

IOP Integrale ProductCreatie- en Realisatie

Projectresultaten tender 2004

Interessante oplossingen voor een complex vakgebied

Een flinke sprong voorwaarts met hulpmiddelen en methoden voor ontwerpers, dat is de ambitie van het in 2004 gestarte Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma Integrale ProductCreatie en -Realisatie (IOP IPCR). Dit IOP wil ontwerpers in de industrie ondersteunen met nieuwe hulpmiddelen en methoden. Daarmee kunnen zij in de toekomst sneller en beter ontwerpen, ook – of juist vooral – wanneer specificaties onvolledig en nog lang niet definitief zijn. De eerste tender leverde 28 onderzoeksvoorstellen op, waarvan er vier projecten door de selectie kwamen. Dit boekje bundelt hun resultaten en ervaringen, zowel die van de onderzoekers zelf als die van de deelnemende bedrijven.

De afsluiting van de eerste tender is ook een mooi moment voor een gesprek met de voorzitter van het IOP IPCR, Joop Postema, en met decaan Jeu Schouten van de TU/e. Joop Postema hoeft niet lang na te denken over de vraag wat er de afgelopen jaren is bereikt. “Ik ben blij verrast met de resultaten van de eerste tender”, zegt hij enthousiast. “Kijk, aio’s zijn jonge mensen die nog vrijwel geen bedrijf van binnen hebben gezien. Kun je van hen wel verwachten dat zij met interessante oplossingen komen voor een complex vakgebied als productontwikkeling? En toch hebben deze aio’s prima resultaten afgeleverd, waarvan er enkele zelfs al door de betrokken bedrijven in gebruik zijn genomen! Dat hadden we niet durven dromen.” Zeker in het begin niet, geeft Joop Postema eerlijk toe. “Ik vond de projecten maar langzaam op gang komen. Het bleek behoorlijk lastig om aio’s te vinden, sommige konden pas na ruim een jaar beginnen. Dat was ontvullerend.” Des te blijer is hij met de successen die de projecten in en na hun derde jaar boekten. “Ik ben blijkbaar te ongeduldig geweest. De resultaten hebben mijn verwachtingen en die van de bedrijven duidelijk overtroffen.”

De eerste jaren van het IOP IPCR hebben ook de Nederlandse faculteiten Industrial Design Engineering in Delft, Eindhoven en Enschede meer opgeleverd dan zij hoopten. Jeu Schouten (TU/e) spreekt namens de drie decanen als hij zegt:

“Er bestond tussen de universiteiten per vakgebied wel kennisuitwisseling, maar door dit IOP zijn de verbanden veel hechter geworden. Want de onderzoekers hebben binnen deze projecten heel intensief en gestructureerd contact. Dat geldt niet alleen voor de aio’s, maar ook voor hun begeleiders. Daardoor ga je je activiteiten als vanzelf veel meer op elkaar afstemmen.” Een direct gevolg is de gezamenlijke ontwerpschool, die eind 2009 van start gaat. “Zonder dit IOP waren noch de plannen noch de inhoud ervan zo snel tot stand gekomen. Je zou het een onderzoeksschool kunnen noemen met een focus op ontwerpen”, legt Jeu Schouten uit. “Promovendi en Masterstudenten van de drie faculteiten worden er opgeleid tot wetenschappelijk ontwerper en wetenschappelijk onderzoeker en voeren onder die paraplu hun projecten uit. Aio’s uit het hele land volgen er cursussen, waardoor zij sneller naar elkaar toe groeien. Die school houdt ook de link met de bedrijven in stand, die we door dit IOP zo goed hebben leren kennen. Faculteiten als de onze moeten en willen dicht bij de industrie opereren. Als straks het IOP IPCR is afgelopen, blijft die band bestaan.” Een ander mooi voorbeeld van de gegroeide samenwerking tussen de faculteiten is de jaarlijkse tentoonstelling Design United. “Die hebben we nu drie keer georganiseerd tijdens de Dutch Design Week in Eindhoven. We tonen de industrie voorbeelden van ons werk en wat onze afgestudeerden voor hen kunnen betekenen. Dat Design United parallel aan het IOP tot stand is gekomen, is zeker geen toeval.”

“Net als bij de kennisinstellingen is tussen de deelnemende bedrijven een hechte band ontstaan”

Zowel Joop Postema als Jeu Schouten zien dat de onderzoeksprojecten tot een sterke onderlinge band tussen de deelnemende bedrijven leiden. “Ik ben ervan overtuigd dat de samenwerking alleen al daardoor meerwaarde voor hen heeft”, zegt Jeu Schouten. Joop Postema voegt toe: “Natuurlijk was dat wel onze ambitie, maar of zoiets gebeurt moet je maar afwachten. Net als bij de kennisinstellingen is hier een hecht netwerk ontstaan.” Het merendeel van deze bedrijven betreft echter grote ondernemingen en heeft een tamelijk omvangrijke ontwerpafdeling. Hoe gaat spin-off van de onderzoeksresultaten naar het mkb in zijn werk? Joop Postema: “Dankzij de steun van de Brabantse Ontwikkelings Maatschappij en Philips Applied Technologies kunnen we dat goed organiseren. Je hebt gewoon iemand nodig die aio’s helpt hun gedachten scherp te krijgen over de waarde van

hun onderzoek voor een bedrijf en hoe je de resultaten over het voetlicht kunt brengen. Met alleen een proefschrift bereik je het mkb niet. Daarvoor moet je andere dingen doen. Workshops organiseren bij een bedrijf, handleidingen of zoals wij ze noemen: werkboeken presenteren, of je eigen bedrijf beginnen zoals een van de eerste aio's uit het IPCR-programma is gaan doen. Het lijken triviale dingen, maar ze zijn wel cruciaal."

Intussen loopt nu alweer de derde ronde onderzoeksprojecten van het IOP IPCR. De rol van de gebruiker is dominantier geworden in de projecten, observeert Joop Postema. "We zien dat *user centered design* ook bij kapitaalgoederen een steeds grotere rol speelt. De scheiding met consumentengoederen is wat dat betreft vrijwel verdwenen. Neem bijvoorbeeld medische missers door verkeerd gebruik van apparatuur. Door die verschuiving naar meer *user centered* ontwerpen doen er aan de nieuwe projecten heel andere spelers mee. We zien nu ook designbureaus en hbo-instellingen participeren. Een leuke mix waarmee je bovendien het mkb beter bereikt."

Inhoud

Smart synthesis tools	6
Managing soft reliability	13
Levenscyclusgericht ontwerpen van kapitaalgoederen	20
Gesynthetiseerde ontwerpomgeving	26

Smart synthesis tools

Het succes van een product of compleet systeem staat of valt met de keuze van een goed concept. Maar het vinden van het beste concept is arbeidsintensief. Het zou mooi zijn als een hulpmiddel grote aantallen oplossingen kan genereren en die rangschikt op kwaliteit. In een gezamenlijk project van de Universiteit Twente en de Technische Universiteit Delft hebben onderzoekers bouwstenen ontwikkeld waarmee je zo'n computergereedschap voor een specifiek ontwerpprobleem kunt samenstellen.

Het ontwerpen van koelkanalen in een spuitgietmatrijs is een specialistisch karwei. Niet alleen door de ruimtelijke beperkingen in de matrijs, maar ook omdat de afkoeltijd de prijs van kunststof onderdelen bepaalt. Bovendien is de kwaliteit van het eindproduct het hoogst als het homogeen kan afkoelen. "Je wil voor dit ontwerpprobleem snel veel oplossingen kunnen genereren en evalueren", vertelt Fokke J. van der Veen van de afdeling Advanced Technology van Philips Consumer Lifestyle. "Maar met de hand is dat een langdurige klus." Een ideale case dus om te onderzoeken of een compu-

tergereedschap – een zogenaamd synthesesetool – sneller en beter de positie van de koelkanalen kan bepalen dan een ontwerper.

"In het verleden hebben we aan de Universiteit Twente meerdere prototypes van synthesesetools ontwikkeld. Zo'n tool genereert en optimaliseert oplossingen op basis van gewenst gedrag en de kennisregels uit een specifiek domein. Hoewel deze techniek grote voordelen kent, vindt ze vrijwel geen industriële toepassing", legt projectleider Hans Tragter uit. "In het IOP-project Smart synthesis tools hebben we flink wat barrières weggenomen die grootschalige toepassing in de weg staan. Daarbij hebben we implementaties gemaakt voor vier totaal verschillende industriële omgevingen. Dat leverde niet alleen domeinspecifieke software op, maar ook een gereedschapskist met algemeen bruikbare bouwstenen. Voor elk gewenst ontwerpprobleem kun je nu in korte tijd een synthesehulpmiddel in elkaar zetten. Dankzij de aio's, vier steengoede ontwerpers, is het resultaat veel generieker geworden dan ik van tevoren had durven hopen."

Het boven water krijgen en toegankelijk maken van expertkennis was één van de eerdergenoemde barrières. Bij PANalytical is met succes een methode ontwikkeld en uitge-

test om die kennis te achterhalen en vervolgens in een computerprogramma te gebruiken. “Hoewel bij zulke bedrijven een hoop informatie over ontwerpregels en -beslissingen in designhandboeken is vastgelegd, is het voor nieuwe medewerkers lastig om die toe te passen. Met onze methode kun je bepalen of een synthesehulpmiddel voor een bepaald bedrijf geschikt is, de expertkennis via enkele gesprekken met ervaren medewerkers vastleggen en de benodigde bouwstenen samenvoegen”, vertelt Hans Tragter. Dit deel van het onderzoek leidde tot de spin-off Antworks, die synthesesoftware en -diensten levert.

