

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 21 日現在

機関番号：34416
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2014～2016
課題番号：26420378
研究課題名(和文) 拡張現実に適用可能な携帯端末を考慮した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 extraction method to printed images for augmented reality considering mobile devices

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
交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、印刷画像からスマートフォンやタブレットなどの入力デバイスを用いて、マーカ情報と相対的な位置関係を抽出する手法を開発した。ここでは、元取得画像の歪み補正に用いていた枠線を相対的な位置関係を取得するために用いている。さらに、画像の取得を容易にするために、画像特徴量を併用するユーザインターフェースの開発やアルゴリズムのシミュレーションシステムの開発を行い、風景画を対象とした実験的な案内システムを構築して、提案手法の有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we develop a technique for extracting marker information and relative positional relationship between the printed image and the captured device, like a smartphone or a tablet device. This technique uses a frame with the printed image for correction of lens and geometrical deformations to obtain the relative positional relationship. Moreover, a new user interface combined with the use of image features is considered to make the image capturing easier for users and a simulation system for verification of the extracting algorithm is also developed. Finally, an experimental guidance system for landscape paintings is constructed and through the experiment which uses this system, we confirm the effectiveness of the developed technique.

研究分野：画像処理工学

キーワード：データ埋め込み 印刷画像 携帯端末 ARマーカ 周波数領域 レンズ歪み補正 画像特徴量 画像識別

1. 研究開始当初の背景

(1) 拡張現実 (Augmented Reality: AR) は、近年スマートフォンの普及により注目を集めている。実空間の物体と仮想空間上の情報を有機的に連携させることが可能であり、大きな可能性を秘めている。しかし、そのためには実空間に連携のためのマーカ (位置情報や空間属性などを表現する) を多数配置することが必要となる。そのマーカとして、2次元コードがたびたび用いられる。特に、QRコードやソニーの CyberCode がよく知られている。しかし、それらのコードは白黒のランダム様の画像であるため、それを実空間中に配置したときに感じられる違和感については解消することができないし、専用のスペースも必要となってしまう。

(2) 電子透かしと呼ばれる、人間の知覚に感知されないような電子データをデジタルメディアに埋め込み、その著作権保護の一助とする手法が提案されている。また著作権保護以外に、この技術を応用することも検討されている。例えば、印刷物にデータを埋め込み、これを検出する技術である。しかし、これらの方法は雑音に弱く、その点で、この技術を AR マーカが使われると考えられる環境において、利用可能な技術ということは難しい。

(3) 以上のように、AR マーカにデータ埋め込み技術が利用可能だと考えられるが、それに適した技術が開発されているとはいえない。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、さらに取り込みの際に生じる幾何学的な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うことにより、実環境で読み取り可能で AR マーカに転用可能と考えられる技術を開発してきた。

2. 研究の目的

実空間上にあっても違和感のない印刷画像に、AR マーカの役割を担わせることができればシステムを実現するための自由度が増すと考えられる。そこで本研究では、印刷画像のような静的画像からスキャナ、デジカメ、カメラ付携帯などの多様な入力デバイスを用いて、マーカ情報を抽出する手段を開発する。さらに、開発されたマーカ読み取り技術を AR システムに適用することを考える。

具体的には、

(1) 携帯端末に付属するカメラを利用して撮影された、複数の画像からのデータの抽出技術の開発

(2) 画像の大きさ・種類に応じたデータ埋め込み技術の開発

(3) 画像特徴量を考慮したデータ抽出のためのユーザインタフェースの開発

(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

(5) 仮想現実システムへの応用などを目的とする。

3. 研究の方法

まずタブレット PC を用いた、画像からの複数画像の切り出しによる情報取得手法の開発と画像特徴量を用いたユーザインタフェースの基礎的な開発に取り組む。また、これまで開発してきたデータ埋め込み技術の改良も行う。具体的には、はがき大の画像に適用し、モバイル端末を画像入力装置とした場合の評価と改良を行い、90%以上の検出率を達成すること、および少なくとも2枚の画像を同時に撮影した画像からデータを抽出することを目標とする。

さらに、情報取得のためにスマートフォンを利用することを考慮にいれ、ユーザインタフェースの改良を行う。動画の積極的な利用も視野に入れた、さらにロバストな手法への拡張も検討する。また、携帯端末上で実現可能な高速処理の実装にも取り組む。最終的に、実験的な AR システムの環境の構築を行い、AR マーカとしての可能性を評価するとともに、アルゴリズムのロバスト性についての評価手法の確立を目指す。

