

令和 3 年 6 月 28 日現在

機関番号：13102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2020

課題番号：19K22868

研究課題名（和文）撮影方向・画角の超高速制御が可能なパラメトリックカメラの研究

研究課題名（英文）The parametric camera: quick control of field of view

研究代表者

圓道 知博（Yendo, Tomohiro）

長岡技術科学大学・工学研究科・准教授

研究者番号：70397470

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、画角や撮影方向等のカメラパラメータを自在かつ高速に制御できるパラメトリックカメラの概念を新たに提唱し、その基本原理を実証することを目的とする。提案法は画像信号処理を前提とし、これに撮像素子に複数方向の光線を重畳して入射させる独特の光学系と、撮影対象方向からの光線のみを通過させる電子的開口を組み合わせることで実現される。レンズアレイを用いた光学系と超解像処理によって撮影方向の制御が可能であることを実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

監視カメラや移動体に搭載されるカメラ等においては、広い範囲を撮影するためには画角が広い広角カメラが望ましい一方、遠距離にある被写体を高解像度で撮影するためには画角が狭い望遠カメラが望ましいという矛盾した要求を抱えている。望遠カメラを用いた場合はカメラの撮影方向を被写体に向ける必要があるが、カメラ方向やレンズ間隔を機械的に駆動するため一般に低速であり、被写体が高速に移動する場合や、移動体に搭載するカメラでは利用が困難である。本研究で提唱するパラメトリックカメラは撮影方向・範囲の高速制御が可能であるため、高速な被写体の追跡等が可能となる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to propose a new concept of parametric camera that can control camera parameters including field of view at high speed, and to prove its feasibility. The proposed method is based on the premise of image processing, and combining a unique optics that superimposes incident light rays from multiple directions on the image sensor and an electronic controllable aperture that allows only the light rays from the shooting target direction to pass through. It was demonstrated that the shooting direction can be controlled by an optical system using a lens array and super-resolution processing.

研究分野：画像工学

キーワード：コンピューテーショナルフォトグラフィ

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

例えば監視カメラや、自動車や航空機・ドローン等に搭載するカメラを考える。これらのカメラは一般に画角に関して矛盾する要求を抱えている。すなわち、広い範囲を撮影するためには画角が広い広角カメラが望ましい一方、対象は一般に遠距離であるため、注目すべき被写体を高解像度で撮影するためには画角が狭い望遠カメラが望ましい。また、画角の狭い望遠カメラを用いた場合はカメラの撮影方向を被写体に向ける操作が必要となる。カメラ方向を制御する駆動機構と電動ズームレンズを持つカメラはパンチルトズーム(PTZ)カメラと呼ばれ、監視カメラ等で広く用いられているが、カメラ方向やレンズ間隔を機械的に駆動するため一般に低速であり、被写体が高速に移動する場合や、移動体に搭載するカメラでは利用が困難である。また機構が複雑であるため価格、耐久性、メンテナンス性にも問題がある

2. 研究の目的

通常のカメラは、撮影方向はカメラ自体の方向で決定され、画角（撮影範囲）は使用するレンズの焦点距離によって物理的に決定される。本研究の目的は、画角や撮影方向等のカメラパラメータを自在かつ高速に制御できるパラメトリックカメラの概念を提唱し、その基本原理を確立することにある。

3. 研究の方法

カメラとは飛来する光線の強度を方向ごとに計測する装置である。通常のカメラではレンズの作用によって各画素と光線方向との対応付けがなされており、撮像素子上の全画素を狭い角度範囲の光線に集中的に割り当てるものが望遠レンズ、広い角度範囲の光線に割り当てるものが広角レンズと言える。また撮影範囲の中心方向は通常レンズの光軸方向に固定である。この撮像素子上の各画素の光線方向への割り当てを動的に制御することで、本研究の目的である画角と撮影方向の制御が実現される。

提案手法の基本原則を以下に述べるが、ここで留意すべきは、提案手法は画像信号処理によって出力画像を得ることが前提であり、撮像素子で得られる像は人間が認識できる形である必要はなく、得られた画素値群に必要な情報が含まれていれば良いということである。

- (1) 広範囲を撮影するために広い角度からの光線が撮像素子に入射することが必要である。
- (2) 望遠時に高解像度を得るには、狭い角度範囲からの光線のみを入射させても撮像素子上の多くの画素に光線が入射し、多くの画素から情報が取得できることが必要である。
- (3) 通常の結像光学系では(1)と(2)は矛盾するため、1つの画素に対して複数方向の光線を重畳して入射させる特別な光学系を使用する（レンズアレイ等）。
- (4) 画角・撮影方向を制御するため、必要な方向の光線のみを入射させ、撮影範囲外の光線を阻止する。（光の透過・不透過を制御する液晶表示素子等を用いて実現）。
- (5) 各画素の出力は複数方向の光線が混合して受光されたものであるため、画像信号処理で再構成し出力画像を得る。
- (6) 限られた画素数の情報から高解像度の画像を再構成するためには必要な方向の光線のみが入射するよう制限することが重要である。

