object te gebruiken. Dan is er sprake van sensorfusie. Met algoritmes moet dan de identificatie ondersteund worden op basis van gegevens van verschillende sensortypes.

Het zal duidelijk zijn dat behalve de keus voor de hardware die gebruikt gaat worden bij identificatie ook de kenmerken van de persoon en van het identificerend object in een systeem bekend moeten zijn. Daarvoor moeten databases worden ingericht die realtime doorzocht moeten kunnen worden. Welke geavanceerde algoritmen zijn vereist om het realtime gedrag van de herkenning te realiseren? De vraag hoe je het beste lichaamskenmerken kunt vastleggen die voor de toepassing geschikt zijn, is van geval tot geval een studie waard. Hoe leg je loopgedrag vast? Welke gezichtskenmerken kun je gebruiken, hoe leg je die vast en hoe betrouwbaar zijn die te herkennen? Bij objecten speelt de registratie, uitgifte, verlies en inname een rol. Afgezien van ethische vragen is de technologie op zich al uitdagend genoeg om er serieus over na te denken voordat zo'n systeem ontworpen en gebruikt kan worden.

Er moet in de regel een afstand overbrugd worden tussen de plaats van herkenning en de database. De vraag komt op welke netwerkinfrastructuur beschikbaar is, en geschikt is. Bovendien: waarvoor wordt het netwerk nog meer gebruikt? Hoe zit

het in dat geval met het realtime herkengedrag en de vertrouwelijkheid? Bij gebruik van meerdere sensortypen en bij het delen van een netwerk en een applicatie-infrastructuur is er behoefte aan middleware die garandeert dat gegevens bij de juiste applicatie terecht komen. Hier moet een keus gemaakt worden tussen verschillende paradigma's. Gaan we uit van een client-server architectuur, van publish-subscribe patronen, of van applicatiebemiddelaars (bijvoorbeeld Corba)?

Het bovenstaande laat zien dat er veel keuzes gemaakt moeten worden. De afweging om tot een keus te komen die past bij de situatie vereist dat er zicht is op de alternatieven en hun consequenties. Bovendien moet de samenhang tussen de verschillende deeloplossingen goed in kaart gebracht worden.

6.2.2 Het gebruik van identificatie ten behoeve van ambient intelligence

Identificatie is binnen een slimme omgeving geen doel op zich. Het is nuttig om mensen te ondersteunen. Denk aan individuele bewegwijzering in een gebouw. De persoon wordt door het systeem individueel geïnformeerd over bijvoorbeeld de te nemen afslagen of gangen. Een ander gebruik is het op maat aanbieden van diensten op locatie, zoals de aanpassing van verlichting of muziek aan persoonlijke wensen. In supermarkten kan de informatie op de borden in de schappen zich

richten op een specifieke klant op het moment dat die bij het schap staat. Denk ook aan informatie over werkzaamheden die op een bepaalde locatie moeten worden verricht. De bouwvakker krijgt bij voorbeeld aanwijzingen op de plek waar een karwei moet worden uitgevoerd.

Het geven van aanwijzingen en informatie kan via meerdere media: multimediaal, multimodaal en interactief. Via verschillende kanalen en door middel van verschillende media kan informatie of sfeer worden overgebracht. Bovendien is het geen eenrichtingsverkeer. De persoon kan reageren, vragen stellen en aanvullende informatie over zijn situatie en wensen geven. Traditioneel wordt veel gebruik gemaakt van schermen, maar waarom gebruiken we geen robots? Deze kunnen variëren van klein tot groot, van mensvormig tot lijkend op een insect en van vast tot mobiel. Of waarom geen geluid, geur, iets vast in de omgeving of iemands persoonlijke telefoon. Omdat we vaak sfeer willen overdragen zijn ook de vorm, stofuitdrukking, kleur en materiaaluitstraling van belang. Om de diensten tijdig en persoonsgebonden te kunnen aanbieden moet bekend zijn wat mensen prettig en belangrijk vinden. Hier kunnen lerende systemen en kennissystemen met doelgerichte profielen een rol spelen. Deze moeten de informatie van de persoonsherkenning krijgen om op het goede moment de dienst in de meest geschikte vormen aan te

bieden. Technisch is de koppeling tussen de verschillende applicaties interessant. Ook hier moeten keuzes gemaakt worden over de infrastructuur en interfaces.

Een ander element kan zijn dat we niet alleen gebruik maken van de herkenning van personen op een enkele plek, maar ook hun verplaatsing in de tijd volgen. Dan moet persoonsdetectie en herkenning op verschillende plekken uitgevoerd worden. Op basis van flow analyse van personen door een gebouw of op een route kunnen relaties ontdekt worden, regelmatigheid worden vastgesteld en wat voor beveiliging vaak interessanter is, kunnen afwijkingen worden onderkend die kunnen duiden op bepaalde intenties. Het biedt ook de mogelijkheid om ondersteuning meer gericht en adequaat aan te bieden.

Al met al vraagt het om een concept waar bij informatie uit verschillende bronnen en van verschillende momenten geanalyseerd kan worden. Het doorzoeken van al die tijdgebonden sensorinformatie vraagt om standaarden in dataopslag, om zoeken en vergelijkingalgoritmes. Bovendien zal het nooit om een centraal bestuurd systeem gaan. Er zullen autonome systemen zijn die onderling samenwerken. Hoe dit concept vorm gegeven kan worden in de persoonlijke omgeving van mensen thuis, in de auto, in de sportschool en op het werk is een onderwerp waar nog de nodige ervaring mee moet worden opgedaan.

6.2.3 Autonome agents

We schenken in deze paragraaf aandacht aan agenttechnologie, omdat hier een verband te herkennen is tussen softwarestructuren en intelligentie. Bovendien komen we via agents tot het beschrijven van lerende systemen in de context van ambient intelligence. Een applicatie (of in het algemeen een gebruiker) kan gebruik maken van (software)agenten om het redeneermechanisme te implementeren. Er zijn verschillende typen agents: bijvoorbeeld autonome computerprogramma's die de belangen van de gebruiker behartigen. Deze systemen hebben meestal een bepaalde doelstelling, en gedragen zich rationeel en autonoom. Een systeem is autonoom als zijn gedrag wordt bepaald door zijn eigen ervaringen; het systeem vertoont een lerend gedrag. Een veelgebruikt voorbeeld is een agent die voor de gebruiker verschillende websites af gaat om de beste prijs en voorwaarden voor een bepaald artikel te vinden, hierover onderhandelt en tot slot de transactie afsluit. Omdat een softwareagent taken verricht die opgedragen zijn door een persoon, noemt men zo'n programma meestal ook een bot (computerprogramma), bij deze benaming moet men de verklaring echter niet gaan zoeken in het materiële. Vanwege de autonome handelswijze van deze agents is de betrouwbaarheid erg belangrijk. Vandaar dat er binnen de informatica en kunstmatige intelligentie veel onderzoek naar wordt gedaan.



Foto: D-CIS.

Software agents

Het D-CIS Lab te Delft doet onderzoek naar de constructieregels en technieken voor Actor Agent Communities. Actor Agent Communities zijn complexe informatiesystemen waarin zowel mensen als software agents de informatieverwerkende eenheden zijn. Het streven is om hiermee betere informatiesystemen voor situatie duiding en besluitvorming te bouwen voor gebruik in complexe en vaak onvoorspelbare omgevingen. Bij D-CIS Lab werken wetenschappers uit uiteenlopende disciplines aan intelligente software agents die met elkaar en met mensen communiceren, om gezamenlijk tot betere beslissingen te komen. Software agents komen op voor de belangen van de degene die ze vertegenwoordigen, zodat de agents bij onderhandelingen bijvoorbeeld de voorkeuren van mensen en organisaties zo goed mogelijk in het oog houden. De software agents moeten ook snel kunnen redeneren om tot besluiten komen en de totale Actor Agent Community moet zich snel kunnen aanpassen aan veranderende omstandigheden. Een van de toepassingen is het bouwen van 'Smart Unmanned Aerial Vehicles'.

Er is een sterke overeenkomst van software agents met levende systemen zoals die in de biologie bestudeerd worden. Denk aan het gedrag van mieren, bijen, vissen, vogels die een gezamenlijk gedrag vertonen. Het kan gaan om vissen die in een school zwemmen, om vogels die informatie vliegen of om mieren die de weg vinden en onthouden naar voedsel. Biologische systemen hebben geïnspireerd tot algoritmen en modellen die op een eenvoudige manier tot een resultaat leiden en helpen bij het ontwerpen van applicaties. Deze werkwijze heeft tot meer geleid dan alleen simulaties. Ook zijn fysieke apparaten, denk aan robots, op deze manier ontworpen die autonoom gedrag vertonen in de echte wereld. Een voorbeeld is een humanoïde service robot. Deze fysieke en virtuele systemen staan bekend als autonome agents. Kenmerkend is dat zij over sensoren beschikken waarmee zij de omgeving kunnen waarnemen, en actuatoren waarmee zij acties kunnen uitvoeren die tot veranderingen in de omgeving leiden. Een bekend voorbeeld van een autonome agent is een robot. Zij kunnen in tal van toepassingen gebruikt worden. Pfeifer en Scheier (1999: p.26) geven een onderverdeling van autonome agents:

■ **biologische agents, deze komen voor in de natuur;**

■ **robot agents:**

- *research agents;*
- *industriële agents; hier zijn tal van interessante toepassingen te noemen*

in het kader van onze belangstelling voor slimme werkomgevingen;

■ **computational agents:**

- *gesimuleerde agents; deze simuleren een robot of een dier;*
- *kunstmatig leven agents; het zijn digitale agents die niet iets uit de natuur simuleren, maar als digitaal wezen bestaan;*
- *software agents; dit zijn computer programma's die een bepaalde taak vervullen en interactie hebben met de softwareomgevingen in de echte wereld en met mensen door opdrachten te geven en de feedback vanuit de omgeving interpreteren. Denk hierbij aan mail en agendasystemen die automatisch berichten filteren en herinneringen sturen voor afspraken of aan intrusion detection systemen bij beveiliging van computernetwerken.*

Atalanta

De Atalanta is een mechatronische vlinder die zelf zijn weg kan vinden in een ruimte. Met een vlinder kan interessant onderzoek gedaan worden naar vision, energiegebruik en energie harvesting. Bij gebruik van meerdere Atalanta's kan zwermgedrag bestudeerd worden. Met dit onderzoek sluit het DevLab te Eindhoven aan bij internationaal onderzoek naar vlieggedrag van insecten en vogels om te komen tot vliegende mini-robotjes.

Foto: DevLab.



Agents werken vaak niet alleen maar als een groep. Doordat ze context-aware zijn, past hun gedrag goed in het concept van ambient intelligence. Ze reageren op een intelligente manier op de omgeving en de dingen die zich daar afspelen: bij voorbeeld de aanwezigheid en activiteiten van mensen. Hun gedrag is doelgericht en soms zitten daar sociale aspecten aan. In de interactie met mensen kan hun gedrag menselijke trekken vertonen.

Query by humming

Query by Humming is de term die wordt gebruikt om muziek terug te vinden door het neuriën van een melodietje, in plaats van het zoeken op bijvoorbeeld titel, artiest, componist of genre. Wat meestal gebeurd is het betreffende melodietje vergelijken met een aantal bestaande geluidsfragmenten in een database. De liederen die het meeste in de buurt komen worden vervolgens gepresenteerd, zoals in onderstaande interface van het Philips Easy Access prototype.



Foto: Philips Research.

Software agents kunnen met geschikte analysesoftware uit ruwe sensordata informatie en patronen afleiden die hen in staat stellen gebeurtenissen in de omgeving beter te herkennen. Bij voorbeeld op basis van een geneuried melodietje de bijpassende CD identificeren. Dit is er een voorbeeld van dat informatie op een hoger niveau van betekenis wordt gebracht. Zo kan ook op basis van temperatuur, luchtvochtigheid, windrichting, luchtdruk, lichtsterkte en datum een aanbeveling worden opgesteld om al of niet in de tuin bepaalde werkzaamheden uit te voeren, het huis te gaan schilderen of een boot te water te laten. Bij gebruik van autonome agents is het van belang er rekening mee te houden dat er onverwacht extra gedrag kan optreden, gedrag dat niet in het ontwerp voorzien was. Dit is het zogeheten emergent behaviour. Een slimme stofzuiger die alleen geprogrammeerd is op het vermijden van obstakels, zal de hele vloer goed kunnen schoonmaken, zonder dat we hem een route moeten opgeven. Dit emergent gedrag van de stofzuiger komt voort uit de interactie met de objecten in de omgeving.



Bouwen van lerende systemen

Uit de verschillende vormen van leren die we hier besproken hebben, kunnen we een paar elementen van leren min of meer formaliseren voor een slimme omgeving en een slim apparaat. Er is interactie met de echte wereld door middel van sensoren en actuatoren. De gezamenlijke sensorwaarden op enig moment t_i zijn te beschouwen als een vector S en het gedrag van de actuatoren als een vector A . De toestand van de omgeving wordt weergegeven in de vector T . De intelligente adaptor ofwel control unit U is te beschouwen als een functie die het quadruple $\langle S_{n-1}, A_{n-1}, T_{n-1}, t_i \rangle$ omzet naar een nieuwe toestand T_n .

In een formule is dit weer te geven als $U(\langle S_{n-1}, A_{n-1}, T_{n-1} \rangle, t_i) = T_n$.

Het effect van deze de transformatie is het verschil tussen de oude en de nieuwe toestand, dus $E_n = T_n - T_{n-1}$.

Door in het geheugen van het apparaat dan wel de omgeving elke uitgevoerde transformatie bij te houden en de bijbehorende effecten, kan een analyse gemaakt worden van de transformaties en de effecten in de tijd. Op basis van deze analyse kan de transformatie U worden uitgebreid tot een nieuwe functie die niet alleen het quadruple $\langle S_{n-1}, A_{n-1}, T_{n-1}, t_i \rangle$ als argument heeft maar ook een factor R , de effectanalysefactor. Deze factor geeft richting aan het leren en de ontwikkeling van het gedrag van de omgeving c.q. het slimme apparaat.

Het lerend systeem kent dus de functie UL met formule

$$UL(R, \langle S_{n-1}, A_{n-1}, T_{n-1} \rangle, t_i) = T_n$$

Op basis van deze beschouwing kunnen we een stap zetten naar het bouwen van een slimme en lerende omgeving.

6.3 Gebruikers-betrokkenheid en ontwikkelcycli

Het ontwikkelen van een systeem kent zowel een top down benadering als een bottom up beweging. Het laatste zien we in de aandacht die van losstaande hard- en softwarecomponenten verschuift naar devices die geïntegreerd zijn in de omgeving. De top down benadering vraagt vaak een grote sprong van visionaire scenario's naar op zich staande toepassingen in de omgeving die nog niet ingebed zijn in een groter geheel. Fred Brooks heeft hier verstandige opmerkingen over gemaakt in zijn baanbrekende artikel 'No Silver Bullets' (Brooks, 1987). "The hardest single part of building a software system is deciding precisely what to build." Waar dit al geldt voor een software systeem, is het nog sterker van toepassing op een systeem waarin software samen met andere elementen van een systeem samenwerkt. Vanwege deze inherente moeilijkheid merkt Brooks op "I would go a step further and assert that it is really impossible for a client, even working with a software engineer, to specify completely, precisely, and correctly the exact requirements of a modern software product before trying some versions of the product." Deze opvatting is gemeengoed geworden in de jaren negentig en heeft geleid tot iteratieve en incrementele ontwikkelwerkwijzen. De directe klantbetrokkenheid heeft ook meer

aandacht gekregen Doordat toch veel ontwikkelprocessen steeds zwaarder en formeler werden is er een tegenbeweging opgekomen die in 1996 resulteerde in de introductie van eXtreme Programming, afgekort XP, door Kent Beck (Beck, 1999). In 2001 werden deze en andere zogeheten lichtgewicht software processen door een groep prominente initiatiefnemers samengevat onder de noemer 'agile methoden'. De agile methoden worden gekenmerkt door een pragmatische aanpak, weinig overhead en weinig formaliteit. Het Agile Manifesto (Manifesto, 2001) formuleert heel bondig de uitgangspunten:

We are uncovering better ways of developing software by doing it and helping others do it.

*Through this work we have come to value: **Individuals and interactions** over processes and tools.*

***Working software** over comprehensive documentation.*

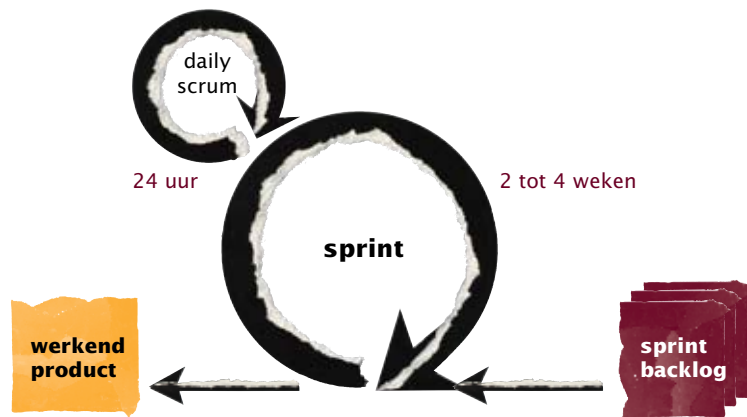
***Customer collaboration** over contract negotiation.*

***Responding to change** over following a plan.*

That is, while there is value in the items on the right, we value the items on the left more.

De ervaring met deze werkwijze bij het ontwikkelen van software binnen Saxion is beschreven in 'Scrum en XP frisse wind door het onderwijs' (Blom en van Leeuwen, 2009). Scrum, dat halverwege de jaren negentig werd gepubliceerd door Ken Schwaber en Jeff Sutherland, is een eenvoudig iteratief proces dat zich kenmerkt door sprints van twee tot vier weken (Swaber, 1995). Elke sprint levert

bruikbare functionaliteit voor de klant op. Een sprint wordt voorafgegaan door een planningsmeeting waarin de inhoud van de sprint door het team en de klant gezamenlijk bepaald wordt. Na iedere sprint wordt door het team geëvalueerd. Aan het begin van iedere dag bespreekt het team kort wat iedereen doet en of er obstakels zijn. Zie ook Figuur 16 of lees verder Kniberg (2007).



