



Universidad de Castilla-La Mancha
Escuela Superior de Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería Informática
Computación

**Optimización Multiobjetivo de la asignación
docente en el Grado de Ingeniería Informática
para evitar superposiciones y satisfacer
preferencias de horarios de los estudiantes**

José Ángel Serrano Pardo

Junio, 2024



TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Informática

Computación

Optimización Multiobjetivo de la asignación docente en el Grado de Ingeniería Informática para evitar superposiciones y satisfacer preferencias de horarios de los estudiantes

Autor: José Ángel Serrano Pardo

Tutor: José Miguel Puerta Callejón

Junio, 2024

*Aquí va la dedicatoria que cada cual
quiera escribir. El ancho se controla
manualmente*

Declaración de autoría

Yo, José Ángel Serrano Pardo , con DNI 49800390P, declaro que soy el único autor del trabajo fin de grado titulado “Optimización Multiobjetivo de la asignación docente en el Grado de Ingeniería Informática para evitar superposiciones y satisfacer preferencias de horarios de los estudiantes”, que el citado trabajo no infringe las leyes en vigor sobre propiedad intelectual, y que todo el material no original contenido en dicho trabajo está apropiadamente atribuido a sus legítimos autores.

Albacete, a ... de ... de 20 ...

Fdo.: José Ángel Serrano Pardo

Resumen

Los algoritmos genéticos son una rama de la inteligencia artificial donde se simula el proceso de la evolución biológica, se usan métodos de búsqueda heurística que utilizan procesos de selección, cruzamiento y mutación para generar soluciones óptimas a problemas complejos que son difíciles de resolver mediante técnicas convencionales. A través de iteraciones sucesivas, una población inicial de soluciones potenciales evoluciona hacia una solución óptima, adaptándose al entorno definido por una función fitness específica. En este estudio, se adapta un algoritmo genético para abordar la optimización multiobjetivo en la asignación de grupos para las matriculas en el Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha. El desafío incluye múltiples objetivos, como maximizar la satisfacción de los alumnos, minimizar el número de solapes entre los horarios de las matriculas de un alumno, maximizar la cohesión de grupos de teoría y práctica para asignaturas del mismo curso en los alumnos y minimizar el desequilibrio del número de alumnos en los grupos de teoría y practicas en cada asignatura. El algoritmo genético diseñado utiliza una codificación específica para representar las variables del problema y operadores genéticos adaptados para mantener la diversidad genética en la población, permitiendo así una exploración efectiva del espacio de soluciones.

Agradecimientos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Índice general

1	Introducción	1
1.1	Motivación	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Competencias.	2
1.4	Estructura del documento	3
2	Estado del arte	5
2.1	Escuela superior de ingeniería informática de Albacete	5
2.2	Metaheurísticas evolutivas	10
3	Desarrollo	11
4	Experimentación	13
5	Conclusiones	15
	Referencia bibliográfica	17

Índice de figuras

2.1	Módulos que forman el grado de Ingeniería Informática	6
2.2	Asignaturas módulo Formación Básica para la Ingeniería	7
2.3	Asignaturas módulo Formación Común a la rama de ingeniería Informática	7
2.4	Horario 1º cuatrimestre Grupo 1ºA	9
2.5	Horario 1º cuatrimestre Grupo 2ºA	9

Índice de tablas

Índice de algoritmos

Índice de listados de código

1. Introducción

1.1. Motivación

La gestión de matriculas para asignar grupos es uno de los procesos esenciales y más complejos en cualquier universidad ya que actualmente existe una gran cantidad de alumnos y no todos los grupos son iguales, ya que tienen distintos horarios, siendo algunos por la mañana y otros por la tarde, además de que cada alumno tiene preferencias distintas ya sea porque prefiere un horario temprano o porque le complementa mejor con las asignaturas que tiene u otras actividades. Actualmente los estudiantes estudian muy bien los horarios de las asignaturas antes del proceso de matriculación para calcular cual sería su configuración optima y tener el menor numero de solapes de horarios y menor perdida de tiempo entre clases, aunque no todos consiguen matricularse en sus grupos ideales debido a que los alumnos no realizan la matrícula a la vez, sino que se hace en distintos días y primero la realizan los estudiantes con mayor nota(referencia), esto puede causar frustración en los alumnos que no consiguen matricularse en el grupo que querían debido a que no quedaban plazas pudiendo afectar a su rendimiento académico u organización personal. Después de realizar las matriculas se tiene que seleccionar grupo de prácticas, en este caso si se realiza al mismo tiempo para todos los alumnos por lo que suele ser complicado obtener el grupo que se desea añadiendo más dificultad a los alumnos en su tarea de conseguir un horario optimo. Teniendo en cuenta que los grupos tienen que tener una cantidad de alumnos limitada y es imposible satisfacer todas las preferencias de los alumnos de forma individual. Por eso nace la idea de desarrollar un sistema con inteligencia artificial que recibiendo las matriculas que han realizado los alumnos, usando procesos de optimización se haga una asignación de grupos de forma que se intente favorecer a los alumnos teniendo el menor número de solapes de horarios en asignaturas de un alumno y reducir el tiempo muerto entre clases para cada alumno, todo esto manteniendo el equilibrio de alumnos por grupo en las asignaturas e intentado mantener cierto parecido con la configuración original.

