

地理データベース出力における可読性の向上について

1G-5

河北秀世 上林弥彦

京都大学工学部

1 まえがき

地理データベースは、種々の地理情報をデータベースによって管理し、利用者の要求に応じて適当な情報のみを地図として利用者に提示するシステムである。特に、地図を地理情報から合成する機能を有しており、利用者に様々なビューを提供することができるという特徴がある。

従来、地図合成の問題は「地図職人的」な観点から研究されてきた[3]。これらの研究では地図の品質は非常に重要視されているが、一方で地図合成に要する時間は比較的軽視されてきた。

地理データベースの立場では、利用者は自分の必要としている地理情報が得られるまで質問を繰り返すという状況を想定しており、地図合成においてオンライン性が非常に重要視される。上林を中心としたグループでは、既にこの立場から問題を分析、計算幾何学に基づいた手法を提案している[1][2]。また最近では、更に高速性を追求したメッシュ基本型のアルゴリズムの開発に取り組んできた[4][5]。しかし高速性追求の結果、計算幾何学による手法に比べて品質が低下するという問題が生じた。

そこで本稿では、従来の高速性を追求したメッシュ基本型のアルゴリズムによる結果に対して、可読性の向上を行なう後処理を行なうことを提案し、可読性向上のための手法について述べる。この様に初期配置に後処理を付加することで、オンライン性の制約に対して柔軟に対応できるという利点がある。また、可読性向上の手法としては、処理のオンライン性確保のために非常に簡単なものを使用している。

最後に本手法による処理結果を紹介する。

2 名前配置問題

地図において、ある地理図形(オブジェクト)に対する名前を配置する場所については次のような基準を設ける。

- 点図形に対しては、その点の近くに配置する。
- 線図形に対しては、線に沿って近いところに配置する。
- 領域図形に対しては、その領域の内部に配置する。ただし、領域が面積的に小さい場合は対応の分かりやすい位置に配置する。

ここで、地図における「第一名前配置問題」を、

名前を配置しようとするオブジェクトが N 個あるとき、最大でいくつまで前出の基準を守って、しかも文字が互いに重ならないように名前を配置できるか。

という問題であると定義する。また、明らかにこれよりも難しい問題:「第二名前配置問題」を、

許容範囲内の可読性を実現するという制約を満たす範囲内で、「第一名前配置問題」同様に最大個数の名前を配置するにはどのように名前を配置すれば良いか。

と定義する。但し、可読性の評価法は別に与える。

ところが、各オブジェクトについて名前を配置場所の候補が二つであるという「第一名前配置問題」の簡単な場合ですらNP

完全であることを示すことができ[1]、一般に「名前配置の問題」は本質的に難しい問題であると言える。よって、オンライン性を重視する立場からはこの問題を近似的に解くことで計算時間を短くする、というアプローチを採ることにしている。

3 二段階名前配置

本稿で紹介する名前配置手法は、大きく二段階に分けられる。

第一段階では、「第一名前配置問題」を非常に高速に解き、実際に名前を表示できる地理図形とできない地理図形とを選別する。ここで解いているのは「第一名前配置問題」であるため、地図の可読性はあまり考慮されていないが、システムは利用者に対して第一段階の処理が終了時点で、ひとまず応答を返すことができる。

第二段階では、可読性向上処理を第一段階での解に対して行ない、近似的に「第二名前配置問題」を解くことを試みる。また、この改善処理はオンライン性を満足する範囲内で、繰り返行なわれる。

本稿では、この可読性向上処理のための手法を中心に述べる。

3.1 第一名前配置問題の近似的解法

第一名前配置問題の解決には、メッシュ基本型の名前配置アルゴリズムの一種である「最大・最小配置候補数法」を利用する[5]。これは、文字の配置位置を平面上の格子点に限定し、配置位置に関する離散的な近似を行なうものである[2]。しかし、配置位置を格子点に限定しただけでは問題のクラスがNP-完全から逃げることはできないと考えられるので、「最大・最小配置候補数法」では配置位置を格子点に限定した上で更に配置成功率の最大値を断念し、近似的にそれに近い値を目指している。

3.2 可読性向上のための後処理

この「後処理」における可読性向上処理は、以下のように行なわれる。

step 1 初期解(第一段階での解)に細かいメッシュを適用する。

step 2 初期解において名前配置の成功している全ての名前配置対象について、以下の手続きを行なう。

1. 名前の配置できる場所のリストを作る。
2. 名前の配置できる場所の中で、可読性評価関数が最大となる場所を選ぶ。
3. 配置位置を更新する。

step 3 オンライン性を確保できる時間内で、Step 2から処理を繰り返す。

この手法によれば、処理の時間に応じて(ある程度までの)可読性の向上が期待でき、またオンライン性の制約に対して柔軟に対応できるという利点がある。

評価関数については、次節で詳細を述べる。

4 可読性評価関数

可読性の評価については、現在、以下の項目について考慮している。

- 地理オブジェクトと、その名前との関連付けの容易さ
- 名前による線図形の欠損

そして、これらの評価項目毎に、いくつかの評価規則が存在する。

地図全体の可読性の評価値は、これら全ての評価規則における可読性評価値の重み付き線形和である。また、これらの重みは、利用者がどのような地図を求めているかによって、動的に設定される。