Figuur 16: Scrum software ontwikkelingsproces.

XP kent een aantal best practices die een waardevolle aanvulling zijn op het iteratieve en timebox karakter van Scrum. De belangrijkste om in dit verband te noemen zijn:

■ User Stories

Deze worden door de klant aangeleverd en beschrijven in twee of drie zinnen de dingen die het op te leveren systeem moet doen. User stories vervangen

uitgebreide requirementdocumenten en zijn geformuleerd in de taal van de klant. Bij user stories horen acceptatietesten, ook wel demo's genoemd, die moeten aantonen of een story goed geïmplementeerd is.

■ Test Driven Development

Test Driven Development, ofwel TDD, betekent dat er automatische tests zijn voor bijna alle software die ontwikkeld wordt.

Dit is een hoeksteen van XP omdat het design en zelfs de architectuur te allen tijde moet kunnen worden aangepast.

■ Pair Programming

Pair programming, ofwel in teams van twee personen software ontwikkelen is volgens XP de ultieme vorm van review. Hoewel dit veel minder productief lijkt te zijn is dat niet het geval. Het blijkt weliswaar iets minder productief te zijn dan twee onafhankelijke personen, echter het aantal fouten in de software is 50% lager (Williams, L et al, 2000).

■ Refactoring

Er wordt bij XP zo min mogelijk design gemaakt voor de lange termijn om te complexe software te voorkomen. Gevolg is dat er af en toe een design wijziging moet plaatsvinden. Dit heet refactoring en is alleen met weinig risico mogelijk als er voldoende tests aanwezig zijn om aan te tonen dat het nieuwe design weer werkt.

■ Continuous Integration

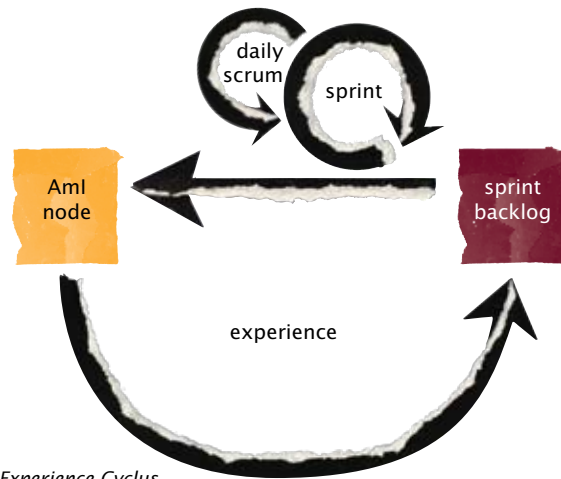
XP wil moeizame integratie van software onderdelen zo veel mogelijk voorkomen door continu te integreren. Dit gebeurt bij voorkeur door automatisch nieuwe software te integreren en direct mee te nemen in een automatische test. Eventuele ongewenste effecten van wijzigingen worden dan snel duidelijk.

Het is duidelijk dat XP zich heel direct richt op de praktische aspecten van software engineering, in tegenstelling tot Scrum dat zich meer richt op het projectmanage-

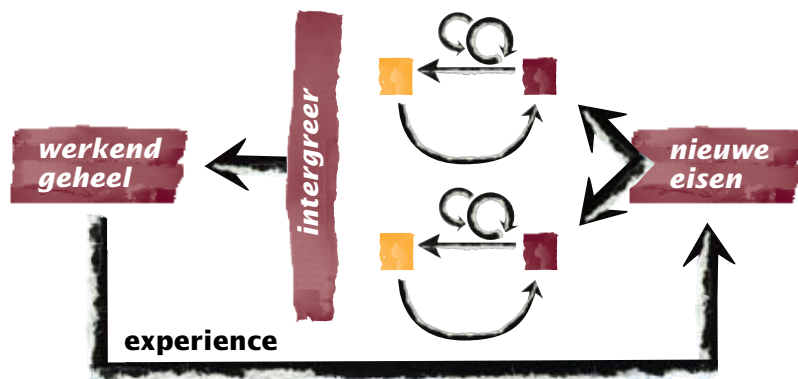
ment. De combinatie komt dan ook vaak voor in de praktijk, mede omdat de iteraties, user stories en planning game aansluiten op zowel Scrum als XP.

De vraag is in hoeverre bij de multidisciplinaire ontwikkeling van een ambient intelligence systeem van deze werkwijze gebruik gemaakt kan worden. De klant is in dit geval niet dezelfde persoon als de gebruiker. Het succes van een ambient intelligence-node wordt bepaald door de beleving die erdoor wordt opgeroepen bij de gebruikers. Worden deze erdoor ondersteund in wat zij willen doen, roept de interactie een prettige sfeer op, is de interface intuïtief bruikbaar en sluit die aan op wat de gebruikers als natuurlijk ervaren? Een ding zal duidelijk zijn: naast het ontwikkelen en testen van het systeem zal een belangrijke extra cyclus in de ontwikkeling bestaan uit het blootstellen van gebruikers aan de ambient intelligence-node om hun reacties en ervaringen te observeren (Figuur 17a).

Een tweede extra cyclus kan voortkomen uit de integratie van ambient intelligence-nodes als deelsystemen in een groter omvattend ambient intelligence systeem, waar ervaring kan worden opgedaan met onderling gekoppelde deelsystemen (zie figuur 17b). Belangrijk is sensorfusie en afstemming tussen het gedrag van actoren die mogelijk nieuwe ervaring en reacties van gebruikers oproepen.



Figuur 17a: Design-Experience Cyclus.



Figuur 17b: Design-Integreer-Experience Cyclus.

Vragen die het onderzoek moet helpen beantwoorden, hebben te maken met:

- de concretisering van abstracte concepten van ambient intelligence naar concrete ervaringen en prototypes;
- de cyclus design – build – experience- evaluate – redesign etc.;
- de overgang van losstaande Aml-nodes naar een ad-hoc samenstel van samenwerkende systemen met gebruikmaking van een gedeelde infrastructuur;
- een zinvolle inzet in een gebruiksomgeving;
- evaluatie van langdurig gebruik van een smart environment.

Slimme systemen bestaan al een lange tijd. Wat nieuw is met ambient intelligence is enerzijds de schaal waarop technologie wordt ingezet en apparaten onderling gekoppeld worden, en anderzijds de onzichtbaarheid van de intelligente systemen. Dit roept allerlei vragen op rond ethische, juridisch en maatschappelijke aspecten (Wright e.a., 2008). De technologie is prachtig en maakt aantrekkelijke ervaringen mogelijk, maar wordt soms ook als bedreigend ervaren. Als de omgeving alles weet, hoe zit het dan met privacy aspecten, met de beveiliging van data, of de gevoeligheid voor identiteitsdiefstal? Als de omgeving zich aanpast, hebben we dan nog wel een eigen keuze in wat we doen of in hoeverre worden we al of niet impliciet beïnvloed door de keuzes of informatievoorziening die de technologie voor ons doet? Hebben we nog wel

controle over ons eigen doen en laten? Worden we afhankelijk van de technologie? Hoe zit het met de verantwoordelijkheid als de technologie niet goed werkt? En wat met de mensen die allemaal niet mee kunnen komen in deze ontwikkelingen? Waar de technologie een bedreiging is, kan deze ook weer een oplossing zijn. Waar ligt hierbij de balans? Daar gaan we in dit hoofdstuk nader op in.

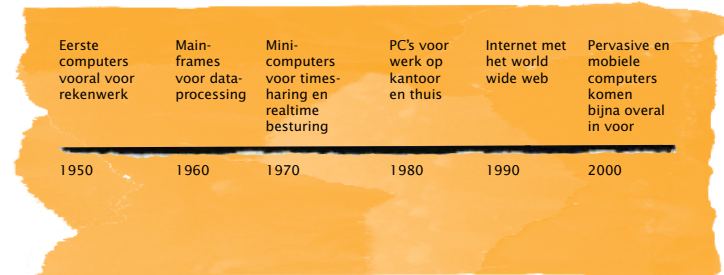
7.1 Sociaal maatschappelijke aspecten

In deze paragraaf zetten we de maatschappelijke impact van ambient intelligence in een ruimer kader van de effecten van het gebruik van computers in het algemeen sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw.

7.1.1 Historisch perspectief

Elektronische computers deden hun intrede in de jaren veertig van de 20-st eeuw.

Figuur 18 geeft een overzicht in vogelvlucht van de ontwikkelingen. In de tekst daarna wordt op de effecten ingegaan.



Figuur 18: ICT ontwikkelingen van de laatste 50 jaar.

Al sinds het begin van het gebruik van computers is er nagedacht over de maatschappelijke gevolgen van de automatisering. De eerste computers werden vooral gebruikt om berekeningen uit te voeren voor wetenschappelijke en militaire doeleinden. Denk aan het

berekenen van kogelbanen voor de artillerie, het oplossen van grote stelsels van differentiaalvergelijkingen en matrices, de weersverwachting en het gedrag van kernreactoren. Al snel ging men ertoe over om computers in te zetten voor het verwerken van grote hoeveelheden gegevens onder andere bij banken en verzekeraars. Daarmee veranderde het werk van de computer van berekenen (computing) naar gegevensverwerking (dataprocessing). Een variant daarop werd gebruikt voor het aansturen van veelal technische processen in wetenschap en industrie. Men begon te spreken van automatisering. Dachten enkele pioniers nog dat we in de hele Verenigde Staten wel voldoende hadden aan enkele grote computers, al snel werd duidelijk dat het aantal computers groter zou worden. Men zag in dat de computer veel breder inzetbaar werd, werk van mensen zou overnemen en dit vaak zelfs beter en sneller kon doen dan een mens. Er was onzekerheid over een mogelijke grote werkloosheid vooral onder laagopgeleiden. Daarmee werd het gebruik van computers een maatschappelijk vraagstuk.

Niet uitgekomen voorspellingen door experts in hun tijd.

"It's a great invention but who would want to use it anyway?"

Rutherford B. Hayes, U.S. President, na een demonstratie van Alexander Bell's telefoon, 1876.

"The Americans have need of the telephone, but we do not. We have plenty of messenger boys."

Sir William Preece, Chief Engineer, British Post Office, 1878.

"Radio has no future."

Lord Kelvin, Schotse wiskundige en natuurkundige, voormalig president van de Royal Society, 1897.

"I think there is a world market for maybe five computers."

Thomas Watson, voorzitter van IBM, 1943.

"Transmission of documents via telephone wires is possible in principle, but the apparatus required is so expensive that it will never become a practical proposition."

Dennis Gabor, Britse natuurkundige en auteur van "Inventing the Future", 1962.

"By 1985, machines will be capable of doing any work Man can do."

Herbert A. Simon, Carnegie Mellon University, wordt beschouwd als stichter van het vakgebied van de kunstmatige intelligentie 1965.

"There is no reason anyone would want a computer in their home."

Ken Olson, president, voorzitter en oprichter van Digital Equipment Corp. (DEC), 1977.

Jaren '50 en '60

In de jaren vijftig en zestig verschenen boeken onder titels als "Automatisering-vriend of vijand" (MacMillan, 1957) en "Wij en de automatisering" (Roeper, 1961). Fred Polak gaf met zijn boek "De nieuwe wereld der automatie" (Polak, 1966) een visie die vooral uitging van de bedreigingen van de opkomst van de computers in het arbeidsproces en daarmee van onze cultuur. Hij riep de overheid op in te grijpen om de ernstigste gevolgen om te buigen, temeer omdat computers voor steeds meer en andere functies bruikbaar was. Men dacht ook in die jaren al aan slimme robots, aan computergestuurde kunstarmen en -benen, aan telefonie en aan veiligheidssystemen bij kerncentrales. Een enorme stimulans was het ruimtevaartprogramma van de NASA. De zorg van Polak betrof de toenemende verdringing van de mens als werker in de industrie, landbouw en op het kantoor. De computer zal de mens overtreffen in snelheid, nauwkeurigheid en intelligentie en daardoor het werk overnemen zowel in de gegevensverwerking als in de procesindustrie. Automatisering is in de jaren zestig vooral sterk gericht op aansturing en uitvoering van werkprocessen. Kenmerken van deze vorm van automatisering zijn (Van Leeuwen, 1991):

- het idee van de maakbaarheid van de organisatie en de computertoepassingen;
- de hiërarchische verhoudingen;
- de verticale communicatie ten behoeve van de sturing van organisaties;
- de systeembureaucratie met sterke regelgeving; en
- de grote hoeveelheden gelijksoortige data die verwerkt worden.

Polak voorzag dat de welvaart zal stijgen en de vrije tijd toenemen, maar de mens wordt op tal van punten ingehaald door de “revolutie van de redelijke robots” en dat levert maatschappelijke problemen op. We merken op dat in die tijd de computer vanuit een centralistische blik bekeken werd, waardoor ook de oplossing gezocht werd in een centraal geleide aanpak door de staat.

Jaren '70

In de jaren '70 verandert de kijk op de automatisering door de opkomst van de minicomputer. Deze ondersteunt het menselijk handelen, automatiseert de mens niet weg, maar de gebruiker kan er interactief mee werken. Dat is voor een deel te danken aan de machines van Digital Equipment, waarvoor vanuit het Bell Lab (later AT&T) het interactieve Unix besturingssysteem is ontwikkeld (Bell, 1978) dat een nieuwe manier van werken met de computer ondersteunt. Hierdoor kwamen decentrale automatiseringsoplossingen binnen handbereik met als kenmerken:

- de ondersteuning van menselijke activiteiten;
- de participatie van medewerkers;
- de samenwerking tussen medewerkers;
- de daarbij behorende horizontale communicatie; en
- de interactie met de zogenaamde message-processing systemen.

De laatste eigenschap geeft aan dat de computer niet alleen meer de rol heeft van dataprocessor, die massaal gegevens manipuleert, maar nieuwe samenwerkingsvormen ondersteunt. Denk aan bijvoorbeeld verkoopactiviteiten waarbij snel in het systeem gekeken moet worden om na te gaan hoe het met de voorraad en levertijd staat. Men sprak indertijd ook wel van timesharing systemen.

Jaren '80

De jaren '80 kenmerken zich door twee ontwikkelingen, die elkaar enerzijds aanvullen, maar aan de andere kant ook gemakkelijk kunnen conflicteren. De maatschappij wordt een informatiemaatschappij genoemd (Everink, 1983). Op verschillende plekken zijn grote centrale gegevensbestanden beschikbaar die geraadpleegd kunnen worden op afstand. Anderzijds komt door de introductie van de microprocessor de *personal computer* (PC) op die in kleine bedrijven en in de thuisomgeving wordt gebruikt. Een PC en zeker de *Apple Mac* maken een nieuwe, creatieve manier van werken met de com-

puter mogelijk. Hierbij is geen formele werkwijze voorgeschreven, maar men kan ongestructureerd en ad-hoc werken om eigen ideeën vorm te geven. De gebruikersinterface wordt steeds meer grafisch om de omgang met de computer intuïtief te maken. Dit heeft geleid tot wat we nu kunnen noemen de democratisering van de automatisering en informatisering. Door een derde ontwikkeling, de opkomst van computernetwerken, kunnen grote bedrijven onderling informatie uitwisselen. Vanuit huis moet men zich nog behelpen (dat voelde toen trouwens niet zozeer als behelpen, het was een luxe) met trage modems (eerst 300bits per seconde, later sneller) en telefoonlijnen.

Zo zien we eind jaren tachtig een integratie ontstaan van de verschillende functies die de computer vervult. Computing, dataprocessing, message-processing en creatief werken, treden afwisselend op de voorgrond en worden voor sommige activiteiten gecombineerd. Een interessante beschouwing wordt gegeven door Zylker (1989; 1990), waaraan elementen van de bovenstaande overzichten zijn ontleend.

Jaren '90

De opkomst van het *world wide web* (www) op het Internet is de meest opzienbarende stap van computergebruik in de jaren negentig. Opvallend is dat deze ontwikkeling eind jaren tachtig nog helemaal niet voorzien werd. Met grafische *webbrowsers* werd het mogelijk informatie op te vragen en informatie uit te wisselen op het web. De gevolgen zijn ingrijpend geweest. Het betalingsverkeer, de handel in aandelen en het kopen via internet hebben grote invloed gehad op het financieel verkeer. Er ontstond het idee dat er een nieuwe economie zou komen. Aandelenkoersen stegen overdreven hoog tot de “internet bubble” uiteenspatte in 2000. Toch heeft dat geen rem gezet op het toenemend gebruik van internet en van nieuwe manieren van informatiedeling. Eerst werd informatie door bedrijven op het web aangeboden. Steeds meer is het web een plek geworden waar mensen zelf hun informatie plaatsen en onderling uitwisselen. Foto's, persoonlijke nieuwtjes, belevenissen worden gedeeld. Men chat en maakt deel uit van sociale netwerken als *Hyves*. De informatiestroom is niet meer topdown vanuit een informatieverstrekker naar de geïnteresseerden, maar bottom-up. Geïnteresseerden zetten zelf hun informatie en vragen op het web. In dit kader spreekt men niet meer van het web maar van web 2.0: de consument wordt tevens producent (van informatie).

Een andere ontwikkeling die al eerder begonnen was, heeft in de jaren '90 een versnelling doorgemaakt. Tal van apparaten werden voorzien van een specifiek op de functie van het apparaat toegesneden digitaal en programmeerbaar systeem. Deze specifieke systemen staan bekend als *embedded*: ze zijn verweven met het apparaat waarin ze opgenomen zijn. Denk aan het Anti-Blokkeer Systeem (ABS) in een auto, de automatische piloot in een vliegtuig en de regelaar van de dosis straling in een röntgenapparaat. Door de opkomst van embedded systemen en de daarmee samenhangende digitalisering zijn apparaten soms radicaal anders geworden: meer functies en grotere flexibiliteit. Bovendien worden ze steeds kleiner: fototoestellen, mobiele telefoons, PDA's, alarmsystemen en chipkaarten. Door deze digitalisering zijn tal van apparaten binnen het bereik van veel mensen gekomen. Dit heeft bijgedragen aan een toename van de welvaart en communicatiemogelijkheden, maar het heeft ons als personen en als maatschappij afhankelijk gemaakt van het goed functioneren van deze systemen. Door embedded systemen is het mogelijk allerlei apparaten aan het internet te verbinden om waarnemingen uit te wisselen of om processen aan te sturen. Er is sprake van een *internet of things*: iedereen en alles is verbonden via Internet.

