

Master-slave robot voor oogchirurgie

Eye RHAS

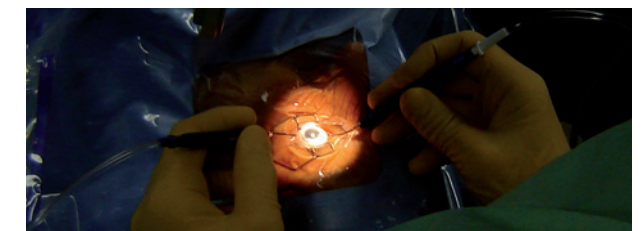
Oogchirurgen moeten bij hun operaties uiterst voorzichtig te werk gaan om schade aan zeer kwetsbare weefsels te voorkomen. De Eye Robot for Haptic Assisted Surgery (Eye RHAS) die in Eindhoven wordt ontwikkeld, kan hen hierbij helpen.

De onderzoekers ontwikkelen een demonstratiemodel van een robot die het werk van oogchirurgen verlicht. Neem bijvoorbeeld een veel voorkomende aandoening als Epiretinale Membrane, waarbij aan de binnenkant van de oogbol een soort littekenweefsel op het netvlies groeit. Om dat heel voorzichtig los te maken en te verwijderen, brengt een oogchirurg via kleine incisies een pincet en een schraper in de oogbol. Bij zo'n ingreep fungeert de incisie als draaipunt: beweegt de chirurg zijn hand naar rechts, dan gaat het instrument in de oogbol naar links. Ook boven en onder zijn verwisseld. Door training zijn chirurgen daaraan gewend geraakt, maar eenvoudig is het niet. Bovendien komen zij letterlijk handen te kort: bij gebruik van een endoscoop (een miniatuur camera die in de oogbol wordt gebracht) in plaats van een operatiemicroscop (waarmee via de ooglens naar het operatiegebied wordt gekeken), houdt een chirurg voor de ingreep slechts één hand over.

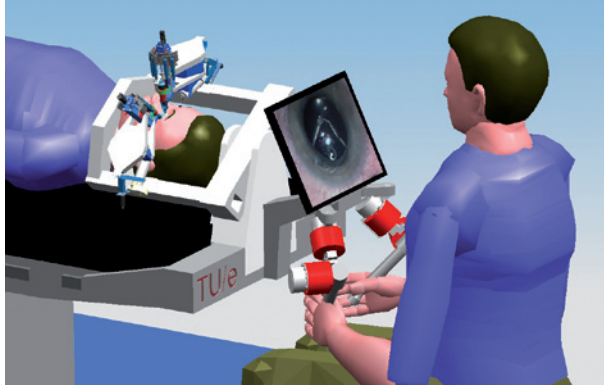
“Hoewel het nog enkele jaren kan duren voordat deze technologie in een operatiekamer te vinden is, zie ik er allerlei voordelen in”

Operatierobots als de Da Vinci, die in enkele Nederlandse ziekenhuizen in gebruik is, lossen een deel van deze problemen op. Zo'n robot opereert

overigens niet zelf, maar is meer een telemanipulator. De chirurg bedient een console, de master, die de handbewegingen omzet in signalen die een slave aansturen. De slave zet de signalen om in instrumentbewegingen. Het grote voordeel is dat de chirurg zijn bewegingen niet meer hoeft te spiegelen en beide handen vrij heeft om te opereren. Nadelen zijn dat de Da Vinci voor oogoperaties niet nauwkeurig genoeg is en geen krachtterugkoppeling heeft: de chirurg gaat af op wat hij ziet, hij “voelt” niets.



Huidige werkwijze bij oogchirurgie.



Oogchirurg aan het werk met de haptische master-slave robot.

Aan juist die bezwaren komt het IOP-project Eye RHAS tegemoet, zegt hoogleraar Maarten Steinbuch van de groep Control Systems Technology van de TU/e, waar hij enkele jaren geleden het onderzoeksgebied medische robotica startte. “Door een krachtensor aan te brengen in de slave biedt de Eye RHAS wél haptische feedback, waardoor oogchirurgen zelfs de kleinste ribbeltjes kunnen voelen. En uiteraard zal de Eye RHAS voldoen aan hun nauwkeurigheidseisen.” Het IOP-project maakt deel uit van een groter geheel aan onderzoeken op het gebied van geavanceerde medische robotica. Zo wordt er in de groep met subsidie van STW een slave ontwikkeld voor buik- en thoraxchirurgie en is er het project Haptic feedback in medical robots van het IOP Mens Machine Interactie. “In het IOP MMI project werken nog eens twee promovendi aan de regeltechnische en mensgerelateerde aspecten van haptische terugkoppeling bij medische robots en recent is een onderzoek gestart op het gebied van

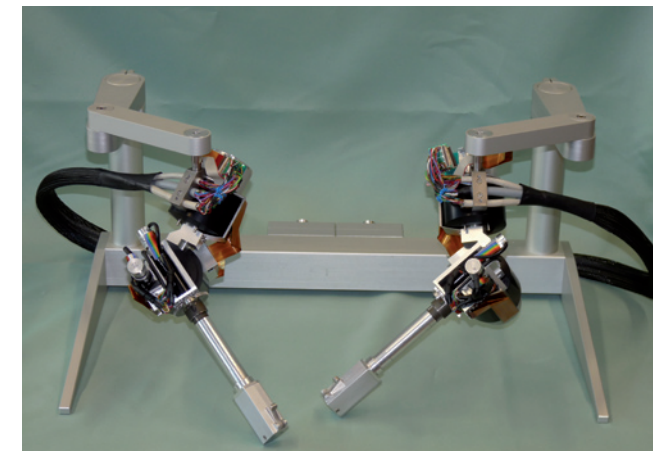
vaatchirurgie. We werken onder andere samen met het Maastricht UMC en het Catharina Ziekenhuis Eindhoven.”

Aan de Eye RHAS werken twee promovendi, Thijs Weenink en Ron Hendrix; zij worden begeleid door hoofddocent Nick Rosielle. Thijs en Ron woonden ruim twintig oogoperaties bij en spraken met oogchirurgen om te zien hoe het er in een operatiekamer (OK) aan toe gaat en alle requirements te inventariseren. Ron ontwikkelt de master, Thijs de slave. Ron Hendrix vertelt: “Het was heel leerzaam om te zien hoe een OK is ingericht, wie wat doet en welke vrijheidsgraden bij een operatie van belang zijn. Omdat krachtterugkoppeling voor de TU/e relatief nieuw is, is er eerst een demonstratiemodel gemaakt met slechts één graad van vrijheid. Daarna is er een conceptontwerp gemaakt van een master met meerdere graden van vrijheid. Met deze bedieningsconsole moet een oogchirurg zo intuïtief mogelijk kunnen werken, alsof hij de instrumenten rechtstreeks hanteert.” De haptische pen is een belangrijk onderdeel van de master; de eerste versie daarvan zal in het voorjaar van 2010 worden getest met de slave die de TU/e voor buik- en thoraxchirurgie ontwikkelt, en met een virtuele slave van TNO. Op basis van die ervaringen zal de master verder worden verbeterd.

Thijs Meenink, die een jaar later van start ging, ontwierp de slave. Deze instrumentmanipulator is voorzien van een geïntegreerd wisselsysteem voor bijvoorbeeld een schrapper, schaartje, pincet, vitrectoom of lichtbron.

“De chirurg kan het wisselsysteem met een druk op de knop bij de master bedienen”, legt hij uit. “Bij het wisselen moet het nieuwe instrument heel nauwkeurig in dezelfde richting en door hetzelfde gaatje – met een doorsnede van een halve millimeter – als het verwijderde instrument worden ingebracht. Het viel me bij de operaties opdat dit relatief lang duurt en veel handelingen vergt. Dat moet sneller en veiliger kunnen.” Voor de krachtterugkoppeling bevat de slave een sensor die tot op een milliNewton kan meten. “Dat is ver onder de detectiegrens van de mens. Als je dit versterkt terugkoppelt naar de master maakt je het de chirurg veel makkelijker om dunne membranen te pakken te krijgen.” De slave kan op micrometerniveau positioneren, wat ook veel nauwkeuriger is dan wat een mens kan.

Het eerste ontwerp van de manipulator wordt momenteel gerealiseerd in de instrumentmakerij. Terwijl de mechanische ontwikkeling van master en slave bij de TU/e plaatsvindt, zorgt TNO Industrie en Techniek voor de regeltechniek om de door de slave waargenomen krachten door te voeren naar de bedieningsconsole. TNO heeft in steeds meer projecten te maken met haptic control, vertelt projectleider Bas de Kruif. “Dat biedt niet alleen mogelijkheden in medische robotica, maar we zien ook toepassingen in de ruimtevaart. Door de samenwerking met de TU/e kunnen we onze fundamentele kennis op dit gebied vergroten.” TNO ontwikkelde voor het project de eerdergenoemde virtuele slave. Daarmee kan een chirurg de ergonomie testen van de door Ron Hendrix ontworpen master.



Prototype van het demonstratiemodel van de master, met op de rechterfoto de haptische pen in de hand.

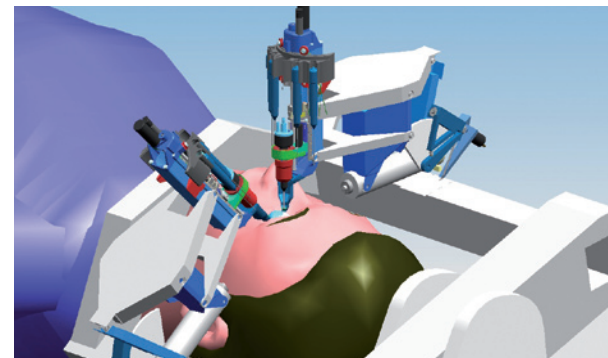
Bas de Kruif is enthousiast over het ontwerp van zowel master als slave: “Het zit mooi in elkaar en is statisch goed bepaald, met een minimum aan wrijving en speling.”

Oogchirurg Marc de Smet, hoogleraar aan de Universiteit van Amsterdam, is als medisch adviseur bij het projectteam betrokken. Hij zal het prototype van de Eye RHAS uittesten en de promovendi van feedback voorzien. “Hoewel het nog enkele jaren kan duren voordat deze technologie in een operatiekamer te vinden is, zie ik er allerlei voordelen in”, zegt hij. “Behalve dat je de vrijheid hebt om meerdere instrumenten te bedienen, vind ik het een groot voordeel dat de robot een endoscoop kan ‘vasthouden’. Wanneer door een aandoening de doorzichtigheid van het glasachtig lichaam van het oog beperkt is, heb je met een endoscoop meer zicht dan met de operatiemicroscoop die door de ooglenzen kijkt. Haptische terugkoppeling is nieuw; ik ben nieuwsgierig naar de meerwaarde daarvan. Wat ik ook hoop is dat je door het gebruik van de robot een kleinere ruimte rondom het hoofd steriel hoeft te houden. Dat zou kunnen betekenen dat je op termijn ook buiten een OK oogingrepen kunt verrichten. Met ‘office based surgery’ ben je veel flexibeler en ontlast je de OK.” Hij waarschuwt wel dat adoptie door artsen en ziekenhuizen veel tijd zal vergen: “Je zult moeten aantonen dat de technologie tijd en dus geld bespaart.”

Naast meerdere oogartsen nemen ook bedrijven deel aan de begeleidingscommissie. Emile Briaire

van EBtech is een van hen. “In de tijd dat ik bij CCM werkte ben ik bij diverse robotica-projecten voor productieomgevingen betrokken geweest. Ook nu, vanuit mijn eigen bedrijf, heb ik ermee te maken. Ik zie vooral veel in haptische feedback: als een oogchirurg beter kan voelen wat hij doet, moet dat toegevoegde waarde hebben, met name wanneer de haptische feedback wordt versterkt zodat normaal onvoelbare zaken met behulp van dit systeem toch voelbaar worden. Ik zie ook veel voordeel in het kunnen afbakenen van bewegingen, zodat een chirurg niet kan ‘uitschieten’. Verder kunnen de bewegingen van de chirurg worden gefilterd, waardoor ongewenste trillingen worden voorkomen.

Ik kan me voorstellen dat er nog flink wat stappen gezet moeten worden voordat je zo’n robot in een OK ziet staan, maar ik kijk ernaar uit daaraan mee te werken.”



Ontwerp van de slave met instrumentmanipulators en magazijn voor drie instrumenten.

Piet Lammertse is business manager Robotica bij Moog in Nieuw-Vennep. Waarom is hij geïnteresseerd in de Eye RHAS? “Heel concreet: ik zou straks graag de technologie vermarkten”, zegt hij enthousiast. “Het project zit technisch leuk in elkaar. Van huis uit maken wij stuurknuppels en motion platforms voor vluchtsimulators. Met die technologie zijn we enkele jaren geleden de medische markt opgegaan. Zo hebben we een haptische master ontwikkeld die wordt gebruikt bij neurologische revalidatie en een trainingsomgeving

voor tandartsen in opleiding die bestaat uit een haptische boor en een virtual reality omgeving.” Door die projecten kan hij veel kennis en ervaring inbrengen op het gebied van haptische terugkoppeling. Andersom biedt het lidmaatschap van deze begeleidingscommissie hem allerlei voordelen: “Je krijgt een blik op een andere markt. En niet te vergeten: als bedrijf zijn we erg blij dat de TU/e kennis opbouwt van haptiek en mensen in deze richting opleidt. Daar profiteren we als bedrijf ook van.”

Project: Eye RHAS

Doelstelling: het ontwikkelen van een demonstratiemodel van een haptische master-slave robot voor vitreoretinale oogchirurgie

Resultaten: demonstratiemodel van een master-slave robot met instrumentwisselaar aan de slavezijde. Wetenschappelijke publicaties, twee proefschriften (2011)

Publicaties en meer informatie: www.precisieportaal.nl, disciplines Medische technologie, Control, Sensoren

Contactpersoon: Bas de Kruif, b.dekruif@tno.nl, 06 - 5167 7223