

Relatório - EP 1

Métodos formais de programação

Victor Portella Karina Awoki

21 de setembro de 2013

1 Integrantes

- Victor Sanches Portella - N° USP: 7991152
- Karina Suemi Awoki - N° USP: 7572102

2 Informações gerais

O gerador de cláusulas na Forma Normal Conjuntiva (*Normal Conjunctive Form*) para o problema do Sudoku foi implementado em *Perl*, no arquivo *sudoku.pl*. Além desse arquivo, usamos um outro script, implementado no arquivo *tradutor.pl*, para a solução ser impressa no terminal.

O programa *sudoku.pl* gera cláusulas à serem interpretadas pelo *SAT solver minisat*, sendo esse chamado internamente pelo script. Para isso supomos que o minisat esteja instalado e possa ser executado com o comando *minisat* pelo *bash*.

3 Construção das cláusulas

Para a construção das cláusulas, definimos as variáveis p_{ijk} , $0 \leq i, j, k < N$ de modo semelhante ao sugerido no enunciado, ou seja, se em uma valoração v temos $v(p_{ijk}) = 1$, isso significa que na casa $(i+1, j+1)$ do sudoku temos o número $k+1$.

As cláusulas são construídas com base nas seguintes condições:

- + Sempre haverá um representante de cada número em todas as colunas:
 $p_{i1k} \vee p_{i2k} \vee \dots \vee p_{i(j-1)k} \vee p_{ijk}$

- + Sempre haverá um representante de cada número em todas as linhas:
 $p_{ij1} \vee p_{ij2} \vee \dots \vee p_{ij(k-1)} \vee p_{ijk}$
- + Sempre haverá um representante de cada número em todos os quadrados:
 $p_{r_1 s_1 k} \vee p_{r_2 s_2 k} \vee \dots \vee p_{r_{i-1} s_j k} \vee p_{r_i s_j k}$ com $r_i, s_j \in Q(R), \forall R \in \{0 \dots N - 1\}$
- + Não deve haver mais de 1 número na mesma coluna: $\neg p_{i_1 j k} \vee \neg p_{i_2 j k}$,
com $i_1 < i_2$
- + Não deve haver mais de 1 número na mesma linha: $\neg p_{i j_1 k} \vee \neg p_{i j_2 k}$,
com $j_1 < j_2$
- + Não deve haver mais de 1 número no mesmo quadrado: $\neg p_{r_1 s_1 k} \vee \neg p_{r_2 s_2 k}$
com $r_1, r_2, s_1, s_2 \in Q(R), \forall R \in \{0 \dots N - 1\}$ e escreveijk(r_1, s_1, k) < escreveijk(r_2, s_2, k).

Sendo $Q(R) = \{(i, j) | \text{A casa } (i, j) \text{ está no mini quadrado de índice } R\}$, sendo os mini quadrados os conjuntos de casas de um quadrado 3x3 de um Sudoku 9x9, e sendo a função **escreveijk()** uma função definida no código que define um número unicamente com uma variável p_{ijk} .

Como terá um que ter um representante de cada número em uma linha e essa linha não pode conter números repetidos, então haverá exatos N números distintos nessa linha. E como não podem haver casas vazias, analogamente, também não poderão haver casas com mais de 1 número (logo não precisaremos verificar essa condição). E o mesmo ocorre com as colunas e mini quadrados.

4 Como executar

Antes de tudo, é necessário fornecer ao programa o local do executável do **minisat**. Para isso, abra o código do **sudoku.pl** e, logo após os comentários iniciais, mude o valor definido para o **\$minisatPATH** para definir o caminho do minisat.

Para executar o programa, é necessário antes dar permissão de execução tanto para o arquivo *sudoku.pl* quanto para *tradutor.pl*. Para fazer isto em um terminal **bash**, basta executar a seguinte linha de comando:¹

¹O programa supõe que o seu interpretador de perl esteja localizado no endereço **/usr/bin/perl**. Caso deseje usar um interpretador localizado em outro local, modifique a primeira linha dos arquivos *sudoku.pl* e *tradutor.pl*

```
meu_prompt$ chmod +x sudoku.pl tradutor.pl
```

Para executar um programa, basta executar a seguinte linha de comando(em **bash**):

```
meu_prompt$ chmod +x sudoku.pl tradutor.pl
```

Para executar um programa, basta executar a seguinte linha de comando(em **bash**):

```
meu_prompt$ ./sudoku.pl arquivoDeEntrada.txt
```

Onde o *arquivoDeEntrada.txt* contém um sudoku 9x9, no formato descrito pelo enunciado. O sudoku resolvido será impresso na **stdin**.

Caso haja problemas na chamada do minisat de dentro do **sudoku.pl**, o programa sempre produz um arquivo **saida2.txt** no formato de entrada para o minisat. Assim, forneça o arquivo **saida2.txt** como entrada para o minisat, e forneça a saída do minisat como entrada para o **tradutor.pl**:

```
meu_prompt$ minisat saida2.txt a.out
```

```
meu_prompt$ ./tradutor.pl a.out
```