

Capítulo 4. Resolución modelo con Técnicas Tabú

4.1 Descripción

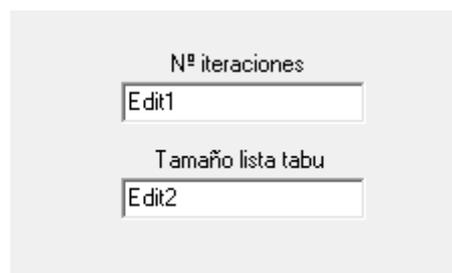
La búsqueda tabú es la función principal del programa, el objetivo final es encontrar entre todas las soluciones posibles, la solución que tenga la menor función objetivo, la solución de nuestro problema tiene dos partes, una en la que se obtiene la mejor asignación de autobuses a servicios y la segunda en la que se produce la asignación de trabajos a autobuses.

Nuestro objetivo además de obtener la mejor solución con la búsqueda tabú, será comparar esta solución y el tiempo empleado en encontrarla con la solución óptima obtenida por las XAs y su tiempo de resolución.

4.2 Resolución

Antes de comenzar la búsqueda y al igual que con el método de resolución óptimo, hay que cargar los ficheros de datos, se realiza de la misma manera que la explicada en los apartados anteriores, una vez que los datos han sido cargados se elige qué camino seguir, si la utilización de las XAs para conseguir una resolución óptima o si utilizar la búsqueda tabú.

Si se elige la aplicación búsqueda tabú antes de comenzarla se le tienen que pasar dos parámetros importantes como son el número de iteraciones en las que se va a realizar la vecindad y el tamaño que tendrá la lista de movimientos tabú, a continuación se va a describir como se realiza la búsqueda explicando sus partes más importantes.



Formulario de configuración para la búsqueda tabú. El formulario tiene un fondo gris claro y contiene dos secciones de entrada de texto. La primera sección está etiquetada como 'Nº iteraciones' y contiene un campo de entrada con el texto 'Edit1'. La segunda sección está etiquetada como 'Tamaño lista tabu' y contiene un campo de entrada con el texto 'Edit2'.

Figura 4.1: Parámetros

Resaltar que existe una lista de movimientos tabú, que sirve para no realizar movimientos que deshagan movimientos que se han realizado previamente, por lo que se van incluyendo en esta lista y siempre antes de realizar cualquier movimiento se comprueba que no esté incluido en ella. La lista no será infinita sino que tendrá el tamaño que se le indica en uno de los parámetros señalados anteriormente. La forma de actuar es como lista FIFO, donde el primer movimiento que entró deberá ser el primer movimiento en salir, al ser este movimiento el que más tiempo ha permanecido dentro de la lista.

Ya centrándonos en la técnica tabú, para el primero de nuestros objetivos y antes de comenzar la búsqueda se obtiene una solución inicial y hallaremos su función objetivo, a partir de esta solución iremos realizando una serie de vecindades, para ir encontrando mejores soluciones. Para no quedarse atrancado en una serie de soluciones que no mejoran la mejor solución, se han creado dos funciones, Diversificación e Intensificación. La diversificación es usada cuando durante 50 vecindades consecutivas no se consiguen mejorar la función objetivo, en cambio la intensificación es usada con menor frecuencia y solo se realizará cuando se realizan 200 vecindades consecutivas y no se mejora la solución.

Ahora más detalladamente se comentaran las funciones utilizadas para obtener el objetivo pero antes de entrar en profundidad se debe explicar cómo está formada la matriz solución. Consiste en una matriz en la que el número de columnas es el número de viajes sin incluir el inicial y el final, y el número de filas es el número de autobuses. La primera columna corresponde al viaje uno, la segunda columna al viaje dos y así consecutivamente. Lo mismo ocurre con cada fila, cada una corresponde a uno de los autobuses disponibles. La matriz está compuesta por unos y ceros, donde cada uno significa que ese viaje (número de columna) lo realiza el autobús donde se encuentra (número de fila). Por lo tanto en una misma columna solo puede existir un uno, sino significaría que a un mismo viaje están asignados dos autobuses y sería un error.

