

De geneeskunde

Tijdens een eerder symposium van de NVPT in samenwerking met Mikrocentrum maakten medici en precisietechnologen kennis. Half november vorig jaar hernieuwden ze hun kennismaking op een themadag van Mikrocentrum, dit keer in de medische omgeving van het AMC. En wederom werd duidelijk dat de geneeskunde van de toekomst de hulp van precisietechnologie hard nodig heeft. Bij endoscopische microchirurgie in het oog bijvoorbeeld. Of voor de minuscule apparaten die tijdens hun tocht door het spijsverteringskanaal een aanhoudende stroom beeldinformatie naar buiten seinen. Voor medisch ongeschoolde techneuten is het daarom interessant te zien hoe in het AMC medici en precisietechnologen samenwerken.

• Frans Zuurveen •

Ruud Hopstaken heet in Amsterdam als vice-voorzitter van de Raad van Bestuur van het Academisch Medisch Centrum de aanwezigen welkom. Hij benadrukt dat samenwerking van het grootste belang is om de problemen in de zorg te lijf te gaan. Die problemen zijn bekend: toenemende vergrijzing en zorgvraag bij steeds beperkter middelen. Technologische innovatie kan oplossingen bieden voor die problemen en daarvoor fungeert de MTO (Medisch-Technische Ontwikkelingsafdeling) in het AMC als een soort kraamkamer.

Meedenken met medici

Kees Grimbergen, hoofd van de MTO en hoogleraar medische technologie aan het AMC (tevens deeltijdhoogleraar aan de TU Delft), is dagvoorzitter. Hij vertelt dat er zich in Amsterdam en omgeving ruim 7000 hoogopgeleide personen met medische technologie bezighouden, waarvan ruim honderd fysici en technici in het AMC. Techniek vraagt iets minder van vijf procent van het AMC-jaarbudget van ongeveer een half miljard euro!

De MTO omvat drie hoofddisciplines: fijnmechanica, glas-

van morgen

techniek en elektronica, verdeeld over dertig medewerkers. De opdrachten komen van interne zowel als externe klanten en zijn onder te verdelen in eenmalige karweien, oplossingen voor problemen bij patiëntenlogistiek, en onderzoeksprojecten (70%). In die laatste categorie zijn ook promotie-onderzoeken begrepen, bijvoorbeeld dat van Joris Jaspers aan de – in Mikroniek nr. 1 van 2005 beschreven – Minimaal-Invasieve Manipulator (MIM). Soms resulteert onderzoek binnen MTO in patenten, zoals dat voor de MIM en dat voor metaalfolies voor het fixeren van botbreuken. Samen met Philips Medical Systems lopen er diverse projecten, onder meer over operationele 3D-technieken. Grimbergen eindigt zijn voordracht met de MTO-doelstelling: “Closing the gap between professions”.

Reis in de darmen

Paul Fockens, gastro-enteroloog in het AMC, laat aan het begin van zijn voordracht over de zogeheten camerapil het begin van de science fiction-film ‘Fantastic Voyage’ zien. Daarin maakt de kijker een reis door menselijke darmen mee. Tegenwoordig is deze fictie werkelijkheid dankzij de M2A-camerapil (mouth-to-anus) van het Israëlische bedrijf Given Imaging Ltd. De pil van 11 bij 26 mm (zie Afbeelding 1) is beslist een precisietechnologisch kunststukje, want deze bevat behalve een batterij ook een lichtbron, lens,



Afbeelding 1. De M2A-camerapil.

beeldverwerkende elektronica en een zendertje. De patiënt slikt de pil (een weggooi-product ter waarde van 600 euro) in, waarna deze twee keer per seconde beeldinformatie uitzendt naar antennes op de buik van de patiënt. Die informatie wordt

doorgegeven naar een cd-recorder. Inmiddels heeft de M2A-camerapil concurrenten, waarvan de belangrijkste de EndoCapsule van het Japanse Olympus is. Deze camerapil met 6 led's en een CCD-chip heeft een hogere beeldkwaliteit.

De camerapil is natuurlijk een geweldig hulpmiddel voor de enteroloog, vooral omdat ook de dunne darm geïnspecteerd kan worden, wat met een rectaal ingebrachte endoscoop niet mogelijk is. Dat een endoscoop alleen de dikke darm kan bekijken, is echter in de diagnostische praktijk niet zo'n groot bezwaar, omdat de meeste ziekteproblemen zich in de dikke darm voordoen. Bezwaren van de camerapil zijn dat de verkregen beelden niet nauwkeurig aan een plaats in het spijsverteringskanaal zijn te koppelen en dat de verwerking van de informatie heel tijdrovend is. De enteroloog moet namelijk ongeveer 8 uur beeldinformatie ($8 \times 3600 \times 2 = 57.600$ beelden) inspecteren op afwijkingen; saai, inspannend en tijdrovend. Een waardevol hulpmiddel zou automatische beeldverwerking zijn, maar daarvoor bestaat nog geen software.

