

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 22/11/2018	Formação dos grupos e escolha do enunciado no <i>Moodle</i> .
23/12/2018	Entrega, via <i>Moodle</i> , do artigo (formato PDF) e do código fonte desenvolvido. Submeter um único ficheiro ZIP com nome da forma: <code>PLOG_TP2_#Grupo.ZIP</code> . (Exemplo: <code>PLOG_TP2_Xpto_1.ZIP</code>)
26/12/2018 - 4/1/2019	Demonstrações dos trabalhos em horário a combinar com os docentes.

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 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:

- a) **Título:** que transpareça o trabalho realizado (não tem que ser apenas o tema do trabalho).
- b) **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.
- c) **Resumo / Abstract:** Contextualizar e resumir o trabalho, salientando o objetivo, o método utilizado e referindo os principais resultados e conclusões.
- d) **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.
- e) **2. Descrição do Problema / Problem Description:** Descrever com detalhe o problema de otimização ou decisão em análise.
- f) **3. Abordagem / Approach:** Descrever a modelação do problema como um PSR, de acordo com as subsecções seguintes:
 - g) **3.1 Variáveis de Decisão / Decision Variables:** Descrever as variáveis de decisão e os seus domínios.
 - h) **3.2 Restrições / Constraints:** Descrever as restrições rígidas e flexíveis do problema e a sua implementação utilizando o SICStus Prolog.
 - i) **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.
 - j) **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.
- k) **4. Visualização da Solução / Solution Presentation:** Explicar os predicados que permitem visualizar a solução em modo de texto.
- l) **5. Resultados / Results:** Incluir exemplos de aplicação em instâncias do problema com diferentes dimensões e analisar os resultados obtidos. Devem ser utilizadas formas convenientes para apresentação dos resultados (tabelas e/ou gráficos).
- m) **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?
- n) **Bibliografia / References:** Livros, artigos, páginas Web, usados para desenvolver o trabalho, apresentados segundo o formato sugerido no *template*.
- o) **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. Chess Loop: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/chessloop/>
2. Course Management: <http://wpc.puzzles.com/uspc2018/downloads/inst-18.pdf>
3. Doors: <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=702>
4. House: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/house/>
5. Lamps:
http://ukpuzzles.org/file_download.php?fileid=187&md5=9bbcd15331b0e695ce5151025f182c04
6. Lol Sudoku: <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=738>
7. Not Alone: <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=518&view=1>
8. Outside Sudoku: <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=740>
9. Power Strike: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/powerstrike/>
10. Shakashaka: https://thegriddle.net/puzzledir/shakashaka_2018_11_03.pdf
11. Shapely Squares: https://thegriddle.net/puzzledir/shapelysquares_2010_06_15.pdf
12. Sum Star: <http://logicmastersindia.com/lmitests/dl.asp?attachmentid=744>

Problemas de Otimização

13. Folhas de Dedicção
14. Grupos de Trabalho
15. Quintinha de Casamentos
16. Centro de Computação
17. Família Numerosa

Descrição Resumida dos Problemas

Puzzles 2D/3D

Consultar os sítios para informações sobre os 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

13. Folhas de Dedicção

O Investigador responsável por uma Unidade de Investigação (UI) que participa num Projeto pede-lhe ajuda para o preenchimento de folhas de dedicação mensal a Atividades do Projeto.

O Projeto é composto por Atividades, algumas das quais podem ocorrer em paralelo, sendo que o tempo dedicado pela Unidade a cada Atividade é conhecido à partida (de acordo com orçamento e plano de trabalhos). Cada Atividade decorre num conjunto de meses conhecidos (Por exemplo, a Atividade A1 decorre nos meses 4 a 6 e 10 a 12).

Existem dois tipos de Investigador na Unidade: os Docentes e os Contratados. Cada Investigador da Unidade tem de dedicar um conjunto de horas total ao projeto também conhecido à partida (de acordo com orçamento e plano). Alternativamente, cada Investigador pode ter um número de horas a dedicar a cada Atividade em particular (em vez de na totalidade do projeto).

Pretende-se encontrar uma distribuição mensal de horas de cada Investigador a cada Atividade, tal que o Investigador Docente nunca ultrapasse um número máximo de horas mensais, isto é, a sua dedicação estipulada ao projeto (o Investigador Contratado poderá ter uma dedicação de 100%). Idealmente, o tempo total dedicado a cada Atividade estará distribuído pelos vários meses em que esta está ativa, tal como o tempo de dedicação de cada investigador. Cada investigador pode indicar meses excepcionais em que deverão ter uma dedicação de zero horas ao projeto (por exemplo, Agosto como mês de férias).

Por exemplo, considerando uma unidade com 2 Investigadores: I1 (Docente, com limite de 12h por mês, e que deve dedicar um total de 90h ao projeto, e não deve trabalhar no mês M6) e I2 (Contratado, que deve dedicar um total de 145h mensais ao projeto, e não deve trabalhar no mês M8); um projeto de 10 meses, com 2 Atividades: A1 (875h no total, ativa nos meses 1 a 6) e A2 (520h no total, ativa nos meses 6 a 10). Uma atribuição possível poderá ser:

		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total
A1	I1	10	10	10	10	10	0					875
	I2	145	145	145	145	145	100					
A2	I1						0	10	10	10	10	520
	I2						45	145	0	145	145	

Modele este problema como um problema de otimização / satisfação de restrições e resolva-o em PLR de forma a ser possível satisfazer problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, número variável de Atividades e Investigadores, número de horas por atividade e por investigador, etc.

14. Grupos de Trabalho

O professor X pretende formar grupos de trabalho para os dois projetos da sua unidade curricular, de acordo com alguns objetivos pessoais.

