

DISEÑO AUTOMATIZADO: METODO HEURISTICO DE PARTICIONAMIENTO

Daniel H. Magni

Osvaldo E. Agamennoni

Rafael O. Fontao

Universidad Nacional del Sur
Bahia Blanca, Argentina

INTRODUCCION

Uno de los problemas que encuentra un programador al trabajar con memorias divididas en páginas y su programa ocupó varias páginas, es el de distribuir las instrucciones, o las subrutinas, o grupos de instrucciones, en las páginas de manera de minimizar las referencias y transferencias de control que estén en páginas diferentes.

Cada una de esas instrucciones o grupo de ellas o subrutinas, puede ser pensado como grupos interconectados por la secuencia del programa o bien las transferencias de control.

La distribución buscada se puede hacer aplicando los métodos de particionamiento de elementos interconectados los cuales minimizan la cantidad de interconexiones entre los subgrafos en que se ha particionado.

Otro gran campo de aplicación, que en realidad dio origen al método

que aquí se presenta, es en el diseño de tarjetas de circuitos impresos. Esto es, cuando la cantidad de componentes electrónicos que constituyen el circuito eléctrico excede la capacidad de cada tarjeta, es aquí donde debemos particionar, minimizando la cantidad de conexiones entre tarjetas.

MÉTODOS DE RESOLUCIÓN

Existen dos maneras principales de resolver este tipo de problemas y ellas son óptimas y subóptimamente.

La primera es factible sólo cuando la cantidad de elementos a particionar es muy pequeña, ya que el método a usar deberá ensayar todas las soluciones posibles, quedándose con la mejor. Pensemos que la cantidad de elementos es por ejemplo 40 y se quiere particionar en 4 grupos de 10 elementos cada uno; la cantidad de soluciones a ensayar es mayor que 10 elevado a la potencia 20!!, lo que representa un tiempo de computación estraorfinariamente grande.

En contraposición los métodos subóptimos se caracterizan por llegar muy rápidamente a soluciones que se acercan a la ideal y en algunos casos la obtienen.

Dentro de estos métodos nos encontramos con constructivos e iterativos.

Los métodos constructivos, como su nombre lo indica, construyen una solución y se basan en agrupar los elementos que están muy interconectados entre sí en "cluster" o grupos.

Existen dentro de los constructivos, dos procedimientos distintos y que son los secuenciales y paralelo. La experiencia indica que usando el procedimiento secuencial, el cluster esencial está muy conectado pero los siguientes no lo están tanto.

En el paralelo se hace difícil seleccionar las semillas o elementos que dan origen a los clusters, ya que la misma se hace previo al agrupamiento.

Ambos procedimientos pueden ser pensados como un caso especial de un procedimiento más genral que genera clusters de E elementos para un "semillero" inicial y luego genera clusters de E' elementos con los que no han sido asignados y hace corresponder a c / semilla un grupo de estos.

Lo que generalmente se hace, es combinar ambos métodos (serie y paralelo) para reunir ventajas de cada uno.

Mucho más sencillo se presentan los métodos iterativos de partición, o distribución inicial y lo van mejorando iterativamente. Un ejemplo de estos métodos es el de KERNIGHAM - LIN (7).

DEFINICION DEL PROBLEMA

Dado un conjunto de n nodos interconectados, cuyas interconexiones están definidas por una matriz de conexiones $C(I,J)$, donde c_{ij} son las conexiones entre los nodos i y j , y grupos de un tamaño determinado, el objetivo es particionar los n -nodos en g - grupos de tal manera que se minimicen las conexiones entre los g - grupos.

La matriz de conexiones es simétrica, de diagonal principal nula. La función minimizar es:

$$F = \sum_{\substack{i=1 \\ j=i+1}}^n c_{ij} \quad , \text{ tal que } i \text{ y } j \text{ estén en distintos grupos}$$

PRESENTACION DEL METODO

Ubicamos nuestro método dentro de los subóptimos iterativos.

