Computación Bioinspirada

Dr. Edward Hinojosa Cárdenas
ehinojosa@unsa.edu.pe

Otros Sistemas de Hormigas

- Sistemas de hormigas elitistas (AS_e)
- Sistemas de hormigas basadas en rankings (AS_{rank})
- Sistemas de hormigas max-min (MMAS)
- Sistemas de colonias de hormigas (ACS)
- Sistemas de hormigas mejor-peor (BWAS)
- Sistemas de hormigas con búsqueda local.

Sistemas de hormigas Max-Min (MMAS)

- MAX–MIN Ant System (MMAS).

- T. Stützle, H.H. Hoos, MAX-MIN Ant System. Future Generation Computer Systems, Vol. 16, nº 8, 2000, 889-914

- Fue desarrollado específicamente para promover una explotación más fuerte de las soluciones y por lo tanto evitar caer en un estado de estancamiento.

Sistemas de hormigas Max-Min (MMAS)

- Podríamos definir un estado de estancamiento como la situación en la que las hormigas construyen la misma solución una y otra vez y, finalmente, la exploración se detiene.

- El MMAA tiene tres diferencias principales en relación al AS:

Sistemas de hormigas Max-Min (MMAS)

- Primera: Al igual que otras mejoras al AS, una fuerte estrategia elitista regula el agente autorizado a actualizar los rastros de feromona. Podría ser la hormiga que tiene la mejor solución la mejor solución en la iteración actual.

- En segundo lugar, todos los rastros de feromona se limitan al rango:

$$[\tau_{min}, \tau_{max}]$$

Sistemas de hormigas Max-Min (MMAS)

- Si el valor de la feromona mínima es mayor que 0 para todos los componentes de la solución, entonces la probabilidad de la selección de un estado específico nunca será cero, lo que evita configuraciones de estancamiento.

- Si el valor de la feromona es menor a la feromona mínima, el valor se actualiza a valor mínimo. Lo mismo para el valor máximo, si el valor de la feromona supera el valor máximo, el valor se actualiza al valor máximo.

Sistemas de hormigas Max-Min (MMAS)

- Tercero: La feromona de los arcos de inicializan como el valor máximo de feromona, lo cual, en combinación con un ratio de evaporación bajo hace que se incremente la exploración de caminos al principio de la búsqueda.

Procedimiento de optimización mediante el algoritmo MMAS

- En el MMAS las hormigas construyen las soluciones de manera probabilística, guiándose por un rastro de feromona artificial y por una información calculada a priori de manera heurística.

- Sea α y β la importancia concedida a la feromona y a la heurística respectivamente, se sigue para el TSP la regla probabilística mostrada en la ecuación:

$$p_{ij}^{k} = \frac{[\tau_{ij}(t)]^{\alpha}[\eta_{ij}]^{\beta}}{\sum_{l \in N_i^k}[\tau_{ij}(t)]^{\alpha}[\eta_{ij}]^{\beta}}, \qquad con\ j \in N_i^k$$

Procedimiento de optimización mediante el algoritmo MMAS

- Cuando todas las hormigas han construido una solución debe actualizarse la feromona en cada arco según el procedimiento general.

- La manera en que ésta actualización ocurre distingue a cada tipo de algoritmo. En MMAS, sea ρ el coeficiente de evaporación de la feromona definido en el intervalo (0, 1], se sigue la siguiente ecuación para la actualización de dicha sustancia:

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-\rho)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}^{best},$$

$$\Delta\tau_{ij}^{best} = \begin{cases} \dfrac{1}{L^{best}} : si\ el\ arco\ (i,j) \in S^{best} \\ 0 \quad : \quad en\ caso\ contrario \end{cases}$$

Procedimiento de optimización mediante el algoritmo MMAS

- donde, S^{best} es la mejor solución encontrada en la iteración; L^{best} es la longitud de la solución S^{best}.

