

Aan de Commissie Wetenschapsbeleid ter zake van Automatiseringwiskunde aan de THE.

Het doel van deze nota is te verkennen in hoeverre er op het gebied van de automatiseringwiskunde een taak ligt voor de Onderafdeling, wat deze taak zou omvatten en wat het zou inhouden, als de Onderafdeling deze taak op zich nam.

Kort samengevat berust het bestaansrecht van de automatiseringwiskunde op:
de constatering, dat bij conceptie, realisering en gebruik van logische mechanismen het naieve menselijke bevattingsvermogen het nijpendste knelpunt is geworden;

de constatering dat het ambacht, stoelend op spitsvondigheid en accuratesse, ontoereikend als het blijkt, zijn plafond bereikt heeft;

de overtuiging, dat soulaas slechts komen kan en ook komen zal van iets, dat er uit zal zien als een wiskundige discipline (die we in het vervolg met "automatiseringwiskunde" zullen aanduiden);

de (niet in de laatste plaats economische) importantie van de automatiseringwiskunde.

Als wij een opleiding overwegen, dan dient de behoefte aan automatiseringwiskundigen nader gespecificeerd te worden. Wij merken hierbij op:

dat de behoefte aan de hoogstgekwalficeerde het meest apert is, dwz. aan de leider, die een project kan overzien zonder zich in de details te verliezen en nochtans weet, dat zijn project uit "details" zal moeten worden opgebouwd;

dat de behoefte aan automatiseringwiskundigen, die het hoogs-denkbare niveau niet halen, hoewel minder sprekend, zeker zo omvangrijk is, want elk groot project zal slechts gerealiseerd kunnen worden, mits de leiding in vertrouwen deeltaken delegeren kan aan mensen, die althans begrip voor de discipline hebben.

Hiermee is voldaan aan een voorwaarde, die aan elke opleiding moet worden opgelegd. Ik noem dit expliciet, omdat ik persoonlijk (en misschien ik niet alleen!) me vaak betrap op de neiging me in gedachten tot de top 10 procent te beperken.

Wat betreft de omvang van de behoefte is het een veilige veronderstelling, dat deze onze productiemogelijkheid zal overtreffen. Dit is gebaseerd op:

de overweging dat (in weerwil van de vorige alinea) het hier toch altijd nog gaat om de opleiding van vrij hooggekwalficeerde mensen, iets waartoe uit de aard der zaak de mogelijkheden beperkt zijn;

de overweging, dat hun toekomstig werkterrein, dat (gevarieerde) automatiseringprojecten omvatten moet, heel aanzienlijk zal zijn. (Het zich beperken tot bv. rekenmachines en standaard software zou een veel te smalle basis zijn: gezien de onzeker toekomst van de Nederlandse rekenmachineindustrie zou dat bovendien wel eens in "werken voor de brain drain" kunnen uitlopen. Ik vermeld dit expliciet vanwege de eenzijdigheid van mijn eigen industriële contacten.)

In de opstelling van een studieprogramma moeten, dunkt me, drie aspecten betrokken worden:

wat voort soort vaardigheden en kennis verwachten we van de automatiseringwiskundige (dwz. wenselijkheid);

in hoeverre kunnen de hiervoor gewenste docenten (bij ons, dan wel elders) gevonden worden (dwz. mogelijkheid);

wat zijn de organisatorische repercussies (bv. is een uniform candidaatsexamen nog te handhaven?).

In het huidige stadium van deze verkenning moet ik dunkt me in de eerste plaats proberen om tennaanzien van de wenselijkheden zoveel mogelijk duidelijkheid te schaffen.

Als eerste vereiste zou ik voor de automatiseringswiskundige willen noemen; een zakelijk abstractievermogen. Ik noem dit voorop, omdat ik dit (zonder iets of iemand al simplificerend te kort te willen doen) niet als kenmerkend aspect van aanverwante disciplines kan onderbrengen.

