

Ambulante monitoring van bloedwaarden:

# Bio-speckle Interferometrie als hulpmiddel voor bewegingscorrectie op saturatiemeting



Zo langzamerhand is vergrijzing geen vage term meer, maar een concreet gegeven. Robuuste ambulante medische meetapparatuur kan er aan bijdragen om de groeiende zorgbehoefte betaalbaar te houden – en tegelijk te verbeteren. In dit kader werken de partijen binnen het Hemodynamics by Interferometric Photonics (HIP) project aan een compact apparaat voor robuuste ambulante zuurstofsaturatiemeting. Een interessant bijproduct vormt daarbij een hybride soft- en hardware testplatform als model voor een stukje menselijk vaatstelsel. Het is de bedoeling dat dit platform breder inzetbaar wordt.

De demografische ontwikkeling heeft onder andere tot gevolg dat de zorgbehoefte toeneemt. In de vergrijzende samenleving zullen bijvoorbeeld hart- en vaatziekten een nog hogere menselijke en financiële tol eisen dan nu – als er niets verandert. Verandering is daarom hard nodig. Er is niet alleen behoefte aan meer zorg, maar de zorg moet ook nog beter en goedkoper. Dit eisenpakket is zwaar, maar in veel gevallen niet onhaalbaar. Eén van de sleutels ligt bij het ambulant maken van zorg waarvoor nu nog kostbare ziekenhuisopname noodzakelijk is. Zo zijn bloeddruk en hartslag nu al gemakkelijk thuis meetbaar, maar weefselperfusie en zuurstofsaturatie in het bloed nog niet. Voor sommige meetwaarden zijn zelfs nog invasieve ingrepen nodig. De apparatuur voor het meten van zuurstofopname (= saturatie = puls-oximetrie =  $SpO_2$ ) is nog te groot, te kwetsbaar, te duur en te storingsgevoelig. Bovendien gebruikt het teveel energie voor ambulante toepassing. Het HIP-project wil aantonen dat betrouwbare ambulante saturatiemeting in principe mogelijk is. Eén van de belangrijkste opgaven is daarbij het optreden van bewegingsartefacten te minimaliseren. Dit zijn verstoringen van het meet-sig-naal door bewegingen van de patiënt. De weg die HIP als eerste inslaat om dat doel te bereiken is toevoeging van de Laser Doppler techniek, meer precies Bio-Speckle Interferometrie (BSI), aan de huidige sensoriek. Een coherente (laser)lichtbundel beschijnt daarbij een

oppervlak, in dit geval de huid of weefsel. Interferentie van de uitgezonden lichtgolven op en in de huid veroorzaken een vlekkenpatroon (speckle pattern). De reflectie, die kan worden opgevangen door een CMOS beeldsensor, is zo de basis voor nuttige informatie over het gebied dat de laserbron beschijnt. Die nuttige informatie kan bijvoorbeeld bestaan uit het feit de informatie die de pulsoximetrie op een bepaald moment meet niet klopt, omdat deze wordt verstoord door beweging. BSI wordt zo ingezet om bewegingsartefacten uit de saturatiemetingen te filteren. In de eindapplicatie zou bijvoorbeeld een klemmetje met de beide sensorsystemen,  $SpO_2$  en BSI, op de vingertop geschoven kunnen worden.

## Principe aantonen

“Het technische basisprincipe is bekend”, zegt dr. Jeroen Veen van Philips Research in Eindhoven. “Laserdiodes en CMOS-sensoren zijn beide in kosteneffectieve uitvoeringen verkrijgbaar.” Maar het realiseren van een praktisch werkbaar combinatie van  $SpO_2$  en BSI is nog niet zo eenvoudig, voegt hij daaraan toe: “Zo gaat het nu om te beginnen nog om twee separate, omvangrijke apparaten. Die moeten we samenbrengen in een compact, robuust werkend combinatie-instrument. Eerste doel van het project is te bewijzen dat het principe van deze sensor-integratie werkt. Alles staat of valt met integratie tot een kleine vingersensor, aangevuld met een klein kastje voor op het nachtkastje of zelfs een horloge-achtig apparaat. Het komt er op aan

verschillende configuraties met een laserdiodes en een CMOS te ontwikkelen en te testen, totdat we een betrouwbaar uitgangspunt hebben.” De tweede opgave is, software met algoritmen te ontwikkelen dat de sensorsignalen vertaalt tot zinnige medische informatie. Veen: “Het BSI-sig-naal vormt de input, maar de softwarematige vertaling daarvan kan een belangrijke bijdrage leveren aan de robuustheid van de toepassing op het gebied van beweging en verstoring. Op deze gebieden gaan dit jaar twee promovendi aan het werk om dat waar te maken.”

