

RESUMO

Tomando como exemplo a quantificação de propriedades duma rede de distribuição no interior duma região limitada por um contorno poligonal desenvolveram-se dois algoritmos alternativos que fazem recurso a estrutura gráfica de dados do problema.

No primeiro algoritmo faz-se uma rotação da representação gráfica do contorno poligonal per cada segmento de rede invoca-se uma propriedade elementar da geometria para determinar as fracções do segmento interior ao contorno.

No segundo algoritmo faz-se o "clipping" do contorno por cada segmento da rede tomando este como diagonal dum rectângulo cartesiano relativamente ao qual se aplica a técnica de "clipping" habitual.

INTRODUÇÃO

Em domínios variados de aplicação, mas sobretudo nas áreas do planeamento regional e frequentemente necessário fazer a representação de dados respeitantes a limites espaciais explícitos e, muitas vezes, fazer a análise e manipulação desses mesmos dados por regiões elementares.

A implementação destas tarefas com recurso ao apoio computacional requer o desenvolvimento de métodos de representação de regiões e seus contornos associados em estrutura de dados gráficos. Estas estruturas deverão ser susceptíveis de residir no computador e de se prestarem às manipulações necessárias.

Numa grande maioria de casos é suficiente considerar a situação de regiões e linhas planas descrevendo os correspondentes objectos, gráficos através de aproximações poligonais. Estas aproximações são muitas vezes ditadas pela própria natureza dos dados ou obtido por recurso a métodos matemáticos especiais ou a algoritmos particulares (c.q. Albano, 1974; Freeman 1961; Montanari, 1970).

Requisitos adicionais de estruturação ocorrem quando se passa a situações reais, de grande complexidade.

Aqui, o acréscimo significativo de dados reflecte-se no tempo de processamento associado as manipulações necessárias e requer por um lado, uma compactação da representação gráfica (eq. Adams 1976; Pfaltz 1937; Montanari 1969) e por outro lado uma estruturação dos dados que permita uma pesquisa e tratamento dos mesmos de forma eficiente (eq. Merrill 1973; Burton 1977; Faceman 1974).

Um caso interessante neste domínio de aplicações encontra-se na análise de redes de distribuição quer se trate de estradas, quer de redes eléctricas quer fluviais ou outras. Nestes casos tanto a rede como os contornos das regiões podem ser representados por segmentos no plano originando uma estrutura gráfica em que importa considerar dois elementos principais: a rede com os seus segmentos e o contorno poligonal fechado que define a fronteira de cada região.

O presente trabalho foi desenvolvido, com o objectivo de quantificar atributos de fracção da rede que é interior ao contorno, em termos de manipulação da estrutura gráfica associada à representação dos dados.

Para esse efeito escolheu-se como representação uma descrição poligonal directa para o contorno e tambem uma descrição não estruturada para o conjunto dos segmentos que define a rede. Uma descrição simples como a que se usou é de muito fácil implementação embora seja de pesquisa e manipulação, mais lenta. Porém em casos de complexidade pequena ou intermédia esta limitação não causará dificuldades incomportáveis e evita o recurso a implementação de estruturas com propriedades algébricas especiais, (exigindo tratamento adequado) que estão subjacentes nos métodos que, a título de exemplo,

acima foram referenciados.

A quantificação referida consiste na determinação das fracções, dos segmentos da recta que são interiores ao contorno poligonal, e na redução, na proporção das fracções encontradas, dos atributos associados aos segmentos.

ALGORITMOS

O primeiro algoritmo baseia-se na procura dos pontos que são interiores do contorno poligonal.

Vários métodos tem sido descritos para a solução deste problema frequentemente baseados na propriedade de que uma semi-recta que sai de um ponto exterior (interior) a um contorno fechado intersecta esse contorno num numero par (ímpar) de pontos. (e.g. Burton, 1977; Shimrat, 1962; Pfaltz, 1967)

Quando a recta é horizontal o algoritmo de decisão é bastante simples e rápido.

Assim limitando o contorno poligonal entre os seus valores mínimos de X e Y (rectângulo circunscrito) dado um conjunto, de pontos para análise

Algoritmo I- elimina-se todos os pontos fora do rectângulo limite.

- Para cada ponto restante $P_k(X_k, Y_k)$ considera-se a recta horizontal $y = Y_k$ e compara-se com cada segmento

$S_1(x_1, y_1; x_{1+1}, y_{1+1})$

A intersecção da recta passando por com o segmento S_i dá-se no ponto de coordenadas $P_1(x_1, y_1)$ em que $y_i = y_k$

- Ordena-se (segundo ordem crescente ou decrescente) a sucessão de pontos de intersecção, obtida X_1

Sendo $X_1(1, \dots, N)$ a sucessão ordenada, considerem-se os segmentos de recta de ordenada e abcissas:

$X_1(1), X_1(2); x_1(2), x_1(3) \dots x_1(n-1), x_1(n)$

Obviamente há que estabelecer um critério para pontos que estejam sobre a intersecção. ou seja que pertençam ao próprio contorno.

