

# Belgische **vorsers** leren robot over obstakels stappen

*In Japan staan de "humanoid robots", stap-pende mensachtige robots, volop in de belangstelling. De rage is gestart in 1986 toen Honda zijn eerste type humanoïde robot lanceerde (die nu onder de naam ASIMO, 11 versies verder, de meest performante blijft in deze robotwereld). De Japanse maatschappij is excentriek op dat vlak en koopt in groten getale hobbyrobots. Er worden zelfs gevechtswedstrijden tussen dergelijke robots ingericht. Ook de Japanse overheid heeft heel wat R&D-geld voor "human like robotica" vrijgemaakt.*

Het idee is dat dit type robot het meest is aangepast aan een omgeving waar ook mensen rondlopen: huizen, kantoren, een bouwwerf... allemaal plaatsen waar de ondergrond niet steeds vlak of voorspelbaar is, waar obstakels kunnen liggen. Andere types, zoals robots met wielen zijn minder mobiel. Ze vergen een vlakke ondergrond, soms kunnen ze wel trappen op, maar een groot deel van onze dagdagelijkse omgeving is voor hen ontoegankelijk. Industriële robots staan meestal vast, soms op een bewegende slede.

Maar ook voor de tweebenige robot is het stappen, en zeker het over obstakels stappen, niet zo gemakkelijk te realiseren. Binnen het **National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)**, gelegen in Tsukuba, was het gelukt om de HRP-2 Promet Humanoid Robot "statisch" over een hindernis te laten stappen. De overgang naar "dynamisch over een hindernis stappen" (een vlottere,

meer "menselijke" manier van stappen) werd gerealiseerd door een Belg: **dr. ir. Björn Verrelst**. Hij is assistent aan de VUB, Toegepaste Wetenschappen, afdeling Robotics & Multibody Mechanics Research Group (R&MM). Deze afdeling is gekend van het Lucy-robotproject (gestart in 1990 en nu stilaan evoluerend naar resultaten in de revalidatie die commercieel kunnen worden ontwikkeld) en van het Anty-onderzoeksproject (de robot voor gehospitaliseerde kinderen, een project dat eerder in dit blad aan bod kwam). Björn Verrelst verwierf een JSPS-beurs (toegekend door een Japans fonds dat de contacten tussen Japans onderzoek en buitenlandse vorsers wil bevorderen) en daardoor kon hij van oktober vorig jaar tot oktober 2006 dit project uitvoeren binnen het gemeenschappelijk Japans-Frans roboticalaboratorium van AIST. **Drs. ir. Bram Vanderborcht** van dezelfde afdeling ging hem van half april tot eind juni vergezellen. Het geboekte resultaat rond dit "dynamisch stap-



ASIMO, de humanoïde robot van Honda, blijft de meest performante in deze robotwereld.

pen" werd eind juni op een internationale conferentie in Luo Yang Henan (China) toegelicht en kreeg er de *Best Paper Award*. *Industrie Technisch Management* sprak met het duo over hun ervaringen.

## **AIST EN DE HRP PROMET HUMANOID ROBOT**

Het AIST is geen overheidsinstelling, hoewel het overgrote deel van de financiering wel uit fondsen van de Japanse overheid komt. De roots van dit instituut

gaan terug tot 1875. De huidige organisatie is ontstaan uit een fusie van verschillende onderzoeksinstellingen. Er zijn twee hoofdkwartieren: Tsukuba en Tokyo. Tsukuba ligt 60 km ten noordoosten van Tokyo, telt 190.000 inwoners en 300 nationale en private onderzoeksinstellingen. Deze stad werd in 1963 opgebouwd om wetenschappelijk onderzoek



De Promet Humanoid Robot is een spin-off van het *Humanoid Robotics Project*, tot hertoe het grootste project betreffende humanoïde robots dat door de Japanse overheid gefinancierd werd: een financiering van 40 miljoen USD vanuit **METI** (Ministry of Economy, Trade and Industry). Dit project startte in 1998 en liep vijf jaar. Voor de eer-



