

Ruth Curtain

University of Groningen

Department of Mathematics

P.O. Box 800

9700 AV Groningen

r.f.curtain@math.rug.nl



Ruth Curtain

Afscheidsrede 29 jaar Rijksuniversiteit Groningen

Een Australische terugblik

Op 12 september van dit jaar sprak Ruth Curtain haar rede uit bij haar afscheid als hoogleraar systeem- en regeltheorie aan de Groningse universiteit. Geboren in 1941 in Melbourne, Australië, behaalde ze haar Masters' degree aan de universiteit van deze stad. Vervolgens voerde haar academische carrière haar over de hele wereld: een wereld die in deze periode in allerlei opzichten sterk veranderde. In onderstaande rede beschrijft ze deze reis en staat ze uitgebreid stil bij haar positie als vrouw in de bètawereld, maar ook op de vele verschillen tussen de Angelsaksische en Nederlandse tradities.

Zoals de titel aankondigt, heb ik 29 jaar aan deze universiteit gewerkt. Om mijn ervaringen hier in perspectief te plaatsen, lijkt het mij zinvol om iets te vertellen over de jaren daarvoor.

Waar kom ik vandaan?

Ik kom uit Australië, in 1950 een land met acht miljoen inwoners, nu zijn het er twintig miljoen. Het donkergrijze vlekje Nederland (zie figuur 1) had in 1950 een bevolking van tien miljoen en nu zestien miljoen. Rechtsonder op deze kaart ziet u Melbourne, mijn geboortestad, toen een stad van een miljoen inwoners en nu meer dan drie miljoen. Mijn ouders trouwden in 1938 toen mijn moeder net geen 18 was en mijn vader 28. Hij was huisschilder en mijn moeder verkoopster. Hij was rooms-katholiek en zij was protestants, wat toen ook in Australië omstreden was.

Ik was het eerste kind, maar binnen zes jaar waren dat er vier en dat bleef zo. Volgens de toenmalige gewoontes bleef mijn moeder thuis om voor ons te zorgen en zij zorgde ervoor dat wij altijd identiek gekleed gingen, en niet alleen op de foto (figuur 1). Misschien daarom vond ik het nooit een probleem om het schooluniform te dragen; integendeel, ik was er trots op. We bleven

de hele dag op school en ik heb vele gelukkige herinneringen aan de lunchpauzes op het schoolplein, waarin we ons met allerlei spelletjes amuseerden. De lunchpauzes werden ook gebruikt om voor teamsporten te oefenen. Teamsport vormde een integraal onderdeel van het curriculum en in figuur 2 ziet u een foto van ons succesvol derde basketbalteam. Onze coach leerde ons ook euclidische meetkunde. Ik was beslist geen sportster, maar ik vond het geweldig om mee te doen. Je leerde samen als team op te treden en sportwedstrijden tegen andere scholen creëerden een samenhangingsgevoel en versterkten de identiteit van de school.

Ik had het geluk de laatste vier jaar van mijn schooltijd op een van de beste openbare vwo-scholen in de stad, *University High School*, door te brengen. In figuur 2 rechtsboven en -onder ziet u dat we een uniform voor de zomer hadden en een voor de winter; wat u niet ziet zijn de strohoeden voor de zomer en baretten en handschoenen voor de winter. Van al deze foto's zou u denken dat ik naar een meisjesschool ging. Dat was niet zo, maar de klassen en de speelplaats waren wel strikt afgescheiden. Pas gedurende de laatste twee jaar wanneer men voor een hoofdrichting moest kiezen waren de klassen ge-

mengd en zelfs dan waren de zalen door een onzichtbare lijn gescheiden. Volgens de Britse traditie hadden we *prefects* die het goede voorbeeld dienden te geven en als doorgeefluik tussen de andere leerlingen en de leraren te fungeren. Er waren ook prijzen bij de uitreiking van de *Dux of School*. (De *Dux of School* wordt uitgereikt aan de student met de hoogste cijfers in het laatste schooljaar). Interessant genoeg waren dat drie jaar achter elkaar meisjes die een 'science major' hadden gekozen, maar ik was de enige die de harde bèta richting had gekozen (zie figuur 2 midboven). Maar vergis u niet, de sterren van de school waren de topsporters en het regende sportprijzen! De topevenementen van het jaar waren de dagen met zwemtoernooien en de atletiekwedstrijden tussen de scholen. Zo werd de teamgeest van de school versterkt.

Hoe dacht men toen over meisjes en exact? Dat is een ingewikkeld onderwerp en ik zal volstaan met drie anekdotes uit mijn verleden.

