

Smart Devices

Streven naar synergie
tussen mens en device

Inaugurele rede

dr. ir. Gabriëlle Tuijthof



Smart Devices

Streven naar synergie tussen
mens en device

dr. ir. Gabriëlle Tuijthof

Zuyd Hogeschool
Faculteit Bèta Sciences and Technology

Rede uitgesproken bij de aanvaarding van het ambt van lector Smart Devices
bij Zuyd Hogeschool op vrijdag 20 januari 2017

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Globale ontwikkelingen in de gezondheidszorg	6
3	Lectoraat Smart Devices	8
3.1	Slimme draagbare biosensoren	11
3.2	Antimicrobiële point of care testen	14
3.3	Mens-machine interfaces	16
4	Ontwerpen, Onderzoeken, Opleiden en Samenwerken	18
4.1	Ontwerpen	19
4.2	Onderzoeken	22
4.3	Opleiden	24
4.4	Samenwerken	26
5	Besluit	28
	Dankwoord	30
	Referenties	34
	Curriculum Vitae	38

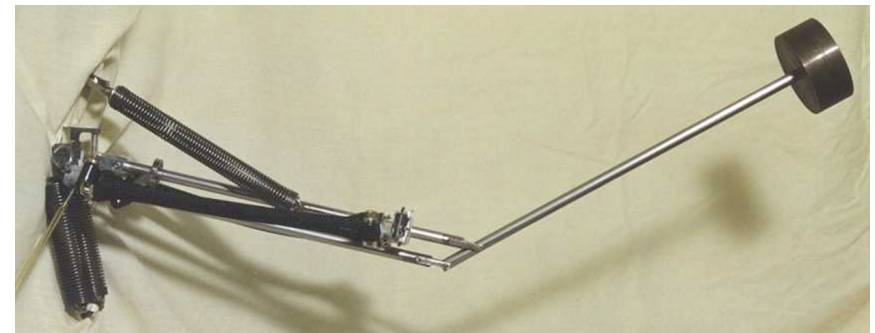
1

Inleiding

**Geacht College van Bestuur,
Zeer gewaardeerde collega's, familie, vrienden en toehoorders,**

In 1993 tijdens mijn eerste jaar van de studie Werktuigbouwkunde aan de Technische Universiteit Delft kregen we een vak 'Technische Systemen'. Dat vak trok mijn grote interesse. Ten eerste was het een soort onhandige inleiding tot ontwerpen in het werktuigbouwkundig domein. Er werden praktijkvoorbeelden gegeven hoe berekeningen te maken van alledaagse dingen als een blikopener. Daarbij vroeg ik me telkens vooral af hoe de docent nou in één keer precies kon weten welke aannames je mag maken bij dergelijke berekeningen. Ten tweede was dit het enige vak in de drie jaar die daarna volgden waarin expliciet aandacht werd besteed aan de mens: er werden voorbeelden besproken van mensen met een onderarmamputatie die een armprothese moesten bedienen met elleboog- of schouderbewegingen. Dat bleek nog niet zo eenvoudig want nu, ruim 25 jaar later, is dit nog steeds een van de onderzoekslijnen bij mijn oude vakgroep Biomechanical Engineering. Een van de redenen daarvoor is dat ons menselijk lichaam op een verbluffend vernuftige wijze in elkaar zit. Het blijkt ontzettend lastig een menselijke arm na te bouwen die een grote variëteit aan complexe taken kan doen waar je in het dagelijkse leven niet eens bij stil staat, zoals veters strikken en een fles opendraaien (Figuur 1). Alleen al de beschikbare inbouwruimte van een arm is een grote uitdaging, zoals ik zelf heb mogen ervaren tijdens mijn afstudeerproject (Figuur 1). In retrospectief zijn de fascinatie voor ontwerpen en het menselijk bewegingsapparaat de twee pijlers geweest die mijn wetenschappelijke carrière hebben vormgegeven.

Hoe fascinerend is het wat we allemaal kunnen met ons bewegingsapparaat. Ongelukken zitten echter in een klein hoekje. Ons bewegingsapparaat kan net als elk ander apparaat stuk gaan door een struikeling of verzwikking. Met de drijfveer om mijn capaciteiten betekenisvol in te zetten, ben ik me gaan bekwaamen als ontwerpende onderzoeker in het domein van de minimaal invasieve sportchirurgie (kijkoperaties in gewrichten). Dat heb ik sinds de start van mijn promotie in 1998 tot nu toe gedaan in het Academisch Medisch Centrum in Amsterdam, samen met professor Van Dijk en professor Kerkhoffs. Kijkoperaties hebben een grote revolutie teweeggebracht in de sportchirurgie doordat patiënten veel sneller herstellen. Ik heb de afgelopen jaren een bijdrage geleverd aan de optimalisatie van de hoog volume kijkoperaties in gewrichten. Door elk aspect van de operatietechniek te analyseren en concepten te ontwerpen die de techniek eenvoudiger, veiliger of kwalitatief beter zouden kunnen maken, leverde ik indirect een bijdrage aan het sneller herstel van de patiënt. De prototypen zijn geëvalueerd in gesimuleerde of real-life omgevingen – zogeheten living labs (1-5). Dit type kijkoperatie is voldoende geëxploreerd. Daarom ben ik zeer verheugd om binnen het lectoraat Smart Devices een volgende stap te kunnen maken. Iedereen weet namelijk dat een geslaagde operatie nog geen garantie is op herstel van de patiënt. De revalidatie is net zo belangrijk. Juist daar liggen nu grote mogelijkheden voor technische ondersteuning, maar ook bij het voorkomen van kwetsuren.



Figuur 1. Foto van het prototype van een robotarm waarbij natuurlijk gedrag is nagebootst door gebruik te maken van vier vrijheidsgraden (drie in de schouder en één in de elleboog), statisch balanceren middels veren en activatie middels pneumatisch kunstspieren (6). © GJM Tuijthof 2000, gedrukt met toestemming.

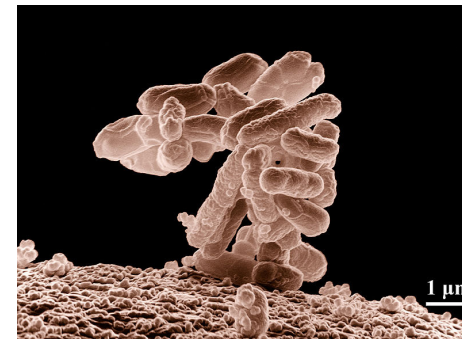
2

Globale ontwikkelingen in de gezondheidszorg

In Nederland zal in het jaar 2020 20% van de bevolking ouder zijn dan 65 jaar (bron: ABN AMRO). En zoals het gezegd gaat: ouderdom komt met gebreken. Het percentage patiënten met chronische, acute en meerdere aandoeningen stijgt. Hun mobiliteit kan hierdoor ernstig beperkt worden. Maar ook bij mensen tussen de 20 en 40 jaar is de verwachting dat het aantal personen met beperkingen in het bewegingsapparaat zal stijgen door niet volledig herstelde sportblessures, verkeersongelukken en oorlogen (7-9). Specifiek voor de Westerse maatschappijen komt hier bovenop de problematiek van het teveel eten en te weinig bewegen: dat leidt tot vervroegde gewrichtsslijtage. Deze problematiek treedt versterkt op bij kwetsbare groepen zoals mensen uit lagere sociale klassen en mensen met cognitieve beperkingen door onder meer het van generatie op generatie doorgeven van een ongezonde levensstijl (10, 11). Professor Backx aan het UMC Utrecht vat de laatste genoemde trend treffend samen als: 'zitten is het nieuwe roken' (bron: <http://www.nporadio1.nl/opinie-commentaar/1000-zitten-is-schadelijker-dan-we-ooit-dachten>). Vandaar dat ik jullie deze middag laat ervaren hoe het is om staand of bewegend naar verhalen te luisteren. Hopelijk inspireert dit u om met kleine aanpassingen een bijdrage aan uw eigen gezondheid te leveren door meer te bewegen gedurende de dag. Dat is de kern waar het lectoraat Smart Devices voor staat.

