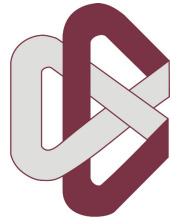


Programación Avanzada I
Dr. Jean-Bernard Hayet
Proyecto Final



CIMAT

Maestría en Computación y Matemáticas Industriales
César Magaña
cesar@cimat.mx

5 de diciembre de 2009

1. Introducción

Para la realización de este proyecto se hizo uso de las siguientes referencias: [1], [2], así como sitios en internet que mencionaré más adelante. También utilicé algunas ideas de Gnome Sudoku.

2. Generación

- La generación es aleatoria, de manera que todo tablero y su dificultad es diferente al último generado.
- Cuando se genera, se resuelve inmediatamente para evaluar la dificultad por los métodos de la siguiente sección.
- Al tener el tablero resuelto se remueve aleatoriamente el valor de una celda y se checa cada vez si aun tiene solución.
- Existe conteo de soluciones, por lo que se puede saber si la solución es única.

3. Solución

Para encontrar la solución de un tablero de sudoku se utilizan los siguientes algoritmos, cuya explicación se encuentra en los sitios siguientes:

<http://www.sadmansoftware.com/sudoku/solvingtechniques.htm> y

<http://www.palmsudoku.com/pages/techniques-overview.php>

- Guessing
- LineReduction
- PointingPairTriple
- Pairs
- NakedPairs
- HiddenSingles
- Singles

4. Modo de uso

4.1. Ayuda

```
$/sudoku --help
```

```
./sudoku <opciones>
```

Lista de comandos disponibles.

--generate <#>	Genera uno varios tablero de sudoku.
--solve	Resuelve los tableros de sudoku de stdin.
--difficulty <D>	Cambia la dificultad cuando se genera: very_easy, easy, normal, hard.
--show	Muestra el tablero (por default cuando se genera).
--dontshow	No muestra el tablero (por default cuando se soluciona).
--solution	Muestra la solucion (por default cuando se soluciona).
--nosolution	No se muestra la solucion (por default cuando se genera).
--stats	Muestra estadisticas
--nostats	No muestra estadisticas (por default)
--time	Muestra el tiempo de generacion o solucion de un tablero.
--count-solutions	Cuenta el numero de soluciones.
--history	Muestra ensayo y error.
--instructions	Muestra los pasos.
--log-history	Muestra ensayo y error conforme sucede.
--one-line	Muestra el tablero en una linea de 81 caracteres.
--compact	Muestra el tablero en nueve lineas de nueve caracteres
--board	Muestra el tablero de manera legible.
--csv	Muestra el tablero en formato csv.
--help	Muestra la ayuda.
--about	Visualiza informacion del proyecto.
--version	Muestra Version

4.2. Generar tableros

El comando `--generate` genera uno o más tableros:

```
$/sudoku --generate 2
. 9 . | 3 . 8 | . . .
. . 3 | 4 2 . | 9 . .
. . 5 | . . . | . . 1
-----|-----|-----
. . . | . . . | . 5 .
5 . . | . 6 . | . . .
. 1 . | . 3 . | 6 . .
-----|-----|-----
. 4 9 | . . . | . 6 .
. . 6 | . . 3 | 8 . .
. . . | . 8 2 | . . 5

. . . | . . 3 | 1 6 4
. . . | 4 . . | . 9 8
. . . | . . . | . . .
-----|-----|-----
. . . | 7 . . | . . .
. . . | 3 . . | 9 8 7
8 1 . | . 2 . | 4 . .
-----|-----|-----
4 8 . | . . . | . 1 .
. . . | . 8 1 | . . 6
. . 2 | . . 9 | . 3 .
```

