

## 情報表現能力と応答の実時間性を考慮した

5E-6

## 動的文字配置の実験および評価

有川正俊 甲斐 宏 上林弥彦

京都大学工学部

## 1 まえがき

地理データベースシステムは利用者の質問によって得られた地理情報を地図に合成し、計算機のディスプレイ上に表示する。利用者の要求は様々であり、それぞれの要求に応じて表示範囲、縮尺、表示情報などが異なる地図を合成しなければならず、地図上の文字情報の配置は質問が与えられる度に計算し求めなければならない。

文字配置に関する研究は、地図学 (Cartography) の分野を中心に行われている。しかし、これらの研究は、紙の上に表現される静的な地図を対象にするものであり、いかに見栄えを良くするかが最大の関心である [1]。地理データベースの提供する動的地図では、見栄えに加え、実時間応答が重要な要因となってくる [2]。

本稿では、いくつかの文字配置の手法について地図の情報伝達性と応答の実時間性に着目して実験を行ない、その結果に対する考察を述べる。とくに利用者インターフェースとしては利用者の待ち時間を減らすことが重要であるため、とにかく出力してから後で出力品質を向上させる方法を提案している。

## 2 地理データベースにおける動的文字配置

地図上に地名などの文字列を配置する時には、文字同士あるいは文字と地図上の図形とが重ならないように配置する必要がある。しかし、文字同士あるいは文字と地理図形とが重ならないように文字列を配置する問題は困難な問題であり、ヒューリスティックな解法を用いても非常に計算時間がかかる問題として知られている [2]。

実際に、計算機上で対話的に利用する地図においては利用者の要求によって、たとえ文字列が重なっても要求した情報をすべて表示したい場合なども考えられ、常に文字列が重ならないことのみを基準にして文字配置を考えることはできない。

文字列を重ならないように配置するためには計算に時間がかかり、また大量の文字列を表示しようとする文字列が重なってしまう。利用者が応答時間と見栄えに関する条件を指定して、適切な文字配置のアルゴリズムを自動的に選択する必要がある。

本稿では代表的なヒューリスティックなアルゴリズムとここで新たに提案する方法に対して、地図の面積と地図上に重ならず配置できる文字列の数や計算にかかる時間の

関係を明らかにするために行なった実験の結果とその考察について述べる。

## 3 実験方法

実験では四つの文字配置の方法に対して以下の値を計測した。

応答時間

質問をしてから最初に地図が得られるまでの時間

終了時間

最終的に停止した地図が得られるまでの時間

重なり割合

文字同士あるいは文字と地理図形との重なり、および地図からはみ出した文字の占める面積

表示情報量

要求した情報量に対する表示情報量の割合

ここで応答時間と終了時間は応答の実時間性の指標、重なり割合と表示情報量は地図の情報伝達性の指標である。

従来からの文字配置の方法として以下の方法1から方法3について実験を行なった。

方法1・常に地理図形の右側に配置する方法

他の文字や地理図形との重なり、地図からはみ出しは一切考慮せず、すべて地理図形の右横の決まった位置に配置する。

方法2・文字同士が重ならない方法

他の文字や地理図形と重ならず、また地図からはみ出さないように配置する。そのため必ずしもすべての文字列を配置できるとは限らない。

方法3・文字同士が重ならず地図の品質を考慮した方法

地図に対する文字配置は、地理図形と文字との位置関係が一定の流れを成すような配置が良い。そこで方法2に「出来る限り右寄りに配置する」という制約を与えて配置する。

これらの実験結果を表1から表3に示す。

方法1は非常に短い時間で応答するが得られる地図の品質は良くない。方法2および方法3はいずれも高い品質の地図を得ることが出来るが応答時間が非常に長くなる。対話操作を繰り返して地図の改良を行なっていくシステムにおいて応答時間が長いことは望ましくない。

短い応答時間と高い出力品質を得るための方法として方法4を提案する。

方法4・時間とともに文字の重なりが少なくなる方法

最初、重なりやはみ出しを考慮せずに地理図形の右横の決まった位置に配置された文字列は、徐々に他の文字や地理図形との重なりが最も少なく、地図からはみ出さない位置へと移動する。この方法は文字配置の問題を単純で局所的なアルゴリズムを用いて解決する

Experiments and Evaluations of Dynamic Name Placement Considering Effective Communication and Real-Time Response

Masatoshi ARIKAWA, Hiroshi KAI and Yahiko KAMBAYASHI

Faculty of Engineering, Kyoto University

ので比較的効率の良い処理が期待できる。  
この方法に対する実験の結果を表4に示す。

方法4では応答時間については方法1と同じ値が出ている。また文字列の重なりについても、表示オブジェクト数が余り多くない場合には方法2および方法3における表示情報の欠落を考慮すれば満足のいく結果である。オブジェクトの数が多くなると終了時間が非常に長くなるが、これは地図上のオブジェクトの密度が高くなることによって終了までの文字列の移動の繰り返しの回数が多くなることが原因である。しかし、実際のシステムとして利用した場合に今回実験を行なったような大きさの地図に対してこれほど多くのオブジェクトを表示し、その移動が収束するまで次の操作を行なわないことは稀であり、実際上の問題は少ないものと思われる。なお、方法4は終了までの間常時文字が動いていく様子も表示するもので、初期表示後計算終了まで初期表示を保って最後に入れ換える方式にすれば終了までの時間を短縮できるが、利用者インターフェースとしてはここで採用した方式が優れていると考えている。また画面上での文字列の移動は1ピクセルずつ行なっているため、画面の描きかえのためのオーバーヘッドが終了時間を長くする原因の一つとなっている。画面上での文字列の移動の幅をより大きくすることで、終了時間の短縮が可能であるが、これは利用者に違和感を与えない範囲で行なうことが必要である。