Una vez ya explicada la matriz solución, el primer paso para llegar a nuestro objetivo es obtener una solución inicial, para ello a la solución se le dan los valores más básicos, esto significa que comenzando por el primer autobús hasta el último se le va asignando a cada uno de ellos un servicio, cuando se llega al último se vuelve de nuevo al primer autobús y así consecutivamente hasta completar todos los servicios disponibles. De esta forma se reparte lo más equitativamente la carga de trabajo entre los autobuses disponibles y no se deja ningún servicio sin realizar.

A continuación se incluye un pequeño ejemplo de cómo quedaría el fichero solución cuando solo se ha realizado la solución inicial.

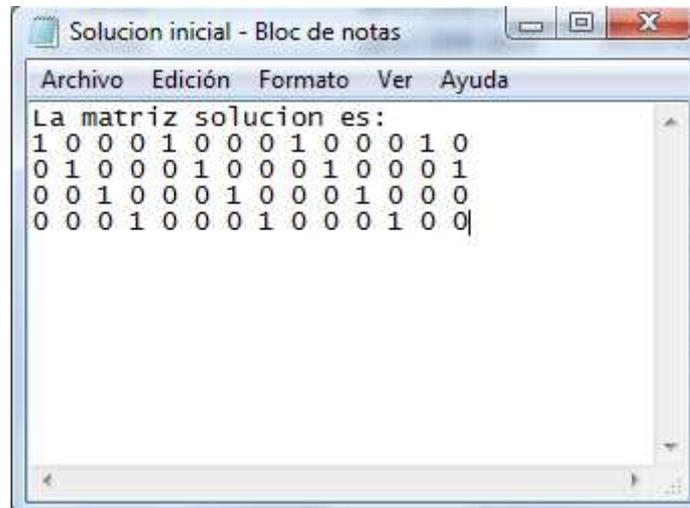


Figura 4.2: Solución inicial

El ejemplo propuesto para mostrar la solución inicial consiste en cuatro autobuses y 14 servicios, al primer autobús se le ha asignado el primer servicio, al segundo autobús el segundo servicio y así consecutivamente hasta el cuarto autobús donde se volvería al primer autobús para continuar asignando servicios.

Cada vez que se obtiene una solución, ya sea la inicial o cualquier otra, se obtiene su función objetivo, esta función lleva consigo el conocer si la solución obtenida es o no admisible. Para obtener la función objetivo se utiliza la matriz de costes que fue leída del fichero de datos, se realizará una lectura de la matriz para cada elemento que valga uno en la solución. Cuando se tenga un elemento con valor uno habrá que buscar en esa misma fila de la solución (mismo autobús) el elemento inmediatamente anterior que también valga uno, con esos dos elementos se conoce el itinerario que realizó el autobús.

Por ejemplo para la figura anterior vemos que para el primer autobús el servicio cinco es uno y el inmediatamente anterior a este es el servicio uno, por tanto se tendría que buscar en la matriz de costes el coste que ha supuesto realizar el servicio cinco después de realizar el servicio uno.

Si algún elemento que leemos de la matriz tiene el valor cero significara que no se puede realizar y por tanto no será admisible esa solución.

La función vecindad se define como el intercambio de un servicio, el cual estando asignado a un autobús se va probando por el resto de autobuses disponibles, después de realizar el intercambio de autobús se comprueba si la solución actual es admisible, si no lo es se descarta, y si resulta admisible se comprueba si con el cambio se ha conseguido una mejora de la mejor solución. La siguiente vecindad se realizará a partir de la mejor solución encontrada en la vecindad previa.

En las vecindades y si la mejor solución no cambia durante un número de ocasiones se realizan los procesos de Diversificación e Intensificación. La Diversificación consiste en cambiar completamente la zona por donde se está realizando la búsqueda ya que por esa zona no se consigue mejorar la solución, para ello se obtiene una solución completamente arbitraria y a partir de ella continuamos las vecindades.

La Intensificación es el proceso contrario aunque el objetivo buscado es el mismo, salir de la zona donde se está estancado y buscar por nuevas zonas, se realiza con menos frecuencia que la Diversificación y consiste en coger una de las mejores soluciones obtenidas anteriormente, ya que se irán guardando en una lista, servirá cualquiera menos la actual, a partir de ella se debe intensificar la búsqueda por alguna de las buenas soluciones que tenía cuando le realizamos la vecindad, la única que no pueda ser elegida es la mejor solución sino seguiríamos el mismo camino que se había llevado hasta ahora.

