“Escola de Línguas”

Resolução de Problema de Optimização usando Programação em Lógica com Restrições

Jorge Reis (ei08053), Miao Sun (ei08162)

{FEUP-PLOG, Turma 3MIEIC1, Grupo 01}

**Resumo.** Este projecto teve como objectivo principal desenvolver um programa em Programação em Lógica com Restrições (PLR) que permitisse optimizar a abertura de novos cursos de línguas, baseado na valência dos professores contratados. Utilizou-se o sistema de desenvolvimento SICStus Prolog, que inclui um módulo de resolução de restrições sobre domínios finitos. Conseguiu-se assim, através do programa, chegar a um resultado óptimo num curtíssimo espaço de tempo. Outro objectivo deste trabalho foi a continuação da aprendizagem da linguagem Prolog e a familiarização com o paradigma da programação em lógica com restrições.

**Keywords:** Prolog, Programação em Lógica com Restrições, clp(FD)

1. Introdução

Realizado no âmbito da disciplina de Programação em Lógica leccionada no 3º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação, este trabalho tem como principal objectivo o desenvolvimento de uma pequena aplicação capaz de optimizar a abertura de novos cursos de línguas numa escola e o escalonamento dos professores disponíveis na mesma, obedecendo a determinadas restrições e critérios, aplicando os conhecimentos adquiridos ao longo das aulas da disciplina.

A escolha deste problema deveu-se essencialmente ao interesse suscitado pela optimização para um caso que podia perfeitamente enquadrar-se num problema real. No entanto, este trabalho constituiu efectivamente um desafio uma vez que ainda estavam a ser desenvolvidas competências de representação de problemas de forma declarativa, ao contrário da programação funcional, mais utilizada até então, e o trabalho foi desenvolvido enquanto a matéria ia sendo leccionada e num curto espaço de tempo.

Ao longo deste artigo será descrito pormenorizadamente o problema, será explicada a abordagem feita, assim como resultados e conclusões obtidas.

1. Descrição do Problema

O problema apresentado consiste numa escola de línguas, que pretende alargar a sua oferta de cursos, tendo em conta o lucro que daí se poderá obter. A escola tem vários professores com vencimentos horários diferentes, cada um com conhecimentos em certas línguas, sendo imposto que leccionem pelo menos uma, e no máximo duas. Cada curso envolve 15h semanais de uma funcionária administrativa, pelo que existem duas na escola que trabalham 40h. Adicionalmente, caso seja necessário, poderão fazer horas extra ou pode ser contratada uma funcionária em regime part-time. Então, sabendo que cada aluno paga uma propina horária e tendo em conta o vencimento de professores e funcionárias, pretende-se obter o escalonamento de cursos segundo professor e número de horas que ofereça um maior lucro semanal. (PARA RETIRAR)

O problema proposto consiste numa escola de línguas, que pretende alargar a sua oferta de cursos, tendo em conta o lucro que daí se poderá obter.

A escola oferece cursos de Espanhol, Francês e Inglês. Para tal, tem três professores, com estatutos diferentes. A prof. Annette é natural de França, mas também fala fluentemente Português, Espanhol e Alemão. O prof. Bóris é proveniente da Rússia mas teve que se refugiar em Itália, França, Espanha e Portugal por estar a ser procurado pelo KGB. Como tal, fala fluentemente as línguas desses países. Por último, o prof. Charles é americano e estava em Cuba de férias durante o período da Guerra Fria e da crise dos mísseis. Dessa forma, é versado também em Espanhol, Russo e Italiano (só porque gosta de ver filmes italianos).

A escola tem ainda duas funcionárias administrativas necessárias para o registo e manutenção dos cursos de línguas. Possui ainda duas salas, que são usadas para ministrar os cursos. Devido à valência dos professores, a direcção da escola pretende agora alargar o número de cursos para incluir Italiano, Alemão e Russo.

* Cada curso tem que ter um mínimo de 4h por semana e um máximo de 8h.
* Um professor tem que dar no mínimo um curso, mas pode dar no máximo dois cursos.
* A prof. Annette é a mais nova, pelo que ganha 25€ por hora de aula. Como está em início de carreira pode trabalhar até um máximo de 40h por semana.
* O prof. Bóris é o mais velho, mas por ordens médicas só pode trabalhar um máximo de 20h por semana. O seu vencimento é de 40€ à hora.
* O prof. Charles teve recentemente um filho e só poderá trabalhar um máximo de 30h por semana. O seu vencimento é de 30€ à hora.
* A manutenção de um curso requer cerca de 15h semanais a uma funcionária administrativa.
* Cada funcionária administrativa trabalha 40h por semana e aufere 15€ por hora. No entanto, poderá realizar até um máximo de 5h extra por semana, com um custo de 25€ à hora. Por outro lado, pode-se contratar uma funcionária adicional em part-time, que ganha 10€ à hora e trabalha um máximo de 10h por semana.
* Cada sala só pode ter uma aula de cada vez.
* Cada aluno paga mensalmente o equivalente a 10€ por cada hora de aula.
* Cada curso tem a duração de um ano.