## 4 考察

### 4.1 適応型解法

実験の結果、地図の表示領域の広さと表示オブジェクト量によって適した文字配置の手法が異なることがわかる。

地図の面積や、利用者の要求が情報量が多い地図なのか文字の重なりが無く読みやすい地図なのかあるいは早い応答なのかに配慮して最も適した文字配置の手法を選択することが必要であり、これは今回行なったような実験の結果から得られる一般規則を用いることにより実現出来る。

### 4.2 対話操作との関係

計算機上で実現される対話地図では、表示された地図に対して対話的な操作を行なうことによって利用者が自分の求める地図に近付けていくことが出来るが、地図に対する文字配置はこのような対話操作が行なわれる度に計算し変更されなければならない。

対話操作には地図の表示領域の変更、地図の拡大/縮小、表示情報の追加/削除などが挙げられるが、わずかな変更の度にすべての文字列の配置を計算し直すことは非常に効率が悪い。また地図のわずかな変更のために文字列の配置が大きく変わることは地図の読みやすさを損なう恐れがあるので避けるべきである。

そこで変更が行なわれる以前の文字列の配置を利用して短時間で出来るだけ変化の少ない文字配置を行なうことが考えられる。

対話操作によって新しく表示されるオブジェクトおよびそれまで表示していた文字列が表示領域からはみ出してしまいうオブジェクトに対して適当な配置を与え、それ以外のオブジェクトについては変更以前の配置を利用する。これらに対して方法4を適用することによって短い応答時間を実現し、さらに以前の配置との大きな変化を避けることが出来る。終了時間についてはこの限りではないが、表示情

報量が大きく増えることがなければ比較的短時間で終了すると考えられる。

表1. 常に地理図形の右側に配置する場合

| 地図中の<br>Object 数 | 地図の面積             |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|
|                  | 400 × 400(pixels) | 800 × 800(pixels) |
| 10               | 0.55/—/6.3/100    | 1.53/—/0/100      |
| 50               | 1.58/—/30.0/100   | 2.41/—/10.8/100   |
| 100              | 2.36/—/35.8/100   | 3.41/—/18.8/100   |
| 200              | 4.29/—/44.0/100   | 5.10/—/21.3/100   |
| 300              | 6.62/—/51.1/100   | 8.04/—/22.0/100   |

表2. 文字同士が重ならない配置をする場合

| 地図中の<br>Object 数 | 地図の面積             |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|
|                  | 400 × 400(pixels) | 800 × 800(pixels) |
| 10               | 2.27/—/0/100      | 3.40/—/0/100      |
| 50               | 8.13/—/0/82.9     | 11.3/—/0/95.8     |
| 100              | 11.9/—/0/67.9     | 16.7/—/0/94.8     |
| 200              | 18.0/—/0/49.5     | 26.9/—/0/89.1     |
| 300              | 35.8/—/0/35.3     | 33.9/—/0/83.9     |

表3. 地図の品質を考慮した配置をする場合

| 地図中の<br>Object 数 | 地図の面積             |                   |
|------------------|-------------------|-------------------|
|                  | 400 × 400(pixels) | 800 × 800(pixels) |
| 10               | 2.18/—/0/100      | 3.47/—/0/100      |
| 50               | 7.84/—/0/80.6     | 11.4/—/0/98.1     |
| 100              | 12.2/—/0/64.0     | 16.5/—/0/93.0     |
| 200              | 17.7/—/0/46.1     | 25.6/—/0/82.7     |
| 300              | 35.7/—/0/34.6     | 32.8/—/0/81.8     |

表4. 時間とともに文字の重なりが少なくなる場合

| 地図中の<br>Object 数 | 地図の面積              |                   |
|------------------|--------------------|-------------------|
|                  | 400 × 400(pixels)  | 800 × 800(pixels) |
| 10               | 0.55/4.20/0/100    | 1.53/5.61/0/100   |
| 50               | 1.58/41.3/7.6/100  | 2.41/41.8/0/100   |
| 100              | 2.36/127/13.6/100  | 3.41/109/1.65/100 |
| 200              | 4.29/436/28.9/100  | 5.10/444/4.15/100 |
| 300              | 6.62/1303/41.9/100 | 8.04/820/5.50/100 |

(応答時間(秒)/終了時間(秒)/重なり割合(%) / 表示情報量(%))

## 5 あとがき

本稿では従来の文字配置の方法よりも短い応答時間で比較的品質の高い出力を得るための文字配置の方法を提案した。今後の課題としては、文字の移動の収束を短時間で出力の品質を損なわずに行なう方式について検討する必要がある。また、オブジェクトの密度が高い地図に対しても自動的にオブジェクトの削減を行うなどして重なりのない出力を提供する方式についても検討の必要がある。

## 参考文献

- [1] J.S.Doerschler and H.Freeman: A Rule-Based System for Dense-Map Name Placement, *Comm. ACM*, Vol. 35, No. 1, pp. 68-79, 1992.
- [2] M.Arikawa and Y.Kambayashi: Dynamic Name Placement Functions for Interactive Map Systems, *Australian Computer Journal*, Vol. 23, No. 4, 1991.