

電子透かしと視野角を利用した新たな情報提示手法の提案

藤井 俊輔[†] 大寺 亮[†]神戸情報大学院大学 情報技術研究科[†]

1. はじめに

近年、デジタル入出力機器の普及に伴い、AR（拡張現実）を用いた情報提示に関する研究が多数なされるようになった。それらは可視マーカを用いる、赤外線を利用した不可視マーカを用いる、GPS（Global Positioning System）を用いるものに大別される[1]-[3]。

可視マーカを使用する場合には、コンピュータが誤認識しにくい特徴的なデザインをマーカとして利用できる。その反面、人間から見たときに不自然なデザインとなる場合もあり、掲示物の景観を損なうおそれがある。赤外線を利用した不可視マーカの場合、赤外線に対応したカメラの利用は勿論のこと、掲示物には赤外線マーカや電源が必要な赤外線 LED を用いる必要があることから、コスト増加の問題がある。GPSを用いる場合は、屋外での利用に限られる点や、ジャイロセンサなど複数の機器を用いることからコスト面にも問題がある。

上記問題に対し、本研究では、人間の目に見えない電子透かしとその視野角を利用することで、新たな情報提示手法を提案する。

2. 提案手法

従来研究の問題点を鑑み、景観を損なわず、コストがかからない電子透かしに着目した。本稿では電子透かしを利用することで、限られた空間を有効に活用できる情報提示手法を提案する。具体的には、カメラを通して電子透かしを埋め込んだ掲示物を見たときに、「基となる情報に加えて視野角に応じた情報を提示する」という機能を持った情報提示手法となる。

本稿が提案する情報提示手法を実現させるためには、「再撮耐性」と「視野角依存性」を併せ持つ電子透かしを作成することが肝要となる。ここで、再撮耐性とは電子透かしを埋め込んだ画像を紙に印刷した、あるいはディスプレイに

映した状態からカメラに取り込んだとしても透かし情報が失われない性質を指す。そして視野角依存性とは、視野角に応じて透かし情報を区別することができる性質を指す。

2.1 電子透かしの埋め込み

カラー画像に対して電子透かしを埋め込む手法を示す。本稿では RGB 表色系を $YCbCr$ 表色系に変換し、輝度成分である Y 成分を利用して透かし情報を埋め込んだ。Y 成分に対してフーリエ変換とフィルタリングを行い、逆フーリエ変換によって透かし情報を埋め込んだ Y 成分を求める。その後、 $YCbCr$ 表色系を RGB 表色系に変換する。予備実験として、透かしを埋め込んだ画像 lena をディスプレイ (iiyama, ProLiteE2607WS) に映し、Web カメラ (Logicool, HD Pro Webcam 920t) を通じて得た画像にフーリエ変換を施し、再撮耐性と視野角依存性の確認を行った。ここで、ディスプレイと Web カメラ間の距離は 250mm とし、視野角は左右 30° と正面とした。結果を図 1 に示す。

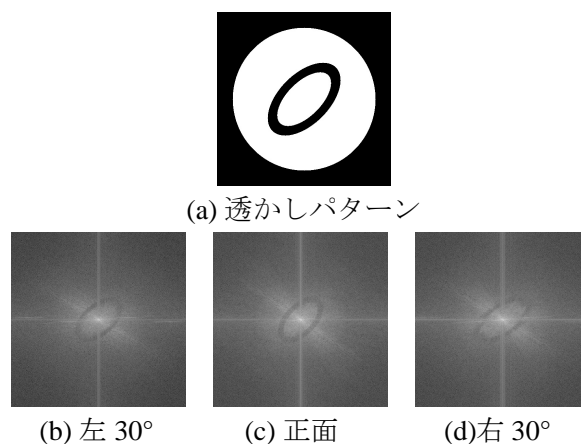


図 1 再撮耐性と視野角依存性の確認

図 1 に示すように、どの視野角からも透かしパターンが確認でき、再撮耐性を持つことが分かる。また、視野角に応じて楕円の傾きと長軸/短軸比が異なることから視野角依存性も有することが分かる。

Proposal for Novel Method of Information-providing using Digital Watermark and Viewing Angle

[†]Shunsuke Fujii, Ryo Ohtera, Department of Information Systems, Graduate School of Information Technology, Kobe Institute of Computing

2.2 電子透かしの抽出

前節において、電子透かしの再撮耐性と視野角依存性が確認された。しかしながら、そのままの状態ではノイズも多く、高精度な透かし情報の抽出は困難なため、種々の画像処理を用いることで、コンピュータが理解しやすい画像に変換する。

