



Potchefstroomse Universiteit
vir Christelike Hoër Onderwys

WETENSKAPLIKE BYDRAES
REEKS H: INOUGURELE REDE NR. 158

REKENAARWETENSKAP & INLIGTINGSTELSELS: 'N SITUASIE-ANALISE

Prof T Steyn

Inougurele rede gehou op 10 September 1999

Publikasiebeheerkomitee
Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys
Potchefstroom
2520

Die Universiteit is nie vir menings in die publikasie aanspreeklik nie.

Navrae in verband met *Wetenskaplike Bydraes* moet gerig word aan:

Die Publikasiebeheerkomitee
Potchefstroomse Universiteit vir Christelike Hoër Onderwys
2520 POTCHEFSTROOM

Kopiereg © 2000 PU vir CHO

ISBN 1-86822-373-6

Rekenaarwetenskap & Inligtingstelsels:

'n Situasië-analise

Intreerede: 10 September 1999

1. Inleiding:

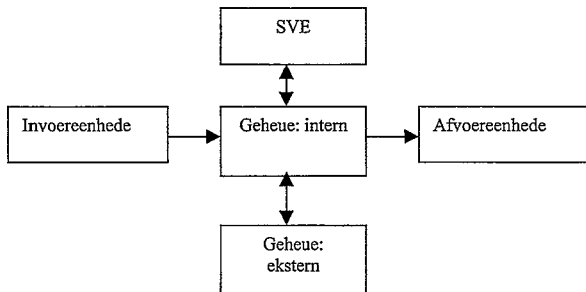
Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels bied ondersteuning aan terreine wat teen 'n asemrowende tempo ontwikkel en verander. Dit wil egter voorkom asof daar steeds onduidelikhede ten opsigte van hierdie vakgebied(e) bestaan. Daarom dan 'n poging om die vakgebiede van nader te bekyk. Volgens Thomson en Strickland (1993:55) is die doel van **situasië-analise**:

om daardie kenmerke in 'n onderneming se interne en eksterne omgewing te bepaal wat op die mees direkte wyse die strategiese alternatiewe en geleenthede beïnvloed.

Ek sal nie streng by die meer formele voorskrifte ten opsigte van situasië-analise en strategiese beplanning hou nie. Tog word gepoog om bepaalde kenmerke en tendense ten opsigte van die rol van "Inligtingstegnologie" (IT) aan universiteite uit te lig.

1.1 Vereenvoudigde skematiese voorstelling van 'n (moderne) rekenaar:

In bykans al ons kantore en in 'n groot persentasie van ons woonhuise kom rekenaars voor. Mense soos Bill Gates beywer hulle dan ook (miskien om meer materiële redes) vir 'n situasië van 'n rekenaar in elke huis en op elke lessenaar. Min mense is egter op hoogte van die werklike samestelling van 'n rekenaar. Vervolgens sal die hoofkomponente van 'n rekenaar kortliks aangedui word.



Bogaande figuur stel op 'n vereenvoudigde wyse die hoofkomponente van 'n rekenaar voor:

- Met behulp van die **invoereenhede** kan data, programme, ens. in die rekenaar ingevoer word. Voorbeelde van invoereenhede sluit in: sleutelbord, skandeerder, muis, ens.

- Met behulp van die **afvoereenhede (uitvoereenhede)** kan die resultate weer ekstern vertoon of voorgestel word. Voorbeelde van afvoereenhede sluit in: vertooskerm, drukker, luidsprekers, ens.
- Die **SVE (sentrale verwerkingseenheid)** kan beskou word as die hart van die rekenaar. Hier word die werklike verwerkings en manipulerings gedoen. Ons gebruik die SVE gewoonlik om die tipe rekenaar aan te dui; so praat ons byvoorbeeld van 'n Pentium II-rekenaar. 'n Ander maatstaf is die spoed of krag van die rekenaar. Ons praat daarvan deur te sê die rekenaar is byvoorbeeld 'n 450 MHz masjien. Dit beteken dat die SVE teen 450,000,000 pulse of siklusse per sekonde opereer. Die aanvanklike IBM-tipe persoonlike rekenaar (PC) het teen 'n interne klokspoed van 4,77MHz gewerk. Alhoewel daar 'n verband is, beteken een puls of siklus nie noodwendig die tyd wat een instruksie neem om uitgevoer te word nie. Soos die tegnologie vorder, word dit al hoe meer uitvoerbaar om groter funksionaliteit in die SVE in te bou. Daar is selfs mense wat praat van 'n "system on a chip", met ander woorde 'n hele rekenaar op 'n enkele vlokke. 'n Tipiese vlokke is net meer as 1.5 vierkante sentimeter.
- 'n Verdere maatstaf waaraan rekenaars gemeet word, is die grootte van die **interne geheue**. Mense sê byvoorbeeld dat hulle 'n 64 "Meg" rekenaar het. Dit beteken dat die interne geheue ongeveer 64 miljoen grepe (of karakters) kan berg. Hierdie komponent is hoofsaaklik die gevolg van Von Neuman se idees. Na gelang van omstandighede kan verskillende programme of stelsels op 'n dinamiese wyse in dieselfde rekenaar se interne geheue gelaai word sonder dat enige fisiese verstellings aangebring hoef te word. Dus, hoe groter die interne geheue, hoe groter die stel opdragte en data wat daar gehou kan word. Dit dien dan ook as tydelike stoorplek vir aktiwiteite/programme wat op daardie stadium geaktiveer is. In vergelyking met die spoed van die SVE is die interne geheue egter baie stadig.
- Die laaste komponent wat ons hier wil noem, is die **eksterne geheue**. Die eksterne geheue word gebruik om programme, data, stelsels, dokumente, ens. op 'n meer permanente basis te berg. Wanneer benodig, kan die programme en data vanaf die betrokke medium in die (interne) geheue van die rekenaar gelaai word vir verwerking. Hardeskywe, CD's, DVD's en magneetbande is voorbeelde van media wat as eksterne geheue gebruik word. Die eksterne geheue-komponente het groot bergingskapasiteit, maar in vergelyking met die interne geheue is die toegangspoed tot hierdie komponente weer baie stadig.

1.2 Historiese oorsig: ontwikkeling van die (moderne) rekenaar:

In die voorwoord tot sy boek, "*The Frontiers of Management*", stel FP Drucker (1986:ix) dat die toekoms hoofsaaklik gebou word deur anonieme mense, bv. 'n hoofbestuurder hier, 'n bemarkingsbestuurder daar, of gewone mense wat op grond van hul gewone opdragte besluit op bepaalde prosedures en aktiwiteite. Verder noem hy dat hierdie een gekenmerk word deur groot rampe en ramspoed. Tog was daar meestal die vermoë om te herstel en nuwe momentum aan sake te gee.

The main reason was that ordinary people, people running the everyday concerns of everyday businesses and institutions, took responsibility and kept on building for tomorrow while around them the world came crashing down. Thus tomorrow is being shaped today.

Dit is dus nie altyd tydens die gebeure self duidelik dat iets geskiedkundigs besig is om plaas te vind nie. So was dit ook tot 'n groot mate met die ontwikkeling van die rekenaar. Met die woord (moderne) rekenaar sluit ons aan by die idees van Von Neuman (en sy mede-outeurs, HH Goldstine en AW Burks, 1945), soos aangehaal deur Sanders (1983:38), nl.

- Dat die *binêre getalgestelsel* in die masjien/rekenaar gebruik word
- Dat die rekenaar se *instruksies* sowel as die *data* wat gemanipuleer word, in die masjien self gestoor word.

Die hoofkomponente wat reeds bespreek is, ondersteun dan ook die beginsels van Von Neuman en daar word gepraat van die Von Neuman-rekenaar of **gestoorde program-rekenaar**. Alhoewel daar verskeie pogings oor die eeue heen was om rekentoestelle en ander hulpmiddele te ontwikkel, sal slegs die moderner ontwikkelings (Sanders (1983)) hier kortliks bespreek word.

