

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目： 若手研究(B)
 研究期間： 2006 ～ 2008
 課題番号： 18700093
 研究課題名（和文）
 三次元景観表示用航空写真に対する画像圧縮形式と電子透かしに関する研究
 研究課題名（英文）
 A Study on Compression Formats and Digital Watermarks for Aerial Photos of 3D
 Landscape Display
 研究代表者
 荒木 俊輔 (ARAKI SHUNSUKE)
 九州工業大学・大学院情報工学研究院・助教
 研究者番号： 20332851

研究成果の概要：

景観評価に利用する三次元仮想空間を構成する為の航空写真に対する画像圧縮方式の要件を定め、ベクトル量子化技術を用いた圧縮方式を構築した。併せて、構成に必要なデジタル標高モデルに対するベクトル量子化技術を用いた圧縮方式も構築した。デジタルデータの不正利用の防止の観点より電子透かしに求められる要件を定めた。ベクトル量子化技術を用いた圧縮技術がそれらの要件を満たす為に必要となる擬似乱数生成器に関する研究を進め、整数上のロジスティック写像に関して性質を明らかにした。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,600,000	0	1,600,000
2007 年度	800,000	0	800,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	240,000	3,440,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学、メディア情報学・データベース

キーワード：航空写真、画像圧縮、電子透かし

1. 研究開始当初の背景

都市計画をスムーズに進める為に、将来像の街並みを可視化する景観評価を欠かすことはできない。また周辺住民に対しての計画説明での計画の可視化も欠かすことはできない。従来から用いられている模型や、パース図などによる評価では、計画の変更にあわせた模型や図の変更即時性がない為、コンピュータグラフィックスを用いることが増えている。よりコストを抑えた将来の街並みの可視化の為に、自治体が蓄積している情報

を活用した三次元地理情報システムにて、三次元仮想都市空間の構築が可能であることも示されている。

景観評価における三次元仮想空間には、現状の都市の可視化の為に以下に挙げる2つの情報が重要となる。

- ・高解像度の航空写真
- ・デジタル標高データ

2. 研究の目的

景観評価では、高解像度の航空写真が欠かせないが、自治体をカバーする為には、多くのデータが必要となる。また、三次元仮想空間内をスムーズに視点移動することを可能にさせる為には、用いる画像のサイズを小さくする必要がある。そこで、三次元仮想空間で用いる画像圧縮形式の検討を行う。

また、高解像度の航空写真を整備する為には多大なコストを要する。不正な二次利用を妨げる必要がある。一つの解決策として電子透かしが挙げられる。そこで、画像圧縮形式に適した電子透かし手法の検討を行う。

3. 研究の方法

(1) 三次元景観表示に適した情報圧縮手法の提案

- ① 地表面表示用の航空写真に適した圧縮手法の要件の整理
- ② 地表面表示用の航空写真に適したベクトル量子化圧縮手法
- ③ 地形表示用のデジタル標高モデルに適したベクトル量子化圧縮手法

(2) ベクトル量子化画像圧縮形式に適した電子透かしの提案

- ① ベクトル量子化画像圧縮形式に対する要件の整理
- ② 透かし情報の安全性を確保する為の擬似乱数生成器の調査

4. 研究成果

(1) ベクトル量子化圧縮手法

① 圧縮手法に対する要件の整理

三次元景観評価で用いる高解像度の航空写真を三次元仮想空間で用いる場合に適した画像圧縮手法について、以下のような要件を挙げた。

- ・展開が高速で処理可能なこと
- ・任意の領域の画像を取り出せること

② 圧縮・展開処理

要件を満たすベクトル量子化を用いた画像圧縮・展開処理を以下に示す。

<圧縮処理>

- I. 画像を n^2 点からなる正方領域に分割
- II. 全ての入力ベクトルに対して、以下の処理を実行
 - II-1. 各要素の平均値がある基準値と等しくなるように平行移動
 - II-2. 移動後のベクトルに対するコードブックの生成
 - II-3. コードブックを用いた符号化処理

