

Image sensors and vision systems, Photonics, Sensor solutions for IoT

Xavier Rottenberg over telepresence

Over marsmannetjes en aanraking vanop afstand

Het einde van de 20ste eeuw was het tijdperk waarin toetsenbord en muis in toenemende mate touchscreens naast zich moesten dulden. Inmiddels zijn we 2019, is het ontwikkelen van gebruikservaringen (UX-design) een erkend beroep en verschijnen steeds meer producten die we op nieuwe manieren kunnen bedienen, zoals met onze stem of zelfs met ons brein. In de visie van Xavier Rottenberg, wetenschappelijk directeur en groepsleider golfgebaseerde sensoren en actuatoren bij imec, is al deze technologie tegen het midden van de 21ste eeuw gedateerd. En praten we enkel nog van een bi-directionele mens-omgeving interface: een symbiotische relatie tussen mens en omgeving, ondersteund door grotendeels verborgen technologie. Maar wat zijn we daar mee? En vooral: hoe krijgen we dat voor mekaar?

Bezoek uit Mars

In 2031 plant het Mars One project om haar eerste crew permanent op de rode planeet te huisvesten. En zelfs wanneer op-en-neer reizen mogelijk wordt, zal een enkele reis zes tot acht maanden in beslag nemen. Dus je kan ervan uitgaan dat Marsreizigers makkelijk enkele jaren gescheiden zullen zijn van thuis. En wie weleens voor kortere of langere tijd op (zaken)reis is, weet dat het gemis van huiselijke warmte nog niet in de verste verte kan gecompenseerd worden door ogenschijnlijke quality time op Facetime of Skype.

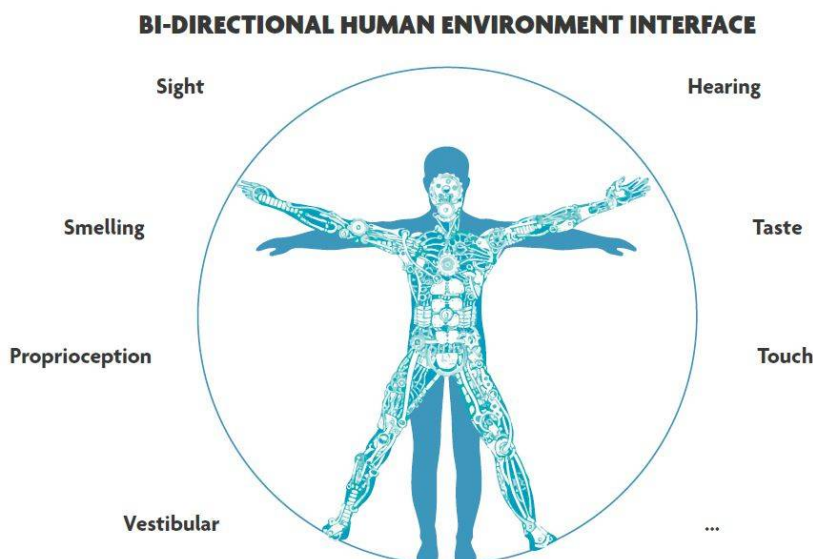
Maar niet getreurd. Tegen 2035 is de technologie voor telepresence – het aanwezig zijn vanop afstand – zodanig realistisch dat het niet meer van echt te onderscheiden is. ‘Beam me up Scotty’ doen we dan niet met onze fysieke zelf, maar met onze virtuele tweeling die altijd en overal naartoe kan reizen om te compenseren voor onze afwezigheid of grootste gemis. Zo kan je 225 miljoen kilometer van huis zijn, maar toch op tijd om de kinderen mee in bed te leggen. En voor de kritische lezer: natuurlijk hebben we tegen dan ook wel een argument bedacht waarom we zelf naar Mars moeten en niet onze avatar er naartoe beamen... “We choose to go the the Moon!”, weet je wel?

Alle zintuigen prikkelen met enkel licht en geluid

Op papier is telepresence trouwens niet zo moeilijk. Je hebt namelijk maar twee basistechnologieën nodig: fotonica (licht) en fononica (geluid). Of laat het ons geavanceerde optische en akoestische systemen noemen. Want eenvoudig is het natuurlijk verre van.

Beide zijn gebaseerd op golven, maar bouwen op totaal verschillende natuurkundige processen. Optische technologie is gebaseerd op trillingen (oscillaties) van een elektromagnetisch veld en rekt met fotonen. Akoestische technologie is gebaseerd op de mechanische trilling van materie (vast, vloeibaar of gas) rekt met fononen. En met deze twee technologieën (of een slimme combinatie ervan) kan je straks dus alle zintuigen uitlezen én beïnvloeden.