Tijdens mijn jeugd vonden Australiërs uit alle milieus onderwijs erg belangrijk, alleen wat voor meisjes geschikt werd gevonden was anders dan wat men voor jongens geschikt vond. De hoofddoelstelling voor meisjes was een goed huwelijk aan te gaan. Als het meisje uit een beter milieu kwam, was een dure kostschool gevolgd door een universitaire opleiding zeer geschikt, maar voor een meisje uit een arbeidersmilieu was dit weggegooid geld; ze gaat toch trouwen. Veel beter was het om een opleiding als secretaresse of als verpleegster te volgen, maar deze kostten ook geld. Tegen deze achtergrond vond mijn



Figuur 1 Links de vier kinderen Curtain, middenboven: Ruth Curtains ouders (1938), middenonder: Ruth Curtain op tweejarige leeftijd, rechts: Europa in Australië

vader dat ik als veertienjarige de school zou moeten verlaten om de kost te verdienen. Er was maar één persoon uit de hele vrienden- en familiekring die hier tegen was: mijn moeder. Zij vond het huwelijk ook het ideaal, maar, ze vond het ook belangrijk dat mijn zussen en ik iets zouden hebben waar we “op terug konden vallen”. Mijn moeder kon erg goed ruzie maken. Dus mocht ik doorgaan en elk jaar wanneer mijn vader er opnieuw over begon, kwam ze met het smoesje dat als ik vroegtijdig de school zou verlaten ik al mijn gewonnen beursgeld voor boeken zou moeten terugbetalen. Ik mocht dus de school afmaken en mijn zussen na mij ook.

In de laatste twee jaar van school waren er twee vakken wiskunde; zuiver en toegepast. Het laatste werd als het moeilijkste ervaren; het ging over mechanica. Bij een voorlichtingsbijeenkomst heeft de leraar Mr. Tyler de meisjes dat vak afgeraden want “de meeste meisjes zouden toch zakken”. Er werd ook verteld dat hoewel jonge meisjes soms op school zouden uitblinken, bij volwassenheid hun prestaties snel achteruit zouden gaan. Ik was daar werkelijk bang voor, maar het heeft mij aangespoord om harder te studeren.

Tentamens waren erg belangrijk en de cijfers (tot 100) werden voor de klas voorgelezen en je moest naar voren komen om je tentamen van de leraar op te halen. Mr. Coburn, de leraar zuivere wiskunde, las de cijfers voor en nadat een jongen met brede glimlach zijn tentamen met het cijfer 100 had opgehaald, viel er een tamelijk lange pauze. Toen las Mr. Coburn met een brede grijns voor, “Ruth Curtain 110” en hij bleef maar stralen. Ik probeerde

zonder te veel te glimlachen mijn tentamen op te halen, want meisjes hoorden verlegen en bescheiden te zijn. Mijn vrienden zouden het moeilijk geloven, maar dat heb ik erg lang volgehouden, met moeite wel te verstaan.

Naar de universiteit

Alle leerlingen in de provincie Victoria deden dezelfde eindexamens die ook dienden als toelatingsexamens tot de universiteit. Er waren eerste en tweede klas *honours*, voldoende en onvoldoende en natuurlijk ook rangordes en prijzen. Een redelijk percentage kreeg vrijstelling voor het collegegeld, maar niets extra's om van rond te komen. In die tijd was er een tekort aan leraren en de provincie probeerde meer potentiële leraren te lokken met een aantrekkelijke studiebeurs gedurende de hele vier- of vijfjarige studie. De voorwaarde was wel dat je na je universitaire studie drie jaar lang als leraar moest werken. Zo kon ik studeren en tegelijkertijd de kost verdienen. Ik vond het een privilege en een groot avontuur om naar de universiteit te mogen gaan.

Tijdens het eerste jaar had ik twee wiskundevakken (weer zuiver en toegepast), scheikunde en mijn favoriete vak, natuurkunde. In het tweede jaar moest je één vak laten vallen en dat werd scheikunde. Het onderwijs was vrij massaal met tweehonderd à driehonderd studenten in de zaal, behalve voor wiskunde. Er was a een aparte *honours*-stroom wiskunde voor de betere studenten en de *honours*-groep van vijftig werd vrij snel een groep van tien. Tentamens waren aan het eind van elk jaar en je kreeg eerste en tweede klas *honours* etc. en prijzen voor het hoogste cijfer. De rang-

orde was openbaar, maar in plaats van jouw naam stond er een nummer. In het derde jaar volgden studenten slechts één hoofdvak en ik vond de beslissing tussen theoretische natuurkunde en wiskunde erg moeilijk. Het liefst had ik het natuurkundepacticum laten vallen, maar dat practicum van twintig uur in de week was helaas verplicht. Wat speelde bij mijn beslissing?

Hoewel je als studente gelijk werd behandeld, was het in die tijd kristalhelder dat het voor een loopbaan anders zou liggen. Mannen dienden de voorkeur boven vrouwen te krijgen, niet alleen om dat ze slimmer waren, maar ook omdat ze een gezin moesten onderhouden. Ook daarom kregen ze voor hetzelfde werk in de meeste banen (zelfs als leraar) een hoger loon dan vrouwen. Getrouwde vrouwen mochten een tijdelijke aanstelling bij de overheid houden, maar geen vaste aanstelling en zonder recht op pensioenopbouw. Hierbij moeten we niet vergeten dat de meeste vrouwen het daar helemaal mee eens waren. Zo was het toen.

