

ENFOQUES HEURISTICOS ADAPTADOS PARA EL PROBLEMA DE ASIGNACION GENERALIZADA (GAP).

Helena Ramalhinho Lourenco y Daniel Serra
13 de Mayo 1998

PRESENTA: MC Marco Antonio Cruz Chavez.

OBJETIVO PRINCIPAL.- Comprender las diferencias de cada enfoque heurístico analizado.

OBJETIVO SECUNDARIO.- De los heurísticos analizados, encontrar el método híbrido mas eficiente en ciertos problemas propuestos de la librería OR para análisis del GAP (<http://www.ms.ic.ac.uk/info.html>).

PROBLEMA DE ASIGNACION GENERALIZADA.- Consiste en la asignación de un grupo de tareas a un grupo de agentes, en el que cada tarea se asigna a un único agente, utilizando parte de los recursos limitados de este y generando el menor costo posible por el uso de esos recursos.

FORMULACION DEL GAP	
<p>(1) $\min f(x) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij}$</p> <p>RESTRICCIONES:</p> <p>(a) Las variables $x_{ij} = 1$, si la tarea i es asignada al agente j; o bien $x_{ij} = 0$, si la tarea i no es asignada al agente j;</p> <p>$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall \quad i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$</p> <p>(b) $\sum_{i=1}^n b_{ij} x_{ij} \leq a_j \quad \forall \quad j = 1, \dots, m$</p> <p>(c) $\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad \forall \quad i = 1, \dots, n$</p>	<p>Nomenclatura:</p> <p>I: conjunto de tareas ($i = 1, \dots, n$).</p> <p>J: conjunto de agentes ($j = 1, \dots, m$).</p> <p>a_j = capacidad de recursos del agente j.</p> <p>b_{ij} = recurso requerido si la tarea i es asignada al agente j.</p> <p>c_{ij} = costo de la tarea i si es asignada al agente j.</p>

GAP

ESTRUCTURA
GENERAL DE LOS
METODOS
HIBRIDOS
TRATADOS

GRASP

GRAH

ASIGNACION
ALEATORIA
DE TAREAS
FUNCION DE
PROBABILIDAD

BUSQUEDA LOCAL
CON VECINDADES

MOVIMIENTO A
MOVIMIENTO B

BUSQUEDA DESCENDENTE
RESTRICCIONES PARA UNA
SOLUCION FACTIBLE

ACTUALIZACION
DE PARAMETROS

SI $f(X) < f(Xb)$
ACTUALIZAR
 $Xb=X$

MMAS

FEROMONAS Y
FUNCION DE
CONVENIENCIA

BUSQUEDA
LOCAL CON
VECINDADES

MOVIMIENTO A
MOVIMIENTO B

BUSQUEDA DESCENDENTE
RESTRICCIONES PARA UNA
SOLUCION FACTIBLE

ACTUALIZACION
DE PARAMETROS

SI $f(X) < f(Xb)$
ACTUALIZAR
 $Xb=X$

FEROMONAS

ESTRUCTURA GENERAL DE LOS METODOS HIBRIDOS PRESENTADOS.

Esta se divide en tres pasos.

PASO 1. Establecer una solución inicial con la asignación de tareas al os agentes.

PASO 2. Utilizar una búsqueda local.

Sino se tienen soluciones factibles se aplica búsqueda local descendente. Se intercambian tareas considerando solo movimientos que reducen la capacidad de sobre carga de los agentes.

PASO 3. Actualizar parámetros.

<u>PASO UNO DE LA ESTRUCTURA GENERAL.</u> SOLUCION INICIAL	
ASIGNACION DE TAREAS POR MEDIO DEL METODO GRAH.	
<p>La tarea se asigna a un agente de forma aleatoria de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Inicialmente el conjunto de tareas asignadas al agente j no existe. 2.- Se genera una lista L_i de agentes que puedan realizar una tarea determinada i. 3.- Se ordenan las tareas para su asignación 4.- Repetir paso 2 hasta que se asignen todas las tareas. 5.- Se escoge un agente j^* aleatoriamente de una lista L_i utilizando la función de probabilidad donde el agente j con costo mínimo tiene mayor probabilidad de ser elegido. 6.- Se asigna la tarea i al agente j^* y el 	$S_j = \emptyset \quad \forall j = 1, \dots, m.$ <p>S_j es el conjunto de tareas asignadas al agente j</p> $L_i = \{j: c_{ij} \leq c_{max}\}$ <p style="text-align: center;">$i=1$</p> $p_{ij} = \frac{a_j/b_{ij}}{\sum_{l \in L_i} a_l/b_{il}}, \quad j \in L_i$