Een virtuele aanwezigheid zal dus niets anders zijn dan een complex samenspel tussen geavanceerde geluidsgolven en holografische lichtprojecties.



Met niet-invasieve optische en akoestische technologie kunnen we in de toekomst alle zintuigen uitlezen en stimuleren en op die manier een bi-directionele interface bouwen met onze omgeving.

Aanraking vanop afstand

De basistechnologie voor veel van dit alles bestaat al. Holografie is een alom bekend fenomeen. Hoewel er nog een grote weg te gaan is in de verdere technologieontwikkeling, vindt het op dit moment de weg van de betere sciencefictionfilm naar nuttige toepassingen. Denk aan systemen waarbij holografie ingezet wordt voor podiumpresentaties of optredens. En ook de manipulatie van geluidsgolven is verre van nieuw. Met directionele of parametrische luidsprekers (die het geluid enkel in een specifieke richting sturen) wordt al sinds de jaren 60 geëxperimenteerd.

Om een aantal redenen zal de technologie in deze domeinen de komende jaren een boeiende ontwikkeling doormaken.

Waarschijnlijk de meest belangrijke stimulans is de doorgedreven miniaturisatie van optische en akoestische bouwblokken. Lenzen, spiegels, microfoons, luidsprekers... kunnen inmiddels op micro-tot-nanometersschaal geïntegreerd worden met transistoren. Dit opent de deur voor complexe systemen die toch klein en energiezuinig zijn. Bijvoorbeeld een televisiescherm met niet alleen pixels voor licht, maar ook voor geluid (dankzij een reeks geminiaturiseerde luidsprekers die individueel aangestuurd kunnen worden). Op dergelijk scherm kan je met meerdere personen naar dezelfde film kijken, maar hem toch in je eigen taal horen.

Maar je kan meer met microfoons en luidsprekers dan enkel je gehoor beïnvloeden. Denk aan het onderzoek waarbij imec akoestische druksensoren gebruikt voor bewegingsherkenning. Of omgekeerd: ultrasone golven inzet om vanop afstand iemands tactiele sensoren te stimuleren. In mensentaal: je ervaart dan een aanraking of trilling zonder dat iemand je écht aanraakt.

Een tweede reden voor de te verwachten ontwikkelingen, is het synergetisch potentieel van de optische en akoestische technologie. Bijvoorbeeld in micro-optomechanische sensoren (MOMS): apparaatjes waarbij een akoestische druksensor uitgelezen kan worden door een optische golf. Omdat deze optische signalen een veel grotere bandbreedte ter beschikking hebben dan de kanalen bij klassieke elektrische uitlezing, kan je plots op een heel andere schaalgrootte gaan denken. Zo leeft binnen imec de visie van een chirurgische handschoen met enkele duizenden geïntegreerde sensoren waarmee weefselanalyse mogelijk is tijdens een chirurgische ingreep en zonder externe beeldvormingsapparatuur.

Of terug naar het Marsverhaal en telepresence: als je geavanceerde holografie combineert met de mogelijkheid om via geluidsgolven het gehoor en de tastzin te prikkelen, kom je wel heel dicht bij een heel realistische virtuele aanwezigheid.

Bi-directionele mens-omgeving interface

Wat er ook van zij: bovenstaande voorbeelden lichten slechts een tipje van de sluier. Zicht, gehoor en tast zijn maar enkele van onze zintuigen waar fotonica en fononica zich op kunnen richten.

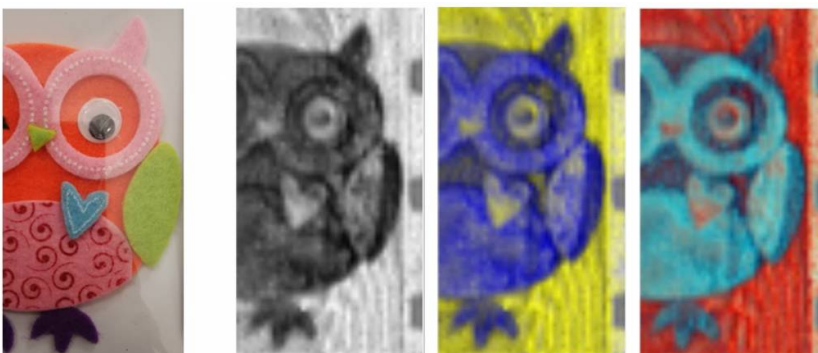
Minstens even spannend zijn de ontwikkelingen in het uitlezen en beïnvloeden van wat er in onze hersenen gebeurt.

Met een combinatie van licht- en geluidstechnologie is het al mogelijk om op een niet-invasieve manier en zonder contrastvloeistof hersenactiviteit te meten aan de hand van de zuurstofsaturatie in bepaalde gebieden van het brein. Een stap verder is om ook weer het omgekeerde te doen en bijvoorbeeld iemands slaap te optimaliseren door het uitzenden van gerichte golven. In een ultiem scenario kan dit alles zonder enige vorm van wearable of draagbare technologie en ontstaat een bi-directionele mens-omgeving interface: een symbiotisch samenspel tussen de mens en zijn high-tech omgeving. Met het welzijn van de mens centraal.

De tricorder en bril om door materialen te kijken

Voor het zover is, staan ons nog een heel aantal boeiende afgeleide producten te wachten. Zo maken recente ontwikkelingen in het optische domein het mogelijk om Ramanspectroscopie uit te voeren met een draagbaar apparaat. Ramanspectroscopie is een techniek om met niet-schadelijke lichtgolven chemische materiaaleigenschappen te bepalen. Bijvoorbeeld bij de rijping van fruit. Of bij huidanalyse voor de diagnose van melanomen of het vermijden van dehydratatie. De apparaten daarvoor zijn echter nog groot en complex. Eens draagbaar en doorontwikkeld, worden ze een soort tricorder en daarmee de natte droom van elke dokter en star-trek fan.

En als we toch aan het dromen zijn: dankzij de technologische ontwikkelingen in het Terahertz spectrum is het mogelijk om camera's te maken die door bepaalde materialen heen kunnen kijken, zoals papier of kledij. Eens geïntegreerd in een bril of contactlens zijn meteen ook de James-Bond fans op hun wenken bediend.



Met Terahertz technologie kan je door bepaalde materialen heen kijken. Links het oorspronkelijke object. Rechts drie beelden gemaakt met een Thz-camera nadat het object is bedekt met een vel papier.

To boldly go where no man has gone before

Dat er nog veel te ontdekken valt, is duidelijk. En dat maakt het voor onderzoekers alleen maar boeiend. Om slechts een voorbeeld te geven van wat voor de technici in elk geval tot de verbeelding spreekt: recent werd het akoestische equivalent ontdekt van het (optische) surface plasmon polariton (SPP). Voor de niet-technici: dit is een voorheen onbekende toestand van een optische golf. Extreem vereenvoudigd zou je kunnen zeggen dat het is alsof er een nieuwe toestand zou ontdekt zijn in materialen naast de bekende vast, gas, vloeibaar en plasma. Maar dan dus voor optische golven. Nadat het SPP in het optische domein werd ontdekt, opende dat onder andere mogelijkheden om de resolutie van beeldvormingstechnieken drastisch te verbeteren. En nu is dus ook het akoestische equivalent ontdekt. Bovenop alle andere ontwikkelingen in nieuwe technieken en materialen geeft dit voldoende stof om in elk geval nog tot 2035 onbekende horizonten te verkennen.

Hoe werkt imec aan deze toekomst?

Imec zet hoog in op de ontwikkeling van fotonica en fononica. Zo opende het in 2016 al een [vestiging in Florida die zich specialiseert in optische technologie voorbij het zichtbaar lichtspectrum](#) en startte het in 2018 samen met UGent een [spin-off voor medische toepassingen van fotonica op silicium chips](#).

Meer weten?

- Lees verder in dit magazine 'Waarschijnlijk gebruiken we over 10 tot 15 jaar geen smartphone meer, maar een AR-bril', een visie die ook ingaat op de relatie tussen de reële en de virtuele wereld.
- Overzichtspagina van de [imec expertise in het domein van image sensors and vision systems](#).
- ['Fotonica op chip laat dokters dromen'](#): een artikel uit imec magazine van maart 2017.



Dit artikel is onderdeel van een speciale editie van imec magazine. Naar aanleiding van imecs 35-jarig bestaan vormen we ons een visie van hoe technologie onze maatschappij zal beïnvloeden in 2035.



Over Xavier Rottenberg

Xavier Rottenberg is wetenschappelijk directeur en groepsleider golfgebaseerde sensoren en actuatoren bij imec. Hij behaalde zijn Master in Technische Natuurkunde en aanvullende graad in Theoretische Fysica in 1998 en 1999 aan de ULB. Verder behaalde hij zijn PhD in Micro-elektronica en RF-MEMS in 2008 aan de KU Leuven. Hij werkte een jaar bij het KMI in het domein van remote sensing vanuit de ruimte en werkt sinds 2000 bij imec.