



Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC (www.nioc.nl) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website www.nioc.nl ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2023, gehouden op donderdag 30 maart 2023 jl. en georganiseerd door NHL Stenden Hogeschool). Bij elkaar bijna 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op donderdag 27 maart 2025 in Zwolle en wordt dan georganiseerd door Hogeschool Windesheim. Kijk op www.nioc2025.nl voor meer informatie.

Wil je op de hoogte blijven van de ontwikkeling rond Stichting NIOC en de NIOC kennisbank, schrijf je dan in op de nieuwsbrief via

www.nioc.nl/nioc-kennisbank/aanmelden-nieuwsbrief

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga kennisbank@nioc.nl.

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

12

UvA Webklas Informatica: Wat is een Programma?



Alban Ponse - Universiteit van Amsterdam

*Stephan Schroev*ers - Universiteit van Amsterdam
{alban, ssschroev}@science.uva.nl

SAMENVATTING

De Webklas Informatica ‘Wat is een programma?’ is een korte cursus voor scholieren uit 5 en 6-vwo met een Wiskunde B-profiel. Deze webklas wordt sinds 2004 online aangeboden. De deelnemer leert een eenvoudige, imperatieve programmeertaal (programmeerervaring is niet nodig). Het inleveren van opgaven en de bespreking van resultaten en problemen gaat per e-mail. Bij sommige opgaven wordt een toolkit gebruikt, andere zijn theoretisch. De studielast is 10 uur en na succesvolle afronding volgt een certificaat.

TREFWOORDEN

Webklas, Internetcursus, Imperatief Programmeren

INLEIDING

We bespreken een sterk verkorte, maar serieuze versie van een collegeserie van de Universiteit van Amsterdam (UvA) over een actief onderzoeksgebied op de UvA. Deze cursus is bedoeld voor scholieren uit 5 en 6-vwo met een profiel met Wiskunde B 1/2, maar de ervaring leert dat ook een enkele vierdeklasser of hbo-student deze cursus met plezier en succes kan doorlopen.

De UvA biedt verschillende webklassen [7] aan. Een UvA webklas is een vierwekelijkse interactieve cursus die individueel via het internet kan worden gevolgd; de studielast van een webklas is tien uur. Succesvolle

deelname aan een webklas wordt beloond met een certificaat. Sinds 2004 wordt de Webklas Informatica met de titel ‘Wat is een programma?’ aangeboden [3]. De opzet van deze webklas is de deelnemer kennis te laten maken met de programma-algebra. Programma-algebra is een wat formele benadering van de in de titel opgeworpen vraag en bedacht door Jan Bergstra (zie [2] voor een uitgebreide introductie in het Nederlands).

DE WEBKLAS INFORMATICA

De op [7] aangeboden Webklas Informatica wordt als volgt ingeleid:

Je hebt ermee te maken wanneer je iemand opbelt, geld opneemt, aan het chatten bent, een boek opvraagt bij de bibliotheek en wanneer je op reis gaat: de computer. De computer doet echter niets vanzelf. Als je de computer iets wilt laten doen, dan heb je een programma nodig. In deze webklas gaan we in op de vraag ‘wat is een programma?’. Dit is geen eenvoudige vraag, zelfs niet voor de deskundigen. We behandelen enkele fundamentele aspecten rond deze vraag en definiëren een paar eenvoudige programmeertalen. We kijken op een systematische wijze naar het grote verschil tussen syntax (de programmatekst) en semantiek (het gedrag van een programma bij uitvoer). Ten slotte bestuderen we een paar toepassingen met behulp van interactieve tools, waaronder het ‘rekenen zonder getallen’.

De opzet van de Webklas Informatica is zodanig dat van de deelnemers vooraf geen enkele ervaring met programmeren wordt verwacht. Gedurende de eerste twee weken werken de deelnemers voornamelijk met programma’s die abstracte instructies (a, b, c, . . .)

uitvoeren en wordt het verschil tussen syntax en semantiek duidelijk gemaakt. Een programma is een rijtje instructies, bijvoorbeeld `+a;b;c` waar `+a` een positieve testinstructie en `b` en `c` basisinstructies worden genoemd.

Het idee is dat uitvoering van een positieve test-instructie een antwoord `true` of `false` oplevert; na antwoord `true` wordt de volgende instructie uitgevoerd en na `false` wordt de eerstvolgende instructie overgeslagen. Na uitvoering van een basisinstructie wordt de volgende instructie uitgevoerd. Als er geen instructies meer zijn uit te voeren volgt terminatie.