“Uiteindelijk wil je niet zomaar een oplossing, je wilt de beste”

Op een ander deelprobleem is ingezoomd bij Vanderlande Industries. Dat leverde een prototype op dat niet alleen oplossingen genereert, maar deze ook kan evalueren en optimaliseren op basis van meerdere criteria. Hans Tragter: “Bij het ontwerpen spelen altijd verschillende, soms tegenstrijdige, criteria een rol. In het geval van een bagageafhandelingsysteem zijn dat onder andere capaciteit, kostprijs, verblijftijd van de koffer op de band, maar ook de capaciteit die overblijft als een deel van het systeem uitvalt. Het wordt behoorlijk complex als je bij de beoordeling van de oplossingen meerdere performance-indicatoren mee moet nemen. Met het resultaat van dit deel van het onderzoek kan de klant kiezen voor een ontwerp met een hogere kostprijs, vanwege een grotere uptime of een lager ruimtebeslag. Uiteindelijk wil je niet zomaar een oplossing, je wilt de beste.”

Bij Océ Technologies is weer een andere barrière aangepakt. Een belangrijk probleem in het ontwikkeltraject van professionele prin-

ters is dat componenten elkaar beïnvloeden. Zo creëert een elektromotor warmte, waarop een sensor elders in het apparaat onbedoeld reageert. “Daar kom je als ontwerper normaal gesproken pas achter bij het testen van dure prototypes”, vertelt Hans Tragter. “Je kunt die effecten wel in rekenmodellen vastleggen, maar dat is alleen haalbaar als je van tevoren weet naar welk fenomeen je op zoek bent. We hebben in dit projectonderdeel de mogelijkheden verkend of je onbedoelde fysische verschijnselen ook kwalitatief kunt voorzien. Je kijkt dan naar de invloeden van componenten op elkaar en de waarschijnlijkheid daarvan, zonder uitgebreid te gaan rekenen. Dat lijkt te kunnen. Zo kun je de ontwerper al vroeg op mogelijke valkuilen wijzen.”

De vierde invalshoek van het project was het vereenvoudigen van complexe ontwerpproblemen door deze in stukjes te knippen, en vervolgens de gevonden deeloplossingen weer tot een totaaloplossing aan elkaar te rijgen. De industriële case hiervoor was de eerdergenoemde plaatsing van koelkanalen in een spuitgietmatrijs bij Philips. “De implementatie hiervan heeft grote potentie”, vindt Hans Tragter. “Alleen al in Nederland zijn meer dan honderd matrijsbouwers actief. Het scheelt bedrijven handenvol geld als je in een uurtje tientallen oplossingen kunt creëren. Dat kan nu dus. De ontwikkelde techniek is overigens bruikbaar voor alle ontwerpproblemen die gerelateerd zijn aan complexe productgeometrieën.”

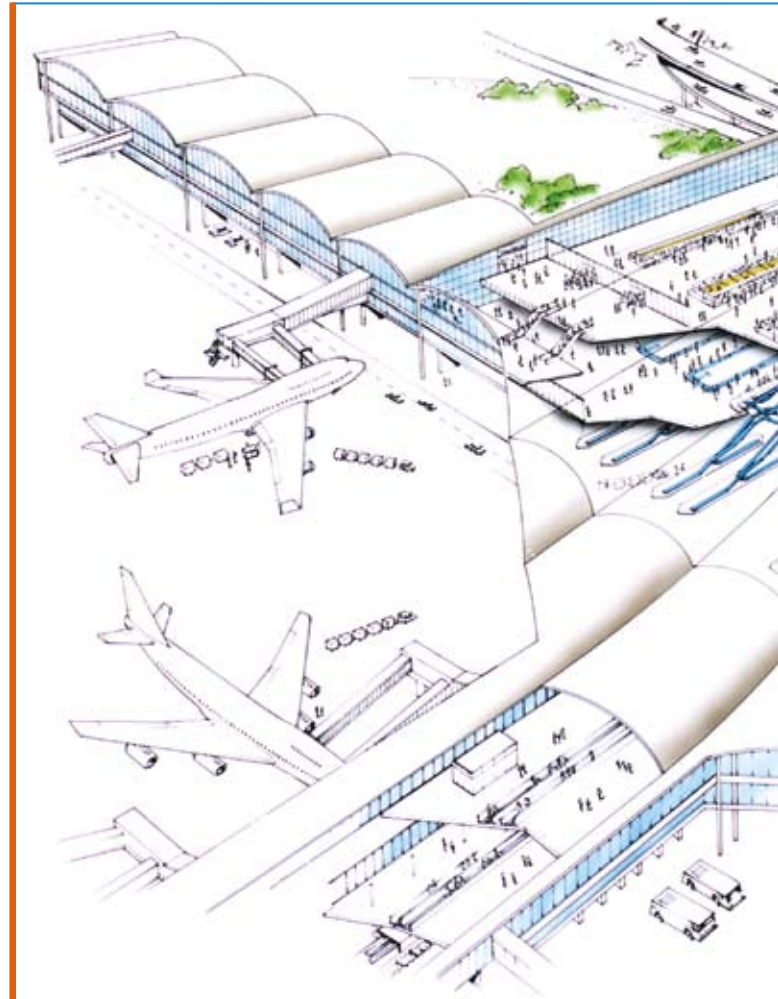
“Je kunt een synthesetool vergelijken met een online reisplanner”

“De opgeleverde synthesesoftware kunnen we inderdaad goed gebruiken”, zegt Fokke J. van der Veen van Philips Consumer Lifestyle. “Want door de vertaling van wetenschappelijk onderzoek naar onze eigen situatie kun je collega’s iets concreets laten zien.

Dat maakt het makkelijker om hen van het nut van synthesehulpmiddelen te overtuigen. Ook hebben we nu een efficiënte manier om kennis over het ontwerpen van de koeling van matrijzen uit de hoofden van experts te halen en toegankelijk te maken voor anderen." Een volgende stap is een uitgebreide praktijktest van de software. Voor Fokke J. van der Veen is samenwerking met kennisinstellingen niet meer dan logisch: "Wij hebben noch de menskracht noch de achtergrond om zulk onderzoek zelf te doen. In dit project hebben de aio's en de bedrijfscases elkaar geweldig versterkt. Daardoor, en door de inzet van afstudeerders, hebben we nu iets praktisch in handen."

"Het zou handenvol geld schelen als je in een uur tientallen oplossingen kunt creëren"

Walter van den Hoogenhof, fysisch ontwerper van röntgenfluorescentieapparatuur bij PANalytical, heeft door de samenwerking met de onderzoekers gezien dat je met synthesetools veel sneller grote aantallen oplossingen kunt genereren. "Met het ontwikkelen van de optiek voor onze röntgenapparaten voor materiaalonderzoek zijn we nu gauw een half jaar tot een jaar bezig", vertelt hij. "Ik denk dat je met deze software minstens een factor vijf tot tien sneller tot optimale oplossingen kunt komen dan met de huidige werkwijze. Je kunt het vergelijken met het gemak van een online reisplanner, in plaats van te zoeken in een spoorboekje." Voordat zo'n synthesehulpmiddel bij PANalytical kan worden ingezet zijn er nog wel wat drempels te overwinnen, zegt Walter van den Hoogenhof. "Afgezien van de beperking dat het nu werkt voor de optiek van één producttype, is het een strategische keuze of je hierin gaat investeren. PANalytical zal de ontwerpregels voor het optisch pad in de toe-

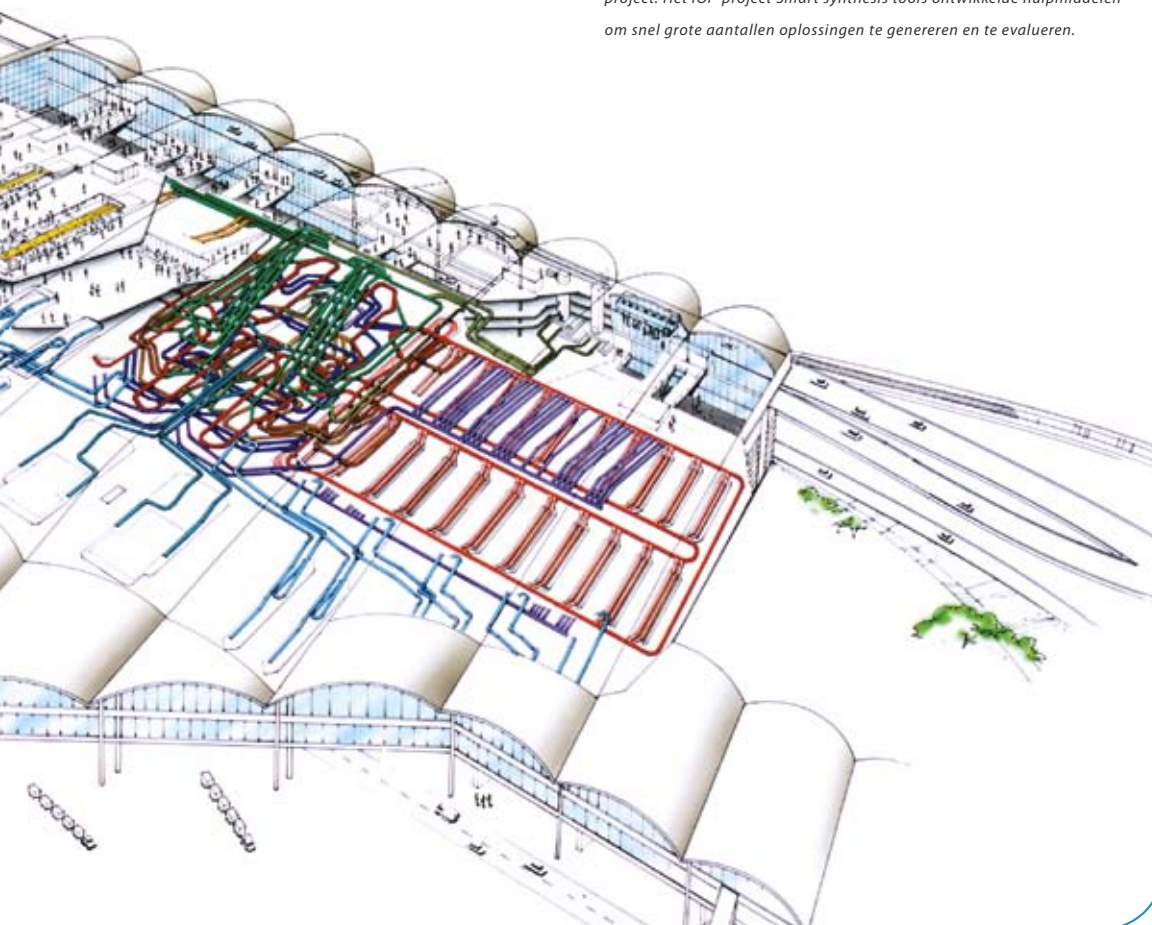


komst steeds moeten verfijnen, terwijl er externe partners nodig zijn voor onderhoud en support van de software."

