

# Kunnen computers samenwerken zonder intelligentie?

## Zoektocht naar het fundamentele probleem.

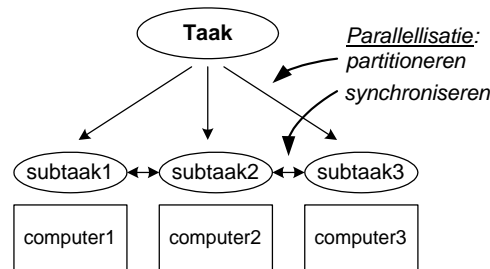
Kunnen mensen wel samenwerken met computers? Om informatie te vinden op het internet kan je gebruik maken van een 'search engine' zoals Yahoo of Altavista, maar zelfs de meest eenvoudige zoekopdracht levert een immense hoeveelheid irrelevante informatie op! De computer *begrijpt* immers niet wat je zoekt, hij gaat enkel op zoek naar webpagina's waarin de opgegeven woorden voorkomen met behulp van een *frequentie-analyse*. Deze oplossing is dus enkel een *benadering*.

Dit voorbeeld illustreert goed de limieten van de huidige informatietechnologie, we weten immers niet hoe we een computer concepten moeten doen begrijpen. We begrijpen niet wat 'begrijpen' precies inhoudt. We kunnen dan ook niet op een natuurlijke manier met een computer praten.

### Parallele systemen.

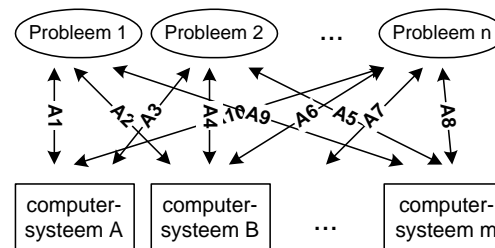
Onze onderzoeksgroep houdt zich bezig met parallelle systemen en wil computers een taak samen laten uitvoeren. Een parallel systeem kan gaan van één computer met meerdere processoren (rekenkrachten), over een lokaal netwerk tot zelfs het gehele internet. Op ons lab paralleliseren we onder andere grote mathematische berekeningen, netwerk- en verkeerssimulaties.

Voor parallelisatie verdeel of *partitioneer* je de taak verdelen over de verschillende computers, dan voer je de subtaken uit op elke computer, waarbij de computers de tussenresultaten regelmatig met elkaar moeten *synchroniseren*. Hoe je dit doet, wordt bepaald door het *parallelisatie-algoritme* dat je uitdenkt (zie voorbeeld in kader).



### Combinatorische explosies!

Parallellisatie doe je om een taak sneller uit te voeren. De moeilijkheid is echter dat de behaalde tijdsinstaat probleem- én systeemafhankelijk is, er bestaat geen algemene oplossing. We zeggen dat parallelisatie de hardware met het probleem moet 'matchen'. Voor elk type probleem en elk type systeem moet de informaticus dus een specifiek parallelisatie-algoritme bedenken, programmeren en optimaliseren. Voor n types van problemen en m types systemen moeten we dus  $n \times m$  algoritmes ontwikkelen, wat leidt tot een *combinatorische explosie*:

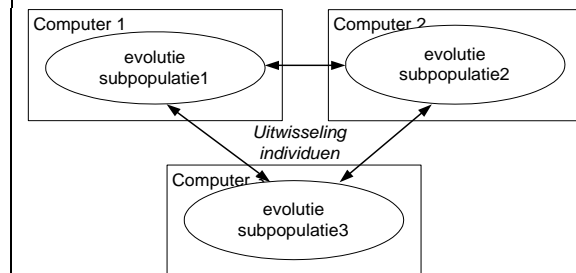


Het is immers een 'trade-off' tussen efficiëntie en algemeenheid: een algemene oplossing is nooit

### Parallelliseren van een genetisch algoritme.

Om grote zoekproblemen op te lossen maakt de informatica ondermeer gebruik van genetische algoritmen. Deze zijn gebaseerd op de biologische evolutie. Om goede oplossingen te vinden muteren we een populatie van willekeurige individuen en selecteren we hieruit de beste individuen.

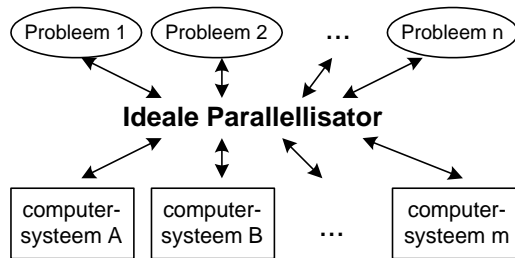
Hoe kunnen we dit door meerdere computers tegelijkertijd uitvoeren? We kunnen de totale populatie over de computers verdelen (*partitioneren*) en vervolgens per computer laten evolueren, met een periodieke uitwisseling van individuen (*synchroniseren*).



