

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560392

研究課題名(和文)画素配置の擬似的な不規則化による超高画質画像システムの開発

研究課題名(英文)Development of super clear image system with pseudorandom pixel placement

研究代表者

秋田 純一(Akita, Junichi)

金沢大学・電子情報学系・教授

研究者番号：10303265

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：画像システムを構成する画素構造に着目し、その中で受光素子や発光領域など実質的に画像を構成する「有効領域」の画素内の位置が異なる4種類の画素を、順序を乱数で決定して配置することで得られる「擬似的な不規則画素配置」が、カメラやディスプレイにおける見た目のきれいさの向上や、あるいは同じきれいさを少ない画素数で得られることが示された。これにより、同じ画素数であればよりきれいな、あるいは少ない画素数で同じきれいさをもつカメラやディスプレイを実現することができる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we focused on the "active area" in pixel, which actually compose the image, such as photo receptor in camera or photo emitter in display. By random arrangement of four types of pixels with different active area displacement in the pixel, we obtain pseudorandom pixel placement, which has the advantage of clearness in camera or display, or the equal clearness with decreased number of pixels. These results realize the more clear camera or display with the same number of pixels, or to keep the clarity with decreased number of pixels.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子デバイス・電子機器

キーワード：擬似的な不規則画素配置 イメージセンサ ディスプレイ きれいさ 画素パラメータ 面積計測

## 1. 研究開始当初の背景

人間にとって最も豊かなメディアである映像メディアの根幹をなす、カメラやディスプレイなど画像システムが目指す究極の目標は「美しい映像の表現」である。これに対する従来の研究動向は、(I)多画素化などの高解像度化、(II)低ノイズ化・広ダイナミックレンジ化などの画像信号の高品質化、に分けられる。しかし従来のこれらの手法では、「人間が鑑賞する画像の品質」に大きな影響があるエッジ部分の「ジャギー」を根本的に解消することができない。特に人間の目には、小さい段はより強く知覚される(副尺視力)という特性があり、特に傾きの小さい斜め線のエッジ部分に現れるジャギーのように、周期的に現れる段は、多画素化によって知覚されにくくすることは困難である。例えば理論上は網膜の受光細胞よりも空間解像度の高い Apple 社の Retina Display でも、斜め線のジャギーは明確に知覚される。またこのような多画素化は、根本的に情報量の増加と、それに伴う回路規模や消費電力の増加という問題を抱え、さらなる多画素化による画像システムの高精細化は、技術的な困難が多い。

## 2. 研究の目的

本研究では、画像システム(カメラ・ディスプレイ)を構成する画素そのものの構造に着目し、画素中の受光部や発光部の配置(変位)を擬似的に不規則とすることで、画像を見る人間の目にとっての画像の品質・美しさを損ねる要因であるジャギーを解消し、極めて高品質な画像表示が可能で超高画質画像システムを完成させることが本研究の目的である。さらに人間の目にとってのきれいさとは別の指標として、画像計測においても、擬似的不規則画素配置による性能向上が可能であるかを検証することを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では、画像システムを構成する、カメラ(撮像)とディスプレイ(表示)の両者に対して、その画像を構成する画素に対して、前述の擬似的不規則画素配置の手法を適用し、その効果を検証する。またそれらで扱う画像として、それぞれ静止画と動画の両者を対象とし、それぞれについて、擬似的不規則画素配置を構成する画素の構成パラメータと、それによるジャギーの解消効果を、「人間にとってのきれいさ」の評価する観点から、被験者を用いる知覚実験によって評価実験を行う。

擬似的不規則画素配置をもつカメラとしては、その画素配置を持つ CMOS イメージセンサを設計・試作する。

擬似的不規則画素配置をもつディスプレイとしては、高解像度プロジェクタの複数画素を画素内に変異を持つ有効領域をもつ1つの画素(仮想画素)として模擬し、それを縮小投影して実現し、これを知覚実験に用いる。

## 4. 研究成果

本研究により、以下の成果が得られた。

まず「動画の表示」については、同一解像度の通常の格子状画素配置と比較して、擬似的不規則画素配置によって明確にジャギー解消効果が得られることが、知覚実験から示された。これにより、画素数を維持したままで、より滑らかで美しい動画を表示することが可能であることが示された。

また「静止画の表示」については、プロジェクタと縮小光学系を組み合わせた擬似的不規則画素配置をもつディスプレイのシミュレーションシステムを開発し、それを用いた知覚実験によって、擬似的不規則画素配置によって「きれいな映像表現」のための画素パラメータ(開口率、変位率、拡散係数)の定量化を行った。その結果、変位率を10%程度としたところが、最も擬似的不規則画素配置の効果が高く、また開口率と拡散係数の最適値をとることで、同一解像度の通常格子状画素配置のディスプレイよりも、被験者がより「きれい」と感じる映像の表現が可能であることが示された。この結果は、ディスプレイの高精細化のために開口率を高めて輝度を高めてきた技術の進歩の方向性に対して、別の方向性によるディスプレイの高精細化の可能性を示すものである。

「静止画の撮像」については、4種類および9種類の画素を用いて擬似的不規則画素配置をもつ合計128×128画素のCMOSイメージセンサを試作し、その動作を実証した。擬似的不規則画素配置の作成に用いる、画素内の有効領域の位置の異なる画素の種類数として、4, 9, 16の3種類を、斜め線のエッジ部分におけるジャギーの現れ方を指標として比較検討した。その結果、画素の種類が多すぎると、画素内の有効領域の存在確率に偏りが出るために、擬似的画素配置によるジャギー解消効果が低くなり、画素の使用確率が均等の場合には画素の種類数が4種類または9種類の場合が、ジャギー解消効果が最も高いことが示された。また各画素の使用確率を、中央付近に有効領域をもつ画素ほど高くする偏りをもたせることで、ジャギー解消効果を改善することができることが示された。これにより、ジャギー解消の効果を持つ撮像素子(カメラ)の実現が可能であることが示された。

また「静止画の撮像」の応用の1つとして、画像計測のなかで面積計測を対象とし、擬似的不規則画素配置の画素パラメータと面積計測の精度の関連をシミュレーションによって検討した。通常の格子状画素配置では、特に計測対象の物体の画像内での回転に対して面積の計測結果が大きく依存するが、適切な画素パラメータをもつ擬似的不規則画素配置によって、この回転に対する計測精度の依存性を大きく低減することができることが示され、通常の正方格子状画素配置と同

程度の面積計測精度を、1/4 程度の解像度(縦横ともに 1/2 の画素数)の擬似的不規則画素配置によって得られることが示された。これにより、同程度の計測精度を低い解像度、およびそれに伴って少ない計算量で得ることが可能であることが示され、動画像や高解像度など、従来は計算量の制限から応用分野が制限されていた画像計測のさらなる応用分野の拡大が期待される。

#### 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7件)

1. Y.Nakamura, J.Akita, Accuracy Evaluation on Area Measurement using Pseudorandom Pixel Placement for Low Resolution Images, *ITE Trans. on Media Technology and Applications*, Vol.2, No.2, pp.139-144, 2014.4. (DOI: 10.3169/mta.2.139)
  2. 小松孝徳, 他, 「確信度表出における人間らしい表現と Artificial Subtle Expressions との比較」, *人工知能学会論文誌*, Vol.27 (5), pp.263-270, 2012. (DOI: 10.1527/tjsai.27.263)
  3. T.Komatsu 他, "How does the Difference between Users' Expectations and Perceptions about a Robotic Agent Affect Their Behavior?", *International Journal of Social Robotics*, Vol.4 (2), pp.109-116, 2012. (DOI: 10.1007/s12369-011-0122-y)
  4. 中村優希・川崎基輝・秋田純一・小松孝徳, 動画像における擬似的不規則画素配置によるジャギー解消効果の評価, *映像情報メディア学会誌*, Vol.66, No.12, pp.J492-J494, 2012.12. (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009437844>)
  5. 前田唯・秋田純一・小松孝徳, 画像中の知覚可能なジャギーの擬似的不規則画素配置による解消効果, *ヒューマンインタフェース学会論文誌*, Vol.13, No.2, pp.59-67, 2011.6. (<https://www.his.gr.jp/paper/archives.cgi?c=download&pk=66>)
  6. 小松孝徳 他, 「Artificial Subtle Expressions: エージェントの内部状態を直感的に伝達する手法の提案」, *人工知能学会論文誌*, Vol.25 (6) pp.733-741, 2011. (DOI: 10.1527/tjsai.25.733)
- [学会発表](計14件)
1. 井崎千尋・秋田純一, 擬似的不規則画素配置によるジャギー低減のための画素構造の検討, *映像情報メディア学会技術報告*, Vol.38, No.9, pp.41-44, 2014.2.(神奈川県横浜市)
  2. 中村優希・秋田純一, 擬似的不規則画素配置を用いたディスプレイシステムの評価, *映像情報メディア学会技術報告*, Vol.38, No.9, pp.77-80, 2014.2. (神奈川県横浜市)
  3. Komatsu, T., Kobayashi, K., Yamada, S., Funakoshi, K., and Nakano, M. (2014). Augmenting Expressivity of Artificial Subtle Expressions (ASEs): Preliminary Design Guideline for ASEs, In *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference (AH2014)*, a-40, 2014.3. (兵庫県神戸市)
  4. T.Komatsu and Y.Seki, "Directing Robot Motions with Paralinguistic Information," *Proceedings of HRI2013*, pp.169-170, 2013. (東京都江東区)
  5. Komatsu, T., and Inaoka, S. (2013). Why are specific onomatopoeias evoked from specific images? - Investigating correlations between image features and quantified onomatopoeias, In *Proceedings of the 2nd Asian Conference on Information Systems (ACIS2013)*, pp. 631-634, 2013.11. (タイ・プーケット)
  6. Hirata-Mogi, S., Nakamura, S., Komatsu, T., and Akita, K. (2013). Comparison of onomatopoeia use among areas using Diet records of Japan, In *Proceedings of the 2nd Asian Conference on Information Systems (ACIS2013)*, pp. 641-645, 2013.11. (タイ・プーケット)
  7. Sakamoto, D., Komatsu, T., and Igarashi, T. (2013). Voice Augmented Manipulation: Using Paralinguistic Information to Manipulate Mobile Devices, In *Proceedings of the 15th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (MobileHCI 2013)*, pp. 69-78, 2013.8.(ドイツ・ミュンヘン)
  8. Y.Nakamura, J.Akita, Reduction of Directional Dependency Using Pseudorandom Pixel Placement in Area Measurement, *Proceedings of International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) 2013*, P4-28, p.216, 2013.1. (愛知県名古屋市)
  9. 秋田純一, 擬似的不規則画素配置を持つ高精彩な撮像・表示システム, *映像情報メディア学会技術報告*, Vol.36, No.13, pp.25-28, 2012.3. (東京都小金井市)
  10. 川崎基輝・中村優希・秋田純一・小松孝徳, 擬似的不規則画素配置による画像表現の高精彩化のパラメータ最適化, *映像情報メディア学会技術報告*, Vol.36, No.13, pp.29-32, 2012.3. (東京都小金井市)

11. 中村優希・川崎基輝・秋田純一・小松孝徳, 動画像における擬似的不規則画素配置によるジャギー解消効果の評価, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.36, No.13, pp.33-36, 2012.3. (東京都小金井市)
12. 秋田純一, 擬似的不規則画素配置による像計測における方向特異性の解消効果一検討, 第6回新画像システム・情報フォトンクス研究討論会予稿集, pp.7-8, 2012.6. (大阪府吹田市)
13. 中村優希・川崎基輝・秋田純一・小松孝徳, 動画像における擬似的不規則画素配置によるジャギー解消効果の評価, 第6回新画像システム・情報フォトンクス研究討論会予稿集, pp.9-10, 2012.6. (大阪府吹田市)
14. 川崎基輝・中村優希・秋田純一・小松孝徳, 擬似的不規則画素配置による画像表現の高精彩化, 第6回新画像システム・情報フォトンクス研究討論会予稿集, pp.11-12, 2012.6. (大阪府吹田市)
15. J.Akita, Y.Maeda, A.Kitagawa, Design and Preliminary Evaluation of CMOS Image Sensor with Pseudorandom Pixel Placement, Proc. of 2011 International Image Sensor Workshop, pp.118-121, 2011.6. (北海道亀田郡)

〔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

<http://ifdl.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

秋田純一 (AKITA Junichi)

金沢大学・電子情報学系・教授

研究者番号: 10303265

### (2) 研究分担者

小松孝徳 (KOMATSU Takanori)

明治大学・総合数理学部・准教授

研究者番号: 30363716

### (3) 連携研究者