

3次元ヒストグラムに対する任意データの埋め込みと評価

武田 惇[†] 河野 公一[†]

[†]東北工業大学 工学部 情報通信工学科

1. はじめに

現代社会では、インターネットの急速な普及により、誰でも簡単にデジタルコンテンツ(画像、音声、動画など)をインターネット上にアップロードできるようになった。それに伴い、不正コピーなどの多くの不正利用に対する問題が生じており、その対策が求められている[1]。

不正コピーに対する対策の一つとして、電子透かし技術を使用し、3次元ヒストグラムに情報を埋め込む方法が挙げられる。従来の埋め込み方法として、予めデジタルコンテンツに情報を埋め込むファイル(透かしファイル)の座標や頻度数を手作業で設定し、作成しておく必要があり3次元ヒストグラムに情報を埋め込む作業に手間がかかっていた[2]。本研究では、3次元ヒストグラムに任意のデータを透かしファイルとして埋め込むことを目的とする。さらに、電子透かしを埋め込んだ画像の画質の劣化具合を定量的に評価する。

2. 電子透かしと PSNR

電子透かしとは、デジタルコンテンツに著作者の情報を埋め込む技術である。本研究では3次元ヒストグラムを用いて電子透かしを埋め込む方法を用いる[2]。

PSNR は、画像の劣化具合を客観的に評価する指標である。この値が大きいほど劣化が少ないとされる。

3. 使用データ

使用する画像は、パンダのカラー画像(サイズ1024×1024)を用いた。

使用する電子透かしは、ファイルサイズによるデータの埋め込みと画質の劣化を確認するため、埋め込むファイルには「Kodai」と書かれているテキストファイル(5バイト)、乱数で生成したバ

イナリファイル(100バイト)、東北工業大学のロゴが白黒で描かれている画像のPBM形式のファイル(521バイト)の3種類のファイルを使用した。

4. 任意データの埋め込み方法

まず、任意のファイルからデータを1バイトずつ読み込む。

次に、読み込んだデータは0から255の範囲であるため、その値から8ビット表記の2進数に変換する。埋め込む際は、1バイトに対し8点分の透かしを埋め込むことになる。ここでは、2進表示の「0」を頻度数2とし、「1」を頻度数10とした。座標の位置は、使用する画像のヒストグラムの点に重ならないように範囲を指定して乱数で生成する。

最後に、頻度数と乱数で生成した座標を透かしファイルの形式で作成し、3次元ヒストグラムに任意のデータの埋め込みを行う。

5. 実験

5.1 実験方法

まず、画像をRGB変換し、R(赤)、G(緑)、B(青)の3枚のグレースケール画像を作成する。得られた3枚の画像から、Rをx軸、Gをy軸、Bをz軸に対応させ3次元ヒストグラムを作成する。

次に、作成した3次元ヒストグラムに指定した座標の電子透かしを埋め込む。このとき、埋め込む電子透かしの点から近い3次元ヒストグラムの点に対応する画素値を書き換え、電子透かしとして情報を埋め込む。また、透かしが埋め込まれていることを確認しやすいように、パンダ画像のヒストグラムと離れた位置に埋め込む。埋め込み範囲は、5バイトのとき、x軸50~90、y軸0~30、z軸0~255に設定し、同様にして100バイトのとき、x軸50~90、y軸0~50、z軸0~255で、521バイトのときは、x軸0~60、y軸80~220、z軸0~255の範囲で埋め込む。

最後に、電子透かしを埋め込んだ3枚のグレースケール画像から1枚のカラー画像に再構成し、埋め込む前の画像と埋め込んだ後の画像のPSNRを求める。

Method of Embedding Arbitrary Data into a Three-Dimensional Histogram as Digital Watermarks

Jun TAKEDA[†], Koichi KAWANO[†]