<展開処理>

- I. 要求された領域のインデックスを符号

語列から抽出

II. コードブックからインデックスに対応する代表ベクトルを出力

III. 対応する移動値を各要素に加算

システムの構成図を図1に示す。

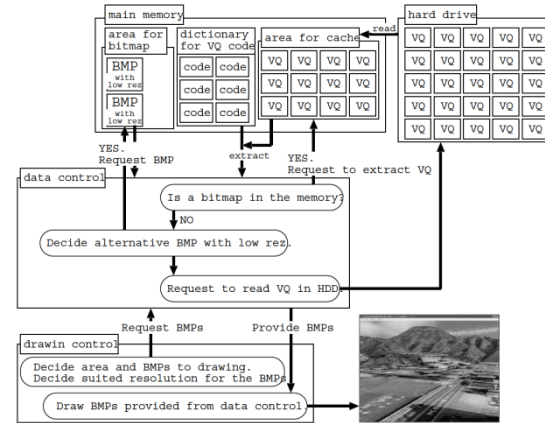


図1 システム構成図

③ 地形表示用のデジタル標高モデルに適したベクトル量子化圧縮手法

画像と同様に三次元形状を表現するDEMデータに対する圧縮も、画像圧縮と同様に設定した。図2に圧縮過程の流れを示す。

高速な展開処理を実現する為には、コードブックに対するランダムアクセスとベクトルの要素数回の加算処理のみで実行可能にした。またLHAより55%の時間で展開できることを可能にした。また、任意の領域に対して展開処理ができるようにする為には、符号語列は入力ベクトルに対応する代表ベクトルのインデックスだけから構成するようにした。高速処理は可能であるが圧縮率の向上を目指す必要がある。

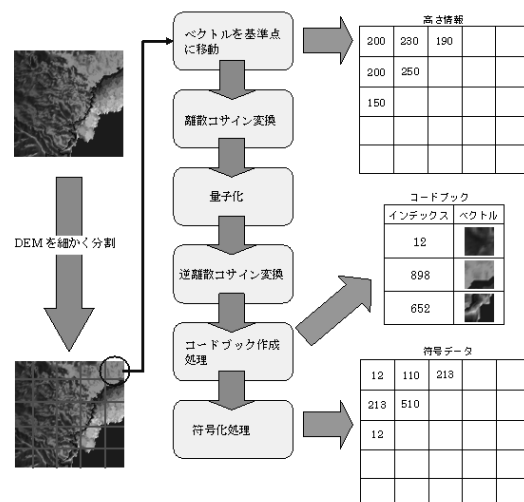


図2 DEMデータの圧縮の流れ

(2) 電子透かし

① 電子透かしの要件の整理

三次元仮想空間の構築に適したベクトル量子化を用いた圧縮手法に対する電子透かし手法の流れを以下のように設定した。

- I. 原画像に対して透かし情報を埋め込む
- II. ベクトル量子化を用いた圧縮

② 安全性を確保する為の擬似乱数生成器に関する調査

ベクトル量子化手法に対する電子透かしでは、透かし情報が辞書に登録される。そこで、辞書に対する攻撃を防ぐ為に、擬似乱数を用いて埋め込み位置を拡散する必要がある。その為の要件として以下を設定した。

- ・周期の長い擬似乱数を生成可能
- ・擬似乱数を生成する乱数種が十分に短い

そこで、出力系列がカオス的な振る舞いを行うロジスティック写像を用いることにした。演算の高速化の為に以下の整数上のロジスティック写像を用いる。

$$X_{n+1} = \cdot a(2^n \cdot X_n)/2^n \cdot$$

ただし、 n を演算ビット数、 a をコントロールパラメータ、 X_i を 2^n 以下の i 番目の整数とし、 $\cdot a \cdot$ を a の整数部分とする。この時、 X_0 は初期値である。本研究で用いる擬似乱数生成器を以下のように設定しする。

