

令和元年6月17日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06382

研究課題名（和文）画素配置の擬似的な不規則化による高精度な画像処理システムの開発

研究課題名（英文）Development of Precise Image Processing System using Pseudorandom Pixel Placement

研究代表者

秋田 純一（Akita, Junichi）

金沢大学・電子情報通信学系・教授

研究者番号：10303265

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、画像処理において問題となる計算コストの低減を、従来は考慮されなかった画像の構成要素である画素の構造に着目し、画素中の受光部の配置を擬似的に不規則とすることで、少ない画素数と計算コストによって、多画素画像と同等あるいはそれを超える精度での画像処理を実現する方法の検討と評価を行った。具体的には、このような画素配置を持つCMOSイメージセンサの設計と試作を行い、その特性の評価を行い、シミュレーションによって示唆されていた高精細化、特にジャギーの低減の効果を確認することができた。また、本手法の高精度画像処理への適用として、超解像処理をとりあげ、その研究に着手した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、その有用性が知られているものの、計算コストが問題となる画像処理において、従来は考慮されなかった画像の構成要素である画素の構造に着目することで、少ない画素数と計算コストによって、多画素画像と同等あるいはそれを超える精度での画像処理を実現するものである。この成果は、計算コストの問題から応用分野が制限される場合もあった画像処理そのものの応用範囲を大きく広げる意義がある。

研究成果の概要（英文）：In this research, we focused on the pixel structure in order to reduce computational cost in image processing and achieve high accuracy image processing with relatively lower number of pixels. We designed and evaluated CMOS image sensor with pseudorandom pixel placement, and we confirmed the jaggy elimination effect, with is shown in simulation. We also started to applying the pseudorandom pixel placement for high accuracy image processing on super resolution processing.

研究分野：集積回路（イメージセンサ）

キーワード：画像システム 擬似的な不規則画素配置 CMOSイメージセンサ ジャギー 超解像

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

画像情報を扱う画像システムは、画像計測やロボットビジョンなどの計測（センシング）技術としても極めて有用であるが、画像処理が扱う情報量（画像情報量）は膨大であり、その処理や情報伝送の速度が、扱う画像の画素数やフレームレートの制限要因となる場合が多い。特に、より詳細な情報を得るための画像の多画素化や高フレームレート化は、画像処理のためにさらに多くの計算コスト（演算量やメモリ量など）を必要とし、現状のデバイス・回路・情報処理技術の延長では解決が困難な水準になりつつある。この問題に対する従来の研究動向は、大きく(1)画像情報の圧縮（動画像圧縮など）、(2)情報処理・伝送速度の向上（GPGPU による並列処理化など）に分けられる。しかしロボットビジョンにおける物体認識や、高速に移動する物体追跡などの画像処理の応用面からは、例えば高い画像認識精度を得るために、画素数とフレームレートの両者の向上に対する要求が根強くあるなど、基本的には画像情報量は増加傾向にあり、またリアルタイム処理のための画像処理速度の向上の要求も強い。しかし、ムーアの法則に基づく計算機の高速度化や情報伝達速度が物理的限界に近づきつつある現状では、従来技術の延長での画像処理速度の大幅な向上は現実的に極めて困難となりつつある。

2. 研究の目的

本研究は、従来は考慮されなかった画像の構成要素である画素の構造に着目し、画素中の受光部の配置を疑似的に不規則とする新型画像センサ（カメラ）の開発とその評価を行う。また、この疑似的不規則画素配置に適合する画像処理アルゴリズムの構築を行うことで、少ない画素数と計算コストによって、多画素画像と同等あるいはそれを超える精度での画像処理を実現し、さらに高精度な画像処理を可能とすることを目的とする。