- Krediet vir die eerste *elektroniese rekenaar* (1940 – 1942) word deesdae aan John Atanasoff (VSA) Iowa State University gegee. Na 'n hofspraak in 1972 ten gunste van Atanasoff gelewer en vandaar bogenoemde krediet aan hom.
- Daar was ook twee ander (militêre) projekte, nl. die Mark I (1944), II en III wat deur 'n span onder leiding van Howard Aiken te Harvard ontwikkel is; en die ENIAC wat by die universiteit van Pennsylvania ontwikkel is deur 'n span wat John Mauchly en John Eckert ingesluit het.
- Tot op daardie stadium was die programmering gedoen deur “herbedrading” tussen die verskillende komponente. Die rekenaars was gebou voordat die artikel van Von Neuman-hulle gepubliseer is.
- Mauchly, Eckert en ander het begin om 'n rekenaar, die EDVAC, volgens die Von Neuman-idees te bou, maar volgens die bronne (onder andere Sanders (1983:38)) was daar verdragings sodat die EDSAC wat in 1949 te Cambridge Universiteit voltooi is, as die eerste *gestoorde program (elektroniese) rekenaar* beskou word.

Die volgende tabel vergelyk die ENIAC met 'n Pentium van 150MHz:

	ENIAC	150MHz Pentium
Spoed	5000 optelinstruksies/sek.	300,000,000
Geheue	200 syfers	16,000,000
Elemente	18,000 vakuumbuise 6,000 skakelaars 10,000 kapasitors 70,000 weerstande 1,500 relê's	4,000,000 transistors (SVE)
Grootte	10 vt hoog x 1,800 vt ²	9" x 12" x 3"
Massa	30 ton	6 pond (2.7 kg)

(Bron: <http://www.gmcc.ab.ca/~supy/lec02.htm>.)

Bostaande tabel toon 'n toename in kapasiteit (geheue en ander elemente) en 'n afskaal in fisiese grootte vanaf die ENIAC na die Pentium. In 1965 het Gordon Moore, die mede-stigter van Intel, 'n bewering gemaak wat deesdae bekend staan as 'Moore se wet'. Hy het waargeneem dat die aantal transistors per vierkante duim (eenheid) elke jaar verdubbel het sedert die geïntegreerde stroombaan tot stand gekom het. Moore het voorspel dat hierdie tendens vir die afsienbare toekoms sou voortduur. Die tempo het wel afgeneem en die verdubbelingstempo (Moore se Wet) word op 18 maande gestel. Gedurende September 1997 het Moore volgens Michael Kanellos (Michael Kanellos, 1997) tydens 'n byeenkoms beweer dat die verdubbelingstempo verder sal afplat. Sommige berekenings toon dat die fisiese limiete ten opsigte van die verkleining van die transistors teen 2017 bereik behoort te word.

Namate meer en meer transistors op 'n vlokke geplaas kan word, word beter werkverrigting moontlik omdat addisionele eienskappe op die vlokke bygevoeg of "ingebou" kan word. Die spoed verbeter ook omdat die fisiese afstand tussen die transistors verminder. Een van die probleme is egter die toename in hitte omdat meer krag (watts) verbruik word as gevolg van die groter aantal transistors. Andy Grove, voormalige hoofuitvoerende bestuurder van Intel het in 1996 beweer (Stam, 1999) dat Intel teen die jaar 2011 'n mikroverwerker sal hê met 1 biljoen transistors wat teen 10 GHz bewerkings doen ... dit gee 100 biljoen bewerkings per sekonde ($1 \text{ giga} = 10^9$).

1.3 Kort oorsig oor programmatuur:

Hierbo het ons 'n oorsig oor die ontwikkeling van die moderne rekenaar of te wel die apparatuur gegee. (Volgens Moore (Michael Kanellos, 1997) behoort 'n aanleg om SVE-vlokkies te bou deesdae ongeveer \$4 biljoen te kos.) Dit is dus 'n faset van die rekenaarwese wat klaarblyklik buite die bereik van ons land is. Die ander baie belangrike faset van die rekenaarwese is die programmatuurgedeelte. Op die terrein van programmatuurontwikkeling kan selfs individue hydraes maak. Die eerste programmeerbare rekenars het ook nie op die basis gewerk soos ons dit deesdae ken nie. Die programmering is aanvanklik gedoen deur papierbande wat die instruksies bevat het, of deur herbedrading tussen die verskillende komponente (<http://www.gmcc.ab.ca/~supy/lec02.htm>).

- Admiraal Dr Grace Murray Hopper (1906 – 1992) (<http://www.cs.yale.edu/~tap/Files/hopper-story.htm>) het tot in haar tagtigerjare aktief gebly. Haar loopbaan as programmeerder het op die Mark I begin. Terwyl sy op die Mark II gewerk het, is die eerste *computer bug* gevind. Dit was 'n mot wat in 'n relê doodgedruk was en sodoende 'n fout in die rekenaar se werking veroorsaak het. Die begrip *debugging* word die wêreld oor gebruik vir die proses om programfoute op te spoor.

Hierdie merkwaardige vrou het 'n wyer visie gehad en vroeg reeds die toepassingsmoontlikhede van die rekenaar vir besigheidsdoeleindes besef. Sy het in 1949 by die Eckert-Mauchly Computer Corporation aangesluit en besighede met rekenars voorsien. Sy het programmeerders aangemoedig om biblioteke van programmele te begin om sodoende die herbruik van

programkode te bevorder en herhaling van werk te minimaliseer. Verder het sy die idee van programmeringstale bevorder en meegewerk aan die spesifikasies vir COBOL, die eerste programmeringstaal vir besigheidstoepassings. *"In 1969, she was awarded the first ever Computer Science Man-of-the-Year Award from the Data Processing Management Association"*. (Die eerste program is in 1842 na bewering ook deur 'n vrou geskryf, nl. Ada Augusta Lovelace. Die program was vir die "Difference Engine", die eerste meganiese rekenaar, wat deur Charles Babbage gebou is).

Aan die einde van haar loopbaan het Hopper gesê haar grootste bydrae was: *"all the young people I have trained"*. Sy het graag analogië en voorbeelde tydens haar lesings gebruik: Op 'n keer het sy 'n geleier van ongeveer 1 voet (30 cm) gebruik om te verduidelik dat dit 'n nano-sekonde (10^{-9}) voorstel, aangesien dit die maksimum afstand is wat elektrisiteit in so 'n geleier in een-biljoenste van 'n sekonde kan beweeg. Sy het toe 'n mikro-sekonde (10^{-6}) met die "nano-sekonde" vergelyk deur 'n rol van die geleier te toon wat ongeveer 'n duisend voet (300 meter) lank is. Programmeerders is dan ook aangemoedig om selfs nie 'n mikro-sekonde verlore te laat gaan nie.

Sy het bydraes op akademiese, industriële en militêre gebiede gelewer. Haar werk het gehandel oor programmeringstale, programmatuur-ontwikkelingskonsepte, vertalerverifikasie en dataverwerking. Hierby het sy haar ook toegelê op die erkenning van die potensiaal van die toepassing van rekenaars op kommersiële toepassings; dit alles het meegehelp tot die moderne dataverwerking.

- Daar is talle ander persone wie se bydraes tot die ontwikkeling van programmatuur erkenning verdien. Alan Turing word in sommige kringe as die vader van Rekenaarwetenskap beskou. Aan hom word dan ook die *"ACM Turing Award"* gekoppel wat sedert 1966 toegeken word en wat op die terrein van Rekenaarwetenskap as die ekwivalent van die Nobelprys beskou word.

Bill Gates is 'n legende in sy eie tyd. In 1973 het hy by Harvard Universiteit ingeskryf en was medewerker om die programmeringstaal BASIC vir die Altair 8800 met sy geheue van 256 grepe te ontwikkel. Na 'n tyd het hy sy studies gestaak om al sy energie te bestee aan die maatskappy Microsoft wat hy in 1975 saam met Paul Allen begin het. Hulle ideaal was dat die persoonlike rekenaar (PC) 'n nuttige hulpmiddel in elke kantoor en elke huis sal wees. Daarom het hulle begin om programmatuur vir PC's te ontwikkel.