Ele pretende evitar colocar no mesmo grupo pessoas que já tenham trabalhado juntas no passado, embora isso possa acontecer eventualmente (ele tem informação sobre quem trabalhou com quem em outras UCs passadas).

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

O professor também quer garantir que não existem nunca repetições de grupos entre o primeiro e segundo projeto da sua UC (ou seja, dois estudantes que trabalham juntos no primeiro projeto não podem trabalhar juntos no segundo).

Por outro lado, ele pretende equilibrar os grupos, fazendo com que as médias dos membros de cada grupo sejam o mais próximas possível.

Os grupos devem ter entre 3 e 4 elementos, sendo o número de temas disponíveis (correspondente ao número de grupos) fixado à partida, de acordo com o número de estudantes da UC.

Modele este problema como um problema de otimização / satisfação de restrições e resolva-o em PLR de forma a ser possível satisfazer problemas desta classe com diferentes parâmetros, isto é, número variável de alunos e temas, dimensões diferentes de grupos, etc.

15. Quintinha de Casamentos

A Quintinha de Casamentos QuiCa contratou-o para ajudar os seus clientes no planeamento da sua festa de casamento, nomeadamente na distribuição de convidados por mesas.

Os noivos devem indicar grupos de pessoas que têm obrigatoriamente de ficar na mesma mesa (por exemplo, os casais não deverão ser separados), grupos de pessoas que deverão idealmente ficar juntas (por exemplo, deseja-se que grupos de amigos fiquem na mesma mesa), e ainda uma listagem de temas de conversação com indicação dos convidados interessados em cada um dos temas, de forma a tentar também juntar convidados com gostos semelhantes.

Cada convidado tem ainda uma indicação da proximidade ao noivo ou noiva, o que permite configurar as mesas com um de dois critérios: “casados casados amigos à parte”, ou “os teus amigos são amigos dos meus amigos”.

As mesas são redondas e podem acomodar entre 8 e 12 convidados cada, sendo que o número ótimo para cada mesa é de 10 convidados, pelo que o número de mesas é definido à partida: uma mesa por cada dez convidados.

Modele o problema como um problema de otimização / satisfação de restrições e resolva-o em PLR de forma a ser possível satisfazer problemas desta classe com diferentes parâmetros, ou seja, número variável de convidados, temas de conversação, diferentes composições de grupos, etc.

16. Centro de Computação

O Centro de Computação CeCo contratou-o para ajudar a otimizar o seu método de alocação de tarefas a servidores, de forma a maximizar o débito de tarefas.

O CeCo possui vários nós de computação (servidores), sendo cada um caracterizado pelos seus componentes (CPU: número de *cores* e frequência), Memória (quantidade), e Disco (capacidade).

Os utilizadores do CeCo enviam tarefas para execução nos seus servidores, indicando para cada tarefa as suas necessidades em termos de CPU (número de *cores* e frequência desejada), RAM, Disco e duração esperada da tarefa. A tarefa pode ser concluída num período de tempo maior ou menor consoante a velocidade efetiva do CPU alocado.

As tarefas devem ser consideradas atómicas (isto é, não devem ser interrompidas depois de iniciadas). Os clientes da CeCo possuem contratos diferenciados, num total de 4 planos, tendo planos de pagamento superiores direito a maior prioridade na execução das suas tarefas.

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

A alocação de tarefas a servidores deve ser realizada diariamente tendo em conta as características das tarefas a realizar e os servidores disponíveis, assim como as prioridades dos diferentes clientes.

Defina o problema como um problema de otimização / satisfação de restrições e resolva-o em PLR de forma a ser possível satisfazer problemas desta classe com diferentes parâmetros, ou seja, número variável de servidores, com características diferentes, diferentes tarefas com requisitos diferentes, etc.

17. Família Numerosa

O sr. Asdrúbal, membro da Associação Portuguesa de Famílias Numerosas, tem a seu cargo um número considerável de educandos, de diferentes idades. No desejo de proporcionar a todos eles as mesmas oportunidades de aprendizagem, pretende que todos eles frequentem atividades extracurriculares, nomeadamente desporto e música (instrumento).

As atividades possíveis (ex. Rugby, Futebol, Voleibol, Piano, Guitarra, etc.) têm horários e locais diferentes, e destinam-se a crianças de diferentes idades. Está-se mesmo a ver a azáfama dos fins de tarde e fins de semana para o sr. Asdrúbal. De modo tornar a sua vida um pouco menos difícil, há que coordenar atempadamente os horários de cada atividade para cada um dos filhos. Esta atribuição (de atividades a filhos) deve ter em conta, na medida do possível, as preferências dos filhos relativamente às atividades disponíveis para a sua idade.

Nalguns casos, os filhos mais velhos podem deslocar-se sozinhos até uma certa distância máxima (por exemplo, ir para a atividade ou regressar a casa, ou ir do local da sua atividade a um local da atividade de um dos irmãos). Percorrer cada troço deste grafo (em que cada nó representa ou a casa ou um local de uma das atividades extracurriculares) demora tempo (mais a pé do que no carro do sr. Asdrúbal). O sr. Asdrúbal não gosta nem de chegar muito atrasado nem de deixar os filhos à espera, pelo que faz questão de estar no local da atividade à hora de início ou de fim da atividade (com uma margem de 5 minutos). Há portanto que equacionar muito bem que filho faz o quê, quando e onde, de modo a permitir ao sr. Asdrúbal dar conta do recado!...

Modele este problema como um problema de otimização / 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 idades dos filhos, (tipos de) atividades e seus locais/horários, etc.