

Slimme kast laat licht schijnen over gebruiker

Intelligente kast/Monique van de Ven
Foto/Bart van Overbeeke

Welke sandaaltjes het best bij dat fleurige zomerjurkje staan, dat zal de draagster toch echt zélf moeten uitvoelen. Want over combinaties, styling en andere modieuze kwesties adviseert de intelligente kast, die binnen Industrial Design werd ontwikkeld, niet. Wel analyseert het meubel-volgens de makers een van de eerste écht intelligente producten die aan de faculteit werden ontwikkeld- hoe de gebruiker beweegt en het aanbod doorzoekt, om daar met passende verlichting op in te spelen.



Martijn ten Bhömer, Emilia Barakova, Phillip Ross en Kirstin van der Aalst voor 'hun' intelligente kast.

Een wasmachine die herkent hoeveel water er in de trommel zit en daarop zijn waterverbruik afstemt: een knap product in de ogen van velen, maar universitair docent dr.ir. Emilia Barakova (groep Designed Intelligence) is er niet erg van onder de indruk. Echt intelligente producten, die reageren op, leren van en zich aanpassen aan hun gebruikers, zijn er volgens haar nauwelijks. Dr.ir. Philip Ross (Designing Quality in Interaction): "Bij ID streven we nadrukkelijk naar intelligentie die ook van invloed is tijdens het gebruik van een product." Ross en Barakova waren de supervisors van het project waarbinnen masterstudenten Martijn ten Bhömer en Kirstin

van der Aalst zich bogen over de ontwikkeling van een intelligente kast. Daarmee borduurden ze voort op een project aan de School of Design van de Amerikaanse Carnegie Mellon University. Ross zette hier, samen met ID-collega's prof.dr. Kees Overbeeke en ir. Sietske Klooster, een college op over het ontwerpen van het gedrag van producten en wat je hiermee als ontwerper wilt bereiken. "Eén groep Amerikaanse studenten maakte een kast met bewegend licht dat reageert op de gebruiker. Een heel mooi voorbeeld van een systeem dat gedrag vertoont, maar lerend was het nog niet." Voor masterstudent Ten Bhömer was het een researchproject, voor Van der Aalst

een designproject. Dat neemt niet weg dat beiden zich over alle aspecten van de kast en het achterliggende systeem bogen en dat ontwerpster Van der Aalst zich bij aanvang bijvoorbeeld in lerende algoritmen verdiepte. Ross benadrukt dat de vormgeving en interactietechnologie sowieso niet los van elkaar kunnen worden gezien: "De fysieke vorm van een product beïnvloedt de wisselwerking met de gebruiker."

Sensoren

Het resultaat van het project is een inloopkast, in de vorm van een modulair systeem met een zestigtal sensoren geïntegreerd in zowel de planken als in de

vloer voor de kast. Deze sensoren registreren de bewegingen van de gebruiker, in de vorm van aspecten als snelheid, acceleratie, traject, druk en afstand. Volgens Barakova en Ross zijn deze parameters goed te relateren aan het bewegingsanalysemodel van de Hongaarse danstheoreticus Rudolf Laban, die zocht naar de wetten van de natuurlijke beweging van mensen. Ross: "Zijn analyse is een manier om bewegingen te omschrijven en deze te karakteriseren in kwaliteiten zoals krachtig of licht, haastig of rustig. We hebben onze kast in feite geleerd om op dezelfde manier naar bewegingen te kijken, om categorieën te maken en zijn gedrag, in de vorm van

gebruiker

licht, daarop aan te passen." Of de kast daarmee het geregistreerde gedrag van de gebruiker zou moeten ondersteunen of juist beïnvloeden, is overigens nog maar de vraag. "Er zijn nog veel vragen te beantwoorden en keuzes te maken", aldus Ross. De in de kast toegepaste sensoren zijn betrekkelijk eenvoudig en 'off the shelf', zegt Ross, maar de slimme algoritmes in de software die het systeem stuurt, zijn origineel. "Qua technologie is er al heel veel, maar hoe kunnen we dit zo integreren in een product dat het een toegevoegde waarde heeft in de praktijk?" Barakova: "Iedereen kan een aantal sensoren bij elkaar zetten, maar in dit onderzoek hebben we nadrukkelijk naar de menselijke aspecten van het product gekeken."

De kast kan worden 'getraind' en ingesteld op verschillende gebruikers. Net als de mens leert het onderliggende systeem aan de hand van voorbeelden en ervaring "en niet door geprogrammeerd gedrag", aldus Barakova. Gedurende het project werden verschillende gebruikerstests gehouden. Hieruit bleek onder meer dat de bewegingen van gehaaste mensen zich vooral in de kast afspeelden, met directe handbewegingen tussen de planken - terwijl mensen die meer tijd hebben, zich vooral vóór de kast bewegen, zo vertelt Van der Aalst. Samen met bewegingsanaliste Roos van Berkel (één dag in de week aan de faculteit ID verbonden als coach) werd onder andere gekeken naar de invloed van dynamisch licht op het gedrag van mensen.

Researchplatform

Het prototype ziet er, mede door het modulaire karakter, misschien uit alsof het zo uit de schappen van een woonwonderhuis kan worden geplukt, maar Ross benadrukt dat het slechts de uitkomst is van een allereerste onderzoek. "We hebben we hieruit al een

aantal belangrijke dingen kunnen afleiden, bijvoorbeeld dat mensen een heel persoonlijke bewegingsstijl hebben waarvan je een product kunt laten leren en daar weer op laten reageren." De kast biedt volgens de supervisors volop aanknopingspunten voor vervolgonderzoek en is dan ook opgesteld voor iedereen binnen de faculteit die er mee aan de slag wil. Barakova: "Het is echt een researchplatform geworden."

Op termijn zou een dergelijk systeem volgens Ross bijvoorbeeld goed bruikbaar zijn in winkels, bij wijze van recommender-systeem à la Amazon dat klanten op basis van eerdere keuzes bepaalde aanbevelingen doet. "Je kunt een kast bijvoorbeeld iemands browse-gedrag in een winkel laten signaleren en analyseren, op basis waarvan hij de klant suggesties kan doen." Barakova en Ross zijn erg tevreden over het resultaat van het masterproject, evenals de betrokken studenten die het naar eigen zeggen een verademing vonden om met een écht intelligent product bezig te zijn. Volgens Barakova heeft de faculteit als 'mission statement' om intelligente producten te ontwerpen, maar in de praktijk blijkt dat, zeker met zelflerende systemen, nog erg lastig. De kast is, hoewel nog in de kiemfase, volgens haar het eerste écht intelligente product dat de faculteit heeft voortgebracht. Van der Aalst beaamt: "Tot nu toe had ik nog nooit iets gedaan met echt lerende systemen. Wel met autonome producten, maar dit gaat echt een stap verder qua interactiviteit en aanpassing." Ook Ten Bhömer heeft in het kader van een masterclass naar eigen zeggen wel ooit theoretische kennis over lerende systemen toegepast in autonome robots, "maar ik ben meer geïnteresseerd in de rol van intelligente producten in het dagelijks leven van mensen. Dit project sloot daar perfect bij aan." / ●

Beter de levensduur van een gasturbine voorspellen

Gasturbines - bijvoorbeeld in motoren van straaljagers of in energiecentrales - zijn fenomenale krachtpatsers die een hoge belasting aankunnen. Maar ergens tijdens de rit leggen ze toch het loodje. Wanneer dat precies gebeurt, valt nooit exact te voorspellen, daarom adviseren producenten altijd een veel kortere draaitijd dan de turbines in feite aankunnen. Promovendus Tiedo Tinga ontwikkelde een model waarmee de levensduur van turbinebladen beter valt te voorspellen. Hierdoor is het mogelijk om de effectieve draaitijd aanzienlijk en veilig te verlengen.

