

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**AÑO ACADÉMICO (2024 – 2025)**

**TERCER CURSO**

**PRÁCTICA 2**

**CSP Y BÚSQUEDA HEURÍSTICA**

**Información Alumno 2**

**Nombre:** Santiago José

**Apellidos:** Díaz Rodríguez

**NIA:** 100479095

**Correo:** 100479095@alumnos.uc3m.es

**Grupo:** 81

**Titulación:** Grado en Ingeniería Informática

**Información Alumno 1**

**Nombre:** Gabriel José

**Apellidos:** Rivera Amor

**NIA:** 100477706

**Correo:** 100477706@alumnos.uc3m.es

**Grupo:** 81

**Titulación:** Grado en Ingeniería Informática

**Madrid 18 de diciembre de 2024**

**ÍNDICE**

[**D**](#_1fob9te)**escripción del Ejercicio 2**

Código de MiniShell 2

Código de Mycalc 5

Código de Myhistory 6

[**Batería**](#_xsw6zy05wyy) **de Pruebas 4**

[Definición](#_1y810tw) de Pruebas 4

Pruebas de Mywc 4

Pruebas de Myls 5

Pruebas de Myishere 5

[**Conclusiones**](#_1ci93xb) **6**

[Conclusiones](#_3whwml4), Tiempo Empleado, Dificultades 6

**INTRODUCCIÓN**

Este documento corresponde a la memoria de la segunda práctica de Heurística y Optimización, en el cual, dado un problema, nuestra labor fue obtener la solución óptima según un conjunto de restricciones de modelado en el caso de SAT. Adicionalmente también se va a presentar un formato de búsqueda estableciendo un conjunto de heurísticas para encontrar la solución óptima.

Se podrá observar un modelo de Satisfacción de Restricciones en la primera parte en el cual debemos administrar la asignación de talleres y de parkings para los aviones de una flota, en donde debemos considerar un cierto número de restricciones en las cuales se especifica el tipo de tarea a realizar, el orden de esta, así como condiciones para la movilidad de los aviones entre los espacios dentro del tablero de movimiento. Estas condiciones nos permiten determinar un conjunto de soluciones posibles que cumplen con todo lo antes mencionado.

Por otro lado, tendremos un segundo modelo de búsqueda heurística, en el cual se nos presentan un conjunto de condiciones para poder establecer las reglas heurísticas que van a permitir informar la búsqueda y poder obtener una solución óptima al problema de establecer las pitas de rodaje de cada uno de los aviones de la flota. Para ello aplicaremos algoritmos como A\* y por ende debemos desarrollar heurísticas que sean admisibles y luego relajarlas para obtener dicha solución.

Por último, pero no menos importante, se realizará un análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones de todos los procedimientos realizados en ambos problemas.

**MODELO DE SATISFACCIÓN DE RESTRICCIONES**

Para el primer problema, procedemos a hacer la modelización de este teniendo en cuenta las restricciones para cada uno de los aviones, sus tipos, franjas horarias y tipos de tareas.

***Variables:***

Para cada avión “a” y franja de tiempo “f” definimos una variable:

Donde es la posición del avión “a” en la franja “f” (un taller estándar, especializado, o un parking).

***Dominio:***

Para cada avión “a”, el dominio se puede restringir según las tareas pendientes (t1, t2) y el tipo de avión.

***Restricciones:***

1. Aseguramos que el avión esté en una única posición válida por cada franja
2. Capacidad de Talleres
   1. Máximo dos aviones por taller o parking en cada franja.

Donde es una función indicadora de que vale 1 si y 0 en caso contrario.

* 1. Máximo un avión Jumbo por taller

Nosotros por decisión de diseño y la interpretación lógica que le hemos dado al enunciado, consideramos que un avión JUMBO en una posición equivale a tener dos aviones estándar en una posición. Por ende, por cada posición puede haber dos aviones de tipo estándar o un solo avión de tipo JUMBO.

1. Compatibilidad de Tareas y Posiciones
   1. Si t2 > 0, el avión debe estar en un taller especializado:
   2. Si t1 > 0 y t2 = 0, el avión puede estar en un taller estándar o especializado:

No se toma en consideración el hecho de que aquellos aviones que no tengan tareas vayan exclusivamente a parkings, ya que si hay talleres libres y aviones que no ameriten tareas, los aviones sin tareas pueden descansar en dichos talleres.

1. Orden de Tareas en el caso de que los aviones tengan la restricción a verdadero, entonces las tareas de tipo 2 deben hacerse antes que las de tipo 1.
   1. Si t2a > 0, en cada franja:
   2. Si t2a = 0 pero t1a > 0, en las franjas restantes:
2. Si una posición está ocupada, debe haber al menos un espacio adyacente vacío.
3. Dos aviones JUMBO no pueden estar en dos posiciones adyacentes.

La implementación de todas estas restricciones de forma funcional se encuentra detallada en el archivo CSPMaintenance.py el cual junto a un archivo de tipo .sh y a un conjunto de pruebas, se verificó la funcionalidad del programa y que todas las restricciones especificadas en el modelo anterior se cumplen satisfactoriamente. Los resultados de cada una de las pruebas se obtienen al ejecutar dicho código, siendo los archivos de salida de tipo .csv.