Dit speelde allemaal mee in mijn beslissing om als specialisatie in het derde jaar wiskunde te kiezen. Er waren weinig posities voor theoretische natuurkundigen en bij wiskunde werkte tenminste een aantal vrouwen, hoewel beslist geen rolmodellen voor jonge vrouwen: eerder het boegbeeld. Maar meteen in de eerste week miste ik de ont-hulling van de geheimen van de wereld om ons heen die ik in natuurkunde vond. Ik veranderde mijn keuze in natuurkunde. Tot mijn verbazing werd ik opgeroepen om op bezoek te gaan bij de voorzitter van wiskunde,



Figuur 2 Linksboven: basketbal op Moreland Central, middenboven: Dux University High School (UHS), middenonder: sporttoernooi op UHS, rechts: UHS klas 3 en 5

Professor Cherry. In die tijd was de afstand tussen docent en student erg groot. Hij stelde een compromis voor; ik zou zuivere wiskunde als extra vak naast natuurkunde in mijn derde jaar kunnen volgen en de rest van de wiskunde in het vierde honours jaar afmaken. Zo geschiedde het. Aan het eind van twee overbeladen jaren was ik helemaal uitgeblust en ik zocht wat afleiding. Mijn oog viel op een advertentie in de dameskleedkamer. Virginia Sikorskis zocht een reisgezel om twee maanden lang rond Australië mee te liften. Dat was niet mijn eerste liftvakantie, maar met meer dan 11.000 km werd het wel de langste (figuur 3 rechts).

Daarna zou ik leraar worden en met tegenzin volgde ik een eenjarige lerarenopleiding. Achteraf gezien was het wel een waardevol jaar met algemene vakken als filosofie, psychologie, vergelijkingen van onderwijssystemen in andere landen en de geschiedenis van het onderwijs in eigen land. De didactiek en vooral de stages op scholen waren ook leerzaam. Ik had het geluk dat ik mijn drie jaar in het onderwijs mocht uitzitten als 'tutor' op de universiteit, wat mij de gelegenheid gaf om mijn Master's degree te behalen. Ik koos een onderwerp uit de algebra, maar helaas vond ik onderzoek daarin helemaal niet zo boeiend als ik had verwacht. Ik miste de motivatie vanuit de fysische wereld. Toch hield ik vol en keek rond naar andere mogelijkheden. Toevallig kwam dat door mijn vriendje die in een overheidslaboratorium werkte en in zijn werk regeltheorie toepaste. Hij was er helemaal weg van en ik werd ook aangestoken door zijn enthousiasme.

In die tijd was het nog traditie en bon ton om in Oxford of Cambridge in Engeland te promoveren. Maar omdat het vak optimale besturingstheorie in de Verenigde Staten bloeide, kozen wij Brown University (figuur 4). We hebben allebei een studiebeurs en een *Fullbright*-reisbeurs ontvangen. De sfeer op Brown was veel competitiever dan wij gewend waren en we hadden eerst het idee dat de andere studenten veel meer wisten dan wij. Gelukkig gaven onze tentamencijfers ons zelfvertrouwen terug. Brown was een prachtige keus want veel van de pioniers van optimale besturingstheorie en de moderne regeltheorie waren daar; La Salle, Hale, Wonham, Falb, Fleming en Kushner en zij trokken andere coryfeeën aan als bezoekers, in het bijzonder, de Russische auteurs van het baanbrekende boek over het maximumprincipe van Pontryagin. In 1969 promoveerde ik op het onderwerp *Stochastische Partiële Differentiaalvergelijkingen* onder de begeleiding van Peter Falb (figuur 4). Onder de voorwaarden van de Fulbright beurs mocht ik achttien maanden ervaring opdoen voordat ik terug naar eigen land hoorde te gaan. Dit deed ik op *Purdue* te midden van de maïsvelden. Het is verbazingwekkend hoeveel mensen ik later ben tegengekomen die daar ook voor korte tijd zijn geweest. Na vijf en half jaar afwezigheid ging ik terug naar Melbourne, maar alleen op bezoek. Ik wilde meer van de wereld zien en dat werd de *University of Warwick* waar ze een nieuw 'Control Theory Centre' hadden opgezet. Larry Markus was de directeur en met Patrick Parks, Tony Pritchard en een aantal postdocs organiseerden we elk jaar een thema binnen de

regeltheorie met bezoekers en een conferentie. Ons hoofdthema was oneindigdimensionale systemen en de samenwerking met Tony Pritchard was erg vruchtbaar. Squash was ook erg goed.

Waarom ben ik naar Groningen gekomen?