2. Huidige situasie:

Tydens die afgelope Rekenaardosentevereniging, SACLA '99, is 'n besprekingsessie gehou oor die toekoms van Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels in Suid-Afrika. As basis vir die gesprek het Dr Philip Machanick van Wits die volgende gesê:

"Computer Science in most of our academic institutions has grown out of mathematics, rather than out of engineering. As a result, it has been seen as a low-cost "theory" subject in terms of its funding, and not a laboratory subject.

Information Systems often comes from an even worse position: commerce faculties have even less funding per student than science faculties, as commerce does not traditionally include lab subjects."

Laat ons die opmerking ten opsigte van finansiering in die aanhaling daar laat. In die algemeen bestaan talle onduidelikhede ten opsigte van die genoemde vakke. Vervolgens sal daar gepoog word om die vakke Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels, asook Informatika en Inligtingstegnologie te omskryf.

2.1 Rekenaarwetenskap

Die "Computing Sciences Accreditation Board", CSAB (Internetdokument), van die VSA het gedurende 1986 werk gedoen waarvolgens die Rekenaarwetenskapprofessie gedefinieer word:

Hulle definieer Rekenaarwetenskap (Computer Science) as 'n dissipline wat die ontwerp en begrip van rekenars en berekeningsprosesse behels. Die dissipline behels dus die bevordering van die fundamentele verstaan van algoritmes en inligtingsprosesse in die algemeen, sowel as die praktiese ontwerp van doeltreffende betroubare programmatuur en apparatuur om aan die gestelde spesifikasies te voldoen. Dit omsluit teoretiese studies, eksperimentele metodes, en ingenieursontwerp, almal in een dissipline. Dit is veral hierdie interaksie tussen verskillende fasette wat Rekenaarwetenskap uniek maak.

As gevolg van vinnige ontwikkelings is dit moeilik om 'n vaste lys van subdissiplines binne Rekenaarwetenskap te gee. Fundamentele gebiede kan beskou word as teorie, algoritmes en datastrukture, programmeringsmetodologieë en tale, rekenaarelemente en argitektuur. Ander gebiede sluit in stelsel ingenieurswese, pseudo-intelligensie, rekenaar netwerke en -kommunikasie, databasisstelsels, parallelle verwerking, verspreide verwerking, mens-rekenaar interaksie, rekenaar grafika, bedryfstelsels, en numeriese en simboliese verwerkings.

'n Goed opgeleide Rekenaarwetenskaplike behoort dus die fundamentele begrippe en tegnieke van berekenings, algoritmes en rekenaarontwerp te kan toepas op 'n spesifieke ontwerp probleem. Die werk sluit in die verfyning van spesifikasies, die ontleding van die probleem en die daarstel van 'n ontwerp wat funksioneer soos verwag, wat goeie werkverrigting het, betroubaar en onderhoubaar is en aan die gestelde kostekriteria voldoen.

Van tyd tot tyd word konsep-kurrikula opgestel wat dan as riglyn deur universiteite gebruik word. Tans word aan nuwe kurrikulums vir Rekenaarwetenskap gewerk, nl. "*Curricula 2001*".

2.2 Inligtingstelsels

Vir Inligtingstelsels word ook model-kurrikula opgestel. Die jongste is die "*IS '97 Curriculum*" (sien IS'97) wat die algemene strukture en graadprogramme van die VSA en Kanada as basis gebruik vir voorgraadse opleiding. Daar word tans gewerk aan IS 2000. As akademiese veld sluit Inligtingstelsels (IS) die volgende twee breë gebiede in, nl:

“acquisition, deployment, and management of information technology resources and services (the information systems function) and development and evolution of technology infrastructures and systems for use in organization processes (system development).”

In die akademiese omgewing word ’n verskeidenheid van name vir Inligtingstelsels gebruik. Informatika is ook een van die alternatiewe.

2.3 Inligtingstechnologie

Die benaming Inligtingstechnologie (IT) het mettertyd ontstaan en volgens die navraagbron, *IT – PC Webopaedia Definition and Links*, is IT: *“the broad subject concerned with all aspects of managing and processing information, especially within a large organization or company. Because computers are central to information management, computer departments within companies and universities are often called IT departments. Some companies refer to this department as IS (Information Services) or MIS (Management Information Services).”* Dit is duidelik dat hierdie ’n benaming is wat gebruik word as die versamelnaam vir feitlik alle rekenaarverwante aktiwiteite.

2.4 Databasisse as toepassingsterrein

Databasisse is een van die (talle) subdisiplines van Rekenaarwetenskap, asook ’n ondersteunende komponent van Inligtingstelsels. Ek wil graag enkele gedagtes rakende Databasisse in u midde laat.

Date (1995) definieer ’n databasis: *“A database consists of some collection of persistent data that is used by application systems of some given enterprise.”*

Verder skryf hy in die voorwoord tot die boek *“... and it becomes apparent that there are (conservatively) somewhere in excess of 100,000 pages of new (database) material published every year. It is thus clearly impossible to keep abreast of everything that is happening in the database field.”* Indien ’n mens die hoeveelheid ontwikkelings sedert 1995 (die jaar van die verskyning van die boek) op die terrein van Databasisse in ag neem, kan ’n verdere toename in die tempo van nuwe materiaal voorspel word.

Om iets van die besondere vereiste vaardighede van ’n databasisadministrateur (DBA) te illustreer, word die omvang daarvan voorgestel deur die volgende tabel (Rob & Coronel, 1997:764).

Bestuur	Tegnies
Verstaan van breë besigheid	Dataverwerkingsagtergrond
Koördineringsvaardigheid	Ken stelselontwikkelingslewensiklus
Analitiese vaardigheid	Ken gestruktureerde metodologieë
Konflikhantering	Datavloei-diagramme
Kommunikasievaardighede	Struktuurkaarte
Onderhandelingsvaardighede	Programmeringstale
Genoegsame ervaring	Ken Databasislewensiklus
	DB ontwerp en modellering
	Konseptuele ontwerp (ER)
	Logiese ontwerp
	Fisiese ontwerp
	Ken datawoordeboek se bestuur

“acquisition, deployment, and management of information technology resources and services (the information systems function) and development and evolution of technology infrastructures and systems for use in organization processes (system development).”

In die akademiese omgewing word ’n verskeidenheid van name vir Inligtingstelsels gebruik. Informatika is ook een van die alternatiewe.

2.3 Inligtingstechnologie

Die benaming Inligtingstechnologie (IT) het mettertyd ontstaan en volgens die navraagbron, *IT – PC Webopaedia Definition and Links*, is IT: *“the broad subject concerned with all aspects of managing and processing information, especially within a large organization or company. Because computers are central to information management, computer departments within companies and universities are often called IT departments. Some companies refer to this department as IS (Information Services) or MIS (Management Information Services).”* Dit is duidelik dat hierdie ’n benaming is wat gebruik word as die versamelnaam vir feitlik alle rekenaarverwante aktiwiteite.

2.4 Databasisse as toepassingsterrein

Databasisse is een van die (talle) subdisiplines van Rekenaarwetenskap, asook ’n ondersteunende komponent van Inligtingstelsels. Ek wil graag enkele gedagtes rakende Databasisse in u midde laat.

Date (1995) definieer ’n databasis: *“A database consists of some collection of persistent data that is used by application systems of some given enterprise.”*

Verder skryf hy in die voorwoord tot die boek *“... and it becomes apparent that there are (conservatively) somewhere in excess of 100,000 pages of new (database) material published every year. It is thus clearly impossible to keep abreast of everything that is happening in the database field.”* Indien ’n mens die hoeveelheid ontwikkelings sedert 1995 (die jaar van die verskyning van die boek) op die terrein van Databasisse in ag neem, kan ’n verdere toename in die tempo van nuwe materiaal voorspel word.