Vanderlande Industries werkt graag en veel samen met universiteiten. "Daar vind je de laatste stand van zaken. Samen onderzoek doen is essentieel om voorop te blijven lopen in de markt", zegt productmanager Roy van Putten. Voor Vanderlande Industries is het

Het ontwerpen van een bagageafhandelingsysteem is een groot, complex project. Het IOP-project Smart synthesis tools ontwikkelde hulpmiddelen om snel grote aantallen oplossingen te genereren en te evalueren.

COPYRIGHT: VANDERLANDE INDUSTRIES



IOP-project nog in volle gang, want door omstandigheden begon de vierde promovendus later dan de rest van het team. Daardoor is in de praktijk het bewijs pas gedeeltelijk geleverd dat de computer inderdaad ontwerpen voor een bagageafhandelingsysteem kan maken en evalueren. “Wat we wél hebben gezien is dat je oplossingen kunt evalueren op basis van één criterium, het aantal bagage-

stukken per uur. Het onderzoek dat nu nog loopt, kan hopelijk grotere aantallen prestatie-indicatoren aan. Ik heb er vertrouwen in dat dat lukt.” Voor Vanderlande Industries zou een synthesetool een cruciaal en vaak gebruikt onderdeel van het ontwerpproces zijn. Zo cruciaal, dat het bedrijf zo’n systeem helemaal opnieuw in eigen beheer zou ontwikkelen.

Van links naar rechts:
Wouter Schotborgh, Matthijs Bomhoff,
Valentina d'Amelio, Juan Jauregui-Becker



“Het is prettig om te kunnen sparren”

Een Italiaanse, een Venezolaan en twee Nederlanders voerden samen het IOP-project Smart synthesis tools uit. Hoewel zij op verschillende momenten aan hun promotietraject begonnen en hun werk bij bedrijven verspreid over heel Nederland uitvoerden, hebben zij veel aan elkaar gehad.

Valentina d'Amelio, Juan Jauregui-Becker, Wouter Schotborgh en Matthijs Bomhoff vormden samen de kern van het onderzoeksteam van de Universiteit Twente en de Technische Universiteit Delft. Wouter was de eerste die van start ging. In april 2009 promoveerde hij. “Het fascineert me dat je computers op veel momenten in het ontwerpproces heel nuttig kunt inzetten – zoals voor tekenen, rekenen en simulatie – maar dat de mens er

bij het ontwerpen alleen voor staat”, vertelt hij.

“Ik zag en zie grote toegevoegde waarde van softwaretools die daarop inspelen. Vandaar dat ik als directeur van Antworks, een spin-off van de Universiteit Twente, de onderzoeksresultaten verder wil ontwikkelen tot een commercieel product.” Matthijs begon als laatste van de vier aan zijn deel van het onderzoek, eind 2007. Hij doet dat bovendien parttime, naast een eigen bedrijf dat hij als student samen met drie anderen heeft opgezet. “Omdat de andere aio's een flinke voorsprong hadden, konden ze me goed op weg helpen. Er was bijvoorbeeld al veel bekend over de bedrijfsfase bij Vanderlande Industries waar ik aan werk”, vertelt hij. “Ik had als ‘zij-instromer’ een vliegende start.”



Valentina bracht voor haar onderzoek veel tijd door bij Océ Technologies. Ze verhuisde ervoor vanuit Delft naar Venlo, waar ze twee keer een paar maanden fulltime doorbracht. “Daar heb ik van heel dichtbij kunnen observeren wat R&D bij een groot bedrijf inhoudt”, zegt ze. “Dat was niet alleen zinvol voor mijn onderzoek, het heeft me ook inzicht gegeven in wat ik zelf het liefste zou doen. De vroegste fase van development, conceptontwikkeling, vind ik het leukst. Daar komt de meeste creativiteit bij kijken. Ik hoop hierna een baan te vinden in die hoek.” Juan reisde regelmatig van Enschede naar Drachten, waar hij gedurende enkele maanden wekelijks twee dagen bij Philips doorbracht. “Dat was nodig om uit de laboratoriumfase te komen. Je wordt daar geconfronteerd met échte problemen, en die zijn totaal anders dan waar je op de universiteit aan werkt. Ik vond het ook boeiend om te zien hoe een bedrijf functioneert. Dat was nieuw

“Aan de Nederlandse directheid heb ik moeten wennen”

voor mij, want tijdens mijn afstuderen in Enschede heb ik geen bedrijfsstage gelopen.”

Ondanks de soms grote afstanden tussen hen hebben de vier veel aan elkaar gehad. Wouter legt uit: “Het is heel prettig om *sparring* partners te hebben en niet vier jaar in je eentje bezig te zijn. We hebben flink gediscussieerd. Omdat iedereen aan een eigen onderwerp werkte en onze achtergronden verschillend zijn, kijken we met andere ogen naar elkaars vraagstukken. Die feedback was heel zinvol.” Voor Matthijs is het als wiskundige erg interessant om met twee werktuigbouwers en een ingenieur lucht- en ruimtevaarttechniek samen te werken. “Wiskundigen kijken nogal theoretisch naar een probleem en zoeken vaak naar een optimale oplossing, werktuigbouwers zijn wat praktischer ingesteld en willen een oplossing vinden die in de praktijk voldoet. Dat geeft een andere invalshoek.”

Wennen aan de Nederlandse cultuur vond de uit Rome afkomstige Valentina niet zo moeilijk. Ze had al eerder in Nederland gewoond, tijdens haar afstudeerwerk bij de Delftse faculteit Luchtvaart- en ruimtevaarttechniek. “Wel nieuw was om mezelf en mijn werk te presenteren. Nederlanders reageren heel direct.” Juan kende ons land ook al langer, deels door zijn Nederlandse moeder, deels omdat hij vanuit Venezuela in Enschede afstudeerde. Hij is het met Valentina eens: “Ik heb erg aan die directheid moeten wennen. In het begin dacht ik wel eens: hebben ze iets tegen mij persoonlijk? Door de cursus Cultural diversity van SenterNovem kwam ik erachter dat Nederlanders gewoon zo zijn. Sindsdien heb ik ook de voordelen ervan leren waarderen.”

PROJECT INFORMATION

Project: *Smart Synthesis Tools*

Objective: *to achieve a substantially shorter design time and higher quality by means of a tool that allows designers to evaluate numerous solutions as early as possible in the concept-development phase*

Most important results: *a toolbox with general building blocks to create a synthesis tool for specific types of design problems; domain-specific implementations for four industrial cases; a spin-off company (Antworks) that brings synthesis software and services to the market.*

Industry involved: *Antworks, Confirmat, Ingenieursbureau Post & Dekker, Netherlands Ministry of Defence, Océ Technologies, PANalytical, Philips Consumer Lifestyle, TCPM Oost, Technodome, Vanderlande Industries*

Number of PhD students: *4*

Funded by IOP: *€1,079,083*

Contact: *Jir. Hans Tragter, h.tragter@utwente.nl; telephone +31 (0) 53 489 2596*

Website: *www.utwente.nl/synthesis*

Summary

The success of a product is closely related to the quality of the initial concept. But finding the best concept is extremely labour intensive. It would help designers if there were tools that could generate large numbers of solutions and arrange those according to various qualities. Researchers from Twente University and the Delft University of Technology joined forces to develop the building blocks one needs to make such a computer tool for whatever design problems one might have. In the process of working on four industrial cases, they also tackled a number of specific bottlenecks that synthesis technology is facing.

At PANalytical, a method was developed for gathering expert knowledge and integrating it with the developed generic building blocks to form a synthesis system. That system is able to generate solutions on the basis of desired behaviour and expert rules. This research also led to a spin-off company, Antworks, which offers synthesis software and services.

Research on another aspect of the problem took place at Vanderlande Industries. There, a prototype was developed that not only generates solutions but is also able to make design decisions and optimize solutions on the basis of multiple criteria.

At Océ Technologies, the researchers explored the possibilities in terms of forecasting – before elaborate analyses are made – whether or not the individual components will adversely affect each other's behaviour.

The fourth subproject involved the development of divide-and-conquer strategies: dividing design problems into smaller pieces and then integrating the partial solutions to form a total solution. Philips Consumer Lifestyle provided the industrial case for this in the area of mould-design.

Managing soft reliability

Kopers van complexe hightech producten – van blu-rayspelers tot röntgenscanners en grootformaat kleurenprinters – gebruiken deze vaak anders dan ontwerpers hebben voorzien. Als het product vervolgens niet doet wat gebruikers willen, leidt dat tot ontevredenheid en klachten. Dat is nu verleden tijd: de aanpak van vier onderzoekers van de Technische Universiteit Eindhoven is een flinke stap voorwaarts om soft reliability problemen te helpen voorkomen.

De vier onderzochten de achtergronden van soft reliability problemen en ontwikkelden er tools voor. Hoogleraar Quality and Reliability Engineering Aarnout Brombacher (TU/e) is erg tevreden over de resultaten: “De intensieve samenwerking van de aio’s heeft ongelooflijk veel vruchten afgeworpen. Ze leverden meer op dan we hadden verwacht!”