1.2. Objetivos

1. Analizar el problema de la asignación docente:
 - Identificar y analizar los principales factores y restricciones que afectan a la asignación docente, como las preferencias de los alumnos, las restricciones horarias, las plazas limitadas en los grupos de teoría y practicas.
2. Diseñar un modelo de optimización multiobjetivo:
 - Desarrollar un modelo matemático que represente el problema de la asignación docente, donde este explicados todos los parámetros a optimizar y sus restricciones.
3. Implementar un algoritmo genético adaptado:
 - Configurar e implementar un algoritmo genético específico para resolver el modelo de optimización, incluyendo la codificación de soluciones, la función de fitness, y los operadores de selección, cruzamiento y mutación.
4. Realizar experimentos y evaluar el rendimiento del algoritmo:
 - Diseñar y llevar a cabo una batería de experimentos para probar el algoritmo genético con distintas configuraciones y en escenarios diferentes comparando el rendimientos y la evolución del tiempo de ejecución.
5. Analizar los resultados y validar el modelo:
 - Evaluar los resultados obtenidos, analizando la eficacia y eficiencia del algoritmo genético en la optimización de la asignación docente usando varias métricas para determinar cual es la mejor configuración que puede tener este algoritmo genético para obtener la mejor solución.

1.3. Competencias

En este proyecto se han trabajado las siguientes competencias.

- Comunes a la rama de la informática
 - **[CO6]** Conocimiento y aplicación de los procedimientos algorítmicos básicos de las tecnologías informáticas para diseñar soluciones a problemas, analizando la idoneidad y complejidad de los algoritmos propuestos.
 - **[CO7]** Conocimiento, diseño y utilización de forma eficiente de los tipos y estructuras de datos más adecuados para la resolución de un problema.
 - **[CO15]** Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de los sistemas inteligentes y su aplicación práctica.

- Tecnología específica. Computación.
 - **[CM3]** Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.
 - **[CM4]** Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación.
 - **[CM5]** Capacidad para adquirir, obtener, formalizar y representar el conocimiento humano en una forma computable para la resolución de problemas mediante un sistema informático en cualquier ámbito de aplicación, particularmente los relacionados con aspectos de computación, percepción y actuación en ambientes o entornos inteligentes.

1.4. Estructura del documento

La estructura de los capítulos de la memoria es la siguiente.

- Introducción
 - Presenta el contexto y la motivación del estudio, describe los desafíos de la asignación docente y establece los objetivos generales y específicos del trabajo.
- Estado del arte
 - Revisa el contexto del Grado Universitario en Ingeniería Informática, el funcionamiento del sistema de matrículas y la organización de los grupos. Proporciona una visión general de las metaheurísticas evolutivas y una revisión detallada de los algoritmos genéticos y su aplicación en problemas similares.
- Desarrollo
 - Detalla el diseño del algoritmo genético, incluyendo la representación de soluciones, la función de aptitud y los operadores genéticos utilizados. Describe la implementación del algoritmo en un entorno de desarrollo específico.
- Experimentación
 - Describe la configuración experimental, los escenarios de prueba, los métodos de evaluación y presenta los resultados obtenidos. Incluye una discusión sobre la eficacia del algoritmo
- Conclusiones

-
- Resume los hallazgos principales del estudio, discute la contribución del trabajo y su impacto en la mejora de la asignación docente. Propone posibles mejoras al algoritmo y sugiere direcciones para futuras investigaciones.

2. Estado del arte

En este capítulo se describe el funcionamiento de las matriculas en la Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete y el tipo de algoritmos genéticos que se pueden usar para optimizar la asignación de grupos en las matriculas de los estudiantes.

