

Robot voor haptische oogchirurgie

ONDERWERP:

Eye Robot for Haptic Assisted Surgery (Eye RHAS)

DOELSTELLING:

Het ontwikkelen van een demonstratiemodel van een haptische master-slave robot voor vitreoretinale oogchirurgie

MARKTEN:

Medische robotica, robotica algemeen, producenten van medische precisie-instrumenten

MOGELIJK GEBRUIK:

Minimaal invasieve ingrepen voor oogchirurgie en op termijn orthopedie, oncologie, pediatrie (kinderchirurgie) en neurochirurgie, virtuele training voor (micro)chirurgie

ONDERZOEKSPERIODE:

Maart 2006 - september 2011

BUDGET:

EUR 942.130, waarvan EUR 706.895 subsidie door IOP

ONDERZOEKSIJNSTITUUT:

AMC, TNO Industrie en Techniek, Technische Universiteit Eindhoven

PROJECTLEIDER:

Michiel Oderwald (TNO)



V.l.n.r. Ron Hendrix (TU/e), Nick Rosielle (TU/e), Michiel Oderwald (TNO), Sandy Kalisingh (TNO), Marc de Smet (AMC), Fokko Wieringa (TNO), Thijs Meenink (TU/e), Henk Nijmeijer (TU/e), Maarten Steinbuch (TU/e)

In de oog- en hersenchirurgie moeten instrumenten met hoge nauwkeurigheid gemanipuleerd worden. De krachtperceptie is hierbij minimaal, terwijl er wordt geopereerd aan zeer kwetsbare weefsels. In nauwe samenspraak met oogartsen ontwikkelen onderzoekers van TNO en TU/e daarom een haptische robot voor oogchirurgie.

Het is een trend bij allerlei chirurgische ingrepen: 'minimally invasive surgery' (MIS). Een operatieve ingreep vindt dan plaats via een kleine incisie in de huid. In plaats van het te opereren gebied te openen, het rechtstreeks te zien en te behandelen, maken chirurgen bij MIS gebruik van instrumenten en een camera met lichtbron (endoscoop) die via een kleine incisie in het lichaam worden gebracht. "Dat heeft voor de patiënt veel voordelen", vertelt Michiel Oderwald van TNO Industrie en Techniek. "Door de kleine operatiewond herstelt de patiënt sneller en hoeft deze minder lang of helemaal niet in het ziekenhuis

te worden opgenomen, maar voor de chirurg is het leven veel complexer geworden. Hij of zij heeft geen direct zicht op het operatieve gebied; in plaats daarvan kijken chirurgen naar een beeldscherm. Bovendien is het weefselgevoel grotendeels verdwenen en is het manipuleren van de minimaal invasieve instrumenten een stuk lastiger. Een chirurg komt vaak letterlijk handen tekort.”

Master-slave

Er bestaan diverse hulpmiddelen die de chirurg ondersteunen bij het uitvoeren van MIS-ingrepen. Een voorbeeld hiervan is de EndoAssist, een robot die de endoscoop ‘vasthoudt’. Normaal wordt de endoscoop door een operatiekamerassistent bediend; bij dit systeem bedient de chirurg de endoscoop echter zelf.

