

# FACTORIES OF THE FUTURE [DEEL 1]: COMET OPTIMALISEERT ROBOTBEWEGING

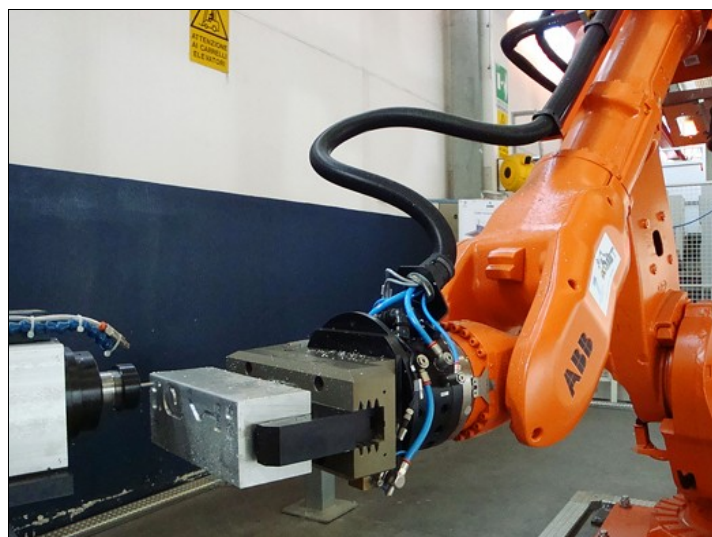
## COMET PROJECT VERBETERT ROBOT- BEWEGINGEN EN -NAUWKEURIGHEID VOOR FREESBEWERKINGEN

*Binnen het Europese EFFRA programma, gericht op de fabriek van de toekomst, houden onderzoekers zich binnen het COMET project bezig met het optimaliseren van de robotbewegingen voor freesbewerkingen.*

*Ze ontwikkelen zowel hard- als software.*

*Robots zouden een goedkoper en flexibeler alternatief moeten zijn voor de conventionele CNC-machines.*

*Door Yves De Groot*



*Robots zouden een goedkoper en flexibeler alternatief moeten zijn voor de conventionele CNC-machines*

## ROBOTS WORDEN POPULAIRDER

Robots vinden steeds vaker hun plaats op de fabrieksvloer, omdat ze daar ook de efficiency en productiviteit verder kunnen verbeteren. Oorspronkelijk werden ze in productiebedrijven ingezet in de assemblage- en verpakkingsafdeling, maar robots schuiven in het productieproces naar voren. Het *European Factories of the Future Research Association* (EFFRA) programma ondersteunt deze vooruitgang, omdat Europa de concurrentie moet aangaan met de lagelonenlanden. Financiering gebeurt vanuit het Europese *Seventh Framework Program*, gericht op innovatie, in het bijzonder in het midden- en kleinbedrijf. Deze krijgen 75% subsidie, terwijl dat voor grotere bedrijven 50% is. Gezien de investeringen die de bedrijven zelf ook doen, is het belangrijk dat de resultaten van de projecten gecommuniceerd kunnen worden, benadrukt dr. ir. Anuschka Kerstens. Zij is als senior research engineer bij Nikon Metrology Europe nv in Leuven nauw betrokken bij het Comet project. In 2009 nam Nikon het Leuvense spin-offbedrijf Metris over en veranderde de naam. Het bedrijf ontwikkelt en fabriceert dimensionale meetsystemen voor onder meer het volgen van de eindeffector van robots. Dit verklaart meteen de betrokkenheid van Nikon Metrology bij het COMET programma, waarbinnen veertien technische partners, bedrijven, universiteiten, systeemintegratoren en eindgebruikers, uit acht landen, samenwerken. Anuschka Kerstens: "Er wordt niet naar een bepaald

robotmerk gekeken, zodat de oplossingen zo generiek mogelijk zijn. Natuurlijk starten de tests bij één merk, maar de resultaten zullen worden uitgebreid naar andere merken in de verdere ontwikkeling."

