

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

Resolução de um 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 relatório no formato de 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 22/11/2019	Formação dos grupos e escolha do enunciado no <i>Moodle</i> .
05/01/2020	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)
06/01/2020 - 10/01/2020	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 / POR, de acordo com as subsecções seguintes:
 - g) **3.1 Variáveis de Decisão / Decision Variables:** Descrever as variáveis de decisão e os seus domínios, e o seu significado no contexto do problema em análise.
 - 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 heurísticas de 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 testadas diferentes estratégias de pesquisa (heurísticas de escolha de variável e de valor), comparando 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. 123 Puzzle: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/123/>
2. Aztec Math: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/aztec/>
3. Battleships: <http://wpc.puzzles.com/uspc2019/downloads/inst-19.pdf>
4. Close or Far: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/closefar/>
5. Gap Puzzle: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/gap/>
6. Middle Sum: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/middle/>
7. MNO Puzzle: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/MNO/>
8. Red Point: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/redpoint/>
9. Smashed Sums: <http://wpc.puzzles.com/uspc2019/downloads/inst-19.pdf>
10. Starry Night: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/night/>
11. Symmetry: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/symmetry/>
12. Weight: <https://www2.stetson.edu/~efriedma/puzzle/weight/>

Problemas de Otimização

13. Carpooling
14. Distribuição de Fármacos
15. Equipas de Construção
16. Planeamento de Estudo
17. Ementa de Restaurante

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. Carpooling

Na qualidade de representante dos estudantes do quinto ano do MINE (Mestrado Integrado com Nome Estranho), o Asdrúbal pretende organizar a viagem de fim de curso, incluindo a escolha de quem leva carro, e como se organizam os grupos em cada carro. Cada estudante deve indicar se tem ou não carro, a sua vontade (ou não) de levar carro, uma lista de colegas com quem quer formar grupo de viagem, e uma lista de colegas com quem não quer formar grupo de viagem. Pretende-se minimizar a quantidade de carros usados, maximizando ao mesmo tempo o grau de satisfação dos estudantes (de levar ou não o seu carro, e relativamente à composição dos grupos de viagem).

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.

14. Distribuição de Fármacos

A empresa Distribuição de Fármacos a Farmácias (DIFF) necessita de programar o seu horário de distribuição de forma a levar todos os medicamentos necessários a todas as farmácias por eles servidas. A distribuidora opera das 10h às 22h, sendo que cada farmácia tem um horário específico em que está disponível para receber as encomendas. Os requisitos de cada farmácia podem ser medidos em volume da encomenda, sendo que as carrinhas de entrega têm um limite de volume de transporte. Cada farmácia tem uma localização, assim como a empresa de distribuição. A entrega da mercadoria tem uma duração de 30 minutos, e o tempo de viagem entre cada ponto (farmácias e sede) é conhecido. Pretende-se minimizar o número de carrinhas de entrega necessárias, assim como a distância total percorrida pelas carrinhas.

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 (número de carrinhas disponíveis, número de farmácias a servir, volumes das encomendas e capacidade das carrinhas, distâncias entre locais, etc.).

15. Equipas de Construção

A Construção e Demolição (CoDe) pretende fazer uma alocação de recursos humanos e materiais às obras de construção e reabilitação com que está comprometida, de forma a tentar otimizar a utilização dos recursos disponíveis, aumentando os seus lucros.

Cada obra tem um preço contratado e um prazo limite (medido em dias de trabalho) para completar, sendo que se a construção terminar antes, a CoDe recebe um bónus e se terminar mais tarde há uma penalização (em ambos os casos por cada dia de diferença para o prazo estipulado).

Cada obra requer um conjunto de operações de especialidade, as quais podem necessitar de materiais / equipamentos ou trabalhadores especializados. Os equipamentos e materiais necessários têm um custo associado. Cada trabalhador pode ter uma ou mais especialidades, ou pode ser indiferenciado. O salário de um especialista é mais elevado do que o de um trabalhador indiferenciado, independentemente da operação a que o trabalhador está alocado.

Podem existir dependências entre operações de especialidade (por exemplo, a especialidade de paisagismo só pode ser executada depois da de água estar concluída).

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

Cada fase de especialidade tem uma duração prevista e necessita de pelo menos um trabalhador da especialidade respectiva, podendo fazer uso de mais trabalhadores, independentemente da sua especialidade. Caso haja mais ou menos recursos humanos dedicados a uma operação, esta pode demorar menos ou mais tempo, respetivamente. Por exemplo, uma fase de carpintaria pode necessitar de um ou mais carpinteiros, e um total de 4 pessoas para uma execução em 10 dias. Caso sejam alocadas 8 pessoas, a operação pode ser concluída em 5 dias, e caso sejam alocadas apenas 2 pessoas, demorará 20 dias.

Assuma que todos os recursos (humanos e materiais) estão sempre disponíveis a ser utilizados. Alternativamente, defina custos diferentes para a utilização dos recursos em dias diferentes (por exemplo, o uso de uma grua fica mais caro num dia do que noutro).

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.

16. Planeamento de Estudo

O Asdrúbal e os seus colegas necessitam de planear o seu estudo, fazendo a alocação de tempo disponível para cada cadeira. Cada um tem 10 slots disponíveis por dia, seis dias por semana, sendo necessário alocar tempo para estudo individual, e para trabalhos em grupo. Cada unidade curricular tem requisitos de estudo individual semanal, e para trabalhos de grupo, sendo que estes necessitam de estar concluídos na data limite respetiva. Os grupos de trabalho podem ser diferentes em cadeiras diferentes, sendo necessário coordenar entre os colegas quando cada trabalho é executado.

Por exemplo, em Estimativas de Sofrimento (ESOF) estima-se a necessidade de 3h de trabalho individual semanal, havendo ainda 2 trabalhos de grupo, sendo os prazos limite o dia 12 e o dia 24, respetivamente. Para o primeiro são necessárias 16h de trabalho e para o segundo 24h. O Asdrúbal e a Felismina estão no mesmo grupo, sendo que a Bernardete e o Eleutério formam outro grupo, e a Cristalina e o Demétrio outro. Estes seis colegas estão inscritos noutras cadeiras, como Realidade Comatosa (RCOM), Luau de Animação e Interação Gestual (LAIG), entre outras, cada uma delas tendo requisitos diferentes de tempos individuais e de trabalhos de grupo. Os grupos de trabalho podem ser diferentes em cada cadeira, e os colegas podem estar inscritos em cadeiras diferentes. O trabalho individual semanal pode ser adiado, mas por cada hora de trabalho que transita para a semana seguinte, é necessária meia hora de estudo adicional. Por exemplo, se o Asdrúbal apenas alocar 2h de estudo individual para ESOF na primeira semana, terá 4.5h de estudo acumuladas para a semana seguinte.

O Asdrúbal e os colegas querem otimizar o tempo, maximizando o tempo livre de cada um deles (de forma equilibrada entre todos e ao longo das semanas), e tentando que os trabalhos sejam entregues no prazo (podem ser entregues depois, mas existe uma forte penalização nesses casos).

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.

17. Ementa de Restaurante

O Café Restaurante Cantina (CaReCa) serve três pratos do dia diferentes, e necessita de planear a sua ementa para o almoço dos próximos 30 dias.

TRABALHO PRÁTICO Nº 2

Existe uma lista de pratos possíveis para incluir na ementa, divididos entre pratos de carne, peixe e vegetarianos. O CaReCa tem intenções de servir 150 refeições por dia. Para além de tentar equilibrar a quantidade de refeições de cada tipo (carne, peixe e vegetariano) disponíveis por dia, pretende-se também diversificar a ementa, evitando servir o mesmo prato em dias próximos.

Cada prato tem associada uma lista de ingredientes, sendo necessário adquirir os mesmos antes da sua confeção. No entanto, e de forma a garantir que os ingredientes se mantêm frescos, estes devem ser adquiridos no próprio dia ou no dia anterior. Cada ingrediente tem um preço base, podendo o preço baixar para encomendas de volume mais elevado (com reduções de preço a partir das 75 doses e em intervalos de 25 doses).

Pretende-se determinar os três pratos a incluir na ementa diária, a quantidade de refeições de cada prato a preparar, e ainda o calendário de compras dos ingredientes.

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 (número de refeições, pratos, ingredientes, preços, ...).