De veiligheidsnorm van de kortere draaitijd voor gasturbines moet worden aangehouden door gebruikers zoals energieproducenten of de Nederlandse luchtmacht. Defensie wil immers tot iedere prijs voorkomen dat haar straaljagers door motorpech uit de lucht vallen. Tinga is universitair hoofddocent van de Nederlandse Defensie Academie (NLDA). Voor zijn overstap naar de NLDA werkte hij tot 2007 bij het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR). Hij deed daar al veel opdrachten voor de luchtmacht. Onder meer ondersteunend onderzoek voor het onderzoek van defensiematerieel. "Ik heb veel gerekend aan de motor van de F-16." Niet verwonderlijk dus dat zijn proefschrift gaat over het modelleren van het gedrag van de materialen die in gasturbines worden gebruikt. Of meer specifiek; de turbine rotorbladen die

zijn gemaakt van éénkristallijne nikkel superlegeringen. Het gaat om oersterk materiaal dat een temperatuur van 1600 graden Celsius kan weerstaan. Een eigenschap die wordt toegeschreven aan de speciale microstructuur van de legeringen. Om tot deze kern ter grootte van slechts enkele nanometers door te dringen, koos Tinga voor een multiscale-model; ofwel onderzoek op macro-, meso-, en micro-niveau. "Multiscale wordt wel meer toegepast, het is alleen nog niet vaak gebruikt voor dit type materialen", zegt Tinga. "Macro-onderzoek is vergelijkbaar met het engineeringniveau waarbij je turbinebladen van een motor modelleert. De reële wereld, zeg maar. Vervolgens gaan we twee niveaus dieper om het materiaalgedrag te beschrijven: het meso-niveau, waarbij je de vorm van de microstructuur van de superlegering beschrijft. Of het van die vierkante blokjes zijn in de uitgangssituatie of die langgerekte platen in gebruikte en gedegradeerde toestand (zie illustraties, red.). Vervolgens ga je op microscopisch niveau voor elk van de twee fasen die in het materiaal zitten -de blokjes en wat er tussen zit- beschrijven welke processen de vervorming veroorzaken. Dan praat je over het niveau van kristalroosters en nanometers." Tinga wilde het effect van die degradatie op het gedrag van het materiaal modelleren. Samen met zijn promotor - prof.dr.ir. Marc Geers van de vakgroep Mechanics of Materials van de TU/e-



Promovendus Tiedo Tinga. Foto Peter J. de Vries, Multimedia NLDA

faculteit Werktuigbouwkunde- probeerde hij eerst het gedrag van het niet-gedegradeerde materiaal te voorspellen. Toen dat model ontwikkeld was, kon hij kijken hoe het materiaal verandert tijdens gebruik en welk effect die verandering had. Vervolgens ontwikkelde Tinga een rekenmodel dat in de praktijk bruikbaar was. "Dat is gelukt door een aantal aannames en versimpelingen aan te brengen. Een compromis tussen een goede beschrijving en haalbare reken-tijden. In tegenstelling tot andere modellen, die vaak zo rekenintensief zijn

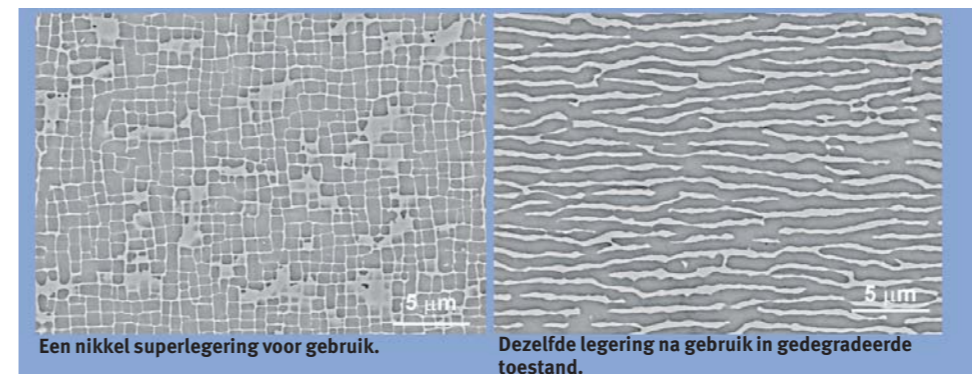
dat je ze voor een klein bepaald stukje materiaal kunt toepassen, lukt het nu voor een heel turbineblad." Tinga heeft zelf geen experimenteel werk gedaan, maar deed via het NLR mee aan een Europees onderzoeksprogramma waar proeven van andere universiteiten en een producent van gasturbines beschikbaar waren. "Wij hebben daar ons modelleerwerk ingebracht en mochten op onze beurt de testresultaten gebruiken. Zo konden we enerzijds de verschillende parameters bepalen voor het model en anderzijds zien of het rekenmodel ook