Om iets van die besondere vereiste vaardighede van ’n databasisadministrateur (DBA) te illustreer, word die omvang daarvan voorgestel deur die volgende tabel (Rob & Coronel, 1997:764).

Bestuur	Tegnies
Verstaan van breë besigheid	Dataverwerkingsagtergrond
Koördineringsvaardigheid	Ken stelselontwikkelingslewensiklus
Analitiese vaardigheid	Ken gestruktureerde metodologieë
Konflikhantering	Datavloei-diagramme
Kommunikasievaardighede	Struktuurkaarte
Onderhandelingsvaardighede	Programmeringstale
Genoegsame ervaring	Ken Databasislewensiklus
	DB ontwerp en modellering
	Konseptuele ontwerp (ER)
	Logiese ontwerp
	Fisiese ontwerp
	Ken datawoordeboek se bestuur

Information Systems often comes from an even worse position: commerce faculties have even less funding per student than science faculties, as commerce does not traditionally include lab subjects.”

Laat ons die opmerking ten opsigte van finansiering in die aanhaling daar laat. In die algemeen bestaan talle onduidelikhede ten opsigte van die genoemde vakke. Vervolgens sal daar gepoog word om die vakke Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels, asook Informatika en Inligtingsteunologie te omskryf.

2.1 Rekenaarwetenskap

Die “Computing Sciences Accreditation Board”, CSAB (Internetdokument), van die VSA het gedurende 1986 werk gedoen waarvolgens die Rekenaarwetenskapproffesie gedefinieer word:

Hulle definieer Rekenaarwetenskap (Computer Science) as ’n dissipline wat die ontwerp en begrip van rekenaars en berekeningsprosesse behels. Die dissipline behels dus die bevordering van die fundamentele verstaan van algoritmes en inligtingsprosesse in die algemeen, sowel as die praktiese ontwerp van doeltreffende betroubare programmatuur en apparatuur om aan die gestelde spesifikasies te voldoen. Dit omsluit teoretiese studies, eksperimentele metodes, en ingenieursontwerp, almal in een dissipline. Dit is veral hierdie interaksie tussen verskillende fasette wat Rekenaarwetenskap uniek maak.

As gevolg van vinnige ontwikkelings is dit moeilik om ’n vaste lys van subdissiplines binne Rekenaarwetenskap te gee. Fundamentele gebiede kan beskou word as teorie, algoritmes en datastrukture, programmeringsmetodologieë en tale, rekenaarelemente en argitektuur. Ander gebiede sluit in stelsel ingenieurswese, pseudo-intelligensie, rekenaar netwerke en -kommunikasie, databasisstelsels, parallelle verwerking, verspreide verwerking, mens-rekenaar interaksie, rekenaar grafika, bedryfstelsels, en numeriese en simboliese verwerkings.

’n Goed opgeleide Rekenaarwetenskaplike behoort dus die fundamentele begrippe en tegnieke van berekenings, algoritmes en rekenaarontwerp te kan toepas op ’n spesifieke ontwerp probleem. Die werk sluit in die verfyning van spesifikasies, die ontleding van die probleem en die daarstel van ’n ontwerp wat funksioneer soos verwag, wat goeie werkverrigting het, betroubaar en onderhoubaar is en aan die gestelde kostekriteria voldoen.

Van tyd tot tyd word konsep-kurrikula opgestel wat dan as riglyn deur universiteite gebruik word. Tans word aan nuwe kurrikulums vir Rekenaarwetenskap gewerk, nl. “*Curricula 2001*”.

2.2 Inligtingstelsels

Vir Inligtingstelsels word ook model-kurrikula opgestel. Die jongste is die “*IS ’97 Curriculum*” (sien IS’97) wat die algemene strukture en graadprogramme van die VSA en Kanada as basis gebruik vir voorgraadse opleiding. Daar word tans gewerk aan IS 2000. As akademiese veld sluit Inligtingstelsels (IS) die volgende twee breë gebiede in, nl:

“acquisition, deployment, and management of information technology resources and services (the information systems function) and development and evolution of technology infrastructures and systems for use in organization processes (system development).”

In die akademiese omgewing word ’n verskeidenheid van name vir Inligtingstelsels gebruik. Informatika is ook een van die alternatiewe.

2.3 Inligtingstechnologie

Die benaming Inligtingstechnologie (IT) het mettertyd ontstaan en volgens die navraagbron, *IT – PC Webopaedia Definition and Links*, is IT: *“the broad subject concerned with all aspects of managing and processing information, especially within a large organization or company. Because computers are central to information management, computer departments within companies and universities are often called IT departments. Some companies refer to this department as IS (Information Services) or MIS (Management Information Services).”* Dit is duidelik dat hierdie ’n benaming is wat gebruik word as die versamelnaam vir feitlik alle rekenaarverwante aktiwiteite.

! Databasisse as toepassingsterrein

Databasisse is een van die (talle) subdissiplines van Rekenaarwetenskap, asook ’n ondersteunende komponent van Inligtingstelsels. Ek wil graag enkele gedagtes rakende Databasisse in u midde laat.

Date (1995) definieer ’n databasis: *“A database consists of some collection of persistent data that is used by application systems of some given enterprise.”*

Verder skryf hy in die voorwoord tot die boek *“... and it becomes apparent that there are (conservatively) somewhere in excess of 100,000 pages of new (database) material published every year. It is thus clearly impossible to keep abreast of everything that is happening in the database field.”* Indien ’n mens die hoeveelheid ontwikkelings sedert 1995 (die jaar van die verskyning van die boek) op die terrein van Databasisse in ag neem, kan ’n verdere toename in die tempo van nuwe materiaal voorspel word.

Om iets van die besondere vereiste vaardighede van ’n databasisadministrateur (DBA) te illustreer, word die omvang daarvan voorgestel deur die volgende tabel (Rob & Coronel, 1997:764).

Bestuur	Tegnies
Verstaan van breë besigheid	Dataverwerkingsagtergrond
Koördineringsvaardigheid	Ken stelselontwikkelingslewensiklus
Analitiese vaardigheid	Ken gestruktureerde metodologieë
Konflikhantering	Datavloei-diagramme
Kommunikasievaardighede	Struktuurkaarte
Onderhandelingsvaardighede	Programmeringstale
Genoegsame ervaring	Ken Databasislewensiklus
	DB ontwerp en modellering
	Konseptuele ontwerp (ER)
	Logiese ontwerp
	Fisiese ontwerp
	Ken datawoordeboek se bestuur

Dit is duidelik dat 'n wye en grootliks uiteenlopende reeks van vaardighede van 'n enkele persoon verwag word. In die opleiding van hierdie kategorie-persone kan en behoort universiteite 'n groot rol te speel.

3. Personeelbehoefte in die IT- en IT-verwante bedrywe:

Te midde van grootskaalse werkloosheid wat feitlik vanoor die hele wêreld gerapporteer word, kom dit voor asof die IT-bedryf 'n tekort aan personeel beleef. Om die situasie te beskou, word eers na die RSA gekyk.

