

補助事業番号 2020M-173

補助事業名 2020年度 カメラワークを考慮した次世代型広角中心窩レンズの開発補助事業

補助事業者名 芝浦工業大学デザイン工学部・教授・清水創太

1 研究の概要

広角中心窩レンズは、視野内で拡大率を急激に変化させ、人間や猛禽類の眼のように「広い視野」と「高倍率」を同時に実現する光学系である。従来、レンズには高倍率をもつが視野の狭い望遠レンズ、あるいは広い視野をもつが倍率の低い広角レンズのいずれかしか存在しなかった。観測対象が遠方にあつて激しく動き回る場合に、望遠レンズは視野の狭さゆえにしばしば対象を見失い、広角レンズは倍率が不十分で詳細な観測が出来ないという問題が生じることが容易に想像できる。広角中心窩レンズはこのような問題を解決するために考案され、捉え逃しなく視野中心部分の高倍率の領域で詳細な観測を行うことが出来る。申請者が2017年度に開発した300万画素を超える高画素撮像素子用広角中心窩レンズは非常に高い光学性能を有するが、樹脂製の物体側第1レンズの第1面が大きく鏡胴から飛び出した形状であった。広角中心窩レンズはその特長を最大限に活かすため、人間の眼球運動のようにモーター等を用いて素早いカメラワークを行う必要があるため、このような形状はカメラワークの際に何かにつづつ破損してしまう危険性が非常に高い。本研究では、第1レンズ第1面が鏡胴内に納まるような飛び出し量を大きく抑えた激しいカメラワークに耐え得る次世代型高画素撮像素子対応広角中心窩レンズの開発に取り組む。

2 研究の目的と背景

本研究の目的は、第1レンズ第1面が鏡胴内に納まるような飛び出し量を大きく抑えた激しいカメラワークに耐え得る次世代型の広角中心窩レンズを開発することである。広角中心窩レンズのような特殊な光学系を実現するためには、複雑な面形状の非球面を3面から4面複数面使用し、かつ撮像面での結像性能が十分保証された難易度の高い設計を行う必要があつた。申請者が前回試作した300万画素を超える高画素撮像素子用広角中心窩レンズは非常に高い光学性能を有するが、樹脂製の物体側第1レンズの第1面が大きく鏡胴から飛び出した形状であった。広角中心窩レンズはその特長を最大限に活かすため、人間の眼球運動のようにモーター等を用いて素早いカメラワークを行う必要があるため、このような形状はカメラワークの際に何かにつづつ破損してしまう危険性が非常に高い。本研究では、非球面レンズをより安価に高精度に仕上げる超精密加工旋盤を用いた独自の加工手法を用いることを念頭に置き、超高画素撮像素子に対して十分な光学性能を有するだけでなく、第1レンズ第1面が鏡胴内に収まり飛び出し量を大きく抑えたレンズ構成の次世代型広角中心窩レンズを開発する。これにより、十分な空間解像力をもちかつ色収差が抑制された鮮鋭な画像を撮像でき、かつレンズの衝突破損のリスクの少ない高い信頼性・実用性を有する次世代型広角中心窩レンズが実現される。

3 研究内容

(1)カメラワークを考慮した次世代型広角中心窩レンズの開発

(http://www.intelligent-robotics.jp/2020M_research-jka_HD_fovea_lens_for_camera_work.html)

以下に実施した内容を示す.

1. 試作光学系の目標仕様を決定した
2. 目標仕様に基づき光学設計をスタートし6月末までに完了した.
3. 機構設計を7月下旬に完了した.
4. 9月下旬に試作機を完成させた.
5. 特許出願を行った.
6. 各種フィールドテストやMTF測定による光学性能評価を行った.
7. 研究成果発表用パンフレットを100部作製した.



図1 開発