

Afstudeerverslag

Versie 2

Student: Danilo Meulens
20053338

Opleiding: Communicatie & Multimedia Design

Begeleider: Jolanda Logtenberg

Expert: Theo Zweers

24 september 2010

Referaat

Dit stageverslag is geschreven door Danilo Meulens. Het beschrijft zijn werkzaamheden als stagiair bij Pixelindustries en de resultaten van zijn afstudeeropdracht. Aan deze afstudeeropdracht is gewerkt van 8 februari 2010 tot en met 4 juni 2010 te Pixelindustries BV in Haarlem.

Descriptoren:

- Augmented Reality
- Civiele Techniek
- Adobe Flash
- C++
- Adobe Photoshop
- Adobe InDesign
- Actionscript 3.0

Voorwoord

Mijn dank aan bedrijfsmentor Rodger Buyvoets, voor de uitvoerige begeleiding en motivatie gedurende de moeilijke periodes van mijn stage. Ook wil ik hem bedanken voor het managen van mijn stage project, en andere projecten waar aan ik mijn expertises heb bijgedragen. Ik bedank ook alle collega's voor de kennis en ondersteuning die ik van hen heb verworven gedurende mijn stageperiode bij Pixelindustries. Ik wil hun bedanken voor de vrolijke en prettige werksfeer.

Ik wil ook graag mijn studieloopbaan begeleider, Ankie van Ginkel-Boon bedanken voor al haar harde werk en advies gedurende mijn stage periode en mijn gehele opleiding.

Tot slot wil ik mijn stagebegeleider Jolanda Logtenberg en mijn stage expert bedanken voor hun geduld en wijsheid gedurende mijn stage- en studieperiode aan de Haagse Hogeschool. Het vertrouwen dat zij in mij hebben getoond, heeft mij heel veel goeds gedaan. Zonder hen had ik het niet alleen kunnen doen.

Leiden, 24 september 2010

Danilo Meulens

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Het bedrijf	4
	2.1 De organisatie: Jelmer	5
	2.2 Plaats van het afstuderen: Pixelindustries BV	6
	2.3 Plaats van de student: Flash Developer	7
3	De opdracht.....	9
	3.1 Totstandkoming opdracht.....	10
	3.2 De opdracht.....	11
4	Het plan van aanpak	13
	4.1 De planning (PL).....	14
	4.2 Methoden en technieken	18
	4.2.1 Watervalmethode	18
	4.2.2 Prince2.....	19
	4.2.3 Gekozen methoden	19
	4.2.4 Gebruikte Technieken	20
5	Verrichtte werkzaamheden	22
	5.1 Opstartfase (SU)	23
	5.1.1 Opstellen Afstudeerplan.....	24
	5.1.2 Samenstelling project team.....	24
	5.1.3 Management Opstartfase	25
	5.2 Initiatie fase (IP)	25
	5.2.1 Opstellen projectdossier	26
	5.2.2 Management Initiatie fase	27
	5.3 Definitiefase	27
	5.3.1 Boek verhaal lijn vast stellen	28
	5.3.2 Onderzoek 3D modelleren voor AR applicaties	29
	5.3.3 Onderzoek AR ontwikkelingstechnieken.....	31
	5.3.3.1 FLARToolkit test.....	34
	5.3.3.2 ARToolkit test	35
	5.3.4 Management Definitiefase.....	36
	5.4 Ontwerpfase.....	36
	5.4.1 Boek ontwerpen	36
	5.4.1.1 Voorbereiding.....	37

5.4.1.2 Concept ontwerp	37
5.4.1.3 Definitief ontwerp	39
5.4.2 3D ontwerpen.....	40
5.4.3 Management Ontwerpfase	45
5.5 Ontwikkelfase	45
5.5.1 Applicatie ontwikkelen	45
5.6 Afronding	47
6 Afwijkingen en tegenslagen	48
6.1 Afwijkingen ten opzichte van afstudeerplan	49
6.1.1 C++ in plaats van Adobe Flash.....	49
6.1.2 Jesse James Garrett vervalt.....	50
6.1.3 Fasestructuur is aangepast.....	50
6.1.4 Testfase vervalt	50
6.2 Tegenslagen	51
7 Het opgeleverde producten.....	53
8 Evaluatie.....	55
8.1 Evaluatie van het product	56
8.2 Evaluatie van het proces	57
9 Literatuurlijst.....	59
10 Glossarium.....	60
Bijlage I Afstudeerplan	
Bijlage II Plan van aanpak	
Bijlage III Concept feedback van Esther Krijnen	
Bijlage IV Agenda gesprek met Hennes de Ridder	
Bijlage V Storyboard	
Bijlage VI Benchmarks FLARToolkit vs. ARToolkit	
Bijlage VII Boek transcriptie	

1 Inleiding

De doelgroep van dit afstudeerverslag bestaat uit de beide examinatoren van de Haagse Hogeschool en de gecommitteerde van de examenzitting. Dit verslag bevat nuttige informatie voor studenten die een vergelijkbaar project moeten uitvoeren. Voor Rodger Buyvoets, mijn bedrijfsmentor bij Pixelindustries, biedt dit verslag inzicht in het proces dat ik heb doorlopen tijdens mijn afstudeerproject.

Met dit verslag wil ik aantonen, dat ik op een professionele wijze heb gewerkt om mijn doel; het ontwikkelen van een Augmented Reality applicatie te bereiken.

2 Het bedrijf

Dit hoofdstuk beschrijft het bedrijf waar de afstudeeropdracht heeft plaatsgevonden.

2.1 De organisatie: Jelmer

Deze afstudeeropdracht werd uitgevoerd in opdracht van **Jelmer BV** (www.jelmer.nl). Jelmer voert talent ontwikkelingsprogramma's uit voor jonge ingenieurs op het gebied van Civiele Techniek. Deze onderneming is in het jaar 2005 opgericht door **Marc Martojo** met het doel jonge professionals de kans te geven zich te ontwikkelen en ervaring op te doen in hun vakgebied. Jelmer is het zusterbedrijf van De Haan & Martojo, welke zich ook richt op de Civiele Techniek maar dan voor ervaren ingenieurs.

Bij Jelmer werken enthousiaste jonge ingenieurs met liefde voor de infrastructurele sector samen met een team van talentmanagers. Ze helpen elkaar op een professionele manier bij het bouwen aan een uitdagende carrière in de civiele techniek door samenwerking, ondernemerschap en persoonlijke interesse. Door de intensieve samenwerking met partners is Jelmer in staat de talenten telkens weer nieuwe ervaringen te laten opdoen met de mooiste projecten van Nederland. Het imago versterken van deze bijzondere sector loopt als een rode draad door alle activiteiten van Jelmer. Telkens weer worden nieuwe kansen gecreëerd om dit vakgebied onder de aandacht te brengen. Jelmer stelt zich ten doel zo de instroom van jong talent te vergroten.

Jelmer telt 28 man:

- 24 ingenieurs op HTS of TU niveau met minimaal 3 jaar ervaring
- 2 talentmanagers
- 1 office manager en
- 1 Directeur

2.2 Plaats van het afstuderen: Pixelindustries BV

Geschiedenis

In 2002 is Pixelindustries opgericht door Matthijs van Schendelen. Pixel heeft zijn eerste stappen in de horecawereld gezet en is daarna doorgegroeid. In 2003 werd Dave Roeloffs aangenomen als directeur voor een nieuw product genaamd Klantenbinder. Hiermee kunnen e-mails en Sms'jes verstuurd worden naar klantenbestanden van bedrijven. Bij Pixel zelf werden in dat jaar ook nieuwe werknemers en stagiaires aangenomen om de hoeveelheid werk aan te kunnen en dat is eigenlijk niet meer veranderd.



De echte mijlpalen hebben zich voorgedaan in het jaar 2005 bij zowel Klantenbinder als Pixel. Klantenbinder kreeg in dat jaar namelijk een contract met BAT, British American Tobacco, die voor 125 nieuwe accounts zorgde. Bij Pixel werd toen de CMS, Content Management System, generator ontwikkeld. Met een CMS kunnen klanten hun eigen site beheren door bijvoorbeeld het aanpassen van teksten die op de pagina's staan. Zoiets moest voorheen handmatig worden aangepast naar de wensen van de klant, geen site is natuurlijk hetzelfde. Met de generator kan echter een complete CMS ontwikkeld worden met, bij wijze van spreken, een druk op de knop. Dit scheelt heel veel tijd.

Business perspectief

Pixelindustries levert verschillende diensten, maar altijd met het oog op het internet. Het houdt zich bezig met marketing, design en techniek. Het is een bureau dat de conceptontwikkeling tot en met de oplevering verzorgt. Echter biedt

Pixelindustries ook losse dienstverleningen en ondersteuning, eventueel ook in samenwerking met andere partijen. De core business is het ontwikkelen van interactieve websites.

Pixelindustries kenmerkt zich met zijn kwaliteiten zoals: de snelle ontwikkeling, de flexibiliteit, de goede kwaliteit, het conceptmatig denken en handelen, het snel kunnen adopteren van nieuwe technologieën en het technische onderzoek team dat jaagt op nieuwe ontwikkelingen en dus nieuwe kansen.

Er is veel concurrentie in Europa, voornamelijk in Nederland.

Pixelindustries voert opdrachten uit voor diverse klanten. Om een prettiger werkproces te garanderen is het bij Pixelindustries belangrijk dat er een band van vertrouwen opgebouwd wordt met de klant. Een belangrijke klant en tevens kennis van Pixelindustries is De Haan & Martojo met als directeur Marc Martojo. Pixelindustries en Marc Martojo werken graag samen en zijn tot een overeenstemming gekomen om een afstudeeropdracht te bedenken.

2.3 Plaats van de student: Flash Developer

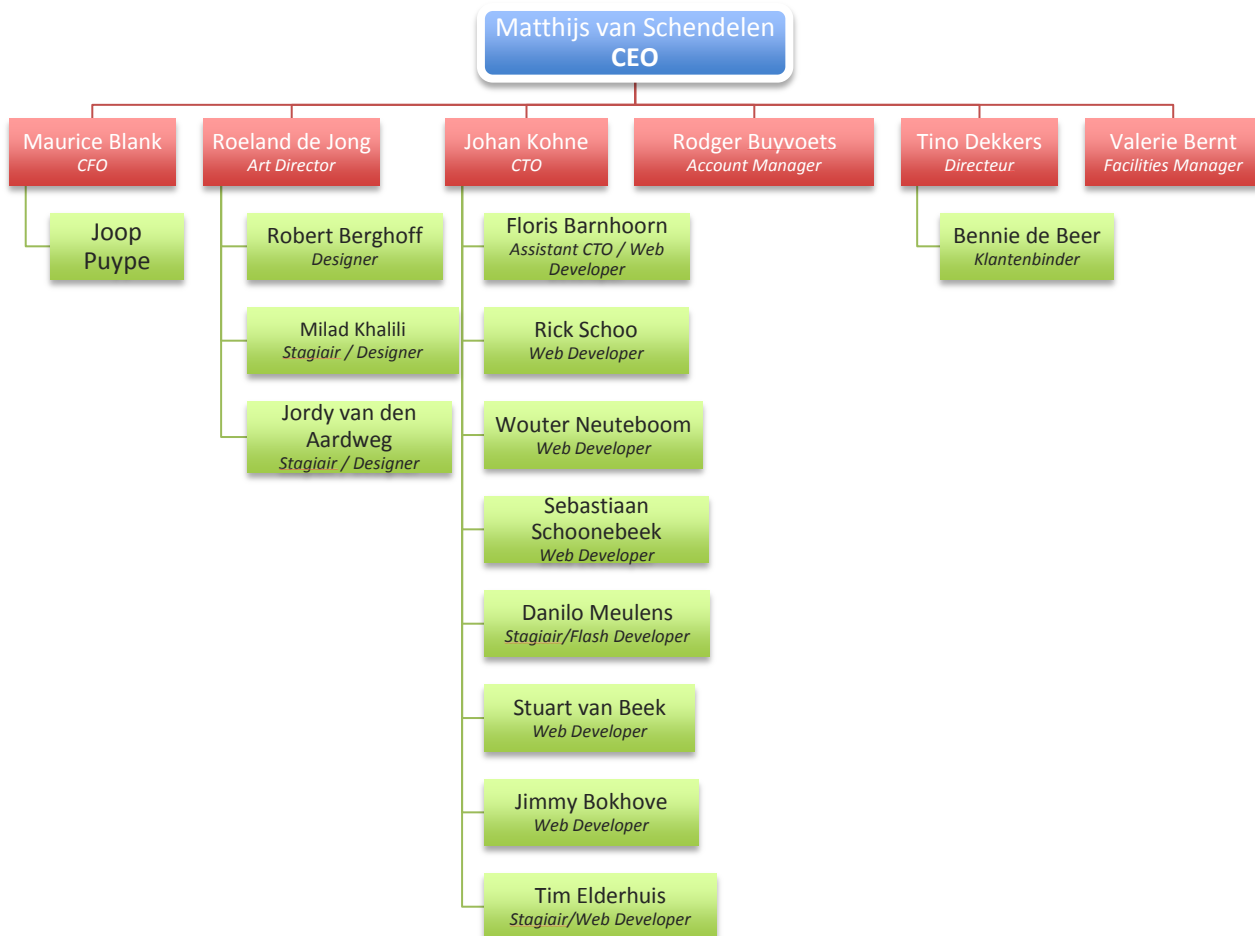
Zoals eerder is aangegeven, wordt de afstudeerstage uitgevoerd op het kantoor van Pixelindustries. De stagiair, Danilo Meulens, werkt bij Pixelindustries en voert de opdracht uit voor de klant Jelmer. Tijdens de afstudeerstage wordt hij begeleidt door een vertegenwoordiger van Pixelindustries. De Project Manager Bas Prohn is initieel toegewezen als begeleider maar wegens persoonlijke redenen heeft Rodger Buyvoets zijn taak overgenomen.

Wegens het drukke schema van Marc Martojo is Esther Krijnen toegewezen als contact persoon van de klant Jelmer.