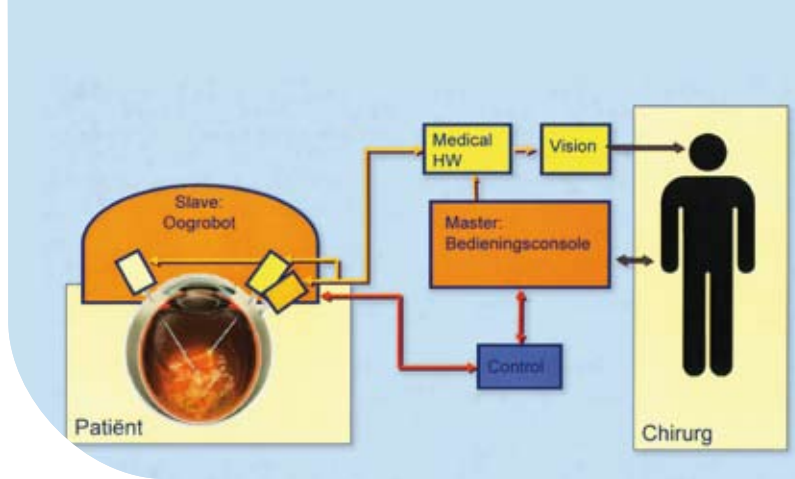
Omdat de ingreep verderop in het lichaam van de patiënt plaatsvindt, zijn de instrumenten aangepast. “Het lastige is dat bij MIS de incisie als een soort draaipunt fungeert. Beweegt de chirurg zijn hand naar rechts, dan gaat het instrument naar links. Ook boven en onder zijn verwisseld,” legt Michiel Oderwald uit. Om onder meer dat probleem op te lossen is bij een aantal Nederlandse ziekenhuizen de Da Vinci-robot in gebruik. Zo’n robot opereert niet zelf, zoals de naam doet vermoeden, maar is meer een telemanipulator. De chirurg bedient een console, de zogenoemde master. Zijn handbewegingen worden door de master omgezet in signalen die een slave aansturen. De slave zet deze signalen om in instrumentbewegingen. De instrumenten volgen zo de handbewegingen van de chirurg. Er kleven twee bezwaren aan de huidige operatie-robot: er zit geen krachtterugkoppeling in en hij is niet nauwkeurig genoeg voor ingrepen die extreme precisie vereisen, zoals oog- en hersenoperaties.

Fysiek ontlast

Het IOP-project Eye Robot for Haptic Assisted Surgery (Eye RHAS) wil aan beide bezwaren tegemoet komen, vertelt projectleider Michiel Oderwald. “We ontwikkelen in dit project een demonstratiemodel voor een robot die het werk van de chirurg kan verlichten bij vitreoretinale oogchirurgie. Het gaat om complexe, zeer nauwkeurige ingrepen aan het netvlies en in het glasachtig lichaam van het oog. Bij een veel voorkomende aandoening als Epiretinal Membrane bijvoorbeeld moet aan de binnenkant van de oogbol een soort littekenweefsel worden verwijderd dat op het netvlies groeit. Tijdens de operatie wordt dat weefsel met een pincet en schraper heel zorgvuldig losgemaakt en verwijderd. Nu gebeurt dat volledig met de hand.” Maar wanneer de oogchirurg hierbij een endoscoop gebruikt in plaats van een operatiemicroscoop, heeft hij slechts één hand over om de behandeling uit te voeren. De Eye RHAS kan de endoscoop vasthouden, wat de chirurg de vrijheid geeft om met twee instrumenten te opereren. Ook ondersteunt de Eye RHAS de handelingen van de chirurg zodanig dat deze met meer controle en hogere nauwkeurigheid de ingreep uit kan voeren. Dit verhoogt de kwaliteit en maakt nieuwe ingrepen mogelijk. Het master-slave systeem verbetert bovendien de ergonomie voor de chirurg, die hierdoor fysiek wordt ontlast. De te ontwikkelen robot bestaat uit drie onderdelen: een bedieningsconsole voor de arts (de master), een gedeelte dat de instrumenten bevat en deze manipuleert (een micro-slave voor oogoperaties) en de benodigde regeltechniek daartussenin. Aan de ontwikkeling van de master en de micro-slave werken twee promovendi van de Technische Universiteit Eindhoven. TNO is verantwoordelijk voor de regeling tussen master en micro-slave, de realisatie en de projectleiding. Marc de Smet, hoogleraar oogheelkunde



links: Huidige werkwijze bij intraoculaire chirurgie;
boven: detailopname van het oog



Schematische weergave van het Eye RHAS systeem

bij het AMC en oogchirurg bij het Belgische Middelheim Ziekenhuis, is als medisch adviseur bij het project betrokken. De onderzoekers wonen zijn operaties bij en hij zal later in het project de demonstrator beproeven.

Uitdagingen

De eisen die aan een robot voor oogchirurgie gesteld worden zijn hoog, zegt Michiel Oderwald van TNO. Voor de micro-slave is het te bestrijken werkgebied een groot deel van de oogbol, die een diameter heeft van ongeveer 25 millimeter, met een resolutie op micrometerniveau. Elk instrument en de endoscoop worden in vier vrijheidsgraden rond een punt op de oogbol geactueerd. De chirurg krijgt door middel van krachtterugkoppeling gevoel bij zijn handelingen. Om die krachten in de master goed voelbaar te maken, zullen de instrumentkrachten door een controller opgeschaald moeten worden, terwijl de handbewegingen van de chirurg juist neerwaarts geschaald moeten worden. Michiel Oderwald: "Een grote uitdaging zal zijn om met vrij slappe medische instrumenten de vereiste nauwkeurigheid te bereiken. Ook het fixeren van de micro-slave ten opzichte van het oog is een uitdaging. En tot slot wil je een bedieningsinterface die prettig aanvoelt. De chirurg moet er de voorkeur aan geven boven werken zonder robot."

Het IOP-project Eye RHAS maakt deel uit van een aantal samenhangende projecten. Die hebben als doel geavanceerde medische telerobotsystemen te ontwikkelen die competitief zijn op het gebied van functionaliteit (vooral krachtterugkoppeling en schaalmanipulatie) en kostprijs. Zo ontwikkelt een onderzoekster van de TU/e met subsidie van STW een slave voor thorax- en buikchirurgie. Een eveneens gerelateerd project is het IOP MMI project Haptic feedback in medical robotics. Nog eens twee promovendi werken aan de TU/e aan de regeltechnische en mensgerelateerde aspecten van haptische terugkoppeling bij medische robots.

Operatiekamer overbodig

Oogchirurg Marc de Smet is zeer enthousiast over de mogelijkheden die de Eye RHAS hem kan bieden. Hij vertelt:

"Sinds 2006 maak ik gebruik van endoscopie. Vooral wanneer door een trauma of een aandoening de doorzichtigheid van het glasachtig lichaam in het oog beperkt is, kun je met een endoscoop meer zien dan wanneer je met een microscoop via de ooglens kijkt. Maar in het oog moet je uiterst voorzichtig te werk gaan. Een verkeerde beweging kan grote schade veroorzaken. Omdat je de endoscoop met één hand vast moet houden, houd je dus maar één hand over om instrumenten te gebruiken. Een robot kan dat probleem oplossen en

BEGELEIDINGSKOMMISSIE

BrainCenter

Catharina Ziekenhuis Eindhoven

CCM

Demcon

DORC

Ebtech

EFI

Fontys

Heeg Consultancy

Instrumek

KMWE

De Koningh

MOOG FCS

NTS Group

Oogziekenhuis Rotterdam

Philips Applied Technologies

Technobis

VDL Enabling Technologies Group

VUMC

VOOR MEER INFORMATIE OVER EYE RHAS

TNO Industrie en Techniek, Medical Equipment, ir. Michiel Oderwald

Telefoon (015) 269 21 05

E-mail michiel.oderwald@tno.nl

PROJECTGROEP EYE RHAS

Ron Hendrix (TU/e)

Thijs Meenink (TU/e)

Henk Nijmeijer (TU/e)

Michiel Oderwald (TNO)

Nick Rosielle (TU/e)

Marc de Smet (AMC)

Maarten Steinbuch (TU/e)

Fokko Wieringa (TNO)