Ik leg u een tweetal globale ontwikkelingen voor die relevant zijn voor het lectoraat Smart Devices. Voor de eerste ga ik terug naar ongeveer een eeuw geleden toen dr. Alexander Fleming in 1928 penicilline oftewel antibiotica ontdekte. Waarschijnlijk heeft iedereen in de zaal wel een keer antibiotica gebruikt. Door het explosieve gebruik hiervan is het aantal resistente bacteriën, zoals *E. coli* fors aan het groeien (Figuur 2) (12). In het Maasstad ziekenhuis in Rotterdam in 2011 leidde dit tot een besmetting van 21 patiënten met de dood als

gevolg (bron: <http://nos.nl/artikel/250081-21-doden-met-resistente-bacterie-rotterdam.html>). De tweede ontwikkeling is dat onderzoekers in het medisch domein steeds preciezer te weten komen hoe het menselijk lichaam functioneert en hoe ziektebeelden ontstaan, maar dat de vertaalslag naar implementatie in de zorg middels innovatie bijzonder moeizaam gaat. Belangrijke oorzaken zijn onvoldoende investeringscapaciteit voor de translationele fase en de ontoereikendheid van gezondheidssystemen om de stijgende zorgvraag te accommoderen (13). Ingegeven door de geschetste ontwikkelingen is een transitie naar nieuwe vormen van zorgverlening noodzakelijk. Relevant voor het lectoraat Smart Devices is dat vanuit de techniek flink wordt ingezet op onder meer geavanceerde slimme materialen, 3D-printtechnologie, telemonitoring en point of care testen (10, 13, 14). Een grote uitdaging blijft: de potentie omzetten in producten en diensten die ook echt gebruikt worden in de gezondheidszorg.



Figuur 2. Low-temperature electron micrograph of a cluster of *E. coli* bacteria, magnified 10,000 times. Each individual bacterium is a rounded cylinder. (bron: upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bc/E_coli_at_10000x%2C_original.jpg/800px-E_coli_at_10000x%2C_original.jpg, view date: 2-11-2016, free for non-commercial use)

3

Lectoraat Smart Devices

Ik maak het lectoraat Smart Devices concreet door te starten met definities, gevolgd door de ambitie en de filosofie van het lectoraat.

Definities

Binnen het lectoraat wordt een Smart Device als volgt gedefinieerd:

'Een smart device is een product dat met zo min mogelijk signaalmetingen en maximale interpretatie een mens ondersteunt in zijn functioneren.'

Dit is een nogal academische definitie, dus ik geef een paar voorbeelden.

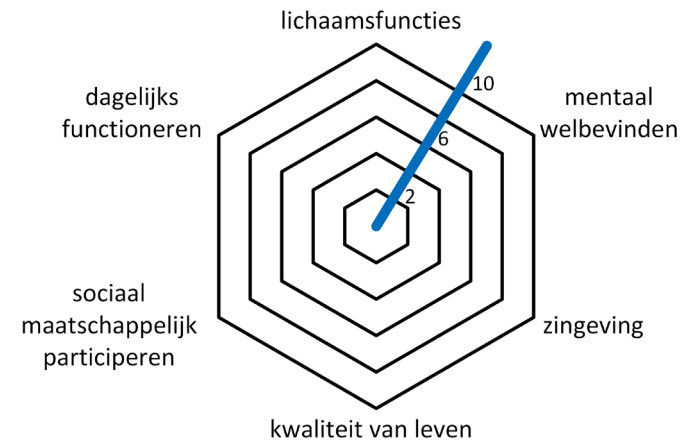
- Een smart device kan zinvolle terugkoppeling geven over de toestand van een gebruiker.
Bijvoorbeeld aan een reumapatiënt waarbij voortijdig via een biomarker in het speeksel wordt gemeten dat een pijnscheut in aantocht is.
- Een smart device kan een complete functie autonoom overnemen.
Bijvoorbeeld het automatisch controleren van de bloedsuikerspiegel van een diabetespatiënt of de verontreiniging met resistente bacteriën van een medische omgeving.
- Een smart device kan de gebruiker verleiden tot gezond gedrag.
Bijvoorbeeld het spelen van een game waar je naar volgend level kunt komen als je voldoende stappen zet (bron: www.457independent.com).

Gezondheid

Onder leiding van de Nederlandse onderzoeker Machteld Huber heeft de Wereld Gezondheid Organisatie (WHO) het begrip gezondheid in 2011 gedefinieerd als:

'Het vermogen om zich aan te passen en een eigen regie te voeren, in het licht van de fysieke, emotionele en sociale uitdagingen in het leven' (15) (bron: www.ipositivehealth.com, view date 22-7-2016).

Het elegante aan deze definitie is dat de mens in al zijn complexiteit centraal staat en niet de ziekte (Figuur 3).



Figuur 3. Schematische weergave van de 6 dimensies die betrekking hebben op de definitie gezondheid. © GJM Tuijthof 2016, herdrukt met toestemming.

Zorginnovatie

Het begrip innovatie is gedefinieerd als:

'Een idee, praktijk of object dat door een individu of andere eenheid van adoptie als nieuw wordt waargenomen' (16).

Het feit dat iets 'nieuw' is, hoeft niet per se te betekenen dat het ook een meerwaarde geeft. Vandaar dat het interessanter is kritische succesfactoren voor zorginnovatie te benoemen (16), zoals de bijdrage aan efficiëntere zorg, de bereidheid tot gedragsverandering bij de gebruikers en de formele bekrachtiging door de opinieleiders. Deze gebruikersfactoren kunnen opgepakt worden via de methodiek van 'co-creatie'.

Co-creatie

Voor het begrip co-creatie zijn veel definities te vinden, maar de algemene deler is dat de:

'uiteindelijke gebruikers van een product of dienst actiever betrokken worden in de (door)ontwikkeling van een product of dienst.'

Ambitie en filosofie

De volgende stap is het formuleren van de ambitie van het lectoraat Smart Devices:

Ontwikkeling, implementatie en valorisatie van smart devices gericht op gezond en hygiënisch bewegen in co-creatie met eindgebruikers en studenten teneinde de kennis, expertise en netwerken op te bouwen, te onderhouden en te delen die cruciaal zijn voor de realisatie van zorginnovatie.

De filosofie is om de voorgenomen ambitie te bereiken door te streven naar synergie tussen de mens in zijn gebruiksomgeving en het smart device dat precies is afgestemd op de individuele gebruiker. Om dit te bereiken, is het toepassen van co-creatie nodig. Zo heb ik tijdens mijn promotie wekelijks in de operatiekamer bij de chirurgen meegekeken en vele vragen met hen besproken. Dit gaf inzicht in de handelingsstroom in de real-life gebruiksomgeving en de wensen van chirurgen. Dit onderstreept de noodzaak van living labs en werkveldpartners. Daarnaast is kennis nodig van de state-of-the-art technologieën én van capaciteiten en gedragingen van de mens.

Op basis van bestaande kennis, expertise en netwerk van het lectoraat en de lopende programma's bij Zuyd Hogeschool en in de regio is ervoor gekozen het lectoraat Smart Devices in te richten in drie inhoudelijke programmalijnen: *Slimme draagbare biosensoren, Antimicrobiële point of care testen en Mens-machine interfaces.*

De programmalijnen zijn verder ingekaderd door:

- Focus op preventie of vroege diagnose, omdat dit tot duurzame oplossingen in de gezondheidszorg leidt.
- Focus op het verleiden tot gezond bewegen, omdat bewegen als basisingredient aangegeven wordt voor het voorkomen of het verminderen van veel ziektebeelden. Bovendien draagt mobiliteit bij aan kwaliteit van leven en sociale interactie.
- Focus op jonge mensen met minder kansen in de maatschappij, omdat deze doelgroep te weinig gehoord wordt en de ondersteuning juist het hardst nodig heeft.

3.1 Slimme draagbare biosensoren - Smart wearable biosensors

In Nederland maakt één op de drie mensen gebruik van apps of wearables om de levensstijl te monitoren (Figuur 4) (17). Activiteitenmonitoren en de Beddit Smart Sleep Tracker zijn lifestyle wearables die gegevens van de betreffende drager bijhouden, zoals stappen, verbruikte calorieën en slaaptijd. De drager kan zelf doelen zetten en de wearable houdt in de gaten of die bereikt worden. Het is vervolgens volledig aan de gebruiker om de gemeten informatie te interpreteren (Figuur 4).



Figuur 4.

Links: Pols met activiteitenmeters: van links naar rechts Misfit Shine, Fitbit Flex, Pebble watch Kickstarter Edition, Nike Fuelband 1st gen, Jawbone UP24 (bron: <https://encrypted-tbno.gstatic.com/images?q=tbn:AND9GcS2i54W7ccjL94T3F3lQXWdVqBAHlzWMAJWEAGAdoqcNbr-UkB>, view date 22-11-2016, free for non-commercial use).