## ALTERNATIEF BIEDEN

"We willen zeker niet CNC-machines uit de markt gaan prijzen", benadrukt Anuschka Kerstens. "Voor kleine productievolumes en flexibele productie is het echter interessanter

om een robot in te zetten." De te behalen voordelen van het inzetten van robots in vergelijking met een CNC-machine liggen volgens het onderzoeksteam op verschillende fronten. De efficiëntie zou met 30% omhoog kunnen en de totale kosten 30% lager. Een robot kent zes vrijheidsgraden, waardoor deze meer positioneerflexibiliteit kent dan een CNC-machine, die er maximaal vijf heeft. Bovendien kan een robot volledig autonoom opereren en is geen operator nodig voor de benodigde handelingen.

## ROBOTVOORDELEN

Om een CNC-machine daadwerkelijk te kunnen vervangen, moeten volgens de Nikon Metrology onderzoekster verschillende hindernissen worden overwonnen. "Robots hebben op dit moment twee grote problemen, waardoor dit nu nog niet altijd even goed mogelijk is. De stijfheid is beperkt, waardoor de positionering niet zo nauwkeurig is als een klassieke CNC-machine. De ondersteunende CAM-software om freespaden te maken is ook nog niet volmaakt, omdat de kinematica anders is dan bij een klassieke bewerkingsmachine."

## COMET PROJECT

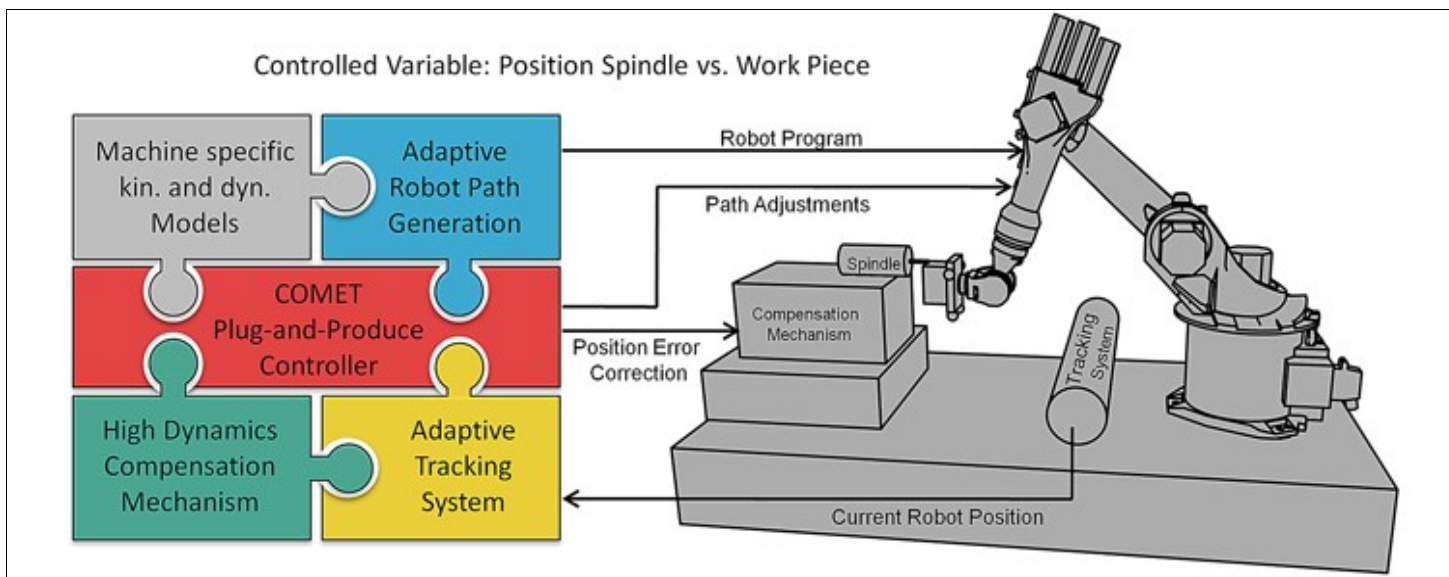
Om deze uitdagingen aan te gaan, is het COMET project verdeeld in vier deelprojecten die samenhangen als de vier puzzelstukken in één puzzel (zie illustratie). Voor Anuschka Kerstens nader ingaat op het onderzoek binnen Nikon Metrology schetst ze allereerst de deelprojecten.