Para el segundo objetivo realizamos una asignación de conductores, en donde se elegirá de un conjunto de conductores posibles al que tenga un menor coste, esta operación se irá realizando para cada autobús, el coste total de la asignación de conductores se le sumará a la función objetivo obtenida en la asignación de autobuses a servicios y conjuntamente se formará la función objetivo total.

Como resumen final de la búsqueda tabú utilizada se incluye un diagrama de flujos representativo:

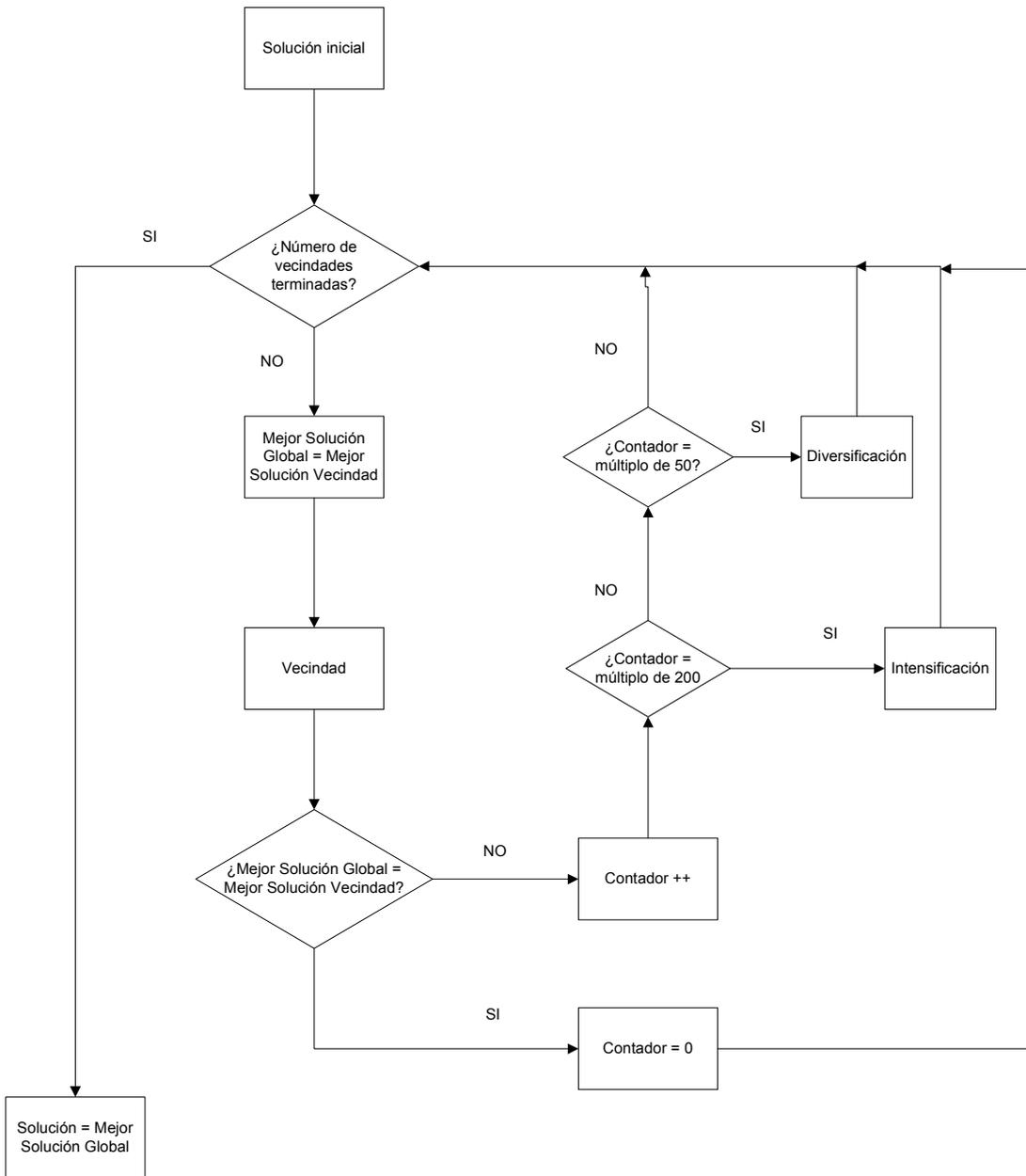


Figura 4.3: Diagrama Búsqueda Tabú