

引き出し線を用いた地図の外側へのラベル配置問題

仁田 亮^{†1} 今井 桂子^{†2}

本研究では、引き出し線を用いて地図の外側へラベル配置を行う手法を提案する。近年の情報技術や地理情報システムの発展に伴い、地図をデジタル地図として利用する機会が増えたことから、計算機上で文字情報（ラベル）を自動注記する問題が盛んに研究されている¹⁾。地図の内部にラベルを配置する場合には、他のラベルと重ならないように全て配置できるとは限らない。そこで、本研究では、地図の外側にラベルを配置し、引き出し線で結び付ける問題を考える。この問題は、Benkert らがいくつかの最適化基準のもとに解法を提案しているが、そこでは点の位置に一般性が仮定されている。本研究では、その制限を取り除くことを考える。

Boundary Label Placement Problem with leader lines

RYO NITTA^{†1} and KEIKO IMAI^{†2}

We consider the boundary label placement problem. Given a set of n points in the plane and labels that are aligned to the right side of the bounding box of the points, the points are connected to labels by leader lines that consist of line segments. In ²⁾, Benkert et al. gave algorithms for this problem by using leader lines that consist of two segments; a horizontal segment and a second segment at a fixed angle with the first. If three points are collinear, their leader lines might overlap. We improve their algorithm in order to solve the problem in such a case.

^{†1} 中央大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻
Information and System Engineering Course, Graduate School of Science and Engineering,
CHUO University

^{†2} 中央大学 理工学部 情報工学科
Department of Information and System Engineering, Faculty of Science and Engineering, CHUO
University

1. はじめに

近年、情報技術や地理情報システムの発達に伴い、地図をデジタルデータとして管理、加工する機会が増えている。そのため、地図に対して、計算機上で文字情報（ラベル）を自動注記する問題が研究されている。この問題をラベル配置問題という。

ラベル配置問題は、地図中の記載情報の一部を点や辺、領域とみなし、これらに対してラベルを配置する問題である。本研究では、この中でも点に対してラベルを配置する問題について取り扱う。また、従来の問題では、点に接するようにラベルを配置しているのだが、本研究では、地図の外側にラベルを配置し、点に対応するラベルを線（引き出し線）で結び付ける問題について考える。

この問題では、地図の外側に長方形の境界線を作り、境界線に接するように長方形のラベルを配置する。そして、各ラベルは引き出し線によって、ラベルを配置したい点と結び付けられる（図 1）。このとき、引き出し線は他の点や引き出し線と交わることはない。この問題は、地図の外側に十分な領域さえ取れば、任意の大きさのラベルを、他の点やラベルと重ならないように全ての点に対して配置できる。また、地図中にラベルが存在しないため、地図自体が見やすいというメリットがある。ただし、点とラベルが離れているため、どの点とどのラベルが対応するかがすぐにはわかりづらいといったデメリットも存在する。特に、点とラベルを結び付ける引き出し線が長い場合や、途中で曲がっている場合はわかりづらい。そのため、これら引き出し線をいかに見やすく結び付けるかが問題となってくる。

この引き出し線の長さや曲がる数の合計が小さくなるように問題を解く手法が存在する²⁾。ただし、²⁾では、入力として与えられた点が一直線上に並んでいる場合に、問題が解ける保証がなかった。そこで本研究では、このような場合でも、引き出し線の長さや曲がる数の合計が小さくなるようなラベル配置を²⁾の手法を改良して求めた。

2. 引き出し線を用いた地図の外側へのラベル配置問題

本節では、ラベルを配置したい位置である点と地図の外側へ配置されたラベルを、引き出し線で結び付ける問題について定義する。

2.1 問題定義

まず、ラベルを配置したい位置である n 個の点集合と、それらの点を内部に全て含むような十分大きな長方形が与えられる。この長方形のことを境界線と呼ぶ。さらに、境界線の右の辺に接するように、大きさの等しいラベルが重なりなく配置される。このとき、ラベルの位

付ける位置が求まる。それらを保存しておくことによって、最終的にもっとも左の点の最適な結び付ける位置が求められたときに、その他の点に対する最適な引き出し線の結び付ける位置も求めることができる。