<p>conjunto de tareas del agente j^* tienen una tarea asignada.</p> <p>7.- Si el agente j^* con las tareas que tiene rebasa la capacidad de su recurso, este se elimina de cualquier lista de agentes L_i.</p> <p>8.- Tomar la siguiente tarea y su lista respectiva de agentes L_i y repetir desde el paso 5 hasta asignar todas las tareas.</p> <p>9.- Si la tarea i pertenece al conjunto de tareas del agente j su variable $x=1$ de lo contrario es cero. se calcula el valor de la función castigo $f(x)$.</p>	$S_{j^*} = S_{j^*} \cup \{i\}$ $\sum_{i \in S_{j^*}} b_{ij^*} > a_{j^*}$ $i = i + 1$ <p>$x_{ij} = 1$ si $i \in S_j$; $x_{ij} = 0$ de otra manera.</p> $f'(x) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij} + a \sum_{j=1}^m \max \left\{ 0, \sum_{i=1}^n b_{ij} x_{ij} - a_j \right\} \text{ where } a > 0$ <p>Donde a es el factor de penalización e indica el costo de utilizar una unidad de capacidad sobrecargada.</p>
ASIGNACION DE TAREAS POR MEDIO DE MMAS	
<p>se define inicialmente el rastro de feromonas el cual representa a la conveniencia de asignar la tarea i al agente j y se proponen limites inferior y superior para la conveniencia. Se repiten los pasos vistos en GRAH con excepción del paso 5, en lugar de este se utiliza el siguiente:</p>	$t_{ij} = \frac{1}{c_{ij}}$

<p>5'.- Con una probabilidad se selecciona un agente j^* con el máximo valor de conveniencia de una lista de agentes L_i. o bien con probabilidad $1-p$ se selecciona un agente j^* de acuerdo a una distribución de probabilidad.</p>	$P_{ij} = \begin{cases} \frac{t_{ij}}{\sum_{i \in L_i} t_{i1}} & \text{si } j \in L_i \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases}$
--	---

PASO DOS DE LA ESTRUCTURA GENERAL.
LA BUSQUEDA LOCAL.

PROCEDIMIENTOS PARA CAMBIO DE VECINDADES

CARACTERISTICAS:

a) Busca vecindades ya definidas antes para soluciones generadas con algunas características como es el caso de bajos costos.

b) Un cambio de vecindad es cuando una tarea es reasignada a un nuevo agente mas de una tarea son reasignadas a nuevos agentes.

c) En la búsqueda local descendente se comienza reasignando tareas de agentes sobrecargados. Las tareas se pueden reasignar a agentes sobre cargados.

CAMBIO SIMPLE DE VECINDADES
Una tarea es reasignada a un nuevo agente.

<p>1.- Se ordenan agentes de acuerdo a la cantidad de capacidad ocupada el máximo hasta arriba en orden decreciente.</p>	<p>$j = 1$</p>
<p>2.- Considerar un orden de las tareas i asignadas al agente j.</p>	<p>$i_j = 1$</p>
<p>3.- Remover la tarea i del conjunto de tareas asignadas al agente j.</p>	<p>$S_j = S_j - \{i_j\}$.</p>
<p>4.- Asignar la tarea i del agente j a otro agente no considerado todavía, comenzando con el ultimo de la lista.</p>	<p>vecino x' de x</p>
<p>5.- Calcular la función de castigo para el agente vecino y si esta es menor que la función castigo del agente j ir al paso 8.</p>	<p>para x', $f'(x')$. Si $f'(x') \leq f(x)$</p>
<p>6.- Tomar la siguiente tarea y repetir los pasos 3 y 4 hasta que todas las tareas de j hayan sido consideradas.</p>	<p>$i_j = i_j + 1$</p>
<p>7.- Tomar el siguiente agente y repetir desde el</p>	<p>$j = j + 1$</p>

<p>paso 2 hasta que todos los agentes sean considerados.</p> <p>8.- Actualizar solución.</p>	$x = 0, x' = 1$
--	-----------------

CAMBIO DE EJECUCION DE VECINDAD
Se cambia mas de una tarea desde el agente actual al nuevo agente.

<p>Movimiento A: Una tarea i es reasignada a un nuevo agente.</p> <p>Movimiento B: Se remueve una tarea i del agente j e inserta esta en un agente w, después se remueve una tarea k del agente w e inserta en otro agente diferente de w pudiendo también ser j. Debe cumplir ciertas restricciones para encontrar una solución factible</p>	<p>Consideremos (i,k) y (j,l) a ser pares de tareas y agentes respectivamente, tal que $x_{ij} = x_{kl} = 1$. Si</p> $c_{i1} + c_{kj} < c_{ij} + c_{kl}, \sum_{s=1}^n b_{sj} x_{sj} - b_{ij} + b_{kj} \leq a_j$ <p>y</p> $\sum_{s=1}^n b_{s1} x_{s1} - b_{k1} + b_{i1} \leq a_1,$ <p>entonces tomemos $x_{i1} = x_{kj} = 1; x_{ij} = x_{kl} = 0$.</p>
---	---

