

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

Resolução de Problema de Decisão/Otimização usando Programação em Lógica com Restrições

Descrição

Objetivo: O objetivo deste trabalho é a construção de um programa em Programação em Lógica com Restrições para a resolução de um dos problemas de otimização ou decisão combinatória sugeridos neste enunciado. Adicionalmente, deverá ser elaborado um artigo descrevendo o trabalho realizado e os resultados obtidos.

Sistema de Desenvolvimento: O sistema de desenvolvimento recomendado é o SICStus Prolog, que inclui um módulo de resolução de restrições sobre domínios finitos: *clp(FD)*.

Condições de Realização

Constituição dos Grupos: Grupos de **2 estudantes**, inscritos na mesma turma teórico-prática. Excepcionalmente e apenas em caso de necessidade, podem aceitar-se trabalhos individuais. Estudantes dispensados da frequência das aulas teórico-práticas (e.g. trabalhadores-estudantes) deverão contactar o docente no sentido de marcar sessões de acompanhamento do progresso e avaliação do trabalho.

Datas Importantes:

A partir de 20/11/2015	Formação dos grupos e escolha do enunciado no <i>Moodle</i> .
13/12/2015	Entrega, via <i>Moodle</i> , do artigo (formato PDF) e do código fonte desenvolvido. Submeter um único ficheiro ZIP com nome da forma: PLOG_TP2_#Grupo.ZIP. (Exemplo: PLOG_TP2_Xpto_1.ZIP)
14-18/12/2015	Demonstrações dos trabalhos nas aulas teórico-práticas.

Peso da Avaliação: Ver ficha da Unidade Curricular no SIGARRA.

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

Artigo

Cada grupo deve elaborar e entregar um artigo e realizar uma demonstração da aplicação desenvolvida. O artigo poderá ser escrito em Português ou Inglês e ser formatado no formato LNCS (Lecture Notes in Computer Science) da Springer. Para tal, a Springer disponibiliza no seu sítio web *templates* Word e LaTeX (<http://www.springer.com/computer/lncs?SGWID=0-164-6-793341-0>), que deverão ser utilizados para a escrita do artigo. O artigo deverá ter entre 6 a 8 páginas (excluindo anexos). Sugere-se que contenha as seguintes partes:

Título: que transpareça o trabalho realizado (não tem que ser apenas o tema do trabalho).

Autores e Afiliações: identificação do trabalho e do grupo. Nas afiliações colocar a turma e o grupo segundo o seguinte exemplo: FEUP-PLOG, Turma 3MIEIC9, Grupo Xpto_1.

Resumo / Abstract: Deve contextualizar e resumir o trabalho, salientando o objetivo, o método utilizado e fazendo referência aos principais resultados e à principal conclusão que esses resultados permitem obter.

1. Introdução / Introduction: Descrição dos objetivos e motivação do trabalho, referência sucinta ao problema em análise (idealmente, referência a outros trabalhos sobre o mesmo problema e sua abordagem), e descrição sucinta da estrutura do resto do artigo.

2. Descrição do Problema / Problem Description: Descrever com detalhe o problema de otimização ou decisão em análise.

3. Abordagem / Approach: Descrever a modelação do problema como um PSR, de acordo com as subsecções seguintes:

3.1 Variáveis de Decisão / Decision Variables: Descrever as variáveis de decisão e os seus domínios.

3.2 Restrições / Constraints: Descrever as restrições rígidas e flexíveis do problema e a sua implementação utilizando o SICStus Prolog.

3.3 Função de Avaliação / Evaluation Function: Descrever, quando for o caso, a forma de avaliar a solução obtida e a sua implementação utilizando o SICStus Prolog.

3.4 Estratégia de Pesquisa / Search Strategy: Descrever a estratégia de etiquetagem (*labeling*) utilizada ou implementada, nomeadamente no que diz respeito à ordenação de variáveis e valores.

4. Visualização da Solução / Solution Presentation: Explicar os predicados que permitem visualizar a solução em modo de texto.

5. Resultados / Results: Demonstrar exemplos de aplicação em instâncias do problema com diferentes complexidades e analisar os resultados obtidos. Devem ser utilizadas formas convenientes para apresentação dos resultados (tabelas e/ou gráficos).

6. Conclusões e Trabalho Futuro / Conclusions and Future Work: Que conclusões retira deste projeto? O que mostram os resultados obtidos? Quais as vantagens e limitações da solução proposta? Como poderia melhorar o trabalho desenvolvido?