Dr. ir. Björn Verrelst en drs. Bram Vanderborght (rechts) in het gezelschap van de HRP-2 Promet, de humanoïde robot die ze dynamisch over obstakels leerden stappen.

in Japan te centraliseren en is vandaag met 13.000 onderzoekers het grootste R&D-centrum van Japan. AIST beschikt over vijftig autonome onderzoekseenheden, verspreid over negen campussen. In totaal werken er ongeveer 2.500 onderzoekers en 3.000 bezoekende onderzoekers, post-doc mandaten, studenten. Daarnaast beschikt het onderzoeksinstituut over nog eens 700 man administratief personeel.

In 2001 richtten het Japanse AIST en het Franse **Centre National de la Recherche Scientifique** (CNRS) een gezamenlijke onderzoeksgroep op voor onderzoek over mensachtige robots. Deze groep heeft een onderzoeksbasis in Japan (JRL-Japan), gelegen in AIST Tsukuba, waar onze Belgische vorsers hebben gewerkt, en een andere in Frankrijk (JRL-France), gelegen in **Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes** (LAAS)-CNRS in Toulouse. Beide groepen beschikken over een eigen HRP-2 Promet Humanoid Robot.

ste fase werd een verbeterde versie van de Honda P3 robot gebruikt. Voor de tweede fase ontwikkelde **Kawada Industries** en AIST samen de HRP-2P (P staat voor prototype) en vervolgens de HRP-2. Kawada Industries is van oorsprong een bouwbedrijf (gespecialiseerd in bruggenbouw), dat daarna is gediversifieerd naar helikopterbouw en nu dus naar robotica. Het oorspronkelijke project is al lang afgelopen, maar het HRP-project gaat verder en wordt gesponsord door **NEDO** (New Energy and Industrial Technology Development Organization). Er is een nieuw prototype, de HRP-3P, gebouwd. Deze robot is spatwaterdicht. Als spin-offs zijn er tevens een simulatiesoftware en een kleine robot (35 cm) die binnenkort zal gecommmercialiseerd worden (1.000 euro).

Van de HRP-2 bestaan er ondertussen verschillende modellen. De HRP-2 Promet is diegene die via Björn en Bram dynamisch over obstakels kan stappen. Het

# Rittal CM Compact Medium

## De multifunctionele behuizing



Buitenzijde compact, binnenzijde ruim: de **Rittal CM Compact Medium** biedt onbegrensde mogelijkheden voor het opbouwen van het interieur dankzij de TS 8 compatibiliteit.

### CM Compact Medium

- **Veelzijdig:** complete opbouw van het interieur mogelijk met de toebehoren van het TS 8 systeem
- **Snel:** eenvoudig insteken en vastzetten van de montageplaat
- **Flexibel:** alle mogelijkheden voor kabelinvoer
- **Veilig:** het binnenwerk van de sluiting is door een ingeschoven plaat beschermd tegen vuil
- **Automatisch:** potentiaalvereffening via de bevestigingselementen
- **Ergonomisch:** optimale benutting van het deuropervlak dankzij de uitklapbare handgreep



**Rittal nv/sa**  
 Industrieterrein E17/3  
 Stokkelaar 8 • B-9160 Lokeren  
 Tel.: +32(0)9 353 91 11  
 Fax: +32(0)9 355 68 62  
 info@rittal.be • www.rittal.be

FRIEDHELM LOH GROUP





Als marktleider van asynchrone motoren met geïntegreerde snelheidsregeling, biedt Leroy-Somer momenteel met zijn **Varmeca 30**, een unieke oplossing voor vermogens tot en met **11kW**!

Door zijn bijzonder design is hij het ideale alternatief voor uw mechanische variator of stand-alone sturing.

