

# Sectie TCS (Theory of Computer Science)

Bezoek studenten tbv Practicum Academische Vaardigheden

Alban Ponse

Sectie *Theory of Computer Science*

Instituut voor Informatica, FNWI

Universiteit van Amsterdam

<https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/>

31 oktober 2017

# Programma voor vandaag

WELKOM en even voorstellen

- 1 Rekenen zonder getallen, demo (colleges TAP & CT)  
(<http://tcs.science.uva.nl/WebToolset/parser>)  
(<https://staff.fnwi.uva.nl/b.diertens/pga/toolset/>)

OF

Short-circuit-logica (honours- / afstudeerprojecten)  
(Slides 3–10)

- 2 Wat meer informatie over de sectie TCS (onderzoek en onderwijs)  
(Slides 11–15)

# Short-Circuit-Logica

*Imperative programming.* Stel

$$a = (x > 3)$$

$$b = (f(x) == 0)$$

$$c = (g(x) > 3)$$

zijn condities (Boolese expressies) in programma's  $P_1$  and  $P_2$ :

$P_1$  :                    ... if ( $a$  AND ( $b$  OR  $c$ )) then ( $P$ ) else ( $Q$ )

$P_2$  :                    ... if (( $a$  AND  $b$ ) OR ( $a$  AND  $c$ )) then ( $P$ ) else ( $Q$ )

**VRAAG:** Leveren  $P_1$  en  $P_2$  hetzelfde resultaat (na uitvoering)?

# Systematische analyse

Algemener: stel een programma bevat het volgende fragment

if ( $a$  AND ( $b$  OR  $c$ )) then (..) else (..)

**VRAAG:** Welke logische wetten op condities als hierboven zijn geldig?  
Die van de propositielogica?

Bijvoorbeeld: geldt links-distributiviteit van AND over OR, dus

$$x \text{ AND } (y \text{ OR } z) = (x \text{ AND } y) \text{ OR } (x \text{ AND } z) \quad ?$$

Of bijvoorbeeld  $x \text{ AND } x = x$  ?

Voorbeeld: stel integer variable `i` heeft waarde `2`

`(i==2)` instructie die test of integer variable `i` de waarde `2` heeft  
`[i:=i+1]` assignment die als test `true` oplevert

**Verschillende** vormen van sequentiële evaluatie van `AND` en `OR` :

`((i==2) OR [i:=i+1]) AND (i==2)`

evalueert naar

`true` met *short-circuit evaluation* (SCE) (stop zodra het kan)

`false` met *strict evaluation* (StE) (alle atomen worden ge-evalueerd)

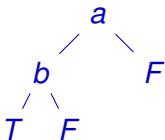
- VRAAG 1.** Wat zijn de logische wetten voor SCE?  
**2.** Wat zijn de logische wetten voor StE?

Schrijf  $\&\&$  (ipv **AND**) om SCE voor te schrijven.

Voorbeeld: alle mogelijke evaluaties van de propositie

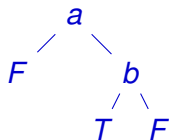
$a \ \&\& \ b$

worden gekarakteriseerd door de volgende **evaluatieboom**:

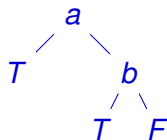


- 1 Takken vanuit een interne knoop naar **links (onder)**: het atoom evalueert naar  $T$  ("true");  
Takken naar **rechts**: het atoom evalueert naar  $F$  ("false")
- 2 Een **evaluatie** van  $a \ \&\& \ b$  is een volledig pad;  
Het blad waarin een evaluatie eindigt geeft de uiteindelijke waarde aan van de evaluatie van  $a \ \&\& \ b$

SCE-evaluatiebomen die negatie  $\sim$  en disjunctie  $||$  illustreren:



Evaluatieboom van  $\sim a \ \&\& \ b$



Evaluatieboom van  $a \ || \ b$

Takken naar **links (onder)**: de *literal* ( $a$  of  $\sim a$ ) evalueert naar  $T$   
naar **rechts (onder)**: ...  $F$