各評価規則毎の可読性評価値は、以下のように計算する。

$$\text{Readability} = \frac{\sum \text{local readability}}{(\text{the number of placed name})}$$

ただし *local readability* は、各地理オブジェクト毎に局所的に評価した可読性であり、総和は名前を配置している地理オブジェクト全てについて行なう。各規則についての *local readability* の計算については、次節以降に述べてゆく。

尚これらの可読性評価値は全て、0.0 から 1.0 の範囲に正規化されているものとする。

4.1 関連付けの容易さ

地理オブジェクトと、その名前との関連付けの容易さに関する評価規則として、いくつかのルールが用意される。現在のシステムでは次の二つのルールが採用されている。

ポテンシャルによる評価規則 配置の改善を行なう全ての地理オブジェクトに関して、各メッシュ上での文字配置の可能性を表すポテンシャル [5] を計算しておく。ポテンシャルは非負の整数値で、文字配置の可能性のないメッシュでは 0 となる。可読性評価値は、その位置に名前を配置した時、名前の占める領域でのポテンシャルの平均値 S に対し、その逆数 $1/S$ とする。

名前の近傍メッシュのチェックによる評価規則 配置する名前の占める領域の周囲のメッシュについて、他の名前に属する文字、あるいは他の点図形などを含むメッシュの数を N とし、周囲のメッシュの全ての個数を N_0 とすれば、可読性評価値を $(1.0 - N/N_0)$ で与える。

4.2 線図形の欠損

線図形欠損の評価規則には、現在、次のものが用意されている。

線図形ポテンシャルによる評価規則 画面上に表示する全ての線図形に対して、線図形を含むメッシュには、その含む線図形の数とその重要度に応じて、線図形ポテンシャル [4] と呼ばれる非負の整数値を与える。線図形ポテンシャルは、線図形を含まないメッシュでは 0 である。可読性の評価値は、その名前の占める領域内の線図形ポテンシャルの総和を S とすると、 $1.0/(1.0 + S)$ で与える。

ラベルによる評価規則 線図形の交差点は、線図形の他の部分に対して比較的重要度が高い [4]。そこで、予め線図形の交差点を含むメッシュにはラベルと呼ばれる印をつけておき、可読性評価時には、名前の占める領域中にある交差点を含むメッシュの数を N 、名前の占める領域内のメッシュの数を N_0 とすれば、評価値を $(1.0 - N/N_0)$ で与える。

5 実行結果

現在、計算機上を実現できているシステムは、点図形に対する名前配置のみを扱っている。

図 1、図 2 に、それぞれ初期配置および可読性改善結果の一例を示した。この結果が示す様に、本手法により名前同士の間隔や文字による線図形欠損などが適切に制御され、十分な可読性を得ることができている。

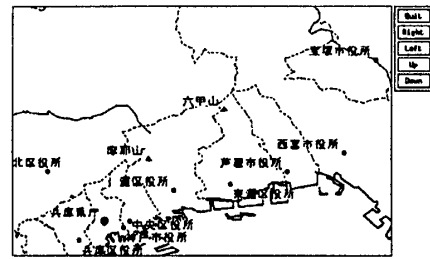


図 1: 初期配置

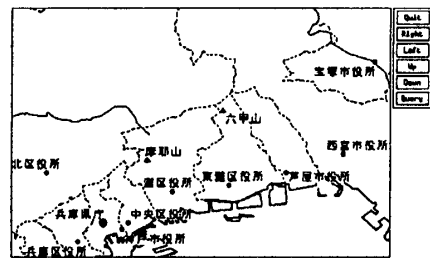


図 2: 改善結果

6 あとがき

本稿では、地理データベースにおける名前配置問題に関して、地図の可読性向上のための手法を示し、その効果について紹介した。ここで提案した可読性向上手法は、実行時間の観点から比較的単純であるものにとどめたが、地図の可読性向上の効果は十分であった。

今後は、線図形および領域図形に対する名前配置を実現し、他の名前配置システムとの性能比較を行なう予定である。

謝辞

種々御討論いただいた上林研究室の皆さんに感謝致します。

参考文献

- [1] H. Aonuma, H. Imai, Y. Kambayashi : A Visual System of Placing Characters Appropriately in Multimedia Map Databases, *Visual Database Systems, (Proc. the IFIP TC-2 Working Conference in Visual Database Systems (April 1989), T. L. Kunii, ed., North-Holland, 1989, pp.525-546.*
- [2] N. Kojiro, K. Miura, H. Imai, Y. Kambayashi : Performance Evaluation of Automatic Name Placement Functions for Geographical Database Systems, *Proc. of the Second International Symposium on Database Systems for Advanced Applications (April, 1991).*
- [3] J.S.Doerschler and H. Freeman : A Rule-Based System for Dense-Map Name Placement, *Communications of the ACM (January, 1992), pp.68-79.*
- [4] 上林 弥彦, 河北 秀世 : 地図の名前配置問題における線図形欠損の取り扱いについて, 平成 4 年度前期情報処理学会全国大会講演論文集, 4-149 (1992).
- [5] 河北 秀世, 上林 弥彦 : 地理データベースにおける名前配置の後処理について, 平成 4 年度後期情報処理学会全国大会講演論文集, 4-211 (1992).