3.2 任意の点に対する提案手法

2) の *type-po* を用いた手法では、図 2 のような点が縦に並んでいる場合に解けない入力が存在した。そこで本研究では、図 2 のように *type-po* で解けない場合、*type-opo* を用いて上下の点を避けることによって、ラベルと結び付けることを可能にする。

ただし、問題を簡単にするために、*type-opo* の曲がる位置は、その引き出し線が結び付けられる点と、その点の x 座標の次に大きい x 座標を持つ点の間に制限する。そのため、全ての実行可能解の中の最適なラベル配置ではなく、その制限の下での最適なラベル配置を求めることになる。2) の手法を実行していく中で、*type-po* で結び付けられない場合は *type-opo* を用いる。 *type-opo* を用いれば、全ての点とラベルを引き出し線が交わることなく結び付けられるという証明は 3) で行っている。

4. 計算機実験

前節で提案した手法を実装し、計算機実験を行う。ここでは、1 つの入力に対して、引き出し線の長さの合計を最小化した配置 (図 3) と、曲がる数の合計を最小化した配置 (図 4) を紹介する。長さの合計を最小化した図 3 では、引き出し線の p 線分の長さの合計は 663.0、曲がる数の合計は 42 であった。また、曲がる数の合計を最小化した配置の結果図 4 では、引き出し線の p 線分の長さの合計は 792.0、曲がる数の合計は 25 であった。境界線を赤色の線で表した。

実行結果を見てみると、点が縦に並んでいる部分で、*type-po* では上もしくは下の点とぶつかってしまうため、*type-opo* の引き出し線が用いられているのがわかる。また、引き出し線の長さを全く考慮していない図 4 の結果は、地図中の引き出し線の量が多く、 p 線分がとても長い引き出し線が存在している。そのため、点と対応するラベルの距離がかなり離れており、対応関係がわかりづらいように思われる。図 3 の結果では、曲がる数は多くなっているが、図 4 に比べると比較的に見やすいと思われる。

5. 結 論

本研究では、引き出し線を用いた地図の外側へのラベル配置の最適化を行う手法について、点が縦や横に並んでいる場合でも実行できるように改良し、実装した。点が一直線上に並ん

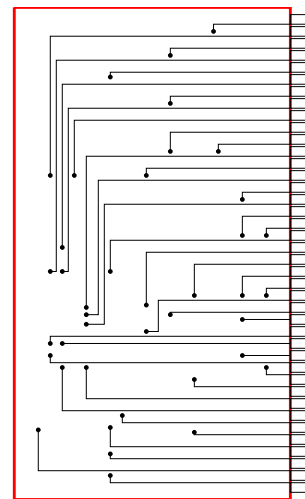


図 3 長さの最小化

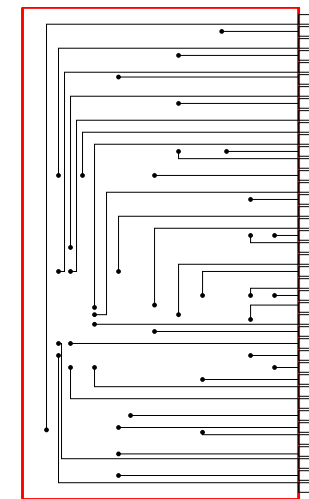


図 4 曲がる数の最小化

でいる場合、*type-po* の引き出し線のみでは、問題を解くことができない場合があるが、部分的に *type-opo* を用いることによって、全ての点に対して引き出し線が交わらないようなラベル配置を求めることができる。

今後の課題としては、以下のものがある。まず、引き出し線同士が近づき過ぎて見づらい部分があるため、これを改善する必要がある。また、境界線の 1 つの辺に対してのみラベルを配置しているため、2 つの辺以上に配置することによって引き出し線の長さを減らすことが期待できる。

参 考 文 献

- 1) A. Wolff, “The Map-Labeling Bibliography,” <http://i11www.iti.uni-karlsruhe.de/awolff/map-labeling/bibliography/>, 2007.
- 2) Marc Benkert, Herman Haverkort, Moritz Kroll, and Martin Nöllenburg, “Algorithms for Multi-Criteria One-Sided Boundary Labelling,” *Graph Drawing*, LNCS 4875, 243-254, 2008.
- 3) 仁田亮, “任意の点に対する境界線と引き出し線を用いたラベル配置問題,” 中央大学理工学部情報工学科卒業論文, 2008.