Endoscoop verbeteren

De bezwaren van de camerapil plus de speciale interesse van een enteroloog in de dikke darm maken dat het nog steeds de moeite waard is 'conventionele' endoscopen te verbeteren. Dat is het werk van Paul Breedveld, KNAW-onderzoeker in de faculteit Werktuigkunde van de TU Delft. Hij vertelde daarover al op het vorige symposium (zie Mikroniek nr. 5 van 2004). Op het ogenblik doet Breedveld onderzoek naar een zelfstandige aandrijving voor de endoscooptip. Daarmee beweegt de endoscoop gemakkelijker, zodat het darmonderzoek minder pijnlijk is voor de patiënt. Bovendien behoudt de medicus dankzij de endoscoopslang informatie over de plaats van de tip.

Voor de aandrijving is een soort 'donut'-mechanisme ontwikkeld; zie Afbeelding 2. Dat bestaat uit een drietal zelfstandig werkende gebogen miniatuur-rupsbanden, met een steek van 120° over de tipontrek verdeeld. De zelfstandige aandrijving van iedere rupsband maakt het zonder haperen

volgen van de darmkronkelingen mogelijk. Via de endoscoopslang wordt de tip bestuurd en de beeldinformatie doorgegeven. Een extra voordeel van het 'donut'-mechanisme – met een uitwendige diameter van niet meer dan 25 mm – is dat de darm niet met lucht hoeft te worden opgeblazen, wat bij conventionele endoscopie wel noodzakelijk is. Er is octrooi aangevraagd en De Koningh System Supplier in Arnhem maakt momenteel een prototype.



Afbeelding 2. Het 'donut'-mechanisme voor aandrijving van een endoscooptip.

Biosensoren

Pieter Jan Bolt, technologiemanager micro-device-technologie bij TNO Industrie en Techniek in Eindhoven, laat zien dat een 'lab-on-a-chip' een chemische laboratoriumopstelling overbodig kan maken; zie Afbeelding 3. Het gaat daarbij om micro-fluïdische biosensoren die in staat zijn automatisch diagnostische tests uit te voeren, bijvoorbeeld voor het meten van het cholesterolgehalte in bloed of het identificeren van bacteriën. De doorlooptijd van tests wordt daardoor veel korter en de kosten gaan omlaag. Geschat wordt dat de markt voor producten van microsysteemtechnologie in vijf jaar ruim zal verdubbelen en dat het aandeel van medische en levenswetenschappelijke toepassingen daarin van vijf naar zeven procent groeit (bron: Nexus).

Het principe van een biosensor is dat een biologisch-chemisch signaal via een transducent in een elektrisch signaal wordt omgezet. Het betreft bijvoorbeeld de zuurgraad of de concentratie van kalium of glucose in bloed, of moleculen die de aanwezigheid van een trauma, een tumor of bepaalde bacteriën verraden. Het gaat steeds om uiterst kleine hoeveelheden van een monster, dat na monstervoorbereiding in de chip wordt geanalyseerd, met diagnose als resultaat. In het kader van het Europese project SmartHealth voor een geïntegreerd medisch zorgsysteem gaat TNO onderzoek doen aan biosensoren, in het bijzonder aan de monstervoorbereiding op een chip. In het Holst Centre op de High Tech Campus Eindhoven werkt TNO ook aan sensoren in folie.



Afbeelding 3. Een 'lab-on-a-chip' (computeranimatie) kan een omvangrijke chemische laboratoriumopstelling vervangen.

Microchirurgie in het oog

Baanbrekend werk op het gebied van de oogheelkunde werd al in de negentiende eeuw verricht door de Nederlanders F.C. Donders en H. Snellen. Marc de Smet, oogchirurg en hoogleraar oogheelkunde in het AMC, vertelt dat kijken naar netvlies en macula (de gele vlek, het centrale deel van het netvlies) bijna altijd moet plaatsvinden via de ooglens en het zogeheten glasvocht. Als lens of glasvocht zijn vertroebeld, is onderzoek veel moeilijker. Daar komt bij dat het oog heel kwetsbaar is.

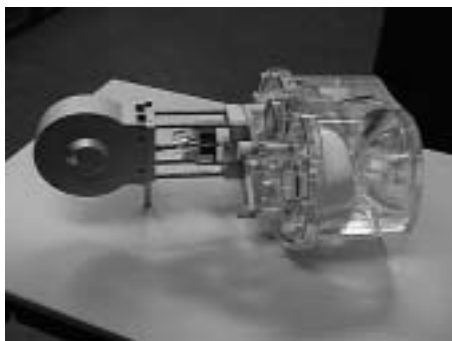
Endoscopie in het oog is een oplossing voor die problemen. Daarbij zijn er drie openingen nodig: voor een infuus voor het handhaven van de oogdruk, voor de belichting in combinatie met het overbrengen van beeldinformatie en voor het chirurgische instrument. Het gereedschap kan een pincet of een soort schaartje zijn; zie Afbeelding 4. Dat alles moet lek-vrij door openingen van iets meer dan 1 mm diameter worden gebracht. Optiek met 30.000 vezels binnen een diameter van 1,2 mm zorgt voor de beeldoverdracht.



Afbeelding 4. Hulpmiddelen voor endoscopische oogchirurgie.