Bij Pixelindustries is de stagiair werkzaam op de afdeling Ontwikkeling (Development) en wordt gezien als de Stagiaire/Flash Ontwikkelaar (Flash Developer). De stagiair wordt verwacht om kleine klussen uit te voeren voor klanten wanneer deze binnen komen. De tijd die aan klusjes besteed wordt mag de vastgestelde stageplanning niet in de weg staan. Om dit te voorkomen zijn er daarom afspraken gemaakt. Als er wijzigingen gemaakt moeten worden aan

projecten binnen Pixelindustries, dan zullen deze gebundeld en ingepland worden op één dag in de week.

In de onderstaande figuur is een organogram te zien van Pixelindustries. In dit organogram is aangegeven waar de stagiair zich bevindt binnen dit bedrijf.



3 De opdracht

Dit hoofdstuk beschrijft de opdracht en de totstandkoming ervan.

*Dit hoofdstuk valt onder het proces:
Starting up a Project (SU)*

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de opdracht tot stand is gekomen en wat de opdracht inhoudt. Dit project maakt gebruik van de Prince2 methodiek om structureel en projectmatig te werk te gaan. De Prince2 projectmanagement stappen worden per paragraaf tussen haakjes aangegeven. Deze stappen worden in §4.3.4 toegelicht.

3.1 Totstandkoming opdracht

Al sinds het einde 2009 is de stagiair werkzaam geweest bij Pixelindustries. Hij had al meerdere malen Matthijs van Schendelen aangesproken over de mogelijkheid om bij Pixelindustries zijn afstudeerstage te mogen doen. Matthijs was een grote voorstander hiervan dus heeft de stagiair een afspraak met hem ingepland om het te bespreken. De insteek van dit gesprek was om te kijken waar zijn interesses lagen en om verder te praten over de ideeën die hij had. Aan de hand hiervan zouden ze dan samen kijken of het mogelijk zou zijn om een opdracht te in elkaar te zetten die bij zijn opleiding paste en in overstemming was met de vastgestelde eisen van de Haagse Hogeschool. De stagiair wilde graag een 3D opdracht uitvoeren omdat hij zich wilde verdiepen in het gebied van 3D modeleren en animatie. Een ander idee was om iets op het gebied van Flash te doen, om zijn technieken te perfectioneren. Deze twee punten waren genoeg om op ideeën te komen. Matthijs had voorgesteld om een opdracht uit te voeren met betrekking tot Augmented Reality. Matthijs wist nog van een klant die ook graag hiermee van start wilde gaan, namelijk Marc Martojo van de Haan & Martojo. Er was toen gelijk contact gemaakt met Marc Martojo. De ideeën voor een afstudeeropdracht werden voorgesteld en de vervolgstappen waren ook besproken. Via e-mail hadden contact Marc en de stagiair ideeën uitgewisseld en een gesprek was ingepland om de opdracht vast te stellen.

Na het interview met Marc Martojo is het volgende beeld ontstaan over Jelmer:

In 2003 is De Haan & Martojo opgericht door Marc Martojo en zijn compagnon Erik de Haan. De Haan & Martojo zijn actief in de civiele sector en specialiseren zich in het bemiddelen van ervaren, HBO en academisch geschoolde specialisten en managers.

In 2005 heeft Marc Martojo, Jelmer opgericht. Jelmer geeft jonge professionals de kans om ervaring op te doen in de civiele sector zodat zij later kunnen doorstromen naar grotere bedrijven.

Jelmer is constant bezig met het aantrekkelijk maken van hun eigen image en het imago van de civiele techniek. Dit doen zij bijvoorbeeld door middel van diverse media, door opleidingen advies te geven en het inrichten van open dagen. Jelmer ziet graag innovatie in hun promotie methodieken tegemoet.

Op basis van de uitkomsten van het interview met Marc is de opdrachtoomschrijving opgesteld (**Error! Reference source not found.**).

3.2 De opdracht

Er moet enerzijds onderzocht worden in hoe verre het mogelijk is om een Augmented Reality applicatie te ontwikkelen. Er moet onderzocht worden, aan de hand van de besproken specificaties; wat mogelijk is en wat haalbaar is binnen Adobe Flash en mogelijke andere ontwikkeling omgevingen. Anderzijds moet er een boek geschreven en gepubliceerd worden. Dit boek samen met de applicatie vormen dan ook het eindproduct.

Gedurende het interview met Marc Martojo is ook besproken over de 'scope' van de opdracht. Er is besproken waar het product voor gebruikt zal worden, wat de minimale functionaliteiten van het product moeten zijn, wie de doelgroep is en wat de inhoud aan de doelgroep moet communiceren.

Er is vastgesteld wie de doelgroep is en met dit in gedachte zou de opdracht zich op de doelgroep richten. De doelgroep bestaat voornamelijk uit studenten, aankomende studenten en afgestudeerden in het richten van de bouw of Civiele Techniek.

Tijdens het interview werd het duidelijk hoe de opdracht eruit zou zien namelijk: "Ontwikkel een innovatieve en aantrekkelijke Augmented Reality product waarmee Jelmer zichzelf en de Civiele Techniek kan promoten". Onder een Augmented Reality product wordt verstaan: Een applicatie welke gebruik maakt van een virtuele toevoeging aan de actuele realiteit om de gebruiker een duidelijk beeld en ervaring te geven van een bepaald onderwerp.

Bij het opstellen van de opdracht is afgesproken dat er een prototype gemaakt zal worden in plaats van een volledig applicatie. We hebben hiervoor gekozen, omdat

het anders niet haalbaar zou zijn om binnen de vastgestelde stagetijd de applicatie af te krijgen.

4 Het plan van aanpak

Dit hoofdstuk beschrijft de voorbereidingen en afspraken die voor het project zijn vastgesteld.

Dit hoofdstuk valt onder het proces: 'Initiating a Project' (IP)

Het plan van aanpak dient als voorbereiding gemaakt te worden vóór het begin van het project. Hierin wordt de probleemstelling geformuleerd, de doelstelling wordt beschreven, een risico analyse wordt uitgevoerd en er wordt een planning gemaakt. Het plan van aanpak is een product van de Initiatie fase (IP). Hiernaast bevat dit document ook de volgende onderdelen:

- Concrete projectbeschrijving
 - Concrete beschrijving van het probleem, de opdracht en doel ervan.
- Eisen en beperkingen
 - Het kader waar de activiteiten moeten vallen.
- Risicofactoren
 - Hier worden situaties vastgesteld waarin het project kan uitlopen en wat er in een dergelijke situatie moet gebeuren.
- Projectorganisatie
 - De personen die verantwoordelijk zijn voor het project.
- Projectprocedures
 - Hoe wordt het project methodisch aangepakt.
- Planning
 - Gedetailleerde projectplanning.
- Mijlpalen en product plan
 - De deelproducten die als mijlpalen in het project fungeren.
- Kwaliteit
 - Productkwaliteit
 - Proceskwaliteit
 - Beschrijf hoe de kwaliteit gewaarborgd wordt.

4.1 De planning (PL)

Met gebruik van de Waterval ontwerpmodel en Gantt planning heeft de stagiair een gedetailleerde planning opgezet. De reden waarom deze methode gekozen werd, wordt verder besproken in paragraaf §4.2. Er is gebruik gemaakt van een planning die zowel in tekst als visueel getoond wordt. Deze techniek is erg prettig om mee te werken, omdat er dankzij de visuele representatie te allen tijde een zeer duidelijk overzicht bestaat. De planning was een dynamische planning, dus deze werd steeds aangepast om de voortgang te tonen. De aanpassingen werden zowel handmatig als automatisch gedaan. De stagiair heeft gebruik gemaakt van MS Excel om de planning te maken. In MS Excel kunnen wiskundige formules gebruikt worden om de

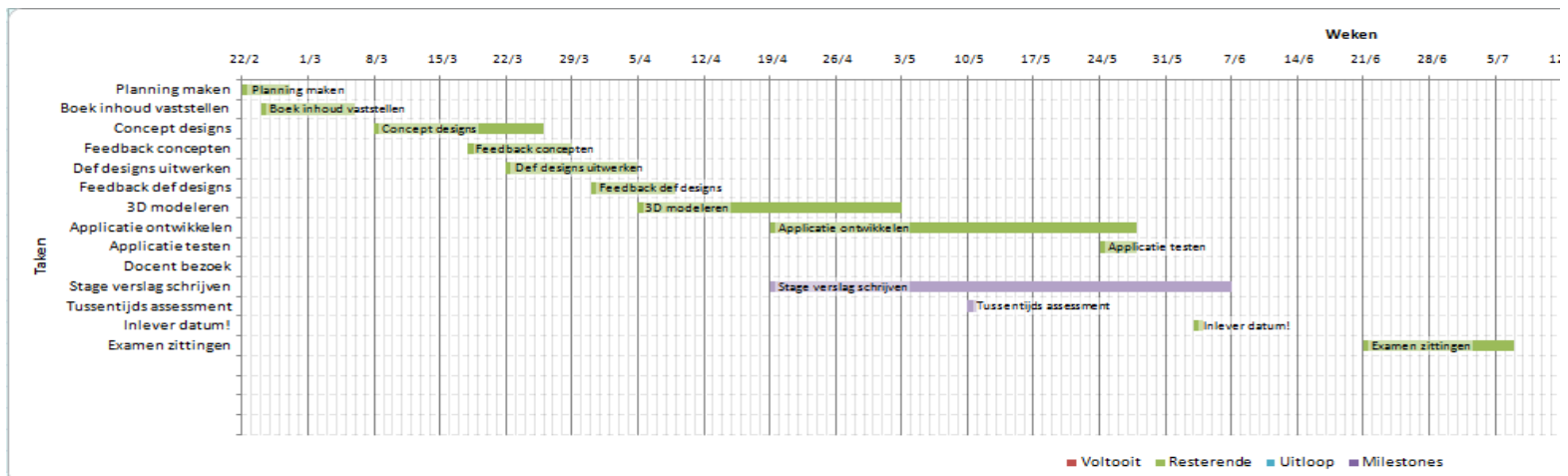
planning dynamisch te maken. Met het dynamisch maken van de planning wordt bedoeld, de planning op een bepaald manier opstellen zodat het elke dag automatisch vernieuwd wordt en de actuele status van het project kan dan getoond worden. In dit geval werd elke dag aangegeven hoe ver de stagiair was met zijn stagetraject. Ook met welk onderdeel hij op dat moment bezig was, zijn vorderingen en de uitloop van elk onderdeel.

De planning bestaat uit twee delen, een tekstueel gedeelte en een grafisch gedeelte. In het tekstuele gedeelte is in een overzicht te zien welke werkzaamheden er zijn, wat het begin en einddatums en extra informatie zoals hoeveel dagen er ingepland zijn per taak, welke taken op dat moment lopend zijn en of deze uitlopen en met hoeveel dagen. Er is een klein overzicht van de globale voltooiing van de opdracht. In het grafisch gedeelte is hetzelfde informatie te zien in de loop van tijd, in een Gant-chart.

De onderstaande afbeeldingen laten de planning zien zoals deze was opgezet aan het begin van de stageperiode en hoe deze met de tijd mee is ontwikkeld.

Project name: <i>Civiele Techniek & Augmented Reality</i> Company name: <i>Pixelindustries</i> Project Leader: <i>Danilo Meulens</i> Project Manager: <i>Danilo Meulens</i> Mentor: <i>Bas Prohn Rodger Buyvoets</i> Datum: <i>22 februari 2010</i>								
Taken	Begin	Einde	Aantal dagen	Uitloop	Status	Voltooiing		
Planning maken	22-feb	27-feb	5	0	Pending	0%		
Boek inhoud vaststellen	24-feb	6-mrt	10	0	Pending	0%	Totale voltooiing	
Concept designs	8-mrt	26-mrt	18	0	Pending	0%	0%	
Feedback concepten	18-mrt	29-mrt	11	0	Pending	0%		
Def designs uitwerken	22-mrt	5-apr	14	0	Pending	0%	Week	Nog
Feedback def designs	31-mrt	9-apr	9	0	Pending	0%	0	15
3D modeleren	5-apr	3-mei	28	0	Pending	0%		
Applicatie ontwikkelen	19-apr	28-mei	39	0	Pending	0%		
Applicatie testen	24-mei	28-mei	4	0	Pending	0%		
Docent bezoek	3-mei	4-mei	1	0	Pending	0%		
Stage verslag schrijven	19-apr	7-jun	49	0	Pending	0%		
Tussentijds assessment	10-mei	11-mei	1	0	Pending	0%		
Inlever datum!	3-jun	4-jun	1	0	Pending	0%		
Examen zittingen	21-jun	7-jul	16	0	Pending	0%		

