

Resolução de Crazy Pavement: Utilização de restrições em Prolog

Nuno Martins and Gonçalo Ribeiro

Faculdade de Engenharias da Universidade do Porto

Abstract. O objetivo deste artigo é demonstrar a forma de como foi resolvido o problema de resolver o puzzle Crazy Pavement com o uso de restrições, no âmbito da unidade curricular de Programação em Lógica, do 3º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação, na FEUP.

Keywords: Prolog Crazy Pavement Puzzle PLR Restrictions Solver

1 Introdução

No âmbito da unidade curricular de Programação em Lógica, foi-nos proposto para o segundo trabalho prático a elaboração de um puzzle em Prolog, recorrendo ao uso de restrições lógicas.

O objetivo deste trabalho foi pôr em prática os conhecimentos adquiridos sobre programação em lógica com restrições. Uma restrição lógica é uma limitação ao domínio de uma variável lógica. A linguagem Prolog pertence à classe de linguagens CLP - Constraint Logic Programming. Esta classe de linguagens combina a declaratividade da programação em lógica com a eficiência da resolução de restrições, substituindo o método de pesquisa predefinido da programação em lógica - "generate and test" - por "constrain and generate".

A problemática central do nosso trabalho reside na tradução das regras de um puzzle em restrições lógicas. Isto passa pela escolha de uma estrutura viável para a representação de soluções, e adaptar as regras linguísticas do puzzle em restrições do domínio lógico desta estrutura.

2 Descrição do problema

Crazy pavement é um puzzle realizado num tabuleiro quadriculado, com largura e comprimento iguais, dividido em várias regiões.

O objetivo do puzzle consiste em sombrear estas regiões de forma a cumprir restrições arbitrárias, impostas sobre o número de células sombreadas por linha ou por coluna. Foram empregues restrições lógicas ao nível do código. O resultado final é um gerador de soluções funcional, com interface de texto.

3 Abordagem

Para representar o tabuleiro do jogo, foi usada uma estrutura genérica para representação de tabuleiros, que consiste numa lista de lista de elementos, em que cada elemento é um número positivo. Cada um destes números representa uma região, tendo as mesmas regiões índices iguais.

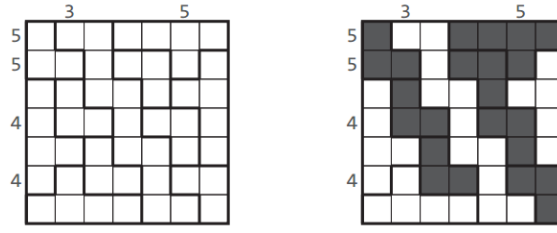


Fig. 1. Exemplo de um puzzle com as suas restrições e a respetiva solução

As restrições no numero de casas sombreadas são guardadas numa lista sob a forma $[Linha1, N1, Linha2, N2, \dots]$, em que *Linha* refere ao índice da linha à qual vai ser aplicada a restrição, e *N* o número de casas sombreadas nessa linha. O mesmo conceito se aplica às colunas.

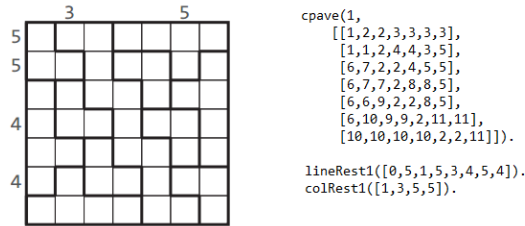


Fig. 2. Exemplo de um puzzle e a sua representação, assim como as suas restrições

3.1 Variáveis de decisão

As variáveis de decisão usadas para a resolução do problema estão presentes numa lista cujo comprimento é igual ao número de regiões existentes no puzzle. Este comprimento é encontrado através do predicado *getBiggestN(+Board, -N)*, que retorna a casa com maior índice no tabuleiro.

Cada elemento desta lista pode tomar os valores 0 ou 1, indicando se a região com o mesmo índice está sombreada ou não.

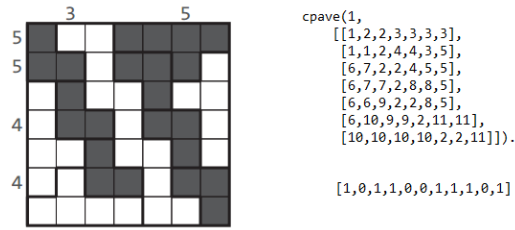


Fig. 3. Exemplo de um puzzle resolvido e a sua representação, e a sua solução

3.2 Restrições

Existem 2 restrições impostas no problema. Estas são o número de casas sombreadas por cada linha e o número de casas sombreadas por cada coluna.

Estas são impostas pelos predicados *allLinesMet(+Lines,+Board,-Solution)* e *allColsMet(+Cols,+Board,-Solution)*, em que *Board* é o tabuleiro, *Lines/Cols* as restrições a ser impostas e *Solution* a lista com as zonas a sombrear.

O funcionamento destes predicados consiste em iterar todos os elementos de uma linha/coluna, sendo um dos parametros de uma das funções auxiliares o número de casas nessa linha/coluna que deve ser sombreada. Cada vez que é passada uma casa cujo índice na lista de solução esteja a 1, este contador é decrementado, sendo apenas este predicado verdadeiro se o contador estiver a 0 quando chegar ao fim da linha/coluna.

4 Visualização da Solução

Para iniciar a aplicação, deve ser consultado o ficheiro 'crazypave.pl' e corrido o predicado *crazypave*. Depois de executar o este predicado, serão pedidos ao utilizador as restrições a usar para as linhas, e quando todas colocadas, inserir '-1' para poder inserir as restrições de colunas. Depois de inseridas estas, inserir '-1' novamente para encontrar a solução. Alternativamente, pode-se correr os predicados *test1*, *test2*, *test3*, *test4* para encontrar a solução de boards e respetivas restrições já predefinidas, sendo o 1º o puzzle fornecido no Moodle.

A forma que solução é demonstrada pode ser visualizada na figura abaixo, onde pode ser observado o tempo necessário a encontrar a solução, estatísticas e o tabuleiro no modo texto.

```

Time: 0.0003 seconds
Resumptions: 268
Entailments: 134
Prunings: 185
Backtracks: 0
Constraints created: 134

```

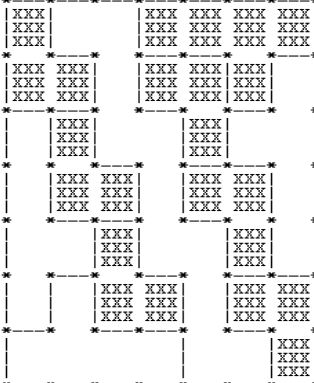


Fig. 4. Demonstração do resultado de correr o predicado test1

5 Resultados

Foram testados no total 4 puzzles, 1 com tamanho 7x7 e 3 com tamanho 10x10, tendo o ultimo um número superior de restrições.

Os resultados que foram obtidos não são conclusivos devido tanto ao pequeno número de puzzles encontrados na internet como à pequena dimensão destes.

No entanto, concluiu-se que:

- Quantas mais restrições impostas, mais retrocessos ocorrem;
- Quantas mais regiões, mais retrocessos ocorrem;
- O tamanho do puzzle não tem influência no número de retrocessos;

Quanto ao tempo gasto, não podem ser tiradas conclusões, pois não foi encontrado nenhum puzzle que demorasse mais de 0.0001s a ser resolvido.

6 Conclusão

Como considerações finais, estamos satisfeitos com o trabalho que realizámos e concordamos que foi uma experiência enriquecedora e que de certa forma colocou à prova os nossos conhecimentos de lógica.

De momento, todos os puzzles são hardcoded. Reconhecemos que a implementação de uma funcionalidade que permitisse ao utilizador ler puzzles a partir de ficheiros seria uma melhoria conveniente, assim como a adição de um menu "how to play" para orientar novos utilizadores ao funcionamento do programa.

Visto que o cerne do nosso código - o predicado que gera soluções do puzzle - foi desenvolvido numa única aula prática, reconhecemos o poder da programação com restrições lógicas na resolução deste tipo de problemas combinatórios. É de nossa opinião que a mesma implementação num paradigma de linguagem imperativo (C, Java, etc.) resultaria num tempo desenvolvimento maior e num código mais extenso e complexo.