“Er is bijvoorbeeld software ontwikkeld die de handelingen van gebruikers kan monitoren”, vervolgt Aarnout Brombacher in zijn werkkamer op de Eindhovense campus. “Je kunt op afstand volgen wat mensen met een apparaat

doen. Eigenlijk hadden we alleen passief observeren voorzien. Tot onze verrassing is ook tweerichtingsverkeer gelukt. Een gebruiker kan nu op het moment zélf aangeven dat er iets niet goed gaat. Je kunt daardoor terugzoeken wat er precies is gebeurd. Dat je iemands handelingen kunt volgen is al uniek, dit maakt het nog mooier.” De software van de onderzoekers is geschikt voor producten met een microprocessor en een dataverbinding. De gegevens gaan voor analyse naar een server op de TU/e. Twee van de vier promovendi zijn van plan met de resultaten van dit deel van het onderzoek een start-up te beginnen. “Een geweldig resultaat.”

“Met deze tools krijg je vrijwel realtime feedback”

In het project zijn data en process mining technieken gebruikt om patronen te achterhalen uit die gebruikershandelingen. Aarnout Brombacher: “Dat geeft ons totaal nieuwe inzichten, want nu weet je welke paden gebruikers bewandelen bij de bediening van producten. Die aanpak en software kun je trouwens ook goed toepassen op business flow analysis. We hebben in één van de cases onderzocht welke weg een klacht door een serviceorganisatie aflegt. Het was interessant dat je aan een behoorlijk goed lopend proces



FOTO: OCÉ TECHNOLOGIES

De ColorWave 600

nog flink wat kunt verbeteren. Die procesanalyse hadden we van tevoren helemaal niet voorzien. En ook hier bestaan er plannen voor een start-up, weer zo'n onverwachte spin-off."

Een van de aio's ontwikkelde een taal om bij callcenters binnenkomende klachten systematisch te categoriseren. Aarnout Brombacher vertelt: "Tot nu toe verdwenen deze gegevens in een grote bak met data waar je niets mee kunt. Maar nu kun je eindelijk klanttevredenheid specifiek benoemen en dus ook meten. En je krijgt niet alleen inzicht in klachten, maar ook in positieve feedback."

Als laatste projectresultaat noemt de projectleider de manier om het verschil in perspectief tussen ontwerper en gebruiker helder te maken. Met speciale vragenlijsten wordt achterhaald wat beide groepen belangrijk vinden aan een product, en hoe belangrijk dan wel. "Dit instrument maakt de verschillen hard, zodat ontwerpers daarop kunnen inspelen. Hiermee kun je gebruikersprofielen verfijnen, zodat je veel gericht marktonderzoek kunt doen."

"We zoeken al een tijd naar mogelijkheden om de oorzaken van no failure found klachten te onderzoeken"

"De vier promovendi vulden elkaar prima aan", vindt Mariëlle Meuffels, senior innovation consultant bij Philips Applied Technologies. "Zowel qua persoonlijkheid, kennis en werkgebied. In vier losse promotietrajecten hadden ze nooit zoveel bereikt." De afdeling waar Mariëlle Meuffels werkt, houdt zich bezig met het verbeteren van bedrijfs- en innovatieprocessen binnen Philips. Een van de redenen waarom dit bedrijf aan het IOP-project deelnam is het grote aantal 'no failure found' problemen waar helpdeskmedewer-

kers tegenaan lopen. Een groeiend aantal binnenkomende klachten over complexe hightech consumentenproducten blijkt niet terug te voeren op een technisch mankement. "We zoeken al een tijd naar mogelijkheden om de oorzaken van die *no failure found* klachten te onderzoeken, zodat je ze kunt voorkomen." De nu gevonden methode om klachten te categoriseren is al tijdens het onderzoeksproject ingevoerd bij een Europese helpdesk voor Philips-consumentenproducten.

"Een bedrijf als Océ kan niet zonder wetenschappelijk onderzoek"

Een andere reden om aan het project mee te doen, was om meer inzicht te krijgen in het gebruik van producten in de praktijk. De data- en process mining technieken zijn op een aantal plaatsen met succes beproefd. "We hebben er bijvoorbeeld gebruiksgegevens van röntgenscanners mee geanalyseerd. Dat leverde op diverse plekken spin-off op. Met de aio's hebben we voor Philips een aantal minisymposia georganiseerd om de toepassing van projectresultaten binnen de organisatie verder te stimuleren. En er loopt nog een traject om de monitoringsoftware geschikt te maken voor meerdere productplatforms."

Ook bij Philips Consumer Lifestyle kwamen de promovendi over de vloer. Toenmalig projectmanager Nico van der Gaarden werkte in 2007 aan een voorstudie naar nieuwe functionaliteit om via de televisie videomateriaal op internet te zoeken en af te spelen. "Eerst was ik alleen geïnteresseerd in de monitoringsoftware", herinnert hij zich. "Ik wilde achterhalen hoe dat gaat: browsen op je tv-scherm en video's vinden via zoekwoorden. Ook waren we benieuwd hoe mensen bepaalde features op wat langere termijn waarderen. Zoals een toverstokje waarmee je de nieuwe functies op je televisietoestel bedient."

“Met de monitoringsoftware kunnen we de gebruiksvriendelijkheid van printers in de praktijk testen, in plaats van in ons usability lab”

Maar de hoeveelheid data die deze veldtest bij twintig *early adopters* opleverde was zó groot dat die niet handmatig te evalueren was. Toen kwam de data mining software uitstekend van pas. Het gevolg was een slimmer zoekmechanisme en een veel simpeler user interface. Er kwam een tweede demonstrator, waarop uitgebreid is geëxperimenteerd met tweerichtingverkeer in de monitoringsoftware.

De ervaringen bij Philips met het op deze manier observeren van gebruikersgedrag zijn erg positief. Nico van der Gaarden: “Normaal gesproken duurt het maanden voordat je feedback krijgt! Want de mensen in onze gebruikerspanels worden persoonlijk geïnterviewd. Nu kun je speciaal ontwikkelde vragenlijsten via de monitoringsoftware rechtstreeks naar je testpanel sturen. Je hebt dus vrijwel real-time feedback, en ook nog eens veel objectiever.” Toch blijft er iets te wensen over: “Het zou nog mooier zijn als we consumentenproducten blijvend kunnen uitrusten met monitoringsoftware. Maar dan voorzien we privacyproblemen.”

Privacyaspecten spelen bij Océ Technologies een minder grote rol, vertelt Fred de Jong, interaction designer bij Océ Research and Development. “We werken vaak met onze zakelijke klanten samen in customer trials en bètatests om de betrouwbaarheid en de kwaliteit van de bediening zo hoog mogelijk te krijgen. Voor hen is ‘meekijken’ geen probleem.” Bedieningsgemak is een stuk minder makkelijk

te kwantificeren dan technische betrouwbaarheid. De onderzoekers hebben daarom meerdere cases uitgevoerd om daar handen en voeten aan te geven. Eén van de cases betrof het verschil in perceptie tussen gebruikers en ontwikkelaars. Door hen speciale vragenlijsten in te laten vullen en de antwoorden te analyseren, zijn de vooroordelen van ontwerpers over wat gebruikers willen expliciet geworden.

Een andere case bij Océ betrof de ColorWave 600, een grootformaat kleurenprinter. Fred de Jong: “Ik wil de gebruiksvriendelijkheid van onze printers in de praktijk testen in plaats van in ons usability lab. Met deze monitoringsoftware kan dat! En met behulp van data mining zijn we te weten gekomen waar gebruikers tegenaan lopen, bijvoorbeeld hoe lastig een bepaalde functie te vinden is.” Er moet nog wel het een en ander gebeuren om de software grootschalig te kunnen gebruiken, vindt Fred de Jong. “Onze ontwikkelaars willen zélf de software kunnen inzetten om bepaalde features te monitoren. Als dat kan, zie ik geen drempels meer, ook niet voor kleinere bedrijven.” Hij kijkt zeer tevreden terug op de samenwerking. “We hebben elkaar geholpen: wij brachten praktijkervaring in, en de onderzoekers de nieuwste kennis en inzichten. Een bedrijf als Océ kan niet zonder wetenschappelijk onderzoek. Zulke projecten zijn broodnodig om te kunnen groeien van een bedrijf dat machines ontwikkelt tot een leverancier van totaaloplossingen.”



Van links naar rechts: Evangelos Karapanos, Aylin Koca, Anne Rozinat, Mathias Funk

“We zijn voor hetzelfde doel naar Nederland gekomen”

Ze kwamen uit alle hoeken van Europa naar Eindhoven, de vier promovendi van het IOP-project *Managing soft reliability*. Daar werkten ze, ieder vanuit een ander perspectief, samen aan hetzelfde doel. Zo konden ze als multidisciplinair team veel meer bereiken dan van tevoren was voorzien.

User-system interaction designer Evangelos Karapanos (Griekenland), computer engineer Aylin Koca (Turkije) en informatiesysteemanalist Anne Rozinat (Duitsland) begonnen eind

2005 hun onderzoek aan de TU/e, de Duitse informaticus Mathias Funk volgde een jaar later. Vrij snel daarna schreef het viertal een gezamenlijk positioning paper dat ongewijzigd werd geplaatst in *Quality and Reliability Engineering International*. Gedurende het hele traject is in industriële cases bij Philips en Océ getoetst of het project op de goede weg was. Zelf vinden ze dat ze veel geluk hebben gehad bij het vinden van de juiste mensen en de juiste case op het juiste moment. Daarover zegt Mathias: “Het gaf ons tussentijds feedback, en het hielp ons

onze hypotheses te testen. Het voordeel van werken met meerdere bedrijven en aan verschillende cases is dat het resultaat veel generieker toepasbaar wordt. Bovendien kunnen we nu een groot aantal voorbeelden van ons werk laten zien. Door alle steun en support die we hebben ondervonden, kwam het beste in ons naar boven.”

“Wij willen graag meer uit de samenwerking halen!”