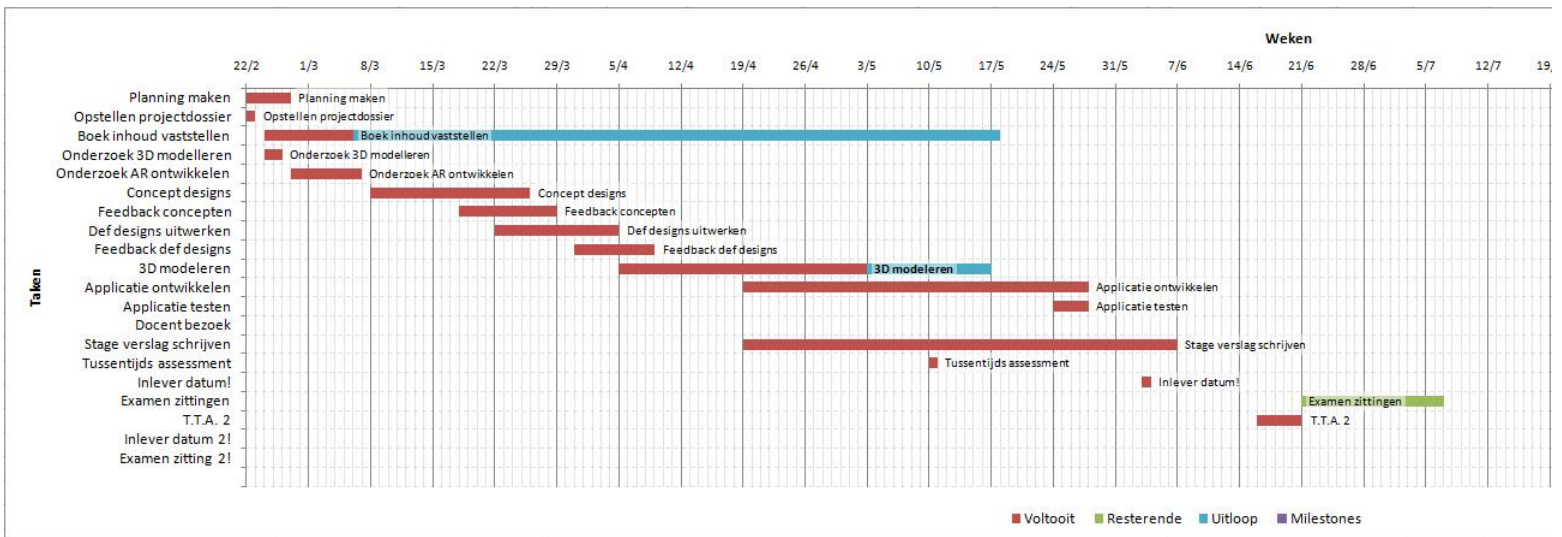
Opstart fase
Definitiefase
Ontwerpfase
Ontwikkeifase
Testfase



Afb. 1: Planning begin project

Project name: <i>Civiele Techniek & Augmented Reality</i> Company name: <i>Pixelindustries</i> Project Leader: <i>Danilo Meulens</i> Project Manager: <i>Danilo Meulens</i> Mentor: <i>Bas Prohn Rodger Buyvoets</i> Datum: <i>16 juni 2010</i>								
Taken	Begin	Einde	Aantal dagen	Uitloop	Status	Voltooiing		
Planning maken	22-feb	27-feb	5	0	Complete	100%		
Opstellen projectdossier	22-feb	23-feb	1	0	Complete	100%		
Boek inhoud vaststellen	24-feb	6-mrt	10	73	Complete	100%	Totale voltooiing	
Onderzoek 3D modelleren	24-feb	26-feb	2	0	Complete	100%		
Onderzoek AR ontwikkelen	27-feb	7-mrt	8	0	Complete	100%		
Concept designs	8-mrt	26-mrt	18	0	Complete	100%	88%	
Feedback concepten	18-mrt	29-mrt	11	0	Complete	100%		
Def designs uitwerken	22-mrt	5-apr	14	0	Complete	100%	Week Nog	
Feedback def designs	31-mrt	9-apr	9	0	Complete	100%	17 0	
3D modelleren	5-apr	3-mei	28	14	Complete	100%		
Applicatie ontwikkelen	19-apr	28-mei	39	0	Complete	100%		
Applicatie testen	24-mei	28-mei	4	0	Completed	-		
Docent bezoek	3-mei	4-mei	1	0	Complete	100%		
Stage verslag schrijven	19-apr	7-jun	49	0	Complete	100%		
Tussentijds assessment	10-mei	11-mei	1	0	Complete	100%		
Inlever datum!	3-jun	4-jun	1	0	Completed	-		
Examen zittingen	21-jun	7-jul	16	0	Completed	-		
T.T.A. 2	16-jun	21-jun	5	0	Complete	100%		
Inlever datum 2!	23-sep	24-sep	1	0	Pending	0%		
Examen zitting 2!	11-okt	15-okt	4	0	Pending	0%		

Opstartfase (SU)
Initiatie fase (IP)
Definitiefase
Ontwerpfase
Ontwikkefase
Testfase



Afb. 2: Planning einde project

De activiteiten welke beschreven zijn in bovenstaande planning heeft de stagiair met behulp van de Waterval ontwerpmethodode en Prince2 methodiek samengesteld. Hij heeft vastgesteld welke activiteiten voor hem relevant zouden zijn om het uit te voeren, en zodoende naar een goed resultaat te werken. Voor het vaststellen van de fases heeft hij zich aangehouden aan de gedefinieerde fases van Prince2 gecombineerd met de Waterval methodiek (voor de software ontwikkeling).

4.2 Methoden en technieken

Om een keuze te maken voor een goede methodiek waarmee de stagiair het project kon doorlopen, heeft hij een aantal keuzes gemaakt, die hier beschrijven zijn. Binnen de organisatie wordt voor het beheersen van projecten een eigen methodiek gebruikt, gebaseerd op de Prince2 methodiek. Voor zijn project had hij besloten om elementen van Prince2 te gebruiken die van toepassing en ook noodzakelijk waren voor het succesvol afronden van het project op een projectmatige manier. In zijn afstudeerplan had hij besloten om de plannen van Jesse James Garrett te gebruiken als ontwikkelmethodiek van de te maken applicatie. Binnen het bedrijf wordt er zelf gebruik gemaakt van de Waterval methodiek. In deze paragraaf legt de stagiair in het kort uit, de uiteenzetting van beschikbare methoden. Ook doet hij een uitspraak over de methode die hij vervolgens heeft gebruikt voor het ontwikkelen van de Augmented Reality applicatie.

4.2.1 Watervalmethode

Het watervalmodel is een methode voor softwareontwikkeling, waarin de ontwikkeling regelmatig vloeiend naar beneden loopt, vandaar de benaming waterval. Het watervalmodel is afgeleid van de traditionele manier van werken in grote projecten in de constructiebouw. De ontwikkelingen worden gefaseerd uitgevoerd en er wordt pas een begin gemaakt aan de volgende fase als de eerste voltooid is. Er bestaan ook vernieuwde modellen gebaseerd op de waterval model die meer overlapping geeft in de fases, bijvoorbeeld de “Sashimi”-model.

Aspecten van het watervalmodel zijn:

- Documenteren van het ontwikkelproces is benadrukt (in vernieuwde modellen is dit minder benadrukt)
- Iedere fase heeft een eigen niveau dat tevens de volgorde bepaalt.

- Wanneer een fout is gemaakt in een fase moet dit helemaal opnieuw gedaan worden

De Sashimi-model kent een meer flexibele werkwijze. De stappen lopen in een chronologische volgorde naar beneden maar overlappen elkaar. Dit maakt het mogelijk om te schommelen tussen fases. Dit geeft meer flexibiliteit in het doorlopen van de fases. Als er fout aangetroffen wordt binnen een fase kun je een stap terug gaan om deze fout te corrigeren.

In de traditionele waterval model is het belangrijk dat er per fase gedocumenteerd wordt wat er in deze fase gaat gebeuren. Dit is gedaan om te voorkomen dat fouten gemaakt worden. Dit is gunstig omdat een fase dan gelijk afgerond kan worden. Bij vernieuwde watervalmethodieken als de Sashimi-model is dit minder noodzakelijk omdat er tussen twee fases in gewerkt kan worden.

4.2.2 Prince2

Prince2 (**P**Rjects **I**N **C**ontrolled **E**nvironments) is een gestructureerde methode voor projectmanagement. Prince2 richt zich op het zakelijke doel, wat de doelstelling en zakelijke onderbouwing is van het project.

Specifieke eigenschappen van deze methode zijn:

- Gericht op het beschrijven van het management fasen
- Uitgebreide rollenverdeling (wie doet wat)
- Gecontroleerde projectomgeving

4.2.3 Gekozen methoden

In de afstudeeropdracht komen verschillende disciplines ter sprake; projectmanagement, visueel ontwerpen en software ontwikkelen. Om dit project structureel en efficiënt aan te pakken is het noodzakelijk om diverse methodieken te gebruiken om elk discipline te kunnen realiseren. Zoals eerder genoemd is, wordt Prince2 gebruikt als projectmanagement methodiek. Prince2 is toepasbaar op alle projecten, groot en klein, en kent een groot flexibiliteit. De flexibiliteit van Prince2 maakt het mogelijk om de methodiek zelf aan te passen en toepasselijk te maken voor elk project, dit door middel van het afschaffen van onnodige processen. Prince2 zou ook in combinatie gebruikt kunnen worden met een software

ontwikkelmethodiek zoals de Waterval methode. Echter in geval van de stagiair zou dat te veel werk met zich meebrengen (opleveren documentatie). De opdrachtgever vond dit niet van belang voor dit project. Alleen de noodzakelijke documenten zoals een plan van aanpak, planning en opdrachtschrijving zou voldoende zijn voor dit project.

Voor dit project is een aangepaste versie van de Waterval methode gebruikt, namelijk de Sashimi model. Dit model is gekozen omdat het de ontwikkelaar de mogelijkheid biedt, om gefaseerd te werken met meer flexibiliteit tussen fase overgangen. Er kan een begin gemaakt worden aan de eerstvolgende fase voordat de huidige fase afgerond is. Het is belangrijk voor dit project omdat niet alle fases direct verbonden zijn aan elkaar. Het kon dus onafhankelijk van elkaar voldaan worden. De traditionele versie van de Waterval methode vraagt ook voor documentatie aan het eind van elk afgeronde fase. In de Sashimi model is dit niet noodzakelijk. Aan het begin en eind van elke fase heeft er wel volgens de Prince2 methodiek een terugkoppeling naar de klant plaats gevonden. Aan het begin van een fase wordt aan de klant gecommuniceerd wat de insteek is van die fase en wat de verwachtingen zijn. Aan het eind van de fase wordt vervolgens aan de klant gecommuniceerd wat de resultaten zijn, na de communicatie met de klant wordt besloten of de fase afgevinkt kan worden of dat er verbeteringen doorgegeven moeten worden.

In het afstudeerplan is opgenomen dat de Jesse James Garrett methodiek ook gebruikt zou worden. Er werd toch besloten om deze methodiek niet meer te gebruiken omdat het niet meer van toepassing was voor het project. Deze methodiek kan gebruikt worden als hulpmiddel bij het ontwerpen van interactief web systemen waarbij de nadruk gelegd wordt op gebruiksvriendelijkheid. Augmented Reality op zich is een vernieuwde manier van communicatie over en weer. Het product maakt weinig tot geen gebruik van een interactieve interface met elementen zoals knoppen of menu's. Er is hierdoor dus niet gekozen om Jesse James Garrett als methodiek te gebruiken.

4.2.4 Gebruikte Technieken

Naast de projectontwikkeling methodieken en het projectmanagement methodieken, komen er nog bepaalde technieken ter sprake bij de afstudeeropdracht. Naast het projectmanagement en softwareontwikkeling komen ook design en animatie voor. Voor deze werkzaamheden zijn geen concrete methodieken gebruikt maar meer richtlijnen voor het gebruik maken van de techniek.

Voor het ontwerpen van het boek bijvoorbeeld, is er rekening gehouden met een aantal richtlijnen. Hiervoor is gebruik gemaakt van “Design guide for print” door David Airey. David Airey is een grafisch ontwerper en heeft een lijst opgemaakt met belangrijke punten waar men rekening mee moet houden als een drukwerk ontworpen wordt. Deze richtlijnen zijn te vinden op zijn website, <http://www.davidairey.com/design-guide-for-print/>. Meer hierover is te lezen in paragraaf 5.4.1.1.

Tijdens het programmeren is de Object georiënteerd programmeertechniek/-stijl toegepast. Vaak afgekort tot **OOP** als afkorting voor het Engelse *Object-oriented Programming*. Object georiënteerd programmeren is een programmeerstijl dat gebruikt wordt bij het *Object georiënteerd programmeren* en *Objectgeoriënteerde opslag* van data. Bij deze benadering wordt een systeem opgebouwd uit objecten waarbij ieder object gemaakt is vanuit de definitie van een klasse. Het objectgeoriënteerde paradigma kende een opmars in het begin van de jaren 1990. Vele talen ondersteunen tegenwoordig object georiënteerd programmeren. – Bron: Wikipedia

5 Verrichtte werkzaamheden

Dit hoofdstuk beschrijft de activiteiten die zijn uitgevoerd tijdens het stage periode.

In dit hoofdstuk komen alle Prince2 fases ter sprake. De Sashimi model wordt hier toegepast.

Zoals eerder is uitgelegd, wordt als ontwikkelmethodiek gebruik gemaakt van de Sashimi-waterval model. In dit hoofdstuk zullen alle werkzaamheden die zijn verricht tijdens de stageperiode vanaf het begin tot einde in een chronologisch volgorde besproken. De fases die zijn doorlopen hebben betrekking tot de Prince2 methodiek in combinatie met de watervalmethodiek voor het project ontwikkeling.

Binnen de fases komen specifieke technieken voor die gebruikt zijn bij het tot stand komen van de producten. Per fase wordt uitgelegd welke activiteiten uitgevoerd zijn met de bijbehorende techniek(en) die hiervoor gebruikt zijn. Ook wordt uitgelegd waarom deze gebruikt werden en wat de resultaten waren. Aan het eind van elk proces wordt een stukje management besproken. Dit is bedoeld om elke fase af te ronden met tevredenheid van de klant. Er wordt contact gemaakt met de klant, de resultaten worden dan gepresenteerd aan de klant en de klant geeft daarna feedback. Deze feedback kan een aanduiding zijn om door te gaan naar de volgende fase. Het kan ook een reparatie verzoek zijn waarbij aanpassingen moeten worden uitgevoerd aan het product. Dit proces kan zich herhalen tot dat de klant tevreden is en aangeeft dat er verder gewerkt kan worden.

