

Instrucciones Entregable #2 NSP

Inteligencia Artificial

Diego Andrés Norambuena Vergara
diego.norambuena@sansano.usm.cl

Mayo 2021

1. Problema, objetivos y restricciones

El problema a resolver será NSP, es decir Nurse Scheduling Problem. La idea principal es que luego de implementar su algoritmo puedan comparar sus resultados con los de la literatura. Para esto deberán resolver NSP con las distintas instancias subidas a Moodle.

1.1. Objetivo del problema

El objetivo del problema es encontrar un *horario factible* donde se asignan enfermeras/os a los distintos turnos dentro del horizonte de planeación. Se deben cumplir las *restricciones fuertes*, mientras que buscamos respetar la mayor cantidad de *restricciones blandas*, de tal manera de encontrar un horario que satisfaga a los empleados.

1.2. Restricciones

Fuertes (deben cumplirse para que la solución generada sea factible):

- Los empleados no pueden ser asignados a más de un turno por día
- Turnos que no pueden seguir al del día anterior. Estos se definen en *SECTION_SHIFTS*.
- Máximo número de turnos de cada tipo que un empleado puede trabajar. Definidos en *SECTION_STAFF*, campo *MaxShifts*
- Máximo total de minutos asignables a un empleado. Se define en *SECTION_STAFF*, campo *MaxTotalMinutes*. La duración de cada tipo de turno se define en *SECTION_SHIFTS*, campo *Length in mins*
- Máximo número de turnos consecutivos trabajados por el empleado.
- Mínimo número de turnos consecutivos trabajados por el empleado.
- Mínimo de días libres consecutivos
- Máximo número de fin de semanas trabajados. Un fin de semana se considera trabajado si el empleado trabaja ya sea un **Sábado o Domingo**.
- Días libres, es decir, días donde no se le pueden asignar turnos al empleado. Se definen en *SECTION_DAYS_OFF*.

Suaves, restricciones deseables de cumplir:

- Turnos solicitados, es decir, días en los que cierto empleado pide un turno específico para trabajar. Por ejemplo: Pepito pide trabajar en turno noche el día 25. Si esta solicitud no es acogida, o sea, en la solución final no se le asignó a Pepito el turno que quería, existe una penalización definida en *SECTION_SHIFT_ON_REQUESTS*.
- Turno libre, contraria a la anterior. Ahora el empleado i solicita no trabajar en un turno x en un día D específico. Si se le asigna x en el día D al empleado i , entonces existe una penalización definida en *SECTION_SHIFT_OFF_REQUESTS*.
- Cobertura, hay una penalización tanto si falta como si sobra personal en un turno x de algún día D .
 - Si faltan, la penalización es: $(req - x) * wu$
 - Si sobran, la penalización es: $(x - req) * wo$Donde wu (*weight for under*) y wo (*weight for over*) son pesos definidos en *SECTION_COVER* y req es la cantidad personal que se debía asignar ese día D en el turno p .

2. Instancias de prueba

Las instancias de prueba que se utilizarán estarán disponibles en Moodle.

2.1. Formato de instancias de prueba

El formato de un archivo de instancia presenta la siguiente información (en orden de aparición):

- *SECTION_HORIZON*:
Nos indica el horizonte de planeación, es decir, cuántos días debemos organizar. **Toda** instancia parte en un día **LUNES**.
- *SECTION_SHIFTS*: Información sobre los tipos de turnos. Posee los siguientes campos (en orden):
ShiftID, Largo, Turno prohibido