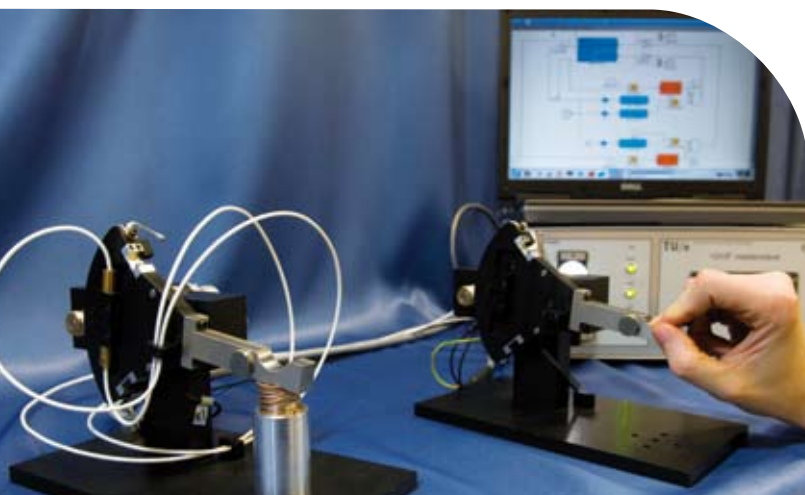
Sandy Kalisindh (TNO)

endoscopie bij oogoperaties een stuk verder brengen." Er zijn ook andere voordelen. Zo is er naar verwachting minder assistentie nodig in de operatiekamer en kunnen oogartsen tot op latere leeftijd blijven opereren, omdat een robot de met de leeftijd toenemende handtrillingen kan uitfilteren. Tot slot voorziet Marc de Smet dat de robot op termijn het gebruik van een operatiekamer overbodig maakt. "Zo'n microscoop is een groot apparaat. Wanneer je die niet meer nodig hebt, kun je in elke steriele omgeving buiten de OK opereren. De Amerikanen noemen dat office based surgery. Het grote voordeel is dat je veel flexibeler bent en de OK ontlast."

Begeleidingscommissie

Loretta van Kollenburg is lid van de begeleidingscommissie van Eye RHAS. Zij is Business Developer bij NTS Mechatronics, een high tech supplier van complexe apparatuur. Waarom heeft NTS Group interesse in Eye RHAS? "De medische markt is een van onze focusgebieden en we zijn goed thuis in de ontwikkeling van master-slave apparatuur, robotica en motion control. Die kennis hebben we opgedaan in projecten voor andere markten, zoals de printing- en semiconductorindustrie." Loretta van Kollenburg wil in het project vooral een bijdrage leveren aan een traject dat parallel loopt aan de technische ontwikkeling van de Eye RHAS: de business case voor het doorontwikkelen van het demonstratiemodel tot een succesvol commercieel product. Zij vertelt: "We weten dat er behoefte aan is, want het verlicht het werk van de chirurg en het minimaliseert de risico's voor de patiënt. De master-slave opzet biedt bovendien allerlei mogelijkheden voor spin-offs op andere gebieden, zoals oncologie, pediatrie en neurochirurgie. Maar je hebt wel een business case nodig om te zorgen dat bedrijven dit mooie innovatieve idee straks willen doorontwikkelen en op de markt brengen. Door nu al aan die business case te beginnen, kun je straks snel verder. Anders blijft het bij een demonstrator."

Haptische master-slave testopstelling voor de ontwikkeling van de oogoperatierobot



Meer informatie over het IOP Precisietechnologie

Contact Dr. ir. Eddy Schipper, programmacoördinator
Telefoon (070) 373 53 43
Fax (070) 373 51 00
E-mail e.schipper@senternovem.nl
Website www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie

Het innovatiegerichte onderzoeksprogramma (IOP) op het gebied van precisietechnologie stimuleert wetenschappelijk onderzoek bij universiteiten dat inspeelt op de langetermijnbehoeften van het bedrijfsleven. Op deze manier wil de Nederlandse overheid de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en de contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Het IOP Precisietechnologie kent drie thema's: (1) systeemgericht ontwerpen, (2) meet- en fabricagetechnieken en (3) microsysteemtechnologie.

SenterNovem
Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag
Telefoon (070) 373 50 00
Fax (070) 373 51 00
www.senternovem.nl IPT06105
info@senternovem.nl Maart 2008

In opdracht van



Ministerie van Economische Zaken

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld, kan SenterNovem geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten. Bij publicaties van SenterNovem die informeren over subsidieregelingen geldt dat de beoordeling van subsidieaanvragen uitsluitend plaatsvindt aan de hand van de officiële publicatie van het besluit in de Staatscourant.