De begrippen, die de doorsnee creatieve wiskundige introduceert, zijn doorgaans wel scherp gedefinieerd; hij is er zich echter vaak onvoldoende van bewust, dat een begrip slechts bestaansrechts heeft bij gratie van zijn (logische)hanteerbaarheid, zijn doel is vaak te weinig scherp gesteld dan ~~MM~~ dat hij zich kan afvragen, hoeveel het begrip hem helpt. Vandaar dat ik het gangbare wiskundige abstractievermogen niet het praedicaat "zakelijk" wil geven. Bovendien lijkt me de wiskundige training meer gericht op het leren hanteren van begrippen, die hun bruikbaarheid bewezen hebben, dan op het introduceren van nieuwe begrippen, op het bewust evalueren van hun hanteerbaarheid en hun effectiviteit.

Schakeltechniek en programmeren worden wel op een zakelijke basis bedreven (zij hetm dat deze zakelijkheid overwegend slechts een eenzijdig kostenbewustzijn is) maar doorgaans door mensen met een onvoldoend ontwikkeld abstractievermogen. Zij scheppen op tamelijk intuïtieve manier gecompliceerde mechanismen, zonder de begrippen in te voeren, met behulp waarvan zij de totale taak kunnen ontleden en in termen waarvan zij hun mechanismen kunnen rechtvaardigen. Een en ander is historisch maar al te goed verklaarbaar (de "ingenieursmentaliteit" in de benepen zin des woords, het "wij-mensen-van-de-praktijk" speelt hier ook nog mee). Bovendien blijkt, dat zij als regel het gedrag van hun creaties niet kunnen definiëren; zij verwarren constant "hoe het werkt" en "wat het doet".

Organisatieler is doordrenkt van psychologische en sociologische invloeden en is daarmee onder andere ook geworden tot de kunst om met behulp van vage "begrippen" toch tot een bruikbare conclusie te komen. Er zijn in die hoek wel pogingen tot grotere exactheid, maar die treffen mij als eenzijdig kwantitatief, waarbij het object van deze kwantificering even vaag blijft als voorheen.

Ten tweede moet hij een duidelijke affiniteit hebben voor discrete, eindige problemen en de nodige bewijstechnieken vaardig hanteren. Waar dit in eerste instantie traditioneel wiskundige activiteiten betreft, moet ik aantekenen, ~~MM~~ dat ik meen te observeren, dat de opleiding (geometrisch! denk aan het complexe "vlak" !) het voorstellingsvermogen eenzijdig ruimtelijk ontwikkelt: door "een tijd-as te tekenen" wordt de onomkeerbaarheid van de tijd onvoldoende gerepresenteerd. Het voorstellingsvermogen van de automatiseringswiskundige omvatte een tamelijk operationele appreciatie van de causaliteit. (Observering: mijn beeldspraken zijn vaak slechts middel om de tijd gezond in mijn denken te betrekken, zij zijn een eigen, nodig stuk denkgereedschap en niet alleen maar een presentatiemiddel.)

Van de automatiseringswiskundige zal bv. verlangd worden, dat hij intuïtief geformuleerde automatiseringsopgaven met kennis van zaken en in nauw contact met de geïnteresseerden omsmeedt tot wel-gedefinieerde projecten, met een duidelijk onderscheid tussen vereisten en desiderata; hij moet deze projecten structureel kunnen analyseren en liefst in een vroeg stadium een verantwoord inzicht krijgen in de logische en kwantitatieve knelpunten, kwetsbaarheid, expansiemogelijkheden etc.

Voor het tijdig isoleren van kwantitatieve knelpunten is behalve algemene "gereedschapskennis" een stochastische scholing onontbeerlijk. (Met onstemming van collega Benders ken ik aan de stochastiek een aanmerkelijk centralere rol toe dan aan optimaliseringsmethoden.)