MTO en revalidatie

Frans Nollet, hoogleraar revalidatie, leidt de interactieve workshop over zijn vakgebied. De deelnemers worden rondgeleid in de nieuwe afdeling Revalidatie en er wordt een bezoek gebracht aan de Medisch-Technische Ontwikkelingsafdeling met onder meer de fijnmechanische werkplaats. Daar wordt een dynamisch hartfantoom getoond; zie Afbeelding 5. Dat is een latex model van het hart, dat gevuld wordt met een vloeibaar radioactief medium, net zoals bij nucleair geneeskundig onderzoek een radioactief geneesmiddel selectief in de hartspier wordt opgenomen. Het 'kloppende' hartfantoom fungeert als realistisch hartmodel, dat het mogelijk maakt metingen aan het hart te kalibreren en apparatuur te testen.

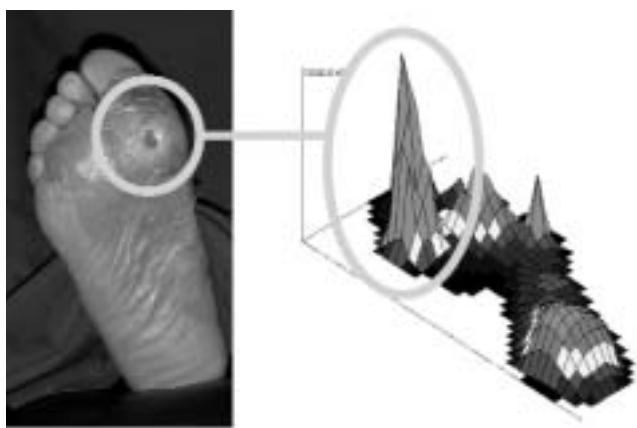


Afbeelding 5. Een dynamisch hartfantoom.

Nollet vertelt dat het bij revalidatiegeneeskunde gaat om het oplossen van functiestoornissen in het bewegingsapparaat. Met implantaten is het tegenwoordig mogelijk in te grijpen op het niveau van de storing in het lichaam, zelfs in de hersenen of zenuwbanen. Prothesen worden steeds geavanceerder, zoals een elleboogprothese en het elektronisch gestuurde kniegewricht C-leg van Otto Bock, waarmee een patiënt moeiteloos een trap kan aflopen. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van een schroef van titaan in het bovenbeen: ossale integratie.

Carine van Schie en Sicco Bus vertellen over hun onderzoek naar oplossingen voor voetproblemen van diabetici. Er zijn in Nederland 800.000 lijdende aan diabetes mellitus, ouderdomssuikerziekte. Onder meer door neuropathie – gevoelloosheid – krijgen die patiënten last van voetzweren, wat uiteindelijk kan leiden tot amputatie. Gebleken is dat die zweren te maken hebben met het lokale krachterspel tussen voet en schoeisel. Daarbij speelt de schuifspanning waarschijnlijk een grotere rol dan de normaaldruk. Van Schie en Bus laten hun opstelling zien, waarin tijdens het lopen de normaaldrukken onder de voet met een spatiale resolutie van 1 cm^2 worden gemeten; zie Afbeelding 6. Maar ze willen

meer. Daarom richten ze het verzoek aan de precisietechnologen hun een soort meetzool of meetplaat met hogere resolutie te verschaffen, die behalve normaaldrukken ook schuifspanningen kan meten.



Afbeelding 6. Meting van normaaldrukken onder de voetzool, in het kader van onderzoek naar voetproblemen van diabetici.

Het hospitaal van de toekomst

David Rollo, chief technology officer van Philips Medical Systems in Andover in de VS, schetst een beeld van de toekomstige ontwikkelingen in de technologie van ziekenhuizen. Voor de problemen in de Amerikaanse gezondheidszorg (onder meer stijgende kosten, ziekenhuisbacteriën) ziet hij als oplossingen 'connectivity, flexibility and monitoring'. Die kunnen tot stand komen in lokale netwerken voor gezondheidszorg. Voor de 'connectivity' is dan een infrastructuur van draadloze radioverbindingen nodig. Die zal het mogelijk maken dat de patiënt in de meeste gevallen thuis in zijn eigen bed kan blijven. De Philips-competenties in geïntegreerde en geminiaturiseerde 'in home'-technologie en medische sensortechnologie zullen daarvoor de basis moeten vormen.

Verder benadrukt Rollo het belang van functionele beeldvorming, waarmee de werking van weefsels kan worden beoordeeld. Zo wordt het mogelijk in een vroeger stadium te diagnosticeren en te behandelen. Tot slot merkt hij op dat het ziekenhuis van de toekomst veel patiëntvriendelijker zal zijn dan nu het geval is. Als een patiënt dan toch naar een ziekenhuis moet, dan profiteert hij/zij van hotelachtige faciliteiten. En ondervindt een vriendelijke 'ambient experience' dankzij geavanceerde diagnostische en therapeutische apparatuur. Precisietechnologie is daarvoor een onmisbaar hulpmiddel.

Auteursnoot

Ir. Frans Zuurveen is freelance tekstschrijver.