Parte de: la matriz de conexiones C_{ij} , de la matriz de distancias $D(P_i, P_j)$, un lugar virtual y obviamente de una partición inicial. La utilización de la matriz de distancia se explicará más adelante.

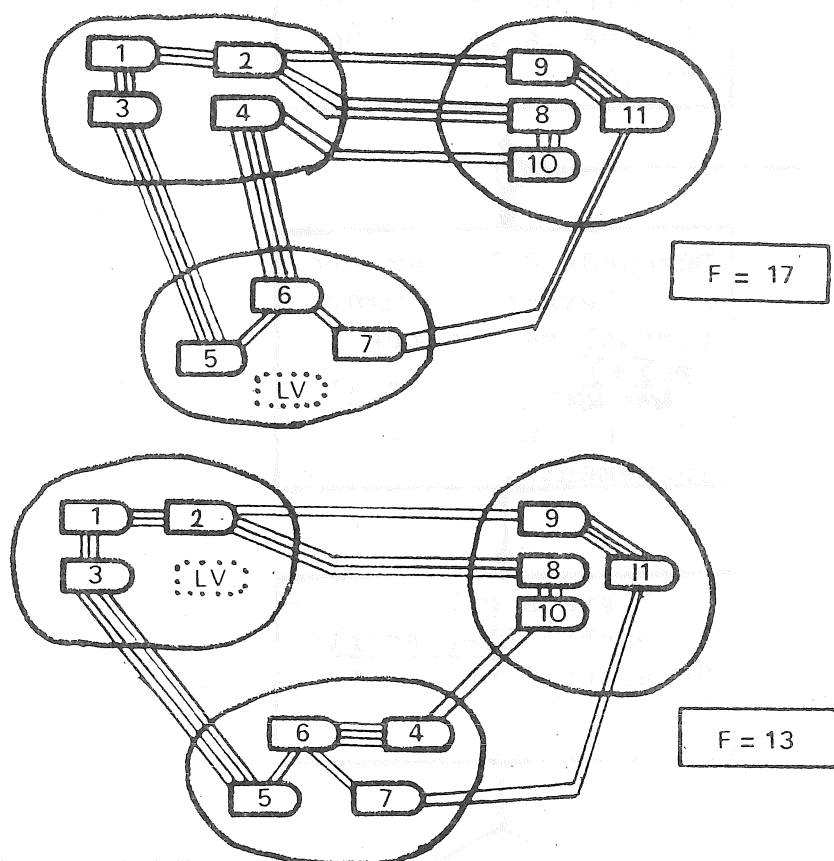
Como función a minimizar tenemos entonces:

$$F = \sum_{1 \leq i \leq N} \sum_{1 \leq j \leq i} C_{ij} \times D_{P(i)P(j)} \quad \text{siendo } N = \text{cantidad de elementos, } P(i), P(j) \text{ posición del elemento } i, j \text{ respectivamente.}$$

El método comprende dos fases:

- 1- La primera fase consta de N -iteraciones donde en cada una de ellas el algoritmo busca cual de todos los elementos de los subgrafos en que no está el lugar virtual (L.V.), tal que llevado al subgrafo donde se encuentra el L.V., reduce más la función a minimizar F , (en ca-

so de no encontrar ninguno, se queda con el que menos la incrementa) y efectúa el intercambio de elemento - lugar virtual.