Voor de analyse van kwetsbaarheid en expansiemogelijkheden lijkt me, behalve de in de vorige alinea genoemde "gereedschapskennis" een scholing in de praktische logica onmisbaar. Vaak zullen de geïnteresseerden (die ook niet helderziend zijn)

slechts schuchtere prognoses over omvang en richting van expansie kunnen geven; onder die omstandigheden is het vitaal, dat de automatiseringswiskundige bij zijn eerste opzet een overzicht kan geven van latere mogelijkheden en onmogelijkheden. (Vooral voor grotere projecten zal de eis, dat het groeiproces niet al te pijnlijk is, diepe sporen in de eerste opzet dienen achter te laten.)

Kortom: de automatiseringswiskundige zal met inachtnaam van alle denkbare flexibiliteitseisen (vele hiervan zal hij zelf moeten aandragen!) complexe systemen moeten kunnen concipieren, construeren en verifiëren. Voor de constructie zal hij vertrouwd moeten zijn met de mogelijkheden het constructieproces zelve te automatiseren, voor de verificatie zal hij vertrouwd moeten zijn met de hiervoor geschikte bewijstechnieken. Een ontwikkeld gevoel voor de factoren, waarvan de hanteerbaarheid van deze bewijzen kritisch kan afhangen, is bij conceptie en constructie een onmisbare leidraad. Ik heb alle reden om te verwachten, dat dit in de zeer nabije toekomst tot een logisch samenhangende discipline zal uitklinken, doceerbaar, examineerbaar, bruikbaar en vrij onvergankelijk.

De "gereedschapskennis" omvat vertrouwdheid met hardware (in zijn gebruiksaspecten), programmeertalen en hun implementatiemogelijkheden. Het betreft hier encyclopaedische kennis van vrij vergankelijke aard: omvang hiervan moet streng bewaakt worden, actualiteit zij hierbij richtsnoer.

Voorts zal hij vertrouwd moeten zijn met coderingstechnieken, syntaxes op eendige alfabetten, structuren van hanteerbare contextafhankelijkheid van betekenis etc. Ook minder zakelijke wiskundigen hebben rijkelijk tot dit gebied bijgedragen, zodat er onvergankelijk materiaal te over moet zijn. Omvang dient daarom bewaakt te worden en relevantie zij daarbij richtsnoer. (In deze hoek zal er ernstig voor gewaakt moeten worden, dat het programma niet nodeloos opgesierd wordt om het een respectabel uiterlijk te geven; inplaats van excessieve syntaxclassificeringen zou ik liever minder specifiek spul als combinatoriek en algebra zien. Dat is veel veiliger.)

Nog een woord over de "praktische logica". Het is een prozaïsch vereiste, dat de automatiseringswiskundige logische formules als de gewoonste zaak van de wereld opschrijft, interpreteert en manipuleert. Een zijspoor naar de computability is niet misplaatst, Turing en Gödel mogen geen hoofdschotel vormen. Ten aanzien van de eeuwige verwarring tussen de aanduiding van een object en het object zelf zou mogelijk de logicus verhelderend kunnen optreden.

Ik heb organisatieler als aanverwante discipline genoemd: er zijn allerlei verbanden tussen het werk van de automatiseringswiskundige en wat organisatieler zou kunnen zijn (maar nauwelijks lijkt te zijn). Zijn product is een organisatie, het mechanisme, waarmee hij het maakt is een organisatie, teslotte is waarin het functionerend ingrijpt een organisatie. Ik heb om die reden een hele ochtend met collega Hulshof ~~gesproken~~ gesproken om hem de achtergrond van mijn interesse te schilderen opdat ik een idee zou kunnen krijgen in hoeverre de automatiseringswiskunde van de organisatieler zou kunnen profiteren. Voorshands heb ik de indruk, dat de organisatieler meer van de automatiseringswiskunde zal kunnen profiteren dan andersom.

27 februari 1967