

ベクトル表記されたデータに対する電子透かし

† 栗原 誠 † 柳井 紳 † 小松尚久 ‡ 有田 秀昶
† 早稲田大学理工学部 ‡ (株) ゼンリン
makoto@kom.comm.waseda.ac.jp

あらまし デジタルコンテンツの著作権問題を技術的に解決する一手段として、電子透かしの研究開発が盛んに進められている。これまで提案されている電子透かしは、画像、音声情報を対象としたものが主であるが、GIS (Geographic Information System) 構築で不可欠となるベクトル表記された地図情報も主要なデジタルコンテンツの一つであり、必要に応じて作成者の権利を主張できる対策が求められる。本稿では、地図情報を対象としてベクトル表記されたデータに対する電子透かしアルゴリズムを提案する。本提案は、ベクトルの分割比に透かし情報を対応させることを特徴としており、ベクトル表記されたデータの特徴を積極的に利用している。

キーワード 電子透かし、ベクトル表記データ、地図情報、著作権

A Study on Dgital Watemark for Vector-Valued Data

† Makoto Kurihara † Shin Yanai † Naohisa Komatsu ‡ Hidenobu Arita
† Waseda Univ. ‡ Zenrin Co., Ltd.

Abstract There are many study results on a digital watermark which is one of technical solutions to copyright matters. Most of digital watermarks already proposed can be applied to image or audio information. Geographic information is also one of important digital contents, which is vital for the construction of GISs, and should be protect authors' copyrights on demand. In this paper, one of a digital watermark algorithm for vector-valued data such as geographic information is proposed. A characteristic of the proposed method is to apply ratio of divided vectors to watermark information.

Keywords Digital Watermark, Vector-Valued Data, Geographic Information, Copyright

1. はじめに

デジタルコンテンツ流通の進展に伴い、編集、加工の容易性に伴う著作権の保護の問題が大きくクローズアップされている[1]。この問題の一部を技術的に解決する手段の一つに電子透かしがあり、これまで主に画像もしくは音

声情報に対して種々のアルゴリズムが提案されてきた[2]。これらの技術は、画像、音声情報自体が持つ冗長性とともに入間の視覚、聴覚の特性を積極的に利用したものである。しかしながら、これまで画像、音声以外のデジタルコンテンツに対しては、それぞれのコンテンツ

の特徴を考慮した電子透かしの具体的な手法については必ずしも十分な検討がなされていなかった。

例えば、GIS (Geographic Information System) [3]構築で不可欠となる地図情報は、各種施設情報、生活情報等の対応付けにより大きな付加価値の増大が見込まれるコンテンツである。このように、ディジタルコンテンツとしての今後の展開が期待される地図情報は、画像、音声情報と同様、必要に応じて作成者の権利を主張できることが求められており、その対策の重要性は今後ますます高まると考えられる。しかしながら、これまでの検討は地図を画像情報として扱った検討が主であり、一例として地図情報をウェーブレット変換により周波数領域に展開し、スペクトラム拡散を用いて画像全体に透かし情報を埋め込む手段が提案されている[4]。一方、地図情報は、道路、鉄道、河川、建物等構成要素別のレイヤ構造で記述することにより、目的に添った地図情報の提供が可能になるばかりでなく、内容の更改にも柔軟に対応することが可能となる。こうした要求条件を満たすとともに、各種施設情報等との対応付けが容易なベクトル表記が一般的に用いられている。

そこで、本稿では、ベクトル表記された地図情報を対象として電子透かしを実現する一手法を提案する。本提案手法は、原地図情報を記述するベクトルを分割し、その分割比に対応した透かし情報を付加する手法を基本的に用いており、ベクトル表記されたデータの特徴を積極的に利用している。

2. 地図情報と透かしアルゴリズム

地図情報を記述するベクトルは、始点と終点の座標データの組み合わせで構成されており、透かしアルゴリズムは座標データの操作が基

本となる。したがって、透かしの実現には以下の手段が考えられる。

(1) 座標データの変更

予め定めた手順に従い、座標の変更を行う。ここで、座標の大幅な変更は地図情報自体の価値を無くすこととなり、冗長性の少ない地図情報における座標の変更は微小な範囲に限定される。ここで、座標データの変更には、始点と終点の入れ替えによるベクトル方向の変更も含まれる。本手法の具体例として、坂本等は頂点座標値への電子透かしの埋め込み手法を提案している[5]。