Hoewel ik na zes jaar nog altijd volop van mijn leven en werk op de University of Warwick genoot, had ik ambities om meer dan 'lecturer' te worden. Op dat moment waren de mogelijkheden voor promotie daar niet direct aanwezig en ik was al bezig met mogelijkheden in Australië, Canada en de Verenigde Staten te onderzoeken. Toevallig kwam rond deze periode een positie als lector in Groningen vrij. Ik had mijn cv al klaar liggen en ik dacht dat het in ieder geval aardig zou zijn om daar op bezoek bij Jan Willems te gaan. Op een druilerige dag heb ik mijn sollicitatiegesprek gehad en na afloop een diner in *Salle à Manger*, voor enkele jaren een van de beste restaurants in Groningen. Om eerlijk te zijn had Groningen niet zo'n verpletterende indruk op mij gemaakt. Maar het aanbod was erg aantrekkelijk en ik dacht dat voor vijf jaar het een goede ontwikkeling in mijn carrière zou bieden.

Hoe komt het dat ik nog steeds hier zit?

Is het omdat ik van de stad ben gaan houden? Is het omdat ik fietsen op het platteland zo fijn vind? Is het omdat ik hier zoveel dierbare vrienden heb gemaakt?

Welnu: in de eerste plaats komt het door de stormachtige ontwikkelingen op mijn vakgebied systeem- en regeltheorie in Nederland. In Groningen hadden we toen een instroom



Figuur 3 Links: University of Melbourne waar Ruth Curtain haar Masters' degree heeft behaald, rechts: 1100 kilometer liften door Australië

van rond de zestig enthousiaste eerstejaarsstudenten wiskunde en een hoog percentage koos voor de afstudeerrichting systeem- en regeltheorie. We konden een ruime keus van vrij geavanceerde colleges systeem- en regeltheorie bieden aan twintig tot dertig enthousiaste studenten die voor een stimulerende sfeer zorgden. Een flink aantal studenten is in onze richting gepromoveerd, sommigen in Groningen en nog meer gingen naar andere universiteiten. Er waren toen vacatures bij wiskunde, vooral bij de technische universiteiten en het aantal systeemtheoretici in Nederland groeide snel. Het esprit de corps was geweldig en de vorming in 1987 van een van de eerste netwerken met landelijke aio-colleges werd enthousiast omarmd. Door deze colleges waaraan de meeste systeemtheorie docenten deelnamen en door onze jaarlijks Benelux bijeenkomsten ontstond een hechte gemeenschap die zowel ondersteunend als inspirerend werkte. In het bijzonder de dictaten voor de colleges vormden de kiem voor zes toonaangevende boeken. We waren niet alleen in Nederland actief, maar speelden en spelen een sterke internationale rol met participatie in 21 Europese projecten en organisatie van vele internationale conferenties en redactie verantwoordelijkheden in de toptijdschriften. In deze periode kreeg Nederland de reputatie als een van de vooraanstaande landen op het gebied systeem- en regeltheorie. Onze groep in Groningen verwelkomde een stroom aan buitenlandse gasten zoals Yukata ter gelegenheid van onze *European Control Conference* in 1993. Het netwerk vormde de kiem van de huidige onderzoeks-

school *Dutch Institute of Systems and Control* (DISC). Ik vind het geweldig om deze boeiende bloeiperiode te hebben meegemaakt.

Wat is regeltechniek?

Ik begin met een aantal voorbeelden waarin regeltechnieken worden toegepast:

- een vliegtuig zonder piloot dat op afstand wordt bestuurd,
- een satelliet die in een baan rond de aarde wordt gehouden,
- een schip dat stabiel wordt gehouden,
- een industriële oven voor het maken van bijvoorbeeld chips,
- een turbomotor,
- het manoeuvreren van industriële robots,
- het regelen van een pacemaker,
- het klimaat- en energiebeheer van gebouwen,
- het afspelen van cd's,
- regeltechnische componenten in auto's,
- het optimaliseren van landbouwirrigatie,
- de temperatuurregeling in kassen.

Er zijn echter veel meer voorbeelden. Regeltechniek is een verborgen technologie, die in een steeds groeiend aantal toepassingen wordt toegepast. Helaas is het onzichtbaar. Ik probeer op een eenvoudige manier een tipje van de sluier op te tillen.