2.1. Escuela superior de ingeniería informática de Albacete

Las titulaciones en la escuela superior de ingeniería informática de Albacete comienzan en el año 1985 con los estudios de diplomado en informática, mas tarde en el curso académico 1992-93 se convierten en los títulos de Ingeniería Técnica de Sistemas e Ingeniería Técnica de Gestión de 3 años cada uno para terminar incluyendo la titulación de Ingeniería Informática de 5 años de duración en el curso 1990-19. Estas 3 titulaciones continuaron hasta que en el curso 2010-11 se implanto el actual grado de Ingeniería Informática adaptándose al espacio europeo de educación superior y sustituyendo a las 3 titulaciones anteriores. Además en la escuela se imparten varios títulos de postgrado como el master universitario en ingeniería información y el doctorado en tecnologías informáticas avanzadas aparte de otros títulos propios como el máster en sistemas informáticos embarcados y el máster en ciberseguridad y seguridad de la información.

Este trabajo se centra sobre el actual grado de Ingeniería Informática, por lo que vamos a ver como está organizado su plan de estudios y que tipos de asignaturas tienen y como funcionan las matriculas para este grado y como afectan para nuestro problema, toda esta información la vamos a ver en la web oficial de la escuela [Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete, 2024].

En la web nos centraremos en el apartado que existe para el grado, dentro de ese apartado hay 2 secciones que son las que más nos interesan, la primera es la sección que nos habla del plan de estudios, lo primero que podemos encontrar es un bloque donde se agrupan todos los módulos que tiene el grado y los créditos que aporta cada módulo.

ECTS 12	Trabajo Fin de Grado			
ECTS 24	Optatividad			
ECTS 48	Computación	Ing. de Computadores	Ing. del Software	Tecnologías de la Información
ECTS 96	Formación Común a la rama de Ingeniería Informática			
ECTS 60	Formación Básica para la Ingeniería			

Figura 2.1: Módulos que forman el grado de Ingeniería Informática

Tenemos los módulos de Formación Básica para la Ingeniería y Formación Común a la rama de ingeniería Informática, estos módulos son obligatorios para todos los alumnos, luego tenemos el tercer módulo que está dividido en las 4 menciones que tiene el grado, es obligatorio que se aprueben todas las asignaturas de una mención para completar el grado, por último tenemos el módulo de optatividad que está formado por distintas asignaturas de libre elección y el módulo del trabajo fin de grado. De todos estos módulos tenemos 2 que tienen más relevancia y son los 2 primeros, esto es porque el bloque de asignaturas que forman estos módulos son las asignaturas que tienen más de un grupo, esto es un punto crucial ya que el resto de asignaturas al tener un solo grupo no se podrán modificar los grupos de las matriculas de esas asignaturas y por tanto no pueden ser optimizadas pero si que influirán en la optimización del resto de asignaturas.

Módulo I	Materia	Asignatura y Guía Docente Electrónica			ECTS
Formación Básica (60 ECTS)	Fundamentos Matemáticos de la Informática	Álgebra y Matemática Discreta			6
		Cálculo y Métodos Numéricos			6
		Estadística			6
		Lógica			6
	Fundamentos Físicos de la Informática	Fundamentos Físicos de la Informática			6
	Ingeniería de Computadores	Estructura de Computadores			6
		Tecnología de Computadores			6
	Programación	Fundamentos de Programación I			6
		Fundamentos de Programación II			6
	Gestión de las Organizaciones	Fundamentos de Gestión Empresarial			6

Figura 2.2: Asignaturas módulo Formación Básica para la Ingeniería

,

Módulo II	Materia	Asignatura y Guía Docente Electrónica			ECTS
Común a la Rama de Informática (96 ECTS)	Ingeniería de Computadores	Arquitectura de Computadores			6
		Organización de Computadores			6
	Programación	Estructura de Datos			6
		Metodología de la Programación			6
		Programación Concurrente y Tiempo Real			6
	Ética, Legislación y Profesión	Aspectos Profesionales de la Informática			6
	Sistemas Operativos, Sistemas Distribuidos y Redes	Redes de Computadores I			6
		Redes de Computadores II			6
		Sistemas Distribuidos			6
		Sistemas Operativos I			6
	Ingeniería del Software, Sistemas de Información y Sistemas Inteligentes	Bases de Datos			6
		Ingeniería del Software I			6
		Ingeniería del Software II			6
		Interacción Persona-Ordenador I			6
		Sistemas de Información			6
		Sistemas Inteligentes			6

Figura 2.3: Asignaturas módulo Formación Común a la rama de ingeniería Informática

,

En estas imágenes tenemos las asignaturas que forman los 2 bloques obligatorios para todos los alumnos y que tienen más de un grupo, estas asignaturas son todas las asignaturas del 1º y 2º curso y las asignaturas del primer cuatrimestre del 3º curso. La otra sección de la web[Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete, 2024] que nos va dar una información vital para este trabajo es la sección de horarios. En esta sección están todos los horarios divididos entre asignaturas del 1º y 2º cuatrimestre, con esto sabremos que franja horaria tiene cada asignatura en cada grupo, esta será una información muy importante para uno de nuestros objetivos, los solapes, pero lo veremos más adelante.