De semantiek (betekenis) van programma's wordt beschreven door threads. Deze threads hebben een andere notatie dan programma's en zijn opgebouwd uit constanten voor terminatie en deadlock, en uit acties die gelijknamig zijn aan de basisinstructies. De semantiek van het programma hierboven is de thread `b.c.S <a> c.S`. Deze thread beschrijft het gedrag `if a then b.c.S else c.S` en kunnen we als volgt stap voor stap uitleggen: de thread `b.c.S <a> c.S` start met de actie `a`. Als deze actie `true` oplevert, volgt de linkertak van `..<a>..`, dus `b.c.S`, en na antwoord `false` de rechtertak van `..<a>..`, dus `c.S`. De thread `b.c.S` start met de actie `b`, gevolgd door actie `c`, gevolgd door terminatie, aangeduid door de letter `S`. Het zich voltrekken van een actie leidt altijd tot een antwoord `true` of `false` en mogelijk tot een verschillend vervolgedrag zoals bij `a` hierboven. In andere gevallen doet dit antwoord er niet toe zoals in dit voorbeeld na de acties `b` en `c`. Een eindige thread eindigt altijd in terminatie (`S`) of deadlock (dit laatste fenomeen bespreken we hier niet).

De uitvoering van het programma `+a;b;c` begint dus met uitvoering van de eerste instructie `+a` wat tot de actie `a` leidt; na antwoord `true` volgt uitvoering van de volgende instructie (dus `b`) en actie `b` vindt plaats; na antwoord `false` wordt de eerstvolgende instructie overgeslagen en dus de `c`-instructie uitgevoerd (de actie `c` vindt plaats). Na uitvoering van de basisinstructie `b` volgt ook uitvoering van `c`. Na uitvoering van de basisinstructie `c` termineert dit programma.

Programma's kunnen ook controle-instructies zoals labels en go-to's bevatten, bijvoorbeeld

```
+a;##L0;b;c;L0
```

Hier is `##L0` de instructie 'go-to L0'. De instructie `L0`, spreekt uit 'label 0', heeft alleen als doel een positie in het programma te markeren en levert bij uitvoer geen gedrag op. Het gedrag van het programma

```
+a;##L0;b;c;L0
```

```
S <a> b.c.S
```

Informatiemarkt



(dus de go-to-instructie `##L0` en de labelinstructie `L0` worden in dit voorbeeld gebruikt om over de basisinstructies `b` en `c` heen te springen). Een korter programma met hetzelfde gedrag is `+a;##L0;b;c` want de afspraak is dat een go-to instructie naar een niet in het programma voorkomend label tot terminatie leidt.

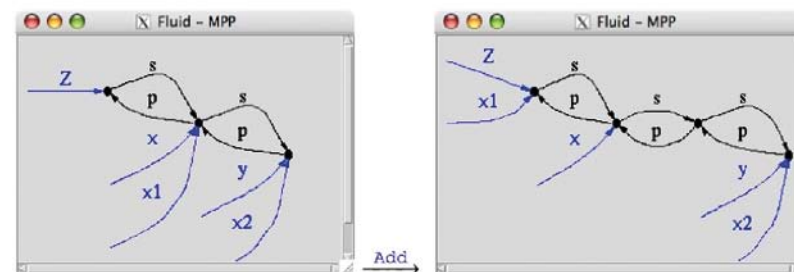
Tot slot wordt ook nog kennis gemaakt met instructies die `if ... then ... else ...`

representeren: het programma `+a{b;c};c;b;` voert `b;c` uit indien de actie `a` antwoord `true` oplevert, en anders `c;b`. Het vertrouwd raken met de syntax van programma's en threads, en het afleiden van threads uit programma's volgens de gegeven regels voor threadextractie is het belangrijkste leerdoel in de eerste twee weken. Deze stof is niet makkelijk en vergt oefening: in deze periode moeten 26 korte opgaven worden gemaakt en is de stof opgedeeld in zes hoofdstukken. Daarnaast zijn er drie hoofdstukken

met een asterisk gemarkeerd: deze hoofdstukken gaan over het beschrijven van oneindig gedrag, projectie-semantiek en over input-outputrelaties, en hebben elk hun eigen opgaven (genummerd met Romeinse cijfers) die deelnemers facultatief mogen inleveren.