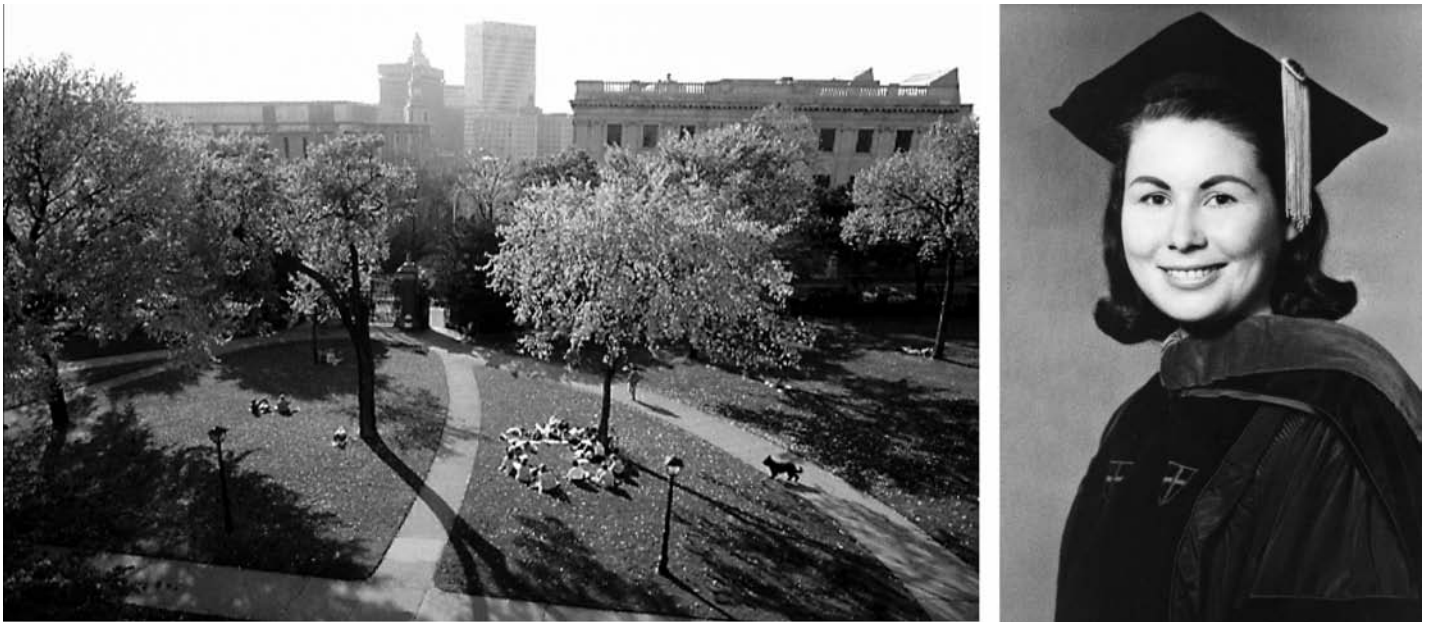
Hoe werkt het?

Het basisprincipe is terugkoppeling of feedback. Wij passen bijna automatisch terugkoppeling toe in onze dagelijkse activiteiten. Bij het autorijden nemen we voortdurend waar, op grond waarvan we besluiten aan het stuur te draaien of te remmen of om gas te geven,

enz. Zien we rood licht voor ons, dan besluiten we te remmen. De kracht waarmee we op het rempedaal indrukken zal afhangen van onze schatting van de afstand tot het rode licht. Deze afstandsschatting voeren we terug als de kracht die wij uitoefenen. Schematisch kunnen we het zo zien. De auto met ons erin is het systeem en de output is onze schatting van de afstand en de input is de kracht waarmee we op het rempedaal indrukken. De regelaar die wij intuïtief gebruiken is een soort proportionele regeling. Hoe dichterbij het verkeerslicht hoe harder we remmen. Er is een terugkoppeling van de output via de regelaar en de input naar het systeem waardoor een gesloten lus ontstaat en zo ook een nieuw uitgebreid gesloten lussysteem. De regelaar kan gezien worden als een voorschrift dat de juiste input berekent voor een gegeven output. De meest eenvoudige regelaar is de proportionele regelaar: De input u is gelijk aan een constante K maal de output y en als K positief is, spreekt men van positieve feedback, terwijl als K negatief is, spreekt men van negatieve feedback. Op de snelweg gebruiken wij een soortgelijke feedback regeling om afstand tot de voorganger te houden. In luxe auto's doet de 'adaptive cruise control' dit automatisch voor ons. Er zijn een stuk of tien regeltechnische snuffjes die op analoge wijze in luxe auto's werken. In feite ligt voor al deze toepassingen een feedbackschema aan de basis van het regelen.

Hoe ontwerpt men een regelaar?

Eerst maakt men van het systeem een wiskundig model, maar wat is een model? Stel dat we



Figuur 4 Links: Brown University, rechts: promotie op Brown University (1969)

op het platteland aan het wandelen zijn en in de verte zien we een aantal dieren. Eerst kunnen we niet duidelijk zien wat voor dieren het zijn. Als we in Australië zijn, zullen we ze voor kangoeroes aanzien, maar in Nederland waarschijnlijk voor herten en in Afrika voor iets heel anders. Met andere woorden, we maken regelmatig gebruik van modellen. Wiskundige modellen zijn natuurlijk anders en voor vele toepassingen zijn er nauwkeurige wiskundige modellen voorhanden, bijvoorbeeld voor de beweging van een satelliet in de ruimte. Op basis hiervan kan men uitrekenen hoe men een satelliet in een mooie elliptische baan rond de aarde kan krijgen. Het probleem is wel dat zelfs de meest nauwkeurige modellen nooit 100% exact zijn en wat men kan bereiken zal altijd iets afwijken van de gewenste elliptische baan. Deze kleine afwijking wordt steeds versterkt totdat de satelliet uit zijn baan schiet. Om de satelliet in zijn baan te houden zal men moeten regelen met kleine jetjes en om te weten hoeveel je moet regelen heb je metingen van de output nodig. Zonder feedback lukt dit niet.

Om deze reden zijn de modellen die wij gebruiken intrinsiek anders dan de modellen die worden gebruikt om natuurlijke verschijnselen te beschrijven. Aan de ene kant zijn onze modellen uitgebreider: de outputs, de inputs en de storingen vormen een essentieel onderdeel van onze modellen. Aan de andere kant zijn onze modellen van het systeem vaak betrekkelijk eenvoudig. De reden hiervoor is: hoe ingewikkelder het model hoe ingewikkelder de ontworpen regelaar. En ingewikkelde regelaars zijn moeilijk te implemen-

teren. Het is verbluffend hoe een eenvoudige regelaar het gedrag van een complex systeem naar wens kan beïnvloeden.

Wat is mijn aandeel hierin?

Dit valt onder de noemer systeem- en regeltheorie met de nadruk op theorie in plaats van de techniek. De kunst zit in de relatie tussen de keuze van modellen voor het systeem, de outputs, de inputs en de storingen en natuurlijk de doelstellingen voor het gedrag van het systeem. Dit leidt tot ontelbaar veel verschillende wiskundige problemen om op te lossen: de verborgen wiskunde. Dit is het aspect van het vak waar ik me mee bezighoud en in het bijzonder met systemen die door partiële differentiaalvergelijkingen beschreven worden, zoals een flexibele robotarm of een satelliet.

Satellieten zijn erg gevoelig voor trillingen. Als we willen onderzoeken hoe we ongewenste trillingen kunnen onderdrukken, hebben we eerst een model van het systeem nodig. Maar om de essenties van het probleem te analyseren beginnen we echter eerst met een prototype; een eenvoudig systeem dat de belangrijkste kenmerken van het oorspronkelijke systeem vertoont. Als prototype van de flexibele satelliet nemen we een lange flexibele balk met twee armen en in het midden de naaf. Stel dat we de trillingen willen onderdrukken door een kracht in het midden van de balk uit te oefenen. Stel ook dat we de snelheid van de naaf kunnen meten. Wij stellen een wiskundig model voor deze balk samen met de meting en de kracht op. Hieruit abstraheren we een wiskundig probleem om op te lossen: vind een voorschrift voor het kiezen

van de kracht u in termen van de meting y . Uit de wiskundige analyse blijkt dat de trillingen op een verrassend eenvoudige manier onderdrukt kunnen worden. Dit is de meest eenvoudig denkbare regelwet: neem de gemeten waarneming en gebruik dit als negatieve feedback. Dat dit zou werken wisten de ingenieurs al lang. Maar wat ik en mijn wiskundige collega's intrigeert is precies waarom dit werkt; wat karakteriseert de systemen waarvoor dit werkt en is het mogelijk om systemen te ontwerpen die zo werken? Zijn er andere manieren om dit te doen? Onze manier van begrijpen en van rechtvaardigen is om met wiskundige bewijzen te komen. Er ontstaat een boeiende verplechting van de fysisch gemotiveerde vragen en de wiskundige structuren. Hier ga ik verder niet op in; het is een compleet andere taal. Wie meer over de verborgen wiskunde wil weten kan een van mijn boeken doorbladeren of naar mijn homepage kijken; google Ruth Curtain, Groningen.

Het wiskundig onderzoek naar passieve systemen zoals de flexibele balk heeft een lange geschiedenis in de systeem- en regeltheorie en veel van mijn collega's in de zaal hebben hieraan bijgedragen. Er wordt nog steeds hieraan gewerkt. Dit specifieke voorbeeld van een flexibele balk is een gevolg van vrij recent onderzoek naar oneindig dimensionale, passieve, systemen dat op de rand van systeemtheorie en operatorentheorie ligt.

Maar wat heeft dit te maken met het uitdempen van de trillingen van de satelliet? Uit ons onderzoek weten we het hoe en waarom van het uitdempen van trillingen in een hele scala van ideale flexibele systemen. Maar om



Figuur 5 Linksboven: Purdue University (1969-1971), links onder: University of Warwick (1971-1977), middenboven: collega's van het Control Theory Centre, van links naar rechts: Tony Pritchard, Ruth Curtain, Patrick Parks en Larry Markus, middenonder: promotie van Paola Rocha (1986), van links naar rechts: Paola Rocha, Jan Willems, Christiaan Heij (staand), Ruth Curtain, Aad Stam (achter), Cees Praagman, Eric Thomas (achter) en Hans Nieuwenhuis, rechts: Rijksuniversiteit Groningen

een satelliet te regelen moet men met vele andere theoretische en vooral praktische aspecten rekening houden die ik vanwege tijdsgebrek niet kan behandelen. De wiskundige systeem- en regeltheorie draagt vooral bij aan de theoretische mogelijkheden voor ideale scenario's. De regeltechnici moeten deze dan vertalen naar implementeerbare regels in samenwerking met ander technische ingenieurs, in dit geval uit de ruimtevaart.