**BÚSQUEDA HEURÍSTICA**

Para el primer problema, procedemos a hacer la modelización de este teniendo en cuenta las restricciones para cada uno de los aviones, la disponibilidad de las pistas y sus respectivos horarios.

(AQUÍ VA TU PARTE SANTIAGO)

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Haciendo un análisis general de todos los resultados de todas las pruebas realizadas, podemos determinar que se cumplen fructíferamente todas las restricciones anteriormente establecidas, tomando en cuenta las diferentes interpretaciones que nosotros le dimos a ciertos puntos del enunciado presentado.

Cabe destacar algunas decisiones de diseño que han afectado al modelado y que por ende modifican parcialmente los resultados. Uno de los casos es aquel en el que consideramos una matriz de una columna y tres filas, donde solo tenemos un avión jumbo con restricción True y con dos tareas por realizar en dos franjas horarias. Lo primero que es necesario comentar del documento de solución, es que nosotros garantizamos que si hay un taller especializado libre y el avión tiene tareas de tipo 2 con la restricción True, el avión se introduzca en el taller habilitado. En el caso de que no haya talleres libres, obligatoriamente, el avión debe esperar en un parking hasta que se habilite el espacio o uno de ellos. El otro aspecto por comentar es que un avión que haya realizado una tarea y en la siguiente franja se deba mover a otro taller y estén todos los talleres ocupados, el avión puede ir a un parking entre la franja donde termina una tarea y otra franja posterior donde inicie la siguiente tarea.

Adicionalmente con respecto al caso anterior, si un avión tiene dos tareas de distinto tipo y tiene como prioridad las tareas de tipo 2, entonces el avión puede establecerse en el taller específico y quedarse en él para la siguiente tarea, dado que en un taller específico pueden realizase tareas de ambos tipos. Dadas estas condiciones y decisiones de diseño, obtenemos un número reducido de soluciones, ya que en el caso presentado el avión solamente tiene la opción de ir a un taller especializado y quedarse ahí durante las dos franjas, ya que debe cumplir todas las tareas antes de finalizar las franjas.

Otro caso que analizamos es aquel donde tenemos un solo avión, con 2 franjas de tiempo, un taller y un parking y el avión no cuenta con tareas por realizar, es decir que t1 y t2 son iguales a cero. En este caso en particular se pudo analizar que se obtienen dos soluciones, lo cual ocurre porque un avión puede descansar en un parking o en un taller solo si no hay otro avión que amerita su uso. Como en este caso específico, solo hay un avión y no hay otro elemento solicitando el uso del taller.

Por último, tenemos un caso en el cual tenemos dos aviones de tipo estándar y uno de tipo jumbo en una matriz de 3 filas y 1 columna, vamos a notar que en ningún momento, ninguno de los aviones entra al parking, dado que se cumple la restricción de maniobrabilidad y adicionalmente vemos que los dos estándar se mantienen en el taller estándar, dado que pueden haber dos aviones de este tipo en una misma localización y pueden descansar en los talleres.

Por ello, podemos decir que, en el caso de quitar estas restricciones, vamos a notar entonces un aumento en la cantidad de soluciones, debido a que las restricciones se liberan y por ende hay más posibilidades de rellenar ciertas localizaciones. Por ende, vemos que las restricciones nos restringen el número de soluciones y por ende encontramos una solución óptima dentro del especio de los aspectos y situaciones reales del escenario planteado.

Por otro lado, en el segundo problema… (AQUÍ VA TU PARTE SANTIAGO)

**CONCLUSIONES**

Para finalizar este documento, podemos concluir que esta práctica trajo consigo muchos aprendizajes para nosotros, dado que concretamos nuestros conocimientos acerca de problemas de satisfacción de restricciones y búsqueda heurística. Además, nos otorgó la oportunidad de profundizar acerca del uso de diferentes herramientas informáticas importantes que realizan los mismos procesos que nosotros implementamos manualmente y mucho más rápido.

Es importante mencionar que los problemas presentados para esta práctica son dedicados específicamente para ser resueltos en ordenador, dado que su realización manual llevaría mucho tiempo, así como confusión al combinar una inmensa cantidad de posibilidades para ambos problemas. Adicionalmente, realizarlos de esta forma nos permite poder resolver el mismo problema con distintos valores para la restricciones y heurísticas, mientras se mantenga en el margen de soluciones posibles y reglas con sentido real.

Al realizar este trabajo, nos encontramos con una enorme dificultad para llevarlo a cabo, debido a que los problemas presentados son de un mayor que los realizados a mano, como era de esperarse. Sin embargo, dada la situación a lo que nos enfrentamos fue extremadamente complicado realizar ambas partes de la práctica, con mayor énfasis en la parte de establecer correctamente las restricciones y de establecer heurísticas admisibles.

**(AQUÍ PUEDES AGREGAR ALGO MAS A LA CONCLUSION SANTIAGO, SI LO CONSIDERAS OPORTUNO)**

Fuera de esos comentarios, nos sentimos muy orgullosos del trabajo realizado y del esfuerzo puesto sobre esta práctica, dando por hecho que el esfuerzo valió la pena.