5.1 Opstartfase (SU)

In de opstartfase (Starting up a Project, SU genoemd in Prince2) zijn alle voorbereidende vaardigheden verricht die noodzakelijk waren voor het begin van de opdracht. Er is onderzocht of het zinvol was om met het project te beginnen. Het zou niet zinvol zijn om de opdracht uit te voeren als deze bijvoorbeeld buiten de competentie matrix valt van de stagiair, of als de klant niet tevreden is met het project plan. In de opstartfase werd tevens ook het project voorbereid. Om meer inzicht te krijgen in de opdracht en om de doelstelling en probleemstelling van de opdracht vast te stellen zijn er gesprekken gevoerd en een interview gehouden. Een inhoudelijk beschrijving van de gesprekken en interview is te lezen in paragraaf 3.1 en 3.2. In de opstartfase komen een aantal werkzaamheden ter sprake. Deze werkzaamheden worden in dit hoofdstuk beschreven.

Achtereenvolgens komt aan de orde:

- Opstellen Afstudeerplan
- Samenstelling project team

- Management Opstartfase

5.1.1 Opstellen Afstudeerplan

Na het eerste gesprek en het interview is er een afstudeerplan opgesteld. Dit afstudeerplan was bedoeld om aan de school te tonen wat het kader van de opdracht is en wat het probleem en de doelstelling zijn van de opdracht. Aan de hand van het afstudeerplan kon er een besluit gemaakt worden over de haalbaarheid en nut om verder te gaan met de opdracht. In het afstudeerplan is de opdrachtomschrijving opgenomen en het doel van het project is geconcretiseerd. Dit plan is ook naar de klant toe gestuurd voor akkoord. Met goedkeuring van zowel de school als de klant was het duidelijk dat het zinvol was om met de opdracht te beginnen. Er kon dus een begin gemaakt worden aan de vervolgstappen, het samenstellen van een project team en het initiëren van het project. Het afstudeerplan is terug te vinden in het afstudeerdossier.

5.1.2 Samenstelling project team

Na de goedkeuring van het project werd vergaderd met de vertegenwoordigers van Pixelindustries. In deze vergadering waren toen aanwezig; de oprichter van Pixelindustries, Matthijs van Schendelen en de projectmanagers Bas Prohn en Rodger Buyvoets. Tijdens de vergadering werd besloten dat Matthijs van Schendelen vanaf dat moment uit het projectteam zou stappen. Dit omdat zijn taak om een afstudeeropdracht vast te stellen was vervuld. Bas Prohn werd de begeleider van de stagiair binnen het stagebedrijf en Rodger Buyvoets zou hem hierbij assisteren wanneer hij niet beschikbaar zou zijn.

De begeleider binnen het stagebedrijf heeft de taak om advies en begeleiding te geven wanneer dit nodig is. Een voorbeeld hiervan is bij het opbouwen van documenten, maar ook het plannen en het managen van het project. Ook heeft hij de taak om het proces van de stagiair te evalueren. Omdat het een zelfstandige opdracht is waarbij de stagiair zelf de meeste stappen zal moeten nemen, zal zijn begeleider minder betrokken zijn bij de concrete ontwikkelingen van het product. Hulp hierbij is dan te verkrijgen bij meer technische collega's.

Binnen het bedrijf is de contactpersoon van de stagiair mevrouw Esther Krijnen. Communicatie met de klant zal ook merendeels direct door de stagiair gedaan

worden. Wegens het drukke schema van Marc Martojo zal alle communicatie met de klant via mevrouw Esther Krijnen gebeuren. Zij zal de stagiair ook assisteren met het project. Deze mevrouw zal de stagiair merendeels assisteren met inhoudelijke informatie die betrekking hebben tot de Civiele Techniek. Ook zal zij het product evalueren en feedback geven op alle tussenproducten.

Samengevat bestaat het project team uit:

- De stagiair (projectleider)
- Bas Prohn en Rodger Buyvoets (begeleider binnen stage bedrijf)
- Esther Krijnen (Klant)
- Marc Martojo (Klant)

5.1.3 Management Opstartfase

Ter afronding van de Opstartfase is het afstudeerplan opgestuurd naar de school van de stagiair. Na de goedkeuring van de school is deze vervolgens naar de klant toegestuurd. De klant moest de goedkeuring bevestigen en werd ook gelijk op de hoogte gebracht van het project. De klant is hiermee akkoord gegaan dus kon het project gestart worden. Met de afronding van de Opstartfase, kon er een begin gemaakt worden aan de volgende fase, de Initiatie fase.

5.2 Initiatie fase (IP)

De Initiatie fase is de eerste fase binnen het project zelf. De initiatie fase is bedoeld om een goede fundering voor het project te leggen voordat er echt aan de slag kan. Er wordt uitgegaan van het concept; eerst denken en dan doen. De Initiatie fase bevat een aantal resultaten. In deze paragraaf zijn de resultaten opgenomen en ook beschreven hoe deze tot stand zijn gekomen.

De resultaten die hier behandeld worden zijn als volgt:

- Opstellen plan van aanpak
- Opstellen projectdossier
- Management Initiatie fase

De eerste stap van de Initiatie fase was het opstellen van een plan van aanpak. Het plan van aanpak is gemaakt ter voorbereiding van de opdracht en is bedoeld om het project af te bakenen. Het moet ook inzicht geven in de te verrichten taken, een planning op zetten en risico factoren benaderen. Hierover is in Paragraaf 4 meer te lezen. De stap die volgt na het opstellen van het plan van aanpak is het opstellen van een projectdossier in het systeem van het stagebedrijf.

5.2.1 Opstellen projectdossier

Als gevolg van een 'parttime' baan bij Pixelindustries was er voor de stagiair al een werkplek aanwezig. De systemen waarmee gewerkt worden en de procedures die betrekking hebben tot het opstarten van een nieuw project waren voor de stagiair ook al bekend. Het opstellen van een projectdossier is het allereerste wat gedaan wordt bij het opstarten van een nieuw project. Een projectdossier is een beveiligde map waar in alle informatie opgeslagen wordt die betrekking heeft op het project.

Pixelindustries maakt gebruik van de Subversion (SVN) versiebeheersysteem om de ontwikkelingen van projecten te beheren. SVN wordt bij softwareontwikkeling gebruikt om huidige en oudere versies van bijvoorbeeld broncode, web pagina's, documentatie etc. te beheren. Stel dat, wegens foutieve broncode, een applicatie niet meer tot behoren werkt kan er met SVN te allen tijde terug gegaan worden naar een vroegere versie. Bij het begin van elk project wordt een zogeheten '*repository*' op de SVN server van het bedrijf aangemaakt. Deze '*repository*' is puur een opslagplaats voor projecten. Na elke groep aanpassingen die gemaakt wordt aan het project, moet men inloggen op de SVN server en wordt het project weggeschreven. Elke revisie krijgt een versienummer die gebruikt wordt voor het beheren. Tijdens de initiatie fase is een eigen project dossier aangemaakt op de ontwikkel servers van het stagebedrijf. Hierin worden alle, tot op dat moment relevante documenten toegevoegd (planning, plan van aanpak, afstudeerplan). Dit dossier wordt vervolgens ingecheckt in de SVN server van het bedrijf, voor beheer.

Deze manier van opstellen van een projectdossier is gekozen om een aantal redenen; overzicht, veiligheid en bereikbaarheid. Het project is een project van redelijke proportie en voor een fijner en efficiënter werkproces is het belangrijk dat alle bestanden mooi gestructureerd en overzichtelijk blijven. Een netjes georganiseerde dossier verhoogd de snelheid van productie, je bent niet altijd te lang op zoek naar bepaalde bestanden. Het is ook belangrijk dat de projectbestanden alleen toegankelijk zijn voor de betrokkenen van het project. De projectbestanden moeten

altijd beschikbaar zijn in hun originele staat en niet corrupt kunnen raken. Dit is vaak het geval in de digitale wereld. Een goed beveiligd dossier vermindert de kans dat als er iets fout gaat, herhalingen gedaan moeten worden. Handig is ook dat het project overal toegankelijk is, indien er een internetverbinding aanwezig is. Dit is belangrijk, want stel dat er de ene keer van een ander workstation of locatie gewerkt moet worden, dan kan een projectdossier aardig oplopen in geheugen. Het is altijd fijn dat het niet steeds op extern geheugen meegenomen moet worden en weer geüpdate wordt als aanpassingen gemaakt zijn op een andere locatie dan de centrale opslagplek. Voor een veiliger en flexibel werkproces is voor SVN gekozen.

5.2.2 Management Initiatie fase

Aan het eind van de Initiatie fase is contact gemaakt met de klant om de planning samen door te nemen zodat zij op de hoogte zijn van het proces 'flow' van het project. De behandeling is telefonisch afgenomen met tevredenheid van de klant. De klant is op de hoogte gebracht van het feit dat de planning dynamisch werkt zodat zij op de hoogte blijven van de ontwikkelingen, in hoeverre ze afgerond zijn en wat nog open staat. DE stagiair had besloten om het op deze manier te doen zodat de klant inzicht heeft op de vordering van het proces en dat als er iets niet goed ging dat ze gelijk op in kon spelen.

5.3 Definitiefase

Het doel van de Definitiefase is om vooronderzoek en desk-research uit te voeren voordat er een begin gemaakt wordt aan het echte ontwikkelen van de Augmented Reality applicatie. In de Definitiefase wordt vastgesteld welke kennis en technieken noodzakelijk zijn voor de ontwikkelingsprocedures. Er wordt ook tijd genomen om inhoudelijk onderzoek te doen op de Civiele Techniek. Dit onderzoek geeft inzicht in het vakgebied om vervolgens een relevant verhaal te kunnen schrijven dat als inhoud voor het uiteindelijke boek gebruikt zal worden. Dit hoofdstuk benadert vier hoofdwerkzaamheden van de Definitiefase. Deze werkzaamheden zijn intuïtief bedacht en nemen als basis de al bestaande kennis om naderhand op het voldoende niveau te komen zodat de opdracht vervuld kan worden.

Deze luiden:

- Boek verhaal lijn vaststellen

- Onderzoek 3D modelleren voor AR applicaties
- Onderzoek AR ontwikkelingstechnieken
- Management Definitiefase

Met het eindproduct in beeld, is de stagiair uitgegaan van alle noodzakelijkheden die tot het gewenste resultaat kon leiden. Zijn voorkennis en technieken hebben een grote rol gespeeld bij het verrichten van de werkzaamheden binnen deze definitiefase.

5.3.1 Boek verhaal lijn vast stellen

Een vereiste voor het project was om informatie te verzamelen over het vakgebied, Civiele Techniek in Nederland, omdat hierover nog weinig kennis aanwezig was. Het hoofddoel van het uiteindelijk product is om men aan te trekken met behulp van de Augmented Reality applicatie. De applicatie moest daarom een aantrekkelijk verhaal vertellen over de Civiele Techniek in Nederland om de doelgroep aan te kunnen trekken. Om dit verhaal op te kunnen stellen is contact opgenomen met de klant en er is wat onderzoek verricht om inzicht te krijgen in het vakgebied. Meer over het onderzoek wordt verder in dit hoofdstuk behandeld.

Er werden een aantal gesprekken gehouden met de klant, mevrouw Esther Krijnen, Organisatie- & Marketingadviseur bij Jelmer. In deze gesprekken waren onze ideeën over de verhaallijn van het boek uitgewisseld en de stagiair werd ingelicht over de projecten waar zij (Jelmer) aan hebben gewerkt. Naar wensen van de klant werd een beslissing genomen om het verhaal in drie hoofdstukken op te splitsen. In elk hoofdstuk wordt een groot project binnen de Civiele techniek in Nederland afgebeeld met zijn corresponderend verhaal. Het gehele verhaal zou de evolutie van de Civiele Techniek binnen Nederland vertellen. Het eerste hoofdstuk zal inhoudelijk gaan over een project welke in het verleden heeft plaatsgevonden in Nederland. Het tweede hoofdstuk zal een recentelijk project aankaarten en tot slot wordt in hoofdstuk drie de toekomst perspectief afgebeeld. Relevante informatie bronnen heeft de klant overhandigd, bijvoorbeeld Delta Werken en de Rijkswaterstaat met elk hun website. Deze bronnen zijn gebruik om onderzoek te doen over de Civiele Techniek waar vervolgens een selectie uit projecten gemaakt kon worden voor de inhoud van het boek. Uiteindelijk is gekozen voor twee projecten:

- De Deltawerken
- De Maeslantkering

De Deltawerken omschrijft de aller eerste water ramp in Nederland in het jaar 838 en de oplossingen die men toen hadden voor het waterprobleem die Nederland toen had. Dit onderwerp is gekozen omdat het een grote gebeurtenis is in de geschiedenis van Nederland waarbij de basis voor Civiele Techniek gelegd werd.

De Maeslantkering behandelt een van Nederlands bekendste stormvloedkering, de Maeslantkering. Een stormvloedkering was gekozen voor dit hoofdstuk omdat het toont aan hoe Nederland zich heeft ontwikkeld op het gebied van waterveiligheid in vergelijking met 1000 jaar geleden.

Jelmer heeft ook contact op de TU Delft, een van deze contacten is Hoogleraar Bouwprocessen Prof. Hennes de Ridder. De klant vond het belangrijk om deze Professor te benaderen voor specifiekere informatie en mogelijke steun voor deze opdracht. Prof. Dr. Ir. Hennes de Ridder is een ervaren Civiele Technicus die aan een aantal grote projecten binnen en buiten Nederland heeft gewerkt. Door de klant is een afspraak gemaakt met de hoogleraar en de opdracht werd toen aan hem gepresenteerd. Het doel van deze benadering was om van een professionele Civiele Technicus advies, informatie en steun te krijgen die de vordering van de opdracht en het uiteindelijke doel van de opdracht te helpen. Met veel enthousiasme over de opdracht is Prof. Hennes de Ridder akkoord gegaan en heeft zijn steun aangeboden in de vorm van bouwtekeningen en filmpjes over de Maeslantkering. Ook heeft hij beloofd om een stukje onder zijn naam te schrijven voor het boek. De woorden van een wereld beroemde technicus hecht dan meer waarde aan een informatief boek en dit maakt het gemakkelijker om te promoten.

Omdat de communicatie met de klant niet volledig duidelijk was over de inhoud van het boek heeft het informatie wervingsproces veel meer tijd gekost dan is verwacht en gepland. Dit heeft dan ook voor gezorgd dat er extra uren gewerkt moest worden om op schema te blijven. Meer over de reden hiervoor wordt in Hoofdstuk 6 besproken.