De stof van Week 3 gaat over een eenvoudige theorie genaamd Moleculaire Dynamica (naar analogie met de chemie) die toestanden in een vloeistof beschrijft. Een vloeistof bestaat uit moleculen, welke op hun beurt zijn opgebouwd uit atomen. Atomen zijn verbonden door velden: gerichte bindingen (pijlen) met een label. Een focus is een unieke atoomreferentie. Verder wordt een verzameling basisinstructies (MPP) voor de manipulatie van een vloeistof geïntroduceerd, zoals `x=new`, de instructie die de creatie van een nieuw atoom met focus `x` voorschrijft. Er wordt vanaf dit punt niet meer met abstracte instructies `a, b, ...` gewerkt.

```
Add def L0; +x1/p{; x1=x1.p;
+x2/s{; x2=x2.s;
}; x2.+s; y=new; y.+p;
y.p=x2; x2.s=y; x2=x2.s; };
##L0;
}; y=x2; }
```



Figuur 1:
Rekenen met moleculen.

In Week 4 wordt MPP ten slotte gebruikt om te rekenen zonder getallen: een getallenlijn is een sliert van atomen die door middel van p en s velden met elkaar verbonden zijn, tezamen met een speciaal atoom Z dat het getal 0 representeert. Voor ieder atoom (getal) verwijzen p en s naar respectievelijk de voorganger en opvolger van dat getal in de natuurlijke getallen (Z heeft dus geen voorganger, en het laatst gecreëerde atoom heeft geen s-veld). Foci x , y , ... worden gebruikt als variabelen; hun waarde is die van het atoom waarnaar zij verwijzen. Figuur 1 toont een programma dat de getallen $x1$ en $x2$ optelt en het resultaat opslaat als y . Deze figuur toont tevens een vloeistof waarin $x1 = 1$ en $x2 = 2$ (links), en de resulterende vloeistof na het toepassen van de functie Add (rechts) met resultaat $y = 3$.

Het materiaal voor Week 3 en Week 4 is opgedeeld in zes hoofdstukken en telt tien opgaven (vijf in elke week). In totaal bevat de webklas 36 opgaven en (voor de eerste twee weken) nog tien extra facultatieve opgaven. Voor een gedetailleerde beschrijving van de inhoud van de Webklas Informatica en overige informatie verwijzen we naar [4, 3].

Quotes

De Webklas Informatica heeft drie studenten Informatica opgeleverd, waaronder Daan Staudt (zijn afstudeeropdracht met resultaat 8,5 werd gepubliceerd als [8]). Hij diende ten behoeve van toekomstige werving de volgende quote in: *'Mijn naam is Daan. In mijn zesde jaar op het Vossius Gymnasium, in 2004, heb ik met veel plezier de Webklas Informatica gevolgd. Het was een geweldige ervaring om meer inzicht te krijgen in wat een programmeertaal nu precies is. Na het volgen van deze webklas had ik een concreter beeld bij de opleiding Informatica en wist ik zeker dat deze opleiding iets voor mij was.'*

Daan was de eerste deelnemer aan de Webklas Informatica die besloot om Informatica aan de UvA te gaan studeren, hij volgde de webklas in 2004. Ook in 2005 en 2006 leverde de webklas een toekomstige UvA student op. Hieronder volgt nog een aantal citaten waarmee we het karakter van het intensieve e-mailcontact tussen deelnemers (cursief) en de webklasdocent (gewoon schrift) willen illustreren.

Uit 2005:

Ik wil jullie heel erg bedanken voor de mogelijkheid om een beter inzicht te krijgen in Informatica, ik overweeg nu om dit als tweede studie te nemen. Echt tof dat jullie dit doen!

hoihoi, hier de laatste paar opgaven. Geniet ervan en het zou fijn zijn als je me 36 kon uitleggen, want ik heb daar net een uur met mijn zus over gebeld en die vond dat het dan zo maar moest, maar ik ben het daar nog steeds niet mee eens.

Zie hier met enige vertraging de antwoorden op de opgaven uit de vierde en tevens de laatste week van de zeer informatieve, educatieve en ronduit gerieve webklas informatica. Stephan, het was een genoegen, dank je voor toekomstige moeite en voor de moeite in het verleden en excuus voor de vertraging. Tabee!

Bij opgave 28 moet je het resulterende molecuul beschrijven, niet hoe het wordt opgebouwd. Je merkt wel op dat het programma weer naar het eerste label springt (en impliciet dus dat de creatie van het molecuul oneindig lang doorgaat), dus ik reken je antwoord halfgoed.

Bij het eerste molecuul van opgave 29 gebruik je enkel velden met label f. Die zitten echter helemaal niet in het molecuul.. Waar je fout gaat, is door van links naar rechts te werken. Probeer eerst eens het meest rechteratoom te maken...

Je voelt 'm al aankomen... Je bent geslaagd! Gefeliciteerd! Het certificaat zal waarschijnlijk nog even op zich laten wachten, maar het komt er zeker aan.