- Volgens Beroepskeuse, bylae tot die Beeld van 14 Oktober 1998:
 - “Inligtingstechnologie word nie net in Suid-Afrika nie, maar regoor die wêreld as een van die gewildste bedrywe gesien. Tussen 5000 en 7000 professionele mense in dié bedryf verlaat jaarliks die land om elders te gaan werk. Dit het plaaslik nog meer werkseleenthede tot gevolg en tans is daar tussen 5000 en 10,000 werkseleenthede beskikbaar. Daar bestaan egter kommer dat studente nie altyd voldoende vir poste in die bedryf opgelei word nie.”
- Volgens Beroepskeuse, bylae tot die Beeld van 21 Julie 1999:
 - “Opnames het onlangs getoon dat Suid-Afrika in die nabye toekoms 'n tekort van tot 1800 inligtingstechnologie- en telekommunikasie-ingenieurs per jaar kan hê. Dit is in die lig van dié kommerwekkende bevinding en die drastiese groei in die Suid-Afrikaanse telekommunikasie-bedryf dat Nokia (gister) 'n opleidingskursus bekend gestel het wat in samewerking met die Universiteit van Pretoria (UP) aangebied word.”
- Aanhaling uit die weeklikse rekenaarkoerant, Computing SA van 12 Julie 1999:
 - p.34: “The average employment period for an IT person is two years, and one of the key motivators for moving is to learn new skills for future career development.”
- Uit 'n artikel, “ITWeb’s Salary Survey: Sizing-up the worth of local IT skills” van die elektroniese tydskrif, ITWeb ('n Internetdokument), kom die volgende:
 - “57% of the respondents saying they have been headhunted in the past 12 months. On average they have spend less than four years with their present company.”
 - “48% said they were likely or very likely to leave the country within the next two years.”

Indien ons op internasionale vlak kyk kan die volgende aanhalings gegee word:

- Volgens inligting vanaf: Northwest Center for Emerging Technologies geld die volgende:
 - “More than 19,000 IT jobs are unfilled at large and midsize companies in the USA (1997 ITAA study)”
 - “83% of employers say they have difficulty finding enough employees with technical education.”
 - “By the year 2000, one third of all United State’s jobs will be Information Technology related.”

- Volgens 'n navorsingsverslag deur Peter Freeman and William Aspray ten opsigte van die voorsiening van IT-werkers in die VSA word die volgende gestel:
 - “Only a few countries (e.g., India and Ireland) have a surplus of IT workers; and there is strong competition, including their home countries, for these workers.”
- Volgens navorsing wat gedurende 1999 deur navorsers van die maatskappy Cisco onderneem is ten opsigte van personeelbehoefte rakende netwerke en veral die internet, het die volgende na vore gekom:
 - “The increasing need for communications, the Internet, electronic commerce and electronic business all confirm our dependency on networking and the sufficiency of networks.”
 - “IDC estimates the IT network workforce in Western Europe was represented by 657,000 professionals at the end of 1998. At a very conservative average growth rate of 26% per annum in demand for new workers, the workforce will need to comprise of 1.6 million by the year 2002 – an increase of almost one million new workers ... new professionals entering the market indicates a much lower growth rate of 16%. These projections suggest a shortfall of almost 600,000 (“network”) employees by the year 2002.”

Uit bogenoemde aanhalings is dit duidelik dat 'n tekort aan IT- en IT-verbante personeel wêreldwyd bestaan. Die bedoeling is ook dat die personeel deeglik opgelei moet wees.

4. Opvattinge ten opsigte van universiteite

Laat ons kyk na menings ten opsigte van universiteite. Ons begin ook eers deur te kyk na kommentaar in Suid-Afrika.

- Uit 'n artikel in die Financial Mail van 19 Maart 1999, “Landing on their three R's (SA's universities are accused of failing business needs)”, kom die volgende aanhalings:
 - “The graduates, IT executives complain, are not capable of being put to work, and often have to go through bridging courses to bring them up to speed with the latest technology and developments in business.”
 - “The biggest drawback of traditional universities is their inability to keep up with changes in IT, and more importantly, to keep up with changes in business.”
 - “Universities need a more practical angle. They produce IT people who are too theoretical.”
 - “It is difficult for universities to keep abreast of developments in the IT industry. Technology moves so fast that even being plugged straight into the industry involves a continuing process just to keep up to date with what's going on. But it is important for people to have a solid grounding in the basics of business and computing theory, something universities provide.”
- Volgens die maandelikse tydskrif, Intelligence van Augustus 1999, flits die volgende gevaarligte:

- “South African universities face vigorous and increasing competition from private sector initiatives, generally franchised with foreign certification.”

Kommentaar van 'n meer internasionale aard:

- Volgens 'n artikel in die bekende rekenaar tydskrif, Communications of the ACM, kom die volgende raad vanaf Dennis Tsichritzis aan universiteite:
 - “The time has come to recognise that education is a business and students are the customers.”
 - “The academics in computer science and engineering departments are in an especially sensitive position. They understand the new possibilities that IT offers and are subject to intense pressure from private companies that dispense all kinds of educational services. IT has gained a tremendous dimension and they can hardly keep up with the new developments. At the same time they lack resources and a clear mandate to effect the necessary changes.”
 - “The North American private universities now charge high fees for students and do treat them as customers. Interestingly, they have no problem attracting students based on their quality, reputation, and efficient management. In addition, universities are opening branches directly or in cooperation with local partners in other countries We are nearing a global competition for the best and brightest students ... Students will not have to move to other countries. They will be able to obtain internationally accepted degrees from foreign institutions locally.”
 - “Degrees and degree requirements make course programs inflexible and programs reflect the university structure, which is difficult to change. Professors' qualifications, research capabilities, and sometimes positions (chairs) make courses very static.”
 - “How can universities continue to package knowledge statically when existing knowledge, student interest and generally the world undergoes so much change? We enter an era where rapid change and flexibility are assets.”
 - “The universities that respond the fastest with the best programs will have a tremendous advantage, especially in life-long learning where the needs of the students evolve with their careers.”
 - “If universities cannot respond, there is a chance that education will be taken over by the private sector as a business. That would be unfortunate because universities should be involved in the continuing education of students throughout their careers as the best investment for their own future.”

Hierdie trant word ook in heelwat ander bronne weerspieël.

5. Navorsingsaktiwiteite

Die aktiwiteite van die vakgroep Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels fokus hoofsaaklik op besluitsteunstelsels, kunsmatige intelligensie en wiskundige programmering (en algoritmes). Die benaderings en tegnieke wat gebruik word, is nie waterdig tussen die onderwerpe hierbo verdeel nie en daar is 'n groot mate van oorvleueling.

Om kortliks die aard van sekere navorsing te illustreer en die noodsaaklikheid van goeie algoritmes te motiveer, kan die volgende voorbeeld beskou word. Veronderstel ons het 'n bepaalde lengte van 'n soort materiaal, byvoorbeeld 'n stuk staal. Hierdie stuk materiaal moet nou in stukke opgesny word om byvoorbeeld aan 'n bestelling te voldoen. Die doel is om so min as moontlik van die gegewe materiaal as afval verlore te laat gaan. Normaalweg word aanvaar dat die totale lengte van die stukke wat benodig word, langer is as dié van die aanvanklik gegewe stuk. Om die probleem te hanteer, sou 'n mens deur middel van enumerering al die moontlikhede kon genereer en die beste oplossing daaruit kies. Dit beteken dat as ons twee stukke moet sny, daar vier moontlikhede is, nl. sny geen stuk; sny slegs die eerste stuk uit; sny slegs die tweede stuk uit; of sny beide stukke uit. In die algemeen kom dit daarop neer dat daar 2^n moontlikhede is, waar n die aantal stukke aandui wat gesny behoort te word. Sommige van die kombinasies sal nie geldig wees nie, maar moet steeds ondersoek word. Beskou die volgende tabel:

n	(Moontlikhede) 2^n
3	8
8	256
12	4,096
15	32,768
20	1,048,576
30	1,073,741,824

Die tabel toon die groei in die aantal moontlikhede soos meer stukke oorweeg moet word. Indien die rekenaar te lank neem om 'n oplossing te verkry, kan 'n mens oorweeg om 'n vinniger rekenaar aan te koop. Veronderstel dat 'n rekenaar aangekoop word wat dubbel so vinnig is, dan is die probleem nog nie opgelos nie. Deur slegs die aantal stukke wat gesny moet word met een te vermeerder, laat ons in 'n soortgelyke posisie ten opsigte van die tydsduur om die probleem op te los. Weereens is dit duidelik dat ander benaderings en beter algoritmes gevolg moet word om hierdie soort probleme te hanteer.