[†]Information and Communication Engineering,
Tohoku Institute of Technology

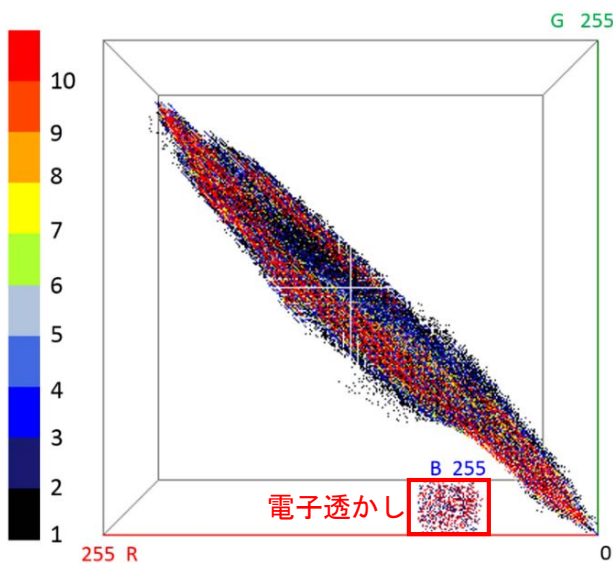


図1 100 バイト分の透かしを埋め込んだ
3次元ヒストグラム

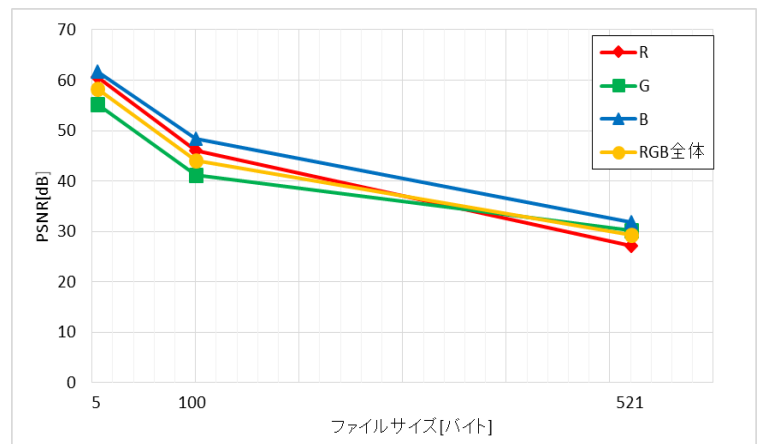


図2 ファイルサイズと PSNR

5.2 実験結果と考察

図1は、100 バイト分の透かしを埋め込んだパンダ画像の3次元ヒストグラムである。図において、斜めに分布するヒストグラムは、元の画像のヒストグラムの大部分を表している。下の赤枠で囲まれている部分がバイナリファイルの100 バイトを埋め込んだ電子透かしである。青色の点が2進表示で0、赤色の点が1となる。任意のデータを3次元ヒストグラムに電子透かしとして埋め込むことができた。

図2は、ファイルサイズと PSNR のグラフである。「R」「G」「B」は各色成分のグレースケール画像の PSNR を表したもので、「RGB 全体」は R、G、B のそれぞれの値を平均したものである。グラフから、ファイルサイズが大きくなるにつれて PSNR が下がっていることがわかる。これは、ファイルサイズが大きくなると、埋め込む情報量も大きくなるので PSNR が低くなったためである。PSNR では 40~50 [dB] の値で画質の評価が高いとされているので、パンダのカラー画像に対して画質の劣化を抑えた透かしの埋め込みには、100 バイト前後のデータまでが適していると考えられる。また、5 バイトのときの埋め込みの結果について、R と G に比べて G の PSNR が低くなっているのは、G の埋め込み範囲が狭い範囲に限定され、埋め込みによって置き換えられる点の座標が3次元ヒストグラムの一部に集中するからだと考えられる。100 バイトのときの埋め込み結果でも5 バイトの結果から同様のことがいえる。521 バイトの埋め込み結果では、他の2つのファイルに比べ、G の PSNR が高くなり、R の PSNR が

低い値の結果が出た。これも G の埋め込み範囲と比べ、R の埋め込み範囲が狭いためだと考えられる。

以上の結果から、電子透かしの埋め込みにおいては、ファイルサイズを小さく設定し、座標を広い範囲で埋め込むことで、画質の劣化を少なく抑えられることがわかった。

6. まとめ

本研究では、3次元ヒストグラムに任意のデータを透かしファイルとして埋め込むことができた。画質評価では、PSNRの結果から5バイトのテキストファイル、100バイトのバイナリファイルが高い評価となった。よって、パンダ画像に対して画質の劣化を抑えた埋め込みを行うには、100バイト前後のファイルサイズが適していることがわかった。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K12029 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 松井甲子雄, 「電子透かしの基礎」, 森川出版, 1998.
- [2] 高橋純平, 河野公一, 「3次元ヒストグラムを用いた電子透かし技術の検討」, 平成24年東北地区若手研究者研究発表会, pp. 197-198, 2012.