Systeem- en regeltheorie is een uitstekend voorbeeld van toegepaste wiskunde

Er is een sterke wisselwerking tussen mijn vakgebied systeem- en regeltheorie en de regeltechniek (de praktijk) en tussen systeem- en regeltheorie en zuivere wiskunde; ze voeden en stimuleren elkaar. Deze wisselwerking is essentieel voor alle drie de componenten. Dat vind ik nog altijd het boeiende van mijn vak dat tussen de zuivere wiskunde en de techniek in zit.

Een Australische blik terug op 29 jaar RUG

Nu terug naar de titel van deze lezing: in het begin heb ik een aantal persoonlijke anekdotes verteld over mijn ervaringen als Australisch meisje in de vijftiger jaren. Hoe heb ik het hier in Nederland als Australische ervaren? Mijn gevoel is dat mijn ervaringen hier voor slechts tien procent bepaald waren door het vrouw zijn en voor 90 procent door het Angelsaksische zijn. Wat het 'vrouw zijn' betreft, vermoed ik dat dit in mijn persoonlijke loopbaan in Nederland eerder een voordeel dan een nadeel was, maar dit heeft meer met

het tijdperk dan met het land te maken. Mijn definitie van Angelsaksisch is de gemene deler van het Verenigd Koninkrijk, de Verenigde Staten en Australië en tegen deze achtergrond heb ik het fascinerend gevonden om de Nederlandse cultuur en de veranderingen hierin te leren kennen. De verschillen zijn te veel om op te noemen, dus zal ik volstaan met wat mij toen het meest opviel:

- Alles moet 'leuk' zijn;
- In universitaire commissies hoort men hier niet te stemmen, maar ellenlang te praten om tot een unanieme (vaak suboptimale) beslissing te komen;
- Beleid en uitvoering worden vaak gescheiden, waardoor veel tijd werd besteed aan niet of slecht implementeerbaar beleid;
- Er bestaat geen land waarin aan de structuur van onderwijs en onderzoek tijdens de laatste dertig jaar zo veel is gesleuteld;
- Er bestaat geen Engelse vertaling voor het begrip 'allochtoon';
- 'Team' is een Engels leenwoord;
- In Nederland is het percentage Nederlanders met een baan van meer dan tien uur een belangrijk statistisch gegeven, terwijl men in Angelsaksische landen het percentage voltijdsbanen onder de bevolking relevanter vindt;
- Universteit en university zijn niet hetzelfde;

Ik zal nader ingaan op dit laatste. Bij mijn aankomst in 1977 bij wiskunde in het WSN-gebouw op het Paddepoel terrein werd ik door de hoogleraar informatica, Harry Whitfield, met Britse ironie verwelkomd

met de woorden: "Welcome to the science ghetto." Inderdaad leek het meer op werken op kantoor dan werken op een *university* zoals ik dat kende. Niet alleen kwam ik niet in aanraking met collega's uit andere afdelingen van onze faculteit, laat staan collega's uit de alpha-faculteiten, maar wiskunde werd in kleine koninkrijkes opgedeeld. In de vier *universities* waar ik had gezeten, voelde ik me in de eerste plaats lid van de afdeling wiskunde en in de tweede plaats lid van de university. Je hoorde bij een team en of je de anderen aardig of niet vond, werkte je samen als team, net zoals op een Angelsaksische school. Ik moet toegeven dat ik de sfeer van een university miste. Gelukkig zijn over de jaren daar wat veranderingen in gekomen en ik verwelkomde de plannen om een mini-bétacampus van het *Zernike* te maken compleet met een stafclub. Maar dat maakt het nog geen university, wat overigens niet erg hoeft te zijn; het is gewoon anders.

Een ontwikkeling van de laatste jaren is de stormvloed van cijfers en statistieken die worden geproduceerd over het onderwijs in het streven om de kwaliteit te meten en de kosten te drukken. Helaas resulteert dit vaak in het verschuiven van de kosten van onderwijs en onderzoek naar kosten voor het meten en evalueren. Statistieken en enquêtes worden ook gebruikt om academische hit lists te produceren zoals die van Elsevier. Als voorbeeld van dit verschijnsel wil ik ingaan op de rangschikking van de top tweehonderd van universiteiten in de wereld van de Britse *Times Higher Educational Supplement* (zie tabel 1).

1	USA	Harvard University	19	AUS	Melbourne University
2	USA	MIT	23	AUS	Australian National University
3	UK	Cambridge University	33	AUS	Monash University
4	UK	Oxford University	38	AUS	Sydney University
5	USA	Stanford University	40	AUS	University of NSW
6	USA	Univ. Calif, Berkeley	47	AUS	Queensland University
7	USA	Yale University	53	NL	Delft University of Technology
8	USA	CAL TECH	57	NL	Erasmus University
9	USA	Princeton University	58	NL	Amsterdam University
10	Fr	Ecole Polytechnique	70	NL	Eindhoven univ. of Technology

Tabel 1 Lijst uit de top tweehonderd van universiteiten van de Britse *Times Higher Educational Supplement*

