



## Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC ([www.nioc.nl](http://www.nioc.nl)) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website [www.nioc.nl](http://www.nioc.nl) ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op [www.nioc2025.nl](http://www.nioc2025.nl) voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

[www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden\\_nieuwsbrief](http://www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden_nieuwsbrief)

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga [kennisbank@nioc.nl](mailto:kennisbank@nioc.nl).

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.



## Praktisch Parallel Programmeren

A.W.P. Bakkers, *Universiteit Twente, Enschede*

E.J.H. Pepels, D.C. van Oosten, J. Stolk, *Open universiteit, Heerlen*

### Inleiding

De algemene tendens is de verplaatsing van de verwerkingscapaciteit naar het bureau. Het mainframe is uit, behalve voor administratie. Gezien het belang van massaal parallelle systemen als supercomputers van de nabije toekomst dienen universiteiten grote aandacht te geven aan de gebruiksmogelijkheden van dergelijke systemen. In het verlengde hiervan dienen landelijke cursussen te worden georganiseerd, waarin wordt geleerd hoe rekenmodellen worden opgezet uitgaande van de beschikbaarheid van massaal parallelle computers.

Bovenstaande tekst staat vermeld in het SURF rapport: 'Informatietechnologie in perspectief - Toepassing van informatietechnologie in universiteit en hogeschool'.

### Vernieuwend onderwijs

Het gebeurt niet vaak dat het onderwijs voorop loopt bij een technologische vernieuwing. Op het gebied van de praktische toepassing van parallelle computers is dat echter wel het geval. Bij de Universiteit Twente en de Open universiteit is een aantal praktische cursussen ontwikkeld voor onderwijs op dit gebied. In tegenstelling tot de meer gangbare algemene cursussen, waar het gebruik van parallelisme en communicatie op het niveau van besturingssystemen wordt behandeld, wordt hier de nadruk gelegd op de integratie van deze nieuwe concepten in het gehele systeemontwerp. Als zodanig bevatten deze cursussen een relatief grote practicum-component, waarin de cursist wordt geoefend in het herkennen en oplossen van praktijkproblemen op een theoretisch gefundeerde manier. Bewust is er voor gekozen niet alle verschillende vormen en concepten van parallelisme te behandelen, maar uit te gaan van het paradigma van Communicating Sequential Processes, dat in de praktijk zijn nut heeft bewezen. Naast een goede scholing in deze concepten wordt de cursisten voldoende praktische kennis bijgebracht om direct met de taal occam en de transputer te kunnen werken.

### Cursussen

Het tot nu toe ontwikkelde cursusprogramma ziet er als volgt uit:

- Een ééndags workshop die een kennismaking biedt met de concepten van parallelle verwerking. Deze workshop is voornamelijk gericht op technisch en commercieel management niveau.
- Een driedaagse inleidende cursus. In deze cursus worden de concepten van CSP, parallelisme, het gebruik van occam en de transputer, de oorzaken van deadlock en het voorkomen daarvan en het onderscheid tussen I/O-sequentiële en I/O-parallelle processen en andere elementaire zaken onderwezen.
- Een driedaagse cursus voor gevorderden. In deze cursus wordt het gebruik van de transputer en het parallel programmeren in occam onderwezen. Daarnaast worden voor bepaalde geavanceerde problemen algemene methoden van parallel opdelen onderwezen, zoals bijvoorbeeld voor de FFT.
- De Ou cursus Parallele Systemen. In deze cursus wordt het praktijk gerichte effect bereikt door zestig procent van de cursus te baseren op een aantal praktische opgaven die op het transputersysteem van de Ou kunnen worden uitgewerkt. Dit systeem dat bestaat uit tweeëndertig transputers elk uitgerust met 2-MByte geheugen, die elk een rekenkracht vergelijkbaar met een Vax 8600 vertegenwoordigen. Het systeem is gekoppeld aan het landelijk SURF netwerk. Hierdoor is het systeem direct bereikbaar voor bijvoorbeeld de op SURF-net aangesloten HBO instellingen, maar het kan ook direct per telefoon bereikt worden. De gedachte die aan de cursus Parallele Systemen ten grondslag ligt is dat parallel denken in feite eenvoudig is. Indien een nieuw ontwerp moet worden gemaakt zal in veel gevallen eerst een tekening worden gemaakt. Deze tekening heeft nog alle eigenschappen van parallelisme in zich. De volgende traditionele stap is het definiëren van de individuele sequentiële acties, hierbij wordt de meeste parallelle informatie verwijderd en is dan ook niet meer beschikbaar.

In de cursus **Parallele Systemen** wordt daarom vanaf de probleemdefinitie het 'parallele karakter' van het systeem verder ontwikkeld.

De cursussen zijn de culminatie van zes jaar ervaring opgedaan door het laboratorium voor regeltechniek van de Universiteit Twente. Talloze parallele systeemontwerpen liggen ten grondslag aan de in de cursus gevolgde methode. Het cursusmateriaal vormt tevens de basis voor een serie cursussen getiteld: 'Training for Transputer Technologies'. Deze cursussen zijn in opdracht van de Europese Commissie als onderdeel van het COMETT programma ontwikkeld.

#### **De transputer en occam**

De door een Engelse firma in verschillende ESPRIT programma's ontwikkelde transputer kan worden beschouwd als een bouwsteen voor parallele computers. De transputer is uitgerust met een 10-Mips processor, een floating point unit en vier bi-directionele 20-Mbits/sec. seriële DMA kanalen. Transputers worden niet samengebouwd via een gemeenschappelijke bus, aangezien dat een '*bottleneck*' zou veroorzaken door verstopping. In plaats daarvan kunnen transputer-netwerken van willekeurige omvang en rekenkracht worden gebouwd door eenvoudige twee-draads verbindingen van de DMA kanalen.

Het beheersen van de mogelijke rekenkracht van transputers vereist de ontwikkeling van een vaardigheid in parallel programmeren gelijk aan de vaardigheid in het programmeren met traditionele sequentiële logica. Occam is een eenvoudige, kleine en toch krachtige taal dit mogelijk maakt. In occam staat een model van parallelisme centraal dat niet kunstmatig is aangebracht. Bovendien wordt dit model direct door de Inmos transputers ondersteund. Dit model weerspiegelt de belangrijke software ontwerp eigenschappen zoals abstractie, structurering en beslotenheid van informatie en heeft belangrijke voordelen voor de totale ontwikkelkosten van grote systemen. Dit wordt onder andere bereikt door de ontwikkeling van bibliotheken van kant en klare modules. Dit geldt ook voor ontwerpen met behulp van gestructureerde ontwerpmethoden met CASE (Computer Assisted Software Engineering) tools. Het ontwerp is over het algemeen parallel van structuur. Op conventionele computersystemen is een vertaalslag nodig naar sequentiële code die niet alleen veel tijd kost maar ook nieuwe fouten introduceert. Op de transputer kunnen deze CASE-tool resultaten direct geïmplementeerd worden.

Andere beschikbare gereedschappen kunnen worden gebruikt voor het ontwerp van een groot scala van systemen zoals zeer betrouwbare fouttolerante, specifiek toegepaste real-time systemen tot en met supercomputers.

#### **Slot**

Het gebruik van parallel werkende computers vereist een nieuwe denkwijze van de programmeur die het sequentiële denken moet afleren. Iedere programmeur zal hier in de nabije toekomst mee worden geconfronteerd. Het lijkt verstandig daar nu reeds aandacht aan te schenken.