本研究課題においては、撮像素子上の画素の光線方向への割り当てを動的に制御可能なパラメトリックカメラの基本原則の確立を目的としているため、(3)レンズアレイを用いた特別な光学系と(4)開口による撮影範囲外の光線の阻止、(5)画像再構成の組み合わせによって、開口のみの操作で撮影方向の制御を可能とする系を実現することを目指す。

4. 研究成果

提案手法を実現するための具体的な光学系として図1に示す構成を考案した。凸レンズ1、開口、凸レンズ2からなる部分は入射する光線方向を選択するための光学系であり、開口の位置によって撮影方向が決定される。その後、入射した光線はレンズアレイに入射し、撮像素子上にはレンズアレイの各レンズに対応する像が結像される。被写体が凸レンズ1の開口に比して十分に遠いと仮定すると、各レンズに対応する像は光学的にはほぼ同一の像と見なすことができる。これに超解像処理による画像再構成を施すことによって出力画像を得る。

実際に装置を試作し、原理実証実験を行った。開口の位置を変化させて図2に示すように撮影方向を制御する実験を行ったところ、図3に示す結果を得た。これにより開口位置の制御によって撮影方向が制御可能であることが実証された。

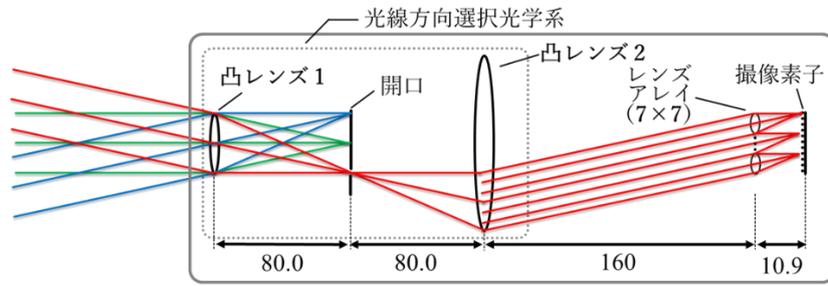


図1 試作装置の光学系の構成

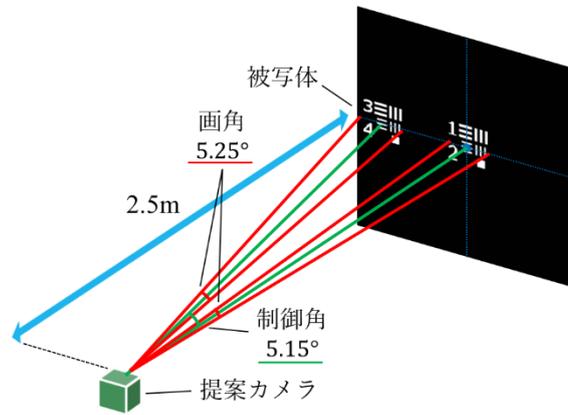
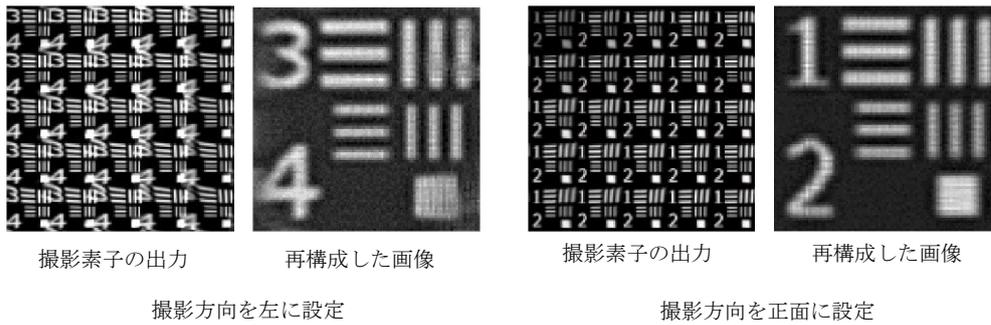


図2 撮影方向制御実験



撮影方向を左に設定

撮影方向を正面に設定

図3 実験結果画像

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 A. Temochi, T. Yendo	4. 巻 2020
2. 論文標題 Transparent type virtual image display using small mirror array	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Engineering Reality of Virtual Reality, Electronic Imaging Proceeding	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. Hayakawa, T. Yendo	4. 巻 2020
2. 論文標題 Projection type 3D display using spinning screen	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stereoscopic Display and Applications XXXI, Electronic Imaging Proceeding	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 M. Yamauchi, T. Yendo	4. 巻 2020
2. 論文標題 Light field display using wavelength division multiplexing	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stereoscopic Display and Applications XXXI, Electronic Imaging Proceeding	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------