Voor Evangelos was het fantastisch om toegang te hebben tot ontwerpers én gebruikers van een bepaald product. “Meestal bestaat er een grote kloof tussen research en bedrijven, maar het IOP stimuleert dit juist. Heel bijzonder voor ons allemaal was de case bij Philips Consumer Lifestyle in 2007. Daar konden we alle vier vanuit ons eigen perspectief aan hetzelfde werken. Echt alles kwam toen bij elkaar. Dat maakte aan alle betrokkenen heel duidelijk waarom je verschillende disciplines nodig hebt om soft reliability problemen op te lossen.”

Omdat de vier promovendi voor dit project allemaal uit het buitenland kwamen, trokken ze ook in hun vrije tijd veel samen op. Aylin: “Je leert elkaar dan goed kennen. We hebben gemeenschappelijk dat we voor hetzelfde doel naar Nederland zijn gekomen en dezelfde drives en verwachtingen hebben. Daardoor zitten we snel op één lijn. We hebben heel veel gehad aan elkaars input; daardoor hebben als team veel meer bereikt dan we van tevoren hadden voorzien.” Anne voegt daaraan toe: “Het kostte wel wat tijd om gevoel te krijgen voor de materie. Gelukkig duurde het project vier jaar; daardoor konden we in ons onderwerp groeien.”

Alle vier waren ze onbekend met Nederland en de Nederlanders. Anne vertelt: “Wel hadden we allemaal eerder buitenlandervaring opgedaan, dat maakte de overgang makkelijker. Ik heb totaal geen problemen gehad om in te burgeren, ik zie weinig culturele verschillen. Dat neemt niet weg dat de Cultural Diversity cursus van SenterNovem die we hebben gevolgd, wel het een en ander duidelijk maakte. Zoals de Nederlandse wens om in meetings consensus te bereiken.”

Intussen is duidelijk geworden dat alle promovendi op de één of andere manier verder willen met de resultaten van dit project. Evangelos wil in research blijven en hoopt een positie als post-doc te vinden. Aylin en Mathias hebben een STW Valorisation Grant gekregen om de start van een bedrijf voor te bereiden op het gebied van tools en services voor marktonderzoek. Anne kreeg – samen met twee anderen – eenzelfde Grant voor een valorisatieproject op het gebied van procesanalyse. Aylin besluit: “Je ziet vaak dat gepromoveerden iets totaal anders gaan doen. Dat vinden wij zonde. Wij willen graag meer uit de samenwerking halen!”

“Het voordeel van werken met meerdere bedrijven en aan verschillende cases is dat het resultaat veel generieker toepasbaar wordt”

PROJECT INFORMATION

Project: *Managing Soft Reliability*

Objective: *to develop (management) methods for dealing with soft reliability problems during the product-creation process*

Most important results: *monitoring software for observing the actual use of products; data and process mining tools; a language for systematically categorising incoming complaints at call centres; instruments that reveal differences in perspective and ways of thinking between designers and users*

Industry involved: *Océ Technologies, Philips Applied Technologies, Philips Healthcare, Philips Consumer Lifestyle, Stork Food & Dairy Systems, Xerox Manufacturing, Unilever*

Number of PhD students: 4

Funded by IOP: €820,228

Contact: *Prof. dr. ir. Aarnout Brombacher, a.c.brombacher@tue.nl; telephone +31 (0) 40 247 2390*

Website: www.softreliability.org

Summary

Those who buy highly innovative products – from blu-ray players to X-ray scanners and large-format colour printers – often use them differently than the products' designers had predicted. Products that fail to meet their users' expectations lead to dissatisfaction and complaints. Four PhD students from Eindhoven University of Technology studied the background of such soft reliability problems and developed an approach and the accompanying tools to help designers and service departments prevent those problems. Among other things, they developed software to monitor user activity. Data-mining and process-mining techniques were used to identify patterns in that activity. Those instruments also turned out to be useful for analysing business flow.

In addition, a language was developed for systematically categorising incoming complaints at call centres. A currently running follow-up project should enable a fully automatic analysis of large amounts of unstructured data from various different sources. The resulting method, which sheds light on the differences between designers and users in terms of perspective and their ways of thinking is also being used to achieve more refined user profiles. That, in turn, will enable more focused market research.

The approach and the tools were tested at a number of Philips divisions and at Océ Technologies. At Philips Healthcare, for example, the monitoring software was used to obtain and analyse data on the use of X-ray scanners. At Philips Consumer Lifestyle, a preliminary study on a new functionality for finding and playing Internet video material via television was supported. The method of categorising complaints has now been implemented at a European help-desk for Philips consumer products. At Océ Technologies, the user-friendliness of large-format printers, among other things, was tested in actual practice.

The four PhD students hope to continue working with their results. Two proposals for STW Valorisation Grants have already been granted.

Levenscyclusgericht ontwerpen

Er valt een hoop te winnen wanneer ontwerpers de gevolgen van hun ontwerpbeslissingen voor de systeembeschikbaarheid en de onderhoudskosten kunnen overzien. Want afnemers van dure kapitaalgoederen verwachten hoge kwaliteit en bedrijfszekerheid tijdens de hele levenscyclus, en dat ook nog eens tegen een zo laag mogelijke prijs. De rekenmodellen van de Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit Twente bieden uitkomst.

Of je nou kippenslachterijen inricht, bagageafhandelingsystemen ontwikkelt of radarsystemen levert, afnemers kijken steeds vaker niet alleen naar de aanschafkosten, maar ook naar de onderhoudskosten van hun systeem. Bovendien willen zij dat onderhoud graag uitbesteden. “Total cost of ownership wordt steeds belangrijker. Onze klanten willen weten hoeveel het kost om hun systeem in de lucht te houden, soms tot wel tien of vijftien jaar”, zegt Radj Bachoe van Vanderlande Industries, leverancier van onder andere geautomatiseerde systemen voor het sorteren en distribueren van postpakketten en voor het afhandelen van bagage op

luchthavens. “Door al in een vroeg stadium na te denken over het best passende serviceconcept en het ontwerp van onze systemen af te stemmen op een goed resultaat tijdens de hele levensduur, zijn zowel onze klant als wij als leverancier op langere termijn een stuk goedkoper uit. Maar dan hebben we tools nodig om in de ontwerpfase de effecten van keuzes te kunnen berekenen.”

Vandaar dat Vanderlande zich aansloot bij het IOP-project Levenscyclusgericht ontwerpen. Daar onderzochten drie aio's van de Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit Twente verschillende aspecten van deze problematiek en ontwikkelden zij bijpassende rekenmodellen. Projectleider Geert-Jan van Houtum van de TU/e vertelt: “Er is om te beginnen gekeken naar de levenscycluskosten zelf: wat zijn de kostenposten nadat een systeem bij een afnemer is geïnstalleerd, hoeveel kost het onderhoud en wat is de prijs van reserveonderdelen. Ook een kostenpost als *downtime* is meegenomen.” Dat leverde een heel concreet rekenmodel op waarmee je in de ontwerpfase alternatieven voor een systeem kunt vergelijken op basis van de totale levenscycluskosten.

Van invloed op de levenscycluskosten is ook de betrouwbaarheid van de componenten waaruit een systeem is opge-

bouwd. “Hoe betrouwbaarder, hoe hoger de bedrijfszekerheid. Daardoor falen ze minder snel en heb je minder reserveonderdelen en reparaties nodig, wat de exploitatie goedkoper maakt”, vervolgt de projectleider. “Maar in de ontwerp- en bouwfase ben je duurder uit: je moet meer moeite doen om ze te ontwerpen, of ze zijn duurder in aanschaf. En hoewel al die componenten even kritisch zijn, variëren de prijzen nogal. De vraag is dan in welke componenten je moet investeren om de hoogste systeembetrouwbaarheid tegen minimale kosten te realiseren. Met de ontwikkelde rekenmodellen kun je die afweging maken.” Daarnaast is onderzocht hoe je de betrouwbaarheid van componenten en van het hele systeem in een vroege fase van het ontwerpproces systematisch kunt inschatten.

Bij het bepalen van de levenscycluskosten is ook het serviceconcept van belang. Geert-Jan van Houtum: “Het is een keuze of je onderdelen op het laagste niveau of juist meer modulair gaat repareren of vervangen. Ook moet de leverancier bepalen waar ter wereld hij de reparaties uitvoert. Doe je dat decentraal, dan heb je minder transportbewegingen van je reserveonderdelen; voer je het onderhoud centraal uit, dan hoeft je maar op één plaats reparatieapparatuur en reserveonderdelen neer te zetten. Het is dus zaak meteen bij het ontwerpen van een nieuw systeem een bijpassend serviceconcept te ontwikkelen. We hebben wiskundige beslismodellen opgesteld om verschillende serviceconcepten door te kunnen rekenen.”

Het oorspronkelijke idee was dat dit IOP-onderzoek één integraal rekenmodel op zou leveren dat ook nog eens geschikt zou zijn voor verschillende industrietakken. “Dat bleek te ambitieus”, concludeert Geert-Jan van Houtum. “Een producent van bagageafhandelingsystemen, die op basis van modules worden samengesteld, heeft heel andere behoeften dan een producent van radarsystemen. De promovendi hebben dus ieder voor zich naar deelaspecten gekeken



Pitstop van een Formule 1-auto: het summum van availability management

en daar modellen voor ontwikkeld. Die zijn vervolgens samen met afstudeerders in een aantal bedrijven getoetst.”

Eén van de betrokken bedrijven is Stork Food Systems, leverancier van productiemiddelen voor de voedingsindustrie en gespecialiseerd in het inrichten van pluimveeslachterijen. Jan Melssen is er senior business consultant binnen de serviceorganisatie en mede verantwoordelijk voor het ontwikkelen van serviceproducten. “Slachterijen zijn vrijwel continu in bedrijf en er is dus weinig tijd voor onderhoud”, zegt hij. “Tegelijkertijd stellen onze afnemers hoge eisen aan de bedrijfszekerheid: de aangevoerde kippen moeten dezelfde dag verwerkt worden. Daar komt nog bij dat klanten het onderhoud steeds vaker uit handen willen geven. Allemaal redenen om na te denken over hoe we hier als bedrijf op kunnen inspelen.”

“Tijdens de ontwerpfase rekening houden met hoge systeembeschikbaarheid en lage levenscycluskosten is een andere manier van denken”

Samen met de TU/e is een concept ontwikkeld hoe Stork Food Systems vroeg in de ontwerpfase rekening kan houden met hoge systeembeschikbaarheid en lage levenscycluskosten. Bijvoorbeeld door een systeem op te bouwen uit units die je buiten de lijn reviseert, zodat de uptime hoger wordt. Jan Melssen: “Het is een andere manier van denken die we nu gaan implementeren. Ook hebben we hulpmiddelen nodig om risico's en prijzen te kunnen bepalen. Dit IOP-project heeft voor ons heel bruikbare rekenmodellen opgeleverd. Die halen we graag in huis via afstudeerders, omdat zij prima in staat zijn de vertaalslag te maken van een wetenschappelijk proefschrift naar de praktijk van alledag.”

Ook Thales Nederland in Hengelo nam deel aan het IOP-project. “Door zo'n project werk je heel gericht en concreet aan verbetering”, vertelt logistic engineer Cees Doets. “Samenwerken met wetenschappers en afstudeerders is bovendien veel effectiever dan alles zelf doen.” Thales Nederland levert complexe systemen zoals zoek- en volgradars en vuurleidingsystemen aan bijvoorbeeld de Koninklijke Marine. Afnemers willen tijdens missies zo min mogelijk onderhoud plegen en daarbij onafhankelijk zijn van externe ondersteuning. Daarom ligt bij Thales een sterke focus op onderhoudsvriendelijk ontwikkelen. “We gebruiken losse modellen om onze afnemers te adviseren over het optimaliseren van de reserveonderdelenvoorraad en de plaats van onderhoud: aan boord of op de wal. Maar eigenlijk wilden we de consequenties weten van combinaties daarvan. Dat kan nu. Het concept werkt en leidt inderdaad tot scherpere optimalisatie.”

Maar dat is niet het enige resultaat dat voor Thales interessant is. Cees Doets: “De trend is dat ook defensieorganisaties het onder-

houd vaker gaan uitbesteden. Dat heeft gevolgen voor onze kostenmodellen, waarin we de hele levenscycluskosten moeten meenemen in plaats van alleen de aanschafkosten. Voor ons is het aanbieden van onderhoudsdiensten behoorlijk nieuw, terwijl de andere bedrijven die we in dit project hebben leren kennen eigen serviceorganisaties hebben. We kunnen dus een hoop van elkaar leren. Dat blijft zo, ook nu het project is afgelopen. We hebben bijvoorbeeld al een bijeenkomst gepland om met elkaar te brainstormen over het thema bedrijfszekerheid.”

Het netwerkeffect van een IOP-project is inderdaad sterk, vindt Radj Bachoe van Vanderlande. “Je leert veel van hoe anderen een probleem oplossen en de drempel is laag om elkaar te bellen”, vertelt hij. “Innovatie doe je niet alleen: het delen van ideeën leidt tot nieuwe ideeën.” Als senior pricing consultant is hij verantwoordelijk voor het ontwikkelen van hulpmiddelen waarmee verkoopcentra van Vanderlande de prijs van serviceprojecten kunnen berekenen. “Als je contracten van lange duur afsluit, loop je grote risico's als je een belangrijke kostenpost zoals reserveonderdelen verkeerd inschat. In het verleden hanteerden alle centra hun eigen methoden en aandnames. Nu hebben we een generiek tool waarmee we al in de offertefase de total cost of ownership van verschillende ontwerpen van een bagageafhandelingssysteem op eenzelfde en reproduceerbare manier kunnen vergelijken.” De volgende stap is om het gebruik ervan wereldwijd te integreren in de bestaande werkwijze en om het model aan te passen voor gebruik bij andere producten van Vanderlande. “De methodiek blijft gelijk, maar de systeemconfiguraties en de storingsgegevens uit het veld veranderen.”



“Als promovendus moet je het zelf doen”

Aan het IOP-project Levenscyclusgericht ontwerpen, een samenwerkingsverband tussen de Universiteit Twente en de Technische Universiteit Eindhoven, werkten drie promovendi. Het was een aantrekkelijk project, vinden ze, vanwege de intensieve samenwerking met bedrijven. Twee van de drie gingen tijdens hun onderzoek voor een stage naar het buitenland.

Rob Basten studeerde technische bedrijfskunde en technische informatica aan de Universiteit Twente. Daarna wilde hij zich verdiepen in kwantitatief onderzoek. “Ik heb veel belangstelling voor wiskunde, dus de keuze voor een onderzoek naar wiskundige beslismodellen op het gebied van serviceconcepten was niet zo moeilijk”, legt Rob uit. “Dat ik daarbij zoveel bij Thales over de vloer zou zijn, was een grote bonus. Het leek me niets om vier jaar in een kamer door te brengen en er aan het eind met een proefschrift uit te komen.” Voor technisch bedrijfskundige Maurits Houben uit Eindhoven was de keuze voor promoveren minder makkelijk. Hij vertelt: “Ik twijfelde behoorlijk tussen het bedrijfsleven en de universiteit. Dit project bood mij een mooie combinatie, omdat ik aan een industriële case van Philips Healthcare kon werken.”

Rob Basten en Maurits Houben (Kurtulus Öner ontbreekt op de foto vanwege zijn onderzoeksstage in de Verenigde Staten)

De derde onderzoeker is de uit Istanbul afkomstige Kurtulus Öner. Hij wilde na zijn studie industrial engineering aan de Boğaziçi University internationale onderzoekservaring opdoen. “Het is voor je academische vorming goed om te weten hoe ze in andere landen onderzoek doen. Nederland trok me aan vanwege de way of life en vanwege de aanpak van de Eindhovense faculteit Industrial Engineering. In Turkije is het lastig om theoretisch onderzoek met de praktijk te combineren; hier kon dat wel.” Het eerste jaar bracht hij veel tijd door bij Philips Healthcare en bij Vanderlande Industries. “Het was leuk om te zien hoe bedrijven functioneren en hun technologie ontwikkelen. In het begin weet je niet goed welke vragen je moet stellen en hoe je je eigen research-wereld moet vertalen in hun wereld. Het was heel bevredigend om dat te leren.”

“Een buitenlandse onderzoeksstage is een prettige bijkomstigheid van het IOP”

Een van de fundamentele problemen waar ze alle drie tegenaan liepen, was het vergaren van praktijkgegevens die ze voor hun onderzoek nodig hadden. Maurits: “Ik zocht bijvoorbeeld naar betrouwbaarheidsgegevens van systemen en componenten. Als blijkt dat die gegevens incompleet zijn, helemaal ontbreken of niet in de juiste vorm beschikbaar zijn, moet je gaan sleutelen aan je onderzoeksvraag en je aanpak bijsturen. Dat was best lastig.” Ook voor Kurtulus was het moeilijk om aan data te komen. Door zijn gesprekken daarover met een aio buiten dit

IOP-project ontstond het idee een eigen bedrijf te starten op het gebied van remote monitoring tools. “Het zou ideaal zijn als ik dit kan combineren met academisch onderzoek. Ik houd van afwisseling en zoek graag uitdagingen op.”

“Hier kon ik theoretisch onderzoek met de praktijk combineren”

Zowel Rob als Kurtulus verbleven enkele maanden in de Verenigde Staten voor een onderzoeksstage. Rob vertelt daarover: “Het gemak waarmee ik dat kon regelen is een prettige bijkomstigheid van de IOP-regeling. Ik kon me vijf maanden verdiepen in de aanpak van een onderzoeker van de University of Texas, die aan gerelateerde thema’s werkt. De kennis die ik in Austin opdeed heeft mijn denkrichting behoorlijk beïnvloed. We zullen daarover nog gezamenlijk publiceren.” Kurtulus deed zijn stage aan de Carnegie Mellon University in Pittsburgh. “Ik heb daar contacten kunnen leggen met andere onderzoekers en kennis gemaakt met hun manier van samenwerken met het bedrijfsleven.”

Het mooie aan promoveren, vindt Maurits, is dat je het zelf moet doen. “Binnen bepaalde grenzen kies je je eigen richting. Dat je wel eens vastloopt is frustrerend en daar moet je mee leren omgaan. Dan heb je gesprekken met collega’s en discussies met begeleiders. Je hoort al die meningen aan, maar uiteindelijk beslis je zelf hoe je verder gaat. Het is mooi om te merken dat je er dan toch uitkomt.”

PROJECT INFORMATION

Project: *Life-cycle Oriented Design of Capital Goods*

Objective: *to develop a coherent and tested set of quantitative methods and techniques for an integrated balancing of system availability and life-cycle costs*

Most important results: *a calculation model for comparing system alternatives in the design phase on the basis of the total life-cycle costs; a model enabling the assessment of operational safety and operational costs; mathematical decision models for figuring the costs of service concepts*

Industry involved: *Alstom Transport, Centre for Quantitative Methods, DMO Marinebedrijf, Gordian Logistic Experts, IHC, Ingenieursbureau Post & Dekker, Nedtrain, PANalytical, Philips Healthcare, Rexroth Hydraudyne, Stork Food Systems, Thales, TNO Defensie and Veiligheid, Vanderlande Industries, Voestalpine Railpro, Wärtsilä Propulsion Netherlands*

Number of PhD students: 3

Funded by IOP: €622,671

Contact: *Prof. dr. ir. Geert-Jan van Houtum, g.j.v.houtum@tue.nl; telephone +31 (0) 40 247 5163*

Website: www.mb.utwente.nl/ompl/iop-ipcr/

Summary

Designers would benefit greatly if they had an overview of the consequences of their decisions in terms of system availability and maintenance costs. After all, the people who purchase expensive capital goods expect high quality and operational safety throughout a product's life cycle, and they want all that for the lowest possible price. Researchers at the Eindhoven University of Technology

and Twente University have developed calculation models for this and are testing those in actual practice at the companies represented in the industrial user group.