In 'n projek wat deur personeel van Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels vir die sny van glas onderneem is, kan die vlak van kompleksiteit verder beklemtoon word deur op te merk dat 'n gegewe stuk glas tipies op vier wyses uit 'n meester gesny kan word. Nadat die stuk wel "uitgesny" is, bly daar nou normaalweg 2 stukke of "meesters" oor waaruit 'n volgende stuk gesny sou kon word. Die groei in aantal moontlikhede neem dus vinniger toe as vir die toepassing hierbo genoem en die probleem word dus vinnig bykans onhanteerbaar om eksakte oplossings te verkry.

Russel & Norvig (1995:123) sê die volgende: *"But what makes games really different is that they are usually much too hard to solve. Chess, for example, has an average branching factor of about 35, and games often go to 50 moves by each player, so the search tree has about 35^{100} nodes (although there are "only" about 10^{40} different legal positions)".* Teen 'n tempo van een skuif per nano-sekonde (1 nano-sekonde is die tyd wat lig ongeveer 30 cm beweeg) sal dit steeds meer as $3 * 10^{23}$ jaar neem om al die wettige skuiwe te genereer.

Dit is duidelik dat daar 'n wye verskeidenheid van uitdagings is om sake te hanteer en nie slegs brute krag en spoed benodig word nie.

6. Samevatting:

Ten slotte wil ek enkele gedagtes ten opsigte van sake rakende Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels aan die PU vir CHO opper.

- **Industrie:** Uit die inligting wat ons vanaand aangehaal het, is dit duidelik dat personeeltekorte ten opsigte van IT-personeel ondervind word te midde van werkloosheidsprobleme in die algemeen. Wêreldwyd word alliansies gevorm tussen die Industrie en Universiteite. Ons sal ernstig hieraan moet aandag gee, anders loop ons die gevaar dat die basiese sowel as die sogenaamde "lewenslange" opleiding in die hande van privaatinstansies val. Tans wil dit gelukkig blyk dat universiteite steeds 'n bepaalde aansien het, maar gevaarseine word wel uitgestuur.
- **Studente:** Ons studentegetalle is besig om geleidelik af te neem. Internasionaal is dit blykbaar ook die geval. Sogenaamde internasionale sertifikaatkursusse word met groot vernuf deur privaat maatskappye bemark en lok baie studente. Ek aanvaar dat daar vir hierdie soort kursusse 'n bepaalde plek is, maar hierdie soort kursusse dreig om tipiese universiteitstudente weg te rokkel. Ons is tans besig om gesprek te voer met mense uit die industrie om hulle insette te kry. Verder doen ons literatuursoektogte en beplan ook om inligting van bestaande en voornemende studente in te win. Ons oudstudente werk oor die hele wêreld, meestal gebaseer op eerste wankelende treë wat hulle hier gegee het. As 'n universiteit wat die Christelike waardes uitleef en bevorder, en aangesien IT-personeel dikwels te doene kry met situasies waar basiese norme 'n rol speel, is ek oortuig dat 'n roeping aan ons opgedra word om te sorg dat soveel as moontlik studente na die PU vir CHO getrek word om hier hulle eerste treë te gee voordat hulle die wye wêreld ingaan. Die saamstel van nuwe opleidingsprogramme waaraan nou gewerk word, bied groot moontlikhede en ons sal erns daarvan maak om ook die basiese norme daarin 'n rol te laat speel.
- **Personeel:** Teenoor die industrie, maar ook teenoor baie ander universiteite ervaar Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels aan die PU vir CHO 'n relatief klein wisseling ten opsigte van personeel. Daar is egter voortdurend druk op die personeel ten opsigte van die opleidingsopdrag, eie kwalifikasies, navorsing en pogings om tred te hou met nuwe ter saaklike ontwikkelings op die IT-terrein. In ons begrotings en toekennings sal daar direk voorsiening gemaak moet word vir personeelontwikkeling wat nie noodwendig onder navorsing geklassifiseer kan word nie. So iets is noodsaaklik sodat personeel met vertroue hulle gewone doseeropdrag kan uitvoer.
- **Navorsing:** Wanneer die navorsingsuitsette van Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels aan die hand van publikasies gemeet word, vertoon dit nie so goed nie. Oor die afgelope aantal jare is egter met 'n beperkte aantal senior personeel heelwat M- en D-studente afgelewer. Tans begin die situasie beter lyk aangesien daar goed gevorder is met die formele kwalifikasies van personeel.
- **Fasiliteite:** In die literatuur word algemeen aanvaar dat Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels vakke is waar die praktiese komponent 'n kardinale rol

speel. Daarom beveel die literatuur dan ook aan dat hierdie vakgebiede meer soos Ingenieurswese ten opsigte van fasiliteite beskou moet word. Die fasiliteite waarvan gepraat word, sluit apparatuur, programmatuurstelsels sowel as ondersteuningspersoneel in. Ons is dankbaar vir die ondersteuning wat wel verleen word, maar daar is nog fasette wat aandag sal moet kry.

Meneer die Rektor, ek is oortuig dat daar vir ons talle bedreigings voorlê. Teenoor die bedreigings is daar ook talle uitdagings en geleenthede. Ek is oortuig dat ons ons roeping as Christelike universiteit moet uitleef en 'n bydrae lewer waardeur jongmense die wêreld kan ingaan met as rigsnoer: "In U Lig".

7. Bedankings:

- **Raad en Bestuur:** My dank aan die Raad en Bestuur vir die benoeming. Ek onderneem om my taak na die beste van my vermoë uit te voer.
- **Almal teenwoordig/Breë groep van kollegas:** Aan die aanwesiges, dankie vir u teenwoordigheid, ons waardeer dit. Aan al die PUK-kollegas en oud-kollegas, dankie vir u ondersteuning oor baie jare, mag ons steeds meewerk om te help bou aan die res van die toekoms.
- **"Departement":** Aan die personeel van Rekenaarwetenskap en Inligtingstelsels dankie vir u ondersteuning oor baie jare. Met u as groep is ek oortuig dat ons 'n bydrae kan maak.
- **Prof de Beer:** Ek kan net dankie sê vir ondersteuning, geduld en voorbeeld. Mag u en mevrou de Beer 'n rustige lewe 'nader aan die kinders' hê.
- **Prof JM Hattingh:** Dankie dat ons vriende en kollegas kan wees. Indien daar genoeg mense met genoeg energie was sodat ons aan die "helpte" van u "schemes" kon werk, sou baie mense verbaas wees oor ons suksesse.
- **Ouers:** Dankie vir u ondersteuning, opofferings en geduld. Dit bly steeds 'n voorreg om kinders van sulke ouers te wees.
- **Gesin:** Dankie vir baie opofferings. Ek waardeer dit. Dankie dat julle dit moontlik maak om steeds by ons PUK te werk.
- **Ons Skepper:** Aan U al ons dank. Ons bede is steeds: "As U nie self saamgaan nie, moet U ons nie van hier af laat wegtrek nie."


Bronne:

1. Thomson, A.A., & Strickland, A.J. 1993. Strategic Management: concepts & cases. Irwin, Homewood.
2. Drucker, F.P. 1986. The Frontiers of Management. Heinemann, London.
3. SANDERS, D. H. 1983. Computers Today. McGraw-Hill, USA.
4. Lec 02 – History of Computing. Internetdokument (<http://www.gmcc.ab.ca/~supy/lec02.htm> 7/8/1999).
5. Kanellos, M. 1997. Moore says Moore's Law to hit the wall. Internetdokument (<http://www.news.com/News/Item/0,4,14751,00.htm> 7/8/1999).
6. Stam, Nick. Aug 1999. "Moore's law will continue to drive computing". *PC Magazine SA*, Vol 7 No 7, (p.91-92).
7. Onbekend. Grace Murray Hopper. Internetdokument (<http://www.cs.yale.edu/~tap/Files/hopper-story.htm> 7/8/1999).
8. CSAB: Computer Science as a Profession: Internetdokument (http://www.csab.org/comp_sci_profession.htm 22/6/99).
9. Chang, C.K., Engel, G., King, W., Roberts, E., Shackelford., Sloan, R.H. & Srimani, P.K. Curricula 2001: Bringing the Future to the Classroom. Internetdokument (<http://computer.org/computer/csprojects.htm> 24/8/1999).

