

The ISP Course Selection Puzzle

Herbert Gorissen

Thesis voorgedragen tot het behalen
van de graad van Master of Science
in de ingenieurswetenschappen:
elektrotechniek, optie Elektronica en
geïntegreerde schakelingen

Promotor:

Prof. Gerda Janssens

Begeleider:

Matthias van der Hallen

© Copyright KU Leuven

Without written permission of the thesis supervisor and the author it is forbidden to reproduce or adapt in any form or by any means any part of this publication. Requests for obtaining the right to reproduce or utilize parts of this publication should be addressed to ESAT, Kasteelpark Arenberg 10 postbus 2440, B-3001 Heverlee, +32-16-321130 or by email info@esat.kuleuven.be.

A written permission of the thesis supervisor is also required to use the methods, products, schematics and programs described in this work for industrial or commercial use, and for submitting this publication in scientific contests.

Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van zowel de promotor als de auteur 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 ESAT, Kasteelpark Arenberg 10 postbus 2440, B-3001 Heverlee, +32-16-321130 of via e-mail info@esat.kuleuven.be.

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

Preface

Herbert Gorissen

Contents

Preface	i
Abstract	iii
List of Figures and Tables	iv
List of Abbreviations and Symbols	v
1 Introduction	1
1.1 Problemstelling	1
1.2 Doel	1
2 Related Work	3
3 Concept	5
4 Implementation	7
4.1 IDP Knowledge base	7
4.2 Front-End	8
4.3 Conflict Explanation	8
5 Evaluation	11
6 Conclusion	13
A The First Appendix	17
B The Last Appendix	19
B.1 Lorem 20-24	19
B.2 Lorem 25-27	20
Bibliography	21

Abstract

Bij de start van een opleiding aan de KU Leuven is iedere toekomstige student verplicht zijn of haar opleiding samen te stellen uit een hele waaier aan opleidingsonderdelen. De selectie van opleidingsonderdelen is echter onderworpen aan een set van regels die allemaal voldaan moeten zijn wil men een geldig individueel studieprogramma (ISP) bekomen. Het ISP maakt deel uit van een specifieke groep van problemen genaamd emphconfiguratie problemen.

Het IDP systeem ontwikkeld aan de KU Leuven laat toe domein specifieke kennis uit te drukken in $FO(\cdot)$, een uitbreiding op eerste orde logica, ook wel de theorie genoemd. Eens de kennis beschreven is kan men met het bijhorende IDP systeem verscheidene vormen van inferentie toepassen op de theorie.

IDP als kennis representatie systeem is ideaal voor het beschrijven van en later redeneren over configuratie problemen. In het verleden heeft men er al grote configuratie problemen uit de bedrijfswereld succesvol mee kunnen beschrijven en oplossen. Interessant is om te achterhalen of we dit voor het ISP selectie probleem ook kunnen doen.

Momenteel zijn er bij het opstellen van het ISP ook een aantal tekortkomingen die we met IDP zouden willen oplossen. Zo wordt het lessenrooster niet mee in rekening gebracht, waardoor studenten niet weten of ze opleidingsonderdelen opnemen waarvan de lessen mogelijk kunnen overlappen. En wat als er een foutieve selectie wordt gemaakt? Momenteel krijgt de student na het bevestigen van diens selectie een foutmelding en deze is vaak nog onduidelijk. IDP voorziet momenteel een aantal functies om de oorzaken van inconsistentie op te sporen at run-time. Handig zou zijn om hiermee korter op de bal te spelen en meteen bij een foutieve selectie uitleg te kunnen geven waarom de voorlopige huidige selectie niet correct is en hoe men dit kan oplossen.

Naast dit alles heeft deze thesis nog een andere grote doelstelling. Het opsporen van oorzaken van inconsistenties ofwel conflict explanation genoemd is een gebied waar momenteel nog veel onderzoek gaande is. Enkele interessante technieken zijn hier al voorgelegd en het is in onze interesse om na te gaan of en hoe we deze kunnen integreren in het IDP systeem.