Together with Thales Nederland in Hengelo, for example, the researchers developed mathematical decision models and tested them for calculating the costs of various service concepts. Those models can also take the level-of-repair and the supply management of spare parts into account. Together with Philips Healthcare (Magnetic Resonance), the researchers studied models that determine the effect of component reliability on life-cycle costs. The total cost of ownership was studied at Vanderlande Industries and Philips Healthcare (Magnetic Resonance). The researchers worked together with Philips Healthcare (Cardio Vascular) on forecasting the reliability of components and systems at an early phase of the design process. As part of this IOP project, a concept was developed at Stork Food Systems that would allow that company to take high system availability and low life-cycle costs into account early on in the design phase.

The research originally aimed at developing a single integrated calculation model that would be suitable for various different industrial sectors. That turned out to be too ambitious. Each of the three PhD students studied and developed models for different aspects, which were then tested in the companies with the help of master students.

Two of the PhD students spent a few months doing research in the U.S. One of them has plans for a start-up on the basis of his research.

Gesynthetiseerde ontwerpomgeving

Ontwerpers willen zo vroeg mogelijk weten aan welke specificaties een nieuw product moet voldoen en of hun ontwerp doet wat gebruikers willen. Dat kan: door nog niet bestaande producten in een gesynthetiseerde ontwerpomgeving virtueel uit te proberen. Onderzoekers van de Universiteit Twente en de Technische Universiteit Delft werkten aan verschillende aspecten van zo'n omgeving.

Het opstellen van specificaties voor een nieuw product is niet makkelijk. Ontwikkelaars en marketingmedewerkers worstelen om *fuzzy* criteria als bedieningsgemak en uiterlijk concreet te maken. Daarnaast zou het een hoop tijd en geld besparen als al bij het ontwikkelen van productconcepten duidelijk wordt of iets überhaupt aan de verwachtingen voldoet. Een gesynthetiseerde ontwerpomgeving, meestal een combinatie van *virtual reality* en eenvoudige prototypes, biedt uitkomst. "Gebruikers proberen in zo'n omgeving productconcepten uit aan de hand van gebruiksscenario's. Zo kunnen we de interactie tussen gebruikers, ontwerpers en product al vroeg in het ontwerpproces bestuderen", vertelt

projectleider en universitair hoofddocent Mascha van der Voort van de Universiteit Twente.

Gesynthetiseerde ontwerpomgevingen zijn relatief nieuw en worden nog weinig in de praktijk gebruikt. Het gelijknamige IOP-project spitste zich dan ook toe op uiteenlopende onderzoeksvragen. Mascha van der Voort somt ze op: "Wat is de toegevoegde waarde van een gesynthetiseerde ontwerpomgeving voor een specifieke ontwerpopdracht? Welke kenmerken moet zo'n omgeving hebben om ervoor te zorgen dat een gebruiker zich zo natuurlijk mogelijk gedraagt? En ook: is het zinvol en technisch mogelijk dat een gebruiker zelf veranderingen aanbrengt in het ontwerp, en zo ja, hoe moeten de hulpmiddelen er uitzien om dat te kunnen doen?" Drie aio's werkten aan concrete praktijkcases om deze vragen te beantwoorden.

In de eerste case maakten de onderzoekers kennis met wat je wel en niet kunt doen met gesynthetiseerde ontwerpomgevingen. "We hebben een perspex kap voor een röntgenspectrometriesysteem nagebouwd voor gebruik in het Virtual Reality Lab van de Universiteit Twente", vertelt Mascha van der Voort. "Daar zijn allerlei experimenten mee uitgevoerd. We wilden onder andere weten hoeveel rekening

zo'n virtuele omgeving moet houden met de gebruiker." Zo hebben mensen met weinig ruimtelijk inzicht bijvoorbeeld behoefte aan een heel realistisch beeld van het product, terwijl anderen zich probleemloos een driedimensionaal beeld kunnen vormen aan de hand van eenvoudige tekeningen. Voor hen volstaat een vrij eenvoudige omgeving.

Vervolgens hebben de promovendi in aparte cases kennis opgedaan die voor hun eigen onderzoeksvraag belangrijk was. In de derde en laatste case werkten de promovendi weer aan een gemeenschappelijk thema: het ontwerp van een vliegtuiginterieur. In deze fase van het IOP-project hebben zij de eerder ontwikkelde theorieën en concepten gevalideerd en geverifieerd.

"Wetenschappelijk onderzoek naar virtuele ondersteuning van het ontwerpproces is braakliggend terrein"

Projectleider Mascha van der Voort is trots op de resultaten van het onderzoek. Ze licht toe: "We hebben nu een concreet proces, compleet met workshops, waarmee je de toegevoegde waarde van een gesynthetiseerde ontwerpomgeving voor een specifieke ontwerp opdracht kunt bepalen. En dat niet alleen, er is ook een eenvoudig toegankelijke database ontwikkeld waarin je kunt zoeken naar vergelijkbare, eerder uitgevoerde projecten. In die database zitten de ervaringen met virtual reality in het ontwerpproces, afkomstig uit de literatuur en van bedrijven." Als tweede resultaat noemt zij de richtlijnen waaraan zo'n omgeving moet voldoen, zodat gebruikers zich er natuurlijk zullen gedragen. "Door de experimenten die we hebben uitgevoerd, weten we nu de rol die kenmerken als textuur, tactiele of haptische feedback en de mate van interactie spelen." Het

derde resultaat is een intuïtief bedienbaar user interface, waarmee gebruikers in een gesynthetiseerde ontwerpomgeving onder meer grootte, vorm en textuur van een product kunnen aanpassen. Zo kun je een gesynthetiseerde ontwerpomgeving ook voor incidentele gebruikers geschikt maken.

"Het is lastig om het eens te worden over ontwerpspecificaties als uiterlijk, bedieningsgemak en kwaliteit"

Rob de Lange is hoofdontwerper en architect van röntgenspectrometriesystemen bij PANalytical. Hij legt uit waarom zijn bedrijf – leverancier van apparatuur voor non-destructief materiaalonderzoek – aan het project heeft meegedaan. "Bij het opstellen van specificaties voor een nieuw systeem willen er nog wel eens misverstanden ontstaan tussen marketingmedewerkers en ontwerpers", vertelt hij. "Sommige specificaties kun je makkelijk concreet maken. Voor andere, zoals uiterlijk, bedieningsgemak en kwaliteit, is het lastig om het eens te worden. Wij hopen dat een gesynthetiseerde ontwerpomgeving ons daarbij kan helpen."

PANalytical leverde de eerste case waaraan de promovendi hebben gewerkt. "De aio's hebben zich gebogen over het ontwerp van een perspex kap", vertelt Rob de Lange. "Ze hebben gedragstesten uitgevoerd met de echte kap in ons eigen lab en met een nagebouwde in het Virtual Reality Lab." Hij zag al gauw een van de grote voordelen van virtual reality: "Je kunt heel eenvoudig zonder dure prototypes het gewicht van de kap variëren door de weerstand te vergroten. Toen we indertijd de kap ontwikkelden, bleek pas uit het prototype dat hij slap aanvoelde en 'zwabberde' wanneer je hem met één hand opent of sluit. Het heeft ons toen maanden extra ontwikkeltijd gekost



FOTO: GIJS VAN OUIWERKERK

Het Virtual Reality Lab van de Universiteit Twente

om dit probleem te verhelpen. Met een gesynthetiseerde ontwerp-omgeving had je die vertraging vrij eenvoudig kunnen voorkomen.” Rob de Lange vindt wetenschappelijk onderzoek naar virtuele ondersteuning van het ontwerpproces hard nodig: “Het is braakliggend terrein, en het gebruik ervan door ontwerpafdelingen staat nog in de kinderschoenen”, zegt hij. “Wetenschappelijke onderbouwing van het nut kan veel discussies binnen een bedrijf voorkomen.”

“Wetenschappelijk onderzoek is noodzakelijk om de voorsprong die Nederland nastreeft op het gebied van productontwikkeling te bereiken”

Net als Rob de Lange maakte Willem Mees van der Bijl van industrieel ontwerpbureau Indes het onderzoek van dichtbij mee. Bij Indes is hij als projectmanager en accountmanager de link tussen de klant en een team van ontwerpers, engineers en productiespecialisten. “We horen al jaren dat gesynthetiseerde ontwerpomgevingen kunnen worden toegepast”, vertelt hij. “Maar het is nog niet zo makkelijk om de bestaande kennis afkomstig van wetenschappelijk onderzoek in de praktijk te gebruiken. Daarom hebben we ons aan-

gesloten bij dit project.” Hij is enthousiast over het proces waarmee je kunt bepalen of en welke omgeving voor een bepaald ontwerp-project geschikt is. Ook de opgestelde richtlijnen kan hij goed gebruiken: “De vraag is hoe nauwkeurig een gesynthetiseerde ontwerpomgeving de werkelijke situatie moet nabootsen. Hoe ver moet je bijvoorbeeld gaan bij het nabouwen van het vliegtuiginterieur in een virtuele omgeving? Hoe meer details je aanbrengt, hoe duurder het is. Dit onderzoek geeft ons handvatten om een zo hoog mogelijke opbrengst te krijgen tegen zo laag mogelijke kosten.”

Het liefst zag Willem Mees van der Bijl dat de ontwikkelde kennis via consultants of softwareprogramma's bij bedrijven en ontwerpbureaus terecht komt. “De resultaten zijn heel waardevol, maar nu nog persoonsgebonden. Ik vind het zonde als die straks allemaal in een la verdwijnen.”

Wetenschappelijk onderzoek is noodzakelijk om de voorsprong die Nederland nastreeft op het gebied van productontwikkeling te bereiken, vindt hij. “Eigenlijk moet je je ontwerpmethode op dezelfde manier ontwikkelen als je producten. Het moet radicaal sneller, anders haalt het buitenland ons in. Met verbeteringen in de marge redden we het niet. Alleen innovatief fundamenteel onderzoek, samen met het bedrijfsleven, kan totaal nieuwe concepten voor productontwikkeling opleveren.”