I. ロジスティック写像の出力を入力値とすることで、写像を繰り返す

II. 一定の繰り返し後、写像内の内部状態より擬似乱数出力としてビット列を切り出す

III. 要求出力数に未達であれば I. に戻る

ここで、問題となるのは、高速化の為に整数化したことで本来のロジスティック写像とは異なった振る舞い・性質を持つことである。そこで、この写像の性質を調査した。

ビット毎の出現頻度を $n = 10 \sim 28$ の範囲で全数探索を行い調査したところ、特徴的な結果を得た。具体例として、図 3 に $n = 24$ の時の結果を示す。

数値実験により、以下の特徴を確認した。

- ・出力値の下位 n ビット中の約半数のビットは 0 と 1 の出現頻度が等しい
- ・出力 $2n$ ビット中、標準偏差が平均出現回数の 10%未満のビット数は半数以上存在

全数調査の困難な精度に対して、 2^{20} 程度のランダムな入力値に対する数値実験でも同様の傾向を得た。加えて、 $2n$ ビットの出力に対する下位ビットでの出現割合を理論的に説

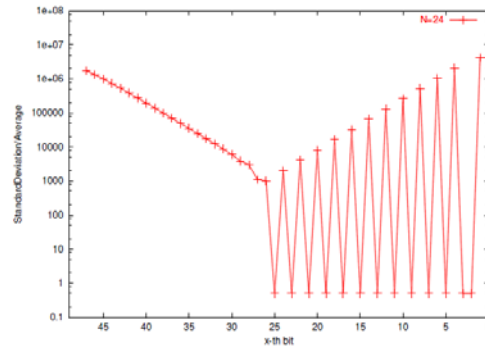


図 3: ビット毎の出現頻度($n=24$)

明可能なことを示した。これら結果より、擬似乱数出力の抽出ビットを出現頻度が等しいビットに制限することで、良質な擬似乱数を取り出すことに成功した。

微小な差を持つ 2 つの入力の繰り返し写像の合流点を精度を 9 ビットから 21 ビットの範囲において、差が 1 である 2 つの全ての入力値に対する全数調査した。図 4 に精度に対する合流点の割合の関係を示す。

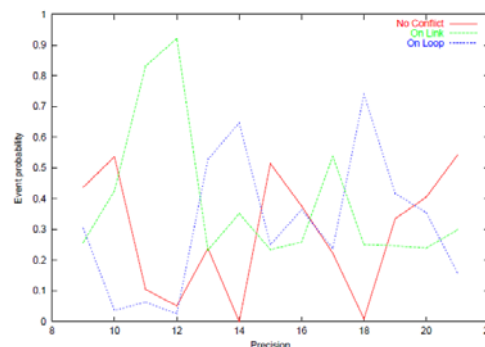


図 4: 差 1 の二つの入力値に対する合流点の割合

実験の結果、合流点はリンクとループの割合に影響することがわかった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 6 件)

1. 荒木俊輔, "整数上のロジスティック写像におけるビット毎の出現頻度に関する研究," 2009 年暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2009.1.21, 滋賀県。

2. Shunsuke ARAKI, "A Study on Occurrence Rates per Bit for the Logistic Map over Integers," Proceedings of the 2008 International Symposium on Information Theory and its Applications,

2008.12.10, Auckland, New Zealand.

3. 荒木俊輔, "擬似乱数生成器に用いる整域におけるロジスティック写像に関する一考察," 第30回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, 2007.11.28, 三重県.

4. 荒木俊輔, ベクトル量子化を用いた大容量地形データの非可逆圧縮手法に関する一考察," 第29回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, pp.525-528, 2006.11.30, 北海道.

5. Shunsuke ARAKI "Analysis for Pseudorandom Number Generators Using Logistic Map," Proceedings of the 2006 International Symposium on Information Theory and its Applications, 2006.11.1, Seoul, Korea.

6. 荒木俊輔, "ベクトル量子化を用いた大容量地形データの非可逆圧縮手法に関する一考察," 地理情報システム学会講演論文集, pp.225-228, 2006.10.17, 東京都.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

荒木俊輔 (ARAKI SHUNSUKE)

九州工業大学・大学院情報工学研究院・助教
研究者番号：20332851

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし