

主観的超解像 LED ディスプレイの空中表示

Aerial Display of Subjective Super-Resolution LED Display

宇都宮大学¹, DaoApp Technology Co., Ltd.², JST, ACCEL³

○(B) 松下 孝二郎¹, 時本 豊太郎^{1,2}, 山本 裕紹^{1,3}

Utsunomiya Univ.¹, DaoApp Technology Co., Ltd.², JST, ACCEL³

○Kojiro Matsushita¹, Toyotaro Tokimoto^{1,2}, Hirotsugu Yamamoto^{1,3}

E-mail: hirotsugu@yamamotolab.science

1. はじめに

画素ピッチの粗い LED パネルを用いながら, LED パネルの非発光部の画素情報をサブフレームで高速に切り替えて表示することで, 観測者が LED パネルが有する物理解像度よりも滑らかな映像を知覚する表示法(主観的超解像像表示法)が提案されている[1]. 主観的超解像像は人の視覚系の特性を利用して時間変動する映像を空間補間に変換する錯覚であるが, 従来の主観的超解像像表示法では, LED パネルを直接観察するため画像の揺れに対する違和感が知覚される課題がある. 空中表示すると, LED パネルの物理ハードウェアの非発光部の存在が観察者には見えなくなるため, 超解像効果が向上すると考えられる. そこで本研究では, 主観的超解像像表示を行う LED パネルを空中表示して知覚実験により効果を検証する.

2. 主観的超解像像表示

人の目は, 無意識に常時動いている. この眼球運動は, 固視微動と言われ, 速さや周波数の異なる 3 種類の動きから構成される[2]. 固視微動によって眼球は常に動いているが, 私たちは視界の揺れを知覚していない. これは, 脳内に固視微動による揺れを打ち消す回路が存在するためである. 主観的超解像像は, この補正回路を利用している. 表示画像をディスプレイ上で, 固視微動に模した動きをさせる. 観測者は, 画像の揺れが自身の眼球運動によるものであると錯覚し, 脳内で補正する.

ディスプレイの解像度よりも高解像度の元画像に対して, 隣接する複数の画素が, ディスプレイ上の 1 画素に対応するようにサブフレームに分割する(Fig. 1). サブフレームを高速に切り替え表示することで, 固視微動の揺れを再現し, 観測者の脳内で元画像に補正される.

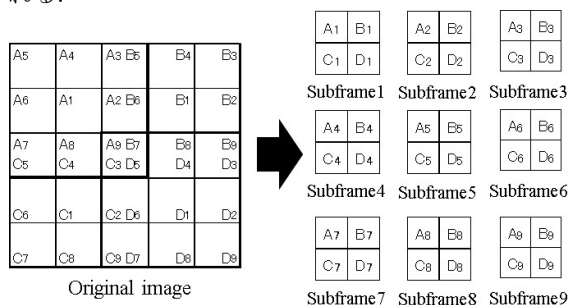


Fig. 1 Correspondence between original image and subframes.

3. AIRR

AIRR(Aerial Imaging by Retro-Reflection)は, 光源, ビームスプリッター, 再帰反射シートの 3 つから構成される(Fig. 2). ビームスプリッターに対して, 光源の面対称の位置に空中像が形成される.

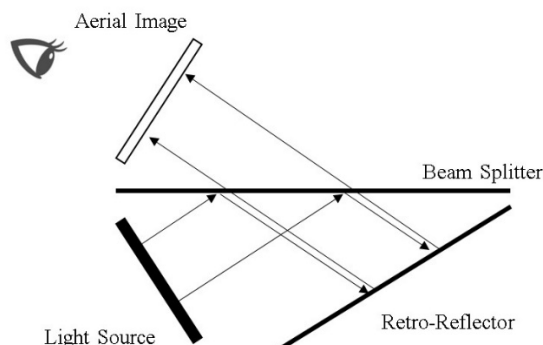


Fig. 2 Principle of AIRR.

4. 実験

本実験では, FPGA(Field Programmable Gate Array)上に主観的超解像像表示するシステムを構築し, LED ディスプレイに出力する. さらに, LED ディスプレイを光源として, AIRR を用いて空中像を表示する. 空中表示した場合と直接 LED ディスプレイを見た場合の超解像像効果を比較した結果, 空中表示の方が滑らかに見えることを確認した.

Fig. 3 の左側は LED ディスプレイ直接撮影し, 右側は AIRR による空中像を撮影している. 左側は不点灯の画素も視認できるが, 右側は点灯画素のみが空中像として表示されている. 不点灯画素が見えることで, 画像の揺れが際立ってしまい, 錯覚を起こしにくい. 一方で, 空中像の場合は, 表示画像が揺れているのか, 自身の眼球による影響なのかが曖昧となり, 超解像効果を促進していると考えられる.

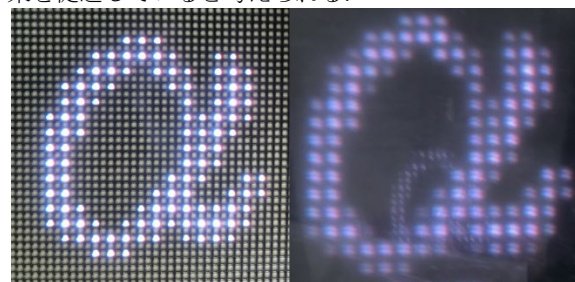


Fig. 3 Comparison with and without AIRR.

5. まとめ

本実験では, 主観的超解像像を空中表示することで, 僅かに超解像効果が改善されることを確認した. 特に明所での効果が顕著であった.

参考文献

- [1] T. Tokimoto, S. Tokimoto, K. Fujii, S. Morita, and H. Yamamoto: *IEICE Trans. Electron.* **E102-C** (2019) 780.
- [2] 金子寛彦, 映像メディア学会誌 **63** (2010) 1538.
- [3] H. Yamamoto, Y. Tomiyama, and S. Suyama: *Opt. Exp.* **22** (2014) 26919.