Una vez sabemos esto podemos explicar como funciona el sistema de matrículas en la escuela, el alumno tendrá asignado un día y hora para poder realizar su matrícula desde la web de la secretaría virtual de la universidad, ahí tendrá que elegir en que asignaturas quiere matricularse y en las que tienen más de un grupo en que grupo quiere estar. En los casos donde el alumno solo tiene que matricularse en asignaturas del mismo curso en cada cuatrimestre no existirá mucho problema en elegir grupo para las asignaturas que lo necesiten, un detalle importante es que en este proceso cuando se elige grupo es solo para la clase de teoría, para elegir subgrupo de prácticas se hará posteriormente a través de la página de la asignatura en el campus virtual. En cambio un alumno que tenga asignaturas de distintos cursos que tienen varios grupos si le es relevante la selección de grupos, ya que dependiendo de los grupos de teoría y subgrupos de práctica que seleccione puede que tenga solape de horarios y no pueda asistir a todas las clases. Por ejemplo un alumno se quiere matricular en la asignatura Fundamentos de Programación I del 1º curso y en la asignatura Organización de computadores del 2º curso, si en la asignatura de primero se matricula en el grupo a y quiere matricularse también en el grupo a de la asignatura del 2º curso tiene que tener cuidado con el subgrupo de prácticas, ya que si selecciona el primero tendrá un solape de horarios y no podría asistir a las 2 clases.

1º GRUPO A (10) - 1 Semestre 2023-24			Primer Cuatrimestre		
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:15 9:45	Fundamentos de Gestión Empresarial AULA 1.11	Fundamentos de Programación I AULA 1.11	Fundamentos Físicos de la Informática AULA 1.11	Tecnología de Computadores AULA 1.11	Cálculo y Métodos Numéricos AULA 1.11
9:45 11:15	Cálculo y Métodos Numéricos AULA 1.11	Fundamentos de Gestión Empresarial AULA 1.11	Fundamentos de Programación I AULA 1.11	Fundamentos Físicos de la Informática AULA 1.11	Tecnología de Computadores AULA 1.11
11:35 13:05	Fundamentos Físicos de la Informática Lab. Física 2	Tecnología de Computadores Elect.Digit. 1	Cálculo y Métodos Numéricos SOFTW. 4	Fundamentos de Gestión Empresarial Aula Multiusos	Fundamentos de Programación I SOFTW. 7
16:00 17:30	Fundamentos Físicos de la Informática Lab. Física 2	Tecnología de Computadores Elect.Digit. 1	Cálculo y Métodos Numéricos SOFTW. 4	Fundamentos de Gestión Empresarial Aula Multiusos	Fundamentos de Programación I SOFTW. 7

Figura 2.4: Horario 1º cuatrimestre Grupo 1ºA

2º GRUPO A (10) - 1 Semestre 2023-24			Primer Cuatrimestre		
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
9:45 11:15	Estructura de Datos SOFTW. 4	Lógica Aula Multiusos	Organización de Computadores SOFTW. 7	Ingeniería del Software I SOFTW. 7	Sistemas Operativos I SOFTW. 4
11:35 13:05	Ingeniería del Software I AULA 1.11	Sistemas Operativos I AULA 1.11	Estructura de Datos AULA 1.11	Lógica AULA 1.11	Organización de Computadores AULA 1.11
13:05 14:35	Organización de Computadores AULA 1.11	Ingeniería del Software I AULA 1.11	Sistemas Operativos I AULA 1.11	Estructura de Datos AULA 1.11	Lógica AULA 1.11
17:30 19:00	Estructura de Datos SOFTW. 4	Lógica Aula Multiusos	Organización de Computadores AULA 1.11	Ingeniería del Software I SOFTW. 7	Sistemas Operativos I SOFTW. 4

Figura 2.5: Horario 1º cuatrimestre Grupo 2ºA

Cuando todos los alumnos hayan realizado este proceso según sus preferencias y las plazas disponibles en cada grupo de teoría y subgrupo de practicas tendremos una configuración inicial para usar como punto de partida en el algoritmo genético.

2.2. Metaheurísticas evolutivas

3. Desarrollo

4. Experimentación

5. Conclusiones

Referencia bibliográfica

[Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete, 2024] Escuela Superior de Ingeniería Informática de Albacete (2024). Página web oficial de la escuela.