“Als promovendus moet je het zelf doen”

Een cognitief psycholoog van de Vrije Universiteit, een werktuigbouwkundige van de Universiteit Twente en een elektrotechnicus van Southeast University in het Chinese Nanjing onderzoeken nut en noodzaak van het vroegtijdig virtueel uitproberen van productconcepten. Drie verschillende achtergronden en twee culturen op 200 kilometer van elkaar, hoe gaat dat in zijn werk?

In het IOP-project Gesynthetiseerde ontwerpomgeving werkten de drie promovendi op afstand samen. Frank Meijer en Jan Miedema voerden hun onderzoek uit aan de Universiteit Twente, Huaxin Wang verhuisde ervoor van Nanjing naar Delft. Ze onderhielden contact via e-mail, videoconferenties, Skype-meetingen en in levende lijve. Huaxin vertelt: “Industrial engineering heeft altijd al mijn belangstelling gehad. Van dit project trok me het multidisciplinaire karakter aan, maar bovenal het onderwerp: hoe je productontwikkelaars kunt ondersteunen met computertechnologie.” Frank vindt het vooral leuk om zijn horizon als psycholoog te verbreden. “In dit project kon ik volop experimenten uitvoeren”, zegt hij. “Ook de link met virtual reality sprak me erg aan, en het samenwerken met anderen. Psychologisch onderzoek doe je meestal alleen.” Franks aanpak verraste Jan: “Frank doet ‘klassiek’ onderzoek: hij gaat uit van hypothesen en probeert die te bewijzen. Ik had totaal geen idee hoe je een psychologisch experiment opzet. Werktuigbouwers gaan uit van een leeg vel papier en werken toe naar een functionele oplossing. We leren niet dat je het ook anders kunt aanpakken.”

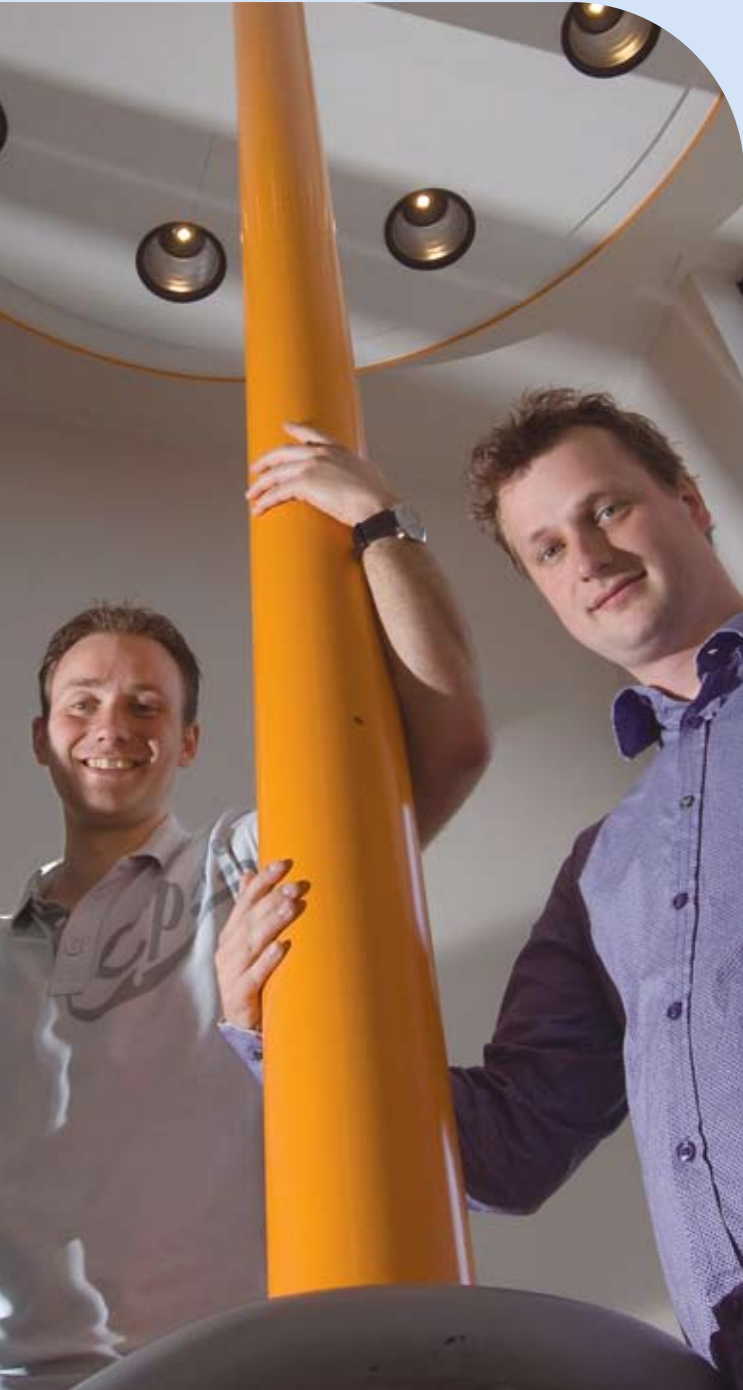
Vooraf in de eerste bedrijfscase was de samenwerking intensief. In het Virtual Reality Lab van de Universiteit Twente werden

experimenten uitgevoerd met een gesynthetiseerde omgeving om te bepalen hoe gebruikers zich daar gedragen. Jan ontwikkelde de benodigde tools, Huaxin realiseerde een werkende omgeving en Frank voerde de gedragsexperimenten uit. Jan zegt daarover: “Dit hadden we nooit zonder elkaar kunnen doen. We vulden elkaar prima aan. Deze case maakte de meerwaarde van onze verschillende achtergronden zichtbaar.” Ze vinden het daarom jammer dat de fysieke afstand tussen Delft en Enschede zo groot is.

De verschillen tussen de promovendi hadden niet alleen meerwaarde, zij wierpen ook drempels op. Huaxin licht toe: “Het was een echt multicultureel project. Daarmee bedoel ik niet zozeer dat ik in China ben opgegroeid en de anderen in Nederland, maar vooral dat de professionele cultuur van een elektrotechnicus, een psycholoog en een werktuigbouwer totaal verschillend is. Iemand gebruikt een bepaalde term en gaat ervan uit dat de anderen begrijpen wat hij daarmee bedoelt. Dat bleek vaak niet het geval. Het was in het begin best lastig om gemeenschappelijke grond te vinden. Langzamerhand is dat gegroeid.”

“Werktuigbouwers gaan uit van een leeg vel papier en werken toe naar een functionele oplossing”

Dat neemt niet weg dat ook verschillen tussen de Chinese en de Nederlandse cultuur een rol speelden in de samenwerking. Huaxin vond de manier waarop Nederlanders consensus bereiken in een bijeenkomst verrassend: “Een meeting is hier vooral



bedoeld voor discussie. Nederlanders denken hardop om hun gedachten te bepalen en komen vervolgens gezamenlijk tot een beslissing. Van huis uit ben ik gewend dat de projectleider beslist op basis van vooraf ingediende voorstellen.” Jan: “Dan ga je dus met heel andere verwachtingen een meeting in. Het duurde even voordat we dat van elkaar begrepen.”

Voor Frank was de overgang misschien nog wel het grootst, vindt hij zelf. “Ik wist helemaal niets over het ontwerpproces en de hoeveelheid overleg en samenwerking die bij het ontwikkelen van een product komt kijken. En ik had niet eerder met bedrijven samengewerkt. Ik vond het heel prettig om te zien hoe geïnteresseerd zij waren in de ‘klassieke’ manier van onderzoek. Zij wilden bewijzen zien dat een gesynthetiseerde ontwerpomgeving een daadwerkelijke bijdrage kan leveren aan het ontwerpproces. Ons onderzoek heeft dat inderdaad aangetoond.”

“Nederlanders denken hardop om hun gedachten te bepalen en komen vervolgens gezamenlijk tot een beslissing”

Jan Miedema en Frank Meijer (Huaxin Wang ontbreekt op de foto)

PROJECT INFORMATION

Project: Synthetic Environments

Objective: to develop an affordable synthetic design environment for studying the interaction between designers, users and products at an early stage of product development

Most important results: a process and workshops that make it possible to determine the added value of a synthetic environment for a specific design task; a set of specifications that such environments need to meet to ensure that users will behave naturally; a user interface that allows future users to adjust a product design themselves in a synthetic design environment

Industry involved: ADSE, Indes, PANalytical, Rexroth Hydrauldyne, Thales

Number of PhD students: 3

Funded by IOP: €623,357

Contact: Dr. Mascha van der Voort, m.c.vandervoort@utwente.nl; telephone +31 (0) 53 489 2541

Website: www.opm.ctw.utwente.nl

Summary

At the earliest possible design stage, designers want to know which specifications a new product needs to meet and whether their design will behave accordingly. That is possible in a synthetic design environment, where potential users can try out not-yet-existing products virtually. Three researchers from the University of Twente and the Delft University of Technology collaborated in this IOP project, applying their respective areas of expertise to investigate specific aspects of such an environment.

The result was a detailed process, including workshops, which makes it possible to determine the added value of a synthetic environment for a specific design task. An easily accessible database was developed and filled with worldwide experiences in working with virtual reality in the design process. Consultants or project managers can search that database for comparable projects and then choose the most suitable type of synthetic environment for their own project. The researchers also specified the conditions that such an environment needs to fulfil to ensure that users will behave naturally. An intuitively operating user interface was developed to make a synthetic environment accessible for incidental users, allowing them to adjust a product in terms of size, form, texture, etc. For PANalytical, a supplier of equipment for non-destructive testing of materials, the design of a Perspex element for an X-ray spectrometry system was built in the Virtual Reality Lab at the Twente University. The process, workshops, specifications and user interface were tested by industrial design agency Indes in a synthetic environment project for an airplane interior. The three PhD students worked together from their respective locations, communicating via e-mail, video conferencing, Skype meetings and in person.