Bibliografia / References: Livros, artigos, páginas Web, usados para desenvolver o trabalho, apresentados segundo o formato sugerido no *template*.

Anexo / Annex: Código fonte, ficheiros de dados e resultados, e outros elementos úteis que não sejam essenciais ao relatório (não são contabilizados para o limite de 6 a 8 páginas).

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

Problemas de Otimização/Decisão Propostos

Puzzles (2D/3D)

1. Akkoy - <http://www.funwithpuzzles.com/2009/12/akkoy-a3.html>
2. Dominos - <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=537>
3. DualClue Cross-a-Pix - <http://www.conceptispuzzles.com/index.aspx?uri=puzzle/cross-a-pix>
4. Hamle - <http://www.funwithpuzzles.com/2009/12/hamle-h1.html>
5. Kropki - <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=532&view=1>
6. Magellán - <http://www.jaapsch.net/puzzles/magellan.htm>
7. Magnets - <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=537>
8. Pinwheel Puzzle - https://www.youtube.com/watch?v=b7_5S2Smlzs
9. Tic-Tac-Logic - <http://www.conceptispuzzles.com/index.aspx?uri=puzzle/tic-tac-logic>
10. Woodn't Die - <http://www.jaapsch.net/puzzles/woodntdie.htm>

Problemas de Otimização

11. Colocação de Livros
12. Agendamento de Reuniões
13. Escola de Línguas
14. Ementas Semanais
15. Programa de Conferência

Descrição Resumida dos Problemas

Puzzles 2D/3D

Consultar os sítios para informações de problemas. A abordagem deve permitir lidar com tamanhos diferentes de tabuleiros e números diferentes de peças. É valorizada a geração dinâmica de problemas, e.g. gerar aleatoriamente o problema a ser resolvido. Deve ser possível visualizar a solução em modo de texto, de uma forma que facilite a sua validação.

Problemas de otimização

Seguem-se as descrições dos problemas. As abordagens devem permitir problemas com diferentes dimensões. São valorizadas experiências com dimensões elevadas. Deve ser possível visualizar a solução em modo de texto, de uma forma que facilite a sua validação.

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

11. Colocação de Livros

Pretende-se automatizar a distribuição e ordenação de livros por várias prateleiras. Cada prateleira tem uma largura e altura que não devem ser ultrapassadas pelos livros lá colocados, devendo minimizar-se a largura por preencher em cada prateleira. Em cada prateleira, todos os livros de determinado autor devem ficar juntos (podem, no entanto, existir livros do mesmo autor em mais do que uma prateleira), e preferencialmente ordenados por data de publicação. Deve otimizar-se a ordenação de livros em cada prateleira de acordo com várias medidas (minimizando variações de altura e de temas em livros adjacentes, por exemplo).

Defina o problema como um problema de satisfação de restrições e resolva-o com PLR, de modo a que seja possível resolver problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, diferentes números de prateleiras, livros, autores, ou temas.

12. Agendamento de Reuniões

Pretende-se um programa que faça o agendamento de reuniões com diversos participantes, cada um com as suas restrições e preferências. Em cada reunião, há determinadas pessoas sem as quais a reunião não pode ter lugar. No que toca às restantes, deve tentar-se maximizar a sua presença. Pode haver participantes em mais do que uma reunião, cuja participação pode ser obrigatória ou preferencial em cada reunião. O agendamento deve ser feito tendo em conta esta informação.

As reuniões devem realizar-se numa sala de determinado tipo (por exemplo, com projetor, com sistema de videoconferência no caso de haver participantes à distância, ...) e capacidade (assegurando a capacidade para o número de participantes efetivos).

Defina o problema como um problema de satisfação de restrições e resolva-o com PLR, de modo a que seja possível resolver problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, diferentes números de pessoas e suas restrições/preferências, tipologias de reuniões (presenças obrigatórias vs. preferenciais), tipos de salas, etc.

13. Escola de Línguas

Uma escola de línguas oferece cursos de aprendizagem de diversas línguas (e.g. Inglês, Francês, Alemão, Espanhol, Italiano, Sueco, ...), para as quais tem um conjunto de professores contratados à hora. Cada professor está habilitado para lecionar um subconjunto de línguas (e.g., Inglês e Alemão).