- Vale destacar que para la actualización, la elección de S^{best} como la mejor solución encontrada en la iteración actual, constituye un rasgo distintivo del algoritmo MMAS. Así se garantiza que las aristas que frecuentemente se hallen en esta mejor solución refuercen con un valor más alto su cantidad de feromona.

Procedimiento de optimización mediante el algoritmo MMAS

- Cuando únicamente se utiliza la mejor solución global, la búsqueda puede concentrarse demasiado rápido alrededor de la solución y la exploración de posibles mejores soluciones queda limitada, con el consiguiente peligro de quedar atrapado con soluciones de pobre calidad.

- Tras la actualización de la feromona se comienza una nueva iteración. El algoritmo MMAS converge cuando para cada vértice del grafo, cada arista de la solución tiene asociada la mayor cantidad de feromona τ_{max}, mientras que las restantes tienen el valor de feromona τ_{min}.

Procedimiento de optimización mediante el algoritmo MMAS

- Si el MMAS converge, la solución que se construye eligiendo siempre la arista con mayor rastro de feromona corresponderá típicamente con la mejor solución encontrada por el algoritmo

Problema de la asignación cuadrática, QAP

- Quadratic Assignment Problem (QAP).

- Dadas n unidades y n localizaciones posibles, el problema consiste en determinar la asignación óptima de las unidades en las localizaciones conociendo el flujo existente entre las primeras y la distancia entre las segundas.

Problema de la asignación cuadrática, QAP

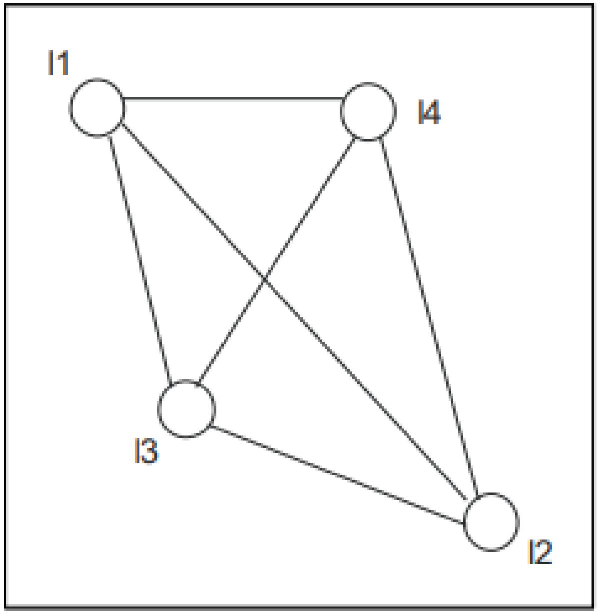
- Se busca asignar una facilidad a cada una de las localidades a fin de minimizar la suma de los productos de los flujos y las distancias.

- Más formalmente, se busca la permutación p de las n localidades que minimice la función objetivo:

$$QAP = \min_{S \in \Pi_N} \left(\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} f_{ij} \cdot d_{S(i)S(j)} \right)$$

QAP - Ejemplo

- Supongamos que se ha de diseñar un hospital que comprende cuatro unidades distintas:



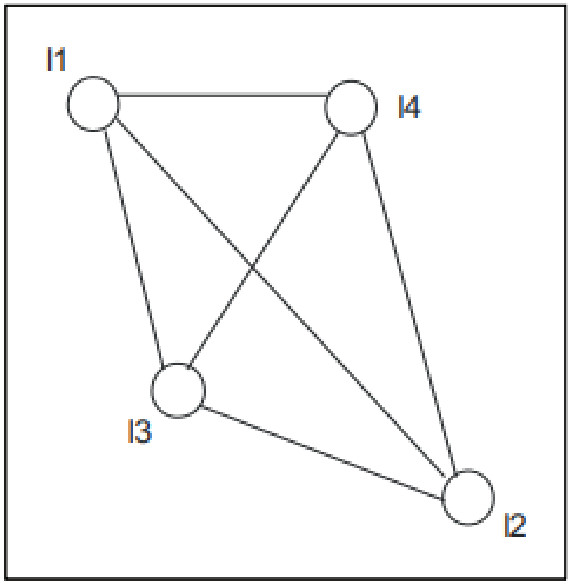
- u1: Maternidad
- u2: Urgencias
- u3: Unidad de Cuidados Intensivos
- u4: Cirugía

- Que han de ser situadas en un edificio con la siguiente distribución: ?

