

# Programmeren met onzekerheid: Case study

**Sus VERWIMP**

Promotor: Prof. T. Schrijvers

Affiliatie (*facultatief*)

Begeleider: A. Vandenbroucke

(*facultatief*)

Affiliatie (*facultatief*)

Proefschrift ingediend tot het

behalen van de graad van

Master of Science in

Toegepaste Informatica

Academiejaar 2017-2018

© Copyright by KU Leuven Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor(en) als de auteur(s) is overnemen, kopiëren, gebruiken of realiseren van deze uitgave of gedeelten ervan verboden. Voor aanvragen tot of informatie i.v.m. het overnemen en/of gebruik en/of realisatie van gedeelten uit deze publicatie, wend u tot de KU Leuven, Faculteit Wetenschappen, Geel Huis, Kasteelpark Arenberg 11 bus 2100, 3001 Leuven (Heverlee), Telefoon +32 16 32 14 01.

Voorafgaande schriftelijke toestemming van de promotor(en) is eveneens vereist voor het aanwenden van de in dit afstudeerwerk beschreven (originele) methoden, producten, schakelingen en programmas voor industrieel of commercieel nut en voor de inzending van deze publicatie ter deelname aan wetenschappelijke prijzen of wedstrijden.

# Voorwoord

# Korte Samenvatting

# Lijst van afkortingen en lijst van symbolen

# Inhoudsopgave

<b>Voorwoord</b>	<b>i</b>
<b>Korte Samenvatting</b>	<b>ii</b>
<b>Lijst van afkortingen en lijst van symbolen</b>	<b>iii</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Probabilistic Programming Languages . . . . .	2
1.1.1 ProbLog . . . . .	2
1.1.2 Anglican . . . . .	2
<b>2 Stappenplan</b>	<b>3</b>
2.1 Spel . . . . .	3
2.2 Modelleren . . . . .	5
2.3 Evaluatiecriteria . . . . .	5
<b>3 Resultaten</b>	<b>6</b>
<b>4 Conclusie</b>	<b>7</b>

# Hoofdstuk 1

## Inleiding

Onzekerheid in artificiële intelligentie is een van de invloedrijkste domeinen van artificiële intelligentie. De reden hiervoor is omdat de wereld van nature veel onzekerheid bevat. Denk aan de volgende punten:

- Kennis (we kunnen niet alles van de wereld weten)
- Incomplete modellen (verschijnselen die niet onder het model vallen)
- Sensoren (we kunnen de wereld enkel observeren met de tools die beschikbaar zijn en deze zijn meestal nog foutgevoelig.)
- Acties (we kunnen niet elke actie uitvoeren)

Met werken met onzekerheid bedoelen we het opstellen van een hypothese, en deze hypothese (zo goed mogelijk) bewijzen aan de hand van het gegeven bewijs van de wereld. Er zijn 3 belangrijke kwesties in verband met het werken met onzekerheid:

- Representeren van onzekerheid
- Redeneren over onzekerheid
- Leren aan de hand van onzekerheid

Het representeren van onzekerheid gebeurt in het model. Een model is een weergave van een onzekerheidsprobleem waarbij elke wereld kan gesimuleerd worden. Bij het redeneren over onzekerheid maken we gebruik van het model om vragen te stellen over mogelijke hypothesen. (vb. Wat is de kans dat we een eerlijke muntstuk hebben als we deze 20 keer tossen en 15 keer hoofd en 5 keer munt verkrijgen.) In dit voorbeeld is de hypothese of het muntstuk eerlijk is. Het bewijs dat we hebben is dat we 20 keer tossen en 15 keer hoofd en 5 keer munt kregen. Wat we willen is de kans dat de hypothese klopt m.a.w. de kans dat het muntstuk eerlijk is.

Omdat het modelleren van een onzekerheidsprobleem, het redeneren over dit probleem en het leren aan de hand van de redeneringen een intensief proces is

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)}$$

Figuur 1.1: Bayes' rule geeft de kans dat een Hypothese A waar is gegeven het bewijs B.

## 1.1 Probabilistic Programming Languages

Probabilistic Programming Languages of PPL's zijn programmeertalen die het modelleren van een onzekerheidsprobleem makkelijker maakt, en vragen over deze onzekerheden kunnen oplossen aan de hand van een inferentie methode. In hoofdstukken ?? en ?? vindt u meer informatie over de implementatie en inferentie methodes van de twee PPL's die ik bespreek in deze thesis: Problog en Anglican.

Eén van de belangrijkste formules in onzekerheid is de Bayes' rule (figuur 1.1). Bayes' rule geeft de kans dat een hypothese waar is in een wereld waar er al dan niet bewijs is over deze wereld.

### 1.1.1 ProbLog

### 1.1.2 Anglican



# Hoofdstuk 2

## Stappenplan

Om de twee PPL's te evalueren en vergelijken maak ik gebruik van een zelf verzonnen spel dat probabilistische aspecten bevat. Dit spel modelleer ik in ProbLog en Anglican. Na de implementatie kan ik beginnen met het vergelijken en evalueren van de PPL's aan de hand van verschillende kwalitatieve en kwantitatieve criteria.

### 2.1 Spel

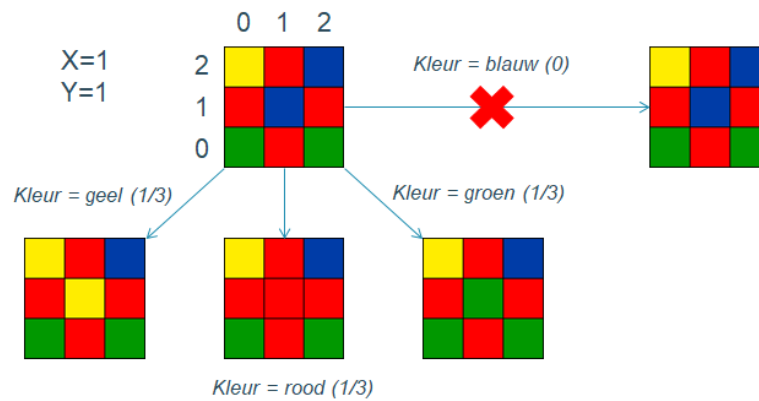
Het spel bestaat uit een bord van 10 op 10 blokken. Elke blok in het bord heeft 1 toegevoegde kleur. Er zijn 4 kleuren die aan een blok kunnen toegewezen worden: rood, groen, geel, blauw.

Elke beurt kan de speler op 1 van de blokken drukken. Als er op een blok wordt gedrukt, verandert deze van kleur. De kleur waar de blok in verandert hangt af van welke kleur de blok had voor dat er op gedrukt werd.

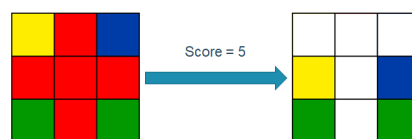
- Een rode blok verandert met  $1/3$  kans in een groene blok,  $1/3$  kans in een blauwe blok en  $1/3$  kans in een gele blok.
- Een groene blok verandert met  $1/3$  kans in een rode blok,  $1/3$  kans in een blauwe blok en  $1/3$  kans in een gele blok.
- Een blauwe blok verandert met  $1/3$  kans in een rode blok,  $1/3$  kans in een groene blok en  $1/3$  kans in een gele blok.
- Een gele blok verandert met  $1/3$  kans in een rode blok,  $1/3$  kans in een groene blok en  $1/3$  kans in een blauwe blok.

Figuur 2.1 geeft een visuele weergave van wat er gebeurd als er op een blok wordt gedrukt.

Als er drie of meer blokken van dezelfde kleur horizontaal/verticaal naast elkaar liggen verdwijnen ze en dit levert punten op. De blokken die zich boven de verdwenen blokken bevinden vallen naar beneden tot ze op een andere blok belanden ofwel op de bodem van het spelbord. De bedoeling van het spel is om in tien beurten zoveel mogelijk punten te behalen waarin de speler in elke beurt één blok van kleur kan veranderen. De beurt eindigt wanneer er geen 3 blokken van dezelfde kleur meer horizontaal en/of verticaal naast elkaar staan.



Figuur 2.1: In de figuur gebruik ik een 3x3 bord, als er op de middelste blauwe blok (1,1) wordt gedrukt, verandert de blok met  $1/3$  kans in een rode blok, met  $1/3$  kans in een groene en met  $1/3$  kans in een gele blok. De blauwe blok zal nooit in een blauwe blok veranderen.



Figuur 2.2: Stel dat de blok in figuur 2.1 rood werd, dan staan er 3 blokken met dezelfde kleur naast elkaar. Het spel verwijdert deze blokken en voor elke blok die verwijderd is krijgt de speler een punt. In dit geval heeft de speler 5 punten. De gele en de blauwe blok vallen naar beneden tot ze op een andere blok of op de bodem vallen.

## **2.2 Modelleren**

## **2.3 Evaluatiecriteria**

## Hoofdstuk 3

## Resultaten

## Hoofdstuk 4

## Conclusie

**Faculteit Computerwetenschappen**  
Geel Huis, Kasteelpark Arenberg 11 bus 2100  
3001 LEUVEN, BELGIË  
tel. + 32 16 32 14 01  
[www.kuleuven.be](http://www.kuleuven.be)

