

# Nauwkeurig positioneren met vision meetsysteem

### ONDERWERP:

*Fast focus on structures*

### DOELSTELLING:

*Het ontwikkelen van een flexibel, low cost, geminiaturiseerd meetsysteem voor het nauwkeurig positioneren van een bewerkingskop boven een product*

### MARKTEN:

*Producenten van hightech productieapparatuur*

### MOGELIJK GEBRUIK:

*Productieprocessen op repeterende structuren, zoals het printen van organische displays en het plaatsen van componenten op printplaten*

### ONDERZOEKSPERIODE:

*September 2006 - augustus 2010*

### BUDGET:

*EUR 669.594, waarvan EUR 529.793 subsidie door IOP*

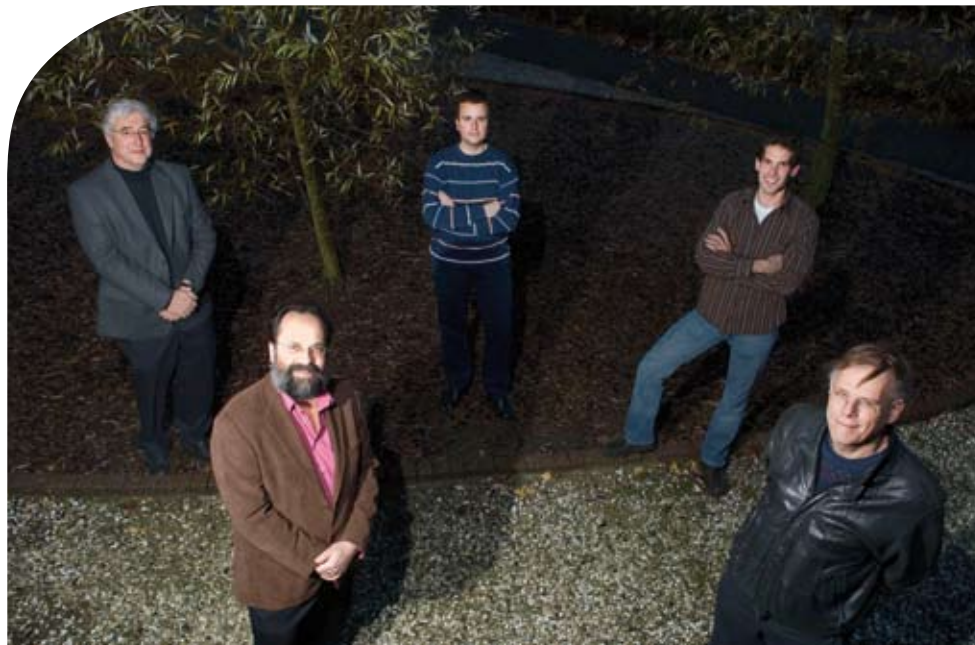
### ONDERZOEKSIJNSTITUUT:

*Technische Universiteit Eindhoven,*

*TNO Industrie en Techniek*

### PROJECTLEIDER:

*Maarten Steinbuch*



*V.l.n.r. Henk Nijmeijer, Maarten Steinbuch, Stevan Rudinac, Jeroen de Best en Pieter Jonker van de TU/e. Aukje Kastelij (TNO) ontbreekt*

Bestaande meet- en positioneringssystemen schieten tekort nu productieprocessen steeds nauwkeuriger, sneller en aan grotere oppervlakken moeten plaatsvinden. Eindhovense onderzoekers werken aan een geavanceerde oplossing op basis van een geminiaturiseerde camera op een bewerkingskop.

Bij hightech productieprocessen beweegt een bewerkingskop met hoge snelheid over een te bewerken oppervlak. In het geval van organische displays (OLED's) bijvoorbeeld, spuit een inkjet printkop polymeerdruppels in pixels op het substraat. De bewerkingskop van een pick & place machine plaatst grote aantallen componenten op printplaten. Bij de fabricage van zonnecellen bewerkt een laser een silicium oppervlak heel lokaal. Bij al deze processen worden hoge eisen gesteld aan de plaatsingsnauwkeurigheid en dus aan de positionering van de bewerkingskop ten opzichte van het werkstuk. Om dat te bereiken

gelden vergelijkbaar hoge eisen voor het meetsysteem.

