

機関番号：34416

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20560380

研究課題名(和文)

スケーラブルかつフレキシブルな印刷画像へのデータ埋込・抽出手法の開発

研究課題名(英文)

Development of data embedding and extracting methods for printed images with scalability and flexibility

研究代表者 棟安 実治 (MUNEYASU MITSUJI)

関西大学・システム理工学部・教授

研究者番号：30229942

研究成果の概要(和文)：

本研究では、モバイル端末を用いたデータ埋め込み・抽出アルゴリズムとして、高速な歪み係数推定を用いた画像補正とグループ符号化法による手法を開発し、アルファベットと特殊文字を含めて、20文字程度を埋め込み可能とした。また画質としてPSNR40dB以上、携帯電話に付属するカメラを用い取得した画像に対してほぼ90%以上データの検出率を達成できた。また、動的に変更可能な表示装置からのデータ抽出技術について、その実現可能性について検討した。

研究成果の概要(英文)：

In this research, we have developed new data embedding and extracting algorithm using mobile terminals. The image correction method for high-speed estimation of distortion coefficients and the group coding method for increasing the capacity of embedding the data have been proposed. By these methods, about 20 characters for alphabets and special characters can be embedded. In the detection rate, over 90 % can be achieved for the images captured by the camera in mobile phones. The feasibility study for the data extraction technique using display devices in which the image can also be freely changed has been investigated.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：画像工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：電子透かし技術，レンズ歪み，携帯端末，グループ符号化法，周波数領域，不正コピー防止，枠線

1. 研究開始当初の背景

デジタルメディアの著作権保護の一助として、人間の知覚に感知されないような電子データを埋め込む、いわゆる電子透かしと呼ばれる手法が提案され、様々な手法が研究、

開発、実用化されてきた。一方、著作権保護以外の目的に、この技術を応用することが検討されている。例えば、日経産業新聞2005年3月30日号によれば、監視カメラなどの映像が不正に改ざんされることを防ぐ技術

やポスターなどの印刷物からデータを取り出す技術などが挙げられている。

富士通, NTT などの各メーカーがこのような課題に取り組んでいるのは、周知の事実である。しかし、この技術が使われると考えられる環境において、真に利用可能な技術が開発されているとは言いがたい。

それに対して、我々は印刷画像の周波数領域にデータを埋め込む方法を開発し、改良を行ってきた。ここではデータの抽出確率を上げるために、通信における拡散符号の原理を埋め込みに応用するとともに、さらに取り込みの際に生じる幾何歪に強い符号の導入、データの埋め込み位置の改良や冗長性の導入などを行った。また、大学のオープンキャンパスなどでのデモを通じて、一般の人たちにも評価してもらい、実用への感触も得ているが、完成した方式であるとはまだ言えず、実用に耐えうる手法を開発する必要があった。

2. 研究の目的

カラー画像だけでなくグレースケール画像も含んだ大型印刷物から小型印刷物まで対応可能であり、さらに画像入力装置として携帯やモバイル端末に付属するような小型デジタルカメラを対象とした印刷物へのデータ埋め込みと検出手法の開発を行うことを目的とし、具体的には次に述べる点を研究期間内に明らかにすることを目標とした。

- (1) 画像の大きさ・種類に応じたデータ埋め込み技術の開発、および携帯電話などのモバイル端末に付属するカメラを利用したデータの抽出技術の開発
- (2) コピー防止のための文書画像への適用
- (3) 動的に変更可能な表示装置からのデータ抽出技術の開発
- (4) 開発した手法のロバスト性に関する理論的・定量的評価

3. 研究の方法

まず、小レンズ口径による画像のひずみや解像度の低いセンサでも、抽出性能が劣化しにくいデータ抽出アルゴリズムの検討を行う。特に、画像の幾何学的ひずみに対してロバストな抽出アルゴリズムの確立を目標とし、平成 20 年度において 90%以上の検出率を目指した手法の開発を行う。最終的には、抽出率 95%以上を目指すとともに、問題点の検討を行う。特に処理時間及び処理量の軽減を目指す。

次に、グレースケール画像である文書画像への適用について検討を行う。ここでは、コピー機に実装することを想定して、フラットベッドスキャナでの抽出について検討する。文書画像では、平坦な部分が多いため、画質を中心に検討し、できるだけ目立たない形での埋め込み手法の開発を行う。

さらに、動的に変更可能な表示装置を用いたデータ埋め込み・抽出アルゴリズムについて検討を行う。シミュレーションにより問題点、特に動画像特有の埋め込み手法に関して考察する。

最後に、得られたアルゴリズムに関して、理論的な側面からの解析を行う。この解析を行うことにより、その効果が定量的に評価可能な電子透かし手法の基礎理論の確立を目指す。