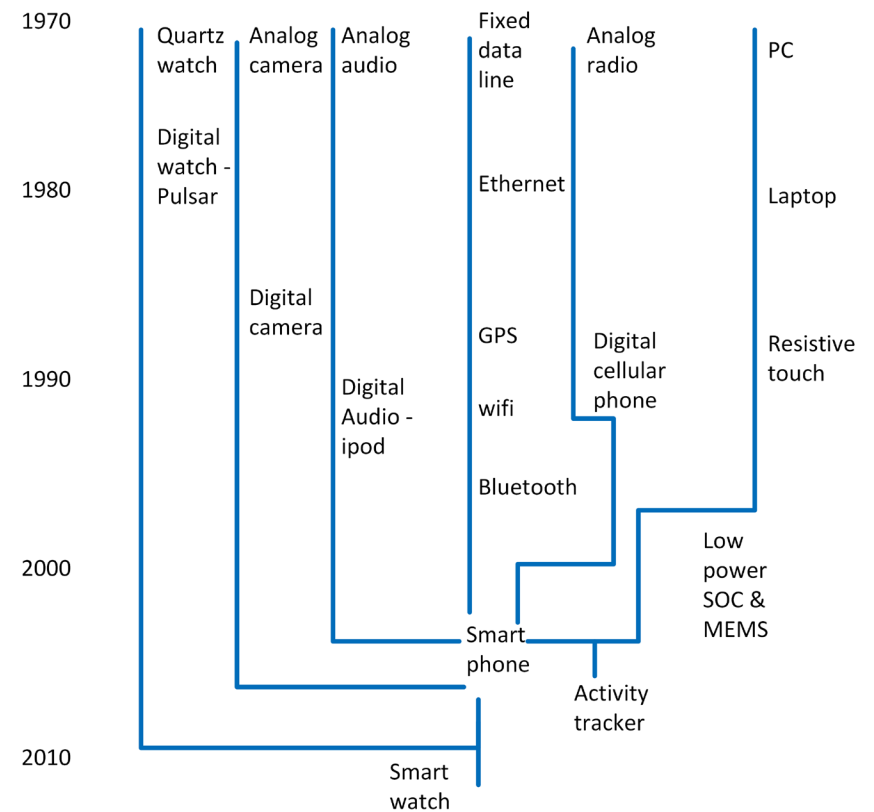
Midden: screenshot van Garmin vivoactive HR horloge © GJM Tuijthof 2016, herdrukt met toestemming.

Rechts: Screenshot van de app die behoort tot de Beddit Smart Sleep Tracker. Naast het presenteren van een aantal kwantitatieve parameters wordt ook mondelinge terugkoppeling gegeven. © GJM Tuijthof 2016, herdrukt met toestemming.

Wearable technologie is een veelbelovende technologie, omdat ze mogelijk maakt op afstand metingen te verrichten tijdens real-life activiteiten in real-life omgevingen. De technologie bestaat al veel langer. Zo is de Abacus 'smart' ring al in 1644 ontworpen in China (18, 19). Het is een miniatuur telraam dat je kunt dragen om je vinger. Maar denk ook aan een bril die al sinds de middeleeuwen geproduceerd wordt, initieel in de glasfabriek Murano in Venetië (20). Het is interessant de technologische ontwikkelingen te schetsen die geleid hebben tot wearables zoals de smartwatch en activiteitenmonitoren. In de jaren zeventig

van de vorige eeuw is de overgang van analoge draagbare producten zoals de Sony walkman naar digitale zoals het Pulsar horloge (Figuur 5) een belangrijke technologische mijlpaal. Vervolgens is er in de jaren tachtig de opkomst van computers die meerdere functies kunnen uitvoeren en het internet. Eind jaren negentig zijn draadloze communicatietechnologie zoals bluetooth en wifi en de miniaturisering van processoren zoals de integrated circuits belangrijke ontwikkelingen. Deze ontwikkelingen vormen de basiscomponenten van wearables. Vanuit technisch perspectief kunnen ze nog verder verbeterd worden. Vanuit gebruikersperspectief geef ik een persoonlijke ervaring. Omdat ik aan het trainen ben voor de Ironman triatlon in Maastricht, gebruik ik een sporthorloge dat ook mijn hartslag in rust kan weergeven (Figuur 4). Ik kan wat pieken en dalen zien, maar heb geen idee wat dit nu zegt over mijn vorderingen. Dit soort interpretatievragen en het geven van zinvolle terugkoppeling is wenselijk om wearables als nuttige aanvulling op de begeleiding door zorgprofessionals toe te passen.

Vanuit deze achtergrond is de programmatische *Slimme draagbare biosensoren* geformuleerd die zich zal richten op het tegelijkertijd meten, analyseren en interpreteren van meerdere biosignalen die natuurkundig van aard zijn om zo een zinvolle terugkoppeling te kunnen geven. Vanuit mijn achtergrond en netwerk in de orthopedie - zoals het Academic Centre for Evidence-based Sports medicine ACES - wordt dit concreet gemaakt door te starten met de ontwikkeling van een wearable voor de revalidatie van sportblessures zoals een voorste kruisband-scheur. Dit betreft veelal jonge actieve personen waarvan bekend is dat een groot percentage na het oplopen van een blessure niet meer op het oorspronkelijke niveau terugkeert (21). Deze wearable genaamd *Smart return to play* zal gedurende de complete revalidatie - en dus ook op het sportveld - tegelijkertijd alle relevante biosignalen meten zoals de mate van bewegingssymmetrie en sprongkracht. Aanvullend zullen slimme algoritmen ontwikkeld worden die gepersonaliseerde feedback geven over afwijkingen in het herstelproces.



Figuur 5. Schema met technologische ontwikkelingen die hebben geleid tot wearable sensoren. © GJM Tuijthof 2016, herdrukt met toestemming.

3.2 Antimicrobiële point of care testen - Antimicrobial point of care testing

Als introductie naar de volgende programmalijn beschrijf ik een handheld ATP-meter als voorbeeld van een draagbaar apparaat waarmee lokaal de aanwezigheid van micro-organismen zoals bacteriën gedetecteerd kan worden (Figuur 6). De hoeveelheid stof adenosinetriphosfaat - oftewel ATP, een energiedrager in levende organismen - is een generieke maat hiervoor.



Figuur 6. Draagbare ATP Hygiëne monitoring device van Gullimex voor het vaststellen van biologische contaminatie © J.M. Tuijthof 2016, herdrukt met toestemming.

Binnen het lectoraat Smart Devices is de afgelopen tien jaar ruime kennis en expertise opgebouwd in het testen en analyseren van bacteriële verontreinigingen via klassieke laboratoriumtechnieken zoals kweken en polymerase chain reaction (PCR) analyses. Daarvoor dank aan mijn voorganger professor Paul Borm, de eerste lector op het Life Sciences domein binnen Zuyd Hogeschool en het centre of expertise Chemelot Innovation and Learning Labs (CHILL) zonder welke de testen niet mogelijk zijn. Via de ontwikkeling van assays, protocollen en on-site testen en het evalueren van antimicrobiële coatings is een substantiële bijdrage geleverd aan het werkveld. Het grote nadeel van klassieke laboratoriumtechnieken is dat ze duur zijn en veel tijd vergen. Daarom worden wereldwijd point of care devices ontwikkeld voor onder meer de diagnose van bacteriële verontreinigingen in omgevingen en patiënten. Een recent voorbeeld binnen mijn eigen vriendenkring legt de verbinding tussen een bacteriële infectie en het bewegingsapparaat. Baby Nora belandde met een opgezwollen kniegewricht, beperkingen in beweging en hoge koorts in het Wilhelmina Kinderziekenhuis. Daar is een punctie genomen van het vocht in haar knie en voor analyse met de klassieke laboratoriumtechnieken opgestuurd. Het duurde meer dan één week

voordat het vaststond dat het de Kingella Kingae bacterie betrof (22). Met behulp van een handheld point of care device had binnen 10 minuten een diagnose plaats kunnen vinden, had baby Nora niet vier dagen ter observatie in het ziekenhuis hoeven liggen en was met zekerheid de juiste antibioticabehandeling gestart. Kenmerkend voor point of care devices is dat ze primair het medisch domein betreffen, dat ze bedoeld zijn om ter plekke een snelle diagnose te stellen en dat ze veelal (bio)chemisch signalen analyseren. De technische uitdagingen voor point of care devices liggen in het realiseren van een vergelijkbaar onderscheidend vermogen als klassieke laboratoriumtechnieken, het verkorten van de analyseduur tot enkele minuten en het handheld zijn van de producten.