4. 研究成果

本研究課題では、下記のような研究成果を得た。

(1) 携帯端末に付属するカメラを利用して撮影された、複数の画像からのデータの抽出技術の開発

画像取得の際に歪み補正に用いていた枠線に改良を加えることにより、一度に2枚から6枚の画像からデータを検出することが可能となった。具体的には、複数ある枠線を検出するために、4辺を別々に検出するのではなく四辺形を成す辺の組として検出する。また付加する黒枠線の内側に空白領域を設け、黒枠線の外側と内側のエッジの位置関係から枠線か枠線ではない四辺形かを判断する手法を開発した。さらに、処理時間の短縮のために、四辺形探索の高速化手法についても検討した。具体的には、既知の辺の端点周辺を探索し、隣接する辺を見つけることにより、探索範囲を限定することができ、枠線探索に必要な時間が短縮できた。枠線検出の精度は99%以上と高く、それにより2枚の画像からデータを検出した場合の平均情報検出率が89.14%となった。これは、当初の目標の90%と比較して若干低いため、本研究で得られた他の成果を取り込むなどの今後の改良が必要である。

(2) 画像の大きさ・種類に応じたデータ埋め込み技術の開発

画像の大きさについては、5cm角からA4サイズまでの様々な画像について、実験を行ったが、特に検出率が低下するという問題は起こらなかった。画像の種類への対応については、画像の種類について検出率が変化する問題に対応するために、画像の種類によってデータの埋め込み位置を変更する手法を開発した。このとき、埋め込み時のデータの強

度も調整する。また、埋め込み可能なデータ量は若干減るが埋め込み位置を検出側で自動的に検出する手法の開発も行った。最後に利用できる画像解像度を多様にするため、周波数領域へのマーカ埋め込み手法のタブレット実装を行い、性能を評価した。これらの検討により、様々な種類の画像に対応可能なアルゴリズムにまとめることが可能となった。

(3) 画像特徴量を考慮したデータ抽出のためのユーザインタフェースの開発

ユーザインタフェースの開発では、まず枠線位置が正しくとらえられていることをユーザにフィードバックするインタフェースを作成した。さらに枠線が検出できたことを自動的に判定し、検出を行うように改良した。これにより、画像取得時のユーザの負荷を大きく軽減できた。これに加えて、画像特徴量を検出することで画像の種別を判定し、画像撮影時のガイドの大きさを自動的に調整する手法も開発することができた。これらを統合することで、ユーザの負担を軽減するとともに検出率の向上が期待できる。

(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

ここでは、プリンタによる出力時の劣化や撮影時の幾何学的な変形とレンズ歪みを、射影変換とガウシアンフィルタを用いて、模擬するシステムを構築し、撮影実験を通じてそのパラメータの調整を行った。このシステムの開発を通じて、画像の劣化モデルを構築することができた。このため、今後ロバスト性の理論的・定量的評価にこのモデルを用いることができ、アルゴリズムの理論的な検討に活かしていくことができると考えられる。

(5) 仮想現実システムへの応用

仮想現実システムへの応用では、まず AR マーカとして利用することを想定して、画像に付与した枠線を用いて撮影用のデバイスと画像の相対的な関係を把握するシステムを開発・実装し、実際に実験を行い、有効性を確認した。また、その際に必要な内部のカメラパラメータの簡易な推定法についても、検討を行い、特にキャリブレーションなどを行うことなく、位置関係の推定を可能とした。実験結果からは大きな誤差無く、位置関係が推定可能であり、画像内部の埋め込みデータも検出可能であることが示された。また、風景絵画をラベルとすることで、画像特徴量とデータ埋め込みを併用して、画像の識別とデータ取得を行い、絵画の解説を携帯端末に表示する実験的なシステムを構築した。これらの結果から、AR マーカとしての利用可能性に一応の目処が立ったものと考えられる。さらに、大規模な空間での適用を評価することにより、可能性について検証していきたいと考えている。

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 2 件)

1. A. Hiyama and M. Muneyasu : Improved Method of Detecting Data in Data-Embedded Printed Images Considering Mobile Devices, IEICE Trans. Fundamentals, 査読有, E99-A, 2000-2002, 2016
DOI: 10.1587/transfun.E99.A.2000
2. 玉置公寿, 棟安実治: 埋め込み型マーカを利用した印刷画像へのデータ埋め込み手法の改善, 第 27 回回路とシステムワークショップ論文集, 査読有, 1, 381-386, 2014