5.3.2 Onderzoek 3D modelleren voor AR applicaties

3D modellen worden voor tientallen doeleinden gebruikt en deze kunnen door tientallen ontwerp applicaties gemaakt worden. De opdracht maakt gebruik van 3D voor een specifiek doeleinde en dat is om te gebruiken in een Augmented Reality applicatie. Er is dus specifiek onderzoek gedaan naar het 3D ontwerpen voor Augmented Reality applicaties. Na enige desk-research te hebben gedaan werd

geconstateerd dat het modelleren afhangt van de manier waarop de AR applicatie zelf geprogrammeerd wordt. Adobe Flash applicaties gebruiken bijvoorbeeld andere type 3D bestanden dan een C++ geprogrammeerde applicatie. 3D modellen kunnen in een willekeurige 3D ontwerpprogramma gemaakt worden. Als de modellen gereed zijn, moeten deze dan opgeslagen worden als een COLLADA bestand. Een COLLADA bestand is een tekstuele representatie van het 3D model en is gebaseerd op XML data. In dit XML bestand bevinden zich alle coördinaten die corresponderen met alle punten in het 3D model, deze coördinaten worden vervolgens geïnterpreteerd in de Flash applicatie en wordt opnieuw opgebouwd tot de originele 3D model. C++ gebruikt dan weer een ander bestandsformaat maar dat is gebaseerd op dezelfde principe. Er werd besloten om te werken in 3D Studio Max omdat er ten eerste de stagiair al de nodige kennis had van het ontwerp pakket en ten tweede omdat het beide bestandsformaten ondersteund.

Als een 3D object gemodelleerd wordt moet volgens de basis ontwerp methodiek, vooraf goed nagedacht worden over hoe het object zelf in elkaar zit. Ook wat er met het 3D object gedaan wordt, dus waar komt het object te draaien, is het voor een filmpje, een spel of voor een website? Voor elk doeleinde wordt een bepaald modelleer techniek gebruikt. Voor een AR applicatie wordt aangeraden om de 'Low poly' en 'Box modeleren' technieken te gebruiken.

Low poly modelleren betekent dat een 3D model ontworpen wordt met zo min mogelijke polygonen. Een polygoon is een gesloten stelsel, dat samen een plat vlak omsluiten. Elk 3D object bestaat uit een aantal vlakken / polygonen. Hoe minder polygonen aanwezig zijn in een 3D model, hoe minder rekencapaciteit gebruikt wordt met als gevolg dat de applicatie die gebruikt wordt om het 3D model weer te geven veel soepeler en sneller kan draaien.

De **Box modelleer** techniek is een modelleer techniek dat gepaard gaat met de Low poly modelleer techniek. Bij box modeleren gebruik je een primitief object (kubus, bal, piramide, etc.) en werk je, door middel van schaven en kneden, om het zo te zeggen, tot de gewenste 3D model gevormd wordt. Dit heeft als voordeel dat efficiënt te werk gaat met zo min mogelijke extra objecten en polygonen.

Dit onderzoek is van tevoren gedaan om te garanderen dat van het begin af efficiënt gewerkt wordt tijdens het modelleren van de 3D object. Dit is belangrijk omdat het modelleren van een 3D object erg langdradig werk kan zijn. Om te voorkomen dat

modellen opnieuw gemaakt moeten worden is het aangeraden om van tevoren goed voorbereid te zijn.

5.3.3 Onderzoek AR ontwikkelingstechnieken

De derde noodzakelijke kennis voor het voorbereiden van de opdracht was hoe een AR applicatie ontwikkeld moet worden. Uit bestaand kennis was vast te stellen dat er verschillende manieren bestonden om een AR applicatie te maken maar de hoofdvraag bij dit onderdeel was, welke de meest geschikte methode is voor deze opdracht en welke technieken nodig zijn om het te kunnen doen. Om een antwoord op deze vraag te geven en om een start te maken aan de Ontwikkel fase is er onderzoek gedaan naar de verschillende methoden en technieken die behoren bij het ontwikkelen van een AR applicatie.

Aan het begin van het onderzoek is als eerst uitgegaan van de bestaande kennis over het ontwikkelen van AR applicaties. Dat is door gebruik te maken van de Adobe Flash software ontwikkelpakket. Adobe Flash bestaat al meer dan 10 jaar en is wereldwijd bekend voor zijn indrukwekkende animaties en dynamische websites die vrij simpel te ontwikkelen zijn. Adobe Flash is in de loop van tijd steeds krachtiger geworden en bevat mogelijkheden om krachtige multimedia applicaties te bouwen inclusief Augmented Reality. Na enkele weblogs en fora te hebben geraadpleegd is er meer kennis vernomen over de methode om AR applicaties te ontwikkelen via Adobe Flash. Dit gaat via een codepakket genaamd de **Flash Augmented Reality Toolkit**, verkort de FLARToolkit. De FLARToolkit is een programmeer pakket met alle hulpmiddelen die nodig zijn om een AR applicatie te ontwikkelen in Adobe Flash. Deze is afkomstig van de originele ARToolkit dat met de programmeertaal C++ is ontwikkeld. De ARToolkit is ook geconverteerd naar meerder programmeer talen zoals C#, JAVA en JavaScript.

Met de kennis die vernomen is over het ontwikkelen van AR applicaties met Adobe Flash was vervolgens besloten om globaal te kijken naar alternatieve methoden. Dit is gedaan om een vergelijking te maken tussen de bestaande methodieken en om uiteindelijk een methodiek te kiezen die het meest geschikt is voor de opdracht. De beschikbare methoden of wel programmeer talen zijn AS3 (Flash), C++, C#, JAVA en JavaScript. Uit deze lijst viel JavaScript gelijk af omdat JavaScript uitsluitend op het web werkt en een vereiste van de klant is dat het een 'stand alone' applicatie moet zijn. Dus een applicatie dat op zichzelf op een systeem kan draaien zonder hulp van externe applicaties. Applicaties gemaakt in JavaScript hebben een web browser

nodig om te kunnen functioneren. C++ is een potentiële kandidaat om drie redenen; omdat het originele AR pakket mee gemaakt is, het is een zeer stabiele taal met oneindig veel mogelijkheden en er zijn veel documentatie en voorbeelden beschikbaar. C# en JAVA hebben minder kans omdat hun AR pakketten nog in een primitief stadium zitten met nog weinig documentatie en draaien dus vrij onstabiel. De keuze zat tussen AS3 en C++. Om meer kennis te krijgen over de twee ontwikkel methodieken en een vaste keuze te kunnen maken zijn er testjes uitgevoerd op beide programmeertalen. Deze testjes zijn verder in dit hoofdstuk uitgewerkt. Voordat de testjes uitgewerkt worden volgt een korte uitleg hoe een Augmented Reality applicatie werkt.

Met Augmented Reality wordt via bepaalde toepassingen digitale informatie toegevoegd aan de realiteit. Deze toevoegingen kunnen zichtbaar gemaakt worden op verschillende manieren, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een camera en een computer scherm, wat bij deze opdracht het geval is. Met een camera wordt de realiteit opgenomen en via een computer wordt de digitale gegevens toegevoegd aan de realiteit die vervolgens getoond wordt op een computerscherm. De AR applicatie die gemaakt wordt gebruikt dit concept. Om dit technisch haalbaar te maken is er een aantal hardware nodig. Een camera, computer en scherm zijn uiteraard nodig maar ook specifieke symbooltjes die gebruikt worden als herkenningspunten in de AR applicatie. De AR applicatie ziet via de gekoppelde camera onze realiteit maar onze realiteit is veel te ingewikkeld om te herkennen. Het programma heeft daarom wat uitgangspunten nodig. Deze uitgangspunten worden markers genoemd en zijn hele simpele symbooltjes die afgedrukt zijn in het zwart op wit. Deze markers worden wel herkend door de AR applicatie en hiermee kan de applicatie zich oriënteren in onze realiteit waarbij het extra informatie toe voegt. Dit basis principe van Augmented Reality wordt dan gebruikt om de applicatie te ontwikkelen. De volgende paragrafen beschrijven een aantal testen die uitgevoerd zijn om meer kennis op te doen van verschillende uitgangssituaties bij het ontwikkelen van een AR applicatie. Voor deze testen zijn er een aantal markers gemaakt welke hier te zien zijn.

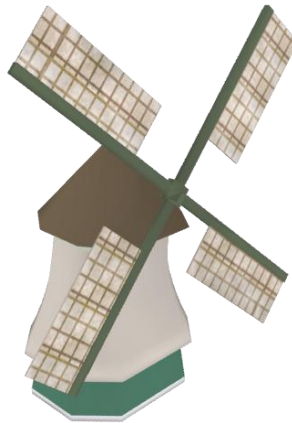


Afb. 3 Augmented Reality markers

Deze markers zijn in Adobe Photoshop gemaakt. Ze zijn van simpele tot wat ingewikkelder gemaakt om ook te testen hoe nauwkeurig de marker herkenbaarheid in de verschillende methoden zijn. Als een marker eenmaal gemaakt is moet deze geconverteerd worden naar een formaat dat gemakkelijker te lezen is door de code pakketen. Hiervoor is een speciaal programma gebruikt, een Marker generator. Marker plaatjes worden geconverteerd naar een tekstbestand met decimale waarden die de vorm van de marker representeert. Online is een 'converter' te vinden op <http://flash.tarotaro.org/ar/MarkerGeneratorOnline.swf>, deze werd voor het project gebruikt.

5.3.3.1 FLARToolkit test

De eerste test was met de FLARToolkit van Adobe Flash. Ten eerste is een ontwikkelmap aangemaakt in het projectdossier. Hierin worden alle testbestanden geplaatst voor de FLARToolkit. Vervolgens is de code documentatie gelezen om kennis te maken met het pakket. Tot slot is er met behulp van wat voorbeeld codes een simpel applicatie gemaakt dat een (1) marker kan lezen en een (1) 3D object weer kan geven. Hiervoor is een simpele molen gemodelleerd in 3D Studio Max.



Afb. 4. Simpele test molen

De tweede test was een applicatie die meerdere icoontjes kon herkennen en koppelen aan de corresponderende 3D object. Hiervoor is de molen in afb. 3 gebruikt, en nog 3 andere voorbeelden van objecten die met het pakket zijn geleverd; een wereldbol, een tekenfilm figuur en een kubus.

De uitslagen van de twee testen vielen niet erg in de smaak. Bij de eerste test werkte de applicatie erg mooi en soepel met af en toe een beetje hapering als het icoontje te snel werd bewogen voor de camera. Maar de tweede test was vrijwel gefaald. De applicatie had aardig wat moeite om de 3D objecten goed te koppelen aan de icoontjes, de herkenning van de icoontjes werkte niet soepel. En omdat er veel data (3D coördinaten) ingelezen werd werkte de applicatie aanzienlijk trager. Met deze twee testen was gelijk geconstateerd dat Adobe Flash toch niet de capaciteit heeft om de eisen van de opdracht te vervullen.

5.3.3.2 ARToolkit test

Met de ARToolkit zijn dezelfde testen gedaan die met de FLARToolkit zijn gedaan. De ARToolkit had wat meer tijd nodig om op te zetten en te installeren omdat er minder kennis was van de C++ ontwikkelomgeving. Nadat alles was geïnstalleerd en ingesteld zijn de twee testjes uitgevoerd. De uitslagen van deze twee testen waren aanzienlijk beter. Zonder moeite kon de ARToolkit de icoontjes duidelijk herkennen en koppelen aan de corresponderende 3D objecten. Voor deze testen zijn ook dezelfde molen gebruikt samen met een aantal voorbeeld objecten die met het pakket zijn aangeleverd. Om de capaciteit van de ARToolkit te testen is er een groter en meer gedetailleerde molen gemaakt. Deze is te zien in afbeelding 4.



Afb. 5 Gedetailleerde test molen

Deze test is ook zeer goed geslaagd waardoor het duidelijk werd dat de te gebruiken methodiek voor de opdracht de ARToolkit moest zijn.

Met de duidelijke uitslag van de testen is gekozen om de applicatie te ontwikkelen in C++ met de ARToolkit. Voor de stagiair is het een nieuwe ontwikkel omgeving en vraagt dus wat meer aandacht. Met het uitvoeren van de testjes heeft de stagiair al vrij snel veel geleerd van de programmeertaal. Dit heeft de voortgang in de Ontwikkelfase aanzienlijk geholpen. Meer hierover is te lezen in paragraaf 5.5 Ontwikkelfase.

5.3.4 Management Definitiefase

Aan het eind van de Definitie fase was het niet noodzakelijk om de klant op de hoogte te stellen van de resultaten van het technische onderzoek die verricht zijn in paragraaf 5.3.2 en 5.3.3. Wel is voortdurend contact met de klant gehouden voor het werven van de inhoud voor het boek en het schrijven van het verhaal voor het boek. Toen dit proces af was is het script van het boek opgestuurd naar de klant, om feedback te krijgen alvorens naar de volgende ronde over te stappen. De feedback is opgenomen samen met de verbeteringen en suggesties van de klant. Deze zijn verwerkt in het script. Na 2 feedback rondes was het script gereed om door te voeren in het ontwerp van het boek. Omdat er met de waterval methode gewerkt wordt, kon er nadat het belangrijkste deel van het onderzoek gedaan was, verder gaan met de Ontwerp- en Ontwikkelfase. De Definitiefase liep nog gelijk door met de Ontwerp- en Ontwikkelfase tot op het moment dat het afgerond werd.

5.4 Ontwerpfase

In de Ontwerpfase worden alle visuele ontwerpen voor de opdracht gemaakt. De ontwerpen die gemaakt zijn in de Ontwerpfase, worden opgesplitst in twee categorieën; 2D ontwerpen en 3D ontwerpen. Onder 2D ontwerpen valt het ontwerp van het boek. De 3D ontwerpen vallen onder de 3D objecten die ontworpen werden om aan te tonen in het boek door middel van de applicatie. Dit hoofdstuk behandelt de werkzaamheden die zijn gevoerd om alle visuele aspecten van de opdracht te realiseren. Er komen ter sprake de ontwerpen die gemaakt zijn, de manier waarop deze gemaakt zijn en alle beslissingen die genomen waren tijdens deze processen.