## Testplatform

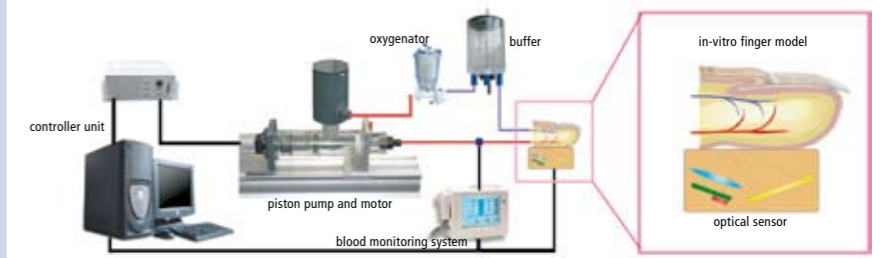
Wanneer er eenmaal een applicatie is ontwikkeld, bestaat uiteraard de behoefte die uitgebreid te testen. Binnen het HIP-project ontwikkelt TU/e spin-off Hemolab daarvoor een testplatform, dat als zelfstandig product onderdeel uitmaakt van het valorisatieplan. “Het is heel moeilijk om voor cruciale fysiologische waarden een standaardmeting aan proefpersonen te definiëren”, verduidelijkt Veen. “Hemolab ontwikkelt daarom als aanvulling op humane testen een hard- en softwaremodel van een stukje menselijk vaatstelsel.” Het gaat om een microvasculaire structuur met pompjes en kanaaltjes in een weefselfantoom. Veen: “Daarmee hopen we dankzij de toegevoegde software een aantal aspecten van lichtpropagatie te simuleren. Je brengt de sensor op het model aan, simuleert beweging en gaat daarbij stelselmatig na welke invloed de beweging van de sensor ten opzichte van de

## In het project werken samen Participants

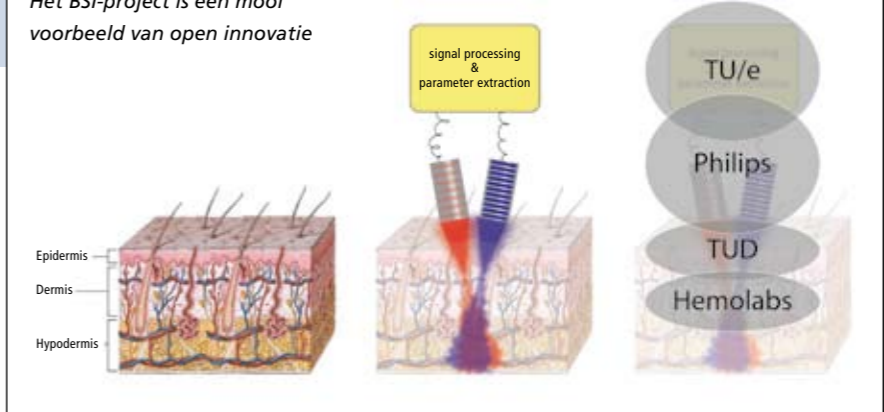
- Delft University of Technology
- Eindhoven University of Technology
- HemoLab
- Philips Research

Projectnummer: IPD083359  
Contact: H.P. Urbach  
Telephone: +31 (0)15 278 94 06  
Email: h.p.urbach@tudelft.nl

Schematische weergave van het bio-speckle interferometrie-onderzoek



Het BSI-project is een mooi voorbeeld van open innovatie



huid heeft op de kwaliteit van de  $SpO_2$ -sensor-metingen. Zo krijgen we de rol van bewegingsverstoring in de vingers. Op basis van die kennis kunnen we BSI als correctie daarop finetunen met behulp van algoritmen.”

## Functionaliteit toevoegen

In een verder verschiet, zo is de voorzichtige verwachting, kan BSI ook functionaliteit toevoegen. Veen: “De huidige saturatiemetingen geven aan hoeveel procent van de rode bloedlichaampjes zuurstof meebrengt. Daarnaast bepalen pulsoximeters ook de hartslag van de patiënt en aan de hand van de amplitude wordt een indicatie van de doorbloeding van het weefsel afgeleid. We denken dat de combinatie van  $SpO_2$  en BSI, dat de lokale doorstroming in kaart brengt,

op termijn een beter steekhoudende perfusie index kan opleveren dan de huidige combinatie van hartslag en saturatie.” Maar dat is van later zorg. Veen: “Eerst moeten we de werking aantonen. Als het lukt een deugdelijke correctiemethodiek te ontwikkelen,

maken we een mooie slag. Het zou de basis leggen voor miniaturisering tot een draagbaar instrumentje en doorontwikkeling daarvan tot een toepassing die meer en betere informatie oplevert dan de huidige instellingsgebonden apparatuur.”

## Ambulatory monitoring of blood values: Bio-speckle Interferometry as movement correction on saturation measurement

The demographic trend of rising average age stimulates demand for medical care. This necessitates budget control. At the same time consumers expect to get a better quality of care. One of the ways to meet these challenges is to develop robust portable medical monitoring equipment. This could replace part of the expensive intramural care for less expensive and more patient-friendly care at home. The project Hemodynamics by Interferometric Photonics (HIP) fits to this philosophy. The aim is to permit reliable ambulatory saturation monitoring ( $SpO_2$ ). The most important hurdle to be taken is the managing of artifacts created by movement of the sensor and the patient. As a correction strategy, Bio-speckle Interferometry (BSI) is

introduced as a secondary sensor. Thanks to the development of this secondary, corrective sensor system and carefully designed signal processing, this might overcome the influence of movement artifacts from the  $SpO_2$ -measurements. In the long run there is an even more appealing perspective. There is a possibility that the combination of  $SpO_2$  and BSI can deliver a better parameter for actual perfusion than the present combination of heart rate and saturation. An interesting by-product is a hybrid soft- and hardware testing platform Eindhoven based company Hemolab develops as model for a piece of the human vascular system. This platform might have wider use in other research projects.