

3H-2

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*

上林彌彦 河北秀世†

京都大学工学部†

1 まえがき

電気回路図や論理回路図、或は種々の地図をデータベースで管理することは、これらデータの検索・変更・追加などの作業を効率化し、非常に有用である。しかし、そのようなシステムの利用者インターフェースは、回路図や地図といったマルチメディアデータを分かりやすく表示する機能を持つことが必要である。つまり、文字情報や図形情報を場合に依りて動的に適切な位置へ配置・表示しなければならない。このような「地図における名前配置問題」については、既に幾つかの研究成果がある[1][2][3][4][5]。しかし、その様な中で利用者インターフェースのように対話性が必要な場合について考慮されたものはほとんどない。筆者らはこのことに注目し、種々のオンライン性のあるアルゴリズムを提案、その解析をおこなっている[1][5]。

しかし、今まで提案したアルゴリズムは地理図形の名前を最大個数表示することに主眼をおいており、この場合、文字による線図形(領域図形の境界線も含む)の欠損が生じてしまう。そこで今回はこの次の段階として、文字による線図形の欠損を扱うことにより、更に読みやすい地図を表示することを考えている。

本稿では、線図形の欠損の取り扱い方法について提案し、線図形の欠損の取り扱いを考慮した名前配置アルゴリズムの見通しについて述べる。

2 名前配置問題と Mesh-based アルゴリズム

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[5]。

- 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。

そして、地図における名前配置問題とは、

「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する。

このように問題を定めたとき、各オブジェクトについて名前配置場所の候補が二つであるという「2候補-名前配置問題」ですら、NP完全であることを示すことができ

*Line Information Loss Problems for Map Name Placement Functions

†Yahiko KAMBAYASHI and Hideyo KAWAKITA

‡Kyoto University

る[4]。したがって、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。

そこで我々は、「名前配置の問題」を近似的に解くことにし、そのアルゴリズムに線図形の欠損の取り扱いを導入することを考えている。近似的に解くアルゴリズムとしては、Mesh-based な名前配置アルゴリズム[1]を基本とする。この方法によれば、「読みやすさ」、「美しさ」といった、数学的に厳密に定義しにくい要因についても、比較的容易に文字配置に対して導入できるという利点がある。

Mesh-based アルゴリズムでは、地図をメッシュに区切って扱っており、メッシュ内の情報をメッシュ毎に、あるデータ構造によって代表させている。各メッシュは基本的に、ラベルとポテンシャルという二つの属性値を持つ。ここでラベルは各メッシュ内にどのような地理図形が含まれているのかを示し、ポテンシャルはそのメッシュに対して文字を置く可能性のある地理図形の数を示す(文字は、そのフォントサイズに応じて、一つ或は複数のメッシュからなる正方領域に置かれる)。

図1および図2に、線図形欠損を考慮しない場合と、考慮した場合の表示例を示す。図1では河川の線図形情報が著しく欠損して読みにくいが、図2は非常に読みやすくなっている。

次章では、このアルゴリズムに立脚した線図形の欠損の取り扱い方法について述べることにする。



図1: 線図形欠損を考慮しない表示



図2: 線図形欠損を考慮した表示

3 線図形欠損の取り扱いについて

3.1 欠損制御の方法

文字の配置は線図形の欠損に関して、次のような基準に基づいて行なわれるべきである。

1. 線図形の欠損は、連続して線図形が失われるよりも、欠損した線図形が鎖線状になるようなものの方が良い。
2. 一つの線図形オブジェクトでも、比較的直線に近いところは多少欠損が大きくても良いが、複雑な曲線状の部分は、著しく欠損してはいけない。

3. 複数の線図形の密集している領域では、著しく線図形が損なわれてはいけぬ。
4. 線図形同士の交差点(あるいは非常に近接している部分)、線図形の分岐点などは、非常に重要であると考えられるので、そのような箇所は欠損してはならない。例えば図1、2では「宮崎川」上流の合流点や、「荒川」と「上城川」との近接地域などがこれに当たる。

これらの制約のうち、1、2は各線図形オブジェクト毎に制御すべきであり、3については局所領域毎に制御すべきである。4については、文字配置を行なう前に、線図形の交差点や分岐点、そして複数の近接した線図形を含むメッシュには「文字配置不可能を表すラベル」を付加しておくことにより達成できる。

よって、「ある文字を配置しても良いか」という判定は、そのメッシュが「文字配置可能を表すラベルをもつか」という判定と、各線図形オブジェクト毎の配置可能性判定、局所領域毎の配置可能性判定の全てが満たされた時のみ「YES」である。