Oohja: je vind het vast leuk om te weten dat je de beste deelnemer was tijdens deze webklas. Ik heb twee vragen fout en twee vragen voldoende gerekend. De rest was helemaal goed. Nogmaals gefeliciteerd!

Uit 2006:

hier zijn mijn antwoorden van week 3, sorry dat ze zo laat zijn, antwoorden van week 4 heb ik niet, ik snap het namelijk niet, heb er wel mn best op gedaan. nogmaals excuses.

Zou je iets specifiekere kunnen zijn over wat je niet snapt van de laatste opgaven? Wellicht dat ik dan wat dingen kan verduidelijken. Je krijgt van mij nog een week extra de tijd om opgave 29 en 32 t/m 36 in te leveren als je wilt.

[...]

Ik neem je antwoorden even door:

27: Goed.

28: Goed.

29: Je geeft hier de code van de verkeerde moleculen. Het is de bedoeling dat je de twee plaatjes in de inleiding (<http://staff.science.uva.nl/alban/WebKlas/Week3/index.html>) namaakt. Je kan deze opgave opnieuw inleveren als je wilt.

Uit 2007:

Mijn commentaar op je uitwerkingen voor week twee: 22. Hier gaat een aantal kleine dingetjes mis. Je programma doet hetzelfde als het oorspronkelijke, maar sommige van de labels hebben een te grote waarde gekregen: [...]
23. Hier gaat een boel mis, maar ik denk dat dat gedeeltelijk ook komt doordat je het oorspronkelijke programma niet goed gelezen hebt: sommige

instructies missen gewoon. De uitwerking is: [...]
T., bovenstaande lijkt veel commentaar, maar het gaat best wel goed. Gewoon zo doorgaan dus!

Uit 2008:

*Ik wil best extra uitleg geven, en daarbij misschien zelfs een voorbeeld gebruiken... maar dan moet ik natuurlijk wel weten *wat* je niet snapt. Zou je daarover kunnen uitwijden?*

[...]

Juist! (Zo, dat was een hele bevalling :))

[...]

Beide antwoorden zijn goed! En daarmee kan ik mededelen dat je de Webklas Informatica succesvol hebt afgerond! Het begin (week 1) verliep een beetje stroef, maar daarna heb je extra inzet getoond en is het toch allemaal goed gekomen.

ERVARINGEN

Het aantal deelnemers aan de Webklas Informatica fluctueert van jaar tot jaar. Tabel 1 toont enkele statistieken sinds november 2005. Zoals eerder gezegd zijn de webklasopdrachten verspreid over vier weken. De tabel toont voor iedere editie hoeveel deelnemers ten minste één opgave van een specifieke week hebben ingeleverd. Verder toont de tabel hoeveel scholieren daadwerkelijk geslaagd zijn.

Editie	Week	Week 2	Week 3	Week 4	n	Geslaagd %
November 2005	29	26	24	22	22	76
November 2006	8	8	7	6	4	50
November 2007	3	2	2	2	2	67
November 2008	13	10	10	5	5	38

Tabel 1:

Enkele statistieken.

De cijfers in Tabel 1 behoeven enige uitleg. In november 2005 hadden we veel deelnemers omdat twee wiskundecolleges van het Barlaeus Gymnasium in Amsterdam [1] hun leerlingen de mogelijkheid boden de Webklas Informatica als een alternatieve praktische opdracht (PO) te volgen. Voor deze scholieren gold de webklas dus als officiële studielast. De functie van de webklas als officieel studiemateriaal bracht een extra verantwoordelijkheid met zich mee: we hebben één van de scholieren van het Barlaeus na twee weken op het hart moeten drukken een andere PO te kiezen omdat duidelijk werd dat hij de Webklas Informatica niet succesvol zou afronden.

De toekomst

Allereerst willen we deze webklas blijven aanbieden. De ervaring heeft geleerd dat de maand november hiervoor een geschikte periode is. Ook zijn we door de ervaring nogal soepel met onze deadlines geworden en accepteren we vrij gemakkelijk enige vertraging (soms wel van een paar weken).

