UNIVERSIDAD
DE GRANADA

TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES

Práctica 2, Grupo 3.

Satisfacción de Restricciones

Lukas Häring García

1. Ejercicio 1.

Se ha utilizado como variable un vector de 9 entradas con valores de 0 a 9.
Cada índice del 0 al 9 representa una de las letras presentes en el problema.

Ti=0, Ei=1, Si=2, Fi=3, Di=4, Ki=5, Ai=6, Ii=7, Ni=8, Ri=9
(Véase que esto son el valor de los los índices)

Además, definimos 4 variables que representan las palabras en base Decimal sobre los elementos del vector.

$$f(X) \;=\; \Sigma^{|X|}{}_{i=0}\; 10^{i}\, X[i]$$

El problema contiene dos restricciones claras, la biyectividad de cada uno de los valores de X sobre $[0, 9] \subseteq N$, por lo que cada elemento debe ser distinto, de ahí, el uso de “alldifferent” y la restricción de la suma de variables.

$$f(TESTE) + f(FESTE) + f(DEINE) \;=\; f(KRAFTE)$$

Ambas restricciones son suficientes para obtener el valor deseado de cada elemento deseado.

T=3, E=0, S=8, F=6, D=5, K=1, A=2, I=9, N=7, R=4
(Véase que esto son los valores de cada una de las letras).

2. Ejercicio 2.

Para realizar este problema, vamos a representar los números de 10 dígitos como un vector en el que el primer valor representa las unidades, el segundo las decenas, etc. Claro está que utilizaremos un vector de 10 elementos que contienen elementos de 0, 9.

Vemos que este problema no presenta más que una restricción general y no presenta la restricción de que todos tengan que ser distintos.

La restricción impuesta es que el primer dígito representa el número de apariciones de 0, el segundo, representa el número de 1, etc. Por lo que bastaría con buscar aquella configuración del vector que al contar sus elementos en la posición i ésima, tenga el mismo valor que el valor tomado en dicha posición.

La representación utilizada, como ha sido comentada es la de un vector. Es por ello que el resultado que se ofrece en la práctica será el siguiente.

6210001000 = [6, 2, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0]

3. Ejercicio 3.

Se han utilizado dos constantes que representan el intervalo [1,6] para los “PROFESORES” y otro “HORARIOS” que representa el intervalo [9, 14]. La variable resultado se representa con un vector con tantos elementos como profesores y cuyo rango son los horarios posibles.

Cabe destacar que los horarios horarios están representados como un entero 9 al 14, pero representan el intervalo [i, i+1], es decir el 9 representa el intervalo horario 9:00 - 10:00.

Como vemos, cada horario debe ser distinto ya que solo existe una clase, por lo que utilizaremos “alldifferent”, solo quedaría añadir para cada índice del vector, la restricción de enteros que representan el intervalo horario que aparece en la tabla del ejercicio. Esto hace que hayan 6 restricciones al igual que número de filas en la tabla de restricciones para cada uno de los profesores.

El resultado obtenido es el siguiente horario:

[14, 12, 13, 10, 11, 9]

Utilizando la representación expuesta anteriormente, nos quiere indicar que el profesor número 1, tiene como intervalo horario 14:00-15:00, el profesor 2 un intervalo de 12:00-13:00, el profesor 3, el intervalo horario 13:00-14:00, el cuarto profesor de 10:00-11:00, el 5 de 11:00-12:00 y finalmente el sexto profesor el intervalo horario de 9:00-10:00.

4. Ejercicio 4.

Para la realización de este ejercicio se va a hacer uso de un intervalo “HORARIOS” [9-13] como se expone en el enunciado, cuatro vectores que representan a cada uno de los profesores y sus asignaturas impartidas, cada uno de los vectores tendrán el tamaño igual de grande como el número de asignaturas-grupo impartan, los valores que pueden tomar son los horarios que recibirán la clase dicha asignatura-grupo.

Las restricciones sobre cada uno de los vectores son similares, además comparten con el Ejercicio 3 que cada uno de estos debe ser distinto, ya que como se expone, 1h semanal.
Una restricción que podríamos tener en cuenta sería los aulas libres, aunque se puede evitar realizando la asignación profesor-aula ya que al existir 4 aulas y 4 profesores, podemos ignorar dicha restricción.

Añadimos la restricción de la parte derecha de la tabla, la franja horaria en la cual no pueden dar clase. Bastaría con coger al profesor 2 y al profesor 4 y restringir que ninguno de los valores que puedan tomar sean 10 y 9 respectivamente.

