

高速 LED ディスプレイを用いた カメラ復号型ステガノグラフィーの周波数多重化

Multiplexing information in frequency domain on photographing-decodable steganography by use of a high-frame-rate LED display

宇都宮大学 ○高橋 昌史, 山本 裕紹

Utsunomiya University, ○Masashi Takahashi, Hirotsugu Yamamoto

E-mail: m_takahashi@yamamotolab.science

1. はじめに

近年、デジタルサイネージの数は増加しており、人々の注目を集める工夫が求められている。我々は、LED パネルの高速性を活用して、通常観察時には情報を確認できないが、目の前で手を振ることで復号される透かし技術(手振り復号型ステガノグラフィー)を提案し、実現した[1]。また、手振りではなくカメラ撮影による復号を行い、露光時間を変化させ撮影することで復号が可能であることを報告した[2]。

今回、異なる周波数で情報を潜在化することで、露光時間を変化させて撮影する際の復号可能な情報がそれぞれ異なる手法を考案し、復号結果を調査したので報告する。

2. 原理

本研究で用いた LED パネルは表示映像を 960Hz で更新することができる[3]。映像信号は、PC から 60Hz で 16 フィールド分が入力される。この 16 フィールドを用いた複数の表示パターンについて図 1 に示す。今回は 3 種類の異なる表示パターンで潜在化を行った。図 1 のとおり、1 つ目(●)は黒 15 枚と白 1 階調 1 枚、2 つ目(▲)は黒 8 枚と白 1/8 階調 8 枚、3 つ目(■)は黒 4 枚と白 1/12 階調 12 枚のそれぞれ計 16 枚となるように表示画像を作成する。また、潜在化を行わない背景部は、白 1/16 階調を 16 枚表示する。作成した表示画像を高速表示すると、復号動作を行わない場合には背景部と潜在化処理をした部分が同じ白 1 階調となるため白画面のみが見える。

表示画像を高速表示した LED ディスプレイをカメラで撮影する際に露光時間を変化させると、撮影するタイミングによって潜在化した情報があるフレームを撮影することができる。これにより、カメラ撮影で潜在化した情報を復号することができる。

3. 実験

カメラの露光時間を変化させ撮影を行った結果の一例を図 2 に示す。それぞれの露光時間で復号される情報が異なることがわかる。また、各露光時間に対して復号される割合を図 3 に示す。露光時間は 1/50 秒から 1/500 秒の範囲とし、表示画面を非同期で 100 枚撮影した。露

光時間が長い場合には 1 つ目のみが復号されるが、露光時間が短くなるにつれて 2 つ目、3 つ目が復号できるようになっていることがわかる。これは、潜在化のパターンの黒の枚数によって復号が可能になる露光時間が異なるため、露光時間が短くなるにつれて黒の枚数の少ないパターンが復号可能になるからである。

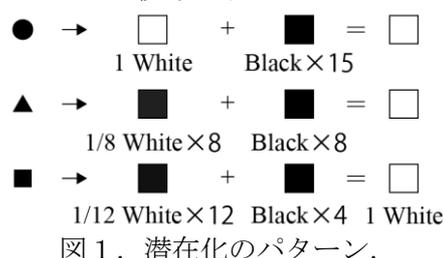


図 1. 潜在化のパターン。

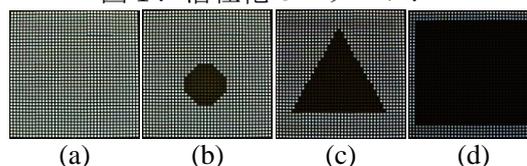


図 2. 撮影結果の一例。(a) 1/60 秒, (b) 1/80 秒, (c) 1/200 秒, (d) 1/500 秒。

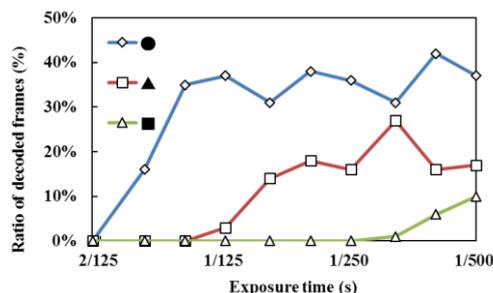


図 3. 各露光時間に対して復号される割合。

4. おわりに

複数の周波数で潜在化することにより、カメラ撮影で復号する際に、各露光時間に対して復号可能な情報を変化させることができることがわかった。これにより、画像内に潜在化した異なる情報を復号することができる。

参考文献

- [1] S. Farhan, et al: Proc. IDW '11, pp. 1983-1986 (2011).
- [2] M. Takahashi, et al.: Proc. IEEE WIO 2015, pp.1-3 (2015).
- [3] T. Tokimoto, et al.: Proc. IEEE GCCE 2013, pp. 83-84 (2013).