List of Figures and Tables

List of Figures

List of Tables

List of Abbreviations and Symbols

Abbreviations

LoG	Laplacian-of-Gaussian
MSE	Mean Square error
PSNR	Peak Signal-to-Noise ratio

Symbols

42	“The Answer to the Ultimate Question of Life, the Universe, and Everything” according to
c	Speed of light
E	Energy
m	Mass
π	The number pi

Chapter 1

Introduction

1.1 Probleemstelling

1.1.1 Interactive Configuration Problems

- csp's beschrijven - ic beschrijven - imperatieve/obj. georiënteerde methoden + nadelen - declaratieve methoden + voordelen/nadelen - kr-paradigma + voordelen

1.1.2 Individueel Studieprogramma

Een ISP samenstellen valt onder deze categorie van Interactieve Configuratieproblemen. De gebruiker, in dit geval een toekomstige student wil een geldig ISP bekomen d.m.v. het selecteren van mogelijke opleidingsonderdelen. Maar de student kan niet zomaar elk opleidingsonderdeel selecteren, er zijn een heleboel regels waaraan de selectie moet voldoen.

1.2 Doel

In deze thesis willen we onderzoeken of de regels van het ISP efficiënt kunnen beschreven worden in FO(\cdot). Met de bedoeling dat voor eender welke opleiding binnen de K.U. Leuven deze set van regels een geldige opleiding kunnen beschrijven.

Vervolgens willen we kijken of we met deze theorie verschillende vormen van inferentie kunnen doen en hoe efficiënt deze gebeuren. Met behulp van een zelf ontworpen front-end (incl. grafische interface) willen we nagaan of de gebruiker een geldig ISP kan selecteren, kan laten samenstellen enz. En of al deze functionaliteiten in real-time kunnen uitgevoerd worden.

Momenteel wordt het lessenrooster niet in acht genomen tijdens het selectieproces. Dit wil zeggen dat de student dus ook geen idee heeft of de door hem/haar geselecteerde opleidingsonderdelen mogelijk lesmomenten bevatten die overlappen. Hier is het de bedoeling om de gebruiker een overzicht te geven van het lessenrooster voor elke stap in het selectieproces. En daarboven het beste lessenrooster te laten genereren waarbij er zo weinig mogelijk overlappende lessen zijn.

In het geval van een ongeldige selectie biedt IDP een aantal mogelijkheden om aan de gebruiker duidelijk te maken wat er juist mis is gegaan. De *unsatcore* zoekt naar de minimale set van regels die ongeldig zijn voor de huidige selectie. Een andere optie is de *unsatstructure* die de kleinste set van variabelen wordt gezocht waarbij als men de geselecteerde waarden voor deze variabelen ongedaan maakt, de selectie niet langer ongeldig is. Maar om een duidelijke verklaring te verkrijgen waarom de selectie fout is, in een formaat dat elke persoon kan begrijpen bestaat er in IDP momenteel nog niets. Daarom willen we onderzoeken of we dit kunnen realiseren.

Chapter 2

Related Work

Chapter 3

Concept

Chapter 4

Implementation

4.1 IDP Knowledge base

4.1.1 Theorie van het ISP

Geen opleiding aan de KU Leuven is dezelfde, de opleidingsonderdelen verschillen net zoals de vakgroepen waar ze deel van uitmaken. Voor sommige vakgroepen ben je verplicht alle onderdelen op te nemen, terwijl je voor andere en minimaal (of zelfs maximaal) aantal studiepunten ervan moet opnemen. Kortom de regels binnen éénzelfde opleiding zijn niet zo moeilijk om te beschrijven, maar om dit te veralgemenen en een theorie te creëren die voor alle opleidingen een geldig ISP kan beschrijven dat is een andere paar mouwen. Voor het gemak van de lezer noemen we opleidingsonderdelen vanaf nu vakken.

Om te beginnen is het belangrijk om structuren te vinden die ongeacht de opleiding of opleidingsonderdeel telkens hetzelfde zijn.