BUSQUEDA TABU
CARACTERISTICA IMPORTANTE

<p>Se genera una lista de tareas de candidatos restringidos en base a lo siguiente:</p> <p>1.-Una tarea u se puede mover de un agente p a uno k.</p> <p>2.- Si un par de tareas u,l se consideran para moverse si se verifica que la tareas u,l no sean tabu, esto es, que un agente k a donde se moverá la tarea u no haya contenido dicha tarea u.</p>	$c_{up} > c_{uk};$ $\sum_{i=1}^n b_{ip} x_{ip} > a_p \text{ y } \sum_{i=1}^n b_{ik} x'_{ik}$ $c_{up} + c_{lk} > c_{uk} + c_{lq};$ $\sum_{i=1}^n b_{ip} x_{ip} > a_p,$ $\sum_{i=1}^n b_{ik} x'_{ik} \leq a_k \text{ y } \sum_{i=1}^n b_{iq} x'_{iq} \leq a_q,$
--	---

PASO TRES DE LA ESTRUCTURA GENERAL.
ACTUALIZACION DE PARAMETROS PARA MMAS.

Tomando en cuenta la restricción de que el rastro de feromonas debe estar en un rango establecido para evitar estancamientos de búsqueda (evitar elegir siempre la misma ruta).

$$t_{min} \leq t_{ij} \leq t_{max}, \forall i, j$$

El nuevo rastro será igual a la persistencia del rastro por la conveniencia anterior mas un incremento que puede ser cero si la tarea i no es asignada al agente j.

$$t_{ij}^{new} = r t_{ij}^{old} + \Delta_{ij}, \text{ donde } r, 0 < r < 1$$

El incremento es de mayor valor si la solución es factible influenciado este incremento por el limite máximo de conveniencia y un parámetro Q.

$$\Delta_{ij} = \begin{cases} t_{max} \times Q & \text{si } i \text{ es asignada a } j \text{ en la solución} \\ 0, & \text{de otra manera} \end{cases}$$

$$Q = \begin{cases} 0.01, & \text{si la solución no es factible;} \\ 0.05, & \text{si la solución es factible.} \end{cases}$$

CRITICA.

1.- Aun cuando el objetivo principal es el de entender las diferencias entre los heurísticos presentados, no hace mucho énfasis en esto.

2.- Tal parece que al presentar los resultados, lo que se busca, es encontrar algún método híbrido presentado en este artículo, que sea el de mayor eficiencia con respecto a tiempo de cómputo y exactitud en las soluciones óptimas, sin mencionar diferencias claras entre los métodos heurísticos tratados.

3.- Menciona y muestra resultados de pruebas realizadas en computadora, pero en ningún lugar da la velocidad de ejecución de las instrucciones del procesador, esto, para poder realizar de forma práctica comparaciones en cuanto a eficiencias de algoritmos con otros métodos heurísticos híbridos.

4.- La nomenclatura está incompleta. Sería bueno el incluir una tabla de nomenclatura.

5.- Existen varios errores de escritura determinantes para la comprensión del artículo.

6.- Menciona heurísticas más recientes pero no da nombres, hace uso de pura simbología ejemplo TS6, TS1, G_a , G_b .

CONCLUSION.

Se requiere de una gran cantidad de conocimientos previos para entender en su totalidad este artículo. No así la comprensión del mismo es aceptable.

RESULTADOS.

Se utiliza un conjunto de problemas de prueba obtenidos de la librería OR con 8 agentes/40 trab y 10 agentes/60 trab.

El principal tema de discusión de estas pruebas iniciales es el entender el comportamiento de los diferentes métodos basados en la misma estructura general y sobre diferentes enfoques. La búsqueda heurística adaptada será generada por:

MMAS: sistema heurístico de hormiga y búsqueda local descendente con ejecución de cambios de vecindad.

GRASP: heurístico glotón aleatorio adaptado y búsqueda local descendente con ejecución de cambios de vecindad. Esta versión es un método GRASP.

ASH+TS: sistema heurístico de hormiga y búsqueda tabu con una restringida ejecución en los cambios de vecindad.

GRAH+TS: heurístico glotón aleatorio adaptado y búsqueda tabu con una restringida ejecución en los cambios de vecindad.

ASH+LS+TS: sistema heurístico de hormiga mas búsqueda local descendente con cambio de vecindad y búsqueda tabu con una restringida ejecución en los cambios de vecindad.

GRAH+LS+TS: heurístico glotón aleatorio adaptado mas búsqueda local descendente con cambio de vecindad, y búsqueda tabu con una restringida ejecución en los cambios de vecindad.

ASH+LS+CTS: sistema heurístico de hormiga mas búsqueda local descendente con cambio de vecindad, y búsqueda tabu con ejecución en los cambios de vecindad (búsqueda en la vecindad completa).