Ao abrir os novos cursos, a escola pretende maximizar o lucro, reduzindo os custos operacionais e admitindo que cada curso preencherá todas as vagas disponíveis (15 para cada curso).

Assim, o objectivo é definir o problema como um problema de satisfação de restrições, e resolver com PLR, de modo a que seja possível resolver problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, deverá ser possível resolver problemas com mais ou menos línguas ou número de vagas diferentes por curso, com restrições parametrizáveis relativas aos cursos ministráveis por professor, tempos de contratação, salas, etc.

* 1. Análise do Problema Proposto

Após análise e discussão do problema com os professores da disciplina tomou-se, em concordância, algumas decisões por incoerência do enunciado.

No problema, cada professor apresenta um número máximo de horas semanais de trabalho diferente, nomeadamente 40h, 20h e 30h. Porém, uma das restrições impostas é que nenhum professor poderá leccionar mais do que 2 cursos. Assim, o número máximo de horas que consideramos para cada professor foi 16h, tendo em conta que cada curso tem um máximo de 8h semanais. Também não impusemos nenhuma restrição a nível de salas, pois não faria muito sentido no problema proposto e principalmente na sua dimensão.

1. Ficheiros de Dados

Foram criados 3 ficheiros com dimensões de dados diferentes e cada um com vários casos particulares no que diz respeito a número de cursos e número de vagas.

1. Variáveis de decisão

As variáveis de decisão usadas consistem em duas listas, NProf e HCurso, correspondendo respectivamente ao número do professor e as horas semanais para cada curso. Em ambas o índice de cada elemento corresponde a um curso, como tal são criadas com os predicados: length(NProf,N) e length(HCurso,N), em que N é o número de cursos pretendidos. Para a lista NProf, o domínio definido é de 1 a NP, em que NP é o número de professores da escola, e para HCurso é de 4 a 8, pois cada curso tem entre 4 e 8 horas. Os predicados domain(NProf,1,NP) e domain(HCurso,4,8) simbolizam estas restrições de domínio.

1. Restrições

No desenvolvimento da aplicação em Prolog, recorreu-se a um módulo de resolução de restrições sobre domínios finitos, tendo sido utilizadas diversas restrições no sentido de obter a solução pretendida.

Em suma, foram aplicadas as seguintes restrições:

* Cada curso terá que ter obrigatoriamente entre 4 e 8 horas por semana;
* Cursos de Línguas que cada professor pode leccionar;
* Cada professor terá que leccionar pelo menos um curso, e no máximo 2;
* O número de horas extra que as funcionarias poderão realizar é 5h semanais para cada (10h no total), e a contratação de uma funcionária em part-time impõe um limite de 10h.

Inicialmente são definidos os tamanhos das listas HCurso e NProf, com o número de cursos para o caso dado, e os domínios dos valores destas variáveis. Assim, começa-se por restringir, para cada curso, apenas os professores que têm habilitações para os leccionar, através do predicado *aplica\_prof(IndispProfCurso,IndCurso,NProf)*.

De seguida, através do predicado *verifica\_nr\_cursos\_prof(NProf,NP)*, aplica-se a restrição que define que cada professor será responsável por pelo menos um curso, e no máximo 2.

1. Estratégia de Pesquisa
2. Visualização da Solução

Para resolver um problema utilizando o programa, deve-se atribuir a uma variável “Caso”, um dos predicados de inicialização de casos presentes no ficheiro escolhido (por exemplo, *caso1(Caso)*). Depois chama-se o predicado *solve(Caso)*, que iá resolver o problema para o caso escolhido.

Para visualizar a solução obtida para o problema proposto, após o “*labeling*” ocorre o output do Lucro Semanal para a solução óptima do mesmo. De seguida é invocado o predicado *print\_plano(HCurso,NProf,ListaProfs,IndCurso)*, que irá, de modo recursivo, apresentar no ecrã o nome do curso, o professor que administra e o número de horas, para todos os cursos do caso dado. Por fim, apresenta o número de horas extra das funcionárias administrativas e o número de horas de uma possível funcionária em part-time (0h caso não seja necessária).

----- PRTSCR do output

1. Resultados

Bibliografia

1. Swedish Institute of Computer Science. *SICStus Prolog User’s Manual*. Outubro 2012. Disponível online em http://www.sics.se/isl/sicstus.html.
2. SICStus support. SICStus Prolog.

[http://www.sics.se/sicstus/docs/4.0.4/html/sicstus/Enumeration-Predicates.html. Dezembro 2012](http://www.sics.se/sicstus/docs/4.0.4/html/sicstus/Enumeration-Predicates.html.%20Dezembro%202012).

1. Marriot, Kim. *Programming with constraints*. MIT Press, 1998.

Anexos