5.4.1 Boek ontwerpen

Tijdens de ontwerpfase stond concept design centraal. Tijdens deze fase is onder anderen het uiterlijk van het informatief boek ontworpen. Deze paragraaf werpt licht op hoe te werk is gegaan bij het ontwerpen van het boek. Dit proces is te verdelen in vier kerntaken; voorbereiding, concept ontwerp, definitief ontwerp en publiceren.

5.4.1.1 Voorbereiding

Als voorbereiding op het ontwerpen is ten eerste rekening gehouden met de richtlijnen voor het ontwerpen voor print, “Design guide for print” die zijn opgesteld door David Airey. Deze richtlijnen bevatten de belangrijkste aspecten die in rekening gebracht moeten worden bij het ontwerpen van een print design zoals de resolutie, print en veiligheidsranden, kleuren en lettertypes. Er wordt aangeraden om je ontwerp document minimaal in te stellen op 300dpi, dat is 300 puntjes per ‘inch’. De meeste commerciële print/publicatie zaken gebruiken uitsluitend 300dpi ontwerpen omdat met 300dpi fijnere randen geprint kunnen worden. Alles wat groter wordt gemaakt, komt wazig uit te zien. Het is ook aan te raden om in je ontwerp document snijlijnen in te stellen. Snijmachines kunnen nooit precies zijn tijdens het snijden, daarom is het handig om snijlijnen te hebben met een marge van ongeveer 3mm. Zonder snijlijnen kunnen belangrijke onderdelen in je ontwerp afgesneden worden. Voor print wordt gebruik gemaakt van CMYK kleuren. Normale computer schermen maken gebruik van RGB, dat zijn rood, groen, en blauwe pixels die gecombineerd worden om alle beelden en kleuren te tonen op je scherm. Maar printers integendeel gebruiken een ander soort kleurencombinatie, namelijk cyaan, magenta, geel en zwart.

Na deze voorbereidingen te hebben gedaan is nog nagedacht over het ontwerp zelf, deze moest uiteraard corresponderen met de doelgroep zodat het hen aanspreekt. Om een leuk ontwerp te kunnen bedenken is er nagedacht over de doelgroep wat voornamelijk uit aankomende studenten bestaat. Er is een wat gebrainstormd en merendeels gebruik gemaakt van eigen intuïtie om op ideeën te komen voor de ontwerpen. Met de opgelopen ervaring in de multimedia wereld en werkzaamheden als webontwikkelaar in gedachte zijn ideeën ontstaan voor het ontwerp. Dit proces is intuïtief aangepakt omdat de kennis en ervaring met de doelgroep al aanwezig was en met deze methode konden onnodige analyses en onderzoeken vervallen. Deze ideeën zijn gelijk geschetst om tot het eerste concept te komen. In het volgende hoofdstuk volgt meer over het concept.

5.4.1.2 Concept ontwerp

Met de ideeën in het achterhoofd is gelijk met de creativiteit begonnen in Photoshop, met als resultaat het eerste concept. Om te beginnen moest er wel een formaat voor het boek gekozen worden. Eerst is er nagedacht over de interactie met het boek, dus hoe deze het beste kon verlopen voor deze opdracht. Er werd besloten om een boek te ontwerpen met brede pagina's. Dit omdat er dan een

breder oppervlakte gecreëerd kon worden waarop de 3D ontwerpen getoond konden worden. Voor het ontwerp van de kaft is gekozen om de helft van de kaft te bedekken met een aantrekkelijke en relevante foto. Op de andere helft komt een voorstelling van een werktafel van een techneut. Daarop is dan een oude kaart van Nederland te zien, met wat krasjes op de tafel en enkele koffie vlekken. Het is de bedoeling dat hiermee een gevoel wordt gecreëerd van techniek en echtheid. Het is belangrijk dat de gevoelens van de gebruiker geraakt worden. De ervaringen die men rijker wordt liggen dan ook erg dicht bij de realiteit. Hier volgt de eerste schets van de kaft.



Afb. 6 Boek kaft ontwerp

Voor de binnen kant van het boek is besloten om het een beetje mysterieus te houden door het donker te maken en weinig gebruik te maken van beeldmateriaal. De focus moet zijn op de tekstuele inhoud van het boek. Het is de bedoeling dat wanneer de gebruiker direct in het boek kijkt vrij weinig te zien is op de informatieve tekst na. Als men eenmaal het boek voor een camera houdt, en de applicatie opstart, kan men dan genieten van het unieke bewegend beeldmateriaal

dat een groot deel van het boek bedekt. Door veel weg te laten wekt deze aanpak meer nieuwsgierigheid op waarbij vervolgens de tevredenheid een sterke piek krijgt beelden uit het boek springen. Om de pagina's herkenbaar te maken voor de applicatie zijn er speciale barcodes ontworpen, deze worden ook wel markers genoemd. Elke marker correspondeert met een unieke 3D beeld dat getoond wordt in de applicatie zolang de marker zichtbaar is voor de camera. Omdat de marker herkenningssysteem een ingewikkeld proces is die veel rekenkracht opeist van de PC is het aangeraden om niet te ingewikkelde markers te ontwerpen. Het is beter om gebruik te maken van rechte hoeken en non-symmetrische vormen. Dergelijke vormen eisen dan minder reken capaciteit op. In de onderstaande afbeelding is een pagina te zien met zijn eigen unieke marker.



Afb. 7 Boek pagina ontwerp

5.4.1.3 Definitief ontwerp

Nadat de eerste schetsen ontworpen waren, werden deze opgestuurd naar de klant. De klant reageerde vrij positief over de eerste schetsen. Ze waren erg blij met de 'look & feel' van de ontwerpen en het wekte bij hun al nieuwsgierigheid op.

De reactie e-mail is terug te lezen in bijlage C. Dit was precies het gevoel dat gewenst was. Met de feedback van de klant is vervolgens verder gegaan met het uitwerken van de definitieve ontwerpen. Dit ging vrij gemakkelijk omdat de schetsen al vrij gedetailleerd waren. Deze zijn nog aan collega's en de Art Director, Roeland de Jong, getoond voor hun eigen meningen en mogelijke verbeteringen. De 'designs' waren positief aanvaard door de collega's, zij vonden de 'designs' allemaal mooi en innovatief, het sprak hun wel aan. Over de binnenkant van het boek had Roeland geen commentaar maar voor het kaft had hij een aantal kleine verbeterpunten. Roeland vond dat er meer van de foto met de brug en wolken getoond moest worden. Dus de donkere bovenbalk moest een stuk dunner. Hij vond dat het mooier zou zijn want de kaft was een beetje te donker.

Alle ontwerpen zijn in Adobe Photoshop gemaakt. Adobe Photoshop is gebruikt omdat het de meest aangeraden designprogramma is voor drukwerk en omdat hiermee de meeste ervaring aanwezig was. Alle pagina's zijn los gemaakt in Photoshop. Toen alle pagina's gereed waren zijn ze geïmporteerd in Adobe InDesign. Adobe InDesign is een gespecialiseerd programma voor het opmaken van boeken. Het definitieve ontwerp is als pdf opgeslagen en deze is vervolgens ge-upload op www.issuu.com. Op de website van issuu is het mogelijk om PDF documenten om te zetten in elektronische boeken of tijdschriften. De opdracht is te vinden op [http://issuu.com/mockingbird87/docs/civiele techniek](http://issuu.com/mockingbird87/docs/civiele_techniek).

5.4.2 3D ontwerpen

Deze paragraaf geeft een toelicht over de gebruikte 3D modelleringmethodes, hoe deze toegepast zijn, waarom deze toegepast zijn en tot slot een beschrijving van producten. De 3D modelleren is een erg nauwkeurig vak waar veel of weinig aandacht besteed kan worden aan details om tot het gewenste resultaat te komen. Bij 3D modelleren speelt ook grafisch ontwerpen(2D ontwerpen) een rol. Om meer realisme te geven aan een 3D object worden 2D texturen gebruikt die speciaal gemaakt zijn om de vorm van een 3D model te kunnen benutten. Er bestaan verschillende soorten 3D ontwikkeling software. Voor deze opdracht werd gebruik gemaakt van Autodesk 3D Studio Max (3DS Max). De 3DS Max bevat een niet al te ingewikkelde gebruikers interface en het bevat ook talloze functies om schitterende 3D modellen en animaties te maken. Het enige wat hiervoor vereist is, is techniek, ervaring en geduld. En alle drie zijn aanwezig daarom is het voor dit ontwikkel software gekozen.

Technieken

Zoals eerder aangekaart is tijdens het 3D modelleren, werd er gebruikt gemaakt van 2 modelleer technieken, Low poly en Box modelleren. Low poly modelleren is een vorm van Polygoon modelleren. Bij Polygoon modelleren wordt er gebruik gemaakt van polygonen om een 3D object te genereren. Een polygoon is een gesloten stelsel dat samen een plat vlak omsluit. Een polygoon heeft een rand, Edge genoemd en hoeken, Vertex/Vertice genoemd. De meest simpele polygoon heeft de vorm van een driehoek. Bij Low poly modelleren probeert men dan een model te maken met zo min mogelijke polygonen want hoe minder polygonen aanwezig zijn hoe minder rekenkracht vereist is van de computer geheugen. Dit zorgt ervoor dat er meer geheugen aanwezig is om de applicatie die het 3D model renderen te draaien. Met renderen wordt bedoeld het afbeelden van een 3D model op het scherm (weergeven).

Box modeleren is het proces om 3D modellen te vormen door het aan te passen aan een basis vorm, bijvoorbeeld een kubus. Box modelleren is de meest toegepaste modelleer techniek bij 3D modeleren. In 3DS Max kan gebruik gemaakt worden van een groep basisvormen en ook meer complexere vormen. Het kiezen van een basisvorm om mee te beginnen hangt af van wat voor soort object de ontwerper van plan is om te gaan maken. Stel dat er een hoofd of een luchtballon gemaakt moet worden, dan is het handig om met een bol te beginnen en vanuit dit bol werk je tot de uiteindelijke vorm. Als er een tafel gemaakt moet worden begin je dan met een rechthoekig box. Bij Box modeleren in 3DS Max moet je beschikken over alle tools die nodig zijn om je basis vorm te vervormen. Er kan bijvoorbeeld randen (Edges) gesneden worden in een polygoon om deze te splitsen, polygonen kunnen uitgerekt of uit de basisvorm getrokken worden, dit heet *extruden*.

Concepten

De zo juist genoemde technieken zijn toegepast bij alle modellen die gemaakt zijn voor de opdracht. Zoals eerder is genoemd waren drie projecten genomen om te visualiseren in het boek. Voordat er was begonnen met het ontwerpen is ook nagedacht over wat gemodelleerd zou worden. Om meer informatie te krijgen over de projecten is inhoudelijke onderzoek gedaan over de projecten. Op het internet zijn foto's en bouwtekeningen gevonden. Ook informatie over de werking van de elementen in de projecten is gevonden. Met behulp van video banden die aangeleverd waren door Prof. Hennes de Ridder is een goed beeld ontstaan hoe de specifieke machines die genoemd zijn in het project te werk gingen. Dit onderzoek was nodig geweest om te voorbereidingen te treffen voor het ontwikkelen van de 3D

modellen. Na het verzamelen van informatie is nagedacht over hoe de projecten gepresenteerd zouden worden. Voor het eerste project, de Deltawerken is gekozen voor een representatie van een polder die overstroomt. In een animatie wordt getoond hoe men toen te werk ging om deze polder leeg te pompen. Dit gebeurde namelijk met een poldermolen. Hiervoor is gekozen omdat dit de pure techniek toont hoe in het verleden een polder droog werd gelegd. Het doel van het boek is om de techniek van de Civiele Techniek terug te laten komen. Voor de Maeslantkering werd besloten om de werking van de kering te tonen in een 3D animatie. De keuze hiervoor was duidelijk gemaakt om de techniek van de kering te visualiseren. Voordat met het echte modelerwerk was begonnen zijn een aantal schetsen gemaakt. Een 'story board' werd ook opgesteld om de ideeën visueel te maken voor de klant. Dit is gedaan om te voorkomen dat er dagenlang gewerkt zou worden aan ideeën die later misschien niet goedgekeurd worden door de klant. De 'story board' is terug te zien in Bijlage VI. De 'story board' werd opgestuurd naar de klant en met zijn goedkeuring werd een begin gemaakt aan de 3D modellen.