Vakken

Een vak is een simpel type dat altijd dezelfde eigenschappen heeft vertoond. Het heeft een unieke vakcode met daaraan een naam gekoppeld. Het telt een aantal studiepunten dat de werklast beschrijft. Een opleiding kan bestaan uit één of meerdere fases, en voor elk vak is er bepaald in welke fase(s) van de opleiding je het kan volgen. Het wel je kan een vak per opleiding maar één keer volgen. En tenslotte valt elk vak oftewel in het eerste, tweede of beide semesters (in dit laatste geval noemt men het een jaarvak).

Vakgroeptypes

Zo valt op dat we telkens dezelfde **types** van *vakgroepen* tegenkomen. Deze types die steeds terugkomen in meerdere opleidingen hebben ongeacht de opleiding waar ze in voorkomen dezelfde regels die ermee gepaard gaan. Zo is elke opleiding op zich een vakgroep van het type *opleiding*, het bevat vakken die je verplicht bent te volgen en keuzevakken. Het heeft een minimum (en maximum) aantal studiepunten

dat de student verplicht moet opnemen. Een ander belangrijk type vakgroep is de (hoofd)specialisatie, verscheidene opleidingen geven de keuze tussen meerdere specialisaties. Verwacht wordt dat je van minstens 1 zo'n specialisatie alle verplichte vakken opneemt. Naast hoofdspecialisatie bestaat er ook het type verdere specialisatie, waarin de student verplicht wordt een bepaald aantal studiepunten op te nemen aan vakken uit deze of bepaalde andere vakgroepen. Vervolgens is er het type 'Algemeen vormende en onderzoeksondersteunende groep' vakgroep, dit is veruit het moeilijkste type groep om te beschrijven. De student moet opnieuw een bepaald aantal studiepunten aan vakken opnemen uit deze groep. Maar daarnaast gelden er ook specifieke regels voor verscheidene vakken die deel uitmaken ervan. En ten slotte is er het type 'Bachelor verbredend pakket', waarin studenten die beginnen aan hun masteropleiding vakken moeten opnemen die ontbraken in hun bacheloropleiding.

Deze types zijn we het vaakst voorkomen, en kunnen ongeacht de opleiding met dezelfde set van regels beschreven worden. Het is mogelijk dat sommige types van vakgroepen niet telkens voorkomen, en dus de regels ook niet van kracht zijn. In een bacheloropleiding zal bijvoorbeeld nooit een vakgroep voorkomen van het type Bachelor verbredend pakket.

4.1.2 Theorie van het lessenrooster

4.2 Front-End

4.2.1 Kivy

4.2.2 Grafische Gebruikersinterface

4.2.3 Communicatie tussen Front- en Back-end

4.3 Conflict Explanation

Het is mogelijk dat de gebruiker een verkeerde keuze maakt waardoor de theorie nietmeer satisfieerbaar is. Simpel gezegd heeft de gebruiker een waarde gekozen voor een bepaalde variabele, zodanig dat dit ervoor zorgt dat één of meerdere regels uit de theorie niet meer waar kunnen worden gemaakt.

$A \wedge B$
 $\neg A$

In het voorbeeld, zegt de theorie ons dat A en B beide waar moeten zijn. We zeggen dat A niet waar is. Door deze invulling kan de regel nooit waar worden ongeachte de waarde van B. De theorie is dus onsatisfieerbaar.

Conflict explanation wil zeggen een verklaring zoeken waarom een bepaalde selectie door de gebruiker dit veroorzaakt.

IDP gebruikt momenteel twee technieken om oorzaken van onsatisfieerbaarheid op te sporen. De unsatstructure spoort de set van variabelen op die het probleem veroorzaken. Vervolgens is er de unsatcore, die zoekt naar de kleinste set van regels uit de theorie die niet waar gemaakt kunnen worden.

Unsatstructure

De unsatstructure is een efficiënte tool om aan de gebruiker te kunnen meedelen, welke van de voormalige selecties problemen veroorzaken. In ons voorbeeld van het ISP kan de gebruiker enkel de keuze maken om een dag te volgen in een bepaalde fase (te kiezen uit de lijst van mogelijke waarden) of kan hij/zij aangeven om een vak niet te volgen. Bij een slechte selectie zal de unsatstructure de vakken oplist samen met de selectie die de gebruiker ervoor gemaakt heeft, en dit enkel voor de vakken waarvoor de selectie bijdragen tot de ontsatisfieerbaarheid. De gebruiker krijgt hier dan de mogelijkheid om voor deze vakken de voorheen gemaakte keuze ongedaan te maken of te veranderen.