QAP - Ejemplo

- La matriz D contiene las distancias existentes entre las diferentes salas.
- La matriz F recoge el número medio de pacientes que pasan de una unidad a otra cada hora (por ejemplo, podrían ser las medias mensuales, medias anuales, totales anuales, …)

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{pmatrix} \qquad F = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{pmatrix}$$

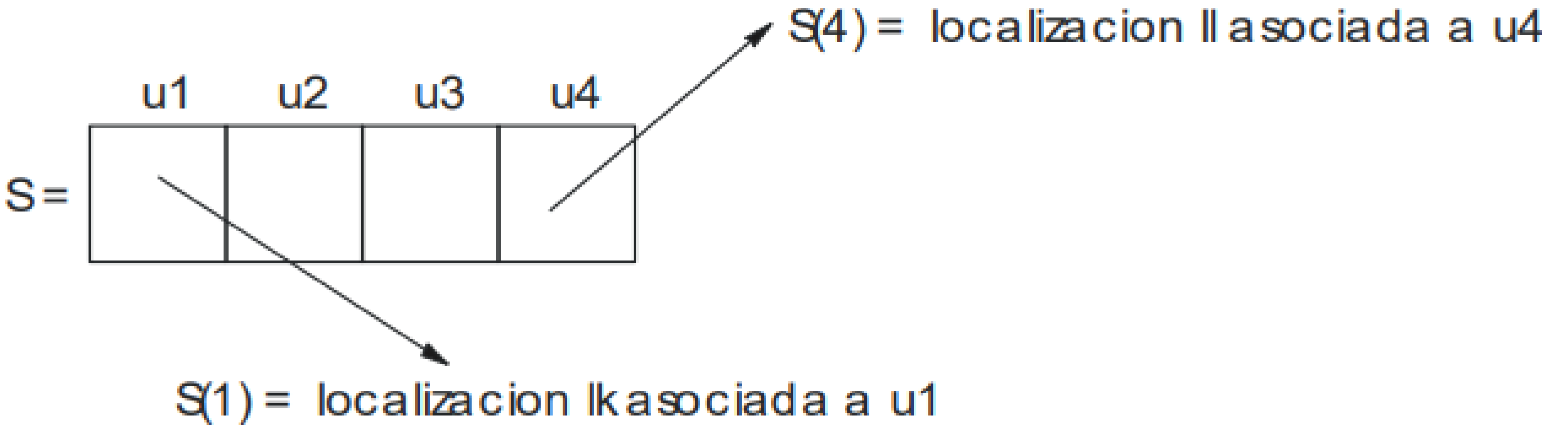


u_1: Maternidad. u_2: Urgencias. u_3: Unidad de Cuidados Intensivos. u_4: Cirugía.

QAP - Ejemplo

- Las soluciones son permutaciones del conjunto N={1,2,3,4}.