## Zeven eenvoudige axioma's (en sommige dualen):

$$\sim T = F$$

$$\sim F = T$$

$$x \ || \ y = \sim(\sim x \ \&\& \ \sim y)$$

$$\sim(\sim x) = x$$

$$T \ \&\& \ x = x$$

$$F \ || \ x = x$$

$$x \ || \ F = x$$

$$x \ \&\& \ T = x$$

$$F \ \&\& \ x = F$$

$$T \ || \ x = T$$

$$(x \ \&\& \ y) \ \&\& \ z = x \ \&\& \ (y \ \&\& \ z)$$



Nog drie axioma's:

$$\sim x \ \&\& \ F = x \ \&\& \ F$$

(levert altijd  $F$  op)

$$(x \ \&\& \ F) \ || \ y = (x \ || \ T) \ \&\& \ y$$

(in deze context wordt  $y$  altijd ge-evalueerd)

$$(x \ \&\& \ y) \ || \ (z \ \&\& \ F) = (x \ || \ (z \ \&\& \ F)) \ \&\& \ (y \ || \ (z \ \&\& \ F))$$

(  $\ ||$  rechts-distribueert over  $\ \&\&$   
als 't rechterargument  $F$  oplevert)

**Stelling.** (Daan Staudt, 2012) De tien beschreven axioma's vormen een (equationele) axiomatizing van SCE-evaluatiebomen:

voor alle condities  $P$  en  $Q$ ,

$$E \vdash P = Q \iff \text{eval-boom}(P) = \text{eval-boom}(Q)$$

**Bewijs.**

$\implies$  (*Soundness*): eenvoudig

$\impliedby$  (*Volledigheid*): ingewikkeld

# De sectie TCS, Onderzoek (in English) en Onderwijs

Website sectie TCS: <https://ivi.fnwi.uva.nl/tcs/>

Leden TCS:

Dr. I. (Inge) Bethke

Dr. B. (Bert) Bredeweg

Dr. A. (Alban) Ponse (groepsleider sinds 2012)

Betrokken ex-leden TCS:

Prof.dr. J.A. (Jan) Bergstra (sinds jan. 2017)

Dr.ir. B. (Bob) Dierens (sinds juli 2016)

Dr. P.H. (Piet) Rodenburg (sinds aug. 2011)

*Relaties: VU-onderzoeksgroep Theoretical Computer Science*

<http://www.cs.vu.nl/~tcs/>

Dr. G. (Gerard) Alberts *KdV Instituut*

# Research themes

- 1 Instruction sequences  
central question: What is a program?
- 2 Meadows  
modelling of the rational, real and complex numbers with the property that the multiplicative inverse of 0 exists  
<https://meadowsite.wordpress.com/>
- 3 Proposition algebra and short-circuit logics  
central question: What are the operators and logics underlying conditionals and short-circuit evaluation?



## Research themes Qualitative Reasoning Group (Bert Bredeweg):

- 4 Representation and reasoning  
automated problem solving methods for QR (qualitative reasoning)
  - 5 Interface and interaction  
development of workbenches for building, simulating, and inspecting qualitative models
  - 6 Knowledge capture  
empowers domain experts in better organizing their knowledge
- 

- ▶ Ontwikkeling en gebruik van verschillende toolkits, o.m.  
PSF Toolkit (Process Specification Formalism), latest update June 2017  
PGA Toolset (ProGram Algebra), latest update Jan. 2016 (web interface: 2010)
- ▶ Theorie-ontwikkeling, m.n. *publications in scientific journals*

# TCS in het onderwijs 2017/18

- ▶ Automaten en Formele Talen (Bethke, Ba Inf en Wis + Inf)
- ▶ Discrete Wiskunde en Logica (Bethke, Ba Inf)
- ▶ Inleiding Kunstmatige Intelligentie (Bredeweg, Ba KI)
- ▶ Technology for Games (Bredeweg, Ma IS en AI)
- ▶ Technology-enhanced Learning (Bredeweg, Ma IS en AI)
- ▶ Theoretische Aspecten van Programmatuur (Ponse + Diertens, Ba Inf)
- ▶ Concurrency Theory (Ponse + Diertens, Ma CS en Logic)
- ▶ Protocol Validation (Ponse, Ma CS en Logic)
  
- ▶ Honours projecten (6 EC) (Ba Inf, Ba KI)
- ▶ Research projects (6 EC) (Ma CS, Ma Logic)
- ▶ Afstudeerprojecten (18 EC: Ba Inf en KI;  
36 EC: Ma AI; 30 EC: Ma CS en Logic)

# TCS & onderwijs-gerelateerde activiteiten

- ▶ Bethke:
  - vicevz Examencommissie EW/IW
  - vz Examencommissie Ba Inf + Ma CLS
- ▶ Ponse:
  - lid Examensubcommissie SE/SNE
  - adviserend lid OC & UvA-contactpersoon Ma CS
- ▶ Webklas Informatica **Wat is een programma?**  
(sinds 2004, VO scholieren ++)