4.3. Resolver tableros

Para resolver un tablero de sudoku, llamar al comando `--solve`, teclear el tablero (para representar casillas vacías usar el punto), presionar ENTER y teclear el tablero con el formato mostrado:

```
$ ./sudoku --solve
9....4.6..7..12.93.4....87.2.39.7...7..3.....8.....8....
1....94...2.....3...
```

```
 9 3 5 | 8 7 4 | 2 6 1
 8 7 6 | 5 1 2 | 4 9 3
 1 4 2 | 6 3 9 | 8 7 5
-----|-----|-----
 2 6 3 | 9 4 7 | 5 1 8
 7 5 8 | 3 6 1 | 9 4 2
 4 9 1 | 2 8 5 | 7 3 6
-----|-----|-----
 3 8 4 | 7 2 6 | 1 5 9
 6 1 9 | 4 5 8 | 3 2 7
 5 2 7 | 1 9 3 | 6 8 4
```

```
5..2.1.2..36..4...1...2.96...75.3.4..6.....3..9..67.....
.3.5.41.....
Tablero imposible.
```

4.4. Opciones avanzadas

Los dos comandos básicos: `- -solve` y `- -generate` pueden ser combinados con los otros comandos presentados por `help`.

```
$ ./sudoku --generate --time --stats --count-solutions --difficulty hard
. . . | . . 3 | 6 . 2
7 . . | . . . | . . 9
. 3 . | . 6 . | 5 . 4
-----|-----|-----
9 2 6 | . . 4 | . . 3
. . . | . . . | . 4 .
3 . . | . . . | . . 5
-----|-----|-----
. . . | . 4 2 | 3 . 1
. . . | . . . | . . .
. 4 9 | . 7 . | . 2 .
```

La solución para este tablero es única.

Tiempo: 90.156 milisegundos.

Givens: 25

Singles: 35

Hidden Singles: 20

Naked Pairs: 2

Hidden Pairs: 0

Pointing Pairs/Triples: 0

Box/Line Intersections: 0

Guesses: 1

Backtracks: 0

Dificultad: Hard

1 tablero generado en 475.089 milisegundos.

```

$ ./sudoku --solve --instructions --time --stats
7.5....4..4.....8.....4.5.1.62..1.35...3.4..7.....8....
671.....5...6.7.4...3.6..
 7 8 5 | 1 9 2 | 3 4 6
 1 4 9 | 6 5 3 | 7 8 2
 6 2 3 | 8 4 7 | 5 9 1
-----|-----|-----
 8 6 2 | 9 7 1 | 4 3 5
 5 9 1 | 3 8 4 | 2 6 7
 3 7 4 | 2 6 5 | 8 1 9
-----|-----|-----
 2 3 6 | 7 1 8 | 9 5 4
 9 5 8 | 4 2 6 | 1 7 3
 4 1 7 | 5 3 9 | 6 2 8

```

```

1. Ronda: 1 - Elemento marcado como 'given' (Fila: 1 - Columna: 1 - Valor: 7)
2. Ronda: 1 - Elemento marcado como 'given' (Fila: 1 - Columna: 3 - Valor: 5)
3. Ronda: 1 - Elemento marcado como 'given' (Fila: 1 - Columna: 8 - Valor: 4)
4. Ronda: 1 - Elemento marcado como 'given' (Fila: 2 - Columna: 2 - Valor: 4)
5. Ronda: 1 - Elemento marcado como 'given' (Fila: 2 - Columna: 8 - Valor: 8)
...
79. Ronda: 6 - Posibilidad unica para una celda. (Fila: 6 - Columna: 4 - Valor: 2)
80. Ronda: 6 - Posibilidad unica para una celda. (Fila: 6 - Columna: 5 - Valor: 6)
81. Ronda: 6 - Posibilidad unica para una celda. (Fila: 6 - Columna: 6 - Valor: 5)
82. Ronda: 6 - Posibilidad unica para una celda. (Fila: 9 - Columna: 8 - Valor: 2)
83. Ronda: 6 - Posibilidad unica para una celda. (Fila: 9 - Columna: 9 - Valor: 8)

```

```

Tiempo: 2929.48 milisegundos.
Givens: 26
Singles: 33
Hidden Singles: 20
Naked Pairs: 0
Hidden Pairs: 0
Pointing Pairs/Triples: 1
Box/Line Intersections: 1
Guesses: 2
Backtracks: 2
Dificultad: Hard

```

Referencias

- [1] J. F. Crook, *A Pencil-and-Paper Algorithm for Solving Sudoku Puzzles*, Notices of the AMS. Volume 56, number 4. (2009).
- [2] Tom Davis, *The Mathematics of Sudoku*, <http://www.geometer.org/mathcircles> (2008).