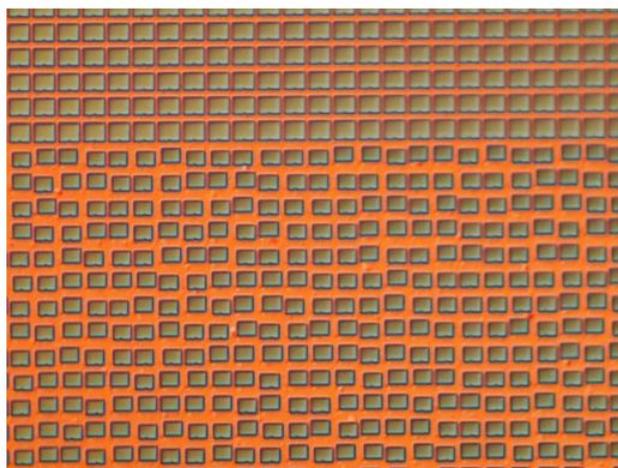
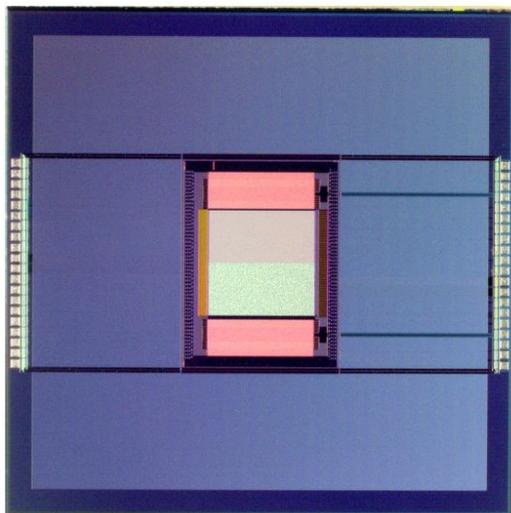
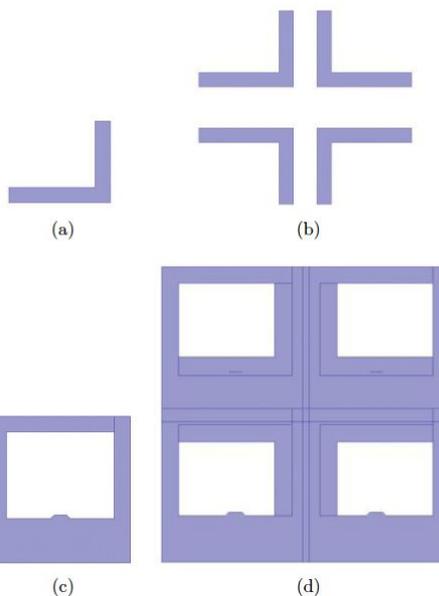
3. 研究の方法

前記の目的のために、本研究では、疑似的不規則画素配置を持つ CMOS イメージセンサの設計と評価を行う。またその特性を考慮した高精度な画像処理、特に超解像処理についてその可能性の検討を行う。

