

Control voor coördinatie

Regeltechniek voor gedistribueerde systemen heeft breed toepassingsgebied

In het Europees onderzoeksproject CON4COORD is door academische instellingen, in samenwerking met ondernemingen, onderzoek gedaan naar regeling van gedistribueerde systemen. Dezelfde principes van control en coördinatie blijken toepasbaar op onbemande vliegtuigen en onderzeeboten, autoverkeer op snelwegen, transport op containerterminals en deelsystemen van high-speed printers. Projectcoördinator Jan van Schuppen: 'De regeling is lokaal, maar er is een gezamenlijk doel.'

HANS VAN THIEL

De officiële naam luidt, 'control for coordination of distributed systems', afgekort CON4COORD, en dit is nog verder afgekort tot de werknaam C4C (1). Het is een project dat drie jaar heeft geduurd, waar acht academische instellingen bij zijn betrokken en vier ondernemingen, en dat vier miljoen euro heeft gekost, waarvan drie miljoen afkomstig van de Europese Commissie. De bij het project betrokken universiteiten en instituten zijn gevestigd in respectievelijk, België, Cyprus, Griekenland, Italië, Nederland en Portugal.

Een van de deelnemende bedrijven is Marine Systems Technology uit Portugal, een start-up van de Universiteit van Porto. Marine Systems ontwerpt en bouwt autonome onderwatervoertuigen voor, bijvoorbeeld, milieuonderzoek. Een andere betrokkene is Océ, de bekende fabrikant van professionele print- en kopieerapparatuur.

Trinité Automatisering uit Nederland is leverancier van software voor regeling van verkeerssystemen en de vierde participant is het containerterminalbedrijf PSA Antwerp, het vroegere HSN (Hesse-Noord Natie).

De projectcoördinator van C4C is prof. dr.ir. Jan van Schuppen, onder meer fellow van het Centrum Wiskunde & Informatica (CWI) in Amsterdam, en hoogleraar bij de afdeling Technische Wiskunde van de TU Delft. Zijn vakgebied is wiskundige systeemtheorie.

'Control'

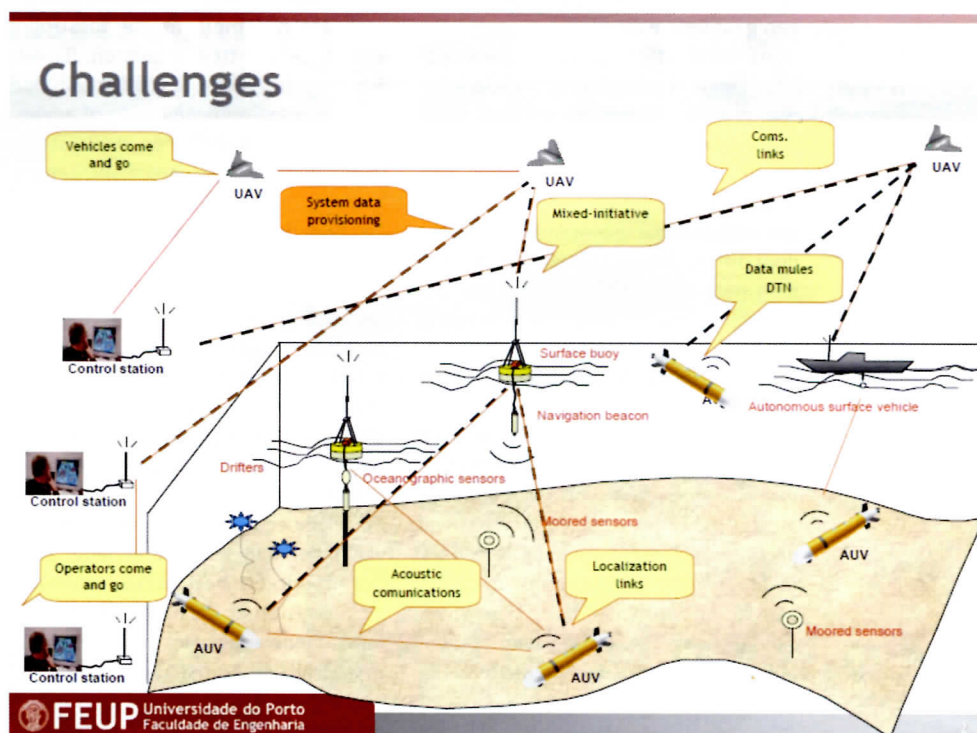
Systeemtheorie komt voort uit de regeltechniek en die is al zeker zo oud als

de eerste stoommachine, vertelt Jan van Schuppen (2,3). "Of neem een thermostaat. Boven een bepaalde temperatuur zal je de verwarming uit willen hebben en beneden een bepaalde temperatuur juist aan. Tussen die twee toestanden ligt een gebied dat je fijner wilt regelen. Dit is meteen een voorbeeld van een hybride systeem, deels continu en deels discreet."