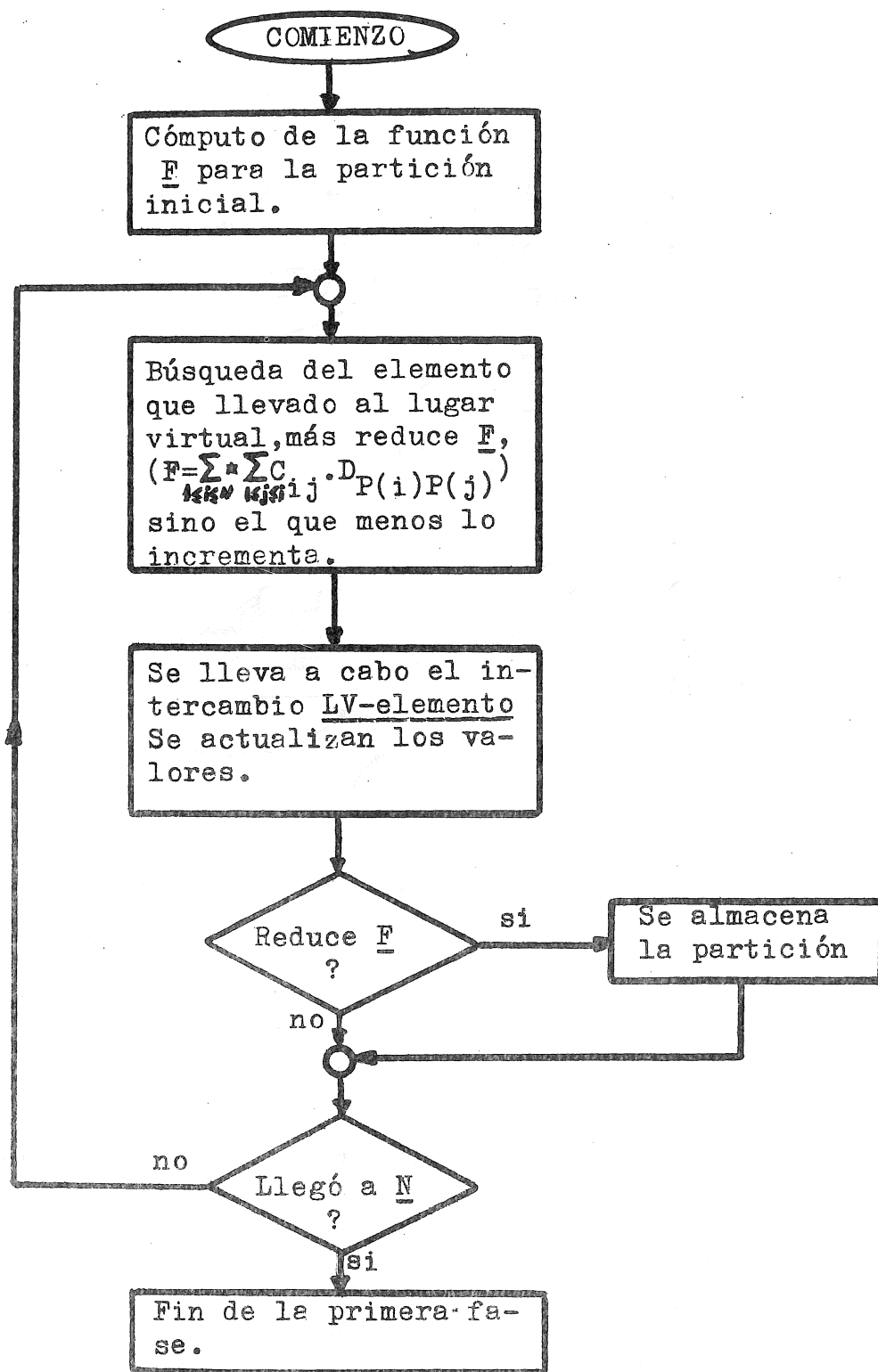


EJ DE UNA ITERACION

El objetivo de usar la matriz de distancia es principalmente el de hacer particiones teniendo en cuenta la distancia física a que se encuentran los subgrafos.

Para el cómputo de la función F a minimizar, los elementos que estén en el mismo subgrafo tendrán distancia nula y solo aportan a F los que se conectan con otros subgrafos.

Si todos están a la misma distancia, la matriz D tomará el valor uno y solo aporta a F las conexiones entre subgrafos. A continuación se muestra un diagrama bloque de la fase 1



Es posible que la partición final resulte tal que en uno de los subgrupos tengo un elemento más con respecto de la partición inicial. Si la cantidad de elementos por subgrupos es estricta, basta imponer como condición que la partición final sea una de las que el LV está en el mismo subgrupo de partida.

- 2- La segunda fase es la que dispone la partición final de alguna forma tal que aplicada nuevamente al algoritmo, éste llegue a particiones de menor cantidad de interconexiones. La experiencia indica que produciendo un movimiento o sacudón dentro del sistema, este es llevado a otro estado o partición que no haya sido obtenida por el método y tomarla como partición inicial para aplicar nuevamente el método.

CONCLUSION

Frente a otros métodos iterativos de particionamiento, el comportamiento de éste procedimiento se presenta mucho más versátil, puesto que particiona con igual sencillez en grupos de 2, 3,...K; por ejemplo KERNIGHAM, B. W.: LIN, S. básicamente particiona en 2 grupos, si se quiere más grupos la mecánica es 1° dividir en 2; cada uno de los que resultan, nuevamente en 2 y así sucesivamente.

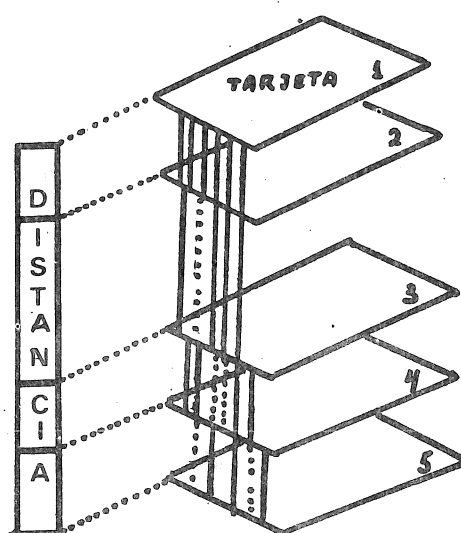
Se puede apreciar que si no son pares, hay que recurrir a artilugios como el de crear elementos ficticios.

Es sumamente veloz, siendo su complejidad de aproximadamente al cuadrado de los elementos.

No importa el tamaño de cada grupo y lo que consideramos de mayor utilidad es el hecho de poder considerar o reflejar la distancia física a que se van a encontrar los subgrupos.

Con esta última característica fue usado con resultados ampliamente satisfactorios, para particionar 200 componentes de un circuito electrónico en 5 grupos o tarjetas (donde finalmente se dispusieron trazándose el circuito impreso de la misma) que debían estar una encima de la otra y a una distancia dada.

La figura muestra un esquema del ejemplo.



BIBLIOGRAFIA

1. AGAMENNONI, O.; MAGNI, D.; FONTAO, R. : "Diseño Automatizado: Método Heurístico de Colocación" VII Conferencia Latinoamericana de Informática. Caracas 1980. Enero.
2. BENTLEY, J. L.; FRIEDMAN, J. H. : "Fast Algorithms for Constructing Minimal Spanning Trees in Coordinates Spaces"
IEEE Trans. on Computer. Vol. C-27, Feb. 1978.
3. FORD, L. R. ; FULKERSON, D. R. : "Flows in Network "Princeton University Press, 1962.
4. FRIEDMAN, A. D.; MENNON, P. R. : "Theory & Design of Switching Circuits". Computer Science Press, Inc. 1975
5. GAREY, M. R.; HWANG, F. K.; JOHNSON, D. S. : "Algorithms for a set Partitioning Problem Arising in the Design of Multipurpose Units". IEEE Trans. on Computer Vol. C-26, N°4- April 1977.
6. GILBERT, E. N.; POLLAD, H. O. : "Steiner Minimal Trees"
SIAM J. Appl. Math.; Vol 16, N°1 1968.
7. KERNIGHAN, B. W.; LIN, S. : "An Efficient Heuristic Procedure for Partitioning Graphs"- The Bell System Technical Journal. Feb 1970.