- Para entenderlo mejor, podemos pensar en su representación en forma de vector permutación: las posiciones se corresponden con las unidades y el contenido de las mismas con las localizaciones (salas del hospital) en la que se sitúan las unidades correspondientes:

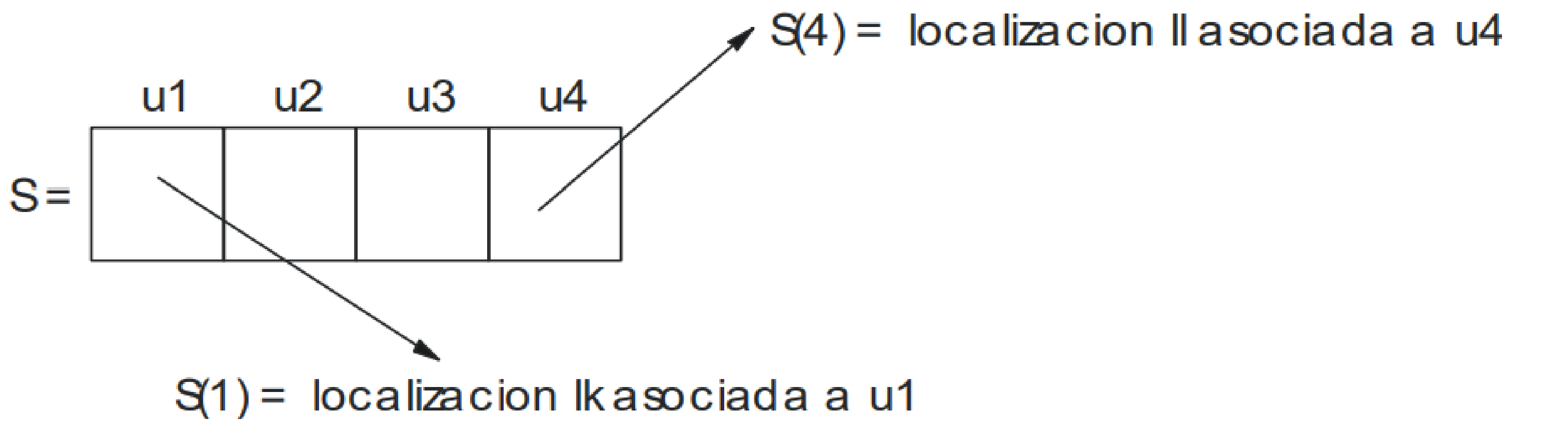


QAP - Ejemplo

- En este caso, usamos una permutación para representar una asignación, al contrario que en el TSP en el que representa un orden.

- Así, la solución S={3,4,1,2} representa la siguiente distribución de asignaciones:

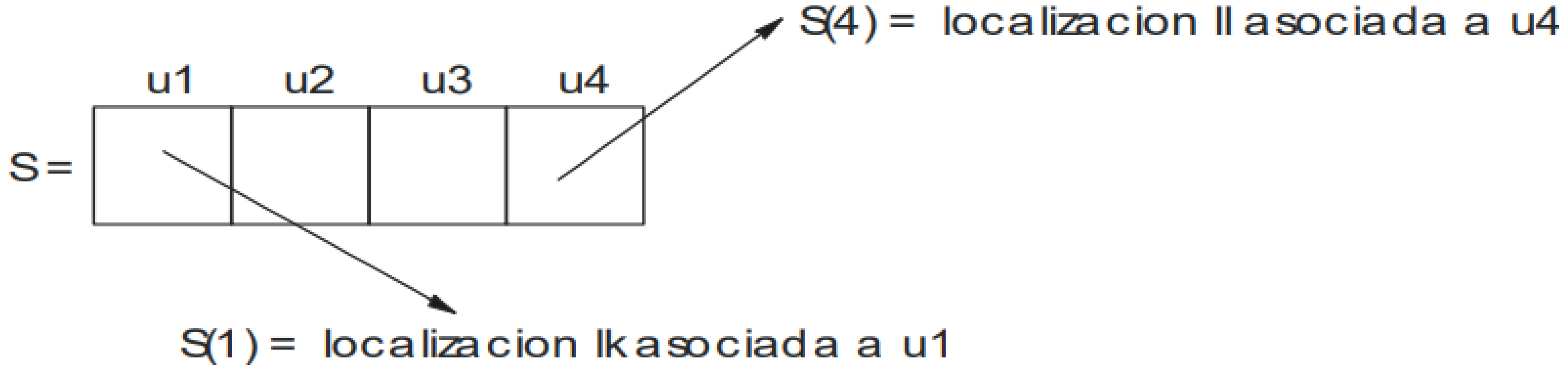
$u1 \leftrightarrow l3 \qquad u2 \leftrightarrow l4 \qquad u3 \leftrightarrow l1 \qquad u4 \leftrightarrow l2$