Reified Constraints

Wat opvalt is dat de voorgaande techniek enkel een verzameling selecties teruggeeft die bijdragen tot het probleem. Maar verdere uitleg over welke regel(s) uit de theorie niet meer waar gemaakt kunnen worden en waarom wordt niet gegeven. Dus de gebruiker kan niet weten wat er moet veranderen. Herinner de unsatcore zoekt achter de kleinste set van regels uit de theorie die niet meer waar gemaakt kunnen worden. En hoewel dit hetgene is dat we willen weten, is er toch nog een probleem. De IDP syntax is voor de doorsnee programmeur goed te lezen, maar voor een doorsnee gebruiker die niets van programmeren afweet zal dit ongetwijfeld als chinees overkomen. Neem als voorbeeld onderstaande regel, elke student computerwetenschappen zal vrij snel kunnen achterhalen wat de regel inhoud. Maar personen zonder deze achtergrond zullen dit niet kunnen verstaan.

LISTING 4.1: IDP Rule Example

```


$$\forall vg[VakGroep] : IsType(vg, AVO) \Rightarrow GesAantalStupunVakGr(vg)$$


$$= \text{sum}\{v[Vak], sp[Studiepunten], f[Fase] : InVakGroep(v, vg)$$


$$\wedge Geselecteerd(v, f) \wedge AantalStudiepunten(v) = sp : sp \}.$$


```

We proberen dit probleem deels te overbruggen d.m.v. reified constraints. Hierbij koppelen we de waarheidswaarde van een regel (constraint) uit de theorie aan een boolean variabele. Nemen we terug onze regel van voorbeeld 1.

$$C \Leftrightarrow A \wedge B$$

$$\neg A$$

Chapter 5

Evaluation

Chapter 6

Conclusion

Appendices

Appendix A

The First Appendix

Appendix B

The Last Appendix

Appendices are numbered with letters, but the sections and subsections use arabic numerals, as can be seen below.

B.1 Lorem 20-24

Nulla ac nisl. Nullam urna nulla, ullamcorper in, interdum sit amet, gravida ut, risus. Aenean ac enim. In luctus. Phasellus eu quam vitae turpis viverra pellentesque. Duis feugiat felis ut enim. Phasellus pharetra, sem id porttitor sodales, magna nunc aliquet nibh, nec blandit nisl mauris at pede. Suspendisse risus risus, lobortis eget, semper at, imperdiet sit amet, quam. Quisque scelerisque dapibus nibh. Nam enim. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Nunc ut metus. Ut metus justo, auctor at, ultrices eu, sagittis ut, purus. Aliquam aliquam.

Etiam pede massa, dapibus vitae, rhoncus in, placerat posuere, odio. Vestibulum luctus commodo lacus. Morbi lacus dui, tempor sed, euismod eget, condimentum at, tortor. Phasellus aliquet odio ac lacus tempor faucibus. Praesent sed sem. Praesent iaculis. Cras rhoncus tellus sed justo ullamcorper sagittis. Donec quis orci. Sed ut tortor quis tellus euismod tincidunt. Suspendisse congue nisl eu elit. Aliquam tortor diam, tempus id, tristique eget, sodales vel, nulla. Praesent tellus mi, condimentum sed, viverra at, consectetur quis, lectus. In auctor vehicula orci. Sed pede sapien, euismod in, suscipit in, pharetra placerat, metus. Vivamus commodo dui non odio. Donec et felis.

Etiam suscipit aliquam arcu. Aliquam sit amet est ac purus bibendum congue. Sed in eros. Morbi non orci. Pellentesque mattis lacinia elit. Fusce molestie velit in ligula. Nullam et orci vitae nibh vulputate auctor. Aliquam eget purus. Nulla auctor wisi sed ipsum. Morbi porttitor tellus ac enim. Fusce ornare. Proin ipsum enim, tincidunt in, ornare venenatis, molestie a, augue. Donec vel pede in lacus sagittis porta. Sed hendrerit ipsum quis nisl. Suspendisse quis massa ac nibh pretium cursus. Sed sodales. Nam eu neque quis pede dignissim ornare. Maecenas eu purus ac urna tincidunt congue.