Toepassing

Voor de Deltawerken is eerst begonnen met het opbouwen van de Poldermolen. Hiervoor zijn eerst een aantal foto's opgezocht van Poldermolens en eentje hiervan is geselecteerd om als referentie foto te gebruiken. Het is een vaak gebruikte en handige techniek bij het 3D modelleren om een referentie foto te gebruiken om modelleren vooral als bestaande objecten gemodelleerd worden. Het gekozen foto is

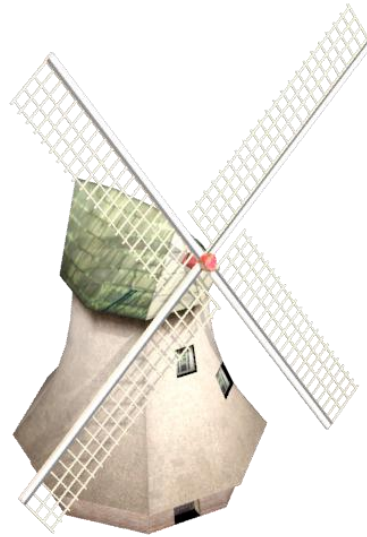


Afb. 8: Molen referentie foto

geanalyseerd om een basis vorm te kiezen. Het huisje van de molen bestaat uit 6 wanden dus is gekozen voor een platte zeshoek die vervolgens uit is getrokken (extrude) om de basis vorm te creëren. Vanuit dit basis object is gewerkt to het uiteindelijke model. Een opmerkelijk methode die gebruikt is voor de textuur is de UVW mapping. Met UVW Mapping kan er met 3DS Max een platte 2D representatie van het gemaakte model gegenereerd worden. Het model wordt dan als het ware plat gedrukt tot een platte weergave van alle polygonen. Dit UVW map kan

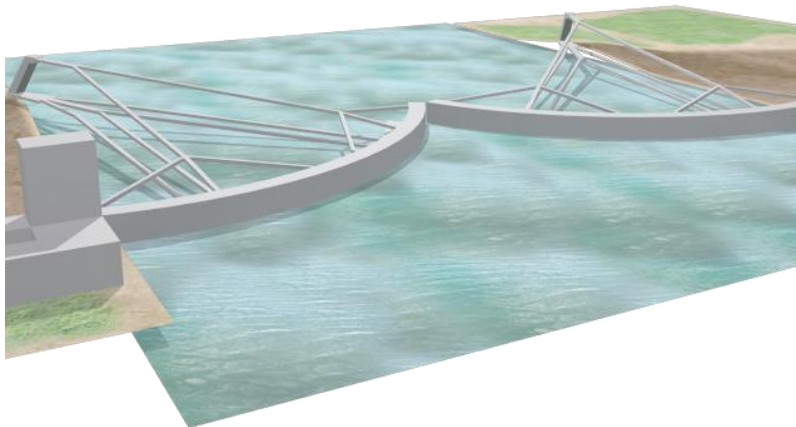
vervolgens in het grafisch ontwerp programma, zoals Adobe Photoshop gebruikt worden als lijndraad voor de textuur. De textuur wordt dan als het ware direct op het model getekend. Deze techniek is toegepast bij het modelleren van de molen. De

volgende afbeelding is de UVW Map met ingetekende textuur van de molen te zien en de uiteindelijke representatie van de molen.



Afb. 9: Poldermolen met UVW Map

Voor de Maeslantkering is een andere opbouwtechniek gebruikt. De kering bestaat uit twee symmetrische poorten die op een as open en dicht draaien. Het was dus gemakkelijker en sneller om een poort te modeleren en vervolgens deze te copieren en om te draaien. Voor de poort is begonnen met een dikke balk als basis beeld. Deze balk is vervolgens een aantal malen gekopieerd, gedraaid en aan elkaar vast gebonden tot dat er een kwart cirkel vorm is ontstaan. Dit vormde de muren van de kering. Vervolgens zijn er een aantal vierkanten in de muur gesneden om de armen daar uit te kunnen trekken. Hetzelfde is gedaan op de armen om de steunbalken te kunnen maken. Een spiegelbeeld kopie is ook gemaakt van de poort en geplaatst op zijn positie. Voor de ondergrond is gebruik gemaakt van een Bump Map. Bump Mapping is een techniek waarbij met een zogenaamde bump map deuken in een vlak object gemaakt wordt. De bump map zelf is een afbeelding met grijswaarden. De grijswaarden worden geconverteerd naar diepte waardes en hoe donkerder de grijswaarde des te dieper wordt ingedeukt. De volgende afbeelding geeft het eindresultaat weer van de Maeslantkering.



Afb. 10: Maeslantkering

5.4.3 Management Ontwerpfase

De grafisch concepten voor het boek zijn naar de klant opgestuurd en de feedback van deze werd teruggekoppeld. Deze feedback is verwerkt en de definitieve ontwerpen zijn gemaakt. Deze zijn vervolgens ook opgestuurd en zijn door de klant goedgekeurd. Maar dit was nog niet het einde van het design proces voor het fysieke boek want het uiteindelijke product is het boek en een applicatie die op een computer draait. Om het product gebruikersvriendelijk te maken moet het boek en de applicatie op elkaar afgestemd zijn. Dus hiervoor zou nog een aanpassingsronde moeten komen waarbij het uiteindelijke ontwerp van het boek samen met de applicatie getest wordt. De ontwerpfase loopt nog door tot dit proces is afgerond en dit gebeurt pas als een test versie van de applicatie ontwikkeld is. Omdat dit pas later gebeurd zal dit proces in de Ontwikkelfase verder beschreven worden. Het goedkeuren van de 3D objecten was niet noodzakelijk omdat er niet is afgeweken van de goedgekeurde schetsen. Nadat de bovenstaande processen af gehandeld zijn, kan een begin gemaakt worden aan de Ontwikkelingsfase. De beschrijving hiervan volgt in de volgende paragraaf.

5.5 Ontwikkelfase

Toen alle voorbereidingen op het ontwikkelen van de applicatie (deskresearch en 3D modellen) gereed waren, was de tijd om aan het echte werk te beginnen, het ontwikkelen van de Augmented Reality applicatie. Het werd tijd om al het onderzoek die gedaan was op het ontwikkelen van een AR applicatie in praktijk te brengen. De Ontwikkelfase beschrijft hoe te werk is gegaan bij het ontwikkelen van de AR applicatie, welke keuzes gemaakt zijn en waarom deze keuzes gemaakt zijn.

5.5.1 Applicatie ontwikkelen

Het ontwikkelen van een C++ applicatie is een grote klus. C++ is niet alleen een krachtig ontwikkeltaal meer ook een vrij ingewikkelde taal. C++ is een Objectgeoriënteerd programmeertaal, bij deze benadering wordt een systeem opgebouwd uit objecten, waarbij ieder object gemaakt is vanuit de definitie van een klasse. Dit is een hoog niveau van programmeren en biedt de mogelijkheid om flexibel, en efficiënt applicaties te kunnen ontwikkelen. Vele moderne programmeer talen ondersteunen het Object-georienteerd programmeermethodiek maar wat elk

taal uniek maak is hun syntaxis. Dit zijn de specifieke regels die elk taal definieert. Om meer kennis van de C++ syntaxis te kunnen krijgen zijn er een aantal cursussen gevold. Deze cursussen zijn gratis te volgen op de C++ website, www.cplusplus.com. De basis kennis en syntaxis is hier opgedaan om de ARToolkit beter te kunnen begrijpen en gebruiken. Kennis van de ARToolkit is vernomen van www.hitl.washington.edu/artoolkit/. Hier is alle documentatie te vinden over het ontwikkelpakket met installatie instructies en simpele cursussen om de weg te kunnen vinden in het pakket.

Met behulp van de bovengenoemde documentatie is een Augmented Reality applicatie ontwikkeld. Er bestaan een aantal C++ ontwikkelprogramma's maar voor de opdracht is gekozen om gebruik te maken van Microsoft Visual Studio 2010. Dit ontwikkelpakket is erg gebruikersvriendelijk en bevat een aantal handig programmeer tools, zoals code-hinting en code-completion. Code-hinting is wanneer het programma voorspeld wat de gebruiker aan het typen is en op basis hiervan geeft het suggesties weer. Code-completion heeft hetzelfde principe als Code-hinting, alleen wordt de voorspelde acties automatisch ingevuld voor de programmeur. Dit is een fijner manier van werken omdat er minder getypt moet worden waardoor productiviteit verhoogd wordt. Het programmeren in C++ was niet een eenvoudig proces. Om een werkend programma te maken moest er goed rekening gehouden worden met de correcte referenties naar externe bron bestanden die noodzakelijk waren voor het goed functioneren van de applicatie. Als deze bestanden niet goed zijn geïmporteerd of gerefereerd kan het voor een hoop frustraties zorgen. Tijdens de ontwikkelfase zijn er een aantal knelpunten tegen gekomen. Het meest tijdrovende was het niet kunnen vinden van de correctie referentie bestanden. Dit zorgde ervoor dat de applicatie niet werkte. Na veel zoeken is het gelukt om deze te koppelen aan de applicatie. De applicatie maakt gebruik van WRL bestanden. Dit zijn vergelijkbaar met de COLLADA bestanden. Dit zijn tekstuele interpretaties van de 3D objecten die gemodelleerd zijn. De applicatie is zo gebouwd dat het niet direct naar de 3D bestanden refereert maar naar een databestand. In dit data bestand worden alle referenties naar de 3D bestand opgenomen. Dit is gedaan omdat later als er nieuwe 3D bestanden bij komen of als een bestand gewijzigd wordt hoeft het niet in de broncode van de applicatie aangepast te worden en hoeft de applicatie ook niet opnieuw gecompileerd worden. Dit geeft dan veel flexibiliteit ook nadat het applicatie af is.

5.6 Afronding

Als afronding van het project werd het boek gedrukt. In eerste instantie was het de bedoeling om het boek te laten drukken en binden door een boekendrukker maar na enig onderzoek bleek dit toch buiten budget te vallen. Er is uiteindelijk gekozen om het boek te laten drukken op 70 gram A4 papier in full color. Het gedrukte boek is dan samengesteld met een metalen ringband. Dit maakt het dan makkelijker om het boek zo plat mogelijk te kunnen openen, want hoe plat het boek licht des te beter de werking van de AR applicatie.

Er is vervolgens een installatie pakket gemaakt van de applicatie, zodat deze geïnstalleerd kan worden op elke computer dat Windows heeft als besturingssysteem. Dit installatie pakket is vervolgens op een CD-ROM gezet en dit CM-ROM is dan in een hoesje aan de binnenkant van het boek bevestigd.

Tot slot is een presentatie gehouden met de klant en de bedrijfsmanager bij Pixelindustries, Rodger Buyvoets. De bedoeling van deze presentatie was om het product aan de klant te presenteren. Aan de klant is gepresenteerd hoe het product aan de doelgroep verkocht zou kunnen worden. De klant was erg enthousiast met het prototype, het natuurlijk ook de eerste keer dat zij het in werking te zien kregen. Ze vonden wel dat de 3D objecten duidelijker geanimeerd konden worden om een beter indruk te geven van de projecten. Hiervoor zou er dan wat meer technisch onderzoek gedaan moeten worden.

6 Afwijkingen en tegenslagen

Dit hoofdstuk beschrijft de afwijkingen die zijn ontstaan ten opzichte van de Afstudeerplan en de tegenslagen die voor zijn gekomen.

6.1 Afwijkingen ten opzichte van afstudeerplan

Tijdens het project hebben een aantal afwijkingen plaats gevonden ten opzichte van de Afstudeerplan. Het is te begrijpen dat in een groot project soms afgeweken kan worden van het initiële plan. Dit kan gebeuren om verschillende redenen, bijvoorbeeld onvoldoende informatie aan begin van het project, onvoorziene omstandigheden / gebeurtenissen, onnauwkeurige planning etc.

Deze paragraaf legt alle afwijkingen uit welke zijn voorgekomen tijdens het uitvoeren van dit afstudeerproject, ten opzichte van het afstudeerplan die gemaakt was voor het starten van het project.

Deze afwijkingen zijn:

- C++ in plaats van Adobe Flash
- Jesse James Garrett vervalt
- Zelf opstellen van verhaallijn
- Afwijking in planning

6.1.1 C++ in plaats van Adobe Flash

In de Afstudeerplan was opgenomen dat het applicatie met behulp van Adobe Flash CS4 en Adobe Flexbuilder ontwikkeld zou worden. Er is hiervan afgeweken om twee redenen. Ten eerste is de software Adobe Flash CS4 niet gebruikt omdat deze niet aanwezig was bij het stagebedrijf. Er mocht en kon ook geen licentie aangevraagd worden. Dit omdat het stagebedrijf al bezig was met het aanvragen van de allernieuwste versie van de software pakket, CS5. Het zou enkele maanden duren voordat deze gereed kond zijn. De tweede reden waarom Adobe Flash niet is gebruikt voor het uiteindelijk product was omdat besloten werd om onderzoek te doen naar alternatieve mogelijkheden om AR applicaties te ontwikkelen. Aan de hand van de resultaten van het onderzoek die verricht is, is besloten om niet met Adobe Flash te werken maar met C++. Adobe Flash heeft niet genoeg capaciteit om de applicatie te ontwikkelen. Deze afwijking was van invloed op de planning omdat meer tijd nodig was voor het onderzoeken en kiezen van een ontwikkelingsmethode. Ook werd meer tijd gestopt in het ontwikkelen van de

applicatie omdat weinig ervaring aanwezig was met het programmeren in de gekozen programmeertaal.

6.1.2 Jesse James Garrett vervalt

Er is ook opgenomen in de Afstudeerplan dat gebruik gemaakt zal worden van de Jesse James Garrett Planes methode. Hiervoor is voor gekozen omdat er toen nog ideeën rond zweefden over de mogelijkheden om de applicatie ook online aan te bieden. Deze methode zou hiervoor dan ideaal zijn want deze methode ontwikkeld is om te helpen bij het ontwikkelen van een optimale en gebruikersvriendelijke webapplicatie. Na het opstellen van de Afstudeerplan zijn er nog meer gesprekken gehouden met de klant om de opdracht te concretiseren en een plan van aanpak te maken. Er was toen dan besloten om alleen een prototype te ontwikkelen die offline zal draaien op een computer met een geïnstalleerde webcam. Voor deze uitgangssituatie zou de Jesse James Garrett methode niet relevant zijn en dus is het vervallen. Dit heeft geen invloed gehad op de planning en ontwikkeling van de opdracht.

6.1.3 Fasestructuur is aangepast

In het plan van aanpak is de fase structuur aangepast, deze is uitgebreider en meer gedetailleerd gemaakt. Dit is gebeurd nadat de opdracht duidelijker is geworden en nadat rekening is gehouden met alle processen die nodig waren om de opdracht te kunnen realiseren. De fasestructuur was minder uitgebreid opgenomen in de Afstudeerplan omdat weer de opdracht nog niet helemaal rond was, er moest nog afspraken met de klant gemaakt worden over de het product zelf, of het een volledig applicatie moest worden of een prototype en er moest afgesproken worden of zij zelf de inhoud voor het boek zullen opstellen en aanleveren of dat deze door de stagiair zelf gedaan zal worden.