7.1.2 Belevingseconomie

Welke maatschappelijke impact heeft Ambient intelligence als de karakteristieke ontwikkeling van de afgelopen jaren? Voor we hierop in gaan is het nodig nog de aandacht te vestigen op een onderliggend maatschappelijke en culturele drijfkracht bij de opkomst van Ambient intelligence. We doelen op de belevenis economie. Dit begrip is geïntroduceerd door Pine en Gilmore in hun boek 'The Experience Economy' (Pine, 1999). De toegevoegde waarde van een product is niet louter functioneel, maar het product of de dienst moet de koper een plezierige ervaring bieden. Die ervaring kan zijn de gezelligheid, de sfeer of het prachtige uitzicht bij het drinken van een glas fris op een terras. Daar heeft een klant geld voor over. Het idee dat een product een belevenis biedt, is ook de reden geweest voor Philips om de Ambi-light televisie op de markt te brengen (zie kader). Een van de vele gedachten achter de opkomst van Ambient intelligence is geweest dat in een slimme omgeving mensen zich prettig voelen en dat de sfeer verhoogd wordt bijvoorbeeld door op afstand samen een voetbalwedstrijd op de televisie te volgen. Een andere toepassing is op een fotolijstje naast het ziekbed de patiënt realtime te kunnen laten delen in gebeurtenissen van de familie, waardoor de zieke zich betrokken voelt. Grote nadruk op belevenis alleen kan leiden tot een vorm van bedenkelijk hedonisme, maar ook tot grotere betrokkenheid van

mensen op elkaar. Ook dit zijn maatschappelijk effecten waarvan nog onduidelijk is hoe zij zich verder ontwikkelen en waar accenten komen te liggen.

Philips Ambilight

Ambilight haalt de film letterlijk uit het scherm en vergroot het beeld door de muur achter het scherm te verlichten met een steeds wisselende kleurengloed. In het zogenaamde homelab van Philips is dit concept nog verder uitgewerkt door de hele kamerverlichting, trillingen in de vloer, windvlagen of zelf 'regen' binnen de woonomgeving aan te passen of te activeren op basis van de scenario's/beelden in de film die wordt vertoond.



Foto: Philips Research.

Overzien we de ontwikkeling van computergebruik in de afgelopen zestig jaren, dan zien we dat sommige maatschappelijke vraagstukken steeds in een ander jasje terugkomen. Denk aan het probleem van de privacy. Andere problemen als de angst voor werkloosheid door de automatisering zijn grotendeels verdwenen, doordat er steeds nieuwe werkgelegenheid ontstaan is in handel en dienstverlening (Monitor Duurzaam Nederland, 2009: p. 173). Ook zijn er nieuwe problemen naar voren gekomen als de enorme kosten voor beveiliging en ongewenst gedrag op het world wide web, denk aan kinderporno, betalingsfraude en het massaal versturen van spam. Met de opkomst van ambient intelligence kunnen we problemen als identiteitsfraude aan het rijtje toevoegen. Het schenden van privacy is weliswaar een oud probleem, maar treedt nu als bedreiging veel sterker op de voorgrond.

We kunnen de oplossingen zoeken in verschillende richtingen. Enerzijds kunnen we de kwetsbaarheden van technologie bestrijden met nog slimmere technologie, waarbij je je kunt afvragen of kwaadwillende personen op hun beurt daarin weer zwakke punten zullen ontdekken en misbruiken. Een andere oplossing kan gezocht worden in regelgeving en het gebruik van gevalideerde standaarden. Hiermee kunnen *best practices* ingevoerd worden die de kwetsbaarheid verminde-

ren. Hierbij moeten we beseffen, dat mensen de inherente vrijheid hebben een keus te maken tussen goed en kwaad. Dus alle risico's zijn niet uit te sluiten.

Veel winst kan behaald worden door bouwers van ambient intelligence bewust te maken van de risico's en in de ontwikkeling van dergelijke systemen vanaf het begin beveiliging en het tegengaan van misbruik te vereisen. Enkele voorbeelden zijn het gebruik van anonieme verwijzingen naar de identiteit van personen, zoals het gebruik van een sleutelwaarde in plaats van de naam, het beperken van het dataverkeer en het wissen van sporen in de digitale omgeving na een korte of deze te vervangen door anonieme data.

Een vraag die speelt vooral speelt toepassing van ambient technologie in de publieke ruimte, maar niet daar alleen, gaat over de zeggenschap bij ontwikkeling en invoering. Wie heeft de controle over het ambient intelligence systeem in de ontwerp- en implementatiefase? Zijn het de werknemers en gebruikers of de werkgevers of de overheid. Welke speelt die overheid bij systemen in de werkomgeving? Deze vragen zijn nog niet beantwoord? Een aanbeveling is de gebruikers en werkgevers te betrekken bij het ontwikkel- en invoeringsproces.

7.1.3 Hoe snel heeft ambient intelligence impact?

De ontwikkelingen rond ambient intelligence, en de voorbeelden die her en der in dit boek aan de orde zijn gekomen, zullen een grote impact hebben op de maatschappij. We willen hierbij drie aspecten in het bijzonder noemen. Ten eerste het verschijnsel dat wel *macromyopia* wordt genoemd. Macromyopia houdt in dat effecten op de korte termijn vaak worden overschat. Vergelijk bijvoorbeeld de hooggespannen (korte termijn) verwachtingen rondom gezichtsherkenning die in de praktijk zeer weerbarstig blijkt. Macromyopia houdt tegelijkertijd in dat de impact op lange termijn wordt onderschat. Klassieke uitspraken als *'Airplanes are interesting toys but of no military value'* (maarschalk Ferdinand Foch, 1904) of *'there is no reason anyone would want a computer in their home'* (Ken Olsen, oprichter DEC, 1977) zijn hier voorbeelden van. Maar ook de enorme vlucht van bijvoorbeeld Internet of mobiele telefonie zijn voorbeelden van ontwikkelingen die een aantal decennia terug niet te voorspellen waren. Op lange termijn is de technologische vooruitgang nauwelijks te overzien omdat we ons deze niet kunnen voorstellen binnen ons huidig gedachtekader. Macromyopia is een fenomeen dat continu optreedt maar dat we vaak nauwelijks herkennen.

Ijkdijk

De Ijkdijk is een nationale proeftuin in Bellingwolde voor de ontwikkeling van intelligente dijkbewakingssystemen. Het is een faciliteit waarin dijken, sensortechnologie en wetenschappelijke modellen voor dijken onder gecontroleerde omstandigheden kunnen worden getest. Bedrijven en onderzoeksinstellingen delen de faciliteiten en experimenteren gezamenlijk. De Ijkdijk biedt de mogelijkheid om nieuwe technologieën te ontwikkelen, te testen en toe te passen. Hiermee wordt een basis gelegd voor de ontwikkeling van een realtime monitoringsysteem voor dijken.



Foto: Nico Pals, programmamanager Ijkdijk.

Een tweede aspect dat een rol speelt is de in sectie 2.4 geschetste ontwikkeling van convergentie. Ontwikkelingen in verschillende technologiegebieden kunnen elkaar versterken en daarmee versnellen. Lab-on-a-chip is al als voorbeeld genoemd. De werking van biologische systemen

wordt bestudeerd en de inzichten worden gebruikt in technologievelden (bionica). Omgekeerd is in de biotechnologie heel veel mogelijk door informatieverwerking of nanotechnologie. Vooral de ICT en nanotechnologie zijn velden die veel ontwikkelingen in andere gebieden integreren of versnellen, waarbij geheel nieuwe vakgebieden ontstaan.

Ten derde speelt het aspect van co-evolutie, de wisselwerking tussen de technologische vooruitgang enerzijds en de sociaal normatieve ontwikkelingen anderzijds. Op het moment dat nanotechnologie 'hot' is en iedereen er enthousiast over is, kan dat een enorme impuls geven aan dit veld. Als echter in de publieke opinie ineens de gevaren van nanodeeltjes spelen op (het zogenaamde astbest effect), dan gaat de overheid hierop reguleren en willen de bedrijven niet meer investeren. Zo kan een ontwikkeling zomaar omslaan. Ook business aspecten spelen mee. Als er in de praktijk al tien miljoen DNA profielen vastliggen in databases, dan stap je niet zomaar over op een nieuwe eventueel betere technologie. Al deze aspecten bepalen of ontwikkelingen sneller of langzamer gaan, en daarmee of de impact groter of kleiner is op een bepaalde termijn.

7.2 Juridische aspecten: Privacy en security

Een maatschappelijk probleem dat door de automatisering veel aandacht heeft gekregen en nog steeds krijgt is de schending van de privacy. De volkstelling in 1971 leverde weerstand op bij grote groepen van de bevolking. Invoering van een Centrale Personen Administratie (CPA) werd in 1984 verworpen. Daarvoor in de plaats kwam de Gemeentelijke Basis Administratie (GBA) waarin gemeenten zelf vorm konden geven aan de opslag en verwerking van persoonsgegevens. De GBA is met strenge regels omgeven over wie de administratie mag inzien en wanneer. Het waarborgen van de privacy blijft een heet hangijzer bij nieuwe vormen van computergebruik. Automatiseren maakt mensen gevoeliger maakt voor problemen rond beveiliging van gegevens en privacy, dan het geval is met administraties op papier. Tenminste, dat wordt beweerd. Weerstand van burgers en binnen de politiek is recent nog gebleken rond de stemcomputer en slimme energiemeters¹⁹. In deze paragraaf gaan we in op de privacy en security kant van ambient intelligence.

7.2.1 Privacy

De Wet bescherming persoonsgegevens (Wbp) van groot belang binnen het geheel van de privacywetgeving in Nederland. Voorafgaand trad in 1988 de Wet persoonsregistraties (Wpr) in werking, welke 2001 is vervangen door de Wbp. Kenmerkend voor de Wbp zijn de volgende uitgangspunten:

- de betrokkenen moeten worden geïnformeerd over het gebruik van hun gegevens,
- de betrokkenen moeten daarin toestemmen,
- de betrokkenen moeten in staat worden gesteld na te gaan welke gegevens over hen geregistreerd zijn,
- de betrokkenen hebben het recht onjuistheden in die gegevens te laten corrigeren,
- de gegevens mogen alleen worden gebruikt voor een gespecificeerd doel (doelbinding),
- de gegevens mogen slechts onder zeer beperkte voorwaarden worden verstrekt aan derden waarbij voor gevoelige gegevens (onder meer ras, sekse, gezondheidstoestand) strengere voorwaarden gelden dan voor andere.

Daarnaast zijn er in de Wbp bepalingen die uitzonderingen hierop mogelijk maken. Uitzonderingen zijn onder meer toegestaan als deze bijdragen aan de voorkoming, opsporing of vervolging van strafbare feiten, of de bescherming de

rechten en vrijheden van personen of van belangrijke belangen van de staat.

De opkomst van ambient intelligence roept een aantal vragen op. Op drie daarvan willen we nader ingaan: de gigantische hoeveelheid gegevens die worden verzameld, de veranderende houding van de burger en het gebruik van gegevens voor andere doeleinden dan waarvoor ze oorspronkelijk verzameld zijn.

Data mining

De privacy van personen loopt veel meer gevaar in een slimme omgeving dan bij normaal computergebruik. Het kernmerk van context awareness is dat de aanwezigheid van mensen wordt gedetecteerd, waarbij het ook nodig is om de identiteit van mensen te bepalen. Mensen worden geobserveerd door camerasystemen en bovendien zijn de identiteit en veel persoonlijke gegevens gekoppeld aan persoonlijke slimme apparaten die mensen bij zich dragen. Het is technologisch mogelijk voortdurend na te gaan waar iemand zich bevindt of geweest is doordat men overal digitale sporen nalaat. Op sommige plaatsen is bijvoorbeeld cameratoezicht al de norm, en worden personen gewaarschuwd als ze een gebied betreden waar geen cameratoezicht meer is (zie Figuur 19).



Figuur 19: Waarschuwing dat het gebied met cameratoezicht wordt verlaten (Annecy, Frankrijk, 2008).

Traditioneel heeft informationele privacy te maken met bescherming van persoonsgegevens en inzage in wat er over jou is vastgelegd en wat daarmee gebeurt. Het probleem met ambient intelligence is dat er gigantische hoeveelheden data worden verzameld, opgeslagen en/of gecombineerd. Privacy krijgt daarmee een geheel andere betekenis. In de huidige praktijk is het al de vraag in hoeverre het inzage-recht daadwerkelijk kan worden uitgeoefend. Denk hierbij bijvoorbeeld aan cameratoezicht (zie ook Figuur 20). Als we al weten van wie de camera is, en wanneer hij aanstaat, tot wie moeten we ons dan wenden om de beelden waarop we staan in te zien? We gaan toe naar een informatiemaatschappij waarin gigantisch veel informatie wordt verzameld en door koppeling van informatiebronnen nieuwe, afgeleide informatie ontstaat. Daarbij is het

¹⁹Zie bijvoorbeeld <http://wijvertrouwenstemcomputersniet.nl> en <http://www.wijvertrouwenslimmemetersniet.nl>

de vraag of je redelijkerwijs nog kan weten waar wat over je is vastgelegd. Bij het combineren van gegevens speelt daarbij ook nog eens de vraag van wie deze nieuwe, gecombineerde of afgeleide gegevens eigenlijk zijn. Bovendien is ambient intelligence nauwelijks merkbaar voor de burger. Dit roept de vraag wie de informatieplicht heeft, die volgens de Wbp moet worden nagekomen. Het geheel vereist mogelijk een andere, minder traditionele kijk op privacy.

Web 2.0: nieuwe notie van privacy

Indien een kwaadwillende persoon gebruik maakt van de identiteit van een ander (identiteitsdiefstal), kan daardoor deze ander in relatie worden gebracht met bijvoorbeeld terrorisme of pedofilie. Dergelijke (onterechte) claims die over een persoon worden gedaan dienen te worden voorkomen. Het gaat dan niet meer om de bescherming van gegevens of van gegevensverwerking, waar de huidige Wet Bescherming Persoonsgegevens (Wbp) de nadruk op legt, maar om de bescherming van iemands identiteit, in de zin van de uitspraken die over hem of haar worden gedaan (Brussee e.a., 2008). Wij verwachten dat dergelijke nieuwe noties van privacy zich zullen ontwikkelen, die dus betrekking zullen hebben op bescherming van de eigen identiteit. De notie van privacy verandert dan bijvoorbeeld in die

zin dat privacy niet (alleen) een zelfstandig te beschermen waarde is, maar vooral (ook) een middel ter bescherming van de eigen identiteit.

In paragraaf 2.1.2 is de trendesignaleerd dat steeds meer burgers persoonlijke informatie over zichzelf op het internet publiceren. Voorbeelden als Hyves en LinkedIn zijn genoemd. Dit kan de vraag oproepen of de privacygevoelige gegevens die burgers zelf op Internet zetten nog wel beschermd dienen te worden. Echter de Wet Bescherming Persoonsgegevens (Wbp) blijft hier onverkort van toepassing. Het feit dat burgers informatie over henzelf willen delen met een door hen zelf af te bakenen deel van de wereld neemt niet weg dat de overheid en anderen de regels van de Wbp, en eventuele bijzondere regels ter bescherming van persoonsgegevens, zullen moeten blijven respecteren.

Function creep

Naast de enorme hoeveelheid gegevens en het anders omgaan met zijn gegevens door de burger speelt nog een derde aspect rond privacy en ambient intelligence. De Wet Bescherming Persoonsgegevens (Wbp) gaat uit van doelbinding: gegevens worden gebruikt voor de doeleinden waarvoor ze verzameld worden. Op het gebied van veiligheid zien we hier al een spanningsveld rond de bescherming van de veiligheid enerzijds, en de bescherming van de privacy anderzijds, die beide moeten worden gerealiseerd (Commissie

Veiligheid en persoonlijke levenssfeer, 2009). Uitzonderingsbepalingen in de Wbp stellen in sommige gevallen politie, justitie en veiligheidsdiensten in staat om gegevens te verzamelen en te bewerken waarover zij zonder die bepalingen niet, of alleen met vrijwillige medewerking van de houders van de registraties, zouden kunnen beschikken. De opgevraagde gegevens zijn dan feitelijk niet verzameld met het oog op bijvoorbeeld opsporingsdoeleinden of terrorismebestrijding, maar worden wel hiertoe gebruikt. We spreken van function creep: de functie van de gegevens verschuift. Function creep kan enerzijds betrekking hebben op het gebruik van gegevens voor andere (meerdere) doeleinden dan aanvankelijk de bedoeling was. Maar anderzijds valt onder function creep ook het gebruik van gegevens voor de oorspronkelijke doeleinden, maar door een andere doelgroep (gebruiker), of in andere toepassingsdomeinen.



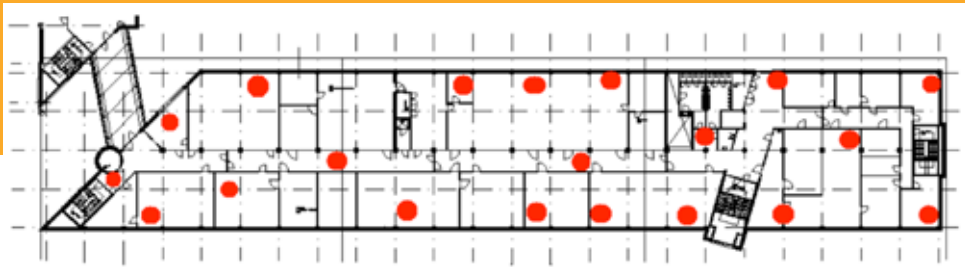
Figuur 20: Publieke (geel omcirkeld) en private (rood omcirkeld) camera's bij 'de muur' in Enschede.



Lokalisatie

Er is in 2006 door een Saxion student onderzoek gedaan naar positiebepaling in een gebouw met behulp van sensornetwerken. Verschillende lokalisatiealgoritmen zijn bestudeerd. In een vleugel van de Saxion Stadscampus is een sensornetwerk aangelegd waarmee een bewegend voorwerp onderkend konden worden en zijn plaats in de vleugel bepaald werd.

Foto: Saxion.



Rond veiligheid speelt ook dat de betrokken persoon –van wie de privacy wordt aangetast– mogelijk van niets weet. Een Rathenau studie (Vedder e.a., 2007) constateert bijvoorbeeld dat het opsporingsonderzoek zich steeds vaker uitbreidt tot personen in de omgeving van verdachten op wie zelf geen verdenking rust zoals, bijvoorbeeld een buurman. Bij ambient intelligence kunnen we dat in versterkte mate gaan terugzien. Personen weten niet dat informatie over hen wordt verzameld. Misschien zal deze informatie in een latere fase worden gebruikt voor doeleinden waarvoor de gegevens helemaal niet verzameld zijn.

Op dit punt is het goed te noemen dat, waar enerzijds technologieontwikkelingen een bedreiging kunnen zijn, ze anderzijds ook de oplossing kunnen zijn die het mogelijk maakt om je te beschermen tegen digitale bedreigingen. In het bijzonder wordt de term *privacy enhancing technologies* gebruikt om technologieën aan te duiden die de privacy beschermen. Een voorbeeld hiervan zijn technologieën die communicatie anoniem maken door iemands gebruikersnaam, email of IP adres te vervangen door een niet-traceerbare identicator (eenmalig email adres, random IP adres van een verzameling deelnemende computers, etc.). Ook zijn

er alternatieve oplossingen waarbij één digitale identiteit wordt gebruikt door meerdere personen waardoor er geen persoonlijk gebruikersprofiel kan worden opgebouwd. Tevens is er steeds meer aandacht voor privacybeveiliging op architectuurniveau ('privacy by design'). Een duidelijker en pro-actiever overheidsbeleid ten aanzien van privacy enhancing technologies wordt sinds kort ook door de EU gestimuleerd en gesubsidieerd (COM, 2007).

Tenslotte: technologieontwikkelingen (dataopslag, communicatie, mens-machine interfaces) maken het ook mogelijk dat er steeds meer wordt verzameld. Dit maakt het lastig om alle persoonsinformatie of privacygevoelige informatie onder controle te houden en te beschermen. Het is echter wel zo dat we met de huidige technologie ook weer kunnen traceren wie bepaalde gegevens inziet, waardoor het mogelijk is betrokkenen hierop aan te spreken. Een mooi voorbeeld is de casus 'Van Persie'²⁰. Het kan best zijn dat iemand vanuit zijn functie wel toegang heeft bepaalde gegevens in te zien, maar dat zijn huidige taken dit nog niet rechtvaardigen. Het kunnen traceren wie bepaalde gegevens heeft ingezien, biedt de mogelijkheid personen aan te spreken op nieuwsgierigheid of *function creep*.

7.2.2 Security

Een verschijnsel dat samenhangt met de bovenbeschreven ontwikkelingen en dat steeds meer aandacht vraagt, is de gebrekige beveiliging van systemen variërend van PC's in de huissituatie tot computers in bedrijven. Ook is veel communicatie op netwerken onvoldoende beveiligd. Dat leidt tot inbreuk op de vertrouwelijkheid, integriteit en beschikbaarheid van gegevens. Daaruit vloeien nieuwe problemen voort, zoals naast schending van de privacy ook identiteitsdiefstal, chantage of betalingsfraude. Via misleidende teksten en links proberen criminelen vertrouwelijke, persoonlijke informatie aan argeloze webgebruikers te ontfutselen en daar misbruik van te maken. Op sociale netwerken zien we hetzelfde gebeuren. Kwetsbare groepen als kinderen lopen gevaar door benadering door pedofielen. Een ander fenomeen, het snel inzicht hebben in ontwikkelingen die via het web bijna realtime te volgen zijn, heeft invloed op financiële beslissingen op de beurzen. Het is niet uit te sluiten dat de financiële crisis in 2008 mede daardoor zo heftig kon zijn. We noemen enkele bekende verschijnselen op Internet die een groot risico geven om die vervolgens in het kader van Ambient intelligence aan de orde te stellen.

Phishing bestaat uit het oplichten van personen door deze te lokken naar een valse (bank)website, die een kopie is van de echte website, en ze daar nietsvermoe-

²⁰www.nu.nl/news/607303/14/Agenten_probeerden_dossier_Van_Persie_in_te_zien.html

dend te laten inloggen met hun inlognaam en wachtwoord. Hierdoor krijgt een fraudeur de beschikking over authenticatiegegevens die kunnen worden gebruikt voor identiteitsfraude. De slachtoffers worden vaak via e-mail naar deze valse website gelokt.

Pharming is het misleiden van internetgebruikers door hun verkeer om te leiden naar een andere server. Internet gebruikt zogenaamde DNS-servers die domeinnamen (zoals www.minbzk.nl) omzetten in werkelijke IP-adressen die bestaan uit vier getallen (zoals "62.112.230.131"). Bij pharming wordt een DNS-server aangevallen en wordt het internetadres van een bepaalde domeinnaam gewijzigd. De nietsvermoedende internetgebruiker typt het bekende webadres in, maar komt op een nagebootste site terecht (o.a. op phishing sites). De internetgebruiker merkt hier niets van. Ook anti-virus programma's of anti-spyware software beschermen niet tegen pharming. De bescherming moet komen van de geautoriseerde DNS, het officiële internet adresboek.

Bij ambient intelligence speelt identificatie en authenticatie van gebruikers een grote rol. Het gaat immers veelal om de vraag: wie is er aanwezig en wat doen ze. Alleen zo kan de situatie worden ingeschat en kunnen slimme omgevingen daarop reageren. Omdat identificatie een grote rol speelt, is dus ook een slimme omgeving sterk gevoelig

voor bovengenoemde risico's, waarbij men zich vaak wil voordoen als een ander. Dit kan leiden tot ongewenste bijverschijnselen, waartegen we maatregelen moeten treffen. Die kunnen niet alleen duur zijn, maar ook tot ernstige belemmeringen in het gebruik van systemen leiden. Tegen verschillende vormen van identiteitsfraude zijn er adequate oplossingen, maar waakzaamheid blijft geboden. De gebruiker is immers vaak de zwakste schakel.

Het is zinvol na te gaan wat iemand identificeert in een slimme omgeving, en of dit anders is dan 'gewoon' op Internet, en of dat zo uniek is dat we van iemand kunnen vaststellen of hij werkelijk is, wie hij beweert te zijn. Dat is nodig om iemand te autoriseren bepaalde acties uit te voeren om toegang te krijgen tot informatie of ruimtes of bepaalde apparaten te mogen gebruiken. *Identity theft* is een probleem dat nu al speelt op het internet, maar dus ook mogelijk is in ambient intelligence.

7.2.3 Vertrouwen en onjuiste interpretaties

Ook het begrip vertrouwen (*'trust'*) moet in de context van ambient intelligence zorgvuldig worden onderzocht. In slimme omgevingen gaan mensen om met complexe technologie op een vanzelfsprekende en natuurlijke manier die aansluit bij hoe men intuïtief handelt. Dat neemt niet weg dat de achterliggende techno-

logie complex is. Als we stemcomputers al niet vertrouwen, vertrouwen we dan wel slimme omgevingen? Daarom is het belangrijk dat niet alleen de technologie de mens begrijpt, maar omgekeerd ook dat de mens de technologie begrijpt in de zin dat het gedrag van slimme omgevingen voorspelbaar en natuurlijk is (zie ook sectie 1.1.2). Kan iemand inderdaad op de ambient intelligence technologie vertrouwen en wel zodanig dat er gebeurt wat men verwacht, of heeft de technologie af en toe een onvoorspelbaar gedrag. Dit laatste kan bij voorbeeld gebeuren bij afwijkende, weinig voorkomende situaties. Denk aan een herstart van het systeem na een storing. Problemen kunnen zich voordoen doordat hackers met kwade bedoelingen in het systeem instellingen veranderen, maar kwaadaardige software zoals virussen vormen eveneens in toeneemende mate een bedreiging voor slimme apparaten en omgevingen. Had men tot voor kort nauwelijks last van virussen op de mobiele telefoon of de PDA, toch komen die voor. En de verwachting is dat dit steeds vaker het geval zal zijn.

Bij het uitwisselen en combineren van gegevens en door gebruik te maken van impliciete interfaces neemt de kans op onjuiste interpretaties toe. Hier ligt ook nog een gevoeligheid rondom fouten: als er ten onrechte belastende informatie over je in het systeem komt te staan, is dat door de hoeveelheid van data en de

aard van het databaseer nauwelijks meer te corrigeren. De Nationale ombudsman heeft bijvoorbeeld een zaak behandeld van een persoon die door fraude met zijn identiteit – een drugsverslaafde bleek zich voor hem uit te geven – dertien jaar lang ten onrechte geregistreerd stond als harddrugscrimineel in informatiesystemen van de overheid. De overheid slaagde er niet in de registraties als harddrugscrimineel en het strafblad met 43 criminele vergripen van zijn naam te halen²¹. Op de ethische kant van onjuiste interpretaties gaan we in sectie 7.3.1 kort in.

7.2.4 Lichamelijke integriteit

Tenslotte nog een paar korte opmerkingen rond lichamelijke integriteit, naast privacy een van de grondrechten. We gaan hier niet uitgebreid op in, maar willen toch een paar punten noemen waarom ambient intelligence hier een effect op kan hebben. Zeker rond de zorg spelen sensoren in en op het lichaam een belangrijke rol. Zie ook het voorbeeld van *mijn beschermengel* in hoofdstuk 5. In het verlengde hiervan kunnen ook de in sectie 2.4.1 (kader) genoemde bionische implantaten worden beschouwd. We hebben het dan over technologie in het lichaam, meestal aangesloten op de zenuwen, zoals het cochleair implantaat (een elektronisch implantaat dat geluid omzet in elektrische pulsen die de gehoorzenuw direct stimuleren, waarmee doven weer kunnen

horen). Dergelijke implantaten krijgen meer en meer sensoren en worden slim en omgevingsbewust. De lichamelijke integriteit speelt daar op twee manieren. Ten eerste is het inbrengen van sensoren in het lichaam per definitie een aantasting van de lichamelijke integriteit. Denk bijvoorbeeld ook aan de discussie rond het inbrengen van RFID tags in de mens²². Ten tweede speelt de vraag of deze implantaten zelf wel of niet onder de lichamelijke integriteit vallen.

7.3 Ethische aspecten

Betreffende de sociaal-maatschappelijke impact en de privacy en security zaken die we eerder beschreven, wijzen we op onderzoek dat gedaan is in het project “*Safeguards in a World of Ambient intelligence (SWAMI)*” (bescherming in een wereld van omringende intelligentie), een FP6 project in opdracht van de Europese Commissie, DG Information Society²³. Wright e.a. (2006; 2008) doen uitgebreid verslag van de werkwijze, resultaten en aanbevelingen van dit project. Het doel van het project is de sociale, economische, juridische, technologische en ethische aspecten die gerelateerd zijn aan identiteit van personen, privacy en security in de verwachte ambient intelligence omgevingen te onderkennen en te analyseren. Daartoe heeft de projectgroep Aml-projecten bestudeerd om huidige trends te beschrijven. Vandaar uit heeft zij zogenaamde “dark scenario’s” opgesteld om risico’s en kwetsbaarheden van ambient intelligence technologieën en –diensten in beeld te brengen. Om vertrouwen in, en acceptatie van ambient intelligence op te bouwen, heeft de projectgroep de opdracht gekregen voorstellen te doen voor maatregelen om de bescherming van de privacy en de security te bevorderen. Het doel is de gebruiker zelf meer controle te geven op het gebruik van zijn ambient intelligence technologie en om spelregels te kunnen handhaven bij het gebruik ervan.

Zo moet misbruik voorkomen worden en een goed gebruik gehandhaafd. Ook wil de Europese Commissie dat alle Europeanen gelijke kansen hebben om gebruik te kunnen maken van ambient intelligence omgevingen. We zullen in het kort enkele kwetsbaarheden en mogelijke bedreigingen bespreken.

7.3.1 Beïnvloeding en ingrijpen

Ambient intelligence zal niet alleen de mogelijkheid doen toenemen om informatie over mensen in te winnen en hen te observeren en te volgen. Via actuatoren zal ambient intelligence ook mogelijkheden bieden om het gedrag van mensen te sturen of erop in te grijpen. Een simpel voorbeeld hiervan zien we al bij het zoeken of bij reclame op Internet.

De reclame die in beeld verschijnt bij het zoeken met behulp van een zoekmachine of op een website, is typisch gerelateerd aan het profiel van de zoekster, bijvoorbeeld aan eerder zoekgedrag dat bekend is. Ook stelt de website zich automatisch in op de taal van het gebied van waaruit de website benaderd wordt. Enerzijds is het handig dat een slimme website meedenkt. Maar anderzijds weet de gebruiker niet welke zoekresultaten de zoekmachine wel of niet laat zien, of op basis waarvan ze zijn geordend. Dat kan zijn op basis van surfgedrag op Internet, maar ook op basis van commerciële belangen. Zo wordt de gebruiker indirect gestuurd in

²²www.christenunie.nl/nl/1/k/10261/news/view/41184/70743/Dossier-RFID-chips.html

²³http://ec.europa.eu/research/fp6/ssw/swami_en.htm
en <http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/TFS/SWAMI.html>

de website die hij gaat bekijken of het artikel dat hij gaat kopen. Ook direct sturen is mogelijk. Denk hierbij alleen al aan navigatiesystemen, die blindelings worden vertrouwd, of waar men zelfs niet meer zonder kan.

Rond gebruikersprofielen spelen ook nog andere ethische vragen. Zo speelt (wetenschappelijk gezien) bijvoorbeeld de vraag rond de betrouwbaarheid van de analyses van de waargenomen data. Vanuit afgeleide data (mogelijk verzameld zonder dat iemand het weet, of gedrag op Internet) wordt een beeld bepaald, maar het is de vraag in hoeverre dat beeld nog congruent is met de werkelijke persoon. Als een gebruikersprofiel is gebaseerd op het surfgedrag, dan nog kun je je afvragen of iemand zich, bijvoorbeeld, juist afreageert op Internet. Dit zegt verder niets over zijn gedrag of voorkeuren. Zelfs al kon je de gedachten van iemand lezen (bijvoorbeeld: "ik sla je dood"), kun je je nog afvragen wat dit zegt over iemands daadwerkelijk gedrag. En hoe ver willen we eigenlijk gaan bij het ingrijpen?



Foto: Saxion.

Schermenwand

Binnen het lectoraat Ambient Intelligence is er een schermenwand ontwikkeld, waarin bij elk scherm een computert is gemonteerd en elk scherm zich autonoom gedraagt. De schermen zijn in een eigen netwerk opgenomen en elk scherm kan aan een ander scherm vragen samen iets te ondernemen. Op elk scherm kan bijvoorbeeld een gezicht getoond worden en de gezamenlijke activiteit van twee schermen kan dan zijn hun gezichten gedurende korte tijd naar elkaar te laten kijken.

Een volgende stap is de schermenwand interactie te geven met mensen die daar langs lopen. Dit is in 2009 door studenten gerealiseerd door gebruik te maken van bluetooth. Daarmee is elke scherm een berichtenbord geworden. De ambitie is om de interactie niet alleen te baseren op context awareness maar ook daarin intelligentie te brengen. Als begrepen wordt wie aanwezig zijn bij het scherm en welke intenties ze hebben (wat bijvoorbeeld is te bepalen uit hun lesrooster), kan nuttige informatie worden gegeven (een impliciete vorm van ingrijpen).

7.3.2 Verschuivingen van verantwoordelijkheden

Door de directe en indirecte sturingsmogelijkheden zal de technologie steeds meer zelf worden ingezet als reguleringsinstrument. En omdat de toepassingen in de loop der tijd steeds goedkoper worden en ook steeds gemakkelijker in het gebruik zullen worden, zullen zij ook beschikbaar komen voor een steeds grotere groep gebruikers. Deze grootschalige verspreiding zal de traditionele verhouding tussen overheid en burger aanzienlijk veranderen. Een monopolie van de staat op regulering en handhaving – voor zover dat er al ooit was – zal hierdoor steeds verder afkalven (Vedder, 2008). Private partijen zullen in toenemende mate zelf met behulp van technologie hun regels aan anderen opleggen. Een voorbeeld hiervan is de particuliere beveiliging, die met slim cameratoezicht en alarmering de veiligheid van bedrijfsterreinen regelt (uiteraard binnen de kaders van de wet). Een ander voorbeeld is het gebruik van technologie voor *digital rights management-systemen* (DRM) in de media sector. De sector dwingt hier met technologie af dat de consumenten geen kopie kunnen maken van bijvoorbeeld hun muziek of een film.

De overheid kan zelf, op grond van doelmatigheidsoverwegingen, regulering en handhaving ook steeds vaker overlaten aan technologie. De daarvoor vereiste

kennis en expertise zullen vaak alleen aanwezig zijn bij de bedrijven en organisaties die de desbetreffende technologie ontwikkelden. Daarom zal delegatie van regulering aan technologie als vanzelf vaak impliceren dat de regulering voor een deel wordt overgelaten aan de private actoren achter de technologie (Vedder, 2008). Dit roept vragen op hoe het zit met de kwaliteit en of betrokken actoren deze verantwoordelijkheid aankunnen (Leenes en Prins, 2006). Met betrekking tot de technologie rond ambient intelligence –die steeds complexer kan zijn– speelt ook de vraag of iedereen de technologische resultaten goed kan duiden.

We zien hier de verschuiving van het publieke naar het private domein in het bijzonder als het gaat om het uitvoeren van veiligheidstaken, met wellicht uiteindelijk een verschuiving naar de burger (burgerparticipatie, Amber Alert, etc.). Merk daarbij op dat de mate waarin organisaties wel of niet bereid zijn gegevens uit te wisselen in hoge mate bepalend is in hoeverre met ambient intelligence wel of niet een effectieve vorm van preventie kan worden gerealiseerd. Immers, voor slimme omgevingen moeten veel gegevens worden gecombineerd. Naast de technische kant speelt hier vooral een cultuuraspect. En de vraag wie verantwoordelijk is als, bijvoorbeeld, het voorspellen of beïnvloeden van gedrag plaats vindt op basis van informatie uit meerdere bronnen.

7.3.3 Vrije keuze

Het gebruik van toepassingen van ambient intelligence voor reguleringsdoel-einden, zoals beschreven in de vorige paragraaf, kan nog andere gevolgen hebben. Vedder (2008) gaat nader in op hoe technologische ontwikkelingen zich verhouden tot de normatieve uitgangspunten van het huidige Nederlandse (straf) recht. Dit is nog specifiek uitgewerkt in het *Addendum* in Teeuw en Vedder (2008). Dan blijkt dat iets als de vrije wil, die in Nederland hoog staat aangeschreven, onder druk kan komen te staan door ambient intelligence, namelijk als gedrag wordt afgedwongen door technologie. Wat feitelijk gebeurt, is dat door de inzet van technologie als reguleringsinstrument de normen die worden gesteld enerzijds versmelten met hun handhaving die wordt ingebakken in de technologie anderzijds. Verkeersdrempels zijn hier al een eenvoudig voorbeeld van. Door de aanleg van vele drempels kan het ergens bijna onmogelijk worden om harder te rijden dan dat is toegestaan. Op zich een nobel streven, maar in noodsituaties mogelijk ongewenst. Hoe dan ook wordt het personen onmogelijk gemaakt om de wet te overtreden. Daarmee wordt echter wel een stukje keuzevrijheid ingeleverd. Met ambient intelligence kan dit nog veel verder gaan. Het mag duidelijk zijn dat het in principe mogelijk is om auto's te maken die per definitie niet harder kunnen rijden dan dat op een bepaald traject is toege-

staan. Kwestie van omgevingsbewustzijn en ingrijpen via actuatoren.

Traditioneel staan normering en handhaving los van elkaar. Er zijn regels, en er zijn bijkomende middelen om de naleving van die regel te waarborgen (politie-optreden). Deze staan los van elkaar en geven daarmee een zekere vrijheid om de regel al dan niet op te volgen. Daarbij is er een risico om gesanctioneerd te worden indien de regel niet wordt opgevolgd. Als handhaving aan ambient intelligence technologie wordt overgelaten, dat wil zeggen wanneer normen worden ingebakken in de technologie zelf, ligt dat anders. Vaak worden dan de normstelling en de handhaving onlosmakelijk met elkaar verbonden. Betere en strikte handhaving is immers een belangrijke reden voor het gebruik van technologie als reguleringsinstrument.

Een illustratief voorbeeld is hier het eerder genoemde *digital rights management* (DRM). Met de opkomst van digitale technologieën werd het steeds problematischer om het illegaal kopiëren van geluids- en beeldbestanden tegen te gaan. Via DRM technologie heeft de media-industrie vervolgens manieren gevonden om het illegaal kopiëren technisch gezien onmogelijk te maken. Het frappante is overigens dat nu, met de komst van Internet en *peer-to-peer* uitwisselingsprogramma's, DRM weer zo complex wordt

om met deze technologie de wet af te dwingen en het illegaal kopiëren te voorkomen, dat sommigen juist weer pleiten voor een ander handhavingmodel (Van Buuren en Haaker, 2007). Het idee is dan om het downloaden van muziek traceerbaar te maken, en op basis daarvan weer te handhaven op basis van het risico gesnapt te worden, net als nu bij het te hard rijden het geval is.

Vanwege de vergaande mogelijkheden om mensen te volgen (sensoren) en te beïnvloeden (actuatoren) hebben ambient intelligence technologieën een groot potentieel in zich om voor handhavingdoeleinden te worden ingezet. Daarmee wordt de ruimte die de burger wordt gelaten om voorgeschreven regels en normen al dan niet op te volgen verkleind. De technologie beslist voor hen, na analyse van hun locatie, hun omstandigheden, of hun emoties en intenties. Daarmee wordt het ook minder noodzaak om de wetten juridische gezien te handhaven. Men kan op de technologie vertrouwen. Het gevolg is echter wel dat mensen de wet gehoorzamen, niet uit vrije wil, maar omdat dit wordt afgedwongen. Daarmee wordt mensen zelfs de kans ontnomen om vanuit eigen motivatie te gehoorzamen aan de afgesproken regels. Moreel gezien zijn hier wel wat kanttekeningen bij te plaatsen bij de wenselijkheid hiervan. Bepaalde levensbeschouwingen, zoals de Christelijke, en ook bepaalde stromingen in de

ethiek hechten zeer aan vrije keuze. Wat bijvoorbeeld als de geïncorporeerde norm 'onjuist' is (denk hierbij aan een dictatuur)? Daarnaast is de vraag wat dit betekent voor het strafrecht. Mensen worden immers strafrechtelijk verantwoordelijk gehouden voor hun doen en laten omdat en voor zover ze een vrije keuze kunnen maken.

7.3.4 Preventie en zelfdisciplineren

Bovenstaande discussie rond 'vrije keuze' is nauw gerelateerd aan een ander verschijnsel in de maatschappij: er is een algemene neiging richting preventie. Nadrukkelijk willen we stellen dat deze trend niet wordt veroorzaakt door technologie. In de wet en regelgeving zien we deze trend al langere tijd. Denk hierbij bijvoorbeeld aan Europese en nationale wet en regelgeving waarin derden worden verplicht tot het opslaan en ter beschikking stellen van gegevens voor doeleinden van rechtshandhaving en veiligheid. Zoals de telecom operators die de verkeersgegevens (wie belt met wie, wie bezoekt welke website) een zekere periode dienen te bewaren. Echter, de technologische ontwikkelingen rond ambient intelligence ondersteunen en versterken deze ontwikkeling wel.

Dit roept weer de vraag op of mensen zich anders gaan gedragen als ze weten

dat ze 'geobserveerd' worden. Een collega wetenschapper vertelde over zijn persoonlijke ervaring toen hij in het Verenigd Koninkrijk achteloos een sigarettenpeuk weggooide op straat. Plotseling werd hij via de luidspreker beleefd aangesproken dit anders te doen. Het is een klein voorbeeld van hoe je gedrag kunt aanleren: hij zal dit nooit meer doen, zeker niet wetende dat hij wordt geobserveerd. Ambient intelligence kan dus ook leiden tot zelfdisciplineren.

7.3.5 Digitale scheiding

Ten slotte iets over de *digital divide*, een term die algemeen wordt gebruikt om het verschijnsel aan te kaarten dat er een scheiding kan ontstaan tussen degenen die wel en die niet toegang hebben tot de nieuwe technologie of tot informatie (ook wel aangeduid met de *haves* en de *have-nots*). De mate waarin mensen toegang hebben tot nieuwe technologie is niet gelijk, sommigen hebben dit in ruime mate en anderen helemaal niet. Een kloof tussen de *haves* en de *have-nots* kan zowel op wereldwijde schaal optreden tussen rijke en ontwikkelende landen als tussen mensen in dezelfde maatschappij maar met verschil in rijkdom, opleiding of leeftijd. Enerzijds verwacht men dat de toegang tot ICT steeds goedkoper wordt en daarmee voor iedereen toegankelijk, maar anderzijds zal er een aanzienlijk verschil zijn, doordat sommigen alleen beschikken

over basisvoorzieningen en anderen zich meer en verfijndere diensten kunnen veroorloven. Doordat iedereen steeds meer afhankelijk wordt van informatiediensten en persoonlijke ondersteuning in slimme omgevingen, kan een groot verschil in de mate waarin men hier toegang toe heeft leiden tot een maatschappelijke tweedeling met alle vervelende gevolgen van dien.

Daarnaast kan er ook een scheiding ontstaan als de voor ambient intelligence noodzakelijke gebruikersprofielen worden gebruikt om iemand te discrimineren of te stigmatiseren. Denk hierbij bijvoorbeeld aan verzekeraars die differentiëren in de premie op basis van de hun dan bekende gedragsprofielen. Een derde vorm van scheiding is die op "vrijwillige basis". Personen kunnen principiële bezwaren hebben tegen het gebruik van Ambient intelligence, zoals we dat bijvoorbeeld kennen rond personen met gewetensbezwaren tegen het gebruik van biometrie in het paspoort²⁴. Zij gebruiken dan om principiële redenen de technologie niet, maar worden daardoor wellicht uitgesloten van bepaalde voorzieningen.

In de voorgaande hoofdstukken is al ingegaan op de uitdagingen voor het lectoraat Ambient Intelligence, dat wil zeggen de onderwerpen en toepassingsdomeinen waar we ons inhoudelijk op richten. In dit afsluitende hoofdstuk gaan we ten slotte nog nader in op het lectoraat zelf, en zijn impact op het onderwijs, de kenniscirculatie, de professionalisering van docenten en de samenwerking in het kenniscentrum.

8.1 Inbedding van het lectoraat

Het lectoraat Ambient Intelligence bevindt zich in het spanningsveld van verschillende belangenhebbenden:

- De lectoren zijn verbonden aan Saxion Hogescholen. Saxion heeft een toegevoegde waarde voor de regio, versterkt de kennisinfrastructuur en is een maatschappelijke onderneming. Het lectoraat moet passen bij deze positionering, en aansluiten bij de vijf speerpunten van Saxion Hogescholen:
 - (1) onderwijsintensivering,
 - (2) relatie met het werkveld,
 - (3) internationalisering,
 - (4) excellentie en
 - (5) professionalisering.

- Het lectoraat is ingebed in de academie Communicatie, Informatietechnologie & Informatiemanagement (CII). Het is de wens van de academie CII om met betrekking tot de toekomst van de ICT opleidingen meer naar toepassingsdomeinen te verschuiven, zoals criminalisering en preventie, media, wellness en zorgconsumentisme.
- Het lectoraat maakt onderdeel uit van het kenniscentrum Design en Technologie. Binnen het kenniscentrum wordt samenwerking nagestreefd met de verschillende collega lectoren (zie sectie 8.6). Ook wordt samenwerking nagestreefd met het kenniscentrum Zorg, welzijn en technologie.
- Het lectoraat heeft veel contacten met bedrijven (praktijk). Binnen het kenniscentrum Design en Technologie heeft het lectoraat nadrukkelijk als doel om met het MKB en non-profit organisaties samen nieuwe, innovatieve en praktijkgerichte producten en diensten te ontwikkelen. Binnen de kenniskring zijn ook bedrijven vertegenwoordigd waarmee wederzijdse kennisuitwisseling plaatsvindt.
- Het lectoraat is er voor studenten en docenten (onderwijs). Studenten voeren projecten uit binnen het lectoraat en het lectoraat verhoogt het kennisniveau van docenten via kennisoverdracht of omdat zij deel uitmaken van de kenniskring.

²⁴www.id-nee.nl
of www.christenunie.nl/nl/k/91/news/view/117705/48130/Geen-ruimte-voor-gewetensbezwaaar-tegen-paspoort.html

In dit hoofdstuk geven we aan hoe de toegevoegde waarde van het lectoraat inhoud krijgt voor de verschillende partijen. Het zal duidelijk zijn dat het om innovatie gaat. Daarover heeft Guus Berkhout, hoogleraar Innovatie Management behartigenswaardige dingen gezegd (Berkhout, 2007). Het werken aan innovatie vraagt om een ander klimaat in de organisatie. Het gaat om meer dan alleen een proces waarin bestaande producten en diensten worden opgeleverd. In een bondig overzicht heeft hij dit samengevat als weggeven in Tabel 2.

Voor innovatie zijn partners nodig. In ons geval zijn dat de bedrijven, de kennisinstellingen, de studenten en de docenten. De laatste twee groepen vertegenwoordigen het onderwijs. In wisselwerking met de partners kan het lectoraat Ambient Intelligence bijdragen aan onderwijsvernieuwing, nieuwe en ondernemende werknemers en kennisinnovatie bij de bedrijven. Voor een hogeschool is het stimuleren van praktijkgericht onderzoek via lectoraten een gedurfde onderneming. Door een visie voor de langere termijn is er vertrouwen dat de meerwaarde inderdaad zal ontstaan.

Tabel 2: Innovatie- en levenscyclus voor producten en diensten.

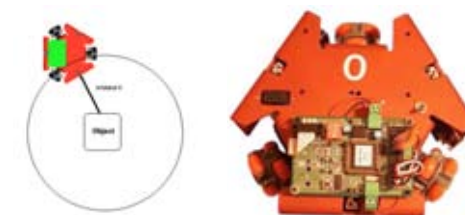
Innovatiecyclus voor producten en diensten	Levenscyclus voor producten en diensten
Denken in vergezichten Nadruk op vernieuwen Streven de enige te zijn Creatief vermogen Avontuurlijke expedities Klanten zetten de toon Bezielend ondernemerschap	Denken in jaarcijfers Nadruk op verbeteren Streven de beste te zijn Operationele excellentie Vorgeprogrammeerde marsroutes Concurrenten zetten de toon Kundig management

8.2 Betekenis voor het onderwijs

Onderzoek in een onderwijsomgeving is voor het HBO en nieuw verschijnsel. Vaak zijn lectoraten ervaren als vreemde elementen in het HBO. Dat verandert. De zichtbaarheid van de lectoren en hun onderzoek wordt geleidelijk steeds beter doordat in toenemende mate docenten en studenten betrokken worden in onderzoeksprojecten. De opgeleverde resultaten zijn bovendien vaak voor het onderwijs interessant doordat ze zichtbare en demonstreerbare artefacts opleveren. De betrokkenheid van studenten roept de vraag op hoe onderzoeksvaardigheden in het onderwijs vorm gegeven kunnen worden. In deze paragraaf zullen we ingaan op de bijdrage van het lectoraat op de link tussen onderzoek en onderwijs, de inhoudelijke onderwijsvernieuwing, de verrijking van de leeromgeving en de uitstraling van het vakgebied ambient intelligence naar studenten.

Java als besturingssysteemloos platform

Door Saxion studenten is in 2005 in het DevLab onderzoek gedaan naar de besturing van mobiele robots. Het streven was de Java Virtuele Machine te gebruiken als vervanging van een besturingssysteem. De robot had verschillende sensoren om de afstand tot een voorwerp te bepalen. Het lukte de robot een rondje om een voorwerp te laten rijden. Ook als dit voorwerp virtueel werd gemaakt en een vaste positie kreeg, kon de robot om die positie een rondje draaien. Voor de integratie bleek geen besturingssysteem vereist.



Foto's: Saxion.

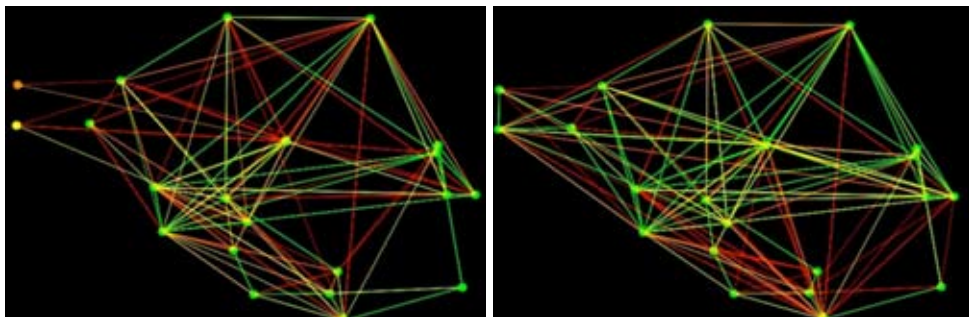
8.2.1 Relatie tussen onderzoek en onderwijs

De betrokkenheid van studenten in onderzoeks- en ontwikkelprojecten legt een directe verbinding tussen de activiteiten van het lectoraat en het onderwijs. Mede gelet op de geringe omvang van het lectoraat en de kenniskring is het gewenst studenten een rol te geven in projecten. Daardoor komen studenten direct in aanraking met nieuwe onderwerpen. Het doel is niet om studenten klusjes te laten doen. Studenten krijgen zicht op nieuwe ontwik-

kelingen door het ontwikkelen van *proof of concepts* en *demonstrators* die voor het onderzoek van belang zijn. Dit omvat meer dan louter de technologie van geavanceerde embedded systemen, hoe belangrijk dat ook is. De ervaring heeft overigens geleerd dat bij het ontwikkelen van *demonstrators* het van groot belang is dat studenten in staat zijn goede en robuuste software te ontwikkelen. Daarzonder zijn opgeleverde systemen slecht bruikbaar en onderhoudbaar.

Veranderende kwaliteit van een sensornetwerk

Bij popfestivals verandert de kwaliteit van verbindingen in een sensornetwerk door vocht in de lucht. Daarom moet continu de kwaliteit van verbindingen worden bepaald en de beste verbindingen worden berekend. Studenten van Saxion hebben in 2007 een onderzoek gedaan naar algoritmes om de snelste route van een sensor node naar een gateway in een veranderend sensornetwerk snel te kunnen vinden. In onderstaande schema's zijn de sensor nodes weergegeven door punten. De kleur van de verbindingen geeft de kwaliteit van de verbindingen aan (groen is een goede verbinding, rood een slechte).



Foto's: Saxion.

Door hun participatie krijgen studenten bovendien oog voor aspecten van kunstmatige en *embodied* intelligentie, voor het lerend zijn van systemen en voor nieuwe vormen van interactie. Dit betekent bovendien dat het lectoraat een bredere groep studenten kan boeien. Studenten met minder affiniteit voor de harde techniek, maar met affiniteit menselijke factoren in relatie tot ambient technologie, kunnen ook participeren in projecten.

Een ander aspect van de relatie tussen onderzoek en onderwijs is de opkomende behoefte aan het beheersen van onderzoeksvaardigheden. Wat dit betekent is vanuit het lectoraat verkend. De competenties die de drie Technische Universiteiten gezamenlijk hebben geformuleerd voor het onderzoek in de bachelorfase²⁵ hebben we vertaald naar leerdoelen voor het HBO. Zoals in hoofdstuk 1.2 beschreven is, gaat het in het HBO om praktijkgericht en niet om academisch onderzoek. Daarom is de formulering aangepast. Dat heeft een eigen verzameling leerdoelen opgeleverd. De student verwerft de volgende vaardigheden en attitudes:

- Is in staat om een slecht gestructureerd probleem (praktijkvraag of onderzoeksvraag) te herformuleren. Kan daarbij het bereik (binnen of buiten de scope) afbakenen. Kan deze nieuwe interpretatie verdedigen tegenover de betrokken partijen.

- Is opmerkzaam en heeft de creativiteit om eigen en andermans werk vanuit verschillende standpunten en op verschillende niveaus van abstractie te beschouwen.
- Kan een onderzoek ontwerpen en dit uitvoeren (onder begeleiding).
- Kan een transformatie maken van een concreet probleem naar een generiek probleem en omgekeerd een vertaling maken van een generieke oplossing naar een specifieke situatie.
- Is flexibel en kan de scope van een probleem aanpassen.
- Is zich bewust van de beïnvloeding van onderzoeksresultaten door de vraagstelling, de inrichting en ontwerp van het onderzoek.
- Is in staat de bruikbaarheid, de wenselijkheid, de uitvoerbaarheid en de kosten van een onderzoek in te schatten.
- Is in staat op één of enkele deelgebieden van het betreffende vakgebied een bijdrage te leveren.
- Is in staat te reflecteren op eigen werkwijze en behaalde resultaten.
- Kan rapporteren (mondeling en schriftelijk) over het onderzoek aan leken en vakgenoten.
- Kan informatievaardigheden toepassen.
- Kan indien nodig statistische methoden hanteren.

Deze doelstellingen worden bereikt door in het curriculum praktische opdrachten

te laten uitvoeren. Het accent ligt op het al doende verwerven waarbij de theorie van het onderzoek een ondergeschikte plaats inneemt. Uiteindelijk zal de student in projecten zowel vakinhoudelijk een bijdrage kunnen leveren als op de onderzoeksaspecten. Belangrijk daarbij is het te beseffen dat het zowel gaat om het leren van de student als om het bereiken van een projectresultaat. Met verwijzing naar de Britse onderzoekers Jenkins en Healy (2005) beschrijven Borgdorff e.a. (2007) een viertal perspectieven voor een curriculum waarin onderzoek en onderwijs worden verbonden (zie ook Figuur 21):

- Research-tutored, met een nadruk op het schrijven en bespreken van papers en essays;

- Research-based, studenten leren door het doen van onderzoek;
- Research-oriented, onderwijs gebaseerd op actuele kennis;
- Research-led, onderwijs gericht op onderzoeksmethoden voor het vakgebied.

De gekozen strategie kan per instelling, academie of opleiding verschillen, maar voor Borgdorff e.a. staat vast dat de onderzoeksfunctie van de hogescholen een extra brug kan vormen tussen het onderwijs en de beroepspraktijk. Dit is precies wat het lectoraat beoogt in onder andere het Twente Smart Tech Lab (zie sectie 1.2.3). Wij willen daarbij een stap zetten naar research-based onderwijs.

Bovenstaand model doet nog geen uitspraak over welke methode gebruikt moet worden bij het doen van onderzoek. Er zijn verschillende mogelijkheden. Ook de keus tussen een kwalitatief onderzoek en een kwantitatief onderzoek kan gemaakt worden. Binnen het domein van de ICT zijn verschillende researchmethoden gangbaar, zoals beschreven door Johnson (2005).

- Implementatiegedreven onderzoek. Bij deze aanpak wordt een systeem gebouwd om eraan te meten of ermee te bewijzen dat een hypothese geldig is. Dit komt veel voor in de informatica. Deze werkwijze kent beperkingen die kunnen voortkomen uit het gebouwde systeem. In veel afstudeerprojecten komt deze aanpak voor. Hij ligt vlak bij een gezonde engineering werkwijze.
- Wiskundige bewijstechnieken. Dit is een erg formele aanpak die voor het HBO maar in beperkte mate bruikbaar is.
- Empirisch onderzoek. Vanuit een hypothese wordt een experiment opgezet, gegevens worden verzameld en conclusies worden getrokken. Met statistische methoden wordt het cijfermateriaal verwerkt. De beperking zit in de mate waarin het experiment goed gecontroleerd kan worden uitgevoerd. Smit e.a. (2006) wijzen op de gevaren van slecht of onvolledig opgezette experimenten. Resultaten uit verschillende experimenten met dezelfde vraagstelling zijn

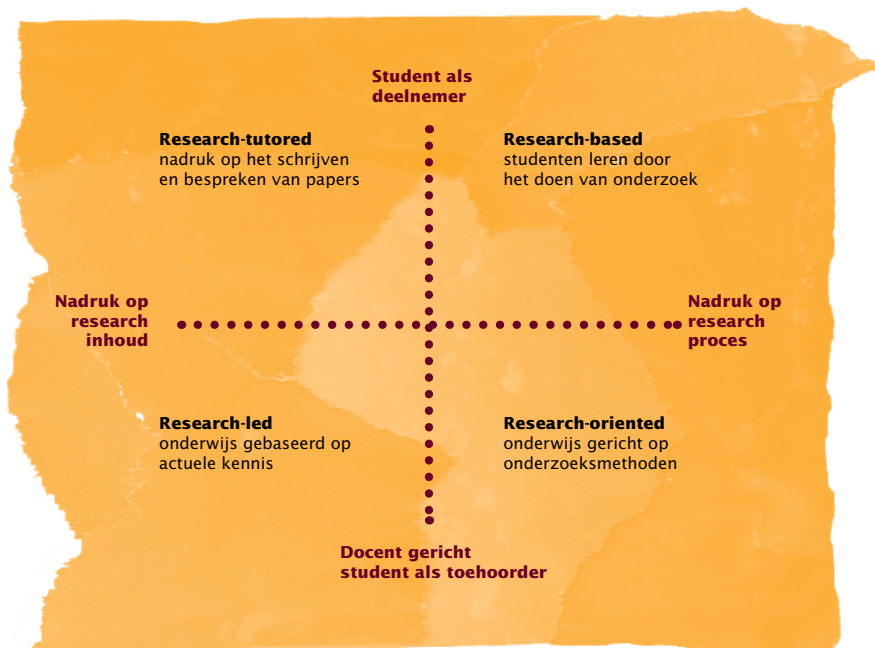
daardoor soms moeilijk te vergelijken en kunnen zelfs tegenstrijdig zijn.

- Observatie. Het gebruik van een systeem wordt geobserveerd. Door de observaties onder verschillende omstandigheden uit te voeren kunnen verschillende resultaten worden verkregen en daarmee wordt dit soort onderzoek vaak erg ongericht. Het is van belang vooraf goed te bepalen onder welke condities de observaties worden gedaan.

Ons lectoraat hanteert in veel gevallen implementatiegedreven of empirisch onderzoek.

8.2.2 Onderwijsvernieuwing

Door het uitvoeren van projecten komt nieuwe kennis versneld in het onderwijs. Niet alleen wetenschappelijke kennis vanuit de universiteiten en de literatuur, maar ook actuele praktijkkennis vanuit de bedrijven die betrokken zijn bij het lectoraat. De opleidingen kunnen in het contact met het bedrijfsleven hun visie aanscherpen over de wat van belang is ten aanzien van te verwerven competenties in het onderwijs. Het lectoraat Ambient Intelligence is het koppelpunt bij uitstek voor de wisselwerking tussen opleiding en de omgeving, die bestaat uit bedrijven en kennisinstellingen. Nieuwe technologie wordt verkend en voor het onderwijs toegankelijk gemaakt. Een eigen labomgeving, het Smart Tech Lab, is daarvoor



Figuur 21: Vier manieren om onderzoek te relateren aan onderwijs (naar Jenkins en Healy, 2005).

een instrument. Lectoren en docenten die meewerken aan praktijkvragen en daarin samenwerken met wetenschappers en bedrijfsmensen kunnen nieuwe kennis vertalen naar curriculuminhouden.

Vanuit de ervaring van het lectoraat zijn een flink aantal technologieën in het onderwijs geland. We noemen enkele voorbeelden:

- Lego Mindstorm Robots hebben een plek gekregen in het propedeutisch onderwijs. Daarmee kunnen principes van programmeren inzichtelijk gemaakt worden.
- Draadloze sensornetwerken worden in tal van studentenprojecten gebruikt. De basis van netwerken is hiermee binnen het bereik van het onderwijs gekomen op een manier die vroeger niet moge-

lijk was. Daarvoor was voorheen teveel grote apparatuur nodig. Nu is die in microformaat beschikbaar.

- Nieuwe interfaces uit de gamingwereld zijn vertaald naar observatoren van robotgedrag.
- Agile werkwijzen voor softwareontwikkeling zijn geïntroduceerd door het bedrijf Alten PTS dat betrokken is bij het lectoraat.
- Nieuwe middleware voor ambient technologie is aangereikt door zowel het bedrijf Thales en de kennisinstelling Novay waarmee we nauw samenwerken.

Al doende draagt het lectoraat niet alleen bij aan onderwijsvernieuwing op zich maar verrijkt het ook de leeromgeving door haar lab en experimenteerfaciliteiten.

8.2.3 Uitstraling

Een uitdaging voor alle informaticaopleidingen is zichtbaar te maken wat de maatschappelijke relevantie van de opleiding en het vakgebied is en deze bovendien voor studenten aantrekkelijk te presenteren. Studenten gebruiken volop geavanceerde, slimme gadgets, maar hebben vaak geen idee hoe die ontworpen en gerealiseerd worden. Via het lectoraat krijgen ze daar zicht op. Het inrichten van de leer- en werkomgeving van de student kan dit zichtbaar maken. Juist deze omgeving waarin veel studenten zijn, leent zich ervoor om de demonstrators te laten zien.

Presentiebord

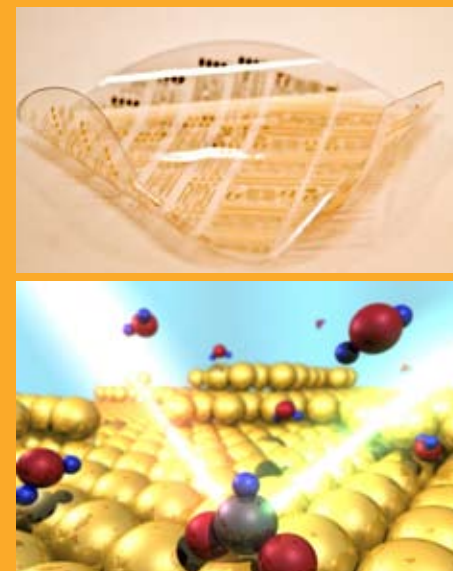
Een voorbeeld van dat de omgeving wordt verrijkt met *context awareness* is een presentiebord, zoals ontwikkeld door docenten en studenten van het lectoraat Ambient Intelligence. Er is hierbij gebruik gemaakt van een *touchscreen*, waarop niet allen de presentie kan worden weergegeven, maar door op de naam van een docent te tikken men ook informatie over de betreffende persoon kan zien. Via een andere tik op het scherm krijgt men informatie over lokalen en roosters.

Foto: Saxion.

Studieroute nanotechnologie en embedded systemen

Een ingrijpende bijdrage aan de uitbreiding van het onderwijsaanbod die door het lectoraat gestimuleerd is, betreft de invoering van een studieroute Nanotechnologie en Embedded Systemen. Op initiatief van het bedrijfsleven en uitgedaagd door MESA+, het onderzoeksinstituut voor nanotechnologie van de Universiteit Twente, is een ontwikkeling in gang gezet die leidt tot deze unieke mogelijkheid voor studenten om multidisciplinair gevormd te worden. Zij ontwikkelen inzicht en vaardigheden om systemen waarin nanotechnologie een rol speelt te ontwerpen en realiseren.

Dit initiatief sluit aan bij de landelijke aandacht voor de nanotechnologie en embedded systemen. Het ministerie van Economische zaken heeft daarvoor het innovatieprogramma Point One gelanceerd om bestaande posities in industrie en onderzoek te versterken en om Nederland nummer één te maken op het gebied van nano-elektronica en embedded systemen. Ondertussen is de ambitie van Point One verbreed door ook high-tech systemen erin te betrekken.



Foto's: MESA+.



8.3 Professionalisering docenten

Van docenten wordt in het HBO meer verwacht dan alleen lesgeven. Zij worden verantwoordelijk voor onderwijsontwikkeling en –vernieuwing. Daarbij is kennisontwikkeling onmisbaar. Niet alleen verandert de maatschappij snel, maar ook het vakgebied en de wetenschappelijke discipline die daarachter zit is sterk in beweging. Docenten zijn in de meest letterlijke zin kenniswerkers. Vandaar dat betrokkenheid van docenten bij het lectoraat van belang is, doordat het een impuls geeft tot het verwerven en ontwikkelen van nieuwe kennis.

De kracht van een lectoraat is dat het een brugfunctie kan vervullen tussen al gevestigde kennisinstellingen als univer-

siteiten en bedrijven. Docenten die als onderzoekers meewerken in het de kenniskring van het lectoraat participeren in wetenschappelijke activiteiten en zien de praktijkgerichte problemen van het MKB. Door het contact met de universiteit komt nieuwe kennis versneld bij de docenten en via hen in het onderwijs. Waar vroeger vooral nieuwe kennis via boeken bij docenten kwam, gaat de kennis nu rechtstreeks vanuit het onderzoek naar de docent. De omweg via een boek kost al gauw vijf jaren. Die vertraging kan worden opgeheven. De versnelling die nu optreedt, betreft niet alleen kennis, maar ook vaardigheden. Door te participeren in onderzoeksactiviteiten ontwikkelen docenten ook onderzoeksvaardigheden, waarbij ze gebruik kunnen maken van de labfaciliteiten van bedrijven en universiteiten.



Foto: Saxion.

Master Wireless Communication

Binnen het lectoraat volgt Paul Goolkate (de docent rechts op de foto), de master wireless communication aan de Queen Mary University of London. Het hele gebied van draadloze netwerken is van groot belang in de telecommunicatie en computer industrie. Deze technologie bestrijkt het hele gebied van mobiele communicatie (3G) en draadloze LANs tot nieuwere technologieën (als WiMax). Draadloos werken heeft een aantal voordelen. Denk hierbij aan woorden als "overal", "mobiliteit", "minder verstorend" en "adaptiever". De afstudeeropdracht heeft betrekking op de realisatie van een raamwerk voor een ubiquitous systeem op basis van WSN-technologie. De eigenschappen van wireless sensor netwerken (WSN) vormen de basis voor een ubiquitous systeem, bestaande uit autonome elementen die gebruikt kunnen worden in pervasive-games, maar ook goed inzetbaar zijn in simulatie van ontruimingen of andersoortige calamiteiten.

Al met al is het deelnemen aan de kenniskring voor docenten een verrijking van hun werkzaamheden. Dat geldt in het bijzonder voor docenten die de participatie aangrijpen om zich zelf professioneel verder te ontwikkelen door een promotie-onderzoek of een Master te doen. Saxion

ondersteunt dit door promovendi in hun jaartaak daarvoor ruimte te geven. Ook voor het lectoraat is dit gunstig. Hiermee wordt op een bijzondere manier inhoud gegeven aan kennisontwikkeling die voor het lectoraat vereist is.

8.4 Betekenis voor het regionale bedrijfsleven

Bedrijven zijn erg geïnteresseerd in lectoraten omdat die kunnen bijdragen aan het beter bereiken van de bedrijfsdoelen. Steeds meer bedrijven onderkennen dat lectoraten kunnen helpen in het oplossen van praktijkproblemen en bijdragen aan praktijkgerichte kennisontwikkeling. Bedrijven willen primair hun marktpotentie verbeteren, hun concurrentiepositie regionaal en wereldwijd versterken en hun klanten beter bedienen. Daarmee kunnen zij geld verdienen.



Foto: DevLab.

Twente Smart Tech Lab

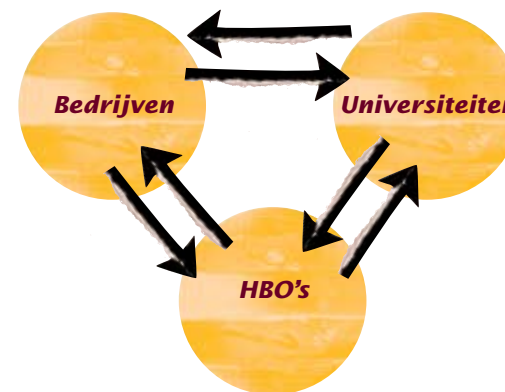
In het Smart Tech Lab dat momenteel wordt gerealiseerd in het gebouw van Saxion willen we een ruimte creëren waarin studenten, docenten en regionale bedrijven laagdrempelig kunnen samenwerken. DevLab in de regio Eindhoven zien we hier als een voorbeeld.

Het lectoraat Ambient Intelligence heeft vooral contacten met technologiebedrijven. Veel van deze bedrijven onderkennen dat zij voortdurend technologie verder moeten ontwikkelen om hun innovatief vermogen te versterken. De internationale concurrentie is sterk. Opkomende landen ontwikkelen zich van productie naar innovatieve productontwikkeling. Dat dwingt bedrijven na te denken over de manier waarop zij kunnen overleven en doorgroeien. Zij beseffen steeds meer dat de competenties van hun werknemers daarbij een sleutelrol spelen. Een belangrijke reden voor bedrijven om samen te werken met het lectoraat is hun interesse in goede afgestudeerden die in hun bedrijf komen werken.

Een tweede reden is de wens direct betrokken te zijn in kennisontwikkeling. De aanname dat dit altijd uitgaat van een concrete vraag van een bedrijf, valt te betwifelen. Veeleer zal een bedrijf geïnteresseerd zijn in wat meer generieke kennis die door middel van prototypes en demonstrators opgedaan wordt. Deze kennis is niet per definitie een bedrijfsgeheim. Het wordt pas gevoelige bedrijfskennis op het moment dat ze vertaald wordt naar een product. Daarom kan een bedrijf meedoen aan projecten waarin lectoren, docenten, studenten samenwerken met meerdere bedrijven.