- eenvoudige inbedrijfstelling
- beschermingsgraad omvormer IP65
- Closed loop werking (optioneel) dmv pulsgever
- 4 kwadrantwerking met opgebouwde remweerstand
- Atex gekeurde uitvoering mogelijk voor zone II 2-3D
- **Minimale electromagnetische omgevingsemisatie dankzij rechtstreekse interne doorverbinding**
- Programmeerbaar via consolepad of PC
- Optioneel diverse communicatie-interfaces (Profibus, device net,...)



Blarenberglaan - I.Z. Noord A23  
B-2800 Mechelen  
Tel.: 015 28 10 64  
www.leroy-somer.com

gaat om één van de meest geavanceerde humanoïde robots ter wereld. Kawada heeft op dit project nog steeds 19 ingenieurs en technici voor verdere ontwikkeling, bouw en onderhoud van de robots (en dat waren er een pak meer tijdens de ontwikkelingsfase). Het bedrijf bouwde reeds 14 HRP-2 robots en men kan ze leasen tegen ongeveer \$ 400.000 voor vier jaar. Verschillende Japanse onderzoeksinstituten en universiteiten gebruiken deze robot vandaag als onderzoeksplatform. De enige HRP-2 buiten Japan is in gebruik bij JRL-France. Behalve de robot werd in samenwerking met **General Robotix** ook een softwareplatform OpenHRP ontwikkeld. OpenHRP is een programma onder Linux dat de robot dynamisch simuleert.

De vorsers werken aan het realiseren van een basisbesturing, waardoor de robot (op termijn) praktische implementaties in onze maatschappij zou aankunnen. Voorbeelden zijn (vlot) stappen, met de armgrijpers deuren openen, combinatie visie (om de omgeving in kaart te brengen) en rondlopen (alle hindernissen correct nemend of ontwijkend)... De ontwikkelde stapcontroleprogramma's werden eerst uitvoerig getest alvorens ze te gebruiken in de echte robot. De HRP-2 robot zelf is trouwens een black box, waarvan de opbouw niet wereldkundig wordt gemaakt (bekend is wel dat het geraamte uit magnesium is en **Maxon Motors** heeft in haar publiciteit de robot als referentie van haar ijzerloze ankermotoren gezet). Er zit dan ook heel wat knowhow in, gezien het feit dat ze 30 vrijheidsgraden heeft. Met andere woorden 30 motion drives en de processor in een zeer compacte behuizing, een robot van ongeveer 1,5 m hoogte, met toch belangrijk stroomverbruik (dus veel warmtedissipatie en geen mogelijkheid er krachtige ventilatoren op te monteren). De robot wordt softwarematig

aangestuurd vanaf het OpenHRP-sturingsplatform. Daarna worden de bewegingen van de geleidingen via een "optimaliseringssoftware" (ook een black box, waarvan code en werking geheim zijn) herrekend, rekening houdend met zijn beperkingen dynamische stabiliteit en het verschil tussen *center of pressure* (op de simulator) en de realiteit (de robot). Voor de vorsers geeft dit wel het probleem dat ze op limieten stoten waar ze enkel met *try & error* iets kunnen aan verhelpen, zonder aan de stabilisator zelf te kunnen werken.

#### BELGISCH-JAPANS/FRANS PROJECT

Wat betreft het stappen van de robot over hindernissen was er binnen het JSPS-onderzoek een Chinese vorser, **Y. Guan** die erin was gelukt om de robot "statisch" over een hindernis te laten stappen. Nadeel is echter dat het een "stijve bedoening" is en ook dat de robot eerder kleine obstakels aankon: de robot zet één voet over de hindernis, terwijl zijn *center of gravity* (zwaartepunt) boven het vlak van de andere voet (de ondersteuningspolynoom) blijft, dan wordt - met beide voeten op de grond - het zwaartepunt van voet gewisseld en kon het ander been veilig over de hindernis worden gezet. Deze werkwijze is niet mogelijk bij hogere hindernissen.