6.1.4 Testfase vervalt

De Testfase is vervallen omdat deze niet meer van toepassing was. Dit was niet meer nodig omdat een prototype ontwikkeld zou worden en voor de klant was het niet nodig om een uitgebreid test te laten doen op de applicatie. Er zijn wel ontwikkelingstestjes uitgevoerd. Deze zijn gedaan om de ontwikkeling van de applicatie te vorderen en niet om te testen of het uiteindelijk doel van de applicatie

bereikt kan worden. Er is met de klant afgesproken dat een prototype ontwikkeld en aangeleverd zal worden en zij zouden daarna zelf beslissen wat ermee gedaan gaat worden.

6.2 Tegenslagen

Tijdens de stageperiode zijn er een aantal tegenslagen voorgekomen. Dit waren momenten geweest waar op niet zijn geanticipeerd en/of momenten waar er niks anders aan gedaan konden worden.

Er was minder tijd beschikbaar dan gepland voor het ontwikkelen van de applicatie. Bij aanvang voor de opdracht was het nog niet helemaal duidelijk geweest tussen de opdrachtgever en de stagiair. Er was een beetje miscommunicatie opgetreden bij de briefing van de opdracht. Op de eerste instantie was begrepen dat de content voor het boek intern bij de opdrachtgever gemaakt worden bijgemaakt en aangeleverd aan de stagiair. Hier is er vanuit gegaan bij het plannen van taken en het bedenken van ideeën voor de opdracht. Er was voorheen bedacht op een soort navigatie systeem te implementeren in het boek zelf. Gebruikers zouden dan als het ware met hun vingers knoppen drukken in het boek om de 3D objecten te kunnen bedienen. Deze functionaliteit is uiteindelijk niet meer van toepassing gekomen. In de onderstaande foto is een vroeg ontwerp te zien van een pagina in het boek die beschikt over een navigatie systeem.



Afb. 11: Navigatie concept

De tijd die hiervoor ingepland was is gegaan naar het werven van content voor het boek. Dit duurde nog al lang omdat de klant niet precies wist wat zij wilde en omdat de informatie die te vinden was vrij beperkt was.

7 Het opgeleverde producten

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van alle opgeleverde producten.

Aan het einde van de stage periode is uiteraard het eindproduct aangeleverd aan de klant. Een mooi ingebonden boek met bijbehorende software is aangeleverd en gepresenteerd aan de klant. Het boek is gedrukt en ingebonden met ringetjes zodat elk pagina zo plat mogelijk open kan slaan. Dit is belangrijk voor de interactie met de software want er geldt, hoe platter de pagina, des te beter het effect. De Augmented Reality software is op een CD gebrand en in een hoesje binnen het boek bijgeleverd als totaal één pakket. Om de software te gebruiken wordt de cd ingevoerd in de CD station van een Microsoft Windows computer en de installatie programma start automatisch op. Nadat de installatie voltooid is kan gebruik gemaakt worden van de applicatie.

Het boek bestaat uit totaal 28 bladzijden inclusief voor- en achterkant. In het voorwoord worden de instructies over het gebruik van het gegeven en er wordt verteld wat de bedoeling is van het boek. Een prototype van het boek en applicatie is aangeleverd aan de klant, en niet een compleet promotie campagne. Hiermee kan de klant een besluit nemen om te gaan investeren in het concept.

In bijlage VII is een transcriptie van het boek te lezen. Er wordt ook één exemplaar van het product meegeleverd met het stagedossier. Wegens een beperkt budget kan er maar één kopie aangeleverd worden.

8 Evaluatie

In dit hoofdstuk wordt het product ten opzichte van het proces geëvalueerd.

8.1 Evaluatie van het product

Het product specificaties aan het begin van het project waren nogal een beetje wazig. De klant wist nog niet precies wat zij wilde en het was de taak van de stagiair om met hun te zitten om te bespreken over de mogelijkheden en wat de stagiair voor hen kon betekenen. Uitgegaan van de tijd en de mankracht was er besloten om een prototype te maken voor hun eigen portfolio. Het idee was om een interactief boek te maken dat gebruik maakte van een Augmented Reality applicatie en dat eventueel bekeken kon worden met een speciaal ontworpen bril, Virtual Reality Goggles. Het doel van het boek was om op een informatief en interactief boek te ontwerpen omtrent de Civiele Techniek binnen Nederland dat gebruikt zou kunnen worden als promotie materiaal voor het bedrijf Jelmer en het vak Civiele Techniek. Dit boek verrijkt dan de kennis van lezers op het gebied van de Civiele Techniek binnen Nederland en op het gebied van een nieuwe technologie die mogelijk een groot rol kan spelen in de toekomst de Civiele Techniek, Augmente Reality.

Het bovenstaande is in het kort het uitgangspunt van het product. De resultaten van het stagetraject zijn dan nog te evalueren en te kijken in hoeverre het is gelukt om de specificaties na te bootsen. Het uiteindelijk product is een prototype geworden van boven is beschreven. Het boek behandelt maar een klein gedeelte van het vak Civiele Techniek met twee grote projecten die er zijn geweest in Nederland. Om het bepaalde doel te kunnen bereiken zal er toerijkend informatie aangeboden moeten worden. Deze informatie zal dan ook gedetailleerd uitgebeeld moeten worden in de Augmented Reality applicatie met duidelijker animaties, interactie van de gebruiker met de 3D objecten en geluid voor extra informatie. Het gemaakte prototype heeft als doel om een beeld te geven van de vernieuwende technologie, Augmented Reality en hoe deze toegepast zou kunnen worden in het bedrijf Jelmer en in de Civiele Techniek.

8.2 Evaluatie van het proces

De afstudeerperiode heeft totaal 25 weken geduurd. Er is 5 weken extra toegekend aan het afstuderen om de opdracht af te ronden. Het was een zeer intuïtieve periode geweest met een hoog leertraject. De grote lijnen van de opdracht waren samen met de klant besproken en de meeste werkzaamheden zijn door de afstudeerder zelf gedaan. Omdat de klant zelf niet precies wisten wat ze wilden is door de afstudeerder zelf veel bepaald. Het proces tot het eindproduct was een leertraject nog het proces tot het verkrijgen van het eindproduct, hoe te werk is gegaan om het product te kunnen ontwikkelen. Met behulp van project management methodieken en ontwikkel methodieken is er HBO niveau gewerkt.

Er zijn een aantal stappen gevolg om tot het product te kunnen komen. In het begin was er een plan van aanpak gemaakt met een planning om vast te leggen hoe het project zal voorlopen. Het project is uiteindelijk niet volledig volgens de planning gegaan, er is veel uitloop plaats gevonden in geplande activiteiten en het project management is niet helemaal soepel gegaan. Er was veel uitloop plaats gevonden tijdens het werven van informatie voor in het boek. Dit had vermeden kunnen worden als er betere afspraken met de klant gemaakt werden, dat er een volledige duidelijkheid ontstond tussen alle partijen over de opdracht. Er hadden betere afspraken gemaakt moeten worden over wat de stagiair zou doen en wat de klant aan zou leveren. Dit is ontstond door een gebrek aan communicatie. Interne en externe communicatie zijn erg belangrijk voor de vordering van een opdracht. De miscommunicatie die gebeurd is bij vaststellen van een verhaallijn voor het boek heeft ook invloed gehad op de 3D ontwerpen die zijn gemaakt. Omdat in het begin niet al vast stond welke opdrachten in het boek gevisualiseerd zouden worden is er afgeweken van de vastgestelde tijd die nodig was voor het modeleren van de 3D objecten. Afgezien van de miscommunicatie en afwijkingen in de planning is het gelukt om het product aan te leveren bij de klant met tevredenheid.

Er is door de afstudeerder tijdens zijn afstuderen niet genoeg rekening gehouden met de tijd die nodig zou zijn om ook aan het afstudeerverslag te werken. Er is wekelijks rekening mee gehouden maar niet voldoende. De gevolgen hiervan was dat de eerste goedkeuring onvoldoende was. Dit had beter kunnen gaan door een aparte planning te maken met mijlpalen specifiek voor de vordering van het afstudeerverslag. Er zou ook dagelijks opgeschreven moeten worden wat er gedaan

was op die dag, welke problemen aanwezig waren en hoe deze opgelost zouden kunnen worden.

9 Literatuurlijst

- C++ Primer Plus 5th Edition – Stephen Prata
- Papervision3D Essentials – Jeff Winder & Paul Tondeur
- FLARToolkit Documentatie
 - <http://www.flartoolkitdocs.org/>
 - <http://blog.jwwisman.nl/2009/03/23/flartoolkit-single-multiplemarker-detection/>
 - <http://flash.tarotaro.org/blog/2008/12/14/artoolkit-marker-generator-online-released/>
 - <http://flashworks.wordpress.com/2009/09/30/about-performance-and-precision-using-the-camera-flar-toolkit-and-papervision/>
- Papervision 3D documentatie
 - <http://blog.papervision3d.org/>
- ARToolkit Documentatie
 - <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/>
- Civiele Techniek Documentatie
 - <http://www.deltawerken.com/Deltawerken/16.html>
 - www.rijkswaterstaat.nl
 - <http://www.stoommachine.info/hijskraan.html>
- Design
 - [http://www.digital-web.com/types/design in theory and practice/](http://www.digital-web.com/types/design%20in%20theory%20and%20practice/)
 - [http://en.wikipedia.org/wiki/Design elements and principles](http://en.wikipedia.org/wiki/Design_elements_and_principles)
 - <http://www.davidairey.com/design-guide-for-print/>

10 Glossarium

A

Actionscript

ActionScript is de scripttaal van Adobe Flash en Adobe Flex. Door ActionScript toe te voegen kun je interactieve filmpjes of animaties, spelletjes en geavanceerde toepassingen maken. Met Flash AS (waarbij AS de afkorting is van ActionScript) is het ook mogelijk om externe bestanden in je Flash-applicatie te laden, zoals plaatjes en geluiden.

Adobe Flash

Adobe Flash is een computerprogramma waarmee animaties, webvideo's en webapplicaties gemaakt kunnen worden. Het wordt veel gebruikt om websites aan te kleden en voor reclame-uitingen bij websites, zogenaamde banners.

Adobe Flash Builder

Adobe Flash Builder is een Integrated Development Environment (zie IDE) gebouwd op de Eclipse platform bedoeld voor het ontwikkelen van Rich Internet Applications (RIAs) en cross-platform desktop applicaties vooral voor de Adobe Flash platform.

Adobe InDesign

Adobe InDesign is een desktop publishing-programma (DTP) voor het opmaken van pagina's voor drukwerk.

Adobe Photoshop

Adobe Photoshop is een grafisch programma voor het bewerken van foto's en ander digitaal beeldmateriaal via de computer. Photoshop is ontwikkeld door softwareproducent Adobe.

ARToolkit

ARToolkit is een code bibliotheek die gebruikt wordt voor gezichtsherkenning applicaties. ARToolkit maakt het mogelijk om virtuele beelden op de reële wereld te plaatsen. Om dit te doen gebruikt het video beeld tracerende mogelijkheden om de camera positie en oriëntatie in real-time uit te kunnen rekenen.

Augmented Reality (AR)

Toegevoegde realiteit (TR) (eng: Augmented reality) is een vakgebied dat zich hoofdzakelijk bezighoudt met het zo realistisch mogelijk toevoegen van computergemaakte beelden aan rechtstreekse, reële beelden. In plaats van informatie af te beelden op klassieke en geïsoleerde beeldschermen, worden de data geprojecteerd in het gezichtsveld van de gebruiker, meestal door middel van een head-mounted display of head-up display. Het maakt het verschil tussen de reële wereld en de virtuele wereld steeds kleiner en zorgt tevens voor eenvoudiger en gebruikersvriendelijkere interfaces, ook voor complexere toepassingen.

Autocompletion

Automatische aanvulling, ook wel auto-aanvullen of autocomplete genoemd, is een optie die door veel broncode-editors, tekstverwerkers en webbrowsers gebruikt wordt. Bij automatisch aanvulling voorspelt het programma het woord of de zin die de gebruiker wil typen zonder dat deze dit al volledig heeft ingetikt.

B

Benchmark

Een benchmark, vertaalbaar als 'referentiekader' of 'ijkingskader', is een basis om de prestaties van verschillende systemen, apparaten of organisaties met elkaar te kunnen vergelijken. Benchmarking is een manier voor organisaties om van elkaar te leren, verantwoording af te leggen en toezicht te vergemakkelijken. De uitkomst van een benchmark is een soort maatgetal dat iets over de prestatie zegt.

C

C++

C++ is een programmeertaal gebaseerd op C. In tegenstelling tot C is C++ een multi-paradigmataal, wat inhoudt dat er verschillende programmeerparadigma's gebruikt kunnen worden. De taal is ontworpen door Bjarne Stroustrup voor AT&T Labs, als verbetering van C. De naam is afkomstig van de programma-opdracht "C++", wat betekent: verhoog de waarde van de variabele C met 1.

F

FLARToolkit

FLARToolkit is een geconverteerde versie van **ARToolkit** voor de Adobe Flash Actionscript 3.

I

IDE

Een IDE of Integrated Development Environment is een computersoftware die een softwareontwikkelaar ondersteund bij het ontwikkelen van computersoftware.

O

Objectgeoriënteerd programmeren

R

Repositorie

SVN opslagplaats voor project. (zie SVN)

S

3D Studio Max

3D Studio Max (vaak afgekort tot 3DSMAX) is een computerprogramma voor het vervaardigen van 3D ruimtelijke modellen met behulp van vectoren en coördinaten. De gemaakte oppervlaktes kunnen worden bekleed met afbeeldingen (texture mapping) zodat een rechthoekig blok er als een huis uit kan zien.

Subversion (SVN)

Subversion is een versiebeheersysteem en in 2000 opgezet door CollabNet Inc. Subversion is de opvolger van CVS, een alternatief versiebeheersysteem. Subversion is uitgebracht onder de Apache Licentie, waardoor het openbroncode programmatuur (opensource software) is.