QAP - Ejemplo

- Cuyo costo es:

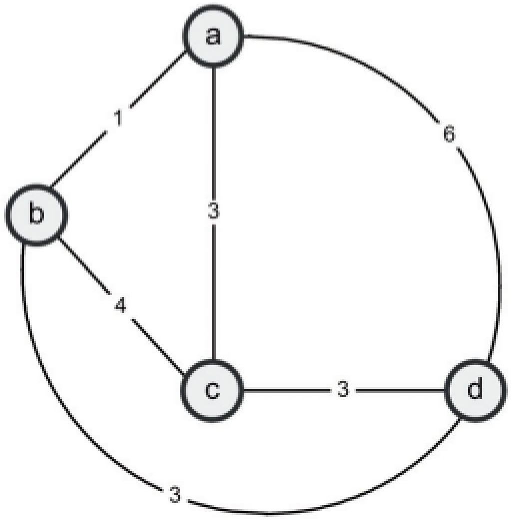
$$
\begin{array}{llll}
 & f_{12} \cdot d_{34} + f_{13} \cdot d_{31} + f_{14} \cdot d_{32} & \qquad & 3 \cdot 7 + 8 \cdot 6 + 3 \cdot 6 \; + \\
+ & f_{21} \cdot d_{43} + f_{23} \cdot d_{41} + f_{24} \cdot d_{42} & & 3 \cdot 7 + 2 \cdot 4 + 4 \cdot 8 \; + \\
+ & f_{31} \cdot d_{13} + f_{32} \cdot d_{14} + f_{34} \cdot d_{12} & & 8 \cdot 6 + 2 \cdot 4 + 5 \cdot 12 + \\
+ & f_{41} \cdot d_{23} + f_{42} \cdot d_{24} + f_{43} \cdot d_{21} & & 3 \cdot 6 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 12 \quad = \; 374
\end{array}
$$



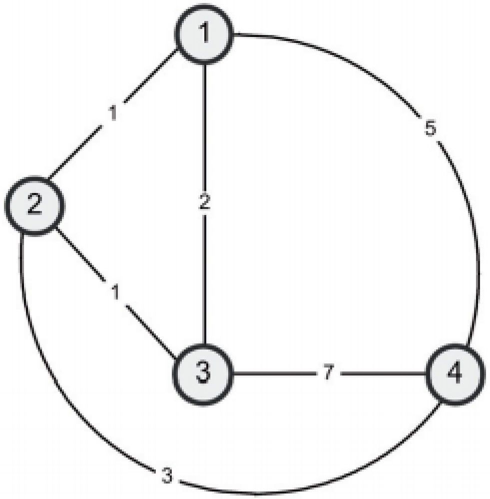
QAP - Ejemplo

- Cada asignación unidad-localización influye globalmente en la red, es decir, en todas las transferencias que se efectúan desde la unidad en cuestión.

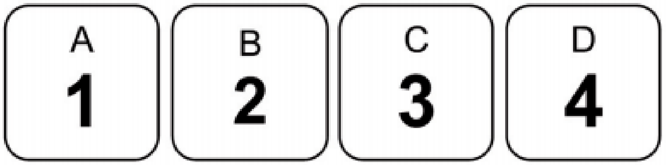
QAP – Otro Ejemplo



Flujo entre facilidades.