Dynamisch stappen laat wel toe om over grotere obstakels te stappen, in een vloeiende beweging. De balancering is niet meer gesteund op zwaartepunt beperkingen (in feite zal het zwaartepunt vóór de voet komen te liggen tijdens de *stepover* zoals ook de mens het zou doen), maar eerder op dynamische criteria, waarin de dynamische beweging van elk gelid van de robot in rekening gebracht wordt. Men krijgt een vloeiende beweging maar er kunnen ook hogere obstakels overwonnen worden omdat de *double support* fase heel kort gehouden kan wor-

den. Dit vergt echter een gecoördineerd traject realiseren van benen en heup, wat de kans op vallen vergroot. In realiteit worden alle vrijheidsgraden aangesproken: niet enkel de benen, ook de heup, het bovenlichaam en de armen. Er moeten algoritmes op punt worden gesteld om deze op een gecoördineerde wijze te laten verlopen om gedurende de hele stapsprong de dynamische effecten te compenseren zodat het *Center of Pressure* (in tegenstelling tot het zwaartepunt) van de robot binnen zijn stabiliteitsgrenzen blijft. Het werk bestond zowel uit het uitdenken van de algoritmes, het simuleren ervan op de "Open

bleem van de "stijve gewrichten" werd in het Lucy-robotconcept opgelost, waar met "artificiële spieren" in plaats van aangedreven motoren men *compliance*, een zekere vrijheidsgraad, in de gewrichten heeft ingewerkt.

Het "dynamisch stappen was reeds eind juni klaar. De uitgevoerde experimenten zijn (eerst hoogte dan breedte in cm): 5x5, 10x5, 10x10, 15x5. Er is steeds een veiligheidsmarge van 3 cm langs beide zijanten en bovenkant. Het ging telkens om experimenten met obstakels die op een juist bepaalde afstand van de robot worden gelegd en waar dan



De HRP-2 Promet in actie. Een blikje uit de koelkast halen, lukt al aardig.

HRP"-software, als het testen van het geheel op de echte HRP2-robot.

Naast het permanent controleren van de stabiliteit, moet worden bewogen zonder collisie tussen de benen onderling of botsingen met het obstakel, zonder het overstrekken van de knie. Bijkomend probleem was de "impact" van de robot op de vloer: vermits de robot functioneert met "stijve" gewrichten (door de aandrijvingen zonder enige soepelheid), moet men goed opletten dat de bewegingen zo zijn geprogrammeerd dat de robotvoeten zonder impact op de grond worden gezet. Dat maakt alles complexer. Het pro-

"blind" wordt overgestapt. De laatste maanden zullen vooral gebruikt worden om dat stappen nog te koppelen aan het visiesysteem. De robot heeft vier camera's waarmee het zijn "omgeving" kan inventariseren en het doel is om op basis van camera-beelden de robot over obstakels te laten stappen. In simulaties lukt het om over een obstakel tot 20 cm hoogte te stappen, maar in realiteit, met de werkelijke robot, werd dan de snelheidslimiet van de knie overschreden en trad het veiligheidssysteem in werking dat de voeding van de motoren afzette. En vermits men in deze software geen inzage heeft, moet met de "bewegingen" een oplossing worden gezocht.



Ysebaert biedt u in samenwerking met vooraanstaande fabrikanten een uitgebreid gamma explosie veilig materiaal. Deze zijn kwalitatief hoogstaand, prijsgunstig en voorzien van de nodige certificaten. Door onze jarenlange ervaring in explosiebeveiliging kunnen wij u, in functie van de toepassing, altijd het juiste product leveren.



Verlichting



Signalisatie



Schakelmateriaal



Verwarming



Mens-machine interface



Wartels en toebehoren

Y  
S  
E  
B  
A  
E  
R  
T



**Ysebaert nv**  
Koralenhoeve 13  
B-2160 Wommelgem  
☎ +32 (0)3 328 06 60  
☎ +32 (0)3 328 06 80  
✉ info@ysebaert.be  
🌐 www.ysebaert.be



**Explosiebeveiliging**  
G(as) & D(ust)

25 jaar  expertise





textile      robotics      connectors      multi-contact

# STÄUBLI

Multi-Contact



## NIEUWE PRODUCTEN EN MACHINES

Stäubli heeft voor alle afdelingen heel wat nieuwe pareltjes van techniek aan u voor te stellen.

