

Honours projecten BSc Informatica: twee voorstellen

mogelijk ook geschikt voor BSc Kunstmatige Intelligentie

Alban Ponse

section Theory of Computer Science

Informatics Institute, University of Amsterdam

<https://staff.fnwi.uva.nl/a.ponse/>

8 september 2016

Twée voorstellen voor Honoursprojecten

Begeleiding

Wekelijkse, korte bijeenkomsten

Begeleiders

Inge Bethke & Alban Ponse

Onderzoeksgroep / context

*Theory of Computer Science,
Instituut voor Informatica*

FOKKE & SUKKE KNOW WHAT SCIENCE IS ABOUT

A MOST IMPRESSIVE
DEMONSTRATION, COLLEAGUE...

BUT WILL IT WORK
IN THEORY?



Voorstel 1: **Getalsrepresentaties en termherschrijven**

Honoursproject voor INF (evt KI) voor **twee studenten**
(mogelijk **één student**)

Getalsrepresentaties (binair, decimaal) zijn fundamenteel in de aritmetische programmatuur.

Interesse: normaalvormen voor diverse representaties van \mathbb{Z} met $+$, \cdot en de additieve inverse functie (de “min”), dus $-(_)$.

Gezocht: *termherschrijfsystemen* die deze normaalvormen opleveren **en** die wenselijke (wiskundige) eigenschappen hebben.

Idee: Een decimaal getal als **132** zien we als normaalvorm met de waarde

$$||132|| = 10 \cdot ||13|| + 2 \quad \text{en} \quad ||13|| = 10 \cdot ||1|| + 3 = 10 \cdot 1 + 3$$

dus, algemener, $||wd|| = 10 \cdot ||w|| + d$ met $d \in D = \{0, 1, 2, \dots, 9\}$ en $w \in D^*$.

Twee perspectieven op de structuur, uitgaande van D .

Eerste perspectief:

$$(1 \hat{d} 3) \hat{d} 2$$

representeert het decimale getal 132 en de functie $_ \hat{d} _$ (infix notatie) is een *tree-constructor*.

Typische herschrijfregels:

$$0 \hat{d} x \rightarrow x$$

$$x \hat{d} (y \hat{d} z) \rightarrow (x + y) \hat{d} z$$

$$x \cdot (y \hat{d} 2) \rightarrow ((x \cdot y) \hat{d} 0) + (x \cdot 2)$$

Vb: $2 \hat{d} (1 \hat{d} 5) = (2 + 1) \hat{d} 5 = 3 \hat{d} 5 \quad (= 35)$

Ook: $_ (1 \hat{d} 3) \hat{d} 2$ is normaalvorm, maar wat is die van $1 \hat{d} (_ (3 \hat{d} 2))$?

Tweede perspectief: Tien functies $\mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$ (postfix notatie)

$$_ :_d 0, _ :_d 1, _ :_d 2, \dots, _ :_d 9,$$

decimal append zero, ..., en decimal append nine.

Vb: $(1 :_d 3) :_d 2$ representeert het decimale getal **132**. Typische herschrijfgeregels:

$$0 :_d 2 \rightarrow 2$$

$$x \cdot (y :_d 2) \rightarrow ((x \cdot y) :_d 0) + (x \cdot 2)$$

Vraagstelling: Onderzoek of de herschrijfsystemen in de paper *Three Datatype Defining Rewrite Systems for Datatypes of Integers each extending a Datatype of Naturals*,

<http://arxiv.org/abs/1406.3280v4> qua efficiëntie, begrijpelijkheid en mate van determinisme kunnen worden verbeterd.

Eventueel ook: werk aan de open vragen gesteld in de paper *Datatype defining rewrite systems for the ring of integers, and for natural and integer arithmetic in unary view*, <http://arxiv.org/abs/1608.06212v1>

Voorstel 2: Short-circuit-logica (SCL)

Honoursproject voor INF (evt KI), bij voorkeur voor **twee studenten**
(mogelijk **één student**)

Context: Welke logische wetten karakterizeren *short-circuit* evaluatie van Boolese condities in de setting van het imperatief programmeren (of van het redeneren over programma's)?