[学会発表](計 16 件)

1. 森諒介, 棟安実治: 画像特徴量を用いた印刷画像の識別とその応用, 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, 2017 年 03 月 02 日 ~ 2017 年 03 月 02 日, 神奈川工科大学(神奈川県)
2. Y. Moritani, A. Yoshihara, N. Jinda and M. Muneyasu : Data Detection Method from Printed Images with Different Resolutions Using Tablet Device, 2016 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 2016 年 10 月 24 日 ~ 2016 年 10 月 27 日, Phuket(Thailand)
3. 吉原篤, 甚田那由太, 棟安実治: タブレット端末による異なる解像度を持つ印刷画像への情報埋込と検出法の実現, 電子情報通信学会 2016 年基礎・境界ソサイエティ大会, 2016 年 09 月 20 日 ~ 2016 年 09 月 23 日, 北海道大学(北海道)
4. 椎葉将司, 林田健太, 棟安実治: 印刷画像への情報埋め込みにおける新たな埋め込み手法の検討, 電子情報通信学会 2016 年基礎・境界ソサイエティ大会, 2016 年 09 月 20 日 ~ 2016 年 09 月 23 日, 北海道大学(北海道)
5. N. Jinda, M. Shiiba and M. Muneyasu : Implementation of Data Extraction for Data Embedding to Printed Images in Tablet PC and Its Evaluation, 2016 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia, 2016 年 09 月 14 日 ~ 2016 年 09 月 17 日, Ayutthaya (Thailand)
6. T. Shintani, M. Muneyasu and S. Yoshida : Improved Object Detection Method Using PTZ Camera and Kinect, 2016 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia, 2016 年 09 月 14 日 ~ 2016 年 09 月 17 日,

- Ayutthaya (Thailand)
7. 椎葉将司, 林田健太, 棟安実治 : 印刷画像への情報埋め込みにおける情報の埋め込み位置とゲインに関する検討, 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, 2016年09月01日~2016年09月02日, 大阪電気通信大学(大阪府)
 8. 新谷岳士, 野畑美沙貴, 棟安実治 : 物体追跡における画像特徴量に基づくシルエット抽出の一手法, 電子情報通信学会2016年総合大会, 2016年03月15日~2016年03月18日, 九州大学(福岡県)
 9. K. Tamaki and M. Muneyasu : Improvement of Data Extraction from Data-Embedded Printed Image Using Embedding Markers for Image Correction, 2015 International Symposium on Multimedia and Communication Technology, 2015年09月23日~2015年09月25日, Ayutthaya (Thailand)
 10. 新谷岳士 棟安実治: PTZカメラとKINECTを用いた移動物体の検出手法の改善, 電子情報通信学会2015年基礎・境界ソサイエティ大会, 2015年09月08日~2015年09月11日, 東北大学(宮城県)
 11. A. Hiyama and M. Muneyasu : An Improvement of Data Detection Method from Data Embedding Image Considering Mobile Devices, 2015 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia, 2015年08月26日~2015年08月27日, 千葉工業大学(千葉県)
 12. 甚田那由太, 棟安実治 : 印刷画像へのデータ埋め込みにおけるタブレット端末への実装と評価, 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, 2015年06月08日~2015年06月09日, アルカス SASEBO(長崎県)
 13. 森谷友哉, 佐古新, 棟安実治 : 異なる解像度を持つ印刷画像からのデータ検出手法, 電子情報通信学会2015年総合大会, 2015年03月10日~2015年03月13日, 立命館大学(滋賀県)
 14. 森谷友哉, 佐古新, 棟安実治 : 異なる解像度を持つ印刷画像からのデータ検出手法の提案, 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, 2015年03月05日~2015年03月06日, 明治大学(東京都)
 15. K. Tamaki and M. Muneyasu : Data Extraction from Data-Embedded Printed Image Using Embedding Markers for Image Correction, 2014 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems, 2014年12月01日~2014年12月04日, Sarawak(Malaysia)
 16. 日山文, 棟安実治 : 携帯端末を考慮し

た印刷画像からのデータ検出手法の改良, 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, 2014年09月11日~2014年09月12日, 庄内産業振興センター(山形県)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔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

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし