

TECHNIEK VAN VENUS

OPENBARE LES APRIL 2008

ING. ERIC PUIK

DR. ANITA CREMERS

DR. IR. REMKO VAN DER LUGT

LECTORATEN/
MICROSYSTEEMTECHNOLOGIE
PRODUCT DESIGN & ENGINEERING



HOGESCHOOL
UTRECHT

TECHNIEK

VAN

VENUS

OPENBARE LESSEN APRIL 2008

ING. ERIK PUIK ⁷

DR. ANITA CREMERS ⁴⁷

DR.IR. REMKO VAN DER LUGT ⁸⁵

**“OP ZOEK
NAAR SLIMME
PRODUCTEN
MET GEVOEL
VOOR MENSEN”**

TEN GELEIDE

Het zwaartepunt van de ingenieursopleiding is aan het verschuiven. De 'Utrechtse ingenieur' zal zijn werk en toegevoegde waarde steeds meer vinden op het terrein van ontwerpen. Aan het ontwerpproces zelf worden steeds zwaardere eisen gesteld. Constructie en productie vinden in toenemende mate elders in de wereld plaats. Gelet op deze outsourcing zal de ontwerper ook in staat moeten zijn het maakproces op afstand te besturen, zowel wat betreft kwaliteit en geld als qua tijd. Ontwerpen kan vanuit verschillende perspectieven beschouwd worden: vanuit de conceptuele fase, de realisatiefase (verdere aanpassingen) of de gebruiksfase (upgrading, bediening et cetera). Bij onderzoeksinstellingen als TNO, maar ook bij vooraanstaande bedrijven als OCE, Philips en ASML zien we dat steeds meer sprake is van een integrale ontwerpaanpak. Het tijdperk van massaproductie evolueert naar een tijdperk van maatwerk, waarin de behoeften van de gebruiker centraal staan. De interactie tussen de technologie en de gebruiker zal een steeds belangrijker plaats in gaan nemen, en juist op dit vlak zal de 'Utrechtse ingenieur' zich onderscheiden.

Vooraf het inbrengen van 'intelligentie' in industriële producten is een kennisgebied waaraan een groeiende behoefte bestaat. Een kennisgebied dat zich kenmerkt door de integratie van verschillende disciplines: elektrotechniek/elektronica, (technische) informatica en werktuigbouwkunde. Deze ontwikkeling zal leiden tot een enorme toename van 'slimme' producten en/of diensten die op de een of andere manier met mensen communiceren. Dit betekent dat die producten ook als het ware 'gevoel voor mensen' moeten hebben. Bij het ontwerpproces komt de uiteindelijke gebruiker steeds meer centraal te staan; hij of zij is tenslotte degene die het product of de dienst daadwerkelijk moet kunnen en willen gebruiken.

Het gevolg van deze benadering van het ontwikkelen van producten en diensten is dat de 'zachtere' kant van de techniek een grotere rol zal gaan spelen; vandaar de titel van deze drie openbare lessen: 'Techniek van Venus'.

Onder dit motto zullen de drie lectoren van het Kenniscentrum Productontwikkeling hun openbare les presenteren, waarbij elk van hen in zal gaan op een van de drie aspecten van de product-ontwikkeling:

- ing. Erik Puik behandelt de technologie (het maakproces) met zijn voordracht: 'Humanoid of smart product...?' ;
- dr. Anita Cremers gaat in op de interfacing (het gebruikersproces), onder het motto 'Mijn gebruiker begrijpt me niet...';
- dr.ir. Remko van der Lugt ten slotte belicht het aspect van de creativiteit (het ontwerpproces) vanuit de vraagstelling 'Iedereen is een ontwerper...?'.

ing. Tim Helsloot,

Coördinator Kenniscentrum Productontwikkeling

HUMANOID OF SMART PRODUCT...?

ING. ERIK PUIK

- 1. INLEIDING** 11
- 2. MECHANISCHE SMART PRODUCTS** 15
- 3. ELEKTRONISCHE SMART PRODUCTS** 19
- 4. MST; DE VIERDE DIMENSIE** 23
- 5. MAAK PRODUCTEN MEER MENS** 31
- 6. DE TOEKOMST** 35
- 7. HUMANOID IN AANTOCHT** 39

Curriculum Vitae 41

Noten 42

**"FIRST THINGS
FIRST, BUT NOT
NECESSARILY
IN THAT ORDER"**

Doctor Who

1 / INLEIDING

Mocht u 'The Terminator', 'Mr Data' of 'R2D2' tegen het lijf lopen, geef ons dan een seintje. Voor zover we hebben kunnen nagaan, bestaan ze nog niet, maar dat gaat in de toekomst veranderen. Deze intelligente mensachtige verschijningsvormen met kunstmatige hersens, ofwel 'humanoids', zijn het ultieme doel van menig wetenschapper. Dit betekent in de praktijk dat het een kwestie van tijd is, voordat ze gerealiseerd worden. Voor het zover is, zullen 'smart products' in onze omgeving al overeenkomsten vertonen met humanoids. Dergelijke producten bewaken onze omgeving, verhogen onze veiligheid en verschaffen ons diensten als communicatie en vermaak.

Het lectoraat 'Micro Systeem Technologie/Embedded Systemen' (MST/ES) focust op kleine, op microchips gebaseerde, systemen met een zekere mate van intelligentie. Zo slim als bovengenoemde drie sciencefictionhelden zijn ze vandaag de dag nog niet, maar door de ingebouwde software zijn de systemen voorbereid op situaties die voor kunnen komen tijdens het gebruik. Ze anticiperen hiermee op hun omgeving, waardoor ze als 'slim' worden ervaren.

Smart products kunnen voor veel toepassingen gebruikt worden. Het lectoraat heeft daarom nog wat verder ingezoomd en gekozen voor het werken aan producten die gericht zijn op de gezondheid en veiligheid van mensen.

MST is een relatief nieuw vakgebied, dat sinds tien jaar sterk gegroeid is. MST heet ook wel 'MEMS' (Micro Elektro Mechanical Systems) of 'MNT' (Micro Nano Technologie). Het werkgebied vraagt om een interdisciplinaire aanpak vanuit elektrotechniek, werktuigbouwkunde, fysica, informatica, biochemie et cetera. Dit maakt MST tot een studierichtingsoverschrijdende discipline met een brede inbedding binnen Hogeschool Utrecht. De kennis-kring MST/ES richt zich op de technologie die smart products tot

leven brengt; 'brains', sensoren en communicatie met de omgeving. Naast producten ontwikkelt de kenniskring ook de benodigde nieuwe productieprocessen. Het combineren van state-of-the-art-kennis, zowel op het gebied van productontwikkeling als wat betreft productiemiddelen, vergroot de zekerheid dat ontwikkelde producten in ongeveer twee jaar op de markt kunnen komen. Het onderzoek wordt uitgevoerd met en door studenten van verschillende studierichtingen. Soms leidt dit tot verwondering of misverstanden, maar altijd ook tot sterke prikkels en meer creativiteit. Het verhoogt het enthousiasme van de studenten en het niveau van de technologieontwikkeling. De kenniskringleden zijn in eerste instantie experts op hun domein, maar worden daarnaast uitgedaagd om over de grenzen van de disciplines heen op verkenning te gaan.

In deze openbare les stappen we in een tijdmachine en maken we een reis. We stappen uit op een aantal kenmerkende plaatsen (tijdstippen) en kijken wat er op dat moment in de geschiedenis gebeurde. We zullen zien hoe steeds verdere verfijning van technologie ertoe leidt dat smart products in de toekomst steeds meer op mensen gaan lijken.

**“FIJNMECHANICUS
IS GEEN GEMAKKE-
LIJK BEROEP,
OP DE SCHAAAL VAN
ÉÉN MICROMETER
LIJKT ALLES VAN
RUBBER”**

2 / MECHANISCHE SMART PRODUCTS

Onze eerste halte is op ongeveer 500 jaar vóór onze jaartelling. Op diverse plaatsen in de wereld wordt de 'abacus', ofwel het telraam, gebruikt. Het is niet bekend waar het telraam voor het eerst opdook, maar in deze periode is het zowel in Griekenland en Egypte als in Azië in gebruik. Dat er in die tijd aan wiskunde werd gedaan, staat vast; Pythagoras werkte in die periode zijn befaamde stelling uit. Allereerst maakte het telraam het leven van de wiskundigen gewoon gemakkelijker. Daarnaast konden ze er ook lastige berekeningen mee uitvoeren om hun omgeving beter te begrijpen, berekeningen die voorheen niet mogelijk waren. Ze stelden modellen op, die ze daadwerkelijk konden toetsen. Ze berekenden bijvoorbeeld de stand van de zon en de maan.

We stappen weer in de tijdmachine en gaan een stukje verder... Een niet zo bekende vondst, maar geschiedkundig wel een invloedrijke, werd in 1901 gedaan bij het Griekse eiland Antikythera. In een visnet was een versteend mechanisme met bronzen onderdelen

Figuur 1
Antikythera-
mechanisme²

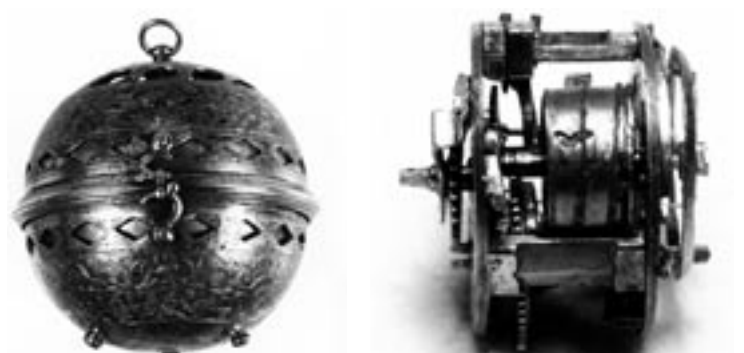


terechtgekomen (zie figuur 1). Professor K.N. Rados van de plaatselijke universiteit concludeerde na uitgebreid onderzoek dat het een instrument voor navigatie betrof ¹.

Bij gebrek aan technologie om het inwendige te onderzoeken was zijn advies om het versteende mechanisme intact te laten. Het nageslacht zou het onderzoek kunnen voortzetten, als de onderzoeksmethoden verbeterd werden. Het duurde tot 1960 vóór het apparaat met röntgenstralen doorgelicht kon worden. Het bleek een astronomisch instrument te zijn om de exacte stand van de maan en de vier eerste planeten vanaf de zon te berekenen. Hiermee was het z'n tijd ver vooruit ³. Een dertigtal nauwkeurig geproduceerde bronzen tandwielen met uitgekiende overbrengverhoudingen, dreef wijzers aan, die de beweging van de planeten simuleerden. De meest gangbare aanname op dit moment is dat het mechanisme tussen 150 tot 100 vóór Christus gemaakt is, vervolgens per schip getransporteerd is en rond 80 vóór Christus met schip en al naar de zeebodem verdwenen is.

We begeven ons met de tijdmachine naar het einde van de middeleeuwen. Nürnberg is het Europese centrum van de metaalbewerking. In 1505 vindt slotenmaker Peter Henlein het eerste zakhorloge uit, het 'Bisamapfel Uhr' (zie figuur 2). Het horloge heeft, in een tijd waarin kerkklokken de standaard zijn, geen gewicht en geen slinger, maar een veer en een onrust.

Figuur 2
Het eerste zakhorloge
van slotenmaker Peter
Henlein ⁴



Het apparaatje is klein, ongeveer zo groot als een kippenei, en bezit slechts een kleine wijzer voor het aangeven van de tijd. Dit laatste is in die periode geen zeldzaamheid, ook kerkklokken moesten de grote wijzer vaak ontberen. Henlein is er zelfs in geslaagd om het uurwerk een gangreserve van twaalf uur te geven. Aan het einde van de middeleeuwen, waarin het nog maar nét geen zonde meer is om technologie te bedrijven, wordt zijn uitvinding bijna als tovenarij gezien. Hoewel de uitvinding nog verre van perfect is, is er sprake van een bijzondere combinatie van functionaliteit. Naast het kleine formaat en het feit dat het horloge in alle standen blijft lopen, is de energievoorziening gecombineerd in een autonoom systeem. De energievoorziening met een opwindbare veer zal later volop gebruikt worden in muziekspeeldozen.

Ongeveer honderd jaar verder in de tijd, in 1623, vindt Wilhelm Schickard aan de universiteit van Tübingen de eerste rekenmachine uit. De rekenmachines van die tijd zijn zuiver mechanische systemen. Het draaien aan een zwengel zet raderen op systematische wijze in beweging. In 1652, 29 jaar later, optimaliseert Blaise Pascal het systeem met de 'Pascaline', die kan optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen (zie figuur 3).

Figuur 3
De 'Pascaline' is
de eerste bewaard
gebleven mechanische
rekenmachine²



**“IN MATHEMATICS
YOU DON’T UNDER-
STAND THINGS.**

**YOU JUST GET
USED TO THEM””**

John von Neumann

3 / ELEKTRONISCHE SMART PRODUCTS

De eerste elektronische component was de elektronenbuis. Doorontwikkeling van Edisons gloeilamp uit 1877 leidde tot de elektronische schakelaar in 1914. Deze vormde de basis van radio's, versterkers, analoge computers en vanaf 1936 ook van digitale systemen. Tijdens de Tweede Wereldoorlog heeft dit versneld geleid tot decodeercomputers voor gecodeerde telegraafberichten. De geallieerden slaagden er met behulp van de computer in om de code van vijandelijke berichten te kraken (beveiliging was toen ook aan de orde van de dag).

De decodeermachines waren niet vrij programmeerbaar en konden slecht voor andere taken dan decoderen ingezet worden. De vraag naar een meer flexibel systeem leidde tot het supercomputerproject 'ENIAC' (Electronic Numerical Integrator and Computer). De ENIAC was een reus van 27.000 kg met een stroomverbruik van 150kW. Er zaten zo'n 22.000 buizen in (zie figuur 4), wat zorgde voor een hoge storingsgevoeligheid. Na opwarming trad er iedere veertig seconden een storing op. Noeste arbeid zorgde ervoor dat de storingsgevoeligheid gedurende de jaren daarna verbeterde tot zestig uur. Af en toe gooide ongedierte nog roet in het eten; dan was er sprake van 'bugs'.

In 1947 kreeg de elektronenbuis concurrentie van de transistor. De veel kleinere en energiezuinigere transistor had grote voordelen boven de elektronenbuis. Hij maakte de veel hogere integratiedichtheid mogelijk die nodig was voor krachtiger computers. De bedrijven IBM en DEC omarmden in de jaren vijftig de technologie en ontwikkelden systemen die weliswaar compacter waren dan de ENIAC, maar nog altijd een computerruimte nodig hadden met kasten en randapparaten. Met name op het gebied van randapparatuur verbeterde er veel. Naast ponskaarten en ponsbanden kwamen er beeldschermen, printers en floppydisks. De eerste harde schijven hadden het formaat van een keukenkastje.

Figuur 4
Hele batterijen vacuüm-
buizen waren nodig om
de ENIaC tot leven te
brengen²



In de jaren zestig bestond er door de ontwikkelingen van de Koude Oorlog en de ruimtevaartwedloop een enorme drive tot miniaturisering. Voor het Apollo-ruimtevaartprogramma was er behoefte aan een automatische piloot, die bij de gecompliceerde besturing van een ruimtevaartuig zou kunnen assisteren, de zogenoemde 'Apollo Guidance Computer' (AGC). Aan het begin van het decennium werden de mogelijkheid onderzocht om verschillende transistoren op één klein stukje silicium te integreren om het gewicht van computers flink te kunnen reduceren.

In 1968 werden de eerste IC's (Integrated Circuit) toegepast in een ruimtemissie. Het resultaat was een computer met de omvang van een schoenendoos, die vergelijkbare prestaties leverde als de ENIaC. Dit betekende een gewichtsreductie met een factor duizend in twintig jaar tijd. De eerste compacte computer was een feit, maar het duurde nog tot 1971 vóór Intel de eerste commerciële microprocessor op de markt bracht. De komst en de doorontwikkeling in de jaren zeventig van de microprocessor leidden aan het einde van dit decennium tot de pc (personal computer) met snel openvolgende varianten tot het dominante ontwerp van IBM in 1985.

De jaren tachtig waren gewijd aan de ontwikkeling van een keur aan randapparaten, zoals printers en scherpe kleurenbeeldschermen, om de pc efficiënt in onze omgeving te kunnen gebruiken. In de jaren negentig zijn de pc's verbonden in een wereldwijd netwerk, het internet. Parallel hieraan zijn we draadloos gaan communiceren, zowel zelf met de zaktelefoon als onze computers. Eind jaren negentig en in het nieuwe millennium staan diensten als Google, Marktplaats, eBay, Hyves en YouTube centraal.

“TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENTS
BEHAVE MOSTLY
EXPONENTIAL,
**BUT PEOPLE THINK
LINEARLY.**”

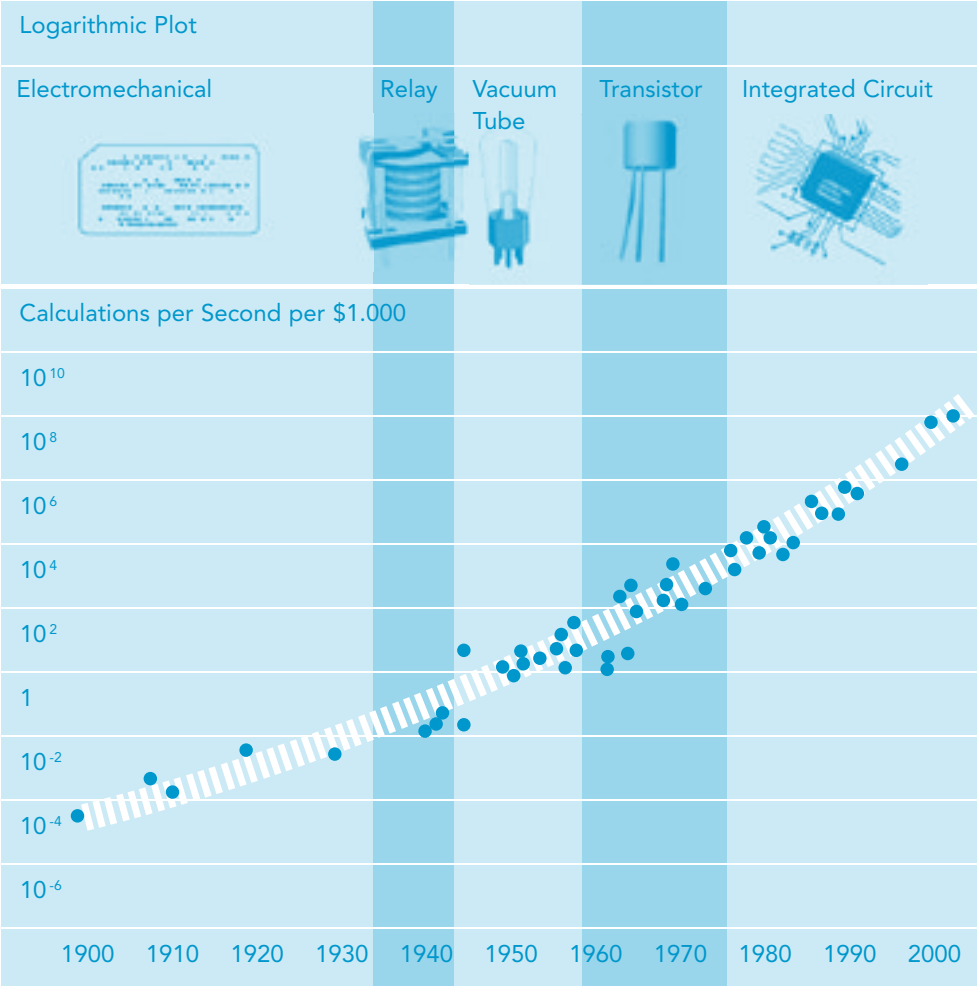
Ray Kurzweil

4 / MST; DE VIERDE DIMENSIE

Gordon Moore, een van de oprichters van Intel, deed in 1965 een voorspelling over de toename van de dichtheid van transistors op een siliciumchip. Zijn statement, bekend als 'de Wet van Moore', stelt dat het aantal transistors op een computerchip door de technologische vooruitgang elke achttien maanden verdubbelt (zie figuur 5). De voorspelling, die nog steeds stand houdt, is een belangrijk gegeven in de roadmap voor bedrijven die actief zijn in de semiconductorindustrie.

De semiconductortechnologie heeft zich in het laatste decennium op twee manieren doorontwikkeld. Aan de ene kant is er de steeds doorgaande miniaturisering, die leidt tot verdere integratie van microchips. Omdat deze ontwikkeling nog steeds volgens bovengenoemde wetmatigheid verloopt, wordt dit 'More Moore' genoemd. Daarnaast is de chiptechnologie geleidelijk aan uitgebreid met andere domeinen dan elektronica. Voorbeelden hiervan zijn sensoren, inkjetprintkoppen en microlaboratoria. Het vakgebied dat hieruit ontstaan is, heet 'Microsysteemtechnologie'. De MST leunt zwaar op de semiconductorindustrie, omdat in microsystemen vrijwel altijd ergens een microchip aanwezig is. MST wordt ook wel 'More than Moore' genoemd om aan te geven dat het gaat om een ander doel dan het verhogen van rekenkracht. Dat doel is gevonden langs een andere dimensie, door het betrekken van andere, met name fysische, domeinen. Voorbeelden hiervan zijn mechatronische, micro-optische en microfluidische systemen^{7,8}.

De meest voor de hand liggende toepassingen zijn te vinden in gevoelige en compacte sensoren om grootheden te meten als temperatuur, druk, hoogte, beweging, de stand van producten, kwaliteit van drinkwater, plaats op de aarde, glasvezelcommunicatie en nog veel meer. Nederland neemt op een aantal gebieden van de MST een concurrerende positie in, met name wat betreft sensor-technologie en de productie van de microsystemen⁹⁻¹¹.



Figuur 5
Moore's Law
The Fifth Paradigm
De 'Wet van Moore'
geeft de ontwikkeling
weer van steeds sneller
wordende computer-
chips. De wetmatigheid
houdt al meer dan
veertig jaar stand^{5,6}

De vraag die het lectoraat MST/ES bezighoudt, is de volgende:
Hoe gaat de MST (chips, sensoren, actuatoren et cetera) de komende jaren de wereld om ons heen beïnvloeden, en hoe kunnen we ons welzijn en onze veiligheid hiermee verhogen?

Door te onderzoeken hoe de vraag naar microsystemen zich in de markt ontwikkelt, kunnen we op een pragmatische wijze gevoel krijgen voor de actuele trends¹³. In het achterliggende decennium is de MST heel succesvol geweest in de ontwikkeling van sensoren voor het bemeten van de meest uiteenlopende grootheden. Dit heeft geleid tot structurele kostprijsdoorbraken van deze sensoren. De geproduceerde aantallen hebben de afgelopen jaren een sterke groei doorgemaakt en, volgens de laatste prognoses, lijkt deze tendens de komende vijf jaar door te zetten. Enige feiten¹⁴: De data uit figuur 6 bekijkend, kunnen we constateren dat de groei van het aantal toegepaste sensoren over het afgelopen jaar meer dan achttien procent bedraagt. Dit leidt in vier jaar tot een verdubbeling van het aantal sensoren. De conclusie is dat we sensoren de komende jaren als big business mogen beschouwen.

Wereld- productie sensoren	Markt- omvang	MST-based %	Omvang MST- sensoren	Groei	Prijs- erosie	Groei- aantallen
2007	\$ 48,5 · 10 ⁹	38,9	\$ 18,9 · 10 ⁹	-	-	-
2008	\$ 50,6 · 10 ⁹	43	\$ 21,8 · 10 ⁹	15,5%	2,6%	18,5%

Figuur 6
Groei aantal sensoren
2007-2008

Als we nu kijken naar de toepassing van deze sensoren (zie figuur 7), zien we het volgende. De (proces)industrie is traditioneel een grote afnemer van sensoren voor het bewaken van industriële productieprocessen.

Figuur 7
Toepassingsmarkt
voor sensoren

Markt	Omvang
Automotive	\$ 13, 5 · 10 ⁹
Procesindustrie	\$ 9,1 · 10 ⁹
Consumenten- elektronica	\$ 5,9 · 10 ⁹
Bouwsector	\$ 5,7 · 10 ⁹

Maar de grootste groei, en daarmee ook de grootste markt, betreft de automobielandustrie. Dat in auto's heel veel sensoren toegepast worden, is verklaarbaar als we naar de technologische ontwikkeling ervan kijken. De automobielandustrie heeft het hard te verduren. De producenten van auto's liggen van overheidszijde onder vuur vanwege de milieubelastende CO2-uitstoot. Daarnaast heeft autorijden nog steeds een gevaarlijk imago. Onder deze druk zijn de producenten bezig met de technologische verbetering van auto's, die moet leiden tot minder uitstoot van broeikasgas en verhoogde veiligheid. Onze auto's mogen we al enige tijd smart products noemen, maar ze worden nog steeds slimmer. Als voorbeeld een overzicht van de voorzieningen in een Mercedes C-klasse (zie figuur 8).¹⁵

Figuur 8
Overzicht voorzieningen
in Mercedes C-klasse

Doel	Voorziening
Beter motor- management	• Zuiniger • Schoner • Meer kilometers per gram CO2-uitstoot
Verhoogde veiligheid	• ABS • Gordelspanners • Airbags aan alle kanten • Antislipsysteem • Brake assist • Bandenspanningsindicatoren • Aansluiting op de alarmcentrale in geval van ongeluk
Comfort	• Automatische airconditioning • Verwarming van voor- & achterraut, spiegels, stoelen • Diverse binnenverlichtingen • Elektrische stoelverstelling • Adaptieve schokdemping • Cruise control (eventueel met radar) • Alarmsysteem (inclusief GPS-melding) • Service-intervalbewaking

Onze auto's bezitten 'brains', die al deze systemen feilloos overzien. Om deze brains hun werk te laten doen, is de auto uitgerust met sensoren op tal van plaatsen. De sensoren zijn verbonden met de brains via een heus zenuwstelsel, bekabeld met 35 kg koperdraad.

Dit zorgt ervoor dat de informatie van de sensoren de brains bereikt. Andersom gebeurt ook. Via het zenuwstelsel kunnen de verschillende deelsystemen geactiveerd worden: optimalisatie van de motorloop, raampje open of stoel omhoog. De artificiële zenuwbanen bewaken en besturen alle processen. Alleen op deze wijze kunnen de producenten tegemoet komen aan het strenge verwachtingspatroon

van zowel wetgever als consument. Dergelijke gecompliceerde productontwerpen zijn dankzij innovatieve ontwerp- en productie-methoden tegen de juiste prijs en met de vereiste betrouwbaarheid realiseerbaar.

De automobiefabrikanten zijn niet de enigen die op dit spoor zitten. Ook de nieuwe airbus A380 is voorzien van een uitgebreid zenuwstelsel om alle systemen te bewaken [16-18]. Vóór het opstijgen voert het systeem tal van checks uit. Het bewaakt de integriteit van een aantal risicodelen van romp en vleugels, de bandenspanning en het antiblokkeersysteem van de wielen. Alle informatie is opvraagbaar in de cockpit, maar ook zonder vraag voert het systeem de checks in stilte op de achtergrond uit. Het overgrote deel van de features benoem ik hier niet, omdat er een boekwerk voor nodig is om alle functies te beschrijven.

Auto's en vliegtuigen zijn voorlopers van vele andere producten in onze omgeving die een zenuwstelsel geïmplementeerd krijgen. Binnen afzienbare tijd wordt ook de dragende structuur van bruggen en gebouwen bemeten ('structural health monitoring')^{14, 19-31}. Bewaking van luchtkwaliteit en zonnestraling in kassen gebeurt via een centraal regelsysteem om de groei van planten te verbeteren. Al deze 'ambient'-systemen functioneren adaptief en zonder menselijke interventie. In een later stadium zullen ook compactere smart products, zoals laptops en smartphones, dergelijke technologische aanpassingen krijgen, gevolgd door gameconsoles en ander speelgoed.

Microsystemen kunnen dan vrijwel iedere grootte bemeten en de meetwaarden bedraad of draadloos^{32, 33} naar de brains van het product doorsturen. Op deze wijze zullen de producten in onze omgeving 'gevoel' krijgen. Producten krijgen 'bewustzijn' van de omgeving waarin zij verkeren en van de wijze waarop hun gebruiker met ze omgesprongen is. Met de komst van het artificiële zenuwstelsel is er een volgende stap gemaakt in het proces; smart products gaan steeds meer op mensen lijken.

**“ONDANKS ALLE
TECHNOLOGIE
ZIJN AUTO’S
SLECHT VOOR
HET MILIEU.**

**TOCH IS HET
EEN GEWELDIGE
UITVINDING””**

5 / MAAK PRODUCTEN MEER MENS!

Sinds de zoogdieren zeshonderd miljoen jaar geleden ontstonden, zijn er vele levensvormen uitgestorven en ook vele bijgekomen. Deze levensvormen slaagden erin om steeds beter te concurreren met de omgeving waarin zij bestonden. Het biologisch leven heeft hiermee een complexiteit ontwikkeld die wij tot op heden nog maar beperkt kunnen begrijpen.

Toch zijn er steeds meer gebieden waarin we wegwijs raken. Een voorbeeld hiervan is het vakgebied van de meet- en regeltechniek. Deze is gebaseerd op wiskunde van de jaren dertig en veertig (Black, Nyquist), maar maakte in de jaren zestig een stormachtige ontwikkeling door. Biologen en medici adopteerden de regeltechniek om raadselachtige verschijnselen die zij waarnamen, te verklaren. Dit vergrootte het inzicht in de biologie en in het menselijk lichaam, wat weer spin-off leverde naar de industriële robotica¹². Deze 'reverse-engineering' is normstellend voor ontwikkeling van toegepaste technologie: 'Als wij onszelf beter begrijpen, kunnen we een stukje van onszelf realiseren in de producten die wij ontwikkelen...'

Telkens als we erin slagen om weer een stukje van de biologie te doorgronden, slagen we er doorgaans ook in om dit te kopiëren¹². De kopie blijkt echter op de begrepen gebieden vaak beter en compromislozer te functioneren dan het origineel. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om een robotarm te produceren met een beperkt aantal gewrichten, die zowel sneller als nauwkeuriger werkt dan de menselijke variant. Ten koste van het aantal vrijheidsgraden zijn er andere functies verbeterd. 'Kopiëren' is dus niet alleen een kwestie van afkijken, maar ook van toevoegen. Dit is mogelijk door het groeiende begrip van het origineel. Het opbouwen en vervolgens toepassen van een kennispositie zijn hierbij de sleutel.

Analoog aan de ontwikkeling van de meet- en regeltechniek krijgen we steeds meer zicht op de werking van het menselijk brein. Zo zijn we momenteel volop bezig met het in kaart brengen van de deelgebieden in de hersenen die zorgdragen voor een bepaalde functie. De visuele en auditieve gedeelten in de menselijke hersenen zijn bijvoorbeeld al enige tijd bekend, maar pas sinds kort is pas duidelijk hoe deze gedeelten onderverdeeld zijn. De werking van de menselijke hersenen lijkt veel chaotischer dan die van computers met hun duidelijke structuur. We begrijpen het allemaal steeds beter, en naar verwachting zal het op termijn van zo'n twintig jaar bekend terrein voor ons zijn⁵. Denk nu even terug aan het kopiëren van een deelfunctionaliteit, zoals bij de meet- en regelsystemen. We zullen er met deze kennis in slagen om echte 'intelligente' systemen te realiseren en daarmee op deelgebieden de mens te overtreffen. Zo staan wij zelf model voor toekomstige technologie.

hoofdstuk 5
**Maak producten
meer mens!**

“MIJN WAAR-
NEMINGEN ZIJN
ZELEDEN WAAR;
**TOCH BLIJF IK
ZE NEMEN...”**

Simon Carmiggelt

6 / DE TOEKOMST

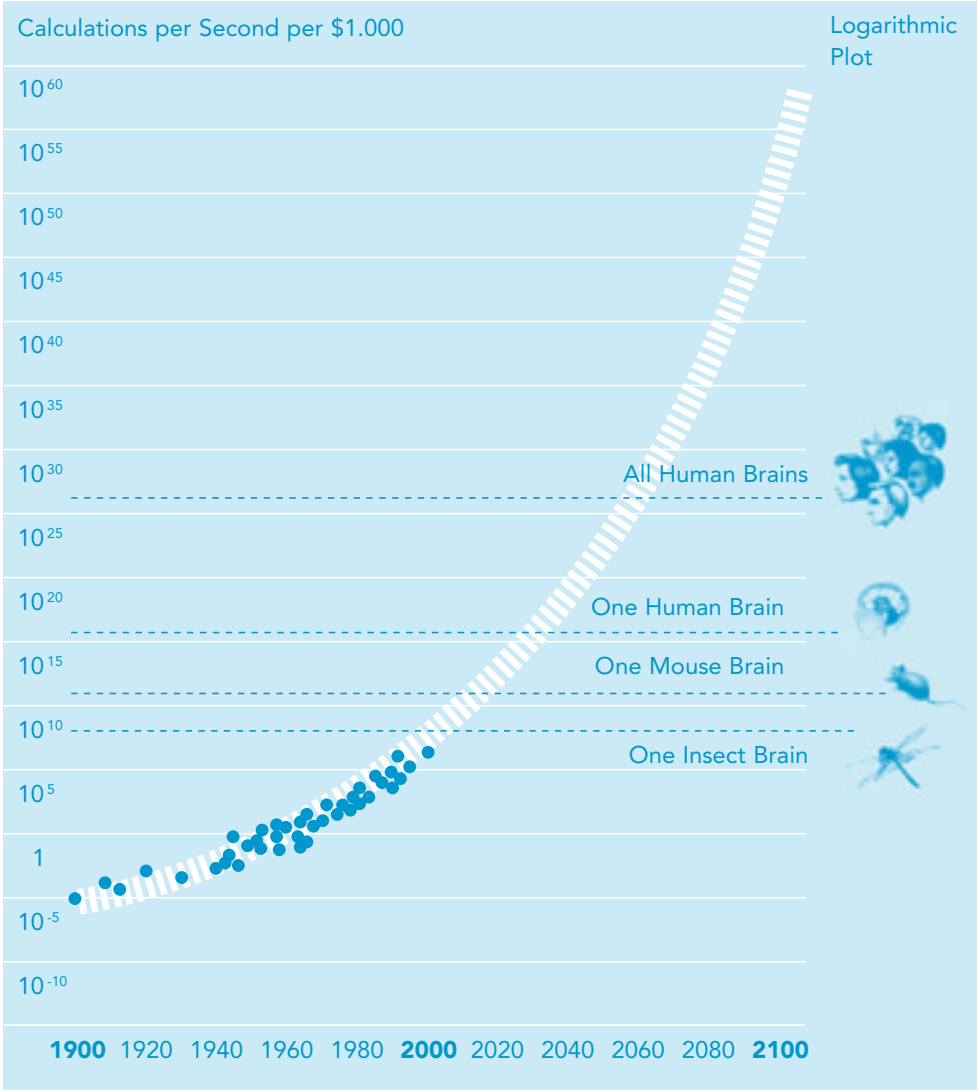
Onze laatste halte is de toekomst. Daar is al veel onderzoek naar gedaan door futuroloog Ray Kurzweil. Zijn theorie ‘The Law of Accelerating Returns’ vindt in academische kringen brede acceptatie^{5,34}.

‘The Law of Accelerating Returns’ haakt in op de evolutietheorie en verbindt deze met de technologieontwikkeling. Zonder daar nu helemaal op in te gaan, komt het op het volgende neer. De evolutie heeft sinds het allereerste begin de gewoonte om succesvolle eigenschappen van soorten versneld door te ontwikkelen en daarmee een succesvollere nieuwe orde te scheppen. Dit geldt voor de biologische evolutie, maar ook voor de technologische.

De snelheid van ontwikkeling heeft in de praktijk de neiging om exponentieel te verlopen. Het gevolg is dat de bijdrage van de geëvolueerde soort invloedrijker is dan de bijdrage van de vorm, waaruit deze is ontstaan. Anno 2000 gaat de technologische evolutie sneller dan de biologische evolutie. Dat betekent dat technologie steeds invloedrijker zal worden in ons leven.

Deze inhaalslag heeft zich in het verleden al vier keer herhaald in een aantal stadia.

- 1 Het ontstaan van atomen, moleculen en de chemie, direct na het ontstaan van het heelal (de ‘Big Bang’). Alles lijkt van toeval af te hangen, er wordt nergens informatie bewaard.
- 2 Het ontstaan van de biologie en het DNA, de eerste levensvormen. Evoluerend leven slaagt erin om zijn structuur vast te leggen in DNA-ketens. Hierdoor kan de levensvorm naar eigen voorbeeld doorevolueren.
- 3 Het ontstaan van intelligent leven. Hersenen vergroten de kans op voortbestaan van de soort. Er gaat steeds minder informatie verloren. De mens vormt hierin een doorbraak en kan zijn verleden documenteren om ervan te leren.



Figuur 9
Exponential Growth of Computing
Twentieth through twenty first century
Als de doorontwikkelingssnelheid van computers zich blijft handhaven, zal het niet lang meer duren voor deze net zoveel rekenkracht bezitten als de mens⁵

- 4 Technologie, werktuigen, wiskunde. Door het gebruik van werktuigen kan de mens zijn omgeving naar zijn hand zetten. De mens bouwt begrip op van de omgeving en hoe deze te beïnvloeden.
- 5 Het versmelten van menselijke intelligentie met menselijke technologie. De mens gebruikt de zelfontwikkelde technologie om zichzelf te upgraden. Dit begint met een pda, maar verregaande integratie zal volgen.

Of deze theorie waarheid wordt, is moeilijk te voorspellen; feit is echter dat, als de ontwikkeling van computers met de huidige snelheid doorgaat, een gemiddelde computer rond 2025 een brainpower zal hebben die vergelijkbaar is met die van een mens (zie figuur 9). Hierbij past een kritische noot: om de computers goed te laten werken is immers ook heel geavanceerde software nodig. Op basis van extrapolatie betekent dit dat we rond 2050 de situatie bereiken dat computers een brainpower hebben die te vergelijken is met die van alle mensen op de wereld samen op dat moment. Dan zal de software nog niet optimaal zijn, maar het potentieel van een dergelijk systeem is desondanks enorm. We moeten accepteren dat er heel wat te gebeuren staat.

‘Technological developments behave mostly exponential, but people think linearly. An exponential curve looks like nothing is happening until you get some real traction.’ (Ray Kurzweil)

**“JIJ DOET AAN
BREINPLUK,
MAAR DIT IS
DE TIJD VAN HET
IPSEN EN DAAROM
VERPOP IK MIJN
DENKSELS!”**

Marten Toonder

7 / HUMANOID IN AANTOCHT

We sturen onze tijdmachine weer huiswaarts. Onderweg dromen we nog even door over humanoids, die ons huis stofzuigen en het gras maaien.

Een humanoid is een mensachtige verschijning met een artificieel brein. De humanoid is zonder twijfel een smart product. Het is een autonoom systeem, bezit intelligentie en communiceert met zijn omgeving. We hebben als mens een bijzondere fascinatie voor humanoids. Dat komt doordat humanoids de kracht van werktuigen, de nauwkeurigheid van computers en de coördinatie van mensen combineren, wat ze superieur maakt aan onszelf. Het spannende is dat we in de niet al te verre toekomst juist op het gebied van die combinatie, mede door onze artificiële zenuwstelsels, stappen vooruit gaan maken. De microsysteemtechnologie heeft de benodigde sensoren in de achterliggende periode geperfectioneerd. De sensoren zijn goedkoop, betrouwbaar en energiezuinig. Ze zullen met elkaar en met de centrale intelligentie in verbinding staan, mét kabels maar ook vooral draadloos. Via de zenuwstelsels zijn producten in staat tot zelfdiagnose en kunnen ze de omgeving gadeslaan en de structurele integriteit van objecten bewaken. Toekomstmuziek? Absoluut niet! Denk bijvoorbeeld aan de moderne auto. Actuatoren, kunstmatige spierballen die objecten in beweging zetten, zijn nog wat verder weg. Toch is er een tiental nieuwe technologieën in ontwikkeling voor het realiseren van kunstmatige beweging, van geheugenmetaal tot biologische (osmotische) actuatoren. Zij zullen, samen met de sensoren en de brains, smart products een biologische 'look & feel' geven. En die humanoids? Daarop hoeven we dan niet zo lang meer te wachten...

BIJLAGEN

CURRICULUM VITAE ⁴¹

NOTEN ⁴²

/ CURRICULUM VITAE

Erik Puik studeerde werktuigbouwkunde en elektrotechniek aan de hogeschool in Eindhoven met als doel meer te weten te komen over de mogelijkheden op het destijds opkomende vakgebied mechatronica. Hij begon in 1989 bij Océ Technologies in Venlo aan de ontwikkeling van kopieermachines. Via de daarvoor toegepaste inkjettechnologie kwam hij al snel in aanraking met de wereld van microsystemen. Zijn doel: het naar de markt brengen van microsystemen met de bijbehorende uitdaging om deze tegen de juiste kosten te realiseren. Nadat bij Océ de eerste successen in de R&D-omgeving behaald waren, stapte hij over naar TNO Industrie en Techniek om dezelfde uitdaging in bredere context aan te gaan: met bedrijven microsystemen naar de markt brengen met de juiste functionaliteit, tegen de juiste kosten. Als spin-off initieerde hij bij TNO de start van een nieuwe onderneming, het bedrijf MA3 Solutions. Dit is 's werelds eerste machinebouwbedrijf dat van A tot Z gebruikmaakt van modulaire deelstukken om productiemachines te realiseren, met als gevolg kostenreductie en significante winst in doorlooptijd. Erik Puik is naast het lectoraat nog steeds werkzaam bij TNO in de rol van programmamanager voor de opzet van een onderzoeksprogramma, waarin de microsystemen toegepast worden voor het bewaken van industriële en maatschappelijke 'assets', zoals productieplants, vervoermiddelen, bruggen en viaducten.

/ NOTEN

- 1 **N.A. Economou, K. Nikolantonakis, and P. Nitsiou,** *Astronomical Measurement Instruments from Ancient Greek Tradition*, 2000.
- 2 **Different_Photographers,** "Licenced under the creative Commons agreement (www.Flickr.com)," 1946-2008.
- 3 **O. Gingerich,** *The Book Nobody Read – Chasing the Revolutions of Nicolaus Copernicus*, 2004.
- 4 **U. Photographer,** "Walters Art Museum, Baltimore/USA."
- 5 **R. Kurzweil,** *The Singularity Is Near – When Humans Transcend Biology*, 2005.
- 6 **G.E. Moore,** "CEO Intel Cooperation," in *Electronics Magazine*. vol. April 19th, 1965.
- 7 **M.J. Madou,** *Fundamentals of Microfabrication* vol. 2nd edition, 2002.
- 8 **R.R. Tummala,** *Fundamentals of Microsystems Packaging*, 2001.
- 9 **W. v.d. Wildenberg,** "MST Nulmeting," 2003.
- 10 **MinEZ,** "Quickscan Microsysteemtechnologie," Ministerie van Economische Zaken, Directoraat-Generaal voor Innovatie, Projectteam MST 2002.
- 11 **E. Puik,** "MST/MEMS: a lower threshold to the world," in *Precisiebeurs* 2001, Koningshof, 2001.
- 12 **TrueForce,** "History Timeline of Robotics, http://trueforce.com/Articles/Robot_History.htm," 2007.
- 13 **R. Moenaert and H. Robben,** *Visionaire Marketing* vol. 1: Lannoo BV, 2003.
- 14 **D.N. Schröder,** "Sensor Markets 2008; Worldwide Analysis and Forecasts for the Sensor Markets," Intecho Consulting, 2008.
- 15 **DaimlerAG,** "Mercedes Benz Deutschland, <http://www.mercedes-benz.de>," 2008.

- 16 **H. Assler and J. Telgkamp**, *"Design of Aircraft Structure under Special Consideration of NDT,"* ECNDT, vol. 9th, Sept 25-29, 2006.
- 17 **G.D. Davis, C.M. Dacres, M. Shook, and B.S. Wenner**, *"Electrochemical In-Situ Sensors for Detecting Corrosion on Aging Aircraft,"* 2000.
- 18 **J. German**, *"Checking aircraft for defects van be done 24/7 with advances in detection,"* in Sandia Labnews. vol. 07/20/07, 2007.
- 19 **R.C. Johnson**, *"EETimes.com - New York bridge to get wireless monitor,"* in EETimes.com. vol. August 13th Portland, 2007.
- 20 **A. Ghoshal, M.J. Sundaresan, M.J. Schulz, and P. Frank Pai**, *"Structural health monitoring techniques for wind turbine blades,"* Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, vol. 85, pp. 309-324, 2000.
- 21 **V. Giurgiutiu, J. Bao, and A. N. Zagrai**, *"(wo/2003/106958) structural health monitoring system utilizing guided lamb waves embedded ultrasonic structural radar,"* 2002.
- 22 **Henrich**, *"Structural health monitoring (SHM) – Overview On Technologies Under Development,"* Airbus, Bremen.
- 23 **J.L. Humar, M.S. Amin, and A. Zingoni**, *"Structural Health Monitoring,"* in Structural Engineering, Mechanics and Computation Oxford: Elsevier Science, 2001, pp. 1185-1193.
- 24 **Z.X. Li, T.H.T. Chan, and J.M. Ko**, *"Fatigue analysis and life prediction of bridges with structural health monitoring data – Part I: methodology and strategy,"* International Journal of Fatigue, vol. 23, pp. 45-53, 2001.
- 25 **M.J. Schulz and M.J. Sundaresan**, *"Smart Sensor System for Structural Condition Monitoring of wind Turbines,"* University of Cincinnati 2006.
- 26 **H. Tolsma**, *"Schone energie schreeuwt om nieuwe materialen,"* Technisch Weekblad, vol. 13 september, 2007.

- 27 **B. Verijen** and **V. Verijen**, *"Smart composite panels with embedded peak strain sensors,"* Composite Structures, vol. 62, pp. 461-465, 2003.
- 28 **T. Wireman**, *Total Productive Maintenance* 2004.
- 29 **X. Zhao, S. Yuan, Z. Yu, W. Ye, and J. Cao**, *"Designing strategy for multi-agent system based large structural health monitoring,"* Expert Systems with Applications, vol. In Press, Corrected Proof, p. 545.
- 30 **E. Puik**, *"Business proposal Industrial Monitoring V5,"* TNO-Holst, Eindhoven june 22, 2007 2007.
- 31 **R.K. Mobley**, *An Introduction to Predictive Maintenance*, 2002.
- 32 **W.W. Manges, G.O. Allgood, and S.F. Smith**, *"It's Time for Sensors to Go Wireless, part 1,"* in Sensors. vol. May, 1st, 1999.
- 33 **W.W. Manges, G.O. Allgood, and S.F. Smith**, *"It's Time for Sensors to Go Wireless, part 2,"* in Sensors. vol. May, 1st, 1999.
- 34 **R. Kurzweil**, *The Age Of Spiritual Machines – When Computers Exceed Human Intelligence*, 1999.

MIJN
GEBRUIKER
**BEGRIJPT
ME NIET...**

DR. ANITA CREMERS

- 1. INLEIDING** 51
- 2. MULTIMODALE USER INTERFACES** 55
- 3. MODALITEITEN VOOR
IN- EN UITVOER** 61
- 4. ONTWERP EN EVALUATIE
VAN MULTIMODALE USER
INTERFACES** 69
- 5. EEN TOEKOMSTBEELD** 73
- 6. PLAN VAN AANPAK VAN
DE LECTOR** 77

Curriculum Vitae 81

Literatuurlijst 82

“GEBRUIKSGEMAK

ZORGT VOOR

SUCCESVOLLE

PRODUCTEN

EN DIENSTEN”

1 / INLEIDING

Producten en diensten zó ontwerpen dat gebruikers er gemakkelijk mee om kunnen gaan: Voor wie doe je dat? Je doet het bijvoorbeeld voor mensen zoals Rein. Rein is een laaggeletterde man van middelbare leeftijd, die we intensief hebben betrokken bij een project over het geschikt maken van de bediening van pinautomaten voor deze doelgroep. Ondanks zijn afkeer van technologie schreef hij de volgende reactie: 'Geluk betekent: Goed met anderen omgaan, bijvoorbeeld door praten, en zo vooroordelen wegnemen.' Maar je doet het ook, omdat het erg leuk is om in een creatief multidisciplinair team te werken aan een nieuw product/dienst welke voor je gevoel 'klopt'. En ten slotte doe je het om kennis en ervaring op te doen, die van pas komt bij de ontwikkeling van andere producten of diensten en die andere onderzoekers en ontwikkelaars kunnen inspireren. Pas als we meer vat krijgen op datgene wat gebruiksgemak bevordert, kunnen we niet alleen Rein helpen, maar alle mensen die problemen ondervinden bij de bediening van apparaten. En wie is dat niet?

Gebruiksgemak of 'usability' bepaalt voor een belangrijk deel het succes van producten en diensten. Voor het realiseren van usability is de gebruikersinterface ofwel de 'user interface' essentieel. Een user interface is het onderdeel van een apparaat of van programmatuur, dat zorgdraagt voor de interactie met de gebruiker (mens-machine-interactie). Bijvoorbeeld: knoppen op de afstandsbediening, iconen op een beeldscherm, maar ook de 'piep' van de magnetron en het trillen van de mobiele telefoon.

Binnen het lectoraat Product Design & Engineering houd ik mij als lector 'Multimodal User Interface Design' bezig met het ontwerpen en evalueren van user interfaces, waarbij de beschikbare communicatiemodaliteiten van gebruikers – zien, horen, spreken en voelen – zo goed mogelijk worden benut. Het ontwikkelproces

verloopt volgens de methode van 'user-centered design', waarin gebruikers centraal staan. Technologie heeft hier een dienende rol en is nooit het uitgangspunt voor het ontwerp. Wij zijn er immers niet voor de technologie, maar de technologie is er voor ons!

De drie lectoren binnen het Kenniscentrum Productontwikkeling (KPO) van Hogeschool Utrecht bestrijken tezamen het grootste deel van de kennis die nodig is om bruikbare en technologisch geavanceerde producten en diensten op creatieve wijze te ontwikkelen: kennis van de mens, de technologie en het ontwikkelproces.

Mijn functie als lector 'Multimodal User Interface Design' vervul ik naast mijn functie als onderzoeker bij TNO. In de 'Strategische agenda 2007-2011' van het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap kregen de hogescholen een cruciale rol, door het verruimen van de mogelijkheden en middelen voor praktijkgericht onderzoek. De agenda bevat ook een expliciete uitnodiging aan TNO om samen te werken met hogescholen voor het verder vormgeven van de onderzoeks- en kenniscirculatiefunctie in het regionale midden- en kleinbedrijf. Ook de commissie 'Brugfunctie TNO en Grote Technologische Instituten' (de commissie-Wijffels) heeft in 2004 een nauwere samenwerking tussen TNO en de hogescholen aanbevolen om de kenniskloof tussen TNO en het mkb te overbruggen. Hogeschool Utrecht verwacht van lectoren dat zij, naast het uitoefenen van de toegepast onderzoeks- en kenniscirculatiefunctie, een bijdrage leveren aan vernieuwing van het onderwijscurriculum en professionalisering van docenten.

In deze openbare les leg ik uit hoe 'multimodale user interfaces' een bijdrage kunnen leveren aan de usability van producten en diensten. Ik geef voorbeelden van mogelijkheden om met een user interface in te spelen op de gebruikersmodaliteiten. Vervolgens ga ik kort in op het user-centered ontwerpproces, waarbij ik vooral enkele evaluatiemethoden behandel. Tot slot schets ik een toekomstbeeld en de bijdrage die ik als lector 'Multimodal User Interface Design' aan de realisatie van die toekomst kan leveren.

**“USER INTERFACE
DESIGN: EEN
KWESTIE VAN
WIE, WAT, WAAR
EN WAARMEE”**

2 / MULTIMODALE USER INTERFACES

Een geldautomaat voor laaggeletterden

Iedereen met een bankrekening en een bankpas kan contant geld opnemen bij een pinautomaat. Toch is er een groep mensen die liever geld opneemt bij het loket. Hoewel het maar om vier procent van alle geldopnamen gaat, gebeurde dat in 2006 zestien miljoen keer. Tot deze groep behoren veel laaggeletterden, zoals Rein die ik eerder citeerde. In Nederland wonen 1,5 miljoen functioneel laaggeletterden, die niet voldoende kunnen lezen, schrijven en rekenen om zich te kunnen handhaven in de maatschappij en om te gaan met technologie.

Als banken willen dat laaggeletterden gebruik maken van de pinautomaat, zullen ze de user interface moeten aanpassen aan deze doelgroep (Cremers e.a., 2008). Naast de tekst zijn andere manieren nodig om informatie over te brengen, bijvoorbeeld plaatjes (zie figuur 1), gesproken teksten (zie figuur 2) of een filmpje (zie figuur 3). De plaatjes, bijvoorbeeld foto's, moeten zo goed mogelijk overeenkomen met de werkelijkheid. De stem die de teksten uitspreekt, moet goed verstaanbaar zijn. En de persoon in het filmpje moet vriendelijk zijn en betrouwbaar overkomen. Hiervoor kunnen banken bijvoorbeeld Steffie gebruiken, een cartoonachtig karakter dat op internet onder andere de bediening van de geldautomaat uitlegt. Omdat de automaat in een openbare ruimte staat en gebruikers recht hebben op privacy, moet spraak via een koptelefoon aangeboden worden. De aanpassingen mogen de transacties niet te veel verlengen om doorstroming bij de pinautomaat te garanderen. En uiteraard mogen andere gebruikers er geen nadeel van ondervinden.

Figuur 1
Pinautomaat met foto's

Figuur 2
Pinautomaat met
voorleesfunctie

Figuur 3
Pinautomaat met
Steffie



Usability en modaliteiten

Uit het voorbeeld blijkt dat usability van producten en diensten cruciaal is voor de 'user experience' van de gebruiker, ofwel hoe de gebruiker het product of de dienst ervaart. Te moeilijke instructies bijvoorbeeld kunnen leiden tot frustratie. De inzet van Steffie kan juist een gevoel van vertrouwen creëren. Voor de gewenste ervaring moet de user interface aansluiten bij de beoogde gebruikersgroep, de uit te voeren taken, de gebruiksomgeving en het apparaat (onder andere Benyon e.a., 2005). De userinterfaceontwerper kan hiervoor bepaalde communicatiemodaliteiten aanbieden, die een beroep doen op verschillende zintuiglijke en fysieke vaardigheden van de mens. Bij meer dan één modaliteit spreekt men van multimodale interfaces. Voor het ontwerpen van user interfaces bestaan diverse invoer- en uitvoertechnologieën, die een beroep doen op verschillende menselijke communicatiemodaliteiten. Het uitgangspunt is dat door het slimmer inzetten van modaliteiten, de gebruiker de interactie als intuïtiever en natuurlijker ervaart.

Gebruikers, taken, gebruiksomgeving en apparatuur

Gebruikers

Aansluiting bij gebruikers betekent rekening houden met hun behoeften, voorkeuren, kennis, vaardigheden en beperkingen. Een userinterfaceontwerp voor kinderen ziet er heel anders uit dan een ontwerp voor ouderen. Voor personen met een beperking kiezen ontwerpers vaak een alternatief voor de ontbrekende modaliteit, zoals het voorlezen van teksten bij slechtzienden. Dit wordt ook 'design for all' genoemd, om aan te geven dat dergelijke ontwerpen voor iedereen bruikbaar zijn.

Er zijn vier soorten vaardigheden waar productontwerpers rekening mee houden:

- 1 Zintuiglijke vaardigheden: zien, horen, aanraken, ruiken en evenwicht.
- 2 Fysieke vaardigheden: spraak, handigheid, manipulatie, mobiliteit, sterkte en uithoudingsvermogen.
- 3 Cognitieve vaardigheden: intellect, geheugen, taal en geletterdheid.
- 4 Allergieën.

Bij het ontwerp van user interfaces gaat het vooral om zien, horen, spreken en voelen.

Taken

De interface moet geschikt zijn voor het efficiënt uitvoeren van taken. Ontwerpers koppelen functionaliteiten aan de modaliteiten die daarvoor het meest geschikt zijn. Een beschrijving van een ruimte ondersteun je bijvoorbeeld beter met een tekening dan met mondelinge uitleg. Bij gelijktijdige uitvoering van verschillende taken biedt een alternatieve modaliteit uitkomst, als een bepaalde modaliteit al (over)belast is. Een navigatiesysteem in de auto werkt bijvoorbeeld met gesproken aanwijzingen, omdat de bestuurder zijn ogen op de weg moet houden.

Gebruiksomgeving

De gebruiksomgeving kan ook invloed hebben op de keuze voor modaliteiten. Gaat het om een administratieve toepassing in een kantoorruimte of om een entertainmentapparaat voor een woonomgeving? Om een navigatiesysteem in de auto of een mobiele telefoon, die op elk moment zijn beltoon ten gehore kan brengen? In een lawaaierige omgeving of een omgeving waar stilte vereist is, kan beter de trillfunctie gebruikt worden in plaats van een beltoon. In een hobbelerende bus, waarin het onprettig is om te lezen, vormt een gesproken boek een goed alternatief.

Apparatuur

Tot slot spelen ook de kenmerken van het apparaat een grote rol. Of een dienst via een pc of een draagbare pda wordt aangeboden, bepaalt voor een groot deel de mogelijkheden van de ontwerper van de user interface. Het invoeren van lange teksten gaat een stuk gemakkelijker met een toetsenbord dan met een pennetje op een klein beeldscherm. Desondanks zijn voorkeuren van mensen niet altijd goed te voorspellen. Het enorme succes van sms is zeker niet verklaarbaar vanuit gebruiksgemak. Blijkbaar spelen ook andere zaken een doorslaggevende rol, zoals het feit dat je berichtjes overal ongemerkt kunt versturen.

**“HOREN, ZIEN
EN ZWIJGEN?
MAAR DAN
OOK SPREKEN,
TONEN EN
VOELEN!”**

3 / MODALITEITEN VOOR IN- EN UITVOER

Zien

De meest gebruikelijke wijze van uitvoer is de grafische user interface, die de visuele modaliteit aanspreekt. Informatie op beeldschermen of displays verschijnt in teksten, symbolen (iconen), afbeeldingen, animaties of filmpjes. Een voorbeeld hiervan is een website (zie figuur 4) die we hebben ontwikkeld om laagopgeleide langdurig werklozen te ondersteunen bij het vinden van een baan (Cremers & Cremer, 2006). De website is aantrekkelijk voor de doelgroep door toepassing van kleuren, iconen en visualisaties, die activiteiten weergeven om bepaalde doelen, zoals 'fit voelen', te bereiken.

De gebruiker kan zich op zijn beurt ook 'tonen' aan het systeem. Ontwikkeling van technologieën voor herkenning van non-verbale communicatie, zoals non-verbale aspecten van spraak (toonhoogte, intonatie, luidheid), gebaren en gezichtsuitdrukkingen, is in volle gang. Non-verbale uitdrukkingen kunnen een goede indicatie zijn voor de actuele emotionele gemoedstoestand van de gebruiker. Fysiologische metingen kunnen iets zeggen over zijn fysieke en mentale toestand.

Figuur 4
Website voor
langdurig werklozen



Metingen van hartslag, huidweerstand en neustemperatuur geven inzicht in zijn stressniveau. Het systeem kan dergelijke technologieën gebruiken om beter te kunnen inspelen op de gebruiker, waardoor de interactie natuurlijker verloopt.

Fysiologische kenmerken van de gebruiker zijn ook bruikbaar voor identificatie (biometrie). Systemen willen weten wie ze voor zich hebben om oneigenlijk gebruik uit te sluiten. Een pincode kun je gemakkelijk vergeten of iemand anders kan hem gebruiken, maar fysiologische kenmerken zijn uniek en kunnen niet vergeten of gestolen worden. Biometrie houdt zich vooral bezig met kenmerken van de stem (sprekeridentificatie), het gezicht (gezichtsherkenning), de iris en de vingerafdruk.

Horen en spreken

Informatie die overgebracht wordt via geluid of spraak benut de auditieve modaliteit. Het ontwerpen van goede geluiden is een vak op zich. Sommige geluiden zijn letterlijke weergaven van een vergelijkbaar geluid uit de 'echte' wereld, zoals het geluid van een papierversnipperaars dat je hoort als je een bestand verwijdert van de computer. Geluiden waarvoor geen duidelijke metafoor bestaat, worden speciaal voor het beoogde doel ontworpen. Zoals het alarm-sigitaal op de eerste maandag van de maand om 12:00 uur 's middags. De betekenis van zo'n geluid moet je aanleren door het vaker te horen. Daarom gaat het alarm elke maand af: als er echt gevaar dreigt, moet iedereen het meteen herkennen.

Invoer door middel van menselijke spraak lijkt een aantrekkelijk alternatief: wat is makkelijker en natuurlijker dan 'gewoon' tegen je apparaat kunnen zeggen wat het moet doen? In sommige toepassingen is spraakinvoer al mogelijk door toepassing van automatische spraakherkenningstechnologie. Het belangrijkste struikelblok voor het gebruik van deze systemen zijn de herkenningsfouten.

Een voorbeeld van systemen die gebruik maken van spraakuitvoer zijn telefonische informatiesystemen van grote bedrijven, die bellers naar de juiste afdeling leiden door ze een keuzemenu te laten horen.

Deze spraakboodschappen zijn meestal van tevoren door mensen ingesproken. Ze kunnen ook automatisch gegenereerd worden uit teksten, door middel van spraaksynthesetechnologie. Wijzigingen in de boodschap vragen dan alleen om een tekstverandering, zonder opnieuw inspreken. Dat is handig voor teksten met veel variabele informatie, zoals geografische aanduidingen of telefoonnummers. Helaas is de kwaliteit van synthetische spraak lager dan die van natuurlijke spraak. Veel systemen gebruiken daarom voor vaste onderdelen van teksten menselijke spraak en voor variabele onderdelen gesynthetiseerde spraak.

We hebben geluiden en spraaksynthese toegepast in een reis-informatiesysteem voor het openbaar vervoer voor mensen met een verstandelijke beperking (Kranenborg e.a., 2007). Op een pda (zie figuur 5) verschenen eenvoudige aanwijzingen voor elke stap van hun reis. Bij problemen met lezen, konden ze de tekst laten voorlezen door deze aan te raken. De pda liet steeds een signaal horen op het moment dat er nieuwe informatie op het scherm verscheen. Daardoor konden de gebruikers hun aandacht bij de omgeving houden.

Figuur 5
Pda met
reisinformatie
voor mensen
met een
verstandelijke
beperking



Sommige systemen, bijvoorbeeld het telefonische treinreisinformatiesysteem van de NS (0900-9292), interpreteren de herkende tekst als een commando, bijvoorbeeld om de vertrektijd van de eerstvolgende trein van Utrecht naar Eindhoven op te zoeken en mee te delen. Iedereen kan dit systeem in principe gebruiken, omdat de benodigde woordenschat beperkt is. Door vragen slim te stellen, probeert het systeem de gebruiker in dit keurslijf te dwingen,

zonder dat de dialoog te veel aan natuurlijkheid inboet. Een andere toepassing is het dicteren van tekst. Door de computer eerst goed te trainen op de stem van een individuele gebruiker, kan deze een tekst, uitgesproken door deze persoon, herkennen en op het beeldscherm laten verschijnen.

Voelen

Ten slotte bestaat de mogelijkheid om informatie over te brengen via de tactiele modaliteit, door activering van het voelen. De trillfunctie op de mobiele telefoon is hiervan een goed voorbeeld. Het ontwerpen van goede trilsignalen is nog ingewikkelder dan geluidssignalen, zeker als de ontwerper bepaalde betekenissen over wil brengen. Mensen zijn (nog) niet gewend om verschillende typen trillingen te onderscheiden en om daar betekenis aan te geven. Trillingen op verschillende plaatsen op het lichaam kunnen ze wél voelen en interpreteren, bijvoorbeeld als aanduiding van een loop- of rijrichting. In een project om te achterhalen hoe informatie- en communicatie-technologie (ict) op een zinvolle manier kan worden ingezet in de dagelijkse woonomgeving (Cremers, 2002), ontwikkelden we een trilarmband (zie figuur 6). Deze kan bijvoorbeeld aan de drager doorgeven dat zijn favoriete film bijna begint. Door de trillingen als het ware om de pols te laten lopen, associeerden dragers dit gemakkelijk met een 'draaiende film', zo bleek uit een evaluatie.

De tactiele modaliteit is de tot nu toe meest gebruikte modaliteit voor invoer van de gebruiker in het systeem. De traditionele manier van invoer is gebaseerd op aanraking via knoppen, die je moet indrukken of waar je aan moet draaien. Voor de computer is het bekendste invoermiddel het toetsenbord in combinatie met de muis. Voor systemen met beeldschermen zijn ook aanraakschermen (touch screens) beschikbaar. Functies worden actief door het scherm aan te raken met de vinger of een speciale pen.

Combinatie van modaliteiten

Systemen hebben vaak een multimodale user interface, waarin ze verschillende in- en uitvoermodaliteiten in zich verenigen. Meestal heeft elke functie een eigen vaste modaliteit. Ook kan een systeem

verschillende modaliteiten bevatten, waaruit gebruikers kunnen kiezen. Vaak maakt de ontwerper gebruik van redundantie om er zeker van te zijn dat de boodschap overkomt. Een navigatiesysteem geeft gesproken aanwijzingen, maar de route is ook zichtbaar op een beeldscherm. Soms worden modaliteiten tegelijk aangesproken, bijvoorbeeld wanneer iemand een icoon op een beeldscherm aanwijst en zegt: 'Zet dat daar!' Dit komt al heel dicht bij menselijke communicatie.

Figuur 6
Prototype van
een trilarmband



Naar een intelligente, natuurlijke interactie

Het streven is om de interactie zo moeiteloos, vlot en natuurlijk mogelijk te laten verlopen. Hoe meer er bekend is over gebruiker, taak, gebruikscontext en apparaat, hoe beter de user interface hierbij kan aansluiten. Daarnaast kan een individuele gebruiker persoonlijke voorkeuren aangeven, bijvoorbeeld voor grotere letters dan de standaardletters. Deze staan in een gebruikersprofiel, maar blijken ook uit de interactie met het systeem. Als de gebruiker altijd de letters vergroot, kan het systeem voortaan de letters automatisch groter tonen. Ook kan het systeem tijdelijke aanpassingen tijdens het gebruik doorvoeren. Hierbij reageert de interface op de actuele toestand van de gebruiker, wijzigingen in (combinaties van) taken, nieuwe contextuele omstandigheden of wisseling van apparatuur. Informatie over stem, gebaren, gezichtsuitdrukking en fysiologie van de gebruiker zeggen iets over zijn emotionele toestand en mentale belasting. Het systeem kan met bepaalde aanpassingen aansluiten bij die emotie of de mentale belasting verminderen.

Detectie van kenmerken van de gebruikscontext van dat moment, bijvoorbeeld lichtinval of omgevingsgeluid, kan de interface stimuleren om de uitvoermodaliteit te wijzigen. Wisseling van apparatuur is aanleiding voor het aanbieden van andere functies of verschijningsvormen daarvan.

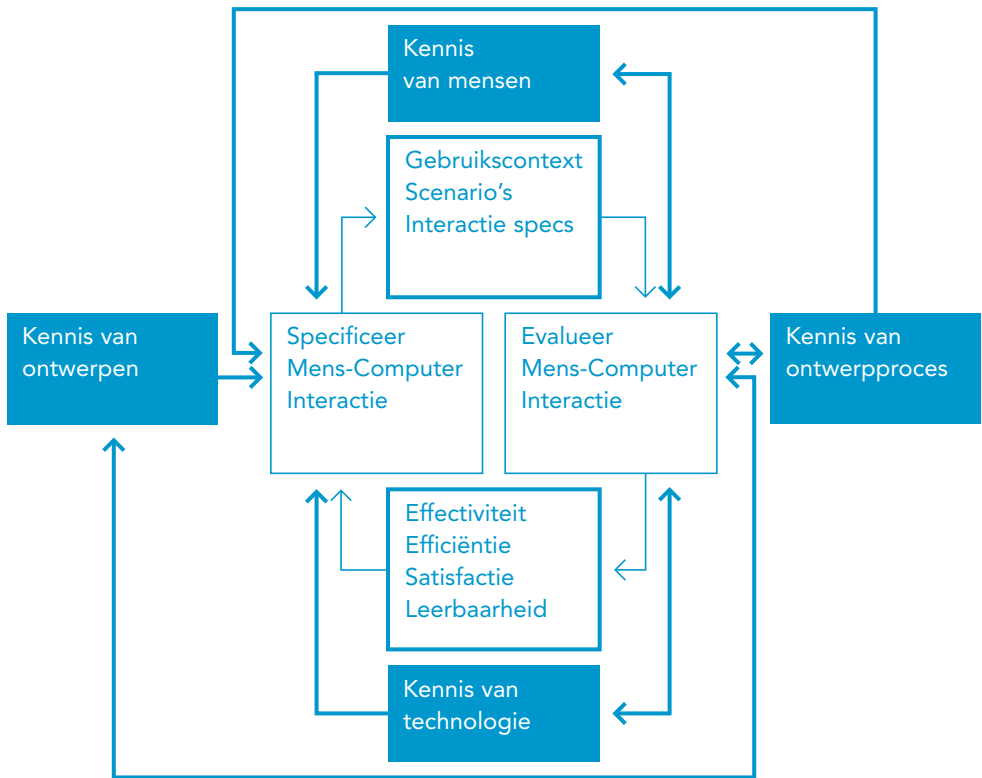
De ultieme vorm van natuurlijkheid is spreken in je eigen taal, tegen een al dan niet zichtbare 'gesprekspartner'. Zichtbare gesprekspartners worden vaak 'avatars' genoemd, een term uit het Hindi, die de incarnatie van een god in een beest of in een menselijk lichaam betekent. Het zijn twee- of driedimensionale, geanimeerde karakters die communiceren in natuurlijke taal, met hierbij passende mondbewegingen, gezichtsuitdrukkingen, gebaren, lichaamshoudingen en bewegingen. Een tweedimensionaal voorbeeld is de eerder genoemde Steffie, die gebruikers instrueert op de pinautomaat. Met Steffie is echter alleen eenrichtingsverkeer mogelijk: ze praat tegen je, maar reageert niet als je terugpraat. Een goed vormgegeven spraakinterface of avatar die ook reageert op wat er gezegd wordt, wekt bij de gebruiker de illusie van conversatie met een ander mens.

**“BEGRIJP JE
GEBRUIKER!”**

4 / ONTWERP EN EVALUATIE VAN MULTIMODALE USER INTERFACES

Kennis over beschikbare modaliteiten en voor welke gebruikers, taken, gebruiksomgevingen en apparaten we die zinvol kunnen inzetten, is waardevolle kennis over de mens. Bij de ontwikkeling van een product of dienst zetten we deze in, naast kennis van ontwerpen, technologie en het ontwerpproces. Praktische kennis van ontwerpen ligt bijvoorbeeld bij industrieel ontwerpers en bij interactieontwerpers. De technologische kennis is al uitgebreid aan de orde gekomen bij de openbare les van Erik Puik. Remko van der Lugt zal in zijn les dieper ingaan op het ontwerpproces van de toekomst, waar ontwerpers samen met gebruikers een creatief proces doorlopen.

Ontwerpprojecten worden uit de aard der zaak altijd in multi-disciplinaire projectteams uitgevoerd. Ze kenmerken zich verder door een iteratieve aanpak: de ontwikkeling vindt plaats in een aantal slagen met toenemende mate van detaillering (Neerincx e.a., 2008). Bij alle stadia van het ontwikkelproces (zie figuur 7) worden gebruikers betrokken, die behoren tot de doelgroep van het product of de dienst (user-centred design). Ze formuleren hun behoeften, evalueren de eerste ontwerpen, vaak nog in de vorm van schetsen, en geven suggesties voor verbetering. De verbeterde versie van het interactieontwerp vormt de basis voor een meer gedetailleerd ontwerp, dat leidt tot de uiteindelijke userinterface-specificaties. Tijdens deze ontwikkelcyclus worden diverse methoden en tools gebruikt, zowel voor ontwerp als evaluatie.



Figuur 7
Ontwikkelp proces
van user interfaces

Methoden en technieken voor het ontwerpen van user interfaces zijn onder andere:

- Comparatieve analyse: bestuderen van bestaande soortgelijke applicaties.
- Scenariogebaseerd ontwerpen: beschrijven van het gebruik van een toekomstige applicatie in een verhaal, waarin gebruikers-, taak-, omgevings- en technologische aspecten aan de orde komen.
- Storyboards en 'use cases': weergeven van het verloop van een of meer typische interacties in de vorm van schetsmatige tekeningen.
- 'User requirements': opstellen van een lijst van gebruikerseisen.

Veelgebruikte methoden voor tussentijdse evaluatie van systemen zijn onder andere:

- 'Expertreview': een usabilityexpert of een domeinexpert beoordeelt systematisch het systeem.
- 'User walkthrough': een gebruiker doorloopt samen met een usabilityexpert systematisch de applicatie en voert een aantal taken uit. Hierbij denkt hij hardop om beweegredenen en voorkomende problemen bloot te leggen.
- 'Usabilitytest': een gebruiker voert zelfstandig een aantal taken uit met de applicatie. Zowel objectieve metingen van efficiëntie, effectiviteit en leerbaarheid als subjectieve metingen van tevredenheid via vragenlijsten, geven een indicatie van de usability van het systeem.

Het is belangrijk om veel praktische ervaring op te doen met het doorlopen van multidisciplinaire ontwerpprocessen van allerlei producten en diensten. Dit verbetert het proces, vergroot de kennisbasis en vormt een leerschool voor het samenbrengen van kennis uit verschillende disciplines.

“MULTIMODAAL: DE INTERACTIE= ERVARING VAN DE TOEKOMST”

5 / EEN TOEKOMSTBEELD

Multimodale interfaces gaan in de toekomst een steeds grotere rol spelen, vooral als gevolg van de ontwikkeling van andere interactietechnologieën dan het traditionele beeldscherm, het toetsenbord en de muis. Ook andere technologieën, zoals microsystemen, kunstmatige intelligentie en taaltechnologie, zijn hierbij onontbeerlijk. Deze leveren nieuwe mogelijkheden om de gebruiker te bedienen. Drie belangrijke ontwikkelingen die de interactiemogelijkheden vergroten, komen hier aan de orde, evenals ontwikkelingen in het ontwerpproces. Ten slotte schets ik een mogelijk toekomstscenario.

Onzichtbare computer

De computer wordt langzamerhand onzichtbaar: een 'disappearing computer'. Er is niet langer sprake van een apparaat dat bediend moet worden, maar er is een ruimte met functionaliteiten die je kunt gebruiken ('ambient intelligence'). Bijvoorbeeld het activeren van een persoonlijke instelling van verlichting, stand van de stoel of apparatuur om een film te bekijken, behoort tot de mogelijkheden. Informatie kan op verschillende wijzen gepresenteerd worden, afhankelijk van de behoeften van de gebruiker, de situatie van dat moment of de aard van de informatie. De gebruiker gaat een dialoog aan met functionaliteiten in de ruimte, bijvoorbeeld via spraak.

Mobiele computer

Steeds meer producten en diensten worden ontwikkeld voor gebruik buiten de conventionele huis- of kantooromgeving, om ze overal op elk tijdstip beschikbaar te hebben. Dit vraagt om andere typen apparaten met een ander interactie dan de traditionele pc. Mobiele diensten worden steeds vaker 'context-aware': ze passen zich aan aan de omgeving waarin ze gebruikt worden. Bijvoorbeeld door automatische plaatsbepaling: iemand die in Utrecht het filmprogramma opvraagt, krijgt alleen de films van Utrecht te zien.

Of door automatische plaatsbepaling of door 'sensingtechnologie': een apparaat past modaliteiten aan, door bijvoorbeeld het actuele geluids- of lichtniveau van de omgeving te meten.

Computer als mens

Tot slot is er de verdergaande antropomorfisering van de computer. De gebruiker beschouwt de computer steeds meer als een menselijke gesprekspartner, met wie hij een dialoog kan voeren in natuurlijke taal. Bijvoorbeeld door middel van een 'chatbox', een computerprogramma waarmee je vragen intypt of uitspreekt, die de computer beantwoordt. Ook kan de computer een natuurlijk ogend persoon tonen in de vorm van een avatar, zodat de gebruiker de indruk krijgt werkelijk met dit karakter te communiceren. Een volgende stap betekent interactie met een fysieke communicatiepartner, een robot, die zich, als ware het een persoon, in dezelfde ruimte als de 'gebruiker' bevindt. Gebruiker staat hier tussen aanhalingstekens, omdat het hier veel meer gaat lijken op een gelijkwaardige communicatie tussen twee gespreksdeelnemers. Als er sprake is van een virtuele of fysieke gesprekspartner, is niet alleen de verbale maar ook de non-verbale communicatie van belang. De juiste expressie en de interpretatie van non-verbale communicatie, zoals emotie en gebaren, dragen voor een groot deel bij aan het slagen van de illusie van werkelijke communicatie met een karakter of persoon.

Ontwikkelproces

Naast ontwikkelingen op het gebied van mens-machine-interactie vindt er een ontwikkeling plaats in de gebruikte ontwerp- en evaluatiemethoden. Remko van der Lugt zal meer over het ontwerpen vertellen. Er zullen steeds meer evaluaties plaatsvinden in een omgeving die zoveel mogelijk lijkt op de voorziene gebruiks-omgeving, via visualisatie- en simulatietechnieken. Zo mogelijk zullen evaluaties in de daadwerkelijke gebruiksomgeving plaatsvinden, liefst met de onderzoeker op afstand. De evaluatie zal naast de usability van een systeem, ook de totale user experience beoordelen (Cremers e.a., 2007b, Kort e.a., 2007). Dit begrip is nog niet helemaal uitgekristalliseerd, maar naast traditionele usabilitymaten als efficiëntie, effectiviteit, leerbaarheid en tevredenheid bevat het

zeker aspecten als de aantrekkelijkheid, de ervaren emoties ('fun'), en de invloed op het (sociale) leven. Hiervoor is het noodzakelijk dat gebruikers de (mobiele) applicatie voor langere tijd gebruiken in een zo realistisch mogelijke gebruiksomgeving. Het daadwerkelijke gebruik wordt automatisch geregistreerd, de gebruiker beantwoordt vragen over ervaringen en kan die zelf ook in een elektronisch dagboek vastleggen. Ook bestaat de mogelijkheid tot 'sensing' van de gebruiksomgeving en van de mentale en fysieke gesteldheid van de gebruiker. Allemaal belangrijke informatie om het systeem te verbeteren.

Virtuele vergaderassistent

Een projectteam komt regelmatig fysiek dan wel op afstand samen om de voortgang van een project te bespreken. Stel je hierbij een virtuele vergaderassistent voor, die al dan niet als avatar of robot in de vergaderruimte aanwezig is. Deze beschikt over een archief van audiovisuele opnamen van alle eerder gehouden vergaderingen van dit team. Aan die opnamen is allerlei extra informatie toegevoegd, bijvoorbeeld wie wanneer spreekt en over welk onderwerp. De assistent constateert tijdens de vergadering dat een besproken onderwerp al eerder aan de orde is geweest. Hij attendeert de vergaderdeelnemers hierop en vertoont desgewenst de relevante passages (Cremers e.a., 2007a). De assistent kan personen die op afstand aan de vergadering deelnemen, op tijd attenderen bij bepaalde agendapunten, zodat ze niet de hele vergadering hoeven te volgen. Ten slotte kan hij ondersteuning bieden in het communicatieproces, bijvoorbeeld door bij te houden hoe lang iemand aan het woord is, en een persoon die nog niet de kans heeft gehad iets te zeggen, op een geschikt moment het woord te geven.

Een voorbeeld van 'Big Brother is watching you'? Of een welkome ondersteuning om vergaderingen efficiënter en prettiger te laten verlopen? Dit zal afhangen van de manier waarop de assistent met de deelnemers communiceert, wat dan ook een belangrijk onderwerp van onderzoek is. Dit onderzoek kan goed plaatsvinden in een userexperiencesetting, waarin onderzoekers de interactie tussen assistent en vergaderdeelnemers vastleggen.

**“HIGH TECH
OR HIGH USE?**

**THAT’S THE
QUESTION”**

6 / PLAN VAN AANPAK VAN DE LECTOR

Als lector 'Multimodal User Interface Design' binnen de leerstoel Product Design & Engineering zal ik me bezighouden met het ontwerpen van user interfaces, die de beschikbare communicatiemodaliteiten van gebruikers zo goed mogelijk benutten. Het ontwerpproces is gebaseerd op kennis van gebruikers, taken, gebruiksomgeving en apparatuur. Niet de techniek, maar de gebruiker staat hierbij centraal (user-centered design).

Dergelijke ontwerpprocessen behoeven naast kennis van de mens ook kennis van ontwerpen, van technologie en van ontwerpprocessen, en zijn dan ook multidisciplinair. Als lector 'Multimodal User Interface Design' binnen het lectoraat Product Design & Engineering werk ik nauw samen met de andere lector binnen PDE en met het lectoraat Microsysteemtechnologie.

Daarnaast zal ik als lector samenwerking zoeken met met andere kennisinstellingen: andere HU-faculteiten, collega-hogescholen (waaronder de Hogeschool voor de Kunsten Utrecht), universiteiten en TNO. Het gaat altijd om toegepaste ontwerpprojecten, die voortkomen uit vragen van derden, zoals het regionale mkb of de publieke sector. De projecten zullen zeker ook een onderzoekscomponent bevatten. In de eerste plaats gaat het hierbij om het zinvol gebruiken van bestaande kennisbronnen. In de tweede plaats gaat het om het toepassen van beproefde ontwerp- en evaluatiemethoden. Door toegepaste projecten op deze wijze aan te pakken, groeit op systematische wijze nieuwe praktijkkennis. Het systematisch vastleggen en hergebruiken van deze kennis zorgt ervoor dat het theoretische vakgebied 'mens-machine-interactie' steviger verankerd wordt in de ontwerppraktijk.

Als lector wil ik ook een bijdrage leveren aan de beantwoording van bestaande onderzoeksvragen, door deze te benaderen vanuit een toegepaste setting.

Enkele voorbeelden van belangrijke vragen.

- Hoe moeten we multimodale interactie ontwerpen om het gewenste effect voor de gebruiker te bereiken? Zoals: Hoe moet de vergaderassistent zich in een virtuele vergaderzaal manifesteren en communiceren met de deelnemers?
- Hoe moet een user interface zich op intelligente wijze aanpassen aan steeds veranderende kenmerken van de gebruikscontext? Zoals: Hoe moet de vergaderassistent zich aanpassen aan veranderingen in deelnemers, vergadertechnieken of onderwerpen?
- Hoe kunnen we nieuwe ontwerp- en evaluatiemethoden inzetten in het ontwikkelproces van multimodale interfaces? Zoals: Hoe kunnen we de vergaderassistent visualiseren en evalueren in een virtuele omgeving?

Om wat voor projecten gaat het nu eigenlijk? In principe kunnen de projecten een breed scala aan onderwerpen bestrijken, geleid door vragen uit de markt of de onderzoekswereld. De focus ligt op projecten binnen de zorg en veiligheid, maatschappelijk relevante domeinen, die ook bij TNO hoog in het vaandel staan. Ook projecten om mensen met beperkingen te ondersteunen, behoren hiertoe ((design for all)). Samenwerkingsverbanden met partijen uit deze sectoren zijn dan ook van groot belang. Een voorbeeld daarvan is het Carelab-initiatief, waarin Hogeschool Utrecht samenwerkte met het Meander Medisch Centrum in Amersfoort. Onderwerp was onder andere de patiëntenkamer van de toekomst, met daarin allerlei ict-ondersteuning om de patiënt een zo prettig mogelijk verblijf te bezorgen. Uit dit laatste project spreekt de ambitie om verder te kijken dan de traditionele oplossingen en toe te werken naar de hightechsamenleving van de toekomst, waarin technologie zo goed als onzichtbaar is geworden en de mens hier moeiteloos mee omgaat. 'Goed met anderen omgaan, door praten, en zo vooroordelen wegnemen', daar ging het toch om?

BIJLAGEN

CURRICULUM VITAE ⁸¹

LITERATUURLIJST ⁸²

/ CURRICULUM VITAE

Dr. Anita Cremers studeerde taal & informatica aan de faculteit Algemene Taal- en Literatuurwetenschappen van de Universiteit Tilburg. Daarna promoveerde zij aan het toenmalige Instituut voor Perceptie Onderzoek in Eindhoven op het gebruik van verwijzende uitdrukkingen in taakgerichte dialogen tussen mensen, die model stonden voor de dialoog tussen mens en computer. Vervolgens heeft ze bij het toenmalige KPN Research in Leidschendam gewerkt aan de ontwikkeling van telefonische dialoogsystemen met spraakherkenning en later ook aan multimodale systemen. Sinds 2000 is zij als onderzoeker werkzaam bij TNO Defensie en Veiligheid, Business Unit Human Factors, in Soesterberg. Hier richt zij zich op het ontwerpen en evalueren van multimodale user interfaces voor een breed scala aan toepassingen. Een speciale interesse is het ontwerpen voor personen met een beperking en het ontwikkelen van methoden om deze doelgroep nauw bij het ontwikkelproces te betrekken. Sinds april 2008 is ze deeltijdlector 'Multimodal User Interface Design' binnen het lectoraat Product Design & Engineering van het Kenniscentrum Productontwikkeling van Hogeschool Utrecht. Als lector stelt zij zich ten doel: het uitvoeren van ontwerpprojecten met het mkb, TNO en andere kennisinstellingen, om kennis over menselijke aspecten van product- en dienstgebruik bij Hogeschool Utrecht te versterken.

/ LITERATUURLIJST

- Benyon, D., Turner, P. and Turner, S.** (2005). *Designing interactive systems: people, activities, contexts, technologies*. Harlow, Addison-Wesley.
- Cremers, A.H.M.** (2002). *Informatie- en Communicatie Technologie in de woonomgeving van de toekomst*. Tijdschrift voor Ergonomie 27(5), 4-11.
- Cremers, A. en Cremer, R.** (2006). *Een webportal voor de empowerment van langdurig werklozen*. Reïntegratie, oktober 2006.
- Cremers, A., Groenewegen, P, Kuiper, I and Post, W.** (2007a). *The project browser: supporting information access for a project team*. HCI 2007, Beijing, China, July 25-27, 2007.
- Cremers, A.H.M., Smets, N.J.J.M., Vermeeren, A.P.O.S. and Kort, J.** (2007b). *Measuring user experience: what's new?* SigChiNL conference, Eindhoven, The Netherlands, June 21, 2007.
- Cremers, A.H.M., de Jong, J.G.M. and Van Balken, J.S.** (2008). *User-centered design with illiterates: the case of the ATM user interface*. 11th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, Linz, July 9-11, 2008.
- Kort, J., Vermeeren, A.P.O.S., Fokker, J.E.** (2007). *Conceptualizing and measuring user eXperience*. HCI 2007: 21th British HCI Group Annual Conference, Lancaster September 3-7, 2007.
- Kranenborg, K., Cremers, A.H.M. en Van der Pijl, D.J.** (2007). *Toegankelijke reisinformatie voor personen met verstandelijke beperkingen: Ontwerptraject van een Mobiele Elektronische Reispartner*. Tijdschrift voor Ergonomie 32(6), december 2007.
- Neerincx, M.A., Cremers, A.H.M., Kessens, J.M., Truong, K.P. & Van Leeuwen, D.A.** (2008). *Attuning speech-enabled interfaces to user and context for inclusive design: Technology, methodology and practice*. Universal Access in the Information Society (accepted).

IEDEREEN IS EEN **ONTWERPER...?**

DR.IR. REMKO VAN DER LUGT

- 1. INLEIDING** 89
- 2. IEDEREEN ONTWERPT, MAAR
NIET IEDEREEN IS ONTWERPER** 91
- 3. ONTWERPEN ALS
CREATIEVE ACTIVITEIT** 95
- 4. VERVAGENDE GRENZEN IN
HET PRODUCTONTWERPEN** 101
- 5. GEBRUIKERSPERSPECTIEVEN
IN HET ONTWERPPROCES** 107
- 6. DE TELOORGANG VAN DE
CREATIEVE ONTWERPSTUDIO** 113
- 7. GEZOCHT: 'SLIMME TOOLS'** 117
- 8. TOT SLOT** 123

Curriculum Vitae 125

Literatuurlijst 126

“ONTWERPTOOLS ONTWERPEN”

1 / INLEIDING

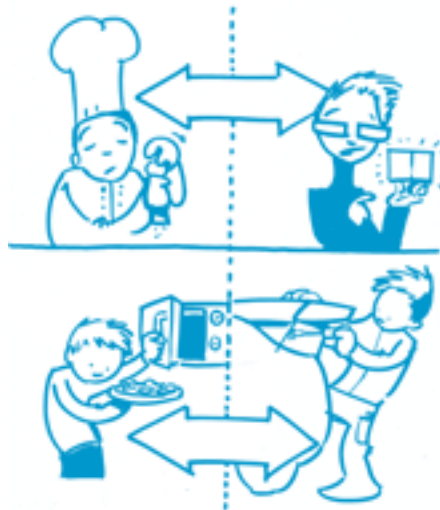
In deze openbare les geef ik een beschouwing over het ontwerpen als professionele creatieve activiteit. Een aantal fundamentele veranderingen in het productontwerpen vragen om nieuwe tools en methoden. Het lectoraat richt zich op twee, aan deze veranderingen gekoppelde, vragen:

1 Hoe kunnen we het perspectief van de gebruiker opnemen in het ontwerpproces?

2 Hoe kan nieuwe mediatechnologie het creatieve ecosysteem van de ontwerpstudio ondersteunen?

“JE GAAT TOCH
OOK NIET ZELF
**IN EEN RESTAURANT
JE EITJE BAKKEN?”**

2 / IEDEREEN ONTWERPT, MAAR NIET IEDEREEN IS ONTWERPER



Ontwerpen als discipline

We beginnen met een uitstapje naar de culinaire wereld. Iedereen kookt wel eens. Ook het bakken van een ei of het opwarmen van een diepvriespizzeria is koken: het door het toevoegen van warmte veranderen van de chemische samenstelling van voedsel. In supermarkten vind je veel halfproducten, waarmee iedereen geavanceerde gerechten op tafel kan zetten. Maar maakt dit de bereider tot een chef-kok? Een chef-kok bedenkt en maakt verrukkelijke gerechten. In een grote keuken coördineert hij/zij het personeel en staat voor de kwaliteit (in vorm, smaak en hygiëne) van de gerechten. Natuurlijk is er het schemergebied van de amateur. Zoals bij elke discipline, vergt creativiteit in het koken een combinatie van domeinrelevante vaardigheden, creativiteitgerelateerde eigenschappen en intrinsieke motivatie (Amabile, 1998). Een amateur compenseert zijn gebrek aan domeinrelevante vaardigheden door zijn intrinsieke

motivatie: de amateur doet het niet voor geld. Een obsessieve amateur heeft geen besef van grenzen. Een professionele chef-kok zou al lang ontslagen zijn, als hij maandenlang slechts een enkel gerecht zou verfijnen met veronachtzaming van de rest van het menu. Een amateur daarentegen kan zijn familie wekenlang blootstellen aan zijn uitprobeersels. In die zin heeft een obsessieve amateur een streepje voor op de professional (Murray, 2007). Een professional werkt om zo efficiënt mogelijk een bepaalde kwaliteitsstandaard te bereiken. Bij een amateur gelden deze grenzen niet, noch is het efficiëntieprincipe van toepassing. Maar al kunnen deze amateurs de meest betoverende gerechten opdienen, ze kunnen niet functioneren in de professionele keuken. Met andere woorden: iedereen kookt, maar dat maakt nog niet iedereen een chef-kok.

Nu het ontwerpen. Grof gezien is ontwerpen het opnemen van relevante informatie om deze te integreren tot een plan voor een kansrijk nieuw 'ding', een product, dienst of systeem. Zoals iedereen wel eens kookt, ontwerpt ook iedereen wel eens. (Poelman, 2003). Het organiseren van een feestje kun je zien als 'feestontwerpen'. De ontwerper leeft zich in in zijn gasten, bedenkt welke activiteiten op welk moment plaats moeten vinden, doet inkopen en maakt misschien zelfs een draaiboek. Ook het 'pimpen' van een auto kun je beschouwen als ontwerpende activiteit. Mensen verbouwen zelf hun huis en maken plannen hiervoor. De IKEA-campagne van vorig jaar met de claim 'Iedereen = Designer' is dus niet geheel onzin, al beperkt dit IKEA-ontwerpen zich doorgaans tot het aanschaffen van meubelen. Echter, net zoals professioneel koken, is professioneel ontwerpen een volwaardige discipline. Dus ook al ontwerpt iedereen, dat maakt nog niet iedereen een ontwerper.

Co-creatie en mass-customization

De recente innovatieliteratuur staat vol van het rekruteren van de consument als innovatiemotor, door in te spelen op zijn intrinsieke motivaties. Het gaat om co-creatie waarvoor succesverhalen, als Linux, YouTube en Wikipedia, als bewijslast gelden. Het gaat hier echter om uiterst modulaire initiatieven, waarbij iedereen zijn eigen

steentje kan bijdragen, zonder dat het consequenties heeft voor de rest van het systeem. Het plaatsen van een Wikipedia-item, verandert de encyclopedie als geheel niet. Zelfs bij open-source software-ontwikkeling kunnen mensen relatief onafhankelijk van elkaar modules verbeteren of toevoegen.

Een ander populair thema in de productontwikkelingsliteratuur betreft 'mass-customization'. Het uitgangspunt hiervan is dat, dankzij verregaande automatisering in de logistiek en productie, iedereen een speciaal voor hem ontworpen product kan krijgen. De gebruiker krijgt aan het eind van de keten een ontwerpende taak: hij bepaalt de features voor zijn product. De ontwerpruimte is echter ingekaderd door de ontwerper (Piller. 2004). Fiat beweert bijvoorbeeld dat je je eigen Fiat 500 kunt ontwerpen. De beloofde 500.000 mogelijkheden zijn terug te brengen tot twaalf keuzes tussen een beperkt aantal opties, zoals kleuren, velgen en bestickering. De ontwerper levert bij mass-customisation inderdaad wat zeggingskracht in over de eindstaat van zijn product, maar het maken van een bepaald aantal keuzes die onderling niet conflicterend kunnen zijn, staat ver weg van het werkgebied van de productontwerper. De ontwerpdiscipline is erop gericht om zaken te integreren. Door bewuste ontwerpstappen te nemen, verenigt de ontwerper conflicterende eisen. Hij leeft zich in in de toekomstige wereld van de gebruiker. Hij combineert haalbaarheid en vernieuwing. Hij verzamelt gevarieerde informatie, om met deze incomplete informatie snel mogelijke beelden van toekomstige producten te genereren. De professionele ontwerper is te vergelijken met een chef-kok. Natuurlijk kunnen gebruikers een belangrijke bijdrage leveren aan het productinnovatieproces. Maar er zijn een aantal redenen waarom gebruikers geen volwaardige ontwerpers kunnen zijn. Gebruikers zijn geneigd om:

- Te reflecteren op het verleden, niet op de toekomst waarin de nieuwe producten moeten functioneren.
- Zich te richten op verbeteringen binnen het bestaande paradigma, niet op verandering van het paradigma zelf.
- Een probleem vanuit één enkel perspectief te benaderen.

“EEN CREATIEVE CONVERSATIE MET HET PAPIER”

Donald Schon

3 / ONTWERPEN ALS CREATIEVE ACTIVITEIT

Een ontwerpende houding

Ontwerpen is een creatieve activiteit, die leidt tot geïntegreerde en vernieuwende oplossingen voor (latente) problemen. Ontwerpkennis en -kunde is voor iedereen nuttig, ook voor beleidsmakers en managers. Het is een breed toepasbare activiteit om complexe problemen te lijf te gaan. Dat blijkt uit de werkterreinen van afgestudeerde ontwerpers. Ze zijn werkzaam bij de Belastingdienst, de Spoorwegen, musea, Rijkswaterstaat, banken en verzekeraars. Hier passen ze hun kennis en kunde van ontwerpmethoden toe op heel andere problemen dan het bedenken van nieuwe producten.

Managementgrootheid Henri Mintzberg constateert dat in het huidige bedrijfssparadigma het analyseren dominant is als probleemoplossingsstrategie. Dit noemt hij 'thinking first'. Hij laat zien dat het veel effectiever kan zijn om te beginnen met het visualiseren van een oplossing, 'seeing first', of direct aan de slag te gaan met een uitwerking om de leercyclus op gang te brengen: 'doing first' (Mintzberg, 2005). Dit wisselen tussen denken (analyseren), zien (schetsen) en doen (modelbouw) is bij ontwerpen ingebakken. Uitdaging is om deze houding te vertalen naar andere disciplines, hetzij doordat ontwerpers hun werkgebied verleggen, hetzij door de ontwerpvaardigheden over te dragen aan die disciplines. Dit is zeer relevant voor de 'Utrechtse Ingenieur', die inhoudelijke kennis verenigt met 'people skills' en procesdenken (HU-FNT, 2007). Juist hij moet in staat zijn om de technologische en de mensenwereld bij elkaar te brengen door een 'ontwerpende houding'.

Kenmerken ontwerpende houding

Deze ontwerpende houding kent vijf uitgangspunten.



Een ontwerpprobleem is een venijnig probleem

Bij een venijnig probleem ('wicked problem') verandert het begrip van het probleem bij iedere poging om een oplossing te genereren (Rittel & Webber, 1973). Het is onmogelijk te bepalen wanneer het probleem is opgelost. Er bestaat geen objectieve en uitsluitende set van criteria om de oplossing te evalueren.

Het juiste ontwerp bestaat niet, hooguit een goed of slecht ontwerp. Ontwerpers zijn gewend om met venijnige problemen om te gaan (Dorst, 2003). Door al in oplossingen te denken en te reflecteren op de consequenties hiervan voor het ontwerp-probleem, kunnen zij snel grote sprongen voorwaarts maken.



Schetsen

Een ontwerper schetst als onderdeel van zijn denkproces. Door de dialoog met pen en papier (Schon & Wiggins, 1993) ontstaat begrip van het ontwerpprobleem en van mogelijke oplossingen. De schoonheid van de schets is daarbij van ondergeschikt belang. Juist de vaagheid en vergankelijkheid van ontwerpschetsen dragen bij aan het ontwerpen. Buxton (2007) betoogt dat, juist omdat schetsen makkelijk te verwerpen zijn, zij helpen bij het afwegen van verschillende alternatieven. Het vergt geen bloed, zweet en tranen, zoals voor een presentatietekening. In mijn onderzoek over de rol van schetsen bij creatieve ontwerpessies (Van der Lugt, 2005) onderscheid ik drie soorten schetsen. Het 'denkschetsen' is dienstbaar aan het creatieve proces van de ontwerper zelf. Het 'praatschetsen' is dienstbaar aan de creatieve dialoog tussen ontwerpers. 'Bewaarschetsen', ten slotte, ondersteunen een visueel gedeeld geheugen (McKim, 1980). Eerdere ontwerpoverwegingen blijven levend doordat ze aan het prikbord hangen. Schetsmatig werken beperkt zich niet tot het tekenbord; het exploreren van vorm, functie en interactie gebeurt ook door het bouwen van vluchtige modelletjes.



Inleven

Een ontwerper leeft zich in in de belevingswerelden van de gebruikers van zijn product. Of het een urinoir voor dames is of een hulpmiddel voor slechtzienden, de ontwerper moet een diepgaand begrip ontwikkelen van de belevingswereld van de doelgroep. Als hij uitsluitend ontwerpt op basis van zijn eigen ervaringen en vooronderstellingen, is de kans dat een product aansluit bij de behoeftes van de gebruiker vrijwel nihil.



Integreren

Gecomplceerde producten vragen om multidisciplinaire ontwerpteams. De ontwerper is expert in procesaanpak. Hij zorgt voor integratie van de expertkennis van de verschillende disciplines in een productontwerp. De ergonoom wil het bijvoorbeeld zo plat

mogelijk maken, terwijl de elektrotechnicus ruimte nodig heeft voor elektronica. De ontwerper zoekt een oplossing die beiden tevreden stelt. Doordat de ontwerper zich inleeft in de perspectieven van de disciplines en ze bij elkaar brengt, vormt hij een katalysator voor 'gedeeld begrip' (Kleinsmann, 2007).



'Wyberend' begripvormen

Ontwerpen is een leerproces van afwisselend divergeren en convergeren. Verkenning van alternatieve paden/oplossingen en reflectie- en integratieslagen wisselen elkaar af. Door ideeën te genereren, verkent de ontwerper de breedte van de oplossingsruimte, die weer inzicht geeft in de aard van het ontwerpprobleem. Dorst & Cross (2001) beschrijven dit als de co-evolutie van oplossings- en probleemruimte in het ontwerpproces. Door het simultaan navigeren in beide ruimtes, baant de ontwerper zich een weg die leidt tot een bevredigende oplossing van een venijnig ontwerpprobleem.

**“HOE KUN JE
BELEVING
SCHETSEN?”**

4 / VERVAGENDE GRENZEN IN HET PRODUCTONTWERPEN

Het aantal microsystemen waarmee we ons omringen neemt dramatisch toe, onder meer doordat digitale denkkraft steeds goedkoper wordt. Binnenkort kan een pak melk via een chip communiceren met de koelkast over de gewenste bewaartemperatuur, de melk-kwaliteit, en het weer. We zullen al die systemen niet meer zelf kunnen besturen. De mens-machine-interactie die uitgaat van één persoon die taakgerichte handelingen uitvoert met één machine, volstaat niet meer (Postma & Stappers, 2006). Hierdoor vervagen de grenzen in de wereld van het productontwerpen.



Product is onderdeel van een complex systeem

Bij het ontwerpen valt de systeemgrens niet langer strak om het product te trekken, noch om 'het ding en zijn gebruiker'. Producten gaan steeds meer functioneren als onderdeel van complexe systemen, waarin naast de gebruiker ook andere mensen, producten en diensten actoren zijn.



Hardware en softwaren vormen één geheel

Hardware en software worden steeds meer één geheel: de grafische en de fysieke user interface zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. De iPhone is op zichzelf een weinig interessant vormgegeven rechthoekig doosje. Het ding komt pas tot leven door de 'multi touch'-interactie, wat het een spannend product maakt.



Miniaturisering

Door de miniaturisering van technologie, raakt het 'ding' verloren. Bij 'embedded systems' zit de functionaliteit zelfs geheel in de omgeving geïntegreerd. Hoe ontwerp je zulke systemen? Het maken van productschetsen is hierbij weinig relevant. De oplossing moet gevonden worden in interactie- en ervaringschetsen, bijvoorbeeld door het maken van filmpjes, ervaarbare modellen of storyboards (Buxton, 2007).

Productbeleving

Het ontwerpobject is verschoven van product, via productinteractie naar productbeleving. Onderliggende software en diensten vormen samen met het product een integraal onderdeel van deze beleving. Door in te spelen op de belevingswereld van de gebruiker, kan een nieuw ontwerp aan latente, functionele behoeften voldoen. Goede voorbeelden vormen het speelgoed 'Linkx' en het communicatiemiddel 'Piece of family' van Sanne Kistemaker.

Figuur 1
Het speelgoed 'Linkx'



'Linkx' (zie figuur 1) helpt autistische kinderen bij het leren van woorden met behulp van sprekende pictogrammen: 'speech-o-grams'. Een woord wordt opgenomen in het speech-o-gram en bevestigd aan het bijbehorende object. Als het kind een blok tegen een speech-o-gram aanhoudt, gaat er een lamp branden en wordt het woord uitgesproken. Dit kan eindeloos herhaald worden, zodat de kinderen uiteindelijk het woord leren.

Figuur 2
"Piece of family" van
Sanne Kistenmaker



'Piece of family' (zie figuur 2) is een communicatiemiddel waarmee ouderen online kunnen communiceren zonder computer. Ze gebruiken een soort boek met in de kaft een scanner en binnenin een schrijfblok. Met een druk op de knop plaatsen ze het geschrevene op een weblog. Familieleden kunnen reageren via internet en de oudere bekijkt de weblog met reacties op teletekst. 'Piece of family' overbruggt de contactkloof tussen generaties door zowel in te spelen op de wereld van de ouderen (pen, papier, televisie) als op die van de jongeren (weblog, computer).

Aan de discussie of 'ervaring' ontwerpbaar is, of dat je slechts 'voor ervaring' kunt ontwerpen, waag ik me niet. Wel beweer ik dat bij het ontwerpen een diepgaand bewustzijn van de context van het (toekomstige) productgebruik en de productgebruiker steeds belangrijker wordt. Dit geldt voor het gehele ontwerptraject: van probleemverkenning en conceptvorming tot en met materialisatie en detaillering.

**“DE GEBRUIKER
IN HET ONTWERP-
TEAM ALS EXPERT
VAN ZIJN EIGEN
ERVARINGEN”**

5 / GEBRUIKERSPERSPECTIEVEN IN HET ONTWERPPROCES

Juist 'slimme' producten en technologieën moeten vloeiend passen in de gebruikerswereld. Hoe ziet die wereld eruit, nu en in de toekomst? Neem domotica: automatische systemen in woonhuizen. Technologie binnen de woonomgeving kan oplossingen bieden voor de toenemende zorgvraag door vergrijzing. Maar stel je voor dat je huis bepaalt hoe laat je naar bed moet en de lichten uitdoet? Het is niet de bedoeling dat technologie ons handelen dicteert. De technologie moet logisch voortvloeien uit de manier waarop mensen alledaagse handelingen uitvoeren en ervaren. Dit is een inspirerend uitgangspunt voor innovatieve producten. De gebruiker kan een belangrijke rol vervullen in het ontwerpproces als expert op het gebied van zijn eigen ervaringen. Hij moet hulpmiddelen aangereikt krijgen om zijn dieper liggende ervaringen en inzichten expliciet te maken, bijvoorbeeld 'contextmapping' (Sleeswijk Visser et al, 2005). Het duurzaam verankeren van de resultaten in het ontwerpproces gebeurt bijvoorbeeld door het creëren van 'personas' (Pruitt & Adlin, 2006).

Contextmapping

Contextmapping (zie figuur 3) is het in kaart brengen van de belevenissen en ervaringen van productgebruikers. De context is alles wat invloed heeft op de beleving en het gebruik van een product. Mapping is het weergeven van de gevonden informatie in een aantrekkelijke, toegankelijke en inspirerende vorm. Contextmapping betreft gebruikers bij het ontwerpproces als 'experts van hun eigen ervaringen' en is dienstbaar aan het conceptualisatieproces. Het biedt de ontwerper rijke inzichten in de beleavingswereld van de eindgebruiker. Bewustwording van de gebruiker vindt plaats door een creatief maakproces. Hierdoor kan hij zijn 'tacit knowledge' en latente behoeften expliciet maken.

Figuur 3
Een contextmapping-
oefening over de
beleving van de snel-
weg. De ruwe structuur
op het tekenvel en stic-
kers met plaatjes en
woorden geven richting
en helpen om gedachten
te ordenen en op papier
te krijgen.



Contextmapping bestaat uit zes stappen:

- Voorbereiding: Ontwerpen van een uitnodigend werkpakket en werkmaterialen.
- Sensitiveren: Vergroten van het bewustzijn van de deelnemers door werkpakketten met gevarieerde opdrachten rond een onderwerp.
- Generatieve sessies: Kleine groepssessies met verschillende creatieve opdrachten, waarin de deelnemers visuele representaties maken van hun belevingen, deze uitleggen en bediscussiëren.
- Analyse: Structureren van de rijke data uit de werkpakketten en sessies.
- Communiceren: Beschikbaar maken van data, bevindingen en inzichten.
- Toepassen: Gebruiken van bevindingen bij conceptualisatie.

Personas

De software-industrie maakt veelvuldig gebruik van personas (zie figuur 4) (Cooper, 2003; Pruitt & Adlin, 2005). Dit zijn fictieve personages, opgebouwd uit elementen, gedragingen, doelen en motivaties van echte mensen. Ze kunnen beknopt of juist zeer uitgebreid worden ontwikkeld als hulpmiddel bij het conceptualiseren. Rijke en gepersonaliseerde informatie van gebruikersprofielen helpt ontwerpers en engineers om zicht te houden op de personen voor wie ze ontwerpen. De set personas representeert zo goed mogelijk de variëteit aan behoeften en motivaties van de gebruikersgroep. Ontwerputingen en -beslissingen worden continu gespiegeld aan de beleveniswereld van de personas.

Figuur 4
Set personas voor de
ontwikkeling van een
nieuwe Personeels-
zakenwebsite



Tijdens het project 'Polikliniek van de toekomst', een samenwerking tussen WeLL Design en het lectoraat, is met personas (zie figuur 5) gewerkt. Uitgangspunt van dit project was om de ervaringen van de betrokkenen bij de polikliniek (patiënten, medici, verplegend en administratief personeel) leidend te laten zijn in plaats van de efficiëntie van de bedrijfsvoering van het ziekenhuis. Op basis van rondleidingen, interviews en gesprekken met een klankbordgroep is informatie verzameld, geordend en verwerkt in een zestal personas. Deze representeerden zowel de verschillende betrokkenen, als hun houding ten opzichte van de activiteiten op de polikliniek. De personas zijn vervolgens gebruikt tijdens het ontwerpproces: om hun paden door de polikliniek en contactmomenten met de andere personas te verkennen; om vanuit hun standpunten behoeften en inzichten te genereren; als klankbord bij het nemen van ontwerpbeslissingen en om de voorziene nieuwe polikliniek-omgeving naar de buitenwereld te communiceren.

Figuur 5
Persona Charlotte uit
de polikliniek van de
toekomst



Rol van het lectoraat

Ook in techniekgedreven ontwerpen wordt het steeds belangrijker om gevoeligheid te creëren voor de gebruikers en hun context. Er zijn te veel hedendaagse voorbeelden van producten met oneindig veel mogelijkheden, die de gebruiker niet kan begrijpen en gebruiken. De technisch ontwerper moet naar de gebruiker toe of de gebruiker toelaten in het laboratorium. Contextmapping en personas zijn manieren om de ontwerper hiertoe te bewegen. Zij zullen waarschijnlijk niet zelf contextmappingonderzoek gaan doen en personas construeren, maar het is belangrijk dat zij leren omgaan met de resulterende, rijke gebruikersinformatie in het ontwerpproces.

Het lectoraat wil verkennen hoe contextmapping en personas in de ontwerppraktijk voor en door het midden- en kleinbedrijf toepasbaar zijn. Bijvoorbeeld door:

- Versnelling van het contextmapping traject.
- Clustervorming: gezamenlijk onderzoek waarvan ieder de eigen vruchten plukt.
- Toepassing van nieuwe media, zoals weblogs en gsm's met camera.

“DE PC SMOORT CREATIVITEIT”

6 / DE TELOORGANG VAN DE CREATIEVE ONTWERPSTUDIO

De computer is onomkeerbaar binnengedrongen in de ontwerp-praktijk. Het bewaren, delen en dupliceren van bestanden is veel eenvoudiger geworden. 'Solid modeling'-, rendering- en reken-programma's maken het leven van de ontwerper-constructeur een stuk makkelijker. De computerkracht is vooral dienstbaar aan het engineeringproces: het uitontwikkelen van een ontwerp, waarbij de randvoorwaarden en de oplossingsruimte bepaald zijn. Voor de conceptuele ontwerpfase die hieraan voorafgaat, is de inzet van computers funest. Het blijven rekenmachines, die vragen om uiterst consistente taal. Een groot deel van de creatieve kracht van het ontwerpen zit juist in het omgaan met inconsistenties, wat schetsen wél toelaat. Goel (1995) constateert dat grafisch ontwerpers op de computer een veel minder brede exploratie van mogelijkheden doen. Ze blijven steken bij het verfijnen van een enkele oplossingsrichting. De computer zorgt dus voor 'voorbarige kristallisatie' in het ontwerpproces.

Creatieve denkkraft is een combinatie van de volgende vier eigenschappen (Torrance, 1966):

- Vloeiendheid ('fluency'): aantal ideeën.
- Flexibiliteit: verschillende invalshoeken van ideeën.
- Originaliteit: uniekheid van ideeën.
- Uitwerking: hoeveelheid detail in de ideeën.

De handige 'undo'-functie die software biedt, leidt tot nettere schetsen, maar hindert de creativiteit. Het creatieve proces vertraagt en de nadruk op schoonheid en detail gaat ten koste van een vloeiende en brede verkenning van mogelijkheden. Het huidige gebruik van de computer in het ontwerpen dient de uitwerking, maar doet danig afbreuk aan vloeiendheid, doordat het uitlokt om ideeën te blijven aanpassen, aan flexibiliteit door premature kristallisatie en aan originaliteit door het gebrek aan nieuwe inzichten die dit oplevert. Conclusie: eigenlijk kun je niet creatief ontwerpen achter de computer.

Figuur 6
Een archetypisch beeld
van de ontwerpstudio:
ontwerpers met stiften
in de bevestigde handen,
omringd door hun eigen
ontwerpwerk. De ruimte
en de ontwerpers zijn
één geheel geworden.
Bron: McKim, 1980



Figuur 7
De moderne Nissan
Global Design Studio
in Japan vormt hiermee
een schril contrast.
Hier is de ontwerpruimte
geheel geanonimiseerd.
Ontwerpers zitten in
individuele 'cubicles',
verbonden met het
computersysteem.
De interactieruimte
van de ontwerper
is teruggebracht
tot beeldscherm,
toetsenbord en tablet.
Interactie met de
fysieke omgeving is
er nauwelijks.
Bron: www.designer.com



De kaalslag van de ontwerpstudio (zie figuur 7) ten opzichte van de 'oude' ontwerpstudio (zie figuur 6) heeft consequenties: aan tekentafels kunnen ontwerpers met elkaar meekijken en ontstaan er informele conversaties over het ontwerp. Men leert van elkaar, reflecteert op elkaars werk, en geeft (on)gevraagd advies en kritiek. Schetsen en andere materialen in de ruimte vormen een inspiratiebron.

Bij IDEO, een gerenommeerd Amerikaans ontwerpbureau, laat men bewust modellen en prototypes in de ontwerpstudio staan (Kelley & Littmann, 2001). Vroeg of laat stuit een ontwerper met een probleem in zijn hoofd op zo'n prototype en ziet een oplossing in het model. De ontwerpartefacten, schetsen, modellen en presentatietekeningen vormen een direct beschikbare kennisbank, het geheugen van het bedrijf, wat de kans op serendipiteit vergroot. De ruimte en de ontwerpartefacten daarin, vormen een wezenlijk onderdeel van het creatieve ecosysteem.

“NIEUWE MEDIA
KUNNEN HET
CREATIEVE ECO-
SYSTEM VOEDEN”

7 / GEZOCHT: 'SLIMME TOOLS'

Nieuwe mediatools in het ontwerpproces

In tegenstelling tot de afbraak aan creativiteit die het huidige gebruik van computers in het ontwerpen met zich meebrengt, kunnen nieuwe mediatools die inspelen op de visuele denkkraft van ontwerpers het creatieve ecosysteem van de ontwerpstudio juist verrijken. Ze vormen een interessante tegenpool voor ict-tools die hun oorsprong hebben in de besliskunde, zoals de 'group decision room' (E.G. Applegate, 1986). Hierin zit een tiental mensen anoniem ideeën in hun laptop in te voeren om daarna, geleid door statistische analyses, tot besluiten te komen.

Nieuwe mediatools daarentegen zijn gericht op het bieden van inspiratie en inzicht. Ze benutten de capaciteit van de zintuigen met beelden, geluid, fysieke interactie et cetera, om het gat tussen de virtuele en fysieke werkruimte te overbruggen. Met name het gebruik van interactieve computerprojecties is toepasbaar bij het interpreteren en organiseren van gevarieerde data. Een vraag daarbij is nog hoe om te gaan met de verhouding tussen de fysieke wereld (papier, post-its en prototypes) en de virtuele wereld (projecties), en de overgang daartussen. Naast hun rol bij het ondersteunen van het creatieve groepsproces, maken nieuwe mediatools de inzichten uit een groepsbijeenkomst eenvoudig toegankelijk. Vellen papier met workshopresultaten belanden vaak in een la. Al worden de verkozen concepten verder uitgewerkt, de achterliggende overwegingen raken verloren. Nieuwe mediatools kunnen een brug slaan tussen de workshop en de wereld daarbuiten.

Ze moeten daarvoor voldoen aan een viertal criteria.



1 *Simpel*

Tools mogen nog zo technologisch hoogstaand zijn, ze moeten makkelijk te begrijpen zijn door de gebruikers: 95% van de functionaliteit van de tool moet door 95% van de mensen die ermee in aanraking komen binnen vijf minuten geleerd zijn (Buxton, 2007). Bijzondere aandacht vraagt het opstarten. Als het draaiend krijgen van de nieuwe mediatool te veel aandacht vraagt, gaat dit ten koste van het probleemoplossingsproces, en wordt de tool niet gebruikt.



2 *'Seamless'*

De nieuwe mediatool moet een aanvulling vormen op, en geen vervanging zijn van, de fysieke wereld. Ontwerpers bedenken ideeën

en lossen problemen op, ondersteund door stiften, papier, klei en bijvoorbeeld projecties. De fysieke en virtuele media vormen één geheel in het creatieve ecosysteem. De overgangen moeten zó vloeiend verlopen dat ontwerpers zich nauwelijks bewust zijn van het bestaan van de verschillende werelden.



3 Support

Technologie mag niet domineren. Het moet het creatieve groepsproces ondersteunen en niet in een bepaalde richting dwingen. Een voorbeeld: als tijdens het tekenen de computer de gemaakte bewegingen niet voldoende volgt, wordt de ontwerper gedwongen om zijn bewegingen, en dus zijn denken, aan te passen aan de beperkingen van de computer.



4 Stabiel

De grote valkuil in het gebruik van nieuwe mediaprototypes is dat deze wel eens haperen. Mensen willen inhoudelijk problemen oplossen, ongeremd door problemen met de technologie.

Het is alom bekend hoe vervelend het is voor een presentatie, als de beamerprojectie niet wil werken. Dat geldt des te meer voor het gebruik van nieuwe mediatools in een ontwerpproces.

De New Media Toolbox van ID-Studiolab

In een verkennende studie van ID-Studiolab aan de TU Delft met Procter & Gamble in Brussel is een eerste prototype ontwikkeld voor een New Media Toolbox voor toepassing bij creatieve sessies over nieuwe productverpakkingen. De belangrijkste vragen voor dit onderzoek waren: Hoe kunnen ook niet-ontwerpers in staat gesteld konden worden om hun ideeën te visualiseren? Hoe om te gaan met de ideeën in zowel de virtuele als de fysieke wereld? Hoe deelnemers meer bewust te maken van de gevonden 'ideeën-ruimte' door een gedeeld visueel 'geheugen' van de ideeën te projecteren?

Figuur 8
De 'sort'-tool:
Geprojecteerde ideeën
kunnen makkelijk en
vrijblijvend worden
geordend



De ontwikkelde toolbox bestaat uit vijf elementen.

- 1 'Store' is de centrale ideeëndatabase. De vier andere elementen halen hier ideeën uit en/of stoppen ze erin.
- 2 'Scan' is een manier om op vloeiende wijze ideeën over te brengen van de fysieke wereld naar de virtuele wereld.
- 3 'Sort' (zie figuur 8) is een muurprojectie van de collectie ideeën, die op de muur geordend kan worden.
- 4 'Shine' is een manier om exploraties te doen van kleur, grafiek en textuur, geprojecteerd op grove modellen.
- 5 'Submerge' is een soort geprojecteerde videocollage van inspiratiematerialen op de muur, bestaande uit voorgeselecteerde beelden, sessiematerialen en foto's uit de sessie.

Rol van het lectoraat

De nieuwe mediatools zijn nog in een vroeg prototypestadium. Verscheidene uitgangspunten en elementen behoeven verder onderzoek. Een kansrijke richting is het verkennen van de juiste verhouding tussen de fysieke en de grafische interactie, onder meer uitgaande van principes als 'tangible interaction' (bijvoorbeeld Ullmer et al, 2005). Ook moeten de tools verder ontwikkeld worden en duurzaam worden getest binnen de creatieve ontwerpomgeving. Dat is een mooie uitdaging voor het lectoraat. Al richten we ons in eerste instantie op de ontwerper, deze nieuwe mediatools kunnen ook grote invloed hebben op de ondersteuning van creatieve samenwerking in het algemeen.

**“ONDERZOEKEND
ONTWERPEN:
ONTWERPEND
KENNIS GENEREREN”**

8 / TOT SLOT

Ik heb u meegenomen in de veranderende wereld van de ontwerper zelf, die vele uitdagingen met zich meebrengt. Uitdagingen voor de ontwerper zelf die een soms wat ongemakkelijk huwelijk moet sluiten tussen de technologie en de mensenwereld.

Maar ook uitdagingen voor de ontwerpende onderzoeker, die nieuwe tools en technieken ontwikkelt en verkent. Ten eerste is het belangrijk om te verkennen in hoeverre de voorgestelde nieuwe tools en methoden de ontwerper in staat stellen om inderdaad producten te ontwerpen, die beter aansluiten op de belevingwereld van de toekomstige gebruikers. Ten tweede is het ontwikkelen van deze nieuwe tools een ontwerpproces op zich, dat op eenzelfde wijze technologische mogelijkheden en de belevingswereld van de ontwerper, ontwerpteam en/of bedrijf moet verenigen. 'Techniek van Venus' vertaalt zich dus in 'Producten van Venus' en 'Ontwerptools van Venus'. Een mooie uitdaging voor het lectoraat om deze hier op aarde te doen landen... en levensvatbaar te krijgen.

Graag dank ik Andre Weenink voor het tekenen van de illustraties. Pieter Jan stappers, Froukje Sleswijk Visser, Daniel Saakes, Helma van Rijn, Sanne Kistemaker en Gianni Orsini voor het verrijken van deze openbare les met hun inspirerende voorbeelden van ontwerp- en onderzoeksprojecten.

BIJLAGEN

CURRICULUM VITAE 125

LITERATUURLIJST 126

/ CURRICULUM VITAE

Dr.ir. Remko van der Lugt is tijdens zijn studie maritieme techniek aan de TU Delft in de greep geraakt van creatieve ontwerpprocessen. Hij volgde een masteropleiding in creative studies bij het Center for Studies in Creativity in Buffalo, New York, de bakermat van het brainstormen. Bij terugkeer in Nederland heeft hij gewerkt als facilitator van creatieve processen en als ontwerper bij een industrieel ontwerpburo.

Nog steeds benieuwd naar het stimuleren van creativiteit heeft Remko een promotieonderzoek gedaan aan de TU Delft, bij de faculteit Industrieel Ontwerpen. Zijn proefschrift 'Sketching in design idea generation meetings' heeft hij verdedigd op 11 september 2001. Hij was van 2000 tot 2007 universiteir docent bij Industrieel Ontwerpen, eerst bij de sectie Ontwerpmethodologie, daarna bij de sectie Design Communication and Conceptualization. Deze overstap gaf ook een verschuiving in onderzoekinteresse aan, van onderzoeken naar de wijze waarop creatief ontwerpen plaatsvindt, naar het ontwikkelen van nieuwe tools en technieken waarmee creativiteit in het ontwerpen gestimuleerd kan worden.

Sinds 1 mei 2007 is Remko lector Product Design & Engineering bij het Kenniscentrum Productontwikkeling van Hogeschool Utrecht, waar hij middels praktijkgerichte projecten het stimuleren van creativiteit in het ontwerpen onderzoekt. Naast zijn werk als lector is Remko eigenaar van PinguinXL, een adviesburo op het gebied van het faciliteren van creatieve processen bij bedrijven.

/ LITERATUURLIJST

- Applegate, L., Konsynski, B., Nunamaker, J.** (1986). *A group decision support system for idea generation and issue analysis in organization planning*. In Proceedings of CSCW 1986, Texas, 16-34.
- Amabile, T. M.** (1998). 'How To Kill Creativity'. Harvard Business Review, September/October, pp. 76-87.
- Buxton, B.** (2007). *Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design*. Morgan-Kaufmann, San Fransisco, CA.
- Cooper, A.** (1999). *The Inmates are Running the Asylum*.
- Dammers, E.** (2000) *Leren van de toekomst: over de rol van scenario's bij strategische beleidsvorming*. Delft: Eburon.
- Dorst, C. H.** (2003) *Understanding Design*, BIS Publishers, Amsterdam.
- Dorst, C. H. and Cross, N.G.** (2001) *Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution*, Design Studies 22, page 425-437.
- Gaver, W., Dunne, T. and Pacenti, E.** (1999). *Cultural Probes*. ACM Interactions, 6, 21 – 29.
- Goel, V.** (1995) *Sketches of thought*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Hogeschool Utrecht Faculteit Natuur & Techniek** (2007). *Strategisch plan FNT 2007-2012*. Intern document.
- Kelley, T. & Littman, J.** (2001). *The art of innovation: Lessons in creativity from IDEO, America's leading design firm*. New York: Doubleday Publishing.
- Kleinsmann, M. & Van der Lugt, R.** (2007) *Design games for simulating design communication*. Proceedings of ICED '07, Paris, France.
- Lugt, R. van der** (2005). *How sketching can affect the idea generation process in design group meetings*. Design studies, 26(2), 101-122.
- McKim, R. H.** (1980) *Experiences in visual thinking (second edition)*. Wadsworth, Boston, MA.

- Piller, F. T.** (2004) *Mass Customization: Reflections on the State of the Concept*. International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 16, 313–334.
- Poelman, W.** (2003). *Van vuistbijl tot mobieltje*. (Openbare les) Hogeschool Utrecht.
- Postma, C. & Stappers, P. J.** (2006) *A vision on social interactions as the basis for Design*. Co-design, 2 (3), 139-155.
- Pruitt, J. & Adlin, T.** (2006) *The persona lifecycle; keeping people in mind throughout product design*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA.
- Rittel, H. & Webber, M.** (1973) *Dilemmas in a General Theory of Planning*. Policy Sciences, 4, 155-169.
- Roozenburg, N. F. M. and Eekels, J.** (1995) *Product Design: Fundamentals and Methods*, Wiley, Chichester.
- Saakes, D. P.** (2006). *Material light : exploring expressive materials*. Personal and Ubiquitous Computing. Issue: 10, (2-3).
- Sanders, E. B. N.** (2000) *Generative tools for codesigning*. In: Scrivener, S. et al (Eds) Collaborative Design. Springer-Verlag: London, UK.
- Sanders, E. B. N., Sleeswijk Visser, F., Stappers, P.J. & van der Lugt, R.** (2005). *Contextmapping: experiences from practice*. Codesign, 1 (2), 119-149.
- Schön D. A. and Wiggins G.** (1992). *Kinds of seeing and their functions in designing*. Design Studies 13, (2), 135-156.
- Torrance, E. P.** (1966). *The Torrance tests of creative thinking: Technical-norms manual*. Princeton, NJ: Personnel Press.

auteurs ing. Erik Puik, dr. Anita Cremers
en dr.ir. Remko van der Lugt

eindredactie Andy Wagenaar en Paulien 't Hoen

ontwerp en uitvoering Dietwee, ontwerp en communicatie

drukwerk Grafisch Bedrijf Tuijtel

lectoraat Microsysteemtechnologie

lectoraat Product Design & Engineering

openbare lessen Techniek van Venus, april 2008

Kenniscentrum Productontwikkeling

coördinator ing. Tim Helsloot

adres Oudenoord 700, 3513 EX Utrecht

telefoon 030 230 81 42

e-mail tim.helsloot@hu.nl

