

Voorstel voor SURF innovatieproject onderwijsvernieuwing:

Web-deductie voor het onderwijs in formeel denken

Penvoerende instelling:

Radboud Universiteit Nijmegen

Partner instellingen:

Vrije Universiteit Amsterdam

Datum:

3 april 2006

Inhoudsopgave

1. Doelstelling	3
2. Planbeschrijving	3
3. Omgeving van het innovatieproject	4
4. Resultaten en criteria voor toetsing	6
Bijlage 1: Begroting	7
Bijlage 2: Persoonsgegevens	7

1. Doelstelling

Helder denken is een van de belangrijkste academische vaardigheden. Een van de zuiverste vormen van helder denken vinden we in de wiskundige logica, een vakgebied dat zich tussen wiskunde, informatica en filosofie in bevindt, maar dat ook belangrijk is in andere studies zoals bijvoorbeeld taalkunde en rechten.

Het blijkt met conventionele middelen moeilijk om studenten het redeneren op de manier van de wiskundige logica goed aan te leren. Vooral het belangrijke aspect van *formaliteit*, dat er in de wiskundige logica geen enkele ambiguïteit meer mogelijk mag zijn, en dat het om deze reden essentieel is dat er *niet* flexibel met redeneerregels wordt omgegaan, maar dat deze tot in de details gevolgd dienen te worden, is lastig over te brengen. De ervaring is dat met de huidige onderwijsvormen studenten na het volgen van een cursus wiskundige logica wel globaal begrijpen waar het om gaat, maar dat ze over het algemeen niet in staat zijn zelf een wat ingewikkeldere redenering foutloos volgens de regels van de wiskundige logica uit te voeren.

Het doel van dit project is de student een omgeving aan te bieden waarin hij of zij in interactie met de computer wel zich de wiskundige logica eigen leert maken. Hierbij zijn er twee leerdoelen die voorop staan.

- Het eerste, en belangrijkste doel is dat de student het inzicht verkrijgt dat de computer een redenering niet "ongeveer" goed kan vinden: of de redenering is correct, of niet.
- Het tweede doel is specifiek leren redeneren volgens de regels van de belangrijkste logica's.

Een verder doel is het systeem zo in te richten dat het leerproces kan plaatsvinden in het voor de student geëigende tempo, en op zo'n manier dat er op natuurlijke wijze zoveel geoefend wordt als nodig is om de regels van de logica te doorgronden en ze in realistische redeneringen te kunnen toepassen.

2. Planbeschrijving

Binnen het project zal een systeem worden gebouwd om studenten zelfstandig met wiskundige logica te laten werken, en dit systeem zal vervolgens worden gebruikt en verbeterd binnen het onderwijs in zowel Nijmegen als Amsterdam.

Dit systeem zal bestaan uit drie onderdelen.

Ten eerste is er de *bewijsassistent* Coq, een ver ontwikkeld systeem voor het met de computer op strikt logische wijze redeneren, dat in de afgelopen decennia is ontwikkeld bij INRIA in Frankrijk.

Ten tweede zal er voor dit systeem een *web interface* worden ontwikkeld om studenten in staat te stellen zo eenvoudig mogelijk met Coq te werken. Een conceptversie van dit interface is al operationeel, maar dient te worden uitgebreid en aangepast voor de specifieke eisen die een toepassing binnen het onderwijs met zich meebrengt.

Ten derde zal er een *database* met logische problemen worden ontwikkeld die de basis zal zijn van het werk dat de studenten met Coq zullen verrichten. Hierbij

zullen de problemen in de database worden geordend naar moeilijkheidsgraad en de ervoor benodigde kennis, en zal het systeem de studenten de problemen aanbieden op een wijze die het leerproces optimaal stimuleert.

Om dit systeem te realiseren, en om het vervolgens effectief in het onderwijs te kunnen inzetten heeft het project de volgende vijf werkpakketten:

Werkpakket 1: **Ontwikkeling web interface**

In dit werkpakket zal het web interface naar Coq worden gebouwd. Doel van dit pakket zijn het interface zodat te ontwikkelen dat het een toegankelijk, robuuste en veilige manier biedt om studenten logische problemen in Coq te laten aanpakken.

