

Prolog. Gekwoteerde zitting.

Patrick De Causmaecker

22/3/2019, 14:00 - 17:00

Er zijn vier vragen. Het symbool (*) duidt een (deel van een) vraag aan die je als moeilijker kan beschouwen en eventueel uitstellen voor het geval er op het einde tijd over is.

Je kan de documentatie bij SWI-Prolog gebruiken en de slides. Andere resources op het internet zijn niet toegelaten.

Zend je antwoorden naar `patrick.decausmaecker@kuleuven.be`

1 Stamboom revisited (0.8/3)

Een stamboom wordt voorgesteld door het predicaat

ouderkind(Ouder, Kind).

waarbij zowel Ouder als Kind personen moeten zijn:

persoon(Persoon).

Elke persoon heeft 0, 1 of meerdere ouders in de stamboom. Elke persoon heeft 0,1 of meerdere kinderen in de stamboom. Schrijf de predicaten

- *gerelateerd(Persoon1, Persoon2)*
dat slaagt als *Persoon1* en *Persoon2* personen zijn die een kind gemeenschappelijk hebben.
- *broer_zus(Persoon1, Persoon2, Mate)*
dat slaagt als *Persoon1* en *Persoon2* personen zijn die juist *Mate* ouders gemeenschappelijk hebben.
- *relatievrij(Lijst)*
Dat slaagt als alle personen in *Lijst* verschillend zijn, tussen geen twee personen in de *Lijst* een *broer_zus* relatie bestaat en geen twee personen gerelateerd zijn met *Mate* > 0.

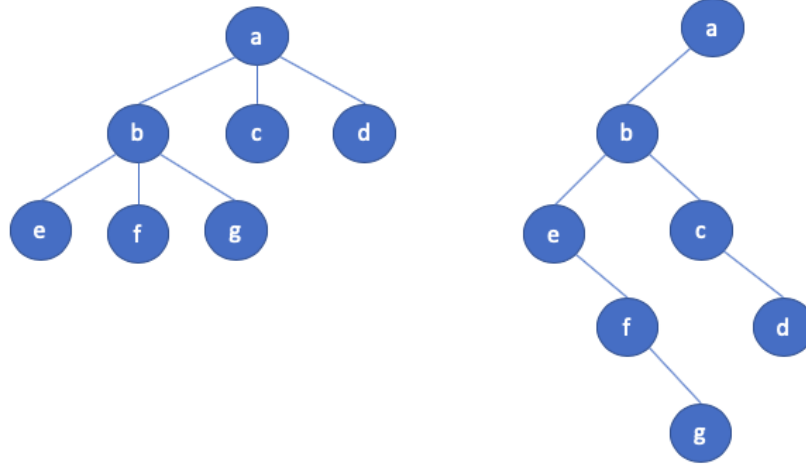
2 Bomen (0.7/3)

Stel een boom voor door een term boom/2

boom(Node, LijstSubBomen)

waarbij LijstSubbomen een lijst van boom/2 termen voorstelt. Schrijf de predicaten

- *volume(Boom, Volume)*
dat het aantal *Node* elementen in *Boom* weergeeft.
- *aanwezig(Element, Boom)*
dat slaagt als *Element* in de boom aanwezig is.
- (*)
gebinarizeerd(Boom, BinaireBoom)



Figuur 1: Een algemene boom en zijn binair equivalent.

dat slaagt als *BinaireBoom* een binaire versie is van *Boom* gebaseerd op de termen *binboom/2* en *leeg/0*:

binboom(Node, LinkerSubBoom, RechterSubBoom)

leeg

waarbij *LinkerSubBoom* en *RechterSubBoom* *binboom/2* of *leeg/0* termen zijn.¹

3 (*) Nog bomen (0.8/3)

Stel de knopen van een binaire boom voor door de term *boom/3*:

boom(Node, Links, Rechts)

waarbij *Links* de linker subboom voorstelt en *Rechts* de rechter subboom van de knoop met waarde *Node*. Veronderstel dat de boom gesorteerd is op basis van de operator $<$. Schrijf het predicaat *bevat/2*.

zitin(Element, Boom)

dat slaagt als *Boom* met een *boom/3* term kan geünificeerd waarin *Element* voorkomt, en *zitin/2*

zitin(Element, Boom)

dat slaagt als voorheen het predicaat *zitin(Element, Boom)* werd uitgevoerd. Bijvoorbeeld:

? – *zitin*(10, *B*), *zitin*(20, *B*), *zitin*(13, *B*), *zitin*(10, *B*), *zitin*(20, *B*), *zitin*(17, *B*), *zitin*(17, *B*).

slaagt, en

? – *zitin*(10, *B*), *zitin*(20, *B*), *zitin*(13, *B*), *zitin*(20, *B*), *zitin*(17, *B*), *zitin*(42, *B*), *zitin*(17, *B*).

slaagt niet.

? – *zitin*(10, *B*), *zitin*(20, *B*), *zitin*(13, *B*), *zitin*(20, *B*), *zitin*(17, *B*), *findall*(*E*, *zitin*(*E*, *B*), *Elts*).

slaagt met *Elts* = [10, 20, 13, 17].

¹Een algemene boom kan omgezet worden in een binaire boom door een knoop met een lijst van subbomen voor te stellen als een binaire boom waarin de linker subboom telkens het eerste element van de lijst subbomen voorstelt en de rechter subboom naar de voorstelling van de rest van de lijst verwijst. Zie Figuur 1.

4 Hyperoperatoren (0.7/3)

Een Hyperoperator is gedefinieerd door de volgende recursie:

$$H_n(x, y) = \begin{cases} y + 1 & \text{als } n = 0 \\ x & \text{als } n = 1 \text{ en } y = 0 \\ 0 & \text{als } n = 2 \text{ en } y = 0 \\ 1 & \text{als } n \geq 3 \text{ en } y = 0 \\ H_{n-1}(x, H_n(x, y - 1)) & \text{anders} \end{cases} \quad (1)$$

Bijvoorbeeld

$$H_1(x, y) = \begin{cases} H_0(x, H_1(x, y - 1)) = H_1(x, y - 1) + 1 & \text{als } y > 0 \\ x & \text{als } y = 0 \end{cases}$$

zodat $H_1(x, 0) = x$, $H_1(x, 1) = H_0(x, H_1(x, 0)) = x + 1, \dots, H_1(x, y) = x + y$ en men vindt verder:

$$\begin{aligned} H_2(x, y) &= x \times y \\ H_3(x, y) &= x^y \end{aligned}$$

Schrijf het predicaat $\text{hyper}/4$ zodat

$\text{hyper}(X, N, Y, \text{Hyper})$.

slaagt als Hyper gelijk is aan $H_N(X, Y)$.

Tip: Controleer dat $H_n(2, 2) = 4$ voor alle n

Tip: Controleer dat $H_3(x, y) = x^y$

Tip: De functie stijgt heel snel, wees voorzichtig met waarden groter dan 2 of 3...

Extraatje: Toon hoe een vorm van memoizatie de realiseerbare range van dit predicaat kan verhogen.