

AIRR による空中 LED スクリーン上での手振り復号型ステガノグラフィー

Waving-hand steganography on aerial LED screen formed with AIRR

○高橋 昌史¹、山本裕紹^{1,2} (1. 宇都宮大学オプティクス教育研究センター、2. JST, CREST)

○Masashi Takahashi¹, Hirotsugu Yamamoto^{1,2} (1. Utsunomiya University, 2. JST, CREST.)

E-mail: takahashi_m@opt.utsunomiya-u.ac.jp

1. はじめに

近年、デジタルサイネージの数が増加しており、その効果が薄れている。人々の注目を集める工夫として、LED パネルの高速性を用い、通常の観察時には文字が潜在化され、目の前で手を振ると文字が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)を我々は提案し、実現した[1]。また、情報をカラーシーケンシャル表示で潜在化する手法も考案し実現した[2]。

今回、AIRR(Aerial Imaging by Retro-Reflection)[3]と呼ばれる、再帰反射を用いた空中映像の形成技術と手振り復号型ステガノグラフィーを組み合わせ、空中 LED 表示画面を用いた手振り復号型ステガノグラフィーを初めて実現する。通常の手振り復号型ステガノグラフィーと同様に、手振りによって復号することが可能か実験により明らかにする。

2. 原理

本研究で用いた LED パネルは、表示映像を高速(960Hz)で更新できる[4]。この LED パネルには PC から 16 フィールド分の映像信号が 60Hz で入力される。この 16 フィールドを用いて潜在化を行う。表示画像の例を図 1(a), (b)に示す。

まず、図 1(b)を例に潜在化の原理を述べる。文字が潜在化された部分は、RGB の色成分と黒色各 4 枚ずつの合計 16 枚のフィールドで構成される。これらを高速表示すると、RGB 各 1 枚ずつが白 1 階調と知覚され、結果として 4 倍の白 1 階調となる。潜在化を行わない部分は、白 1 階調を 1/4 にし、その 16 枚のフィールドを高速で切り替えて表示する。すると、白 1 階調を 1/4 にしたものが 16 倍となり、結果として 4 倍の白 1 階調となる。したがって、潜在化した部分と潜在化していない部分が同一に知覚されるため、文字が潜在化される。ここで、黒成分は復号結果のコントラストを向上させるために挿入した。

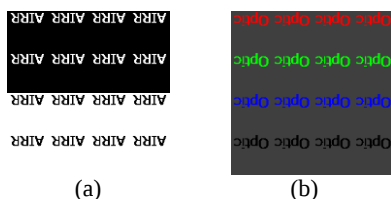


図 1. (a)白黒 (b)カラーシーケンシャルの表示例。

次に、AIRR 表示技術の原理を図 2 に示す。LED から出た光がハーフミラーで一度反射する。そして、その反射した光が周りを囲った再帰反射シートにより元に戻される。元に戻された際に、ハーフミラーで反射する一部の光は LED パネル側に戻されるが、一部の光が透過しハーフミラーに対して LED パネルと面対称

の位置に結合される。ハーフミラーを水平に設置する場合には、LED ディスプレイで表示した内容が上下反転して空中に表示される。

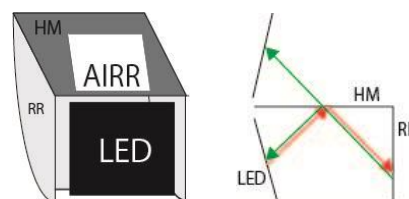


図 2. 再帰反射による空中表示の原理。

3. 実験

表示画像を高速表示し、空中表示させた結果を図 3 に示す。図 3 に示す通り、通常は埋め込まれた文字情報を判別することができず、白の画面が空中表示されているだけである。

カメラレンズの前で手を振りながら、空中表示させたものを動画撮影した復号例が図 4(a), (b)である。図 4(a)では埋め込まれた文字が白黒で、図 4(b)では埋め込まれた文字が虹色で復号されたことがわかる。これは、手振りにより一部のフィールドが遮蔽されることで、文字部分の色が変化するからである。

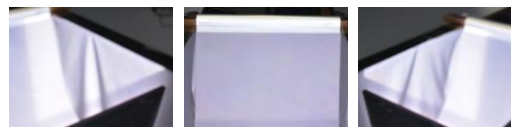


図 3. 高速表示の結果。

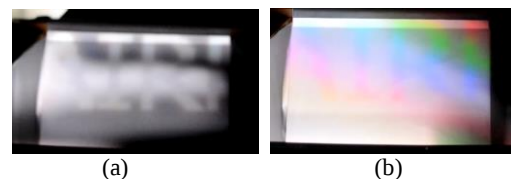


図 4. 復号結果. (a)白黒, (b)カラーシーケンシャル。

4. おわりに

手振り復号型ステガノグラフィーを空中表示画面により実現した。空中表示画面に対して手振りによって復号できることを実証した。

参考文献

- [1] S. Farhan, et al: Proc. IDW '11, pp. 1983-1986 (2011).
- [2] 高橋昌史, 山本裕紹: 2014 年第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-S11-5 (2014).
- [3] H. Yamamoto, Y. Tomiyama, and S. Suyama: Optics Express, Vol. 22, Issue 22, pp. 26919-26924 (2014).
- [4] T. Tokimoto, et al: Proc. 2013 IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics, pp. 83-84 (2013).