No início de cada ano, potenciais alunos (dezenas ou mesmo centenas deles) inscrevem-se num dos diversos cursos potencialmente oferecidos. A escola determina depois que cursos são efetivamente oferecidos, em que dias, com que cargas horárias e quem os leciona. A escola pretende maximizar a oferta e ao mesmo tempo garantir o máximo lucro, de acordo com as restrições seguintes:

- cada estudante paga um valor por hora pela frequência de um curso, que é diferente consoante a língua;
- cada professor pode lecionar um máximo de 15 horas semanais, e tem restrições de dias em que pode lecionar;

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

- cada professor auferir um valor por hora que depende da língua lecionada, sendo que no caso de lecionar mais de 10h esse valor é decrescido em 20% (nas horas adicionais);
- cada curso tem no mínimo 2 e no máximo 4 horas semanais;
- se funcionar, cada curso pode ser frequentado por um máximo de 15 alunos;
- a escola dispõe de um número limitado de salas.

Defina o problema como um problema de satisfação de restrições e resolva-o com PLR, de modo a que seja possível resolver problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, diferentes números de cursos, professores, alunos, salas, diferentes valores a receber/pagar, etc.

14. Ementas semanais

O caderno de encargos definido pela Direção-Geral dos Estabelecimentos Escolares para o fornecimento de refeições às escolas públicas estipula, entre outras, as seguintes regras de composição da ementa diária:

- *1 sopa de vegetais frescos, tendo por base batata, legumes ou leguminosas, sendo permitida a canja e sopa de peixe (...);*
- *1 prato de carne ou de pescado, em dias alternados, com os acompanhamentos básicos da alimentação, mas tendo que incluir obrigatoriamente legumes adequados à ementa;*
- *Os legumes crus devem ser servidos diariamente em prato separado e preparado com as quantidades corretas, no mínimo três variedades diárias (...);*
- *1 pão de “mistura” embalado (...);*
- *Sobremesa, constituída diariamente por fruta variada da época (mínimo 3 variedades) e, em alternativa, fruta cozida ou assada, uma vez por semana. Simultaneamente com as 3 variedades de fruta, pode ainda haver doce (arroz doce, aletria, leite creme tipo caseiro, pudim / gelatina de origem vegetal / gelado de leite ou iogurte de aromas), uma vez por semana (...);*
- *Água (única bebida permitida) servida diretamente da rede ou através de jarros que deverão ser cobertos.*

Considere que a empresa responsável por fornecer milhares de refeições numa rede de escolas necessita de definir a ementa semanal para a semana seguinte no início da semana anterior, tendo por base as previsões de bens alimentares no mercado abastecedor (quantidades e preços para diferentes quantidades). A ementa semanal deve cumprir as regras acima, para o que existe um conjunto de alternativas para a sopa, prato, salada e sobremesa, cada qual com requisitos em termos de ingredientes. Ingredientes não perecíveis podem ser adquiridos em maiores quantidades, pois podem ser utilizados por mais do que um dia. O valor pago pelo estado à empresa é fixo por refeição, independentemente da sua composição. A empresa pretende maximizar o lucro, tendo sempre que cumprir com as regras estipuladas.

Defina o problema como um problema de satisfação de restrições e resolva-o com PLR, de modo a que seja possível resolver problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, diferentes alternativas culinárias, disponibilidade e preços dos ingredientes, diferentes números de refeições a fornecer, etc.

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

15. Programa de Conferência

No programa de uma conferência científica há um conjunto de apresentações de artigos científicos (*papers*) submetidos e aceites na conferência. Um *paper* cobre um ou mais temas. Cada apresentação tem um orador (um dos autores do *paper*), e pode ter diferente duração consoante corresponda a um *full-paper* (30 minutos) ou *short-paper* (20 minutos). As apresentações são agrupadas em sessões temáticas. Cada sessão tem uma duração máxima de 2 horas. Os *papers* apresentados numa mesma sessão devem estar relacionados com o tema da sessão. Pode haver um máximo de M sessões em paralelo, relacionado com o número de salas disponíveis. A conferência decorrerá ao longo de 3 dias, e em cada dia há no máximo 4 horários para sessões, intervalados por *coffe-breaks* ou pelo almoço.

Pretende-se montar o programa da conferência, procurando garantir sessões equilibradas: cada sessão deve ter pelo menos 2 apresentações de *full-papers*. Note que cada apresentador pode ser coautor (e apresentador) de mais do que um *paper*, pelo que se torna necessário garantir que não há sessões paralelas com apresentadores em comum.

Defina o problema como um problema de satisfação de restrições e resolva-o com PLR, de modo a que seja possível resolver problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, fazendo variar o número e tipos de apresentações, o número máximo de sessões paralelas, os temas existentes, o número de dias e horários disponíveis, etc.