4. 研究成果

(1) 画像の大きさ・種類に応じたデータ埋め込み技術の開発および携帯電話などのモバイル端末に付属するカメラを利用したデータの抽出技術の開発

モバイル端末を用いたデータ抽出アルゴリズムとして、あらたに黄金探査法による歪み係数推定を用いた画像補正とグループ符号化法による手法を開発した。歪み係数推定を用いることで典型的なレンズ歪みである

糸巻き型歪みと樽型歪みの両者を補正することを可能とした。またグループ符号化法によって大幅に埋め込みビット数を増加させることに成功した。その結果、112 ビットのデータを埋め込み、平均 PSNR40dB で平均検出率 97.16%という実験結果を得た。目標である 20 文字 (160 ビット) には若干届かないものの 14 文字程度の埋め込みが可能となった。JAVA プログラムへの移植の検討も行い、処理量の見積もりも行った。その結果、若干の計算量とメモリ使用量の削減が必要という結論を得た。これは今後の検討課題である。

また、補正用に画像に付けていた黒線による枠を省略する方法についても検討した。枠線を用いずに補正するために、ここでは画像全体をいったん DFT によって周波数領域に変換し、そこに画像補正用のマーカを埋め込む方法を考案した。この手法により、枠線がなくても画像補正を行える目処を立てることができた。

(2) コピー防止のための文書画像への適用

文書画像へのデータ埋込・検出手法の開発と基礎的検証については、枠線を用いた文章画像の識別手法、画像へのデータ埋め込みと文字書き込みに対してロバストな検出手法や文書管理データベースの構成法など要素技術に関する基礎的な検討を行った。その結果として、文章画像の識別と文章内に埋め込んだ 10 ビットの ID 情報を 100%検出することに成功した。これにより、不正コピー防止のための新たな文書管理システムの構築に関する基礎的な要素技術を開発することができた。

(3) 動的に変更可能な表示装置からのデータ抽出技術の開発

タブレット PC を用いて、これまで開発したアルゴリズムを実装・評価し、基本的な性

能について評価を行った。その結果、動作に問題はないものの表示画面の反射について、何らかの考慮が必要であることが分かった。これについては、今後の課題である。

(4) 開発した手法のロバスト性に関する理論的・定量的評価

(1)の事項と重複するが、アルゴリズムを理論的に検討し、アルゴリズムの本質的な性質を明らかにした。特に、カメラレンズによる画像歪の補正を行う際の歪係数と歪誤差の関係が単峰性関数であることを明らかにした。これにより、歪係数を求める場合にしらみつぶしに係数を求めるのではなく、線形探索法である黄金分割法を利用した歪係数決定法を開発することができ、大幅に計算時間を短縮することができた。これについては、アルゴリズムにフィードバックされている。

また、印刷・取り込みにおける DCT 係数の周波数による劣化の度合いを明らかにし、低周波と高周波で別々の符号を埋め込むことにより、埋め込みビット数を倍増する方法を開発した。ただ、検出率の点で十分でないので、今後の検討が必要である。

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)

[雑誌論文] (計 10 件)

1. H. Okuno, Y. Hanada, M. Muneyasu and A. Asano : An Unsupervised Optimization of Structuring Elements for Noise Removal Using GA, IEICE Trans. Fundamentals, 査読有, vol. E93-A, 2010, pp. 2196-2199
2. H. Kudo, K. Furuta, M. Muneyasu and Y. Hanada, Automatic Information Retrieval from Data Embedded Printing Images Using Correction of Rotational Angles Based on Reference Marks, Proc. 2010 International Symposium on Communications and Information Technologies, 査読有, 巻無し, 2010, pp. 626-629
3. M. Muneyasu, S. Odani, Y. Kitaura and H. Namba, An Implementation of Privacy

