



Universidad del Valle  
Escuela de Ingeniería de Sistemas y  
Computación  
Programación por Restricciones  
Desarrollo: Taller Modelamiento e  
Implementación CSPs

Juan Marcos Caicedo Mejía (1730504-3743)

2020

## PARTE 1 (CSPs)

### 1. Sudoku

- Variables:

- **subcuadricula**

Representa la dimensión de cada subcuadricula. En un Sudoku común y corriente esto tiene un valor de 3.

- **cuadricula**

Representa la dimensión de toda la cuadricula grande (la que contiene las subcuadriculas). Al igual que la variable anterior, en un Sudoku común esta variable tiene el valor de 9.

- **entrada**

Representa el tablero de Sudoku inicial que posee algunos números preestablecidos. En esta matriz, el 0 representa una celda vacía.

- **salida**

Representa el tablero variable sobre el cual las restricciones tomarán acción y construirán la solución del Sudoku.

- **subcuadricula\_uno**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la primera subcuadricula

- **subcuadricula\_dos**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la segunda subcuadricula

- **subcuadricula\_tres**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la tercera subcuadricula

- **subcuadricula\_cuatro**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la cuarta subcuadricula

- **subcuadricula\_cinco**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la quinta subcuadricula

- **subcuadrícula\_seis**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la sexta subcuadrícula

- **subcuadrícula\_siete**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la séptima subcuadrícula

- **subcuadrícula\_ocho**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la octava subcuadrícula

- **subcuadrícula\_nueve**

Es un array que contiene los 9 números correspondientes a la novena subcuadrícula

- Dominios:

- **dimension\_cuadrícula = 1..cuadrícula**

Este dominio es útil para poder acceder a todas las celdas de la cuadrícula grande, pues es el que demarca que los números que estén en el tablero solo sean del 1 al 9.

- Restricciones:

- Una primera restricción que solo sirve para poder copiar los datos del tablero inicial del Sudoku consiste en que si alguna celda en el tablero de la variable de entrada contiene un número mayor que 0, este mismo número se copie en la misma ubicación en el tablero de salida, si no es así, es decir, hay una celda con 0, se omite su valor:

$$\forall i, j \in \{1, 9\} \mid entrada(i, j) > 0 \therefore salida(i, j) = entrada(i, j)$$

- Luego, una restricción importante es para garantizar que los números de todas las filas sean distintos:

$$\begin{aligned} &\forall i, j \in \{1, 9\} \mid \\ &x_{1,1} \neq x_{1,2} \neq x_{1,3} \neq \dots \neq x_{1,9} \\ &\wedge \end{aligned}$$

$$x_{2,1} \neq x_{2,2} \neq x_{2,3} \neq \dots \neq x_{2,9}$$

$$\wedge$$

$$\dots$$

$$x_{9,1} \neq x_{9,2} \neq x_{9,3} \neq \dots \neq x_{9,9}$$

- Luego, una restricción importante es para garantizar que los números de todas las columnas sean distintos:

$$\forall i, j \in \{1, 9\} \mid$$

$$x_{1,1} \neq x_{2,1} \neq x_{3,1} \neq \dots \neq x_{9,1}$$

$$\wedge$$

$$x_{1,2} \neq x_{2,2} \neq x_{3,2} \neq \dots \neq x_{9,2}$$

$$\wedge$$

$$\dots$$

$$x_{1,9} \neq x_{2,9} \neq x_{3,9} \neq \dots \neq x_{9,9}$$

Donde  $x_{i,j}$  es el número de la celda en la posición  $(i, j)$ .

- Luego, usando las variables de:

`subcuadrícula_uno`

hasta

`subcuadrícula_nueve`

Se impusieron las restricciones que permiten que en cada subcuadrícula no se repitan los números del 1 al 9. Por cada variable de subcuadrícula (que contiene los números de dicha subcuadrícula) se impuso la restricción de

`alldifferent`

Para la

`subcuadrícula_uno`

La restricción sería así:

$$x_{1,1} \neq x_{1,2} \neq x_{1,3}$$

$$\wedge$$

$$x_{2,1} \neq x_{2,2} \neq x_{2,3}$$

$$\wedge$$

$$x_{3,1} \neq x_{3,2} \neq x_{3,3}$$

Para la

subcuadrícula\_dos

La restricción sería así:

$$x_{1,4} \neq x_{1,5} \neq x_{1,6}$$

$$\wedge$$

$$x_{2,4} \neq x_{2,5} \neq x_{2,6}$$

$$\wedge$$

$$x_{3,4} \neq x_{3,5} \neq x_{3,6}$$

Para la

subcuadrícula\_tres

La restricción sería así:

$$x_{1,7} \neq x_{1,8} \neq x_{1,9}$$

$$\wedge$$

$$x_{2,7} \neq x_{2,8} \neq x_{2,9}$$

$$\wedge$$

$$x_{3,7} \neq x_{3,8} \neq x_{3,9}$$

Para la

subcuadrícula\_cuatro

La restricción sería así:

$$x_{4,1} \neq x_{4,2} \neq x_{4,3}$$

$$\wedge$$

$$x_{5,1} \neq x_{5,2} \neq x_{5,3}$$

$$\wedge$$

$$x_{6,1} \neq x_{6,2} \neq x_{6,3}$$

Para la

`subcuadrícula_cinco`

La restricción sería así:

$$x_{4,4} \neq x_{4,5} \neq x_{4,6}$$

$$\wedge$$

$$x_{5,4} \neq x_{5,5} \neq x_{5,6}$$

$$\wedge$$

$$x_{6,4} \neq x_{6,5} \neq x_{6,6}$$

Para la

`subcuadrícula_seis`

La restricción sería así:

$$x_{4,7} \neq x_{4,8} \neq x_{4,9}$$

$$\wedge$$

$$x_{5,7} \neq x_{5,8} \neq x_{5,9}$$

$$\wedge$$

$$x_{6,7} \neq x_{6,8} \neq x_{6,9}$$

Para la

`subcuadrícula_siete`

La restricción sería así:

$$x_{7,1} \neq x_{7,2} \neq x_{7,3}$$

$$\wedge$$

$$x_{8,1} \neq x_{8,2} \neq x_{8,3}$$

$$\wedge$$

$$x_{9,1} \neq x_{9,2} \neq x_{9,3}$$

Para la

subcuadrícula\_ocho

La restricción sería así:

$$x_{7,4} \neq x_{7,5} \neq x_{7,6}$$

$$\wedge$$

$$x_{8,4} \neq x_{8,5} \neq x_{8,6}$$

$$\wedge$$

$$x_{9,4} \neq x_{9,5} \neq x_{9,6}$$

Para la

subcuadrícula\_nueve

La restricción sería así:

$$x_{7,7} \neq x_{7,8} \neq x_{7,9}$$

$$\wedge$$

$$x_{8,7} \neq x_{8,8} \neq x_{8,9}$$

$$\wedge$$

$$x_{9,7} \neq x_{9,8} \neq x_{9,9}$$

### 3. Secuencia Mágica

- Variables:

- $n$

La variable (ingresada por el usuario mediante el IDE o proveída por un archivo de datos .dzn), representa la longitud de la secuencia mágica.

- Dominios:

- $\text{dominio} = 0..n-1$

Este dominio caracteriza dos cosas: el tamaño de la secuencia mágica (el tamaño del arreglo que la representa) y los posibles valores que toman los números dentro de la secuencia mágica.

- Restricciones:

- Llamemos *ocurre* a un predicado que recibe una lista  $l$  y un número  $x$ , así,  $\text{ocurre}(l, x)$  arroja el número de ocurrencias del número  $x$  en la lista  $l$ . Otro predicado puede ser *posicion* que dada una lista  $l$  y un número  $x$ , retorna la posición del número  $x$  en la lista  $l$  (indexando desde 0). La restricción principal del problema consiste en que la secuencia mágica se caracteriza porque el número  $i$  ocurre exactamente  $x_i$  veces en la secuencia. Así, la restricción podría modelarse:

$$\forall x \in l, \text{ocurre}(l, \text{posicion}(l, x)) = x$$

Esto quiere decir que el número de la posición de  $x$  en la lista  $l$  debe ocurrir  $x$  veces en la lista  $l$ .

- Una restricción redundante adicional, dicta que la suma de todos los números en la secuencia debe sumar el número  $n$  (longitud de la secuencia):

$$\sum_{i=0}^{n-1} x_i = n$$

Donde  $x_i$  es el  $i$ -ésimo elemento de la secuencia mágica.



- Otra restricción adicional, dice que la suma de cada elemento de la secuencia multiplicada por  $i - 1$  debe ser igual a 0:

$$\sum_{i=0}^{n-1} x_i * (i - 1) = 0$$

Donde  $x_i$  es el  $i$ -ésimo elemento de la secuencia mágica.

#### 4. Acertijo Lógico

- Variables:

- `apellido_juan, apellido_oscar, apellido_dario`

Son las variables que corresponden a los apellidos de cada persona: Juan, Oscar y Dario. Los posibles valores que pueden tomar dichas variables son los elementos del dominio (tipo enumerado)

APELLIDOS

- `musica_juan, musica_oscar, musica_dario`

Son las variables que corresponden a la musica preferida de cada persona: Juan, Oscar y Dario. Los posibles valores que pueden tomar dichas variables son los elementos del dominio (tipo enumerado)

MUSICA

- `edad_juan, edad_oscar, edad_dario`

Son las variables que corresponden a la edad de cada persona: Juan, Oscar y Dario. Los posibles valores que pueden tomar dichas variables son los elementos del dominio (tipo enumerado)

EDADES

- Dominios:

- `APELLIDOS = {Gonzalez, Garcia, Lopez}`

Los posibles valores de los apellidos, dados por el enunciado del problema.

- `MUSICA = {Clasica, Pop, Jazz}`

Los posibles valores de la música preferida, dados por el enunciado del problema.

- `EDADES = 24..26`

Los posibles valores de las edades, de 24 a 26 años.

- Restricciones: Antes podríamos considerar los siguientes predicados:

1.  $apellido(x, y) =$  La persona  $x$  se apellida  $y$

2.  $musica(x, y)$  = La música favorita de la persona  $x$  es  $y$

3.  $edad(x, y)$  = La persona  $x$  tiene  $y$  años

→ Restricciones:

- $\neg apellido(Juan, Gonzalez)$   
(Juan no se apellida González, esto se infiere al decir que Juan es mayor que González)
- $\neg apellido(Oscar, Lopez)$   
(Oscar no se apellida López)