Zo bekomen we een methode/algoritme om het probleem te paralleliseren. We zien dat het algoritme probleemafhankelijk is, een ander probleem vergt immers een andere parallelisatie.

optimaal en omgekeerd bestaan efficiënte algoritmes enkel voor specifieke problemen.

Een *ideale parallellisator* moet élk systeem en élk probleem autonoom aankunnen. Dit is allernoodzakelijk voor het succes van parallellisatie.



Hoe moeten we deze echter bouwen? Welke kennis moeten we erin steken? Kunnen we niets leren uit de intelligentie van de mens, want hij vormt samen met de rekenkracht van de computer een ideale parallellisator. *We weten echter niet hoe de mens dit doet: welke kennis hij hiervoor gebruikt en hoe hij zijn kennis toepast!*

### Kritiek is de motor van onderzoek.

Mijn onderzoek spitst zich dus toe op volgende vragen:

- Hoe ziet een ideale parallellisator eruit? Wat kunnen we al automatiseren en wat nog niet?
- Waar schieten de huidige technieken tekort? Komen technieken uit de Artificiële Intelligentie in aanmerking? Voldoen deze wel?
- Wat kunnen we leren van de mens die nog steeds dingen kan die de computer niet kan?

*Ik wil bewijzen dat we met de traditionele technieken nooit tot een ideale parallellisator zullen komen.*

We kunnen de huidige oplossingen wel verbeteren, maar enkel intelligentie kan een grote stap vooruit

### Waar zoeken we naar?

Sinds het ontstaan van de Artificiële Intelligentie zo'n 50 jaar geleden, heeft het onderzoek zich opgesplitst in heel uiteenlopende domeinen zoals kennissystemen, systemen die redeneren, plannen en kunnen leren, systemen gebaseerd op logica, neurale netwerken, natuurlijke taal, tot de chaostheorie en recent zelfs kwantumcomputers. Maar waar staan we nu? Veel gemaakte beloftes hebben we weer moeten inslikken. We hebben nog steeds geen antwoorden op de meest evidente vragen, als waar intelligentie nu eigenlijk om gaat? Misschien zoeken we verkeerdelijk naar speciale eigenschappen zoals schaken als een grootmeester. Misschien moeten we kijken naar de dingen die evident zijn voor elke mens, zoals onze taal. Maar natuurlijke taal is ambigu en informeel, daar hebben wetenschappers uit de formele wereld het duidelijk moeilijk mee. Bovendien weet een mens wel wat hij weet, maar niet hoe deze kennis in zijn brein is opgeslagen en verwerkt wordt. Zoals een computer ook niet weet hoe hij gemaakt is.

betekenen. Ik ben dus overtuigd dat een kritische analyse noodzakelijk is.

### Een fundamenteel probleem?

Ik ben een generalist, geen specialist. Ik zoek naar gemeenschappelijke verhalen in de verschillende domeinen van de informatica (en ik zou zelfs nog breder willen gaan). Om een ideale parallellisator te bouwen kom je immers bij problemen die veel verder reiken. Als er bijvoorbeeld iets mis loopt met een programma, zal de computer niet kunnen vertellen waar of waarom het mis loopt, hij *begrijpt* immers niet wat de bedoeling is van het programma. Een computer leert ook niet bij of kan niet uitleggen wat hij doet. Natuurlijk zijn er wel programma's ontwikkeld die kunnen leren, maar

enkel voor specifieke toepassingen. Het probleem is dus eerder dat resultaten moeilijk te integreren zijn. Mijn onderzoekshypothese is dat we hier met een *fundamenteel probleem* te maken dat nog steeds het verschil uitmaakt tussen mens en computer.

### Onderzoek vragen, niet oplossingen...

Mijn onderzoek gaat dus niet over het ontwikkelen van alweer een nieuwe techniek, maar het kritisch analyseren en het werken met de vragen en de dingen die we nog niet weten. Het blijkt immers dat het meeste onderzoek focust op het ontwikkelen van oplossingen en minder op het kritische analyseren. Ik denk bovendien dat mijn wetenschappelijke kwaliteiten vooral daarin een meerwaarde kunnen geven. Verder ben ik er van overtuigd dat een geïntegreerde aanpak nuttig is voor dit type problemen. Ik wil dus naar een synthese zoeken, al lijken de voorbeelden op het eerste zicht geen verbanden te hebben... Ook in andere vakgebieden van de informatica komen we gelijkaardige problematieken tegen. Ik aanzie deze studie dan ook als *fundamenteel onderzoek*.

Doctoraatsonderzoek Jan Lemeire

VUB, faculteit TW

onderzoeksgroep Parallele Systemen.

Oktober 2001

<http://parallel.vub.ac.be>