Een belangrijk deel van dit werkpakket is als onderdeel van het web interface de database met problemen die bij het systeem horen toegankelijk te maken, en ze voor de student beschikbaar te maken op een manier die het leerproces optimaal stimuleert.

Een ander belangrijk deel van dit werkpakket is binnen Coq een framework ontwikkelen dat de studenten beschermt tegen de volledige kracht van dit systeem. De kracht van Coq maakt het mogelijk zeer efficiënt te redeneren, maar zal voor beginnende studenten ook verwarrend werken.

Werkpakket 2: **Ontwikkeling van database met problemen**

In dit werkpakket zal de database met logische problemen worden gevuld en getest. Voor de realisatie van dit pakket is een combinatie van vakinhoudelijke en onderwijskundige kennis noodzakelijk.

Werkpakket 3: **Ontwikkeling onderwijsmaterialen**

Het systeem zal gecomplementeerd worden met onderwijskundige materialen die toelichting en voorbeelden geven. Deze documentatie zal zowel in de vorm van een begeleidende papieren syllabus als in de vorm van een verzameling web pagina's worden gerealiseerd.

Werkpakket 4: **Gebruik in de onderwijsomgeving**

Zowel aan de Radboud Universiteit als aan de Vrije Universiteit worden cursussen gegeven over de bekendste logica's: propositie- en predatenlogica. Als onderdeel van deze beide cursussen zal het systeem worden ingezet en uitgetest.

Werkpakket 5: **Evaluatie**

Aan het eind van het project zullen docenten en studenten van beide cursussen het systeem, en daarmee het project, evalueren.

3. Omgeving van het innovatieproject

De onderzoeksgroepen van de Radboud Universiteit en de Vrije Universiteit die bij dit project betrokken zijn zijn beide leidinggevend in de wiskundige logica binnen Nederland, en op de wereld toonaangevend op het gebied van het met behulp van een computer analyseren van redeneringen. Binnen de groep aan de

Radboud Universiteit is er al meerdere jaren een project gaande om met behulp van Coq serieuze wiskunde met de computer te analyseren. Binnen de groep aan de Vrije Universiteit is langdurige expertise aanwezig die zijn oorsprong had in het Automath project, een project waarin voor het eerst wiskundige redenering met behulp van de computer op correctheid werd gecontroleerd. Beide groepen houden zich bezig met de theorie van de lambda calculus, die de grondslag van systemen zoals Coq is.

Beide onderzoeksgroepen die betrokken zijn bij dit voorstel maken deel uit van een aantal nationale en internationale projecten, zoals het TYPES project, het Calculemus project, het MoWGLI project, en het ARPA project.

Het project dat in dit voorstel wordt beschreven zal op een aantal belangrijke punten innoveren met betrekking tot de al bestaande situatie met betrekking tot computerondersteund logica-onderwijs.

Er bestaan al meerdere systemen om in het kader van het onderwijs in de wiskundige logica met de computer binnen een logisch systeem te werken. Voorbeelden van dergelijke systemen zijn Jape van Richard Bornat en Bernard Sufrin, Hyperproof van Jon Barwise en John Etchemendy, en Tutch van Andreas Abel. Deze systemen worden al regelmatig bij het onderwijs in de logica gebruikt. Er zijn echter een aantal essentiële verschillen van het systeem dat binnen dit project ontwikkeld zal worden met deze al bestaande systemen:

- Het systeem zal gebaseerd zijn op een volwaardige bewijsassistent, Coq, en niet op een beperkte implementatie van logica, die alleen binnen het onderwijs in de logica bruikbaar is. Dit betekent dat de studenten, als ze met het systeem werken, niet kunstmatig "klein" gehouden worden, en dat ze vaardigheden opdoen die ook later nuttig voor ze kunnen zijn. (Coq wordt bijvoorbeeld gebruikt voor het ontwikkelen van "zero-fault" software, en voor het analyseren en controleren van wiskundige bewijzen.)
- In het systeem zal een database met problemen geïntegreerd worden op zo'n manier dat het systeem het aanbieden van materiaal en toetsen van de kennis van de student automatisch plaatsvindt. In de meeste bestaande systemen werkt de student slechts met losse problemen en niet met een heel leerpad.
- Het systeem zal gebaseerd zijn op een web interface. Hierdoor is het veel laagdrempeliger dan een systeem waarvoor eerst software geïnstalleerd en (vaak) geconfigureerd moet worden. In principe zal iedereen op de wereld die een web browser heeft onmiddellijk van het systeem gebruik kunnen maken. Ook betekent dit dat er niet het gebruikelijke probleem zal kunnen ontstaan van dat er verschillende versies van het systeem naast elkaar in gebruik zijn.