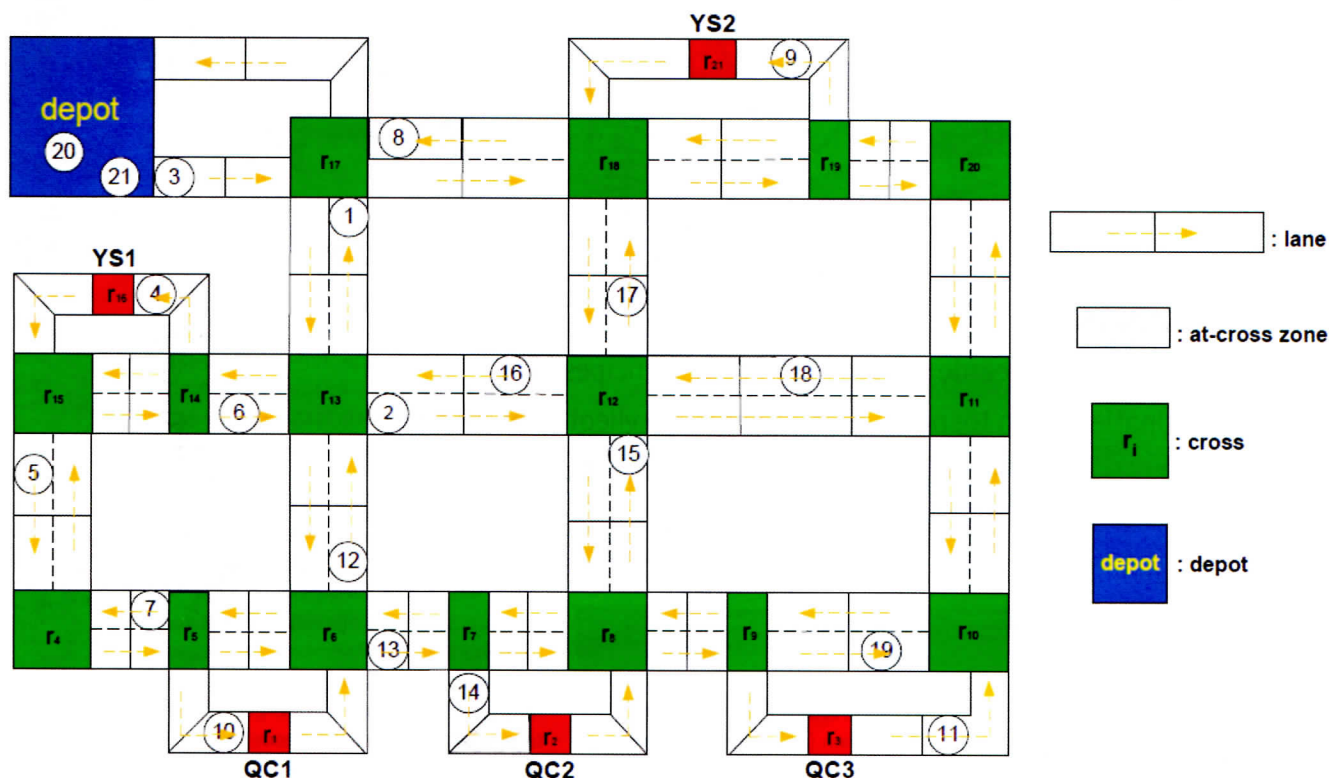
Dit eenvoudige voorbeeld illustreert de probleemstelling. De grootheden die

men wil beheersen, in dit geval een temperatuur die constant moet blijven, vertonen in de werkelijkheid altijd fluctuaties. Een regelsysteem is niet statisch, maar dynamisch.