10. IS'97: "IS '97 Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems", *The Data Base for Advances in Information Systems, Vol 28, nr 1, 1997.*
11. Onbekend. IT – PC Webopaedia Definition and Links: (IT as sleutel). Internetdokument (<http://webopedia.internet.com/TERM/I/IT.htm> 5/7/1999).
12. Date, C.J. 1995. An Introduction to Database Systems. Addison-Wesley, USA.
13. Rob, P. & Coronel, C. 1997. Database Systems (Design, implementation, and management). International Thomson Publishing Company.
14. Onbekend. Studente verwerf hier rekenaarvaardighede. Bladsy 6, Beroepskeuse, Bylae tot Beeld. Woensdag 14 Oktober 1998.
15. Alet Rademeyer. Nokia en UP span saam vir kursusse. Bladsy 24, Beroepskeuse, Bylae tot Beeld. Woensdag 21 Julie 1999.
16. Onbekend. "Follow the Bryan Hattingh route and become a Universal Candidate". *Computing SA*. 12 Julie 1999. (p.34).
17. Jovanovic, R & Brethorton, L. "How much are you worth? ITWeb's Salary Survey: Sizing-up the worth of local IT skills". *ITWeb* Internetdokument. (<http://www.itweb.co.za/sections/editorial/features/edit990119.asp> (28/4/99)).
18. Onbekend. NWCET For Educators: Information Technology Facts. Internetdokument. (<http://www.nwcet.bcc.ctc.edu/educators/careerit.htm> 6 5 99).
19. Freeman, P. & Aspray, W. "The Supply of Information Technology Workers in the United States." Copyright 1999 by the Computing Research Association (CRA) (info@cra.org).
20. Boyd, H.M. & Rajah, P. The Internet Economy – An Employment Paradox. (A Study into the Network Skills Shortage). An IDC White Paper Sponsored by Cisco Systems. Analysts, 1999.
21. McLeod, D. "Landing on their three R's: SA's universities are accused of failing business's IT needs". *Financial Mail*. 19 Maart 1999.
22. Onbekend. "Changing the rules". *Intelligence*. Augustus 1998. (p.50 – 51.)
23. Tschritzis, D. "Reengineering the University". *Communications of the ACM*. June 1999, Vol. 42 No 6. (p.93 – 100.)
24. Russel, S. & Norvig, P. 1995. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice-Hall, USA.


Rekenaarwetenskap & Inligtingstelsels:

'n Situasië-analise

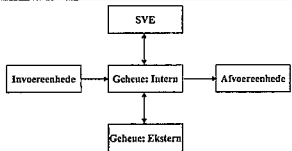


Oorsig van rede:

- Inleiding en historiese oorsig
- Huidige situasie
 - Rekenaarwetenskap, Inligtingstelsels, IT en Databasisse
- IT-personeelbehoefes
- Menings tov universiteite
- Navorsingsaktiwiteite
- Samevatting




Rekenaar:Skematies

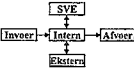


```

    graph TD
      SVE[SVE] --> Geheue_Intern[Geheue: Intern]
      Invoereenhede[Invoereenhede] --> Geheue_Intern
      Geheue_Intern --> Afvoereenhede[Afvoereenhede]
      Geheue_Intern --> Geheue_Ekstern[Geheue: Ekstern]
    
```




Rekenaar:Skematies

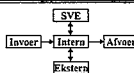


```

    graph TD
      SVE[SVE] --> Intern[Intern]
      Invoer[Invoer] --> Intern
      Intern --> Afvoer[Afvoer]
      Intern --> Ekstern[Ekstern]
    
```

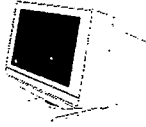



Rekenaar:Skematies

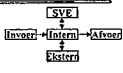


```

    graph TD
      SVE[SVE] --> Intern[Intern]
      Invoer[Invoer] --> Intern
      Intern --> Afvoer[Afvoer]
      Intern --> Ekstern[Ekstern]
    
```





Rekenaar:Skematies




```

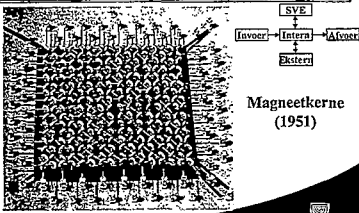
    graph TD
      SVE[SVE] --> Intern[Intern]
      Invoer[Invoer] --> Intern
      Intern --> Afvoer[Afvoer]
      Intern --> Ekstern[Ekstern]
    
```



**Transistor
(1947)**

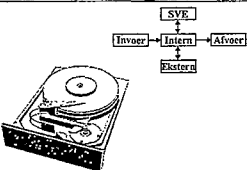


Rekenaar:Skematies



Magneetkerne
(1951)

Rekenaar:Skematies



Ontwikkeling van Rekenaar

- Von Neuman se artikel 1945:
 - Gebruik binêre getalstelsel
 - Stoor data en instruksies in rekenaar self
- John Atanasoff: eerste elektroniese rekenaar (1940 - 1942)
- Howard Aiken: Mark I (1944), Mark II & III
- Mauchly & Eckert: ENIAC (vroeg 1940's)
- Programmering deur herbedrading

Ontwikkeling van Rekenaar (2)

- Mauchly & Eckert: EDVAC (±1948)
 - Volgens die idees van Von Neuman
- Cambridge Universiteit: 1949: EDSAC
 - Eerste gestoorde program (elektroniese) rekenaar

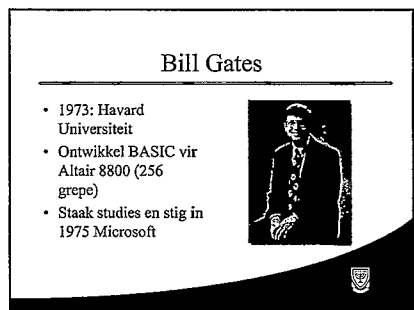
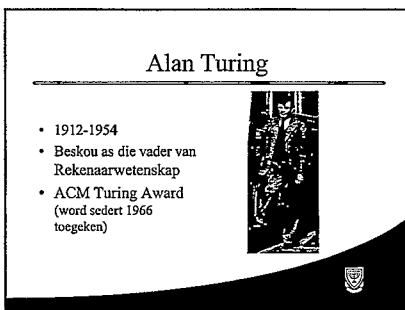
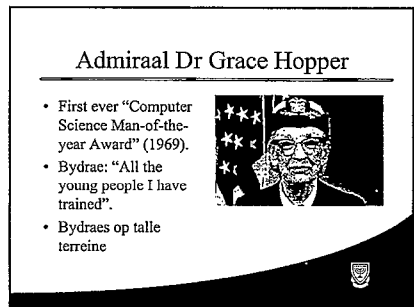
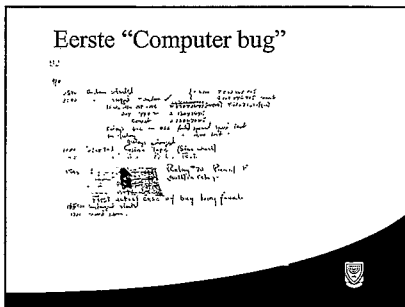
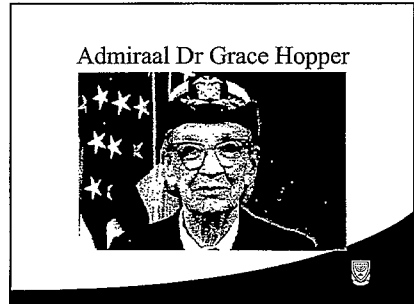
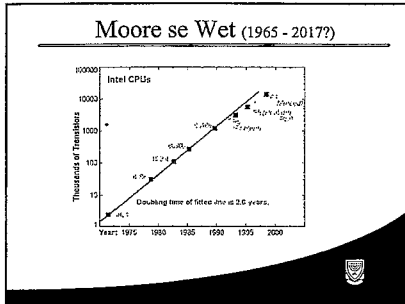
*1949
Machine in operasie vir first time. Printed table of
results (6-98), then for program 2 min. 5 sec.
"For table of data, 1 min 40 seconds."*

ENIAC vs Pentium 150MHz

- **ENIAC (vroeg 1940's):**
 - Spoed (5000 optel/sek);
 - Geheue (200 syfers);
 - Massa (30 ton).
- **Pentium 150 MHz:**
 - Spoed (300,000,000 optel/sek);
 - Geheue (16,000,000 karakters);
 - Massa (2.7 Kg).

