

# Relatório - EP 1

## Métodos formais de programação

Victor Portella      Karina Awoki

20 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:  $p_{r_1s_1k} \vee p_{r_2s_2k} \vee \dots \vee p_{r_{i-1}s_jk} \vee p_{r_is_jk}$  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:  $\neg p_{i_1jk} \vee \neg p_{i_2jk}$ , com  $i_1 < i_2$
- Não deve haver mais de 1 número na mesma linha:  $\neg p_{ij_1k} \vee \neg p_{ij_2k}$ , com  $j_1 < j_2$
- Não deve haver mais de 1 número no mesmo quadrado:  $\neg p_{r_1s_1k} \vee \neg p_{r_2s_2k}$  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  $Q(R) = \{(i, j) \mid \text{A casa } (i, j) \text{ está no mini quadrado de índice } R\}$ , 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

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:<sup>1</sup>

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

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

---

<sup>1</sup>O 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$ ./sudoku.pl arquivoDeEntrada.txt
```

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