Este algoritmo é afinal uma variante do Algoritmo 112 (Shimrat 1962) em que porem, se fica no fim com as coordenadas dos pontos de intersecção.

Usando este algoritmo básico aborda-se seguidamente o problema de determinar a situação de um dado

segmento de coordenadas $X_k Y_k; X_{k+1} Y_{k+1}$ em relação a um espaço definido por um contorno do tipo do anterior.

Algoritmo II

Considerando o rectângulo circunscrito ao contorno e usando a técnica habitual de "clipping" (Newman 1973) eliminar todos os segmentos exteriores isto é que não intersectam o rectângulo,

Para cada segmento restante da rede rodar o segmento $y_k y_{k+1}$

Usando as intersecções determinar os troços do segmento que pertencem à zona limitada pelo contorno. Inverter a rotação para estes troços desnecessário.

Dada a sua extrema simplicidade este algoritmo é de muito fácil implementação embora exija para cada segmento da rede não eliminado em uma rotação do contorno poligonal.

Repare-se que não se resolve o problema no referencial não rodado pelo facto de não haver a priori método simples que permite saber se a intersecção de duas rectas que contem dois elementos com orientação qualquer pertence e ambos os segmentos. A alternativa seria determinar todas as intersecções das rectas que contem cada segmento definidor do contorno com a recta dada e verificar se as mesmas pertencem aos segmentos do contorno.

Algoritmo iii.

Como facilmente se reconhece o algoritmo ii na maior parte do tempo está envolvido, para além das rotações em acções de rejeição de segmentos do contorno que não intersectam o segmento da rede que está em análise. Por isso se desenvolveu um processo de análise alternativo que se baseia no uso repetido de acções de 'clipping'.

Assim:

-Usando o rectângulo circunscrito ao contorno. eliminar por "clipping" todos os segmentos da rede que não intersectam o rectângulo.

Para cada segmento restante da rede definir o rectângulo cartesiano que possui o segmento como diagonal. Relativamente a este rectângulo fazer o "clipping" dos segmentos do contorno eliminando todos os que lhe são totalmente exteriores.

Determinar as intersecções do segmento em análise com os segmentos do contorno não eliminados em ti.

A partir do conhecimento das intersecções calculadas em III determinar os troços do segmento que pertencem à zona limitada do contorno

De notar que no presente contexto o termo "clipping" utilizado refere-se apenas à manipulação dos códigos zonais de modo a fazer apenas testes de eliminação. Neste sentido ambos os algoritmos dependem da eficiência de eliminação de segmentos não desejados. Enquanto no algoritmo iii essa eliminação é feita, por manipulação dos códigos zonais no algoritmo II ele é feita por comparação directa dos valores das coordenadas dos pontos o que é intrinsecamente um processo mais rápido.

Ambos os algoritmos ii e iii necessitam de execução e determinação das intersecções. Contudo, enquanto

no Algoritmo ii essa determinação exige a rotação feita para todos os segmentos que definem o contorno sendo depois feito um "clipping" daqueles segmentos que obviamente não intersectam a recta horizontal no Algoritmo iii E primeiro feito um clipping e depois E calculada a intersecção só com os segmentos que interessam considerar.

Uma análise mais detalhada dos algoritmos i e iii mostra que há dois processos demarcados que poderão ser comparados e medidos. O primeiro (Alg.11) que para cada segmento AB roda todos os troços elementares definidores do contorno, faz o "clipping" dos troços não desejáveis, determina as intersecções e conclui quais as partes do segmento AB contidas no contorno.

O segundo que determina a posição dos extremos de AB em relação ao contorno (2xAlg.I) faz um clipping e na maior parte dos casos conclui logo, caso contrário terá um procedimento análogo ao do Alg.ii excluindo a rotação sistemática do contorno para todos os segmentos

Esta análise mostra que está em causa um balanço entre o peso das rotações sistemáticas e o "clipping" sobre rectângulo que circunscreve, embora não fique claro, à priori, qual dos dois (Alg II, Alg III) E o Algoritmo mais eficaz

Estão em curso testes comparativos submetendo os algoritmos à análise casos diversos considerando como variáveis o número de troços definidores do contorno e o número de segmentos que este contém e que lhe são totalmente ou parcialmente exteriores. Estes têm como objectivo a avaliação do tempo de resposta dos dois Algoritmos nas diversas situações criadas e a verificação da sua eficiência de funcionamento.