- **ShiftID:** es una letra que define al tipo de turno
 - **Largo:** duración en minutos del tipo de turno ShiftID.
 - **Turno_prohibido:** turnos que no pueden seguir al tipo de turno ShiftID, separados por |.
- **SECTION_STAFF:** Aquí encontramos los datos del personal que trabajará durante el horizonte de planeación. Posee los siguientes campos (en orden):
ID, MaxShifts, MaxTotalMinutes, MinTotalMinutes, MaxConsecutiveShifts, MinConsecutiveShifts, MinConsecutiveDaysOff, MaxWeekends
- **ID:** identificador del empleado
 - **MaxShifts:** indica cuantas veces puede trabajar por cada tipo de turno, separados por |.
 - **MaxTotalMinutes:** máximo número de minutos que el empleado ID puede trabajar en el horizonte de planeación.
 - **MinTotalMinutes:** mínimo número de minutos que el empleado ID debe trabajar en el horizonte de planeación.
 - **MaxConsecutiveShifts:** máximo número de turnos consecutivos que el empleado ID puede trabajar.
 - **MinConsecutiveShifts:** mínimo número de turnos consecutivos que el empleado ID debe trabajar.
 - **MinConsecutiveDaysOff:** mínimo número de días consecutivos que el empleado ID debe descansar.
 - **MaxWeekends:** máximo número de fin de semanas que el empleado ID puede trabajar.
- **SECTION_DAYS_OFF:** Aquí encontramos los días que cada trabajador debe tener libres. Posee los siguientes campos (en orden):
EmployeeID, DayIndexes
- **EmployeeID:** ID del empleado
 - **DayIndexes:** índices de los días libres (el primer día del horizonte de planeación tiene índice 0)
- **SECTION_SHIFT_ON_REQUESTS:** Información sobre los días/turnos que los empleados desean trabajar. Posee los siguientes campos (en orden):
EmployeeID, Day, ShiftID, Weight
- **EmployeeID:** ID del empleado
 - **Day:** índice del día que desea trabajar.
 - **ShiftID:** tipo de turno que desea trabajar.
 - **Weight:** penalización en caso de no acoger su solicitud.
- **SECTION_SHIFT_OFF_REQUESTS:** Información sobre los días/turnos que los empleados no desean trabajar. Posee los siguientes campos (en orden):
EmployeeID, Day, ShiftID, Weight
- **EmployeeID:** ID del empleado
 - **Day:** índice del día.
 - **ShiftID:** tipo de turno que no desea trabajar.
 - **Weight:** penalización en caso de tocarle trabajar ese día en ese turno.
- **SECTION_COVER** En esta sección nos entregan la demanda de personal en cada día y turno, junto con la penalización en caso de falta o exceso de personal asignado. Posee los siguientes campos:
Day, ShiftID, Requirement, Weight for under, Weight for over
- **Day:** índice del día
 - **ShiftID:** tipo de turno
 - **Requirement:** cantidad de personal requerido
 - **W.f.u:** peso por falta de personal
 - **W.f.o:** peso por exceso de personal

2.1.1. Ejemplo de instancia

```
SECTION_HORIZON
# All instances start on a Monday
# The horizon length in days:
10
SECTION_SHIFTS
# ShiftID, Length in mins, Shifts which cannot follow this shift
E,480,
D,480,E
L,480,E|D
SECTION_STAFF
# (ID, MaxShifts, MaxTotalMin, MinTotalMin, MaxConsecShifts,
# MinConseShifts, MinConsecDaysOff, MaxWeekends)
A,E=28|D=28|L=0,8640,7560,5,2,2,2
B,E=28|D=28|L=0,8640,7560,5,2,2,2
C,E=28|D=28|L=9,8640,7560,5,2,2,2
D,E=28|D=0|L=0,8640,7560,5,2,2,2
SECTION_DAYS_OFF
# EmployeeID, DayIndexes (start at zero)
A,1,4
B,5,9
C,1,2
D,3,7
SECTION_SHIFT_ON_REQUESTS
# EmployeeID, Day, ShiftID, Weight
A,2,D,2
A,3,D,2
C,8,D,3
C,5,E,1
D,3,E,3
D,5,E,1
SECTION_SHIFT_OFF_REQUESTS
# EmployeeID, Day, ShiftID, Weight
B,2,D,2
B,7,D,2
D,2,E,2
D,3,E,2
SECTION_COVER
# Day, ShiftID, Requirement, Weight for under, Weight for over
0,E,4,100,1
0,D,6,100,1
0,L,3,100,1
1,E,4,100,1
1,D,6,100,1
1,L,1,100,1
2,E,4,100,1
2,D,6,100,1
... (+ filas hacia abajo)
```

2.2. Características de instancias de prueba

Las instancias de prueba tienen las siguientes características:

- Están en formato .txt
- Cada instancia posee un nombre con el formato *instanceN.txt*, donde N es el número de la instancia según la [tabla de este sitio](#), donde pueden comparar sus resultados.
- Las instancias varían entre un horizonte de 2 a 12 semanas, con 8 a 60 personas y 1 a 10 tipos de turnos.