⇒ vaststelling van de mogelijke zij-effecten die in de evaluatie van zulke condities kunnen optreden: een eenvoudig voorbeeld met `&&` ("Logical and") is de conditie

$$(f(x) > 17) \ \&\& \ (y < 3)$$

want als evaluatie van $f(x)$ van invloed kan zijn op de waarde van y , kan deze conditie een **ander** resultaat (true of false) opleveren dan

$$(y < 3) \ \&\& \ (f(x) > 17)$$

en geldt commutativiteit van `&&` dus **niet**.

Tegenvoorbeeld: links-distributiviteit van $\&\&$ over $\|\|$ ("Logical or").

- 1) For program variable i , $\text{atom } (i==k)$ with $k \in \mathbb{Z}$ is a test, and
- 2) Boolean evaluation of assignment $(i=e)$ yields *false* iff e 's value is 0.

Then, if i has initial value 2,

$(i=i+1) \&\& ((i==2) \|\| (i==3))$ evaluates to *true*, and

$((i=i+1) \&\& (i==2)) \|\| ((i=i+1) \&\& (i==3))$ evaluates to *false*

Logische wetten die **niet** gelden: (equationeel)

- ▶ alle varianten van distributiviteit, bv.

$$x \&\& (y \|\| z) = (x \&\& y) \|\| (x \&\& z) \text{ (als hierboven)}$$

- ▶ alle varianten van absorptie, bv. $x \&\& (x \|\| y) = x$

- ▶ $x \&\& x = x$ en $x \|\| x = x$

Aanpak: druk samengestelde condities uit mbv *Hoare's conditional* :

$$P \triangleleft Q \triangleright R$$

staat voor "If Q then P else R " en definitie van $\&\&$ is dan

$$P \&\& Q = Q \triangleleft P \triangleright F$$

met F een constante voor "false".

Dit is zgn. *short-circuit evaluation*: er wordt niet meer ge-evalueerd dan nodig: als P "false" oplevert, dan ook $P \&\& Q$ **zonder dat Q wordt ge-evalueerd**.

Short-circuit disjunctie $||$ (de "logical or") is gedefinieerd als

$$P || Q = T \triangleleft P \triangleright Q$$

met T een constante voor "true", en negatie \neg is gedefinieerd als

$$\neg P = F \triangleleft P \triangleright T$$

Mogelijke zij-effecten van Boolese (atomaire) condities worden gekarakteriseerd door verschillende semantieken.

Free valuation congruence (fvc): alle mogelijke zij-effecten (met evaluatie naar true / false)

⋮ (Minstens drie andere semantieken)

Static vc (svc): als in propositielogica (geen zij-effecten)

Vraagstelling: Bestudeer Repetition-proof SCL en probeer aan de hand van de scriptie van Jeroen van Wier (<https://esc.fnwi.uva.nl/thesis/centraal/files/f1647284831.pdf>) de *conjecture* op p.28 te bewijzen.

Literatuur: *Short-circuit logic*. Available at arXiv:1010.3674v4 [cs.LO,math.LO], 12 March 2013.

Evaluation trees for proposition algebra. Available at arXiv:1504.08321v2 [cs.LO], 19 May 2015.

N.B.

- 1 Varianten van $\&\&$ en $||$ die volledige ("strict") evaluatie voorschrijven, zijn definieerbaar in termen van short-circuit evaluatie:

$$P \& Q = (P || (Q \&\& F)) \&\& Q$$

$$P | Q = (P \&\& (Q || T)) || Q$$

- 2 Voor atomen a, b, c kan

$$a \triangleleft b \triangleright c$$

niet worden uitgedrukt mbv $\&\&$ en $||$ en \neg als er (sterke) zij-effecten mogen optreden.

- 3 Meer informatie beschikbaar op

<https://staff.fnwi.uva.nl/a.ponse/scl.php>