1	USA	Harvard University	41	NL	Utrecht University
2	UK	Cambridge University	56	AUS	Australian National University
3	USA	Stanford University	72	NL	Leiden University
4	USA	Univ. Calif, Berkeley	82	AUS	Melbourne University
5	USA	MIT	102–150	AUS	Sydney, Qld
6	USA	CALTEC	102–150	AUS	Wester Aus.
7	USA	Columbia University	102–150	NL	Amsterdam, Groningen
8	USA	Princeton University	151–200	NL	UNSW
9	USA	Chicago University	151–200	NL	Delft, VU
10	UK	Oxford University	151–200	NL	Wageningen University

Tabel 2 Lijst uit de top tweehonderd van universiteiten uit Shanghai

In de linkerkolom ziet men de top tien universiteiten waarvan het merendeel Amerikaanse universiteiten zijn en negen van de tien Angelsaksische universiteiten. Met uitzondering van de University of California at Berkeley zijn het elite universiteiten met elitaire financiële middelen. In de rechter kolom vergelijk ik de beste geplaatste Australische universiteiten met de best geplaatste Nederlandse universiteiten. Ze zijn allemaal publieke universiteiten en ik vond de resultaten verrassend. De RUG kwam niet voor in de top tweehonderd. Maar bij de opening van het academisch jaar 2006 heeft de rector magnificus vol trots verteld dat Groningen wel tot de top tweehonderd universiteiten van de wereld hoort. Hoe kan dat? Dat kan omdat er meer dan één ranglijst van top tweehonderd universiteiten wordt geproduceerd. In tabel 2 staat een uittreksel uit de Shanghailijst.

Men ziet dat er een grote overeenkomst bestaat tussen de top tien, maar daar houdt het mee op. Maar wat betekenen deze top tweehonderd lijsten? Wat zijn de criteria en hoe meten ze ze? Voor de 2005 rangorde hebben ze het gedaan als in tabel 3.

Ik zal niet ingaan op al deze criteria. Het punt dat ik wil maken is dat hun criteria een overlap van slechts twintig procent hebben. Ik zal ook niet ingaan op de vele andere

lijsten van de top tweehonderd universiteiten. Uit deze tabel is het duidelijk dat hun definities van 'de top tweehonderd universiteiten' totaal verschillend zijn. Wij wiskundigen denken te weten hoe men met definities moet omgaan. Eerst moet men een significante entiteit of begrip identificeren, dan een strakke definitie opstellen en pas daarna stellingen erover bewijzen. Maar met het begrip 'top tweehonderd universiteiten' begin-

	THES Shanghai	
% Academic peer review	40 %	0 %
% Recruiter review	10 %	0 %
% international staff	5 %	0 %
% international students	5 %	0 %
Staff-student ratio	20 %	0 %
Citations in expanded CSI	20 %	20 %
# Nobel prizes & Fields medals alumni	0 %	10 %
# Nobel prizes & Fields medals staff	0 %	10 %
# highly cited staff	0 %	20 %
# articles in Science & Nature	0 %	20 %
# normalization for size	0 %	10 %

Tabel 3 Criteria voor de beste universiteiten.

nen ze eerst met de stellingen en pas daarna geven ze slechts oppervlakkig aan waarop ze zijn gebaseerd. Het wordt een nieuw tak van sport: 'wetenschappelijke topsport', maar in deze sport mag men eigen regels kiezen. De Australiërs zullen met trots naar de THES-lijst verwijzen en de Nederlanders naar de Shanghailijst, of nog beter, naar de lijst van hun eigen citatieguru, Professor van Raan in Leiden.

Professor van Raan gelooft in bibliometrische indicatoren, zijn vakgebied, want deze zouden objectief zijn. Alleen is de beslissing om uitsluitend te kijken naar zijn keuze van bibliometrische indicatoren allesbehalve objectief. In het bijzonder worden aspecten zoals 'scholarship' en het onderwijs helemaal buiten beschouwing gelaten. Objectief of niet, wetenschappelijke topsport is pas begonnen en ik citeer uit de *Times Higher Education Supplement* "While the debate continues on the methodology, ..." "there has been little argument about the thrust of the world ratings. They strive to be current, rather than historical, and to find proxies for excellence in teaching and research. An international outlook and a global reputation among academics, students and employers are all important aspects of a university that ranks among the world elite... the search for the world's leading universities is surely unstoppable." Deze hit lists hebben een enorme uitwerking op de ontwikkeling van onderwijs en onderzoek in alle landen. Ik voorspel dat over nog eens 29 jaar de verschillen tussen de culturen van de universiteiten en van de universiteiten erg klein zal zijn, "for better or for worse." Maar ik hoop dat sommige verschillen behouden blijven. In het bijzonder, de Nederlandse promotietraditie is iets om te koesteren, als ook de na-promotietradities. Verder is de traditie van het opstellen van stellingen of beweringen het behouden waard. Maar misschien zou het interessanter zijn als emeriti ook in de gelegenheid gesteld zouden worden om stellingen te poneren. ←

Meer informatie Het huidige artikel is een verkorte versie van de oorspronkelijke rede. De oorspronkelijke tekst, tezamen met foto's en een video-opname kunnen op <http://www.math.rug.nl/~curtain> worden gevonden.