(2) ベクトルの分割

一本のベクトルを複数のベクトルに分割し、分割のパターンに応じて情報を対応させる。図1は分割対象とするベクトルを内分する例を示している。

また、本手法に対しては座標データの変更を組み合わせ、分割したベクトルを互いに独立したベクトルとして記述することが可能であり、図1では、この場合を例として示している。図は、ベクトルABを $m:n$ に分割した例を示しており、C点およびD点が分割点となっている。ここで、D点はC点から微小距離移動した座標であり、この結果セグメントは2つの独立したベクトルに分割される。地図情報の表示の際は、ベクトルACとベクトルDBの和によって元のベクトルABが再現される。

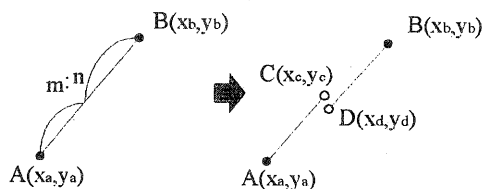


図1 ベクトル情報の分割

ベクトルで記述された情報は本来冗長性が少ないため、この冗長性を意図的に増加させることは透かし情報の埋め込みに際して有効な手段の一つと言える。そこで本稿では、この効果が大きいと考えられるベクトルの分割を応用した電子透かしについて検討する。

3. ベクトル情報の分割に基づく 電子透かし

3. 1 アルゴリズム概要

提案する電子透かしのアルゴリズムを以下に概説する。本提案は、2. で述べたベクトルの分割と分割されたベクトルのスクランブルにより透かし情報を埋め込むことを特徴としている。

(1) 透かし情報の埋め込み

①原地図情報のベクトルを予め定めた手順に従い分割（以下、原地図情報のベクトルを分割した結果をセグメントと呼ぶ）する。各セグメントに対しては、始点、終点座標を改めて設定して、それぞれを異なるベクトルとして表現する。

②各セグメントに対して、例えば埋め込む情報が「1」の場合は、 $l:k$ 、「0」の場合は $m:n$ に分割する。

③分割されたセグメントの始点、終点を改めて設定し、異なる2つのベクトル（以下、分割ベクトル）として表現する。

④③で得られた分割ベクトルはランダムに配置して透かし情報入りの地図情報とする。ここで、スクランブルされた各分割ベクトルの始点と終点座標は、直前に選択された分割ベクトルの終点座標からの相対座標に変換される。したがって、地図情報の表示と透かし情報の確認の際は、各分割ベクトルの配置情報が必要となり、これは正当な情報入手の手続きを行ったユーザのみ入手できるものとする。

(2) 透かし情報の確認

透かし情報の確認は、リスクランブルされた分割ベクトルから得られたセグメントの座標情報に基づき、セグメントの分割比を算出することで達成する。

①分割ベクトルから、セグメントの座標とともに分割比を算出する。但し、リスクランブルされた分割ベクトルの絶対座標は予め算出されているものとする。

②分割比に対応した透かし情報を抽出し、埋め込んだ透かし情報と比較する。

以下、提案する電子透かしの実現手段について、各プロセス毎に説明する。

3. 2 透かし情報の埋め込み

(1) 原地図情報のセグメント分割

原地図情報のベクトルを任意の位置で分割する。図2は、原情報のベクトルを S1-S3 の3つのセグメントに分割している様子を示している。セグメントは任意に設定することが可能であり、地図情報の作成者は分割結果を透かし情報の確認時のために保管する。また、セグメント相互の重なりを許容しており、この結果セグメントの長さを確保して分割ベクトルの生成が容易となる。

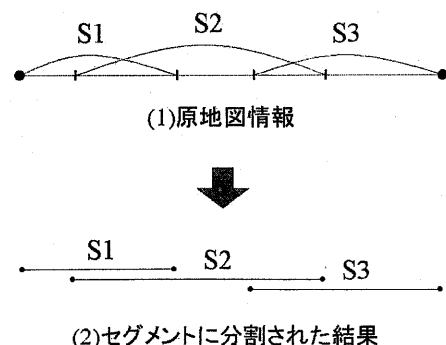


図2 セグメントの生成

(2) 透かし情報の埋め込み

各セグメントに対してベクトルの長さの分割比に基づく透かしの埋め込みを行う。ここで、「1」、「0」に対応する分割比は予め設定しておく。図3は、一例としてセグメント S_j を $m:n$ に分割した結果を示す。

