

# Estructuras de Datos y Algoritmos II

## Práctica

Juan G. Lalinde-Pulido  
jlalinde@eafit.edu.co

Edison Valencia  
evalenci@eafit.edu.co

23 de septiembre de 2019

### Resumen

Como estudiantes de la materia *ST2047 Estructuras de Datos y Algoritmos II*, han sido seleccionados para resolver un problema en la Universidad EAFIT. Todos los semestres, la universidad realiza la programación académica tomando como base la programación del año inmediatamente anterior. Ahora, dado que la planta física de la universidad ha crecido mucho, les solicitan desarrollar un programa que parta de la programación académica y modifique las aulas de clase de manera que se minimice la distancia promedio que debe recorrer una persona cuando termina una clase y pasa a la siguiente.

## 1. Definición del problema

Uno de los problemas que debe resolver toda institución educativa es el de la programación académica. Este consiste en programar todas las sesiones de clase garantizando que se cumplan las siguientes condiciones:

1. Ningún profesor tiene dos clases diferentes programadas simultáneamente, es decir, a la misma hora el mismo día.
2. En ningún salón de clase se permiten dos clases programadas simultáneamente.
3. Todos los grupos tengan asignado un profesor y un aula de clase.

La situación ideal es garantizar que todos los estudiantes puedan tomar todas las materias que les corresponda. Sin embargo, cuando hay más de un grupo por materia y la institución permite que sus estudiantes seleccionen el grupo al cual desean pertenecer, se pueden dar casos en los cuales el estudiante no pueda tomar una materia como consecuencia de las decisiones que tomaron sus compañeros en el momento de matricularse.

Este problema tiene una solución trivial que consiste en tener todas las clases en horarios diferentes y en aulas diferentes lo cual no es válido en ninguna universidad. Por tal motivo, las instituciones educativas miran la programación académica como un problema de optimización, donde la solución óptima es la que requiere un menor número de recursos para su implementación. Ahora, este problema es un problema NP-completo[1], razón por la cuál se utilizan heurísticas para obtener soluciones aproximadas en un tiempo razonable. Como es natural, en este proceso no se tienen en cuenta muchas restricciones suaves<sup>1</sup>, sin embargo algunas de ellas son deseables.

Ahora bien, dada una programación académica que sea válida, se pueden generar otras soluciones válidas fácilmente. Cualquier permutación en la cual no se cambie el tipo de aula y la capacidad de las aulas sea apropiada es también una solución válida.

Una de las preocupaciones de la universidad es garantizar que profesores y estudiantes que tienen movilidad limitada puedan acceder fácilmente a las aulas de clase asignadas. Adicionalmente, es deseable minimizar los desplazamientos que deben realizar profesores y estudiantes cuando se desplazan de una clase a otra. Ustedes, reconocidos por su gran capacidad para solucionar problemas, han sido contratados para generar una nueva programación académica que cumpla con dos características:

**Restricción dura:** Se debe garantizar que todas las personas que tienen limitaciones de movilidad tengan sus clases programadas en aulas de fácil acceso.

**Restricción blanda:** Se debe minimizar el tiempo promedio que tarda una persona para desplazarse de una clase a otra.

---

<sup>1</sup>Una restricción suave es aquella que es deseable pero cuyo incumplimiento no invalida la solución. Las restricciones duras son aquellas cuyo incumplimiento invalida la solución.

## 2. Descripción de los datos

**Programación académica:** La lista de todos los grupos programados para el semestre. Cada grupo tiene asociado un profesor y un aula. Se entrega en un archivo en forma de texto donde cada línea corresponde a una hora asignada a un grupo y tiene los siguientes campos separados por comas<sup>2</sup>:

- **materia:** secuencia de seis (6) símbolos alfanuméricos. Los dos primeros son letras y representan el departamento académico al cuál está adscrita la materia y cuatro dígitos que son el código de la materia.
- **grupo:** secuencia de tres (3) dígitos que identifica el grupo programado. La combinación materia, grupo identifica cada grupo programado.
- **profesor:** número entero que identifica al profesor
- **aula:** secuencia de símbolos alfanuméricos que identifica el aula donde está programado el grupo
- **día:** un símbolo alfabético que representa el día de la semana así:  
**L** Lunes  
**M** Martes  
**W** Miércoles  
**J** Jueves  
**V** Viernes  
**S** Sábado
- **hora\_inicial** número entero de cuatro dígitos que representa la hora de inicio de la clase en formato militar<sup>3</sup>.
- **hora\_final** número entero de cuatro dígitos que representa la hora de fin de la clase en formato militar

**Matricula:** La lista de todos los estudiantes de la universidad con las materias que han matricula. Es un archivo texto con los valores separados por comas.

- **estudiante** número entero que identifica al estudiante

<sup>2</sup>Este formato se denomina CSV.

<sup>3</sup>La hora militar se representa como un número de cuatro dígitos donde los dos primeros corresponden a la hora del día (00-23) y los dos últimos a los minutos (00-59)

- **materia:** secuencia de seis (6) símbolos alfanuméricos. Los dos primeros son letras y representan el departamento académico al cuál está adscrita la materia y cuatro dígitos que son el código de la materia.
- **grupo:** secuencia de tres (3) dígitos que identifica el grupo programado. La combinación materia, grupo identifica cada grupo programado.

**Aulas:** La lista de todas las aulas de la universidad. Es un archivo texto con los valores separados por comas.

- **aula:** secuencia de símbolos alfanuméricos que identifica el aula donde está programado el grupo
- **tipo:** valor entero que representa el tipo de aula
- **capacidad:** número máximo de estudiantes que pueden ver clase simultáneamente en el aula.
- **acceso:** un entero que indica el tipo de acceso al aula, así:
  - 0** Cuenta con los mecanismos de acceso inclusivo que permite el acceso a cualquier persona
  - 1** No cuenta con los mecanismos de acceso inclusivo, así que las personas con limitaciones de movilidad no pueden acceder al aula.

**Mapa de la universidad:** El mapa de la universidad está representado en forma de grafo, donde cada aula es un nodo. Dos aulas están conectadas por un arco si hay un camino directo entre ellas que no pase por ninguna otra aula. Es una representación muy similar a la que utilizan los sistemas de GPS. La información está en un archivo tipo texto en formato separado por comas, donde cada línea contiene tres entradas:

- **aula\_1:** secuencia de símbolos alfanuméricos que identifica el aula inicial
- **aula\_2:** secuencia de símbolos alfanuméricos que identifica el aula final
- **distancia:** Un número en formato de punto flotante que representa la distancia entre las dos aulas

**Nota:** La distancia es simétrica

**Personas con problemas de movilidad:** Una lista que contiene las identificaciones de todas las personas que tienen limitaciones de movilidad. Cada línea tiene un sólo elemento que es un entero y representa la identidad de la persona que tiene limitaciones de movilidad.

## Referencias

- [1] CHEN, R.-M., AND SHIH, H.-F. Solving University Course Timetabling Problems Using Constriction Particle Swarm Optimization with Local Search. *Algorithms* 6, 2 (apr 2013), 227–244.