Vanuit de ruim opgebouwde kennis en expertise binnen het lectoraat is de programmalijn *Antimicrobiële point of care testen* geformuleerd die zich in eerste instantie zal richten op snelle diagnose van bacteriële verontreinigingen. Vanuit de lopende onderzoeken binnen de faculteit Bèta Sciences and Technology en het recent toegekende Kennis-As programma Limburg Meet (afgekort LIME) wordt dit geconcretiseerd door in samenwerking met het Maastricht Science Program hun gepatenteerde point of care technologie door te ontwikkelen. Deze techniek bestaat uit een biosensor die gebaseerd is op surface imprinted polymers en een uitleestechiek gebaseerd op warmteoverdracht waarmee specifieke bacteriën gedetecteerd kunnen worden (23). Bij de doorontwikkeling van het proof-of-concept prototype naar een point of care device voor toepassing in ziekenhuizen en patiënten ligt een duidelijke rol voor het lectoraat Smart Devices. Ook geeft dit een natuurlijke verbinding met het lectoraat Material Sciences van de faculteit Bèta Sciences and Technology. Daarna kan de stap gemaakt worden naar het tegelijkertijd meten van natuurkundige en (bio)chemische signalen die het lichaam afgeeft, waardoor de twee besproken programmalijnen bij elkaar komen.

3.3 Mens-machine interfaces - HuMan-machine interfaces

Als introductie naar de laatste programmalijn *Mens-machine interfaces* geef ik het illustratieve voorbeeld van een interactieve speelvloer die qua beleving en ervaring aansluit bij de specifieke doelgroep kinderen (Figuur 7). De interactieve speelvloer steekt spelvormen zoals Twister of 'ren je rot' in een modern jasje waardoor de spelelementen bewaard blijven, maar kinderen toch het gevoel hebben dat ze in de moderne mensenwereld meedraaien.



Figuur 7. Interactieve speelvloer (bron: https://c1.staticflickr.com/9/8256/8603342706_d70f18dff7_z.jpg, view date 21-11-2016, free for non-commercial use).

Allemaal ontwikkelen we bepaalde gewoonten waar je in het begin echt bij nadenkt, maar die op een gegeven moment vanzelf gaan. Voorbeelden zijn het strikken van je veters of de vaste route naar je school fietsen. Deze gewoonten hebben we nodig, omdat we daarmee onze hersenen efficiënter kunnen inzetten. Maar er zijn gewoonten die onze gezondheid kunnen schaden (24). Zo is het 'teveel zitten' aangetoond ongezond. Inmiddels zijn we er ook wel achter gekomen dat mensen verbieden iets te doen averechts werkt. Voorbeelden hiervan zijn mislukte overheids campagnes zoals de campagne NIX18 die jongeren onder de 18 jaar zou moeten stimuleren niet of veel minder te drinken (bron: www.telegraaf.nl). Een ander belangrijk mechanisme dat onze gewoonten beïnvloedt, is samengevat in de gezegden 'goed voorbeeld doet volgen' en 'jong geleerd is oud gedaan'. Dit vrijelijk interpreterend betekent dat we juist jongeren moeten faciliteren in gezond bewegen, omdat zijzelf daar een groter deel van hun leven profijt van hebben en de gewoonten doorgeven aan de volgende generatie.

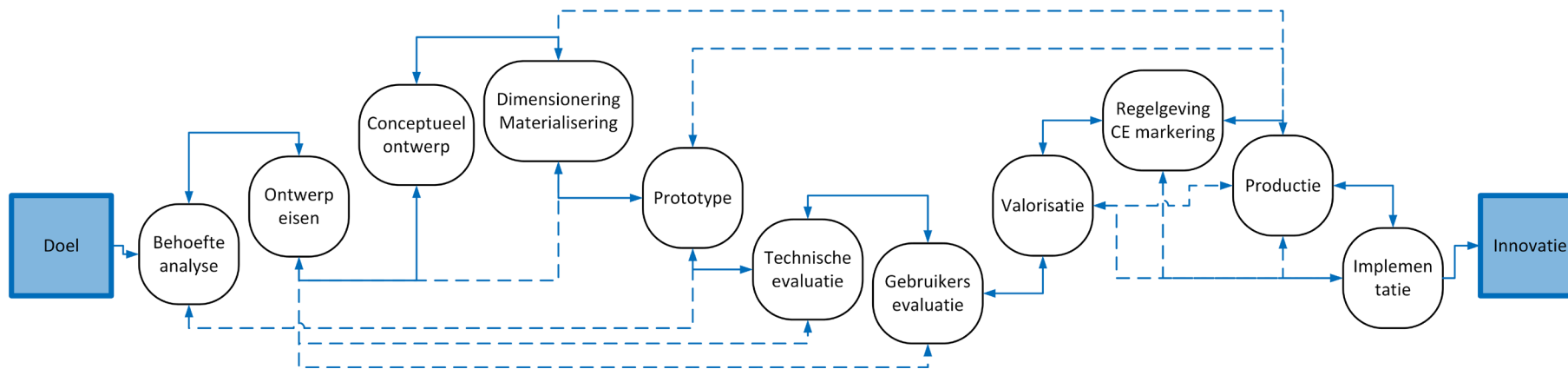
De uitdaging in deze programmalijn is het analyseren van menselijk gedrag en dit te vertalen naar technische oplossingen die de mens in zijn omgeving intrinsiek motiveren te bewegen, gebruikmakend van 'fun'- of 'spel'- elementen. Human-machine interfaces legt met deze insteek een nadrukkelijke verbinding met het lectoraat Smart Urban Redesign van de faculteit Bèta Sciences and Technology. Zo wordt het onderzoek verankerd. Een bekend voorbeeld van een 'fun'-element in de openbare ruimte is de **pianotrap** (25), bestaande uit een trap aangekleed als piano toetsenbord die ook daadwerkelijk een klank laat horen per trede. Doordat het nu eenmaal leuker is de pianotrap te nemen, liet onderzoek zien dat 66% meer mensen de trap namen dan normaal. Op deze wijze wordt de intrinsieke motivatie gestimuleerd en dat geeft een grotere kans op succes.

Vanuit deze achtergrond is het doel van deze laatste programmalijn *Mens-machine interfaces* om mensen op intuïtieve wijze te ondersteunen in gezond bewegen door een projectidee te ontwikkelen genaamd *Playing for success*. Deze naam is afgekeken van een **initiatief uit Engeland** waarbij kinderen met een rugzakje een programma van drie maanden doorlopen in het stadion van een professionele voetbalclub. Het initiatief heeft tot doel hen te empoweren, gebruikmakend van de WOW-factor van het stadion en de spelers. Het projectidee is om kinderen die een achterstand hebben hun lichaam te laten gebruiken in 'interactieve speel- en beweegomgevingen' waardoor energie wordt opgewekt of gezondheidscredits worden opgebouwd. Daarmee wordt toegang verkregen tot dingen als internet-tijd waarmee zij hun kansen in de maatschappij vergroten. Met deze laatste programmalijn wordt de cirkel rond gemaakt in een technische meet- en regelkring. Bij de eerste twee programmalijnen ligt de focus op meten en dus sensorontwikkeling, deze laatste programmalijn levert de regelaar ofwel de actuatoren voor gezond bewegen.

4

Ontwerpen, Onderzoeken, Opleiden en Samenwerken

In dit laatste deel wil ik ingaan op: Ontwerpen, Onderzoeken, Opleiden en Samenwerken. Ik zal de term engineering noemen, waarmee ik veelal alle opleidingen binnen de faculteit Bèta Sciences and Technology bedoel. In mijn ogen is een productontwikkeltraject het vehikel om ontwerpen, onderzoeken, opleiden en samenwerken te verbinden (Figuur 8). Via deze aanpak kan het lectoraat Smart Devices zich verder ontwikkelen tot een betrouwbare en betekenisvolle partner in het beantwoorden van technische praktijkvragen.



Figuur 8. Typische stappen die gezet moeten worden bij de productontwikkeling van een smart device binnen de programmalijnen van het lectoraat Smart Devices. De doorgetrokken pijlen geven het ideale ontwikkeltraject weer, maar in de praktijk zullen de onderbroken pijlen ook gevolgd worden om een ontwerp aan te passen. © GJM Tuijthof 2016, gedrukt met toestemming.