Het geeft een bedrijf de mogelijkheid deel te nemen in een netwerk waarin gezamenlijk kennis en technologie ontwikkeld worden. In dit netwerk wordt kennis gedeeld. We zien hier dat kenniscirculatie gaat van bedrijf naar HBO en universiteit en omgekeerd. Bovendien is dit een illustratie van het principe dat kenniscirculatie niet kan zonder kenniscreatie. Er is sprake van een wederkerig belang. Het HBO kan naast eigen praktijkgericht onderzoek een andere rol vervullen: het HBO vertaalt universitaire onderzoeksresultaten in praktische MKB-taal. Dit is van vitaal belang in de kennisverspreiding. Figuur 22 symboliseert het halen en brengen van kennis.

Het HBO kan de hierboven beschreven rol via het lectoraat spelen voor bedrijven van verschillende omvang. De grote bedrijven zijn vooral geïnteresseerd in goed opgeleide, nieuwe werknemers. Zij zijn niet alleen via het lectoraat maar ook op andere manieren betrokken in onderzoek en ontwikkeling. Voor MKB-bedrijven geldt de belangstelling voor afgestudeerden eveneens, maar het lectoraat biedt juist hun een unieke kans tot participatie in voor hen relevant onderzoek. Sommige innovatieve MKB-ondernemingen komen zelf voort uit de academische wereld en hebben daardoor al een natuurlijke relatie met de onderzoekswereld. Voor anderen is het lectoraat de eerstaangewezen brug naar het onderzoek.



Figuur 22: Kenniscirculatie tussen HBO, bedrijven en Universiteiten.

8.5 Kennisopbouw en relatie met de kennisinfrastructuur

Het lectoraat Ambient Intelligence bevindt zich in een kennisintensieve omgeving. Er zijn tal van raakvlakken met onderzoek dat op kennisinstellingen in Twente uitgevoerd wordt. Onderzoek op de Universiteit Twente op het gebied van Pervasive Systems, met name wireless sensor netwerken, en op het gebied van Human Media Interaction, richt zich enerzijds op de technologie om ambient intelligence te realiseren en anderzijds op verschillende vormen van interactie waarin de mens centraal staat. Bij Roessingh Research & Development staat de revaliderende mens voorop en wordt onderzocht hoe ambient technologie gebruikt kan worden in het revalidatieproces. Bij Novay is onderzoek uitgevoerd naar Future Work Spaces. Onze focus op de mens en zijn werkomgeving ligt in het verlengde van het onderzoek in de regionale kennisinstellingen.

Wat betreft onderzoek op het gebied van 'inbedding' en 'omgevingsbewustzijn' kunnen we ons niet beperken tot wat er in Twente gebeurt. Onderzoek rond embedded systems vindt onder andere plaats in Eindhoven rond het eerder genoemde DevLab. Het lectoraat is betrokken bij het innovatieprogramma Point One²⁶ dat de ambitie heeft de positie van industrie en

onderzoek op het gebied van de nanoelektronica, embedded systemen en high-tech systemen in Nederland te versterken. In de Academische Raad van Point One is ons lectoraat vertegenwoordigd. In het ICT Innovatieplatform (IIP) Sensor networks werkt ons lectoraat samen met andere HBO-instellingen om te komen tot onderwijsvernieuwing en samenwerking in onderzoeksprogramma's waarin sensornetwerken worden toegepast.

De activiteiten van het lectoraat sluiten aan bij technologische ontwikkelingen zoals die beschreven zijn in Het ISTAG Rapport 'Shaping Europe's Future Through ICT' (ISTAG, 2006). Hierin worden ICT-trends bondig gekarakteriseerd met de termen Embedded and Invisible, Intelligent and Personalised, Content-rich, Interactive and Experiential. Deze begrippen worden in Europees onderzoek nader bestudeerd. Wij haken daarbij aan en onderzoeken hoe de trend vorm kan krijgen in werkomgevingen. We zoeken inhoudelijke aansluiting bij Socrades²⁷ een Europees project over industriële werkomgevingen. Met aandacht voor Clean Technology is er een raakvlak met milieuvriendelijke werkomgevingen en de rol van ICT daarin zoals beschreven in het project 'ICT and Sustainability (including Energy and Environment)'²⁸. Voor inzicht wat er gebeurt in de internationale onderzoekswereld is het voor het lectoraat van groot belang kennis te nemen van wat er

wereldwijd gebeurt. De gerenommeerde beroepsverenigingen van informatici, de ACM²⁹ en de Computersociety van de IEEE³⁰, publiceren maandelijks interessante overzichtsartikelen en daarnaast meer diepgaande studies.

De relatie met de kennisinstellingen wordt vorm gegeven door gezamenlijk projecten uit te voeren, en door over en weer informatie uit te wisselen. Het spreekt voor zich dat het voor docenten en studenten aantrekkelijk is deel te nemen in onderzoeksprojecten waar naast bedrijven ook universiteiten betrokken zijn. De beoogde kennisuitwisseling krijgt dan volop kansen. De ambitie van het lectoraat is om samen met universiteiten één of meer promovendi aan te stellen, waardoor van de relatie structureel wordt. We denken daarbij specifiek aan een onderwerp dat een combinatie is van intelligentie en interactie.

²⁶www.point-one.nl

²⁷Zie www.socrades.eu/Home/default.html

²⁸[ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/sustainability-istag_en.pdf](http://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/sustainability-istag_en.pdf)

²⁹Zie www.acm.org

³⁰Zie www.computer.org

8.6 Kenniscirculatie in het kenniscentrum

Het lectoraat Ambient Intelligence ontwikkelt in samenwerking met bedrijven en kennisinstellingen een eigen labomgeving, het zogenaamde Twente Smart Tech Lab (zie sectie 1.2.3). We werken hierin sterk samen met Bart Meijer, de lector proces- en productie innovatie. We beogen een omgeving waarin studenten, docenten en bedrijven onderling op informele wijze samenwerken. Inhoudelijk richten we ons hier op lerende, interactieve systemen. Naar het voorbeeld van het DevLab in Eindhoven beogen we een ontwikkelingslaboratorium in de regio te stimuleren en eraan mee te werken. Dit regionale ontwikkelingslaboratorium zal niet het Twente Smart Tech Lab zelf zijn, dat is immers een Saxion lab, maar zal iets zijn van de bedrijven dat wij willen stimuleren.

Met lector Ger Brinks van het lectoraat smart functional materials beogen we samenwerking rond slimme materialen, en met lector Karin van Beurden van het lectoraat product design willen we samenwerken rond interactie en gebruikerservaring. Binnen het kenniscentrum realiseren deze twee lectoraten aanvullende labs, zoals een smart materials lab en een usability lab. Samen met het Twente Smart Tech Lab ontstaat hiermee een omgeving waarin bedrijven bij het kenniscentrum

kunnen aankloppen voor elke vraag rond een product.

De meerwaarde van het Kenniscentrum Design en Technologie zit vooral in de onderlinge communicatie en samenwerking. Door vanuit verschillende vakgebieden elkaar als lectoren te bevragen en te ontdekken waar synergie niet alleen mogelijk maar in de praktijk ook noodzakelijk is, ontstaan nieuwe projecten. Dit samenspel verhoogt de waarde van het kenniscentrum voor de regio en voor de opleidingen van Saxion.

9 Dankwoord

Het schrijven van een boek over het onderwerp waar we in ons lectoraat verder op in willen zoomen, is een dankbaar werk. We hebben er zelf veel van geleerd en waren daardoor in staat nog beter de focus van het lectoraat in beeld te krijgen. Al schrijvend en lezend ontdekten we dat we de impact van ambient intelligence veel meer aspecten kent dan we aanvankelijk in beeld hadden. Dat Saxion ons daarvoor in ons lectoraat de tijd gunde, ervaren we als een privilege. Daarnaast heeft de stimulans en de belangstelling vanuit de Saxion-academie Communicatie, Informatietechnologie en Informatiemanagement en vanuit het Kenniscentrum Design en Technologie ons goed gedaan.

De kritische blik van de leden van onze kenniskring over conceptversies van dit boek hebben we erg gewaardeerd. We noemen Paul Goolkate, Etto Salomons, Eelco Jannink en Ruud Greven van de academie Communicatie, Informatietechnologie en Informatiemanagement. Vanuit Luminis heeft Hans Gringhuis zijn commentaar gegeven, evenals Gerben Blom vanuit Alten PTS.

Emile Aarts, de pionier van ambient intelligence in Europa, heeft op basis van een concepttekst de moeite genomen een voorwoord te schrijven. Hij wist ons werk

te positioneren in de ontwikkeling die ambient intelligence doormaakt, waarvoor onze dank.

Vanuit veel bedrijven is een bijdrage geleverd aan dit boek. Die kwam vooral in de vorm van foto's voor de kaders. We willen hierbij de volgende bedrijven en instellingen bedanken voor de aangeleverde foto's of tekstopmerkingen:

- AltenPTS, Baarn
www.altenpts.nl
- Ambient Systems, Enschede
www.ambient-systems.net
- ASML, Eindhoven
www.asml.com
- Axis Media Ontwerpers, Enschede
www.axismediaontwerpers.nl
- Brainclinics, Nijmegen
www.brainclinics.com
- Cutecircuit, London, UK
www.cutecircuit.com
- D-CIS Lab, Delft
www.decis.nl
- Demcon, Oldenzaal
www.demcon.nl
- DevLab, Eindhoven
www.DevLab.nl
- Dr. Leo Kannerhuis, Doorwerth
www.leokannerhuis.nl
- Inspiro, Arnhem
www.inspiro.nl
- Intel Museum, Santa Clara, California
www.intel.com/museum

- Isolectra, Capelle aan den IJssel
www.isolectra.nl
- Luminis, Arnhem
www.luminis.nl
- Nedap, Groenlo
www.nedap.nl
- Aebi Schmidt Nederland, Holten
www.aebi-schmidt.nl
- Noldus Information Technology, Wageningen www.noldus.com
- Observision, Heteren
www.observision.com
- Océ, Venlo
www.oce.nl
- Ostendum, Enschede
www.ostendum.com
- Philips Research, Eindhoven
www.research.philips.com
- Politie Regio Groningen, Groningen,
www.politie.nl/groningen
- Politie Regio Rotterdam-Rijnmond,
Rotterdam www.politie-rijnmond.nl
- PrismTech, Enschede
www.prismtech.com
- Radiological Society of North America,
www.rsna.org
- ReadOn, Enschede
www.readon.nl
- Re-Lion, Enschede
www.re-lion.com
- Roessinh Research & Development,
Enschede www.rrd.nl
- Service2Media, Enschede
www.service2media.com
- Smart Signs Solutions, Enschede
www.smartsigns.nl

- Sound Intelligence, Amersfoort
www.soundintel.com
- Stichting IJkdijk, Groningen
www.ijkdijk.nl
- Technische Universiteit Delft, Delft,
3me.home.tudelft.nl
- Tecnovia, Hengelo (O),
www.tecnovia.nl
- Telecats, Enschede,
www.telecats.nl
- Thales Nederland, Hengelo (O),
www.thalesgroup.com
- TI-WMC, Enschede
www.ti-wmc.nl
- Touch Bionics, Edinburgh (UK)
www.touchbionics.com
- Universiteit Twente, Enschede
hmi.ewi.utwente.nl
- Use System Engineering, Haaksbergen,
www.usetechology.nl
- VTS Politie Nederland, Odijk
www.werkenbijvtspn.nl

Ons thuisfront heeft kritisch meegelezen en geduld gehad op momenten dat we hun minder aandacht gaven, doordat we ons richtten op het schrijven.

Dank daarvoor Erna en Jolanda, Hannah, Gideon en Esther.



10.1 Henk van Leeuwen

Henk van Leeuwen (1949) studeerde af in de wiskunde en informatica aan de Universiteit Utrecht in 1985 na jaren in het lager en voortgezet onderwijs te hebben lesgegeven. In zijn afstudeerwerk deed hij onderzoek naar gedistribueerde bedrijfssystemen. In 1984 begon Henk als docent bij het Hoger Informatica Onderwijs te Enschede, waarvan hij in 1988 opleidingsdirecteur werd. Hij heeft in de jaren '90 voor de landelijke informaticaopleidingen in het HBO projecten geleid waarin de vraag naar competenties van afgestudeerden werd onderzocht met als doel te komen tot opleidingsprofielen. Als lid van het managementteam van het instituut ICT binnen Saxion was hij verantwoordelijk voor samenwerkingsprojecten met de industrie. In 2000 werd hij benoemd tot lector. Met Thales Nederland heeft Henk gewerkt aan de ontwikkeling en invoering van onderwijs in realtime en embedded

systemen. Als vervolg op de succesvolle samenwerking met Thales Nederland heeft hij het initiatief genomen het lectoraat Software Engineering voor Realtime en Embedded Systemen aan te vragen in 2001. Voor Océ heeft het lectoraat onderzoek gedaan naar de realtime software engineeringpraktijk, wat geresulteerd heeft in een training die alle software engineers van digitale kopieerapparaten bij Océ volgen. Vanuit het lectoraat heeft Henk onder andere het project Access To High Tech geleid, waarin vanuit het DevLab kennisdeling over embedded technologie met regionale bedrijven voorop stond. Steeds duidelijker werd dat veel gedistribueerde embedded systemen in de leef- en werkomgeving opgaan. Vandaar dat het lectoraat omgedoopt werd in 2006 tot Ambient Intelligence.



10.2 Wouter Teeuw

Wouter Teeuw (1967) is afgestudeerd in de Technische Natuurkunde aan de Technische Universiteit Delft (1989 cum laude). Zijn afstudeeronderwerp betrof multiresolutie beeldverwerking. Wouter is gepromoveerd in de Informatica aan de Universiteit Twente in 1993. Zijn proefschrift gaat over het opslaan en beheren van (database) objecten in gedistribueerde systemen. In dit kader was hij ook drie maanden werkzaam bij de ETH Zürich.

Na zijn promotie is Wouter gaan werken bij het Telematica Research Centrum te Enschede dat later is opgegaan in het Telematica Instituut, thans Novay geheeten. Wouter heeft als principal researcher bij Novay circa 15 jaar onderzoekservaring opgedaan rond conceptueel modelleren, gedistribueerde systemen, domotica en mobiele diensten. Hij is projectleider geweest van meerdere, multidisciplinaire onderzoeksprojecten en adviesopdrachten. De afgelopen vijf jaar is Wouter vooral actief in het projectmanagement en de

projectontwikkeling rond technologie en maatschappelijke veiligheid.

Wouter is sinds september 2008 als lector Ambient Intelligence verbonden aan Saxion.



10.3 Piet Griffioen

Piet Griffioen (1954) is afgestudeerd in de Toegepaste Wiskunde aan de toenmalige Technische Hogeschool Twente. In zijn afstudeerwerk heeft hij onderzoek gedaan naar het voorspellen van luchtverontreiniging in het Rijnmondgebied.

In de jaren '80 was Piet werkzaam bij de milieutak van Rijkswaterstaat waar hij onderzoek heeft gedaan naar de ontwikkeling van de waterkwaliteit en heeft hij modellen ontwikkeld voor het voorspellen van stoftransport in het stroomgebied van Rijn en Maas.

Sinds 1989 is Piet werkzaam bij Thales Nederland in Hengelo en korte tijd ook in Huizen. Hij heeft zich bij Thales gespecialiseerd in de architectuur en infrastructuur van complexe gedistribueerde command & control systemen. Hij heeft een groot aantal projecten gedaan in zowel binnenland als buitenland.

Sinds 2006 is Piet voor een dag in de week verbonden aan Saxion als bedrijfslector bij het lectoraat Ambient Intelligence. Daar

verzorgt en begeleidt hij mede de specialisatie Realtime & Embedded Systemen waarbij Thales in samenwerking met PrismTech de data distributie middleware OpenSplice heeft ingebracht.

Aarts, E. en Marzano, S. (Red.) (2003).

The new everyday: *Views on ambient intelligence*.
Rotterdam: 010 Publishers. ISBN 90-6450-502-0.

Aarts, E. (2003).

"Technology issues in ambient intelligence". In:
Aarts, E. & Marzano, S. (Eds.), *The new everyday*,
Rotterdam: 010 Publishers, p. 12-17.

Aarts, E. (2005).

Ambient intelligence drives open innovation.
ACM Interactions Volume 12, Issue 4, p.66– 68.

Aarts, E. (2008).

'De onvoltooide revolutie voorbij?' In: Frissen, V.,
en Esmijer, J. (red.), *Omzien naar de toekomst:*
Jaarboek ICT en samenleving 2008/09, Corre-
dijk: Media Update, 2008, pp. 221-236.

Aarts, E., en de Ruyter, B. (2009).

"New research perspectives on Ambient intel-
ligence". *Journal of Ambient intelligence and*
Smart Environments Volume 1, p. 5-14.

Aarts, E., en Rovers, R. (2003).

Embedded Design Issues in Ambient intelligen-
ce. In: *Ambient intelligence: Impact on Embed-
ded System Design*, Kluwer Academic Publis-
hers, Boston, Isbn 1-4020-7668-1

Bainbridge, W.S., en M.C. Roco (Red.) (2006)

*Managing nano-bio-info-cogno innovations; con-
verging technologies in society*.
Dordrecht: Springer.

Baken, N. (2009).

Video Quote in: ICT2030.nl: *ICT-agenda voor*
de toekomst van Nederland (CD ROM bijlage).
Den Haag, ICT Regie.
www.ict2030.nl/Pub/home/video_quotes/Baken.html

Beck, K. (1999).

Extreme Programming Explained: Embrace
Change, Addison Wesley, ISBN 0201616416.

Begg, R.K. e.a. (2005)

Support vector machines for automated gait
classification, IEEE Transactions on Biomedical
Engineering, Volume 52, Issue 5, May 2005
Page(s):828 – 838.

Bell, G. (2008).

Bell's Law for the Birth and Death of Computer
Classes: Communications of the ACM, Volume
51, Issue 1, Januari 2008, p. 84 - 94

Bell System Technical Journal (1978).

Unix Time-Sharing System, Volume 57,
Number 6, part 2

Berkhout, A.J. (2007).

Klimaat voor Innovatie & Innovatie voor Klimaat,
Inleiding Tauw Bedrijvencongres, 27 november
2007.