### **Camera op de bewerkingskop**

“Bestaande meetsystemen maken gebruik van optische plaatsopnemers en een schaalverdeling aan de zijkant van de tafel waarop het werkstuk zich bevindt”, vertelt Maarten Steinbuch, hoogleraar Systeem- en Regeltechniek aan de Technische Universiteit Eindhoven. “Je meet dan altijd indirect, want de plaatsopnemers bevinden zich op enige afstand van de bewerkingskop en het display, de printplaat of het silicium dat je bewerkt. Zo’n tafel, die op basis van de metingen in X- en Y-richting wordt aangestuurd, is bovendien relatief slap. Dat veroorzaakt meetafwijkingen en dat beperkt weer de nauwkeurigheid waarmee je kunt positioneren.” Het zou veel voordelen bieden als je direct kon meten, het liefst door rechtstreeks de relatieve positie van de bewerkingskop ten opzichte van het werkstuk te bepalen. Dat kan: door gebruik te maken van een camera op de printkop en bijbehorende regeltechniek. Bij ‘direct visual servoing’, zoals dit wordt genoemd, wordt tijdens de bewerking het camerabeeld realtime geëvalueerd. Op basis daarvan wordt de positie van het werkstuk onder de bewerkingskop aangepast.

### **Compacte datastroom**

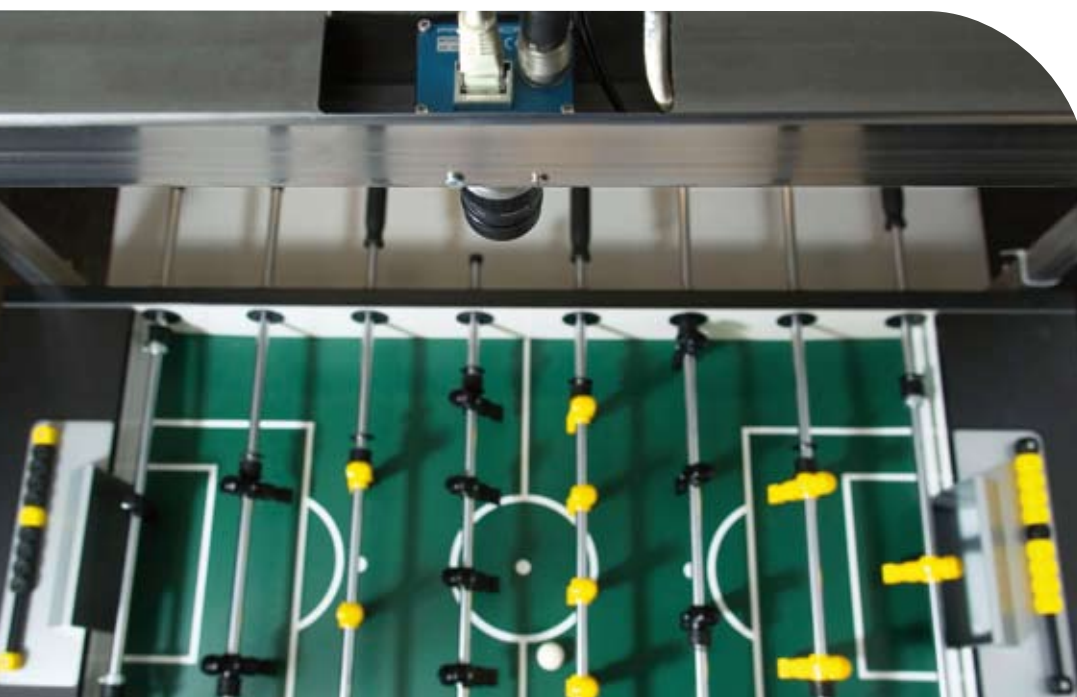
“Het probleem bij visual servoing is dat het te langzaam is”, legt Maarten Steinbuch uit. “Wil je het goed doen, dan moet je 10.000 keer per seconde weten waar de bewerkingskop zich bevindt en daarop kunnen reageren. Allereerst moet je dan snel genoeg belichten, en daarnaast heb je een camera nodig die het licht snel genoeg kan processen. Verder moet er een vertaalslag worden gemaakt van het beeld naar een

signaal waarmee de bewerkingskop wordt aangestuurd. Het benodigde regelalgoritme moet met dezelfde hoge snelheid de beelden kunnen verwerken. Je vraagt dus nogal wat van het totale systeem.”