Dit geldt voor al onze afdelingen: Robotica (automatisering), Textielmachines (jacquard) en snelkoppelingen (hydraulisch, pneumatisch en electrisch). Deze nieuwe producten en machines worden voorgesteld op onze 'OPEN HOUSE' van 28 tot en met 30 september 2006 in onze nieuwe kantoren te Bissegem.

Kom gerust een kijkje nemen op donderdag of vrijdag van 14 tot 20h of op zaterdag van 13h tot 19h waar u ze zelf 'live' kan bewonderen.

Wij voorzien alvast een hapje en een drankje en een warme ontvangst! Om organisatorische redenen vragen wij u in te schrijven via onderstaande antwoordstrook. Dit kan tevens per fax, email of telefonisch.



## NIEUWE KANTOREN EN OPLEIDINGSKALAKEN

Gezien de sterke groei sedert 2000 en de diversifiëring was Stäubli Benelux genoodzaakt uit te kijken naar nieuwe kantoren. In 2005 zijn we daarom gestart met de bouw van een nieuw kantoorgebouw op dezelfde site. Tegelijk werden de bestaande gebouwen omgetoverd tot een groter en beter georganiseerd magazijn. Voor de afdeling robotica werden nieuwe opleidingslokalen ingericht. We zijn dan ook heel trots en blij u te kunnen uitnodigen om deze nieuwe infrastructuur aan u voor te stellen.



RV/VUB

Het doel is om de robot op basis van camerabeelden over obstakels te laten stappen.

## VOORDEEL VAN DERGELIJKE PROJECTEN VOOR BELGISCHE VORSERS

Stappende robots zijn in Japan en Korea reeds hot. Ook in China rijzen de projecten al uit de grond. Het zal dus zeker wereldwijd een topic worden. Hier in het Westen moeten we ervoor zorgen dat we minimaal binnen dit vakdomein kunnen meepraten.

En dat doet de VUB. De universiteit heeft ook al een behoorlijk palmares rond "stappende robots". Er is de (gepatenteerde) supersnelle simulatiesoftware waarmee op de (loop)processen kan worden voorgelopen (en die dus in een sturing kan worden gebruikt als "voorspeller" en "preventieve hulp"). Lucy en de nieuwe projecten, zoals de revalidatie-robot Altracro, tonen duidelijk aan dat hun werk op wereldniveau ligt. Volgens de vorsers liet hun Brusselse ervaring toe om

vrij snel mee te praten met de Japanse en Franse collega's. En... er werden duidelijke resultaten, dynamische stappen, neergezet.

Verder krijgt de robotontwikkelaar van de VUB via deze projecten een enorme input door de ervaring die Björn en Bram in het "Mekka van de robotica" opdeden. Ook konden ze zich hiermee profileren in de *networking community* rond geavanceerde robotica. Nu reeds worden ze om raad gevraagd wanneer collega's ergens vastlopen. Het is trouwens door dergelijk netwerken dat ze later ook - bijna automatisch - betrokken zullen worden bij Europese projecten. Daarom trouwens ook goed dat het project van Björn gebeurde in het Japans-Franse labo waar veel contact was met Franse vorsers die er permanent verbleven. Contacten met Japanse onderzoekers lopen, ondanks intensieve taalcursussen Japans, een stuk stroever. ■

firma ..... E-mail .....

Naam ..... Zal aanwezig zijn met ..... personen

Voornaam ..... op ..... september om ..... h

Functie ..... en is geïnteresseerd in:

Tel. ....

Textielmachines

Robotica

Snelkoppelingen

Stäubli Benelux nv, Meensesteenweg 407-409, B-8501 Bissegem, Belgium,  
T +32 (0)56 36 40 00, F +32 (0)56 36 40 10, benelux@staubli.com, www.staubli.be