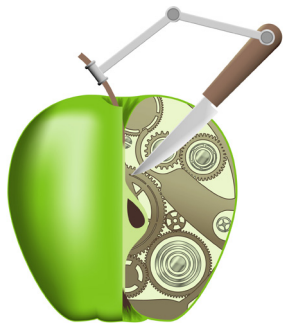
4.1 Ontwerpen

Ontwerpen is de mooiste vaardigheid die je kunt bezitten. Het mooie is dat iedereen een ontwerper is, u dus ook. Het gaat er namelijk om dat je de wereld om je heen inricht zodat die nuttiger, mooier of beter wordt. En dat deed je vroeger al door een tekening voor je grootouders te maken. Het gegeven dat je oplossingen mag bedenken die nog niet bestaan, vind ik magisch en prikkelend. Ik wil over ontwerpen het volgende bespreken.

Ten eerste, ik sprak over een productontwikkeltraject. Voor de niet-technici: dat betekent dat een traject doorlopen wordt van een idee voor een technische oplossing van een probleem totdat er een product in de winkel ligt. Cruciaal in een ontwerpproces is dat de ontwerpstappen nooit volledig serieel plaatsvinden, maar er is continu terugkoppeling naar de vorige fasen en vooruitblik naar de volgende fasen (Figuur 8). Zo hebben mijn oud-collega's dr. Horeman en dr. Loeve en ikzelf een raamwerk hiervan afgeleid voor medisch productontwerpen getiteld 'Design by Dissection' (Figuur 9) (26). Het raamwerk bestaat uit de formulering van vier kerneigenschappen om te komen tot zorginnovatie: bruikbaar, maakbaar, nuttig en veilig (Figuur 9). Daarnaast geeft het raamwerk een disclaimer, namelijk 'er is geen beste ontwerpmethodiek!' Voor elk probleem is het zoeken naar een handige aanpak waarbij persoonlijke benadering en

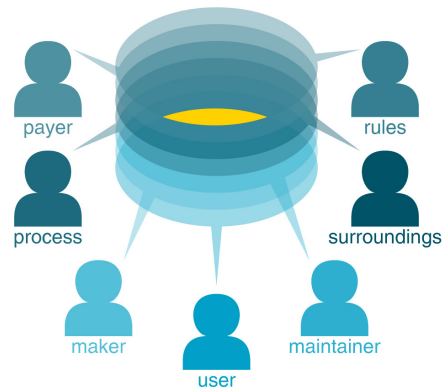
ervaring een rol spelen. Een ervaren ontwerper kenmerkt zich dan ook door vaker te starten met een handige aanpak waardoor de snelheid van ontwerpen vergroot wordt. Tot slot geeft het raamwerk aan dat innovatie gestimuleerd wordt door een gedetailleerde analyse uit te voeren van het probleem, de gebruiker en zijn omgeving.

Ten tweede wil ik ontwerpen op verschillende opleidingsniveaus bespreken. Academisch ontwerpen heeft als doel volledig nieuwe potentiële functionaliteiten te verkennen. Op voorhand kan niet voorspeld worden of de functionaliteit zal gaan werken: dat wordt onderzocht door theorievorming, simulaties en experimenten. Ontwerpen op universitair niveau heeft tot doel concrete technische oplossingen te realiseren die ook voldoen aan allerlei eisen uit de maatschappij, zoals kostenefficiëntie. Het zijn complexe ontwerpen waarbij op voorhand bekend is dat de oplossing werkt. Ontwerpen op hogeschoolniveau heeft tot doel het detailleren, doorrekenen, productieklaar maken en implementeren van de ontwerpen. Op dit punt leg ik nauwer de link tussen ontwerpen, onderzoek en opleiden. In de Westerse wereld om ons heen worden producten steeds complexer. Dat leidt tot praktijkvragen die geen fundamenteel karakter hebben - ofwel niet algemeen te generaliseren zijn - maar wel onderzocht moeten worden via ontwerp onderzoek ofwel 'research through design' (27, 28). De gedragingen en prestaties van (deel)ontwerpen worden experimenteel onderzocht waarbij de prototypen als onderdeel van een experimentele opstelling beschouwd kunnen worden.



Design by Dissection

Figuur 9. Links: Logo dat de Design by Dissection-aanpak symboliseert. Rechts: Alle stakeholders waar rekening mee moet worden gehouden om tot een medical device ontwerp te komen dat daadwerkelijk geïmplementeerd kan worden. Alle stakeholders brengen hun ontwerpeisen in waardoor de ontwerpruimte verkleint tot het gele vlak. Beide plaatjes © AJ Loeve 2015, gedrukt met toestemming.



Diezelfde complexiteit in producten verandert de rol van de ingenieur en maakt het noodzakelijk dat ingenieurs van verschillende disciplines samenwerken aan een integraal ontwerp (Figuur 10 geeft een voorbeeld). Zuyd Hogeschool heeft kenmerken van de nieuwe ingenieur van de toekomst geformuleerd en van daaruit de drie opleidingen van de faculteit Bèta Sciences and Technology herontworpen om ze toekomstbestendig te maken. Het opleiden in samenwerken wordt gestart bij de eerstejaars engineeringstudenten in een mechatronische ontwerp opdracht.



Figuur 10. Universeel wearable sensorbord voor om een pols dat data verstuurd via bluetooth naar een app op een smartphone vanwaar het doorgestuurd wordt naar de cloud. Dit is een mooi voorbeeld van de complexiteit van hedendaagse producten waar soft- en hardware geïntegreerd wordt tot één product. © Copyright SJJ Pieters 2016, gedrukt met toestemming.

Het derde element is het ontwerpproces zelf. Ontwerpdocenten van de TU Delft onder leiding van Van Dooren hebben, in mijn ogen, het chaotische ontwerpproces dat in je hoofd plaatsvindt inzichtelijk gemaakt en generiek beschreven (29). Voor alle ingenieursdomeinen bestaat ontwerpen uit 5 generieke elementen:

1. Het verkennen, analyseren, beslissen of experimenteren
2. Met behulp van je kwaliteiten of filosofie of drijfveer
3. Al werkend in domeinen
4. Binnen een raamwerk of een bibliotheek van voorbeelden
5. Gebruikmakend van een taal

Punt twee bevestigde voor mij dat ontwerpen een persoonlijk gekleurd proces is. Je ontwerpt vanuit je eigen ik waaraan je eigen waarden en normen, je eigen inspiratiebronnen en je eigen sterke en zwakke kanten gekoppeld zijn. Die individualiteit moet je dus accepteren en voeden bij het opleiden van ontwerpers. Mijn inkleuring is samengevat in de ondertitel van mijn rede, namelijk het *streven naar synergie tussen mens en device*. Dat persoonlijke ofwel creatieve in het ontwerpproces is ongrijpbaar voor de wetenschap. Je kunt een brainstormsessie nu eenmaal niet reproduceren volgens de regels van de onderzoeksmethodologie. Hiermee eindig ik de bespreking van ontwerpen.

4.2 Onderzoeken

Vanuit mijn rol als onderzoekende ontwerper kan 'onderzoeken' beschouwd worden als een vaardigheid die noodzakelijk is om een productontwikkeltraject succesvol te doorlopen. In die zin zie ik onderzoeken als ondersteunend aan het ontwerpproces, bedoeld om inzicht te krijgen in het gedrag van ontwerpen, om ontwerpeisen en de prestatie van prototypen te kwantificeren en om overzicht te krijgen van oplossingsrichtingen in de literatuur. Om met de woorden van mijn oud-collega dr. Plettenburg te spreken: 'Onderzoeken geeft inzicht, ontwerpen past het inzicht toe in een technische oplossing'. Ik onderstreep daarbij het belang van praktijkgericht onderzoek, waarbij ik twee opmerkingen plaats.

