

# QAP una introducción en Búsqueda Local

Leopoldo Pimentel (leopoldo@pimentel.com.ve)

## Abstract

QAP (Quadratic assignment problem) es un problema NP-Hard. Que se basa en minimizar el costo de la distancia y flujo entre las asignaciones. En este trabajo, intentaremos, a través de varias meta Heurísticas de resolución de problemas, encontrar una nueva visión del problema y por consiguiente aumentar el nivel de conocimiento en el problema.

## 1. Origen

‘El problema de la asignación cuadrática, que se denota por sus siglas en inglés QAP (Quadratic assignment problem), fue planteado por Koopmans y Beckmann en 1957 como un modelo matemático para un conjunto de actividades económicas indivisibles. Posteriormente Sahni y Gonzales demostraron que QAP pertenece a los problemas no polinomiales duros, lo que sumado a que es un problema aplicable a un sinnúmero de situaciones, lo hacen un problema de gran interés para el estudio.’ [1].

## 2. Definición

QAP es un problema en la teoría de localización. En este se trata de asignar N instalaciones a una cantidad de N sitios en donde existe un costo asociado a cada asignación. Este costo, dependerá de las distancias y flujo entre las instalaciones. De este modo, se busca que el costo en función de la distancia y el flujo sea el mínimo. Este tipo de problemas busca soluciones en un gran número de instancias como:

- Diseño de centros comerciales donde se quiere que el público recorra la menor cantidad de distancia para llegar a tiendas de intereses comunes para un sector del público.
- Diseño de terminales en aeropuertos, en donde se quiere que los pasajeros que deban hacer un transbordo recorran la distancia mínima entre una y otra terminal teniendo en cuenta el flujo de personas entre ellas.
- Procesos de comunicaciones.
- Diseño de teclados de computadora, en donde se quiere por ejemplo ubicar las teclas de una forma

tal en que el desplazamiento de los dedos para escribir textos regulares sea el mínimo.

- Diseño de circuitos eléctricos, en donde es de relevante importancia dónde se ubican ciertas partes o chips con el fin de minimizar la distancia entre ellos, ya que las conexiones son de alto costo.

## 3. Solución Planteada

Para esta primera entrega, el trabajo se basó en realizar una búsqueda local de soluciones. Se plantearon 3 tipos de instancias.

1. Una búsqueda por fuerza bruta que fuese probando todas las posibles soluciones
2. Una búsqueda, donde una vez obtenido un mínimo, se hacen cambios en la vecindad de forma aleatoria entre los índices.
3. Una búsqueda, donde una vez obtenido un mínimo, este se respeta y se hacen cambios en los vecinos de su vecindad.

## 4. Función Objetivo

Para este tipo de problemas, es necesario tener una función evaluadora de las soluciones. Es decir, es necesario saber si una solución puede ser mejor que otra. Aquí es donde entra en juego la función objetivo. En el caso de QAP, la función objetivo es una sumatoria doble de cada uno de los elementos de la tabla de distancia por su equivalente en la tabla de flujos. La sumatoria viene dada por la siguiente fórmula

$$F = \min \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n Flujo(i, j) * Distancia(x[i], x[j])$$

Donde: X es el vector solución que se está probando

## 5. Conclusiones

Después de realizar números experimentos, hemos observado que una búsqueda aleatoria no presenta los mejores resultados promedios, así mismo, también observamos que es necesario un mejor método de búsqueda dentro de la vecindad, para no caer en mínimos locales.

Algorithm 1: Primera Fase, Búsqueda Local
<b>Input:</b> De entrada, se toman los casos expuestos en la biblioteca QAPLIB [2].
<b>Output:</b> La salida de nuestro algoritmo, muestra por consola, el resultado obtenido de la primera selección y el resultado final de haber aplicado el algoritmo
1 Obtener_Vecindad_Random()
2 Preguntar_Heuristica()
3 return Valor obtenido después de procesar

Índice	
1. Origen	1
2. Definición	1
3. Solución Planteada	1
4. Función Objetivo	1
5. Conclusiones	1

También se recomienda la realización de una heurística inicial para la creación de la primera vecindad. Esto para facilitar las lecturas de los resultados de las pruebas y al mismo tiempo, tener resultados más estables y fáciles de comparar

Referencias

[1] Wikipedia. Problema de la asignación cuadrática. *Wikipedia*, 2010.

[2] QAPLIB. A Quadratic Assignment Problem Library. *R.E. BURKARD, E. ÇELA, S.E. KARISCH and F. RENDL*, 2012.