## Robotkinematica

Voor inzicht in het gebruik van robots bij het machinaal bewerken, is het belangrijk om zowel een dynamisch als kinematisch rekenmodel te hebben. Vanzelfsprekend moet dat gekalibreerd zijn met behulp van reële metingen. Zo kunnen de krachten waar een robot tijdens het verspanen en bewegen mee te maken krijgt, worden beschreven en inzichtelijk gemaakt. Tegelijk wordt gekeken naar het mogelijke ontstaan van trillingen van de robot. Beide moeten resulteren in een



*De vertraging van de dataverwerking binnen het meetsysteem moet drastisch omlaag en de nauwkeurigheid verder omhoog*



Het COMET project onderverdeeld in vier deelprojecten die samenhangen als de vier puzzelstukken in één puzzel

betere benadering van het werkpad van de robot aan de hand van een bepaalde positie van, in het bijzonder, de effector. Hiervoor is het kinematische model onderdeel van de CAM-programmeerssoftware.

#### Adaptieve robotpadgeneratie

Belangrijk voor een optimaal beweegpatroon van de robot effector of manipulator is eenvoudige, gebruikersvriendelijke programmering. De standaard-programmeerwijze van robots voor bewerken of frezen is doorgaans niet flexibel. Het is de bedoeling om speciale robot-CAM-software te ontwikkelen die het mogelijk maakt

Metrology een centrale onderzoeks- en ontwikkelingsrol vervult.

#### High Dynamic Compensation Mechanism

Speciaal voor het eventueel compenseren van hoogfrequente afwijkingen, als gevolg van trillingen, wordt voor de uiteindelijke nauwkeurigheid gewerkt aan een speciaal High Dynamic Compensation Mechanism (HDCM), uitgerust met piezoactuatoren. "Dat kan niet uitsluitend met een metrologie-systeem, omdat de robot niet op hoogfrequente correcties kan reageren", verduidelijkt Anuschka Kerstens.

robottoepassing moeten een aantal aspecten worden verbeterd. Zo moet de vertraging van de data-verwerking binnen het meetsysteem drastisch omlaag en de nauwkeurigheid waarmee de camera de ledposities uitleest, verder omhoog." Tegelijk moet de kostprijs omlaag, opdat de COMET oplossing daadwerkelijk goedkoper blijft dan traditionele CNC-machines. "Op dit moment focust Nikon Metrology op de eerste twee aspecten", aldus Kerstens. "Deze zijn het belangrijkste voor de technologische voortgang van het project." Voor het verminderen van de vertraging onderzoekt Nikon Metrology efficiëntere algoritmes om de dataflows door het systeem te vereenvoudigen. Hierbij gaat de nodige aandacht naar het optimaliseren van het systeem door het elimineren van componenten, en het optimaliseren van de firmware (software die loopt op de processoren binnen het meetsysteem). Kerstens wijst ook nog naar vertraging door zowel de sturing als de fysiek van de robot. "Voor het verminderen daarvan moeten we samenwerken met de robotfabrikanten die de nodige interfaces beschikbaar moeten stellen en de nodige ondersteuning moeten geven, zodat die interfaces zo snel mogelijk reageren. Ook wat betreft het verhogen van de nauwkeurigheid gaat het om de ontwikkeling van software-algoritmes. Nikon Metrology onderzoekt hiervoor nieuwe algoritmes voor een snellere en meer nauwkeurige berekening van de posities, uitgaande van de gemeten ledposities. Kostenreductie zou volgens de senior engineer mogelijk zijn door vereenvoudiging van het ontwerp van componenten, maar ook de eliminatie van de controller is een mogelijkheid. Hiervoor is een verdere optimalisatie van de berekeningsalgoritmes nodig.