- Protection for a Surveillance Camera Using ROI Coding of JPEG2000 with Face Detection, IEICE Trans. Fundamentals, 査読有, vol.E92-A, 2009, pp.2858-2861.
4. T. Shono, M. Muneyasu and Y. Hanada, Implementation of Data Embedding to Printing Images for Information Retrieving by Cellular Phones Considering Lens Distortion, Proc. 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 査読有, 巻無し, 2009, pp.558-561
 5. H. Namba, S. Odani, Y. Kitaura and M. Muneyasu, An Implementation of Privacy Protection for a Surveillance Camera Using ROI Coding of JPEG2000 with Face Detection, 査読有, 巻無し, 2009, pp.87-92
 6. K. Nakanishi, M. Shono, M. Muneyasu and Y. Hanada, Data Detection from Fata Embedding Printing Images Using Cellular Phones with a Camera, 査読有, 巻無し, 2009, pp.111-114
 7. H. Namba and M. Muneyasu, A Detection and Tracking Method Based on POC for Oncoming Cars, Proc. 2008 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 査読有, 巻無し, 2008, pp.433-436
 8. M. Shono, M. Muneyasu and K. Nakanishi, A Method for Data Embedding to Printed Images Based on Use of Original Images, Proc. 2008 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 査読有, 巻無し, 2008, pp.344-347
 9. 棟安 実治, 情報伝達のための電子透かし技術 - 印刷画像への情報埋込, Fundamentals Review, 査読無, vol.2, 2008, pp.53-62
 10. Y. Hanada, T. Hiroyasu and M. Miki, Analysis of the Performance of Genetic Multi-Step Search in Interpolation and Extrapolation Domain, Proc. Genetic and Evolutionary Computation Conference 2008, 査読有, 巻無し, 2008, pp.1107-1108
- [学会発表] (計 13 件)
1. 工藤天志, 正野隆文, 棟安実治, 花田良子, 携帯電話を用いた印刷画像からの情報検出におけるレンズ歪み補正法の改善, 電子情報通信学会回路とシステム研究会, 2010年11月18日, 関西大学 (大阪)
 2. M. Muneyasu, Data Embedding Techniques to Printing Images for Information Retrieving by Mobile Devices, International Symposium on Multimedia and Communication Technology (招待講演), 2010年9月9日, Diamond Hotel, Manila, Philippines
 3. 泉佳範, 新庄勝之, 棟安実治, 浅野晃, 田口明, 輝度勾配に注目した歯科パノラマ X 線写真における石灰化領域自動検出手法の一手法, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2010年9月2日, 長崎県勤労福祉会館第3中会議室
 4. 棟安 実治, 携帯端末による読み取りを考慮した印刷画像へのデータ埋め込み技術, 第23回回路とシステム軽井沢ワークショップ (招待講演), 2010年4月19日, 軽井沢プリンスホテル
 5. 足立 泰高, 棟安 実治, 花田 良子, 田口亮, データ埋め込みを用いた枠線を持つ定型文書画像に対する複写管理, 電子情報通信学会 2010年総合大会, 2010年3月18日, 東北大学
 6. 足立 泰高, 棟安 実治, 花田 良子, 田口亮, データ埋め込みを用いた枠線を持つ定型文書画像に対する複写管理の一手法, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2010年3月4日, 神奈川工科大学
 7. 棟安 実治, 正野 隆文, 花田 良子, 携帯端末による情報抽出を目的とした印刷画像へのデータ埋め込みと検出法, 第24回信号処理シンポジウム, 2009年11月25日, 鹿児島サンロイヤルホテル
 8. 古田 健二, 棟安 実治, 正野 隆文, 花田 良子, 参照ビットによる回転角度補正を用いたデータ埋め込み印刷画像からの情報検出, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2009年9月24日, 広島大学
 9. 正野 隆文, 棟安 実治, 花田 良子, 印刷

画像を用いた情報検出のためのレンズ補正法, 電子情報通信学会 2009 年基礎・境界ソサイエティ大会, 2009 年 9 月 16 日, 新潟大学

10. 正野 隆文, 棟安 実治, 花田 良子, 携帯電話による情報検出を目的とした印刷画像へのデータ埋め込み, 電子情報通信学会スマートインフォメディアシステム研究会, 2009 年 6 月 11 日, 久米島町立具志川農村環境改善センター
11. 中西 康二, 棟安 実治, 花田 良子, 印刷画像へのデータ埋込と携帯電話のカメラを用いた検出, 第 23 回信号処理シンポジウム, 2008 年 11 月 13 日, 金沢厚生年金会館
12. 中西 康二, 棟安 実治, 携帯電話のカメラによるデータ埋込印刷画像からのデータ検出, 平成 20 年電気関係学会関西支部連合大会, 2008 年 11 月 8 日, 京都工芸繊維大学
13. 正野 隆文, 棟安 実治, 中西 康二, 原画像を利用した印刷画像へのデータ埋め込み, 第 21 回回路とシステム軽井沢ワークショップ, 2008 年 4 月 21 日, 軽井沢プリンスホテル

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 1 件)

名称: レンズ歪みの補正法

発明者: 棟安 実治, 花田 良子, 工藤 天志

権利者: 関西大学

種類: 特許

番号: 特願 2011-016399

出願年月日: 平成 23 年 1 月 28 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

棟安実治 (MUNEYASU MITSUJI)

関西大学・システム理工学部・教授

研究者番号: 30229942

(2) 研究分担者

花田良子 (HANADA YOSHIKO)

関西大学・システム理工学部・助教

研究者番号: 30511711

(3) 連携研究者

なし