用いた画像処理は順に、輝線処理、メディアンフィルタ、アンシャープマスキング、コントラスト強調、画素値反転、二値化、オープニングとなる。以下、これらの効果について述べる。

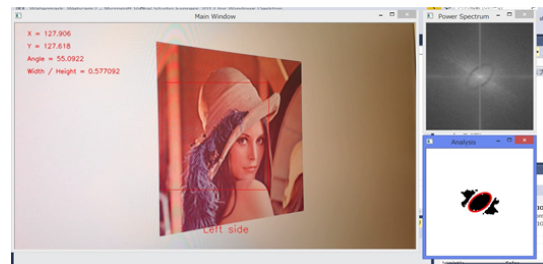
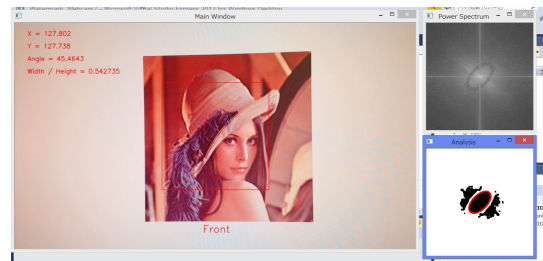
フーリエ変換直後の画像には、しばしば十字に輝線が表れる。この輝線により透かしパターンが分断され、パターン抽出に影響を及ぼすおそれがある。そこで、輝線の画素値を輝線近傍の画素値に置き換える処理を行い輝線の影響を弱めた。また、カメラ画素とディスプレイ画素の不一致によるモアレから生じた輝点を除去するためにメディアンフィルタを、透かしパターンの輪郭を強調するためにガウシアンフィルタによるアンシャープマスキングを適用した。続いて、二値化を容易にするためシグモイド関数を利用したコントラスト強調を施した。加えて、後に行う透かしパターンの輪郭抽出に備えて画素値反転を行い、適切な値で二値化を実施した。更に、透かしパターンが輝線を通じて外周部と繋がることを防止するために、オープニングを適用した。以上の処理により、透かしパターンを明瞭に抽出することが可能となる。

そして、上述した一連の画像処理を適用した後に、透かしパターンの輪郭を抽出し、最小二乗法を用いた楕円フィッティングを行うことで楕円の傾きと長軸／短軸比を得ることが可能となる。

3. 実験

提案手法の有効性を検証するため、簡易な情報提示システムを構築し視野角に応じた情報提示実験を行った。図2に示すように、画面中央下部に視野角に応じた文字情報が表示されていることが分かる。

次に、電子透かしを埋め込んだカラー画像に対して、PSNR (Peak Signal to Noise Ratio) を求め、電子透かしを埋め込んだことによる画質劣化の度合いを評価した。標準画像 lena に対し前述の手法にて 45° 傾いた楕円を透かしとして埋め込んだ結果、PSNR は 31.5dB であり、人間が視覚的に劣化を感じられないとされる 40dB 以上には及んでおらず、注視するとやや画像劣化が感じられるという結果であった。

(a) 左 30° 

(b) 正面

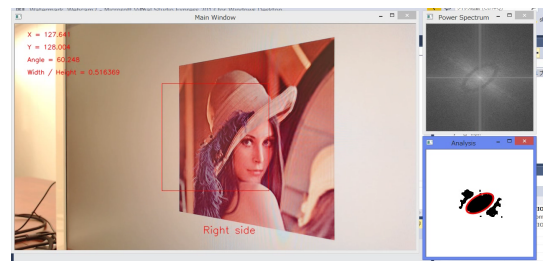
(c) 右 30°

図2 動作結果

4. おわりに

本稿では、電子透かしと視野角を利用した新たな情報提示手法を提案した。フーリエ変換を用いた電子透かしが再撮耐性と視野角依存性を併せ持つことが判明し、限られた空間を有効活用できる情報提示手法の実現可能性を示せた。今後の課題として、PSNRの向上が挙げられる。

参考文献

- [1] 日高洋祐, 道田英明, 中川剛志, “スマートフォンを利用した個人向け情報提示システムの開発および実証実験 (JR×AR) について,” JR EAST Technical Review, No.41, 2012.
- [2] 前田真希, 小川剛史, 清川清, 竹村治雄, “ウェアラブル拡張現実感のための赤外マーカのステレオ計測と姿勢センサを用いた位置・姿勢推定,” 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.10, No.4, pp.459-466, 2005.
- [3] 小田島太郎, 神原誠之, 横矢直和, “拡張現実感技術を用いた屋外型ウェアラブル注視提示システム,” 画像電子学会誌, Vol. 32, No. 6, pp. 832-840, 2003.