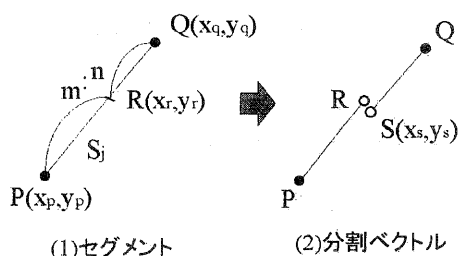


図3 セグメントの分割結果

図3の例で分割情報、すなわち透かし情報を保存しているのは R 点および S 点であり、 S 点は R 点近傍の座標となっている。

この結果、分割ベクトル PR とベクトル SQ が生成される。以上の手順で分割ベクトルが生成された後、分割ベクトルの順番をスクランブルする。ここで、各分割ベクトルの始点と終点は、直前の分割ベクトルの終点との相対座標に変更される。

このように、分割ベクトルの順番をスクランブルして、かつ相対座標に変更することにより、分割ベクトル相互の関連性を弱め、透かし情報の信頼性を高める効果が期待できる。

3. 3 透かし情報の確認

(1) 分割ベクトルのリスクランブル

確認対象とする分割ベクトルをリスクランブルし、相対座標を絶対座標に変換する。

(2) 分割点の確認

(1)の結果で隣接する分割ベクトルが同一セグメントの分割結果であると考え、ここから

得られた座標に基づきセグメントの分割比を算出する。ここで、分割比に許容範囲を設定することで、攻撃あるいは雑音付加に対する耐性を増加できることが期待できる。

(3) 透かし情報の確認

予め定めてある分割比と「1」、「0」との対応関係から透かし情報を抽出する。

4. 透かしの安全性

提案する透かしアルゴリズムに関する具体的な評価は今後の課題であるが、ここでは透かし情報の消去と追加に着目して攻撃に対する定性的な考察をまとめる。

但し、地図を表示する際に得られるベクトルの始点、終点の座標値は外部に露出されないものとする。

4. 1 透かし情報の消去

本提案アルゴリズムにおける透かし情報の消去は、①分割ベクトルの始点、終点座標の変更、②分割ベクトルの配置位置変更、が考えられる。①については、地図としての品質を確保するためには、各分割ベクトルで変更可能な範囲が限定されると考えられ、今後実験を通じて評価を行い、3. 3で述べた冗長性を許容した分割範囲を確定したいと考えている。また、②に対しては、リスクランブルが良好に実行されないため、透かし情報の抽出が不可能となるとともに、セグメントの座標も正確に再現されず、地図情報が得られない結果になると想定される。

4. 2 透かし情報の追加

分割ベクトルをさらに分割することにより透かし情報を追加することが可能であるが、この場合も4. 1で述べた分割ベクトルの配置位置変更と同様に、リスクランブルが良好に実行されない結果となり、透かし情報の抽出が不可能となるとともに、セグメントの座標も正確に再現されず、地図情報は得られないと考えられる。

5. むすび

本稿では、地図情報を念頭に置きベクトル記述されたデジタルコンテンツに対する電子透かしの一実現手段について述べた。本提案方式の特徴は、ベクトルの分割比に透かし情報を対応させる点であり、分割されたベクトルのスクランブルと組み合わせることにより、信頼性の向上を意図している。

信頼性ならびに埋め込み可能な透かし情報の量と地図の品質に関する具体的な評価は今後の課題であり、実験等を通じて提案方式の適用範囲を明確にする予定である。

また、ベクトル記述された情報以外への提案方式の提供についても併せて検討する予定であり、例えば回路図にも適用できる可能性がある。

参考文献

- [1]名和：“多元化する著作権制度”，映像情報メディア学会誌，Vol.53，No.1，pp.77-80 (1999).
- [2]松井：“電子透かし技術の最新動向”，情報処理学会誌，Vol.40，No.2，pp.178-183 (1999).
- [3]桜井：“GIS 電子地図革命”，東洋経済新報社 (1998).
- [4]P. Su and C. J. Kuo：“Blind Digital Watermarking for Carton and Map Images”，Proc. SPIE, Vol. 3657, pp.296-306 (1999).
- [5]坂本他：“地図データへの電子透かしの一手法”，SCIS2000 予稿集，D53 (2000).