voorspelt wat in het experiment gebeurt." Als een materiaal vervormt door belasting, gaan op microscopisch niveau kristalvlakken over elkaar heen schuiven. Het gaat om bewegingen van zogeheten dislocaties, dat zijn fouten in het kristalrooster. Die dislocaties zouden in een perfect materiaal lekker heen en weer kunnen bewegen. In de realiteit bevat echt materiaal vaak onzuiverheden die obstakels vormen voor de dislocaties, waardoor ze niet gemakkelijk kunnen bewegen. De drempelwaarde die aangeeft hoe moeilijk het is om een bepaald obstakel te passeren, wordt Orowanspanning genoemd. Deze spanning is omgekeerd evenredig met de afstand tussen twee van die obstakels. Dus hoe dichter ze bij elkaar liggen, hoe lastiger het is voor een dislocatie om erlangs te komen. "Dat is de reden waarom éénkristallijne nikkel superlegeringen zo ontzettend sterk zijn, want al die blokjes, die obstakels, liggen heel dicht bij elkaar en zijn dus heel lastig te passeren. Dat mechanisme hebben wij in ons reken-

model gestopt om het effect van de vorm van de microstructuur door te laten werken in de eigenschappen van het materiaal. Het legt de koppeling tussen de geometrie van de microstructuur en de eigenschappen van het materiaal", zegt Tinga.

Belastbaarheid

Met het model van Tinga zal de belastbaarheid niet toenemen, verwacht hij. "Met 1600 graden Celsius kom je al dicht in de buurt van het smeltpunt. Dus die temperatuur zal niet omhoog kunnen, dan zul je andere trucs moeten gaan uithalen zoals koeling of verschillende coatings. Waar mijn model aan bijdraagt, is dat je beter kunt voorspellen wanneer de bladen aan het einde van hun leven zijn. Doordat je beter begrijpt hoe ze zich gedragen, krijg je een beter beeld van het effect van degradatie en kun je beter en nauwkeuriger voorspellen wanneer je de turbinebladen moet vervangen voordat ze stuk gaan. Dat levert een winst op in termen van veiligheid en geld op." / ●



Een nikkel superlegering voor gebruik.

Dezelfde legering na gebruik in gedegradeerde toestand.

SLUITSTUK

In de rubriek Sluitstuk vertellen afstudeerders over hun afstudeeronderzoek.



Een tiende procent efficiëntiewinst van een zonnecel levert in de zonnecelindustrie al snel miljoenen op. Aangezien zonnecellen momenteel nog maar een beperkt gedeelte van het zonlicht omzetten in elektrische energie, vallen er nog heel wat efficiëntieslagen te maken. Jan-Pieter van Delft, student Technische Natuurkunde, levert er zijn bijdrage aan. Door de ontwikkeling van een extra laagje materiaal onder het gebruikelijke silicium probeert hij infrarood licht om te zetten in licht met een hogere energetische waarde. Infrarood licht wordt momenteel niet omgezet in elektrische energie, omdat de energetische waarde van de fotonen (het licht) te laag is. Het materiaal erbium kan infrarood licht absorberen en omzetten in bruikbaar licht. Daarbij raakt een erbiumion achtereenvolgens twee keer aangeslagen door een foton van het infrarode licht. Wanneer het atoom na de tweede keer terugvalt naar de grondtoestand, komt er per lon een foton vrij van een hogere energetische waarde. De vakgroep Plasma & Materials Processing waar Van Delft zijn onderzoek doet, is bedreven in het neerleggen van een dun laagje aluminiumoxide op het silicium. Aluminiumoxide blijkt de efficiëntie van de zonnecel ook te verbeteren. Het zou mooi zijn als het erbium in hetzelfde laagje werkt ook worden, omdat dit een extra stap in het