In het schooljaar 2008-2009 zijn in samenwerking met de Its Academy [5] en 4 scholen in de regio Hilversum 2 webklassen, waaronder de Webklas Informatica,

bewerkt tot zogenaamde 'onderwijsmodules' voor leerlingen van 5-vwo. Het doel van dit project is het ontwikkelen van verrijkingstof naast de in gebruik zijnde leergangen Informatica. Aan deze eerste proefronde namen 3 informaticadolleges en 50 leerlingen afkomstig van 4 scholen deel, en natuurlijk de begeleiders van de webklassen. Eind 2008 is de onderwijsmodule Informatiekunde 'Social Web' succesvol afgerond. De onderwijsmodule Informatica 'Wat is een programma?' heeft vanaf mei 2009 4 weken proefgedraaid (onderbroken door een vrije week en op één school ook nog een werkweek): per school werd 1 les per week door ons gegeven, en een tweede les door de eigen docent. Daarnaast werd intensief gebruik gemaakt van e-mail en internetcontact. De ervaringen wijzen uit dat de thematiek van deze module voor de 'gemiddelde deelnemer' nogal abstract is en dat het zorgvuldig lezen (en bestuderen) van enkele enigszins formeel getinte, korte tekstfragmenten (1 of 2 pagina's A4) op zich al een moeilijke opgave is. Niettemin zijn we met klem uitgenodigd volgend schooljaar terug te komen en door te gaan met dit project.

In het najaar van 2009 is de stof van onze onderwijsmodule tot eigenstandig lesmateriaal ontwikkeld (inclusief uitgebreide toolondersteuning via een webapplicatie) en is een docentenhandleiding

gepubliceerd. Verder blijven we vanuit de UvA als ontwikkelaars uitdrukkelijk beschikbaar voor incidentele ondersteuning van de docenten die deze onderwijsmodule willen gebruiken. Ten slotte blijven we ook beschikbaar voor ondersteuning van leerlingen die hun activiteiten voor de webklas of onderwijsmodule tot profielwerkstuk willen uitbreiden.

Bij elke editie van de webklas beschouwen we het cursusmateriaal kritisch en waar nodig proberen we dit te verbeteren en/of uit te breiden. De hierboven beschreven ervaringen in Hilversum met leerlingen die wel het vak Informatica volgden, maar er niet zelf voor hadden gekozen aan onze module mee te doen, vormden aanleiding om enkele links met extra uitleg en interactieve oefeningen te maken, om op die wijze de wat moeilijkere onderdelen zoals threadextractie beter over te brengen (zie [6] en bijvoorbeeld de verwijzing hiernaar in de inleiding van Hoofdstuk 3 van de webklas [3]).

VERANTWOORDING

De auteurs van de Webklas Informatica zijn de UvA-docenten Inge Bethke en Alban Ponse. Zij zijn ook de auteurs van de leergang 'Programma-Algebra, een Inleiding tot de Programmatuur' [2] die in het eerstejaarsonderwijs in de UvA Bachelor Informatica wordt gebruikt. Het leerdoel van dit onderwijs is het overbrengen van een algebraïsche benadering van de achterliggende concepten van het imperatief, sequentieel programmeren. De webklas is een sterk verkorte, maar serieuze versie van deze leergang en beoogt voor elke goedwillende deelnemer toegankelijk te zijn: voorkennis en ervaring zijn niet nodig en moeilijke begrippen zoals uit de algebra komen niet voor in het cursusmateriaal.

Stephan Schroevers is sinds enkele jaren de docent van de Webklas Informatica. Hij heeft jarenlange ervaring als assistent in het Informaticaonderwijs en als voorlichter van de studie Informatica. Stephan Schroevers is nu student in de Master of Logic (UvA) en doceert tevens ten behoeve van de Its Academy aan leerlingen van Amsterdamse en Hilversumse scholen. Het materiaal van de Webklas Informatica is vrij beschikbaar via de site [3].



[1]

Barlaeus Gymnasium, <http://www.barlaeus.nl/>.

[2]

I. Bethke en A. Ponse. Programma-Algebra, een Inleiding tot de Programmatuur. Amsterdam University Press, 2003. ISBN 90 5629 279 X.

[3]

I. Bethke en A. Ponse. Webklas Informatica, <http://www.science.uva.nl/alban/WebKlas/>.

[4]

I. Bethke en A. Ponse. Synopsis van de Webklas Informatica, <http://www.science.uva.nl/alban/WebKlas/Docent/Synopsis.html>.

[5]

Informatica, Techniek en Science Academy. Samenwerkingsverband tussen de UvA, VU, HvA en INHOLLAND en plm. 40 scholen in de regio Noord-Holland/Flevoland, <http://www.itsacademy.nl/>.

[6]

S. Schroevers. Voorbeelden en samenvattingen van de Webklas Informatica, <http://student.science.uva.nl/sschroev/pga/extra/>.

[7]

UvA Webklassen, <http://www.studeren.uva.nl/webklassen/>.

[8]

D. Staudt. A Case Study in Software Engineering with PSF: A Domotics Application. PRG-Report PRG0811, August 2008. Beschikbaar op <http://www.science.uva.nl/research/prog/publications.html>.