Donec et nisl id sapien blandit mattis. Aenean dictum odio sit amet risus. Morbi purus. Nulla a est sit amet purus venenatis iaculis. Vivamus viverra purus vel

magna. Donec in justo sed odio malesuada dapibus. Nunc ultrices aliquam nunc. Vivamus facilisis pellentesque velit. Nulla nunc velit, vulputate dapibus, vulputate id, mattis ac, justo. Nam mattis elit dapibus purus. Quisque enim risus, congue non, elementum ut, mattis quis, sem. Quisque elit.

Maecenas non massa. Vestibulum pharetra nulla at lorem. Duis quis quam id lacus dapibus interdum. Nulla lorem. Donec ut ante quis dolor bibendum condimentum. Etiam egestas tortor vitae lacus. Praesent cursus. Mauris bibendum pede at elit. Morbi et felis a lectus interdum facilisis. Sed suscipit gravida turpis. Nulla at lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Praesent nonummy luctus nibh. Proin turpis nunc, congue eu, egestas ut, fringilla at, tellus. In hac habitasse platea dictumst.

B.2 Lorem 25-27

Vivamus eu tellus sed tellus consequat suscipit. Nam orci orci, malesuada id, gravida nec, ultricies vitae, erat. Donec risus turpis, luctus sit amet, interdum quis, porta sed, ipsum. Suspendisse condimentum, tortor at egestas posuere, neque metus tempor orci, et tincidunt urna nunc a purus. Sed facilisis blandit tellus. Nunc risus sem, suscipit nec, eleifend quis, cursus quis, libero. Curabitur et dolor. Sed vitae sem. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Maecenas ante. Duis ullamcorper enim. Donec tristique enim eu leo. Nullam molestie elit eu dolor. Nullam bibendum, turpis vitae tristique gravida, quam sapien tempor lectus, quis pretium tellus purus ac quam. Nulla facilisi.

Duis aliquet dui in est. Donec eget est. Nunc lectus odio, varius at, fermentum in, accumsan non, enim. Aliquam erat volutpat. Proin sit amet nulla ut eros consectetur cursus. Phasellus dapibus aliquam justo. Nunc laoreet. Donec consequat placerat magna. Duis pretium tincidunt justo. Sed sollicitudin vestibulum quam. Nam quis ligula. Vivamus at metus. Etiam imperdiet imperdiet pede. Aenean turpis. Fusce augue velit, scelerisque sollicitudin, dictum vitae, tempor et, pede. Donec wisi sapien, feugiat in, fermentum ut, sollicitudin adipiscing, metus.

Donec vel nibh ut felis consectetur laoreet. Donec pede. Sed id quam id wisi laoreet suscipit. Nulla lectus dolor, aliquam ac, fringilla eget, mollis ut, orci. In pellentesque justo in ligula. Maecenas turpis. Donec eleifend leo at felis tincidunt consequat. Aenean turpis metus, malesuada sed, condimentum sit amet, auctor a, wisi. Pellentesque sapien elit, bibendum ac, posuere et, congue eu, felis. Vestibulum mattis libero quis metus scelerisque ultrices. Sed purus.

Bibliography

Esther Gelle and Rainer Weigel. Interactive configuration using constraint satisfaction techniques. In *PACT-96*, pages 37–44, 1996.

Fiche masterproef

Student: Herbert Gorissen

Titel: The ISP Course Selection Puzzle

Nederlandse titel: The ISP Course Selection Puzzle

UDC: 621.3

Korte inhoud:

Here comes a very short abstract, containing no more than 500 words. \LaTeX commands can be used here. Blank lines (or the command \par) are not allowed!

Thesis voorgedragen tot het behalen van de graad van Master of Science in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek, optie Elektronica en geïntegreerde schakelingen

Promotor: Prof. Gerda Janssens

Assessor:

Begeleider: Matthias van der Hallen