次節以降では、「文字配置可能を表すラベルをもつか」という判定以外の、二つの配置可能性の判定について述べる。

3.2 オブジェクト毎の配置可能性判定

2の基準に基づいた配置可能性判定を行なうためには、各オブジェクトを全体的に管理するのでは不十分であり、各オブジェクトを更に分割して、それら部分要素毎に配置可能性判定を行なう必要がある。

部分要素への分割に際しては、直線的な部分、複雑に曲がっている部分、という基準で分割する。各部分要素には重要度があり、直線的な部分よりも、複雑に曲がっている部分の方が重要度が高いとする。

ここで、各部分要素においては1の基準に基づいて配置可能性を判定する。この判定は次のようにして行なわれる。

ポテンシャル判定法：

まず、線図形欠損を扱うために各メッシュに「欠損ポテンシャル」を設ける。欠損ポテンシャルの初期値はゼロである。

また、線図形部分要素の規模(長さ)や重要度の高さに応じて、一つのメッシュ分の欠損が影響を与えると考えられる線図形長を定め、それをメッシュを単位としてメッシュの個数で求める(この個数を欠損作用個数と呼ぶ)。

文字のあるメッシュに配置することにより線図形が欠損する場合は、そのメッシュにおける欠損ポテンシャルを調べ、それが基準値(線図形部分要素の規模や重要度の高さに応じて決まる)よりも低ければ、配置可能と判定する。

配置が可能な時は、部分要素に沿って文字を配置したメッシュの両側、欠損作用個数分のメッシュについて、欠損ポテンシャルを増加させる。ただしこの増加量は、欠損したメッシュからの距離が増すにつれて減少する。

このポテンシャル判定法を用いるにつき、一つ注意すべきことがある。例えば、文字のフォントサイズが、一つのメッシュのサイズよりは大きい、メッシュの倍のサイズ(メッシュ四つ分)よりは小さい場合、一つの文字を置くことにより四つのメッシュが文字配置不可能となるが、実際には四つのメッシュ領域内全体で図形情報が損なわれる訳ではない。したがって、直線上に文字を線に沿って配置しても、鎖線状に線図形は残るのである。したがって、直線的な部分要素に対してポテンシャル判定法を用いる時には、欠損作用個数はゼロでも良い。

3.3 局所領域毎の配置可能性判定

3の基準に述べている局所領域として、ここでは文字配置用のメッシュを複数個集めた長方形領域を考える。なお、領域のサイズについては実験的に決定することにする。

この長方形領域を以後、欠損メッシュと呼ぶことにする(なお、文字配置用のメッシュは以後、文字メッシュと呼ぶ)。

そして、文字の配置可能性判定は、配置位置の含まれる欠損メッシュについて、次の方法で判定される。

欠損率判定法：

各欠損メッシュは、その中に含まれる線図形オブジェクトの数によって、密集度を定め、密集度に応じて各欠損メッシュ毎に、許容できる欠損率を定める。

ここで、各欠損メッシュは更に二つの属性値を持つ。一つは、初期状態で各欠損メッシュに含まれる文字メッシュのうち、線図形を含んでいた文字メッシュの数である(initで表す)。

もう一つは、同じく各欠損メッシュに含まれる文字メッシュのうち文字によって隠された、以前線図形を含んでいた文字メッシュの数である(lossで表す)。

欠損率はloss/initで評価し、その値が密集度に応じて定めた許容値以下なら、文字配置が可能と判定する。

4 あとがき

マルチメディアデータの表示に関して、名前配置の際の線図形欠損の取り扱いについて考察を行なった。今後は、線図形欠損を考慮した Mesh-based な名前配置アルゴリズムの計算機上での実現を目指すと共に、名前配置問題を厳密に解くようなアルゴリズムとの性能比較を行なう予定である。

謝辞

御検討いただいた本学大学院学生の日木信太郎氏に感謝します。

参考文献

- [1] 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*, Tokyo, Japan, April, 1991.
- [2] Freeman H. and Ahn J.: On the Problem of Placing Names in a Geographic Map, *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, Vol.1, No.1, April 1987, pp.121-140.
- [3] Jones, C.B.: Cartographic Name Placement with Prolog, *IEEE Computer Graphics & Applications*, Vol.9, No.5, September 1989, pp.36-47.
- [4] 加藤 研児, 今井 浩: 2 または 3 自由度の文字配置問題の NP 完全性, 昭和 63 年度電気関係学会九州支部連合大会論文集, 1138, 1986.
- [5] 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, Tokyo, April 1989)*, T. L. Kunii, ed., North-Holland, 1089, pp.525-546.