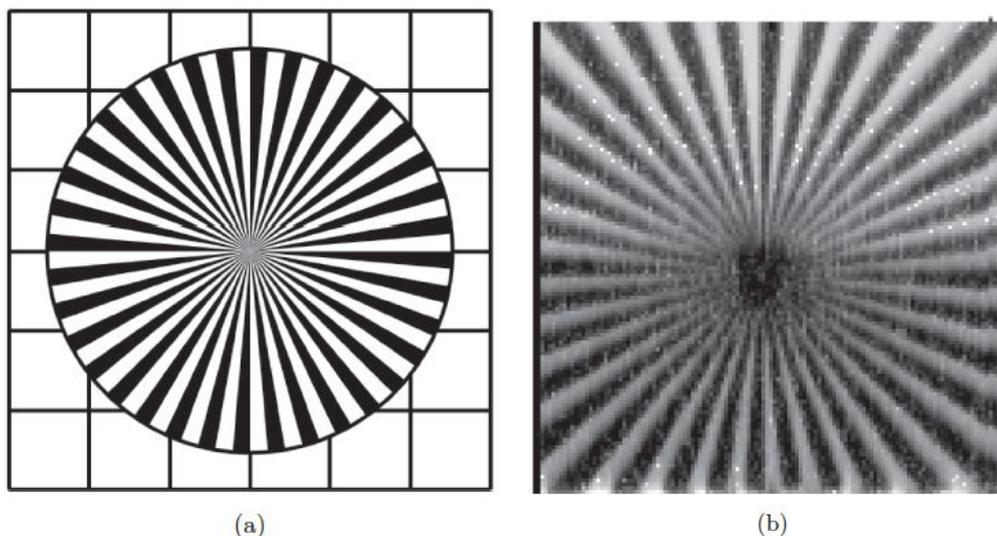
4. 研究成果

本研究では、このような画素配置を持つ CMOS イメージセンサの設計と試作を行い、その特性の評価を行った。右図のように、L 字型のメタルシールドを作成し、これを回転したもののいずれかを画素開口部にランダムに配置することで、疑似的画素配置と等価な画素（受光素子）の配置を作成することができる。

この手法で作成した CMOS イメージセンサを下図（左）に示す。製造プロセスは CMOS 0.18 μm 、チップサイズは 5×5 [mm]、画素数は 128×128 画素である。上半分の 128×64 画素が通常の格子状画素配置であり、下半分の 128×64 画素が疑似的不規則画素配置である。その境界付近の拡大図を下図（右）に示す。



これを用いて下図（左）の対象物を撮像した結果を下図（右）に示す。特に垂直に近い斜め線において、階段状のジャギーを低減する効果を確認することができた。



また、本手法の高精度画像処理への適用として、超解像処理をとりあげ、その研究に着手した。高解像度画像から低解像度画像との関連を機械学習で学習させ、それをもとに低解像度画像から高解像度画像への超解像処理を行う手順を対象とし、その学習の過程での画素サンプリングを、疑似的不規則画素を仮定し、アルゴリズムの構築を行った。具体的には、機械学習を用いる超解像処理ライブラリである waifu2x をベースに、それに対して疑似的不規則画素配置の手法を取り込むような拡張を行った。このような画素サンプリングは、本研究で試作した疑似的不規則画素配置を持つ CMOS イメージセンサによって実現できるものである。この疑似的不規則サンプリングに基づく超解像アルゴリズムの評価は未達成であり、今後、より詳細な検討とアルゴリズムの改良を進める予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

1. J.Akita, CMOS image sensor with pseudorandom pixel placement for jaggy elimination, IEICE Electronics Express, Vol.14, No.9, pp.20170154, 2017.04. (査読あり)
2. C.Izaki, J.Akita, Pixel Parameter Optimization for Jaggy Reduction in Line Representation using Pseudorandom Pixel Placement, ITE Trans. on Media Technology and Applications, Vol.3, No.4, pp.263-267, 2015.10. (査読あり)

〔学会発表〕(計6件)

1. J.Akita, CMOS Image Sensor with Pseudorandom Pixel Placement For Jaggy Elimination, 4th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2018), IST2018-61, pp.5-6, 2018.11.
2. J.Akita, Yet Another Approach for Enhancing Image Quality: Pixel Placement, Proceedings of The 24th International Display Workshops (IDW'17), INP1-2, pp.1586-1588, 2017.12.
3. 在田龍朗・秋田純一, 疑似的不規則画素配置を用いる Hough 変換による直線の角度計測の精度改善手法, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.41, No.14, pp.5-8, 2017.5.
4. 西田勇也・秋田純一, 疑似的不規則画素配置を用いたモアレ低減効果の検証, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.41, No.14, pp.1-4, 2017.5.
5. 在田龍朗・秋田純一, 疑似的不規則画素配置を用いる Hough 変換による直線の角度計測の精度評価, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.40, No.18, pp.5-8, 2016.6.
6. 井崎千尋・秋田純一, 疑似的不規則画素配置をもつ撮像系と表示系の画素配置とジャギー表現の関連の一考察, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.40, No.18, pp.9-14, 2016.6.

〔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

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：秋田純一

ローマ字氏名：(AKITA, Junichi)

所属研究機関名：金沢大学

部局名：理工研究域電子情報通信学系

職名：教授

研究者番号(8桁)：10303265

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：戸田真志

ローマ字氏名：(TODA, Masashi)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。