2.3. Observaciones

- Asegúrese de leer correctamente el contenido de cada archivo (instancia), de tal manera que todas las instancias puedan ser leídas por su programa.
- Si tiene problemas para leer las instancias, puede modificar la estructura o formato de éstas, sin modificar su contenido, pero debe especificar el cambio (así como también su funcionamiento) en el archivo README.txt y en el entregable 2.

3. Especificaciones del input del programa

El programa debe recibir como input (en línea de comandos) los siguientes parámetros:

1. NSP, nombre del programa.
2. La ruta del archivo de instancia, por ejemplo :“ instances/instance11.txt”.
3. K , La máxima cantidad de iteraciones permitida en una ejecución de su programa (no aplica para técnicas completas).

Ejemplo de entrada:

```
./NSP instances/instance11.txt 1000
```

Dónde NSP es el nombre de su programa , “instances/instance11.txt” la ruta completa de la instancia a resolver y 1000 la cantidad de iteraciones.

Es preciso mencionar que se pueden añadir otros parámetros adicionales en la entrada, si lo hace, **debe incorporarlos junto con una descripción en el archivo README.txt**, estableciendo al menos un ejemplo de cómo ejecutar su programa con estos parámetros.

4. Especificaciones del output del programa

Su programa debe mostrar por pantalla:

1. N líneas, 1 por cada empleado, indicando su ID, seguido de pares (d, t) indicando el índice del día d y tipo de turno que trabajará durante el horizonte de planeación.
2. Suma total de los 4 tipos de penalización (turnos solicitados, turnos libres, falta de personal, exceso de personal). **Hint:** La idea es que minimicen esta suma, pues es la función objetivo que usarán de comparación con los benchmark.

4.1. Ejemplo de output

Para 4 enfermer@s con 1 semana de horizonte, y tipos de turno (D, T, N) :

```
A: (0,D) (1,D) (2,T) (4,N) (5,D)
B: (3,N) (4,D) (5,T)
C: (0,D) (1,T) (2,N) (5,T) (6,D)
D: (1,D) (2,D) (3,N) (5,N) (6,D)
Suma de penalizaciones: 3200
Tiempo total de ejecución: 21 [s]
```

4.2. Consideraciones

Adicionalmente, si usted desea mostrar otros datos que sean importantes (y que puedan visualizarse fácilmente), puede mostrarlos al final del output, **especificando en el archivo README.txt qué quieren decir y qué sentido tiene añadirlos a la salida del programa.**

5. Recordatorios y recomendaciones

1. Recuerde que su programa debe ser realizado en C/C++ con un Makefile para poder compilarlo.
2. Recuerde que debe comentar su código (sin excederse).
3. Si tiene problemas con algunas instancias específicas producto de, por ejemplo, cómputos muy grandes o demasiada memoria ram utilizada que saturó su pc, usted debería hacer lo siguiente:

- a)* Mostrar un resultado parcial (solución que cumple todas las restricciones) con un timeout de a lo MENOS 2 horas.
 - b)* Explicar en el informe cuáles instancias fueron las que originaron el problema.
 - c)* Explicar cuál fue el problema que usted detectó: tamaño de la instancia muy grande, error aleatorio, etc.
4. **Recuerde que el segundo entregable consta de: El código fuente con la implementación desarrollada, Makefile, Readme y el informe 2 desarrollado en LATEX (PDF + archivo fuente) con las correcciones solicitadas.**