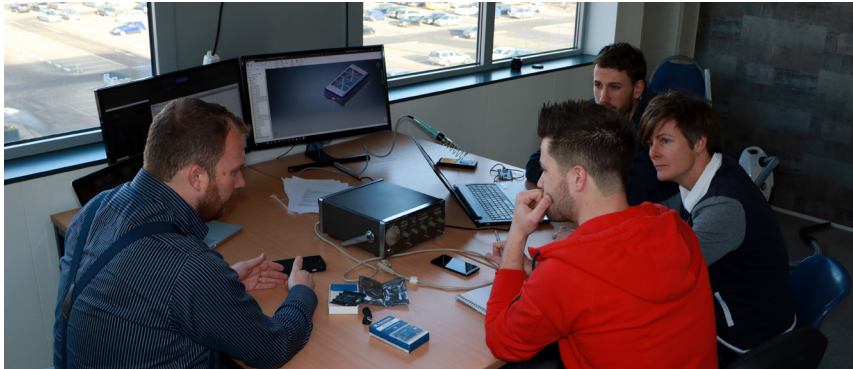
De eerste is dat onderzoek altijd plaatsvindt via de voor het domein geldende standaarden, waarbij validiteit en betrouwbaarheid hoog in het vaandel staan. Dit is conform het advies van de Werkgroep Kwaliteit van Praktijkgericht Onderzoek (30). Ik illustreer dit met een voorbeeld aangaande de gebruikersevaluatie van een prototype waarmee de voet van een patiënt in een CT-scanner kan worden gepositioneerd (Figuur 11) (31). Vooraf is een pilotstudie gedaan om de hoeveelheid fouten in gebruik en de snelheid van handelen te bepalen. Op basis hiervan is een poweranalyse gedaan, waardoor met 20 CT-laboranten de gebruiksvriendelijkheid van het prototype statistisch significant bepaald werd. Niet alleen de functie van het prototype is belangrijk, maar ook de gebruikersevaluatie in de klinische relevante omgeving (ofwel een living lab). Omdat het prototype specifiek ontworpen is voor één toepassing in één specifieke context, zijn de resultaten niet te vertalen naar algemene inzichten. Dit praktijkgericht onderzoek is echter wel nodig om zorginnovatie te bewerkstelligen.



Figuur 11. Foto van een prototype van een voetplaat waarmee de voet van een patiënt in de CT-scan in verschillende extreme standen kan worden gepositioneerd. Een CT-laborant bedient de voetplaat die op de CT-scanner band ligt. © GJM Tuijthof 2010, gedrukt met toestemming.

De tweede opmerking over praktijkgericht onderzoek is dat lectoraten een actieve rol hebben in het oppakken van praktijkvragen. Mijn ervaring met medische professionals en startende bedrijven is dat zij, ingegeven door de gevraagde snelheid van werken, relatief weinig momenten hebben om te analyseren wat beter kan of wat de volgende stap dient te zijn. Het kan dan zeer verfrissend werken als studenten en docenten vanuit een ander perspectief de praktijk analyseren. Het streven is om dit te faciliteren met de volgende drie benaderingen. De eerste is op een eigentijdse manier inventarisaties maken van componenten en producten die relevant zijn voor de programmalijnen. Daarbij heb ik me laten inspireren door een prachtig voorbeeld van mijn collega's bij de faculteit Gezondheidszorg, die de website [meetinstrumenten in de zorg](#) hebben gebouwd. Zorgprofessionals kunnen per lichaamsregio, aandoening en functie een bijpassende vragenlijst vinden die valide en betrouwbaar gebruikt kan worden om de patiënt te monitoren. De tweede aanpak is de 'valley of death' te overbruggen. De 'valley of death' kenmerkt zich door het gat tussen een proof-of-concept prototype vanuit de academie en een kant-en-klaar product. De benodigde technische doorontwikkeling die noodzakelijk is, is precies het toegepaste 'research by design' dat hogescholen kunnen uitvoeren in samenwerking met het werkveld. Een derde aanpak is gericht op de living labs. Living labs zijn plekken met authentieke praktijksituaties waarin studenten worden opgeleid. Daarnaast bieden zij de mogelijkheid voor praktijkgericht onderzoek. De authenticiteit draagt bij aan verminderde generaliseerbaarheid van onderzoeksresultaten, omdat het moeilijker is om één parameter te variëren zoals

gebruikelijk is laboratoriumomgevingen. Het lectoraat Smart Devices neemt het voortouw bij de oprichting van de 'Wearable Werkplaats' (Figuur 12). Dit is een living lab als onderdeel van het Kennis-As programma Limburg Meet (LIME) en van de ondernemerscommunity Qeske. Het doel van de Wearable Werkplaats is een open innovatielab voor de ontwikkeling, valorisatie en informatievoorziening van draagbare (bio)sensoren in de gezondheidszorg. Daarmee eindig ik de bespreking van toegepast onderzoek.



Figuur 12. De foto geeft een impressie van het innovatielab Wearable werkplaats en laat samenwerking tussen studenten, docenten en ondernemers zien.
© Copyright SJJ Pieters 2016, gedrukt met toestemming.

4.3 Opleiden

Ik heb bewust gekozen voor de term opleiden omdat dit een werkwoord is en dus actie uitstraalt. En omdat het gaat om het opleiden van studenten en medewerkers. In dat licht worden studenten als onervaren professionals beschouwd en medewerkers als ervaren professionals. Door met de medewerkers één product per programmaliijn te ontwikkelen, wordt hands-on de kennis en expertise opgebouwd via de 'learning by doing'- aanpak (32). Daarin speelt een living lab een centrale rol, omdat het de professionals de mogelijkheid biedt om te werken aan het eerste generieke ontwerpelement: *Verkennen, analyseren, beslissen of experimenteren* (29). Dus fouten maken mag, daar leer je het meest van.

Ik refereerde aan de nieuwe ingenieur van de toekomst die niet alleen moet beschikken over vaktechnische kennis, maar daarnaast veel meer dan vroeger in staat zal moeten zijn om multidisciplinair te werken en zich zal moeten blijven

opleiden om duurzaam inzetbaar te blijven. Ten aanzien van de vaktechnische kennis leg ik de verbinding met de generieke ontwerpelementen drie en vier: *Al werkend in domeinen en Binnen een raamwerk of een bibliotheek van voorbeelden* (29). Voor de ingenieur zijn domeinen als materiaalkunde en productietechnieken deel van de vaktechnische kennis. Het bouwen op een raamwerk van voorbeelden is nodig voor kansrijke ontwikkeling van producten. Daarom is het relevant om goed te kijken naar wat anderen voor jou hebben gedaan. Dit stimuleert veelzijdigheid en inspiratie. Hoe meer je weet hebt van voorbeelden, hoe breder het palet aan oplossingen waaruit je kunt kiezen en hoe meer je kunt combineren. Ik ben er dan ook een groot voorstander van om studenten veelvuldig voorbeelden voor te schotelen om het raamwerk op te bouwen.

Dan het vijfde generieke ontwerpelement: de taal waarmee een ingenieur communiceert (29). De communicatie met de klant en het vertalen van de klantwensen naar technische specificaties is een essentiële vaardigheid voor een ingenieur. Van oudsher zijn het schetsen van ontwerpideeën en schrijf- en presentatievaardigheden nodig voor deze communicatie met niet-ingenieurs. Daarnaast is de wiskunde voor communicatie tussen ingenieurs onderling relevant om gedragingen van ontwerpen compact te formuleren. Ik stel voor om de taal van programmeren - die beter in staat is om complexere systemen te beschrijven - hieraan toe te voegen. Ik wil me inzetten om deze vier communicatietalen centraal aan te bieden bij alle engineeringopleidingen van hogescholen. De uniformiteit in voorgesteld taalonderwijs draagt substantieel bij aan interprofessioneel samenwerken en maakt dat de studenten sneller kunnen kwalificeren als ingenieur van de toekomst.

Het combineren van onderzoek en opleiden is een pijler voor lectoraten. De opleiding Applied Science en het lectoraat Material Sciences hebben daarom geïnvesteerd in communities for development. In het centre of expertise CHILL voeren zij opdrachten van het bedrijfsleven uit in teams van onervaren en ervaren professionals. Het streven is dit concept te vertalen naar de opleiding Engineering en het lectoraat Smart Devices. Het lectoraat heeft sterk bijgedragen aan de inrichting van de afstudeerrichting Healthcare Engineering die qua inhoud nauwe verwevenheid heeft gekregen met de programmaliijn *Slimme draagbare biosensoren*. Tot slot is een bijzonder onderdeel van de Wearable Werkplaats de mobiele servicebalie die in de vorm van een studentbedrijf actief naar burgers, patiënten en zorgprofessionals toegaat om hen te informeren en adviseren over wearables. Deze insteek biedt voor de studenten van Zuyd Hogeschool een geweldige praktijksetting om interprofessioneel te leren samenwerken. Hiermee eindig ik de bespreking van opleiden.