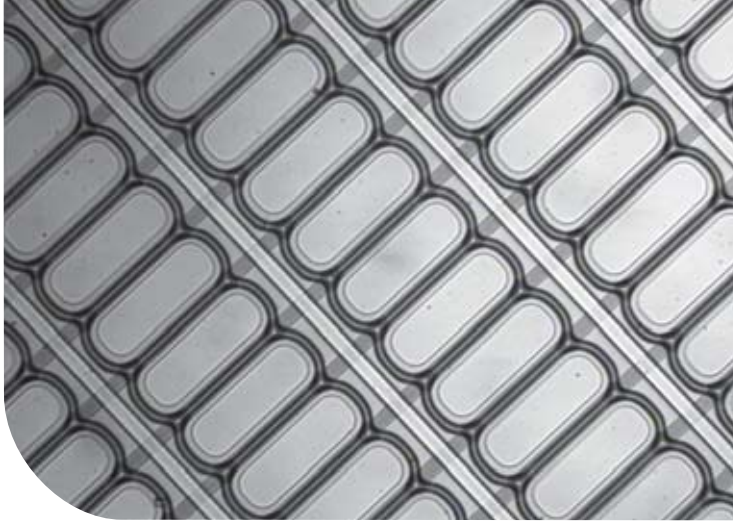
De oplossing ligt volgens de onderzoekers van het IOP-project ‘Fast focus on structures’ in de repeterende structuren die op het werkstuk aanwezig zijn. In de genoemde voorbeelden hebben de te bewerken producten namelijk met elkaar gemeen dat er sprake is van zich herhalende lijnpatronen. “Die voorkennis kun je gebruiken door dat patroon als een soort schaalverdeling te laten fungeren. Daardoor kan het optische systeem uitgaan van lijninformatie in plaats van een tweedimensionaal beeld. Dat heeft allerlei voordelen. Omdat de camera alleen hoeft te zoeken naar licht-donker overgangen, heb je minder lichtopbrengst nodig. Het uitgangssignaal van het sensorsysteem is een compacte datastroom geworden. Het algoritme dat de beelden gaat verwerken, kan veel efficiënter worden geprogrammeerd en dat komt de snelheid van het regelsysteem weer ten goede.”

### **Tafelvoetbal**

Projectleider Maarten Steinbuch: “In dit project willen we vragen beantwoorden als: wat is de meest geschikte plaats voor de camera op de bewerkingskop? Hoe klein kan die camera zijn, en hoe nauwkeurig? Hoe nauwkeurig moet het patroon op het werkstuk bekend zijn, en is het voorgestelde principe op termijn ook toepasbaar op minder voorspelbare lijnpatronen?” Twee promovendi voeren het onderzoek uit, waarbij de een zich richt op beeldbewerking en patroonherkenning en de ander focust op de benodigde regeltechniek. Medewerkers van TNO bewaken de totale



*Het tafelvoetbalspel dat als demonstrator dienst doet. Middenboven de tafel de camera die de bal volgt*



*De repeterende structuur van een OLED-display*

systeemarchitectuur en verzorgen het optisch ontwerp, de belichting en de elektronica. Zeker vijftien studenten, zowel stagiaires als afstudeerders, zullen in de loop van het project meewerken aan het oplossen van deelproblemen. Om te beginnen wordt kennis van vision en motion control opgebouwd met behulp van een tafelhoetbalspel. “De bedoeling is dat een camera de bal gaat volgen en een regel- en actuatiesysteem de spelers van de ene partij aanstuurt. Zo willen we erachter komen welke snelheden haalbaar zijn en of je daarmee van de menselijke tegenpartij kunt winnen. Als dit werkt, hebben we bovendien meteen een aansprekende demonstrator om jongeren te interesseren in techniek!” De opgedane kennis wordt in een latere fase van het project toegepast in een proefopstelling voor een werkstuk met repeterende structuren. De casestudie daarvoor zal afkomstig zijn van een bedrijf uit de begeleidingscommissie.

### **Betrokkenheid van bedrijven**

Het idee voor het IOP-project is afkomstig van OTB Group, vertelt Maarten Steinbuch. “Dit bedrijf kwam met de suggestie om gebruik te maken van repeterende structuren bij het inkjetprinten van displays. Op basis daarvan hebben we een concreet projectplan kunnen opstellen met voldoende wetenschappelijke uitdaging, waarvoor ook nog eens brede belangstelling bestaat in het bedrijfsleven.” OTB Group ontwikkelt en produceert hoogvolume productieapparatuur, onder andere voor zonnecellen, displays en verlichting. Daarnaast heeft het joint ventures op het gebied van inkjettechnologie en organische elektronica. Peter Brier, research engineer bij OTB Group, vertelt: “Om de vereiste nauwkeurigheden te halen, zullen we steeds slimmer moeten meten. Tot voor kort was het vrij lastig om rechtstreeks te meten met behulp van camerasystemen. Maar door de opkomst van mobieltjes met ingebouwde camera’s heeft de ontwikkeling van beeldsensoren een grote spurt gemaakt. Ook andere praktische bezwaren zijn verdwenen, zodat realtime meten en bijsturen tot de mogelijkheden gaat behoren. Daarnaast zien we veel producten met repeterende

structuren. Van die combinatie van factoren wil OTB graag weten wat de performancegrenzen zijn. Ook zijn we geïnteresseerd in de impact die het gebruik van vision heeft op het systeemontwerp van de productieapparatuur.” Om die laatstgenoemde reden is Peter Brier niet alleen lid van de begeleidingscommissie. Hij is ook tussen de bijeenkomsten door actief bij het project betrokken, met de bedoeling op termijn op de mechatronische systeemkant te promoveren. “Op dat gebied heb ik veel praktijkervaring. Voor een bedrijf als OTB is het goed om dicht bij het vuur te zitten van wat er op een universiteit gebeurt. We zijn te klein om alles zelf te doen. Andersom is het zinvol dat de universiteit de relatie met de praktijk niet uit het oog verliest.”