Van Schuppen noemt als voorbeeld uit het C4C-project de informatieverstrekking aan automobilisten op de ringweg rond Amsterdam. Op een ringweg kan een automobilist twee richtingen kiezen. Als de ene richting geblokkeerd is, of tot vertraging leidt, wordt de auto-



Figuur 1: Bij oceanografisch onderzoek moeten onbemande onderzeeboten, oppervlakteschepen en vliegtuigjes gecoördineerd samenwerken en informatie delen en gebruiken. (bron: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP))



Figuur 2: Een 'Manhattan Grid' voor het verplaatsen van containers door AGV's (autonomous guided vehicles) op de PSA containerterminal in Antwerpen. De software die de coördinatie van de AGV's regelt moet, onder meer, altijd voorkomen dat een kruising blokkeert. (bron: dr. Qin Li, TU Eindhoven)

mobielist geadviseerd de andere richting te nemen. Maar dit kan er toe leiden dat de toegenomen verkeersstroom in de aanbevolen richting dáár opstoppingen gaat veroorzaken.

In de wiskundige systeemtheorie probeert men regelsystemen te modelleren, zodat men het gedrag kan voorspellen en beheersen. Discrete modellering maakt dikwijls gebruik van automatentheorie en continue modellen (met feedback) worden beschreven door differentiaalvergelijkingen. Bovendien hebben variabelen soms een bepaalde kansverdeling (stochastische modellen).

Bij gedistribueerde systemen kan men drie typen onderscheiden, waarvan de laatste weer twee onderverdelingen heeft. In het eerste geval gebeurt alles lokaal, zonder enige vorm van communicatie. In het tweede type wordt er wel gecommuniceerd tussen de regelaars, maar is er geen centrale aansturing. Die aansturing kan, in het derde type, ofwel klassiek hiërarchisch zijn, ofwel bestaan uit een coördinatie van deelsystemen.

Gemeenschappelijk doel

Van Schuppen: "De regeling van een gedistribueerd systeem is vaak alleen lokaal hoewel er een gemeenschappelijk

doel is. Een bepaalde mate van coördinatie is dan gewenst."

In het geval van autosnelwegen kan men denken aan een verkeerscentrale met deelsystemen die de toestroom vanuit de oprit reguleren (Engels 'ramp control', een subsysteem van borden dat maximumsnelheden of advies-snelheden aangeeft, een deelsysteem voor aansturing van verkeerslichten enzovoorts).

Een tweede voorbeeld, ook uit het CON-4COORD-project, is de coördinatie van onderwatervoertuigen met oppervlaktevotuigen en onbemande vliegtuigjes bij oceanografisch onderzoek (figuur 1). Het opsporen en volgen van bosbranden in onherbergzame gebieden met onbemande vliegtuigjes, een taak die voornamelijk in Griekenland van belang is, heeft soortgelijke aspecten.

Maar ook een grote high-speed printer van meer dan tien meter lang, zoals Océ produceert, bestaat uit verschillende deelsystemen die automatisch moeten samenwerken. Het voorkomen van oververhitting op bepaalde plaatsen in de machine is bijvoorbeeld van essentieel belang.

Weer een ander geval van een gedistribueerd systeem met coördinatie is de

PSA containerterminal in de haven van Antwerpen. Het transport van containers zou in de toekomst volledig automatisch kunnen gebeuren met automatische voertuigen waarvan de routes elkaar kunnen kruisen (figuur 2). De AGV (Autonomous Guided Vehicle) met de hoogste prioriteit moet dan voorrang krijgen en het totale systeem moet dusdanig zijn ontworpen dat het nergens blokkeert. Het mag dus niet voorkomen dat twee voertuigen op elkaar staan te wachten (deadlock), maar elk kruispunt moet ook vrij zijn voordat een nieuwe AGV wordt toegelaten. Van Schuppen noemt een geautomatiseerde terminal, ergens in de wereld, waar elke dag wel een paar keer handmatig moet worden ingegrepen om op een of ander punt een blokkering op te heffen. Uiteraard is dit een ongewenste situatie.

Project

Het onderzoeksvoorstel voor het C4C project is drie jaar geleden geschreven door prof. Jan van Schuppen. Die was eerder betrokken bij acht EU projecten, bij vier als coördinator. Het doel van C4C was om meer inzicht te krijgen in de achterliggende theorie, en dit op basis van de praktijk. Daarbij werd ook

deskundigheid van andere vakgebieden ingebracht, zoals communicatietheorie. Hoe kan, bijvoorbeeld, communicatie tussen onbemande voertuigen onder water, door middel van sonar, efficiënt en betrouwbaar worden gebruikt voor regeling?