Blanson Henkemans, O.A. (2009).

ePartner for Self-Care: How to Enhance eHealth
with Personal Computer As istants. Proefschrift.
Delft: Technische Universiteit Delft.

Blom, G. en Van Leeuwen, H. (2009).

Scrum en XP frisse wind in onderwijs, Bits &
Chips, 26 maart 2009.

Boerstra, A.C., Leijten, J.L., en Haans, L. (2006).

*Literatuuronderzoek gebouwgebonden gezond-
heid, comfort, productiviteit en ziekteverzuim in*
relatie tot energiegebruik SenterNovem
Rotterdam: BBA binnenmilieu.

Boogaard, A. van, (red.) (2008).

De eeuw van de computer. Kluwer, Devengter.

Borgdorff, H., Staa, A.L. van, en Vos, J. van der (2007)
"Kennis in context: Onderzoek aan hogescho-
len". *Th&ma, Tijdschrift voor hoger onderwijs
en management*, jrg. 14, nr. 5, pp. 10-17.

www.scienceguide.nl/pdf/KennisinContext.pdf

Brooks, R. (1990).

"Elephants don't play chess". In: *Robotics and
Autonomous Systems*, Vol. 6, pp. 3-15.

Rogier Brussee, R., Heerink, L., Leenes, R., Nouwt,
S., Pekarek, M., Sprockereef, A., en Teeuw, W.B.
(2008).

*Persoonsinformatie- of identiteitsbeleid? Iden-
titeitsvaststelling en elektronische dossiers in
het licht van maatschappelijke en technologi-
sche ontwikkelingen*. Raport TI/RS/2008/034.
Enschede: Telematica Instituut.

Brooks Jr, F.P. (1987).

No Silver Bullet, Computer Magazine, April 1987

Burgelman, J.C.

"Slow food, slow growth ... slow ICT". In: Fris-
sen, V., en Esmijer, J. (red.), *Omzien naar de toe-
komst: Jaarboek ICT en samenleving 2008/09*,
Gorredijk: Media Update, 2008, p.237-252.

Buuren, R. van, en Haaker, T. (2007).

"DRM is dood ... leve DRM!" *Automatisering Gids*
nr. 34, 24 augustus 2007, p. 11. Tevens versche-
nen als: Raport TI/IS/2007/004, Enschede: Tele-
matica Instituut.

Calveen, M. (2008).

Stageverslag Smart Jacket. Bedrijf Benchmark.
Opleiding Industrieel Product Ontwerpen,
Saxion

CBS (2006).

*Bevolkingstrends, Statistisch kwartaalblad over
de demografie van Nederland*, Jaargang 54 – 4e
kwartaal 2006, p. 58- 61.

Clements-Croome, D. (2004).

Building environments, architecture and people.
Hoofdstuk 3 in *Intelligent Buildings: Design,
management and operation*. Thomas TelfordLtd,
isbn 0727732668

Cole, R.J. en Brown, Z. (2009).

*Reconciling human and automated intelligence
in the provision of occupant comfort*. Intelligent
Buildings International, 1, p. 39 – 55.

COM (2007).

*Communication from the Commission to the
European Parliament and the Council on pro-
moting data protection by privacy enhancing
technologies (PETs)*. Brussels: Commission of the
European Communities, COM (2007) 228. 2nd
May 2007. [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/
en/com/2007/com2007_0228en01.pdf](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0228en01.pdf)

Commissie Veiligheid en persoonlijke levenssfeer
(2009).

Gewoon doen, beschermen van veiligheid en
persoonlijke levenssfeer. Den Haag:
[www.justitie.nl/images/0525%20gewoon%20doen%20
ideale%20versie-tcm34-193378.pdf](http://www.justitie.nl/images/0525%20gewoon%20doen%20ideale%20versie-tcm34-193378.pdf)

Cook, D.J., Augusto, J.C., and Jakkula, V.R. (2009).

"*Ambient intelligence: Technologies, applicati-
ons, and opportunities*". *Pervasive and Mobile
Computing*, Vol. 5, No. 4., pp. 277-298.

Doorn, M. (Red.) (2006).

Converging technologies. Den Haag: STT Nether-
lands Study Centre for Technology Trends.

Douglas, B.P. (2003).

Real-Time Design Patterns, Addison-Wesley,
Pearson, ISBN 0-201-69956-7

EFSM (2008).

*Personal Protective Equipment Conference 2008,
Report on the outcome of the international con-
ference on driving innovation and intelligent pu-
blic procurement in the European Lead Market
concerning PPE*. Almelo: Engineering of Fibrous
Smart Materials (EFSM) Foundation.

ENIAC (2007).

Strategic Research Agenda 2007.

www.eniac.eu/web/SRA/local_index.php

European Technology Assessment Group ETAG
(2006).

*Technology assessment on converging technolo-
gies*. Policy Department Economic and Scientific
Policy, European Parliament, Report IP/A/STOA/
ST/2006-6.

Everink, J.

*De Informatiemaatschappij, de gevolgen van de
micro-elektronische revolutie*, Academic Service,
1983.

Fisk, W.J. en Rosenfeld, A.H. (1997).

"Estimates of Improved Productivity and Health
from Better Indoor Environments." *Indoor Air*,
jrg. 7, nr. 3, pp. 158-172.

Gezondheidsraad (2006).

*Betekenis van nanotechnologieën voor de ge-
zondheid*. Den Haag: Gezondheidsraad, publica-
tie nr. 2006/06.

Himanen, M.

*The Intelligence of Intelligent Buildings: The Fea-
sibility of the Intelligent Building Concept in Of-
fice Buildings*, VTT, Espoo, Finland (2003)

Hochberg, L.R., Serruya, M.D., Friehe, G.M., Mu-
kand, J.A., Saleh, M., Caplan, A.H., Branner, A.,
Chen, D., Penn, R.D., & Donoghue, J.P. (2006),

Neuronal ensemble control of prosthetic devices
by a human with tetraplegia, *Nature* 442, 164-
171.

Hoeymans, N., Picavet, H.S.J., en Tijhuis, M.A.R.
(2005).

"Gezondheidsgerelateerde kwaliteit van leven."
In: *Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Na-
tionaal Kompas Volksgezondheid*. Bilthoven:
RIVM, <http://www.nationaalkompas.nl> (Gezond-
heid en ziekte\ Functioneren en kwaliteit van
leven\ Gezondheidsgerelateerde kwaliteit van
leven)

Holdren, J.P. (2007).

"Science and Technology for Sustainable Well-
Being." Presidential Lecture at the *Annual Mee-
ting of the American Association for the Advan-
cement of Science (AAAS)*, San Francisco, 15
February 2007,

[www.aaas.org/meetings/Annual_Meeting/2007_San_
Fran/lectures/holdren_plenary/holdren_plenary.ppt](http://www.aaas.org/meetings/Annual_Meeting/2007_San_Fran/lectures/holdren_plenary/holdren_plenary.ppt)

Hulsebosch, R.J., M.S. Bargh, G. Lenzini, P.W.G. Eb-
ben, and S.M. Iacob (2007).

"Context Sensitive Adaptive Authentication".
*Proceedings of Second European Conference
on Smart Sensing and Context (EuroSSC 2007)*,
Volume 4793/2007.23-25 October 2007, Lake
District, UK.

Hulsebosch, R.J., en W.B. Teeuw (2008).

"Contextinformatie verbetert identificatie". *Bits
& Chips*, jrg. 10, nr. 20, 18 december.

ISTAG (2001).

Scenarios for Ambient intelligence in 2010.
Seville: IPTS, February 2001.

- ISTAG (2006).
Shaping Europe's Future Through ICT,
ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/istag-wp-wg-report-ver-final_en.pdf, European Communities, 2006
- Jenkins, A, en Healy, M. (2005),
Institutional strategies to link teaching and research. Heslington, UK: The Higher Education Academy
www.heacademy.ac.uk/assets/York/documents/ourwork/research/Institutional_strategies.pdf
- Johnson, c. (2005).
Basic research skills in computing Science. Weblog. Glasgow: Glasgow Interactive Systems Group (GIST), Department of Computer Science, Glasgow University. www.dcs.gla.ac.uk/~johnson/teaching/research_skills/basics.html
- Kaelbling, L.P. en M.L. Littman, (1996).
"Reinforcement Learnig: a Survey", *Journal of Artificial Intelligence Research* 4 (1996) 237-285
- Kalva, H., Fuhrt, B. (2008).
Architecting ambient in telligent systems, Proceedings of the 3rd ACM Internationa; workshop on Human centered computing, ISBN 978-1-60558-320-4, p. 57-60
- Kniberg, H. (2007.)
Scrum and XP from the Trenches,
www.infoq.com/minibooks/scrum-xp-from-the-trenches
ISBN: 978-1-4303-2264-1
- Kruissink, M., B. Post e.a. (2007).
"De gevangenis van de toekomst?". *Justitiële verkenningen*, jrg. 33, nr. 4, pp. 44-59.
- Leenes, R., en Prins, J.E.J. (2006).
"Techniek als alternatief reguleringsinstrument, implicaties voor privaatrechtelijke verhoudingen." In: B. Dorbeck-Jung, M. Oude Vrielink-van Heffen (red.), *Op weg naar bruikbare regulering? Recht der Werkelijkheid*, p. 117-134.
- Leeuwen, H. van, (1970).
Maatschappij en automatisering, scriptie 1970.
- Leeuwen, H. van, (1991).
HIO Enschede in een veranderende wereld. Lustrumboek, Hogeschool Enschede 1991
- Leiden, I. van en H. Ferwerda (2002).
"Cameratoezicht. Goed bekeken?" Advies en Onderzoeksgroep Beke te Arnhem. Uitgave van Politiekunde van Politie & Wetenschap, oktober 2002, Uitgeverij Kerckebosch.
- MacMillan, R.H., (1957).
Automatisering- vriend of vijand. Bijleveld Utrecht, 1957.
- Manifesto, (2001).
<http://agilemanifesto.org>
- Mantz, F. en Jonker, P.P. (2007).
'Behavior Based Perception for Soccer Robots' In: Obinata, G. en Dutta, A. (Red.), *Vision Systems: Applications* Vienna, Austria: I-Tech Education and Publishing, pp. 65-82. Te downloaden via <http://intechweb.org>
- Maslow, A.H. (1943).
"A Theory of Human Motivation". *Psychological Review*, 50, 370-396.
<http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>
- Meador, G. (1988).
The Piaget intelligence model and learning cycle,
www.bps-ok.org/physics/papers/pialearn.pdf
- Mohamed, F.B., Faro, S.H., Gordon, N.J., e.a. (2006).
"Brain Mapping of Deception and Truth Telling about an Ecologically Valid Situation: Functional MR Imaging and Polygraph Investigation—Initial Experience". *Radiology* 238, pp. 679-688.
- Monitor Duurzaam Nederland (2009).
CBS, Den Haag, ISBN 987-909-357-1650-6
- Nordmann, A. (2004).
Converging technologies; shaping the future of European societies Report European Commission Research, www.ntnu.no/2020/pdf/final_report_en.pdf
- Pfeifer, R. en C. Scheier (1999).
Understanding Intelligence. MIT Press. ISBN 0-262-16181-8.
- Pfeifer, R. en J. Bongard (2007).
How the body shapes the way we think, MIT Press, ISBN 0-262-16239-5.
- Pine, J. en Gilmore, J.H. (1999).
The Experience Economy, Harvard Business School Press, isbn 978-087—584919-8.
- Polak, F. (1966).
De nieuwe wereld der automatie, Uitgeversmaatschappij W.de Haan, Hilversum, 1966
- Poslad, S. (2009).
Ubiquitous computing: Smart devices, environments and interactions. Chichester, United Kingdom: Wiley.
- RVZ,, Raad voor de Volksgezondheid & Zorg, e.a. (2009).
Buiten de gebaande paden, Advies intersectoraal gezondheidsbeleid., Zoetermeer, 2009
- Rabobank, (2007).
Rabobank Groep Duurzaam in de markt 2007, Utrecht, 2007.
- Rocchi, S. (2003).
"The sustainability of ambient intelligence." In: Aarts, E. & Marzano, S. (Eds.), *The new everyday*, Rotterdam: 010 Publishers, p.75238-243.
- Roeper, H. (1960).
Wij en de automatisering, Het Spectrum Prisma, 494.Utrecht.
- Roco, M.C. (2007).
"National Nanotechnology Initiative - Past, Present, Future". In: Goddard, W.A., D. Brenner, e.a. (Red.), *Handbook on Nanoscience, Engineering and Technology*, 2nd ed., London: Taylor and Francis, pp. 3.1-3.26.
- Roco, M.C., en W.S. Bainbridge (Red.) (2002).
Converging technologies for improving human performance. NSF/DOC – sponsored report.
http://wtcc.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC_report.pdf
- Schmidt, K.F. (2006).
Nanofrontiers; visions for the future of nanotechnology. Washington, DC: Woodrow Wilson International Center for Scholars.
- Schuurman, J.G., Moelaert El-Hadidy, F., Krom, A., en Walhout, B. (2007).
Ambient intelligence: Toekomst van de zorg of zorg van de toekomst? Den Haag: Rathenau instituut.
- Silbergliitt, R., P.S. Antón, e.a. (2006).
The global technology revolution 2020, in-depth analyses; Bio/ Nano/ Materials/ Information trends, drivers, barriers, and social implications. Santa Monica, CA: RAND National Defense Research Division. www.rand.org

- SKO Stichting Kennis Ontwikkeling HBO (2008). *Lectoraten, kweekvijvers van innovatie*. Rapport van de evaluatiecommissie lectoraten. Den Haag: SKO, augustus 2008.
- Smit, A., Kempen, M., Wijngaards, N., en Meyer, A. (2006). "The hidden dangers of experimenting." In: *Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems, Hakodate, Japan*, p. 1320 – 1322
- Smit, G.J.M. (2007). *Energie in Computer Architectuur, less is more*. Oratieboek. Universiteit Twente.
- Snoek, N. and Salden, A. (2006). *Contextual Reasoning in Theory and Practice*. Rapport Freeband/Awareness/Dn1.6 versie 1.2. Enschede: Telematica Instituut.
www.telin.nl/index.cfm?type=doc&handle=72640&language=nl
- Søndrol, T. (2005). *Using the Human Gait for Authentication*. MSc Thesis. Gjøvik, Norway: Gjøvik University College, NISlab.
- NNI Nederlands Nano Initiatief (2008). *Strategische ResearchAgenda Nanotechnologie*. Uitgave FOM, STW en NanoNed.
- Sulem, P. et al. (2007). "Genetic determinants of hair, eye and skin pigmentation in Europeans", *Nature Genetics* vol. 39, 01 Dec 2007, pp. 1443 – 1452.
- Swaber, K. (1995). "Scrum development process." *Business Object Design and Implementation Workshop, OOPSLA'95, Austin, Texas, October 1995*, <http://jeffsutherland.com/oopsla/schwaber.html>.
Also published in: Sutherland J., D. Patel, C. Casanave, G. Hollowell and J. Miller (Eds). *Business Object Design and Implementation: OOPSLA'95 Workshop Proceedings*. Springer-Verlag, 1997.
- Teeuw, W.B. "Naar een veilige samenleving: nieuwe paradigma's in alarmering", *ICT Kenniscongres, Sessie veiligheid*, RAI Amsterdam, 10 april 2006. Tevens verschenen als publicatie TI/PR/2006/012, Enschede: Telematica Instituut.
- Teeuw, W.B. (2008). "In 2022 past een forensisch lab in de broekzak van een technisch rechercheur: Het samengaan van technologieën maakt sporenonderzoek steeds geraffineerdere. Een toekomstscenario." *Het Financieel Dagblad*, 17 november, p. 4.
- Teeuw, W.B., en A. Vedder (Red.) (2008). *Security applications for converging technologies: Impact on the constitutional state and, legal order*. Onderzoek en beleid 269, Den Haag: WODC/BJu.
- Thomassen, A. & Mulder, I. (2008). De Aard van het Beestje. In: H. Kort, A. Cordia en L. de Witte (eds.). *Langdurige zorg en Technologie* (pp. 335-338). Lemma uitgeverij: Den Haag
- TNO (2003). *Relatie EPC-niveau en gezondheidsrisico's als onderdeel van het kwaliteitsniveau van gebouwen*. 2003-GGI-R057
- Vedder, A.H., Van der Wees, L., Koops, B.J., en De Hert, P.(2007). *Van privacyparadijs tot controlestaat? Misdaad en terreurbestrijding in Nederland aan het begin van de 21ste eeuw*, Den Haag: Rathenau Instituut.
- Vedder, A.H. (2008). "Convergerende technologieën, verschuivende verantwoordelijkheden". *Justitiële verkenningen*, jrg. 34, nr. 1, pp. 54-66.
- Weiser, M. (1991). 'The computer for the 21st century'. *Scientific American* Vol.265, No. 3, pp. 94-104.
- Williams, L., R. Kessler, et al. (2000). Strengthening the case for pair programming. *IEEE software*, jrg. 17, nr. 4, pp. 19-25.
- Wright, D. (Ed.) (2006). E.O *Safeguards in a World of Ambient intelligence*, Final Report, Deliverable D4: A report of the SWAMI consortium to the European Commission under contract 006507, August 2006.
<http://is.jrc.ec.europa.eu/pages/TFS/documents/SWAMID4-final.pdf>
- Wright, D., Gutwirth, S., Friedewald, M., Vildjiounaite, E., en Punie, Y., Eds. (2008). *Safeguards in a World of Ambient intelligence*. Serie: The International Library of Ethics, Law and Technology, Vol. 1. Dordrecht: Springer Science + Business Media, ISBN 978-1-4020-6661-0.
- WWRF, WirelessWorld Research Forum (2003). *Working Group 2 "Service Architectures for the Wireless World" Whitepaper on Ambient Awareness*. Version 1.0, December 2003,
www.wireless-world-research.org/fileadmin/sites/default/files/about_the_forum/WG/WG2/White%20Papers/WWRF-WG2-WP4-Ambient-Awareness.pdf
- Zylker, A. (1989). *Informatietechnologie en 'Competitive Edge'*: Na de Storm.
- Zylker, A. (1990). *Software Engineering and Quality*.