4.4 Samenwerken

Een ingenieur en een lectoraat hebben per definitie samenwerkingen nodig omdat zij ontwikkelingen en onderzoeken doen waar anderen behoefte aan hebben. De productontwikkeltrajecten zijn voor het lectoraat Smart Devices het vehikel om de verbinding te leggen met in- en externe partners. Het uitgangspunt is een win-winsituatie te creëren door te zoeken naar complementaire kennis en expertise. Op basis daarvan kan duurzame samenwerking worden opgebouwd. Een voorbeeld is de samenwerking met bedrijven op te zoeken die al hardware- en softwarecomponenten hebben ontwikkeld voor commerciële wearables die in het projectidee *Smart return to play* toegepast kunnen worden. Hierdoor worden kansen gecreëerd voor nieuwe producten voor de betreffende bedrijven, terwijl tegelijkertijd onze professionals hun kennis van state-of-the-art technologie uitbreiden.

Zoals aangegeven is samenwerking nodig met partners binnen Zuyd Hogeschool. De meest voor de hand liggende zijn de lectoraten van de faculteiten Bèta Sciences and Technology, Gezondheid en ICT en de opleidingen Fysiotherapie, Ergotherapie, Biometrie, ICT en Communication and Multimedia Design.

De activiteiten van het lectoraat Smart Devices zullen sterk gekoppeld worden aan het Kennis-As programma Limburg Meet (LIME) dat onder het Expertisecentrum Innovatieve Zorg en Technologie (EIZT) valt. Voor de drie programmalijnen en de Wearable Werkplaats zijn al samenwerkingsverbanden met regionale bedrijven in de medtech- en life science-sector zoals Pathofinder en Synapse. Of ze worden nu gevormd, zoals met de Qeske-community bij de Roda Boulevard, Centre court, 457Independent en Wanderwatch. Hetzelfde geldt voor de samenwerking met zorginstellingen: ik noem de al bestaande contacten waaronder het Maastricht Universitair Medisch Centrum+, Zuyderland Medisch Centrum, Daelzicht en Sportho. En niet te vergeten de langdurige samenwerking met afdelingen in het Academisch Medisch Centrum in Amsterdam. Het toepassen van co-creatie met zorgprofessionals is een kritische succesfactor waarbij een win-winsituatie te borgen is door het juist timen van de contactmomenten. Het lectoraat Smart Devices kan en zal vanwege zijn positie actief de verbindingen versterken tussen mkb, grotere bedrijven en de uiteindelijke afnemers van zorg.

5

Besluit

In deze rede heb ik u meegenomen in mijn gedachten over relevante aspecten voor het lectoraat Smart Devices.

Zoals u wellicht gemerkt heeft, heb ik geen sterke meningen geuit omdat ik ervan overtuigd ben dat er niet één weg is die naar Rome leidt. Als onderzoeker en ontwerper moet je kunnen omgaan met veranderingen, tegenslagen en uitkomsten die je totaal niet verwacht. Dat maakt het proces spannend. Daarnaast zit de wereld gewoon ook ingewikkeld in elkaar. Dat heeft u wellicht ook wel gemerkt aan de bespreking van de vier pijlers ontwerpen, onderzoeken, opleiden en samenwerken waar overlappen onvermijdelijk waren.

Ik heb wel aangegeven dat ik er voorstander van ben om per programmaliijn een gerichte keuze te maken in de vorm van de ontwikkeling van één projectidee. Ik geloof dat dit noodzakelijk is om medewerkers de mogelijkheid te bieden zich verder te professionaliseren met een unieke expertise die impact kan hebben. Of zoals professor Herder zou zeggen als ik weer eens te enthousiast dacht dat ik alles wel even zou kunnen doen: 'Start maar eerst eens met één ding, werk dat goed uit, dat is waarschijnlijk al moeilijk genoeg.' Dat blijkt keer op keer uit te komen als je kwaliteit wilt leveren.

Uiteindelijk gaat het niet om de techniek, maar om het faciliteren van het snelle herstel van je teamgenoot met een sportblessure, om het diagnosticeren van baby's binnen een kwartier en om het vergroten van de kansen van kinderen uit kwetsbare groepen. Door te streven naar de synergie tussen de mens en het device hoop ik hier een zinvolle bijdrage aan te leveren - samen met iedereen van het lectoraat Smart Devices en alle partners die daarbij betrokken zijn.

Dankwoord

Dames en heren,

Ik gaf al aan dat je ontwerpen, onderzoeken en opleiden nooit alleen doet en wil graag woorden van dank uitspreken. In deze beperkte tijd kan ik niet iedereen bedanken, dus bij voorbaat mijn excuses.

Allereerst wil ik het College van Bestuur van Zuyd Hogeschool, de directeur van de faculteit Bèta Sciences and Technology Bert Schroën en alle anderen die hebben bijgedragen aan mijn benoeming bedanken voor het gestelde vertrouwen.

Hooggeleerde Stassen, beste Henk,

Wat was het mooi geweest als je hierbij had kunnen zijn. Ik hoop dat ik nog steeds mijn enthousiasme op de wijze die jij zo kon waarderen inzet in mijn poging om net zo'n inspiratiebron voor studenten te zijn als jij was.

Hooggeleerde Herder, beste Just,

Jij hebt de basis gelegd voor wat ik nu ben als ontwerpende onderzoeker. Juist onze avonturen op de motor en fiets gaven ons de rust en inspiratie om te discussiëren. Ik wil je ontzettend bedanken voor alles wat je voor me betekend hebt.

Hooggeleerde Kerkhoffs, beste Gino,

Samenwerken tussen ingenieurs en medici schijnt niet vanzelfsprekend te zijn. Bij ons wel. De kern is het volledig vertrouwen in elkaar en wederzijds respect voor elkaars expertise. Daarnaast ben je gewoon een fijne vent.

Hooggeleerde Dankelman, van der Helm, Breedveld, van Dijk, beste Jenny, Frans, Paul en Niek

Dank voor jullie coaching in die lastige wetenschappelijke wereld en jullie kritische noot. Dat heeft mij geprikkeld om meer uit mezelf te blijven halen.

Hooggeleerde Valstar, beste Edward,

Mijn Delftse kamergenoot. Ik mis je luisterend oor en het bespreken van de dingen in het leven die er net zo goed toe doen. Sterkte in je moeizame strijd.

Hooggeleerde Baller, beste Theun,

Wauw, wat heb ik veel van je mogen leren bij het opzetten van de bacheloropleiding Klinische technologie. Dank voor je rust, luisterend oor en je rotsvast vertrouwen dat ik het wel klaar zou spelen.

Zeergeleerde Horeman en Loeve, beste Tim en Arjo,
Ik ben ook super trots dat jullie erkenning krijgen voor het mooie werk dat jullie leveren: Tim als ingenieur van het jaar en Arjo met een dik verdiend vast contract. Heel bijzonder om vrienden te worden met collega's. Dank!

Beste collega's van Zuyd Hogeschool,
Ik heb jullie ontvangst als een warm bad ervaren. Ik ga mijn stinkende best doen om samen met jullie supermooie dingen neer te zetten.

Beste collega's van de afdelingen in Delft en in Amsterdam waar ik werk, gewerkt heb of mee samenwerk,
Graag ga ik op de ingeslagen weg met jullie verder.

Beste promovendi en studenten,
Zoals ik al zei: opleiden is actief. Ik leer elke keer weer minstens zoveel als jullie. Dank dat ik jullie mag begeleiden en coachen.

Geachte vertegenwoordigers van STW, NWO, ZonMW, Nederlandse Vereniging voor Arthroscopie, RAAK SIA en overige sponsors van onderzoek en kennisontwikkeling. Dank voor jullie financiële bijdrage.

Zonder de steun van vrienden had ik hier nooit gestaan. Lianne, Marte, Suus, Luise, Anke, Saskia, Constance dank voor jullie onvoorwaardelijke vriendschap.

Lieve papa,
Ik weet dat je over me waakt en er bent op belangrijke momenten zoals nu. Dank!

Lieve mama,
Ik ben ongelooflijk trots op je. Zo een sterke vrouw en een geweldige inspiratiebron.

Lieve, Michelle, Eric, Saartje Bo, Jesse James en schoonfamilie,
Ik ben trots op jullie.

Lieve Cristianne,
Mijn steun en toeverlaat. Laten we de rest van ons leven doorgaan met elkaar te steunen om het beste uit onszelf te halen.

Laten we het leven vieren door gezond te bewegen met een borrel. Ik heb gezegd.