productieproces overbodig maakt. "Het duurde even voordat het proces goed op gang kwam", zegt Van Delft. "Het maken van aluminiumoxide kunnen we al, maar erbiumoxide hebben we nooit eerder gemaakt. We leggen het materiaal atoomlaag voor atoomlaag neer, zodat we zelf kunnen bepalen welke laag de erbiumionen bevat." Het vereiste nogal wat geregeld met parameters -temperatuur, reactietijd, mengpercentages- voordat dit ook werkelijk lukte. Daar kwam nog bij dat het erbium pas maanden na de bestelling werd geleverd. Nu het laagje aluminiumoxide/erbiumoxide er eindelijk ligt, kan de student zich buigen over de materiaaleigenschappen. "Ik onderzoek of het erbium de goede eigenschappen van het aluminiumoxide niet aantast, en of de omzetting van het licht werkelijk plaatsvindt." Ondanks verschillende tegenslagen bevat de onderzoekspraktijk Van Delft erg goed. "Ik vind het leuk om me op een ding te richten en daar dan erg diep op in te gaan. Ik merk dat ik steeds langere dagen maak om nog even iets af te maken. Wat ik ga doen na mijn afstuderen weet ik niet, maar het lijkt me leuk om verder te gaan op het gebied van zonnecellen."

Tekst: Enth Vlooswijk
Fotomontage: Rien Meulman

Onderzoek in het kort

Typegedrag mogelijk ingezet tegen skimmers

Onderzoekers van de Universiteit van Tilburg zeggen een nieuw wapen gevonden te hebben in de strijd tegen skimmers (criminelen die pinpasgegevens stelen). Een individu is namelijk te herkennen aan de manier waarop hij zijn pincode intypt, zo claimen de onderzoekers. Ze onderzochten het typegedrag van 1.254 proefpersonen, die twintig keer dezelfde gebruikersnaam en wachtwoord moesten invoeren. Aan hoe lang een toets wordt ingedrukt en de tijd tussen twee toetsaanslagen blijkt je de gebruikers verrassend goed te kunnen herkennen. Wanneer verificatie van typegedrag wordt gebruikt naast een bestaand beveiligingssysteem, verhoogt dat de betrouwbaarheid met 85 procent. Hierdoor zou de schade die door skimmers wordt toegebracht met hetzelfde percentage kunnen worden teruggebracht, denken de onderzoekers.

Kleinste chip bewijst kracht ASML-machine

In het Belgische Leuven hebben ze een werkende geheugenchip gemaakt met details van 22 nanometer. De kleinste details op chips voor consumentenelektronica waren tot nu toe 45 nanometer. De Belgen gebruikten voor de superkleine chip een lithografiemachine van ASML uit Veldhoven, gebaseerd op extreem ultraviolet licht (EUV). De totale grootte van het geheugencircuit op de nieuwe chip van het Leuvense Interuniversity Microelectronics Centre (IMEC) is slechts een honderdmiljoenste vierkante millimeter. IMEC gebruikte een in 2006 door ASML geleverde lithografiemachine die werkt met licht met een golflengte van 13,5 nanometer. Licht met deze golflengte wordt geabsorbeerd door vrijwel alle materieel, waardoor het noodzakelijk is spiegels -in vacuüm- in plaats van lenzen te gebruiken. Bij het onderzoek naar deze nieuwe technologie zijn ook plasmafysici van de TU/e betrokken.