Een voordeel van dat het systeem dat binnen dit project ontwikkeld zal worden is gebaseerd op een serieus systeem als Coq, is dat het mogelijk zal zijn het systeem later uit te breiden voor het onderwijs in andere activiteiten die met Coq ondersteund kunnen worden. Voorbeelden hiervan zijn het correct bewijzen van computerprogramma's, en het doen van bewijzen binnen de wiskunde. Er heeft momenteel een verschraving van het wiskundeonderwijs in Nederland plaatsgevonden, waardoor studenten in de exacte wetenschappen die bij de universiteiten binnen komen grote moeite hebben te leren wat "bewijzen" is. Het systeem dat in dit project wordt gebouwd zou hierbinnen een belangrijke brugfunctie kunnen vervullen.

De directe aanleiding om dit project in te dienen, is dat de web technologie inmiddels voldoende ver ontwikkeld is dat een web interface van het soort dat hier wordt voorgesteld eenvoudig te realiseren is. Er bestond tot voor kort geen serieus web interface naar Coq. Evenwel is recent een eerste versie van een dergelijk interface in Nijmegen gerealiseerd. Het gebruik van het web is essentieel om het systeem voldoende controleerbaar en toegankelijk te laten zijn.

4. Resultaten en criteria voor toetsing

Het voornaamste resultaat van het project zal zijn, een nieuwe, computer-ondersteunde methode van logica onderwijs. Dit resultaat zal als deelresultaten hebben:

- Een systeem om wiskundige logica mee te leren, in de vorm van een database met problemen en een web interface naar een bewijsassistent.
- Een syllabus, zowel beschikbaar in papieren vorm als in de vorm van een verzameling web pagina's, die het gebruik van dit systeem zal begeleiden en ondersteunen.

De toetsing van het project zal aantonen of de studenten door hun gebruik van het systeem de vaardigheid hebben ontwikkeld om foutloos redeneringen op te bouwen die voldoen aan de strikte spelregels van de wiskundige logica. Deze toetsing is impliciet in het gebruik van het systeem, want de computer staat redeneringen die *niet* aan deze spelregels voldoen niet toe.

Evenwel zal het ook nodig zijn te onderzoeken of de studenten die hun redeneervaardigheden met het systeem hebben opgedaan ook zonder dit systeem goed in staat zijn om formele redeneringen op te bouwen dan studenten die alleen met mensen hiervoor hebben geoefend. Deze evaluatie zal een belangrijk onderdeel zijn van het vijfde werkpakket van dit project, en zal bestaan uit het vergelijken van de resultaten van de studenten uit voorgaande jaren met die van studenten die mee hebben gedaan aan het project.

Bijlage 1: Begroting

(De kosten in deze begroting zijn inclusief de gebruikelijke overheadkosten, maar exclusief BTW.)

Materiële kosten

werkpakket 4:	web server	5.000 euro
werkpakketten 1-5:	reiskosten voor samenwerking RU/VU	1.000 euro

Personele kosten

werkpakket 1:	6 maanden wetenschappelijk programmeur	36.746 euro
werkpakket 2:	3 maanden junior onderzoeker	14.866 euro
werkpakket 3:	3 maanden junior onderzoeker	14.866 euro
werkpakketten 4-5:	onderdeel van de normale onderwijspraktijk	

Overige kosten

accountantsverklaring	600 euro
-----------------------	----------

Totaal projectkosten **73.078 euro**

Bijlage 2: Persoonsgegevens

Radboud Universiteit Nijmegen

dr. F. Wiedijk (projectleider)
prof. dr. H.P. Barendregt
dr. J.H. Geuvers
drs. C. Kaliszyk

Vrije Universiteit Amsterdam

dr. R.C. de Vrijer
dr. F. van Raamsdonk