ENIAC vs Pentium 150MHz

- **ENIAC (vroeg 1940's):**
 - Elemente (18,000 vakumbuise; 6,000 skakelaars; 10,000 kapasitors; 70,000 weerstande; 1,500 relés);
 - Grootte (10 vt hoog x 1,800 vt²).
- **Pentium 150 MHz:**
 - Elemente (4,000,000 transistors);
 - Grootte (9" x 12" x 3").



Rekenaarwetenskap & Inligtingstelsels?

- Dr Philip Machanick, Wits: SACLA '99

Computer Science in most of our academic insitutions has grown out of mathematics, rather than out of engineering. As a result, it has been seen as a low-cost "theory" subject in terms of its funding, and not a laboratory subject.

Information Systems often comes from an even worst position: commerce faculties have even less funding per student than science faculties, as commerce does not traditionally include lab subjects.



Rekenaarwetenskap

- Computing Sciences Accreditation Board:

'n Dissipline wat die ontwerp en begrip van rekenars en berekeningsproesse behels.

Dit behels dus die bevordering van die fundamentele verstaan van algoritmes en inligtingsproesse in die algemeen sowel as die praktiese ontwerp van doeltreffende betroubare programmatuur om aan die gestelde spesifikasies te voldoen.

Sluit in: Teoretiese studies, ingenieursontwerp, en eksperimentele metodes.



Inligtingstelsels

- IS'97 Curriculum: VSA & Kanada

Acquisition, deployment, and management of information technology resources and services (the information systems function)

Development and evolution of technology infrastructures and systems for use in organization processes (system development)

Informatika



Inligtingstegnologie (IT)

- IT - PC Webopaedia Definitions and Links:

The broad subject concerned with all aspects of managing and processing information, especially within a large organization or company.

Because computers are central to information management, computer departments within companies and universities are often called IT departments



Databasisse as toepassingsterrein

Date (1995):

- Definisie: "A database consists of some collection of persistent data that is used by application systems of some given enterprise".
- ".... and it becomes apparent that there are (conservatively) somewhere in excess of 100,000 pages of new (database) material published every year."



Databasisse: DBA (1)

- Bestuursvaardighede:
 - Verstaan van breë besigheid
 - Koördineringsvaardigheid
 - Analitiese vaardigheid
 - Konflikhantering
 - Kommunikasievaardighede
 - Onderhandelingsvaardighede
 - 1 tot 5 jaar ervaring in dataverwerkingsomgewing



Databasisse: DBA (2)

- Tegnieuse vaardighede:
 - Goeie dataverwerkingsagtergrond
 - Ken stelselontwikkelingsleuensiklus
 - Ken gestruktureerde metodologieë
 - Ken databasisleuensiklus
 - DB-ontwerp en -modellering
 - Konseptuele, logiese en fisiese ontwerpbenaderings
 - Ken Datawoordeboek se bestuur



Personeelbehoefes in IT (1)

- Beroepskeuse, Beeld: 14 Oktober 1998
 - 5000 tot 7000 professionele mense verlaat land jaarliks
 - 5,000 tot 10,000 werkseleenthede beskikbaar
- Beroepskeuse, Beeld: 21 Julie 1999
 - Tekort van 1800 IT- en telekom-ingenieurs per jaar
 - Opleidingskursus tussen Nokia en Univ. Pretoria
- Computing SA, 12 Julie 1999
 - Average employment period at company: 2 years
 - moving to learn new skills for future career



Personeelbehoefes in IT (2)

- ITWeb (SA): Januarie 1999
 - 57% have been headhunted past 12 months
 - 48% likely/very likely to leave country within 2 years
- Northwest Center for Emerging Technologies
 - (1997) 19,000 IT jobs unfilled (med/large comp) USA
 - 83% employers difficulties in finding enough IT people
 - By year 2000: third of all US jobs will be IT related
- Computing Research Association (1999)
 - Few (e.g. India & Ireland) have surplus IT workers



Personeelbehoefes in IT (3)

- IDC White Paper: Cisco Systems (1999)
- Increasing need for communications, the Internet, electronic commerce and electronic business confirm dependency on networking and networks
 - IT network workforce in Western Europe 657,000 at end of 1998. Will need 1.6 million by 2002 at growth rate of 26% per annum for new workers. New workers entering at growth rate of 16% per annum. Shortfall of 600,000 by 2002.



Menings tov Universiteite (1)

- Financial Mail: 19 Maart 1999 (SA)
- Graduates are not capable of being put to work; often have to go through bridging courses ... in latest technology and developments in business.
 - Biggest drawback is inability to keep up with changes in IT and business.
 - Universities need a more practical angle. They produce IT people who are too theoretical.
 - Important to have solid grounding in business and computing theory (as universities provide)



Menings tov Universiteite (2)

- Intelligence: Augustus 1999 (SA)
- SA universities face vigorous & increasing competition from private sector initiatives (franchised with certificates)
- Communications of the ACM: Junie 1999
- The time has come to recognise that education is a business and students are customers.
 - Computer Science and Engineering are in sensitive position (Lack resources and mandate to effect necessary changes).
 - North American private universities charge high fees and treat students as customers. Attracting students.



Menings tov Universiteite (3)

Communications of the ACM: Junie 1999 (vervolg)

- Professors' qualifications, research capabilities and sometimes positions make courses very static.
- How can universities package knowledge statically when the world undergoes so much change?
- Universities responding the fastest with the best programs will have a tremendous advantage ... also life-long learning
- If universities cannot respond; there is a chance that (IT) education will be taken over by the private sector as a business. That would be unfortunate. Universities should be involved in continuing education.



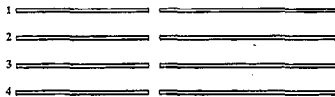
Navorsingsaktiwiteite (1)

- Sny van eendimensionele materiaal (staal)



Navorsingsaktiwiteite (1b)

- Sny van eendimensionele materiaal (staal)



$2^2 = 4$ moontlikhede



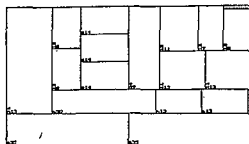
Navorsingsaktiwiteite (1c)

n	2^n
3	8
8	256
12	4,096
15	32,768
20	1,048,576
30	1,073,741,824



Navorsingsaktiwiteite (2)

- Sny van glas: twee-dimensioneel



Navorsingsaktiwiteite (3)

Russel & Norvig (1995:123)

- But what makes games really different is that they are usually much too hard to solve.
- Chess, for example, has an average branching factor of about 35, and games go often to 50 moves by each player. Thus, 35^{50} nodes.
- Different legal moves about 10^6 .
- Teen 1 nano-sek per skuif: $3 * 10^{23}$ jaar.

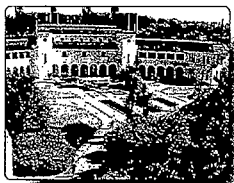


Samevatting:

- Industrie
- Studente
- Personeel
- Navorsing
- Fasiliteite



Dis hier waar
ons studente leer
.....
Want in U Lig
Sien ons die Lig



“Departement”



Prof JF de Beer



Prof JM Hattingh