Referenties

1. Dunnen Sd, Mulder L, Kerkhoffs GM, Dankelman J, Tuijthof GJ. Waterjet drilling in porcine bone: The effect of the nozzle diameter and bone architecture on the hole dimensions. *JMech BehavBiomedMater*. 2013.
2. Tuijthof GJ, Dusee L, Herder JL, van Dijk CN, Pisteccky PV. Behavior of arthroscopic irrigation systems. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2005;13(3):238-46.
3. Tuijthof GJ, Sierevelt IN, van Dijk CN. Disturbances in the arthroscopic view defined with video analysis. *Knee SurgSports TraumatolArthrosc*. 2007;15(9):1101-6.
4. Horeman T, Schilder F, Aguirre M, Kerkhoffs GMMJ, Tuijthof GJM. Design and Preliminary Evaluation of a Stiff Steerable Cutter for Arthroscopic Procedures. *Journal of Medical Devices-Transactions of the Asme*. 2015;9(4).
5. Horeman T, Aguirre M, Kerkhoffs GMMJ, Dankelman J, Tuijthof GMJ. The SATA, A Simple, Stiff, and Rigid Steering Mechanism. *Journal of Medical Devices-Transactions of the Asme*. 2015;9(3).
6. Tuijthof GJM, Herder JL. Design, actuation and control of an anthropomorphic robot arm. *Mechanism and Machine Theory*. 2000;35(7):945-62.
7. Stam C, Draisma J. Letsel door ongevallen, geweld en automutilatie; kerncijfers. 2010 3/2010. Report No.: factsheet:17.
8. Organization WH. Medical devices: managing the mismatch: an outcome of the priority medical devices project. France: 2010 2010. Report No.: WX 147.
9. Bauer R, Steiner M. Injuries in the European Union. Statistics summary 2005-2007. Vienna, Austria: 2009 11/2009. Report No.
10. Organization WH. Preparing a health care workforce for the 21st century. France: 2005.
11. Limburg GZ. Gezond meedoen in Zuid-Limburg. 2014.
12. DISCuSSIE T. Antibiotica-resistentie: maatregelen hoognodig. *Ned Tijdschr Geneesk*. 2010;154(A2261):A2261.
13. Frist WH. Shattuck Lecture: health care in the 21st century. *N Engl J Med*. 2005;352(3):267-72.
14. van Balen ANR. Voorkomen is beter dan genezen. In: Amro A, editor.: ABN Amro.
15. Huber M, Knottnerus JA, Green L, van der Horst H, Jadad AR, Kromhout D, et al. How should we define health? *BMJ*. 2011;343:d4163.
16. van Oirschot RS, E;Bake, J;Kroon, R. Kennis(in)kaart. Den Haag: Zorginnovatie-platform, 2010 22-04-2010. Report No.: 100422 ZIP ES.
17. Renders CB, T.Visser, K.;Roozen, B. Smart health monitor. Multiscope, 2016 april 2016. Report No.
18. Feinberg A. This Wearable Abacus Is Basically the World's Oldest Smart Ring [Webpage]. 2014 [cited 2016 25-10-2016]. Available from: <http://gizmodo.com/this-wearable-abacus-is-basically-the-worlds-oldest-sm-1545627562>.
19. Popat KAS, P. Wearable Computer Applications A Future Perspective. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*. 2013;3(1):5.
20. Rosenthal JW. Spectacles and other vision aids. San Francisco, USA: Norman Publishing; 1996.
21. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*. 2014;48(21):1543-52.
22. Principi N, Esposito S. Kingella kingae infections in children. *BMC Infect Dis*. 2015;15:260.
23. Peeters M, van Grinsven B, Cleij TJ, Jimenez-Monroy KL, Cornelis P, Perez-Ruiz E, et al. Label-free Protein Detection Based on the Heat-Transfer Method--A Case Study with the Peanut Allergen Ara h 1 and Aptamer-Based Synthetic Receptors. *ACS Appl Mater Interfaces*. 2015;7(19):10316-23.
24. Duhigg CA, P. Macht der gewoonte: Waarom we doen wat we doen en hoe we dat kunnen veranderen. Amsterdam, NL: Ambo; 2012.
25. Volkswagen. the fun theory.com 2009 [updated 2009; cited 2016 2-11-2016]. Available from: <http://www.thefuntheory.com/piano-staircase>.

26. Horeman TL, A.J.; Tuijthof, G.J.M., editor Design by dissection. Design of Medical Devices Europe conference; 2015; Wiener Neustadt, Austria.
27. Zimmerman J, Stolterman E, Forlizzi J. An analysis and critique of <i>Research through Design</i>: towards a formalization of a research approach. Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems; Aarhus, Denmark. 1858228: ACM; 2010. p. 310-9.
28. Desmet P, Overbeeke K, Tax S. Designing Products with Added Emotional Value: Development and Application of an Approach for Research through Design. *The Design Journal*. 2001;4(1):32-47.
29. van Dooren E, Boshuizen E, van Merriënboer J, Asselbergs T, van Dorst M. Making explicit in design education: generic elements in the design process. *International Journal of Technology and Design Education*. 2014;24(1):53-71.
30. Pijlman HvG, K. Advies Werkgroep Kwaliteit van Praktijkgericht Onderzoek en het lectoraat. 2016.
31. Tuijthof GJM, Pontesilli M, van der Zwaag H, Jonges R, de Geer SGV, Maas M, et al. A novel foot plate to assess 3D range of motion of the hindfoot. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2012;42(1):41-8.
32. Thomke S, von Hippel E, Franke R. Modes of experimentation: an innovation process—and competitive—variable. *Research Policy*. 1998;27(3):315-32.

Curriculum Vitae

Gabriëlle Tuijthof is geboren in Teheran (Iran) in 1975. In 1998 is ze cum laude afgestudeerd bij de opleiding Werktuigbouwkunde aan de Technische Universiteit Delft, met als specialisatie mens-machinesystemen. Haar promotieonderzoek - dat ze deels aan de TU Delft en deels in het Academisch Medisch Centrum in Amsterdam bij de afdeling Orthopedie uitvoerde - betrof het ontwikkelen van nieuwe operatietechnieken voor kijkoperaties in gewrichten. Aan het AMC is ze sinds 2003 verbonden gebleven; momenteel is ze onderzoeksmanager van de het Academic Centre for Evidence-base Sports Medicine (ACES). Ze heeft aan uiteenlopende projecten rondom de biomechanica van de enkel gewerkt en aan haar VENI-beurs, getiteld Optimization of arthroscopic view (2004). Tussen 2006 en 2012 was ze universitair docent aan de TU Delft met een focus op het verbeteren van chirurgische prestaties door nieuwe instrumenten en de ontwikkeling van trainingssimulators. Daarna werd Gabriëlle benoemd tot universitair hoofddocent en vormde ze haar eigen onderzoeksgroep genaamd 'Joint Engineering' waar promovendi en postdocs werken aan subsidieprojecten zoals Healing Water (STW), Steerable Punch (ZonMW), Vibrant Vision (STW) en Compliant Needle (ASPASIA). In 2013 werd ze na een succesvol accreditatieproces te hebben doorlopen benoemd tot opleidingsdirecteur van Klinische Technologie, een joint degree bacheloropleiding aangeboden door de Medical Delta, een samenwerking tussen de universiteiten van Leiden, Delft en Rotterdam. Gabriëlle was de hoofdeditor van een ESSKA-onderwijsboek over 'Effective Training Arthroscopic Skills' gepubliceerd in 2015, heeft meer dan 65 peer reviewed publicaties en is mede-uitvinder van vier patenten. Met haar recente benoeming als lector bij Zuyd Hogeschool wil Gabriëlle binnen haar lectoraat Smart Devices haar streven voortzetten om via toegepast onderzoek haar bijdrage te leveren aan gezond bewegen, met specifieke aandacht voor het faciliteren van zelfmanagement door zich te richten op ontwerp, ontwikkeling en implementatie van (nieuwe) wearables, apps en biosensoren. Ze zal samen met collega lector prof. dr. Sandra Beurskens vanuit Zuyd Hogeschool inhoudelijk leiding geven aan het Kennis-As programma Limburg Meet (LIME).



© GJM Tuijthof 2010, gedrukt met toestemming.

Zuyd Onderzoek

Postbus 550
6400 AN Heerlen
www.zuyd.nl
info@zuyd.nl

Colofon

Tekst dr. ir. Gabriëlle Tuijthof
Uitgave Lectoraat Smart Devices
Vormgeving Lücker Design, Sittard

2017 © Het kopiëren, distribueren, vertonen en uitvoeren van het werk en afgeleide werken is toegestaan op voorwaarde van het vermelden van de oorspronkelijke auteur.