Para las restricciones de la izquierda, los grupos en los que un profesor imparte, representa la disponibilidad de los grupos para impartir clase, esto quiere decir que, Profesor 1 no puede dar clase al grupo 1 ni en IA ni TSI, además de tampoco poder hacerlo en el mismo horario que el del profesor 2 que da clase de FBD. Para hacer esto, basta con realizar cuatro restricciones las cuales compruebe que ninguno de las asignaturas impartidas para cada uno de los grupos estén a la misma hora o lo que es lo mismo, no pueden haber dos profesores impartiendo al mismo grupo en la misma hora.

El resultado es similar al enunciado del ejercicio 3, para cada profesor, una lista que representa la hora a la que tiene que dar la asignatura-grupo.

Por ejemplo, para el **profesor 1:**
IA-G1: 12:00 - 11:00, IA-G2: 11:00-12:00, TSI-G1: 9:00-10:00, TSI-G2: 10:00-11:00
Para el **profesor 2:**
FBD-G1: 11:00 - 12:00, FBD-G2: 9:00-10:00
Para el **profesor 3:**
TSI-G3: 12:00 - 11:00, TSI-G4: 11:00-12:00, FBD-G3: 10:00-11:00, FBD-G4: 9:00-10:00
Para el **profesor 4:**
IA-G3: 11:00 - 12:00, IA-G4: 10:00-11:00

5. Ejercicio 5.

Se va a explicar brevemente este ejercicio, para la representación se han utilizado intervalos constantes que se exponen en el enunciado, nº franjas, nº asignaturas, etc.
El resultado se expone como una tabla (matriz) de días/horas, los elementos que pueden representar son los índices de las asignaturas [2..10] y del recreo 1.
Una lista que representa aquellas asignaturas en bloques “C1” o individuales “C2”.

Las restricciones son más complejas, por lo que se van a desarrollar detalladamente.
En primer lugar:
Comprobar que todas las horas han sido dadas, para ello, vamos a aplanar el el vector de horario y de ahí contar que el número de asignaturas es igual que a las que hay que dar.
La siguiente restricción comprueba que la asignatura que está en la franja está en grupo de dos o no hay (ya que puede darse otro día), para ello, contamos para cada día, sobre las restricciones “C1” que podemos contar dos elementos o ninguno. De manera equivalente para las asignaturas que deben aparecer solo una vez al día (o ninguna). Esta restricción unida a la de conteo hace que la tabla resultante deba estar formada por el número especificado de horas / semana además de que las necesarias se encuentren agrupadas o individuales.

De manera similar, para las restricciones para los profesores, para comprobar que un profesor pueda dar únicamente una clase a la semana, basta con contar las clases que imparte en un día y restringir que o no da ninguna, o da al menos una y de la otra ninguna o vice-versa. Como todos los profesores que están restringidos tienen únicamente 2 asignaturas, contamos el número de asignaturas al día que imparten y restringimos.

Finalmente, se impone la restricción del recreo. Simplemente para todos los días de la semana, la cuarta franja horaria estará obligada a tener un 1, que representa la “asignatura” hora libre.

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes
Franja 1	A8 (P4)	A3 (P1)	A7 (P4)	A5 (P2)	A4 (P2)
Franja 2	A8 (P4)	A3 (P1)	A4 (P2)	A5 (P2)	A4 (P2)
Franja 3	A6 (P3)	A7 (P4)	A4 (P2)	A9 (P3)	A2 (P4)
Franja 4	Recreo	Recreo	Recreo	Recreo	Recreo
Franja 5	A5 (P2)	A6 (P3)	A3 (P1)	A1 (P1)	A1 (P1)
Franja 6	A5 (P2)	A2 (P4)	A3 (P1)	A1 (P1)	A1 (P1)

6. Ejercicio 6.

Vamos a utilizar dos constantes, uno que define el número de personas y otro para el número de características. Se va a utilizar una tabla (matriz) que representa por filas los grupos de las características de los individuos del problema. Por ejemplo, la primera fila representa color de la casa, el siguiente la posición (0 más a la izq), Animal, etc. Mientras que las columnas representan a cada uno de los individuos, de izquierda a derecha, Vasco, Catalán, Gallego, Navarro y Andaluz.

Cada elemento de la tabla puede optar por un valor del 0 al 4, para no ocupar muchas páginas sobre la descripción de cada valor que puede tomar, se ha asignado 0 a la primera característica leída e ido incrementando según encontramos uno nuevo para el grupo, aunque se pueden encontrar en el documento “mzn”.