### **Visuele inspectie**

Een ander lid van de begeleidingscommissie is engineeringbureau BrainCenter. Wim Hoeks is er

#### **BEGELEIDINGSKOMMISSIE**

*Agilent Technologies*

*Assembléon Netherlands*

*BESI*

*BrainCenter*

*Fontys Hogeschool*

*Mecal*

*NTS Group*

*Océ Technologies*

*OTB Group*

*Philips Applied Technologies*

*Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland (ASTRON)*

*Universiteit Utrecht*

#### **VOOR MEER INFORMATIE OVER FAST FOCUS ON STRUCTURES**

*Technische Universiteit Eindhoven, faculteit Werktuigbouwkunde,*

*prof. dr. ir. Maarten Steinbuch*

*Telefoon (040) 247 54 44*

*E-mail m.steinbuch@tue.nl*

#### **PROJECTGROEP FAST FOCUS ON STRUCTURES**

*Jeroen de Best (TU/e)*

*Pieter Jonker (TU/e)*

*Aukje Kastelijjn (TNO)*

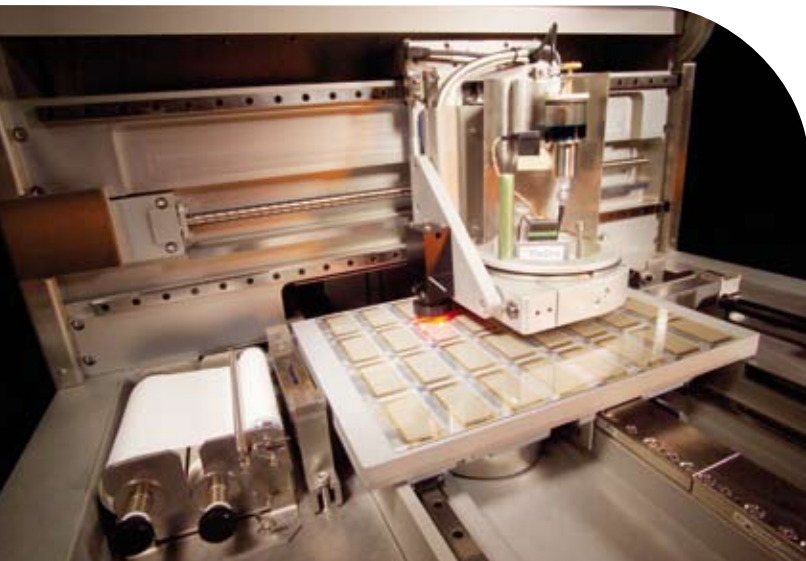
*Henk Nijmeijer (TU/e)*

*Stevan Rudinac (TU/e)*

*Maarten Steinbuch (TU/e)*

stysteemontwerper voor alle vision applicaties. Hij vertelt: "BrainCenter levert automatiseringsoplossingen voor fabricagedoeleinden. Dat wil zeggen dat we de engineering, de bouw en de installatie van hele productiestraten of onderdelen daarvan verzorgen." Het bedrijf is voortgekomen uit onder andere de voormalige bedrijfsmechanisatieafdeling van Philips Display Components (beeldbuizen), en heeft daardoor veel ervaring met automatische visuele inspectie. Een beeldbuis kende namelijk een strak patroon van rode, blauwe en groene lijnen. Wanneer een stukje fosfor wegviel, ook al was dat slechts 0,1 millimeter groot, dan leverde dat een storende vlek op in het beeld. "Het concept dat we indertijd voor de inspectie van beeldbuizen hebben ontwikkeld, willen we verder uitbouwen met de kennis die we opdoen in dit IOP-project. We hopen te leren wat we eraan kunnen verbeteren en versnellen, en hoe je bijvoorbeeld het productieproces stabiel kunt maken door tijdig bij te sturen. Het printen van displays is voor ons een goed toepassingsvoorbeeld, maar we zien ook mogelijkheden voor visuele inspectie van glasplaten zonder repeterende structuren."

*Inkjetprinter voor industriële inkjetprocessen, onder andere te gebruiken voor displays, geheugencellen of zonnecellen*



## 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](http://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](http://www.senternovem.nl)

IPT6209

[info@senternovem.nl](mailto:info@senternovem.nl)

December 2007

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.