Zo'n vijftien promovendi (PhD) en postdoctorale onderzoekers hebben aan C4C gewerkt en er waren elke vier maanden technische bijeenkomsten. Daarbij waren ook vertegenwoordigers van de deelnemende bedrijven, en onderlinge discussie werd aangemoedigd en speelde een belangrijke rol. Onderzoekers hebben regelmatig bedrijven bezocht. Verder waren er jaarlijks voortgangsrapporten en externe beoordelingen (reviews) door derden. Behalve verslagen en publicaties heeft C4C ook computersoftware opgeleverd, in het bijzonder toevoegingen aan het open source pakket Ariadne. Alle 'deliverables' zijn openbaar (zie 1), maar de presentaties zijn voor buitenstaanders niet erg toegankelijk. Daarom zal het onderzoek ook beschreven worden in een boek met essays van elk zes pagina's. De publicatie (bij uitgeverij Springer) staat gepland voor 2012.

"Veel problemen uit de praktijk kunnen bedrijven zelf niet oplossen, en het benodigde wetenschappelijk onderzoek is niet direct toepasbaar," zegt Van Schuppen. "Dikwijls is er nog extra werk nodig voordat iets geïmplementeerd kan worden. Voor ondernemingen wegen, bij de selectie uit alle mogelijkheden, de financiële kosten heel zwaar." ■

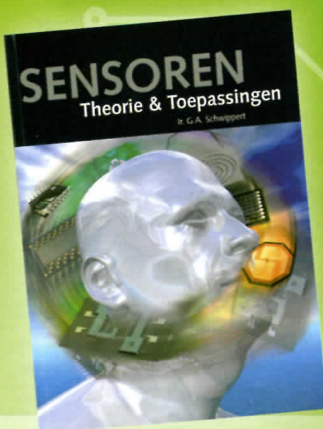
Referenties:

- 1) <http://www.c4c-project.eu/>
- 2) S. Bennett, "A brief history of automatic control", IEEE Control Systems Magazine 16, p17-25, 1996 (ook online)
- 3.a) S. Bennett, "A history of control engineering 1800 - 1930", Peter Peregrinus Ltd., {London}, 1979
- 3.b) ibid "A history of control engineering 1930 - 1955"
- 3.c) ibid "A history of control engineering 1955 - 1993", gepubliceerd in 1993.



Prof. dr. ir. Jan van Schuppen: "Een bepaalde mate van coördinatie is gewenst".

Geheel geïnformeerd met de boeken van
engineersonline.nl



**Sensoren
Theorie &
Toepassingen**

€92,-

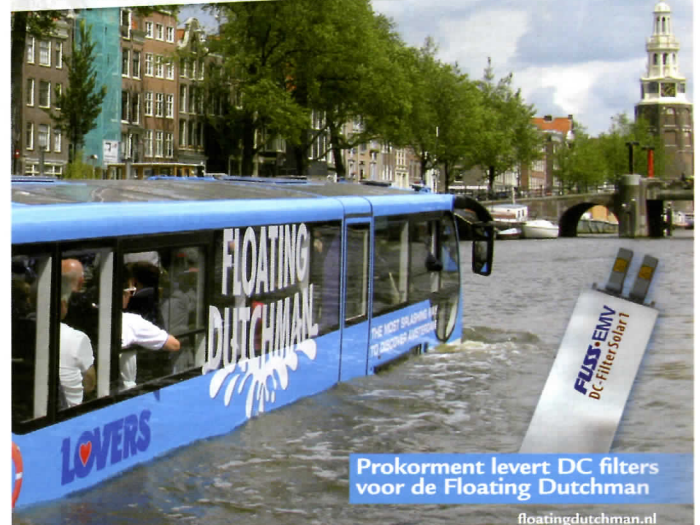
hét Nederlandstalige standaardwerk over
sensoren en sensorsystemen.

Ook online te bestellen op
www.engineersonline.nl/shop

Prokorment
VERTROUWEN IN PRAKTIJK

DC filters voor wisselrichters

PRETTIG ONTSTOORD



Prokorment levert DC filters
voor de Floating Dutchman

floatingdutchman.nl

Prokorment o Waterloo 3 o NL-2614 XC Delft
T +31 (0)15 2121310 o F +31 (0)84 7303282
E info@prokorment.nl o I www.prokorment.nl