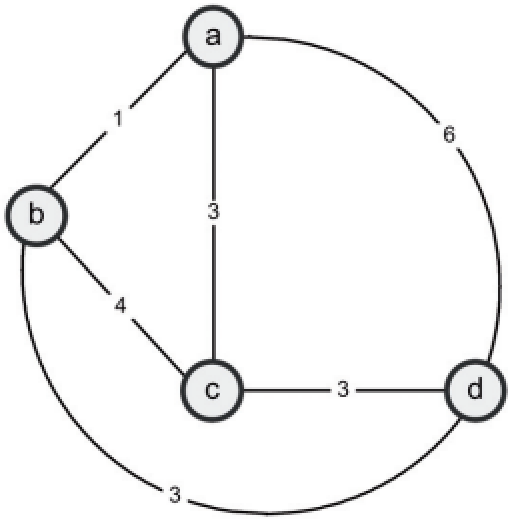


Distancia entre localidades.

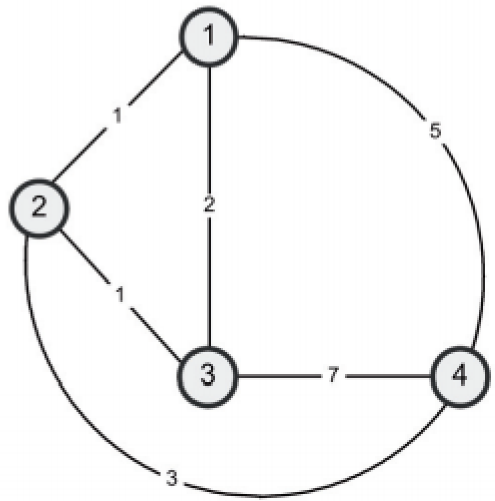


142.

QAP – Otro Ejemplo



Flujo entre facilidades.



Distancia entre localidades.

A	B	C	D
3	4	1	2

102

Práctica 8 (0 a 20)

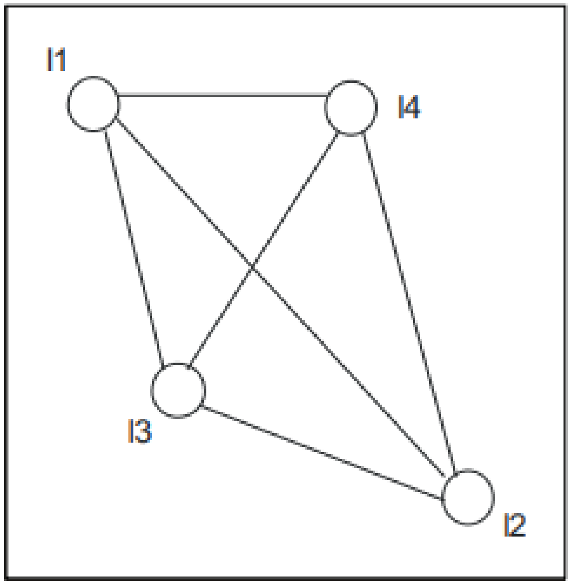
- Aplicar los algoritmo MMAS para el siguiente problema QAP (utilice por los menos 4 hormigas). Muestre los valores obtenidos. Pruebe con diferentes valores en los parámetros.

$$e_{ij} = f_i \cdot d_j$$

$$\eta_{ij} = 1/e_{ij}$$

Práctica 8 (0 a 20)

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 12 & 6 & 4 \\ 12 & 0 & 6 & 8 \\ 6 & 6 & 0 & 7 \\ 4 & 8 & 7 & 0 \end{pmatrix} \qquad F = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 8 & 3 \\ 3 & 0 & 2 & 4 \\ 8 & 2 & 0 & 5 \\ 3 & 4 & 5 & 0 \end{pmatrix}$$



u_1: Maternidad. u_2: Urgencias. u_3: Unidad de Cuidados Intensivos. u_4: Cirugía.

GRACIAS

Dr. Edward Hinojosa Cárdenas
ehinojosa@unsa.edu.pe