#### ORGANISATIE

De projectcoördinatie van het gehele project ligt bij het Britse bedrijf Delcam (actief in CAD-/CAM-software). Daarnaast is de wetenschappelijke coördinator de Italiaanse system integrator SIR, die input en feedback geeft over de wetenschappelijke aanpak. DCS (DemoCenter-Sipe), een Italiaans technologiecentrum voor innovaties op het vlak van industriële automatisatie en informatietechnologie, coördineert de demonstraties bij de partners. De Universiteit van Patras verzorgt de website en houdt zich bezig met de exploitatie en valorisatie van R&D-resultaten.

"Deels zal dit door partners zelf worden gedaan, maar ook in samenwerkingsverbanden", aldus Kerstens.

"Voor System Integratoren spelen een cruciale rol bij het aanbieden van de voor de klant gewenste oplossing. Wat betreft adaptieve controle gaan we zelf naar integratoren stappen en hen ondersteunen, al dan niet rechtstreeks bij de eindgebruiker." □

#### HET COMET PROJECT

Deze publicatie belicht de ontwikkelingen in het kader van het EC FP7 onderzoeksproject COMET 'Plug-and-produce components and methods for adaptive control of industrial robots enabling cost effective, high precision manufacturing in factories of the future' (FoF.NMP.2010-1-258769). Het Comet project loopt nog tot 1 maart 2013. Meer informatie is te vinden op de website [www.cometproject.eu](http://www.cometproject.eu) en de vooruitgang van het project kan ook live gevolgd worden via Twitter (@Comet\_project).



**"HET IS DE BEDOELING OM SPECIALE ROBOT CAM-SOFTWARE TE ONTWIKKELEN DIE HET MOGELIJK MAAKT HET COMPLETE PROGRAMMA VOOR HET MACHINAAL BEWERKEN AUTOMATISCH TE GENEREREN EN IN DE ROBOTBESTURING IN TE VOEREN ZONDER ENIGE SPECIALE ROBOTICA-KENNIS", ALDUS DR. IR. ANUSCHKA KERSTENS**

het complete programma voor het machinaal bewerken of frezen automatisch te genereren en in de robotbesturing in te voeren zonder enige speciale robotica-kennis, verklaart Kerstens.

"Niet alle toepassingen zullen de nauwkeurigheid nodig hebben om daar de HDCM aan toe te voegen. Vandaar ook de keuze voor het 'plug-and-play'-concept voor de juiste configuratie."

#### ONDERZOEK BINNEN NIKON METROLOGY

"Uitgangspunt bij onze onderzoeken en ontwikkelingsbijdrage is onze K-Series Optical CMM product-serie", vervolgt Anuschka Kerstens over de bijdrage van Nikon Metrology. Deze bestaat uit een camerasysteem dat de 3D-posities van meerdere leds kan bepalen. Als deze leds zijn aangebracht op de eindeffector, kan de 6D-positie van de eindeffector in functie van de tijd gevolgd worden. "De K-serie is echter in het bijzonder ontwikkeld voor statische toepassingen. Voor het gebruik in de meer dynamische

#### Traceren van het robotpad

Voor een zo hoog mogelijke nauwkeurigheid (in de orde van grootte van 50 micrometer) van het pad van de robot effector, is het cruciaal dat de werkelijke positie 100% overeenkomt met de berekende positie volgens de theoretische modellen in de CAM-software. Aangezien de robots uitgerust zijn met gezamenlijke, gekoppelde assen, is de nauwkeurigheid minder door de krachten, die het gevolg zijn van het machinaal bewerken. Om afwijkingen te detecteren en vervolgens te compenseren, wordt gewerkt aan een traceersysteem met camera's, waarbij Nikon