1. Las restricciones impuestas desde de la a-e son equivalentes, forzando para cada indivíduo que tengan el valor 0 (ya que son todos diferentes).

2. La restricción g-j, l) es equivalente a decir que **existe (“exists”)** una persona “p” cuya característica “i” tiene valor “$v_{p,i}$” y la característica “j” tiene valor “$v_{p,j}$”.

3. La restricción k) es similar a la anterior, pero comprobamos que una casa “k” está pegada a la otra “q” si la posición de de las casas es “k+1” o “k-1” es igual a “q”.

4. m,n) Es similar al punto 3. Pero al no especificarse quién es la persona, vamos a buscar entre todos los pares de dos personas (i,j) cuyo individuo “i” posee unas cualidades (p.e, es médico) y cuya “j” representa a otro (p.e tiene un zorro), si coincide, comprobamos la cercanía como se ha expuesto en el apartado 3.

Finalmente obtenemos una matriz con valores que cumplen las restricciones impuestas en el enunciado, para responder a la pregunta, bastaría con buscar aquella persona “i” cuya característica de animal sea 4 (La última leída), que representa a la cebra y otra “j” cuya característica sea bebida 4 (La última leída), que representa agua.

El resultado obtenido es, el **Gallego tiene una cebra y el Andaluz bebe agua**.

7. Ejercicio 7.

Las variables utilizadas para el problema son las siguientes, un vector que representa la duración de cada una de las tareas, interpretando que 1 representa la A, el 2 la B, etc.
La solución se va a exponer utilizando una matriz que presenta en las filas cada una de las tareas y las columnas, el inicio y el final de la tarea.

En primer lugar, aunque parezca trivial, debemos imponer la restricción de que el tiempo de comienzo es t=0 ya que si no, empezará en el entero mínimo que utiliza MiniZinc.

En segundo lugar, debemos imponer la restricción de que la columna del fin de la tarea es el inicio de la tarea + duración de dicha.

Las siguientes restricciones son las expuestas en la tabla, decimos que una tarea dependiente de otra puede comenzar si el tiempo de inicio de la tarea dependiente es superior al el tiempo que representa al fin de tarea.

Cuando tenemos dos (o más restricciones), vamos a buscar que el inicio de la dependiente sea superior al máximo de todas las tareas de las que depende, esto está claro ya que una tarea no puede comenzar hasta que la más larga de la que depende haya acabado.

El resultado obtenido que representa del 1-9 de A-I,
1, [0, 7)
2, [7, 10)
3, [10, 11)
4, [7, 15)
5, [15, 17)
6, [15, 16)
7, [15, 16)
8, [7, 10)
9, [16, 18)

Todas las tareas se realizarán en un intervalo de tiempo [0-18) o lo que es lo mismo, 19 segundos.

El resultado se podría haber obtenido tanto minimizando cómo no, ya al existir infinitos trabajadores, vamos a necesitar que obligatoriamente la tarea con mayor tiempo final acabe.

10. Ejercicio 10.

Como se expone en el enunciado de la práctica, una variable que represente el peso máximo a soportar, dos listas que representen el peso del i-ésimo elemento y otro que represente la preferencia.

La representación resultante es la conocida representación binaria para el elemento i-ésimo, un vector de tamaño n para los n elementos (n = 12 elementos para este problema). Si se tiene un 1, el elemento se toma, en caso contrario (un 0), no se tomaría.

La restricción impuesta está clara desde el comienzo de la práctica, no se puede sobrepasar el peso máximo.

$$W(X) = \Sigma^{12}_{i=0}\, w_i \cdot X_i \; < \; Peso\ Maximo$$

Donde claramente X representa el vector de tomar o no los elementos, X_i tomar o no el i-ésimo elemento y w_i del elemento.

Finalmente, vamos a utilizar “maximize” para encontrar el problema que nos maximice la suma de las preferencias, de manera similar.

$$max(\, P(X) = \Sigma^{12}_{i=0}\, p_i \cdot X_i \,)$$

Donde claramente p_i representa el valor de preferencia del elemento i-ésimo y max una función de maximización.

Finalmente el resultado obtenido se muestra como un vector de selección:
[1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 0], cuyo peso 274 y preferencia 705.
La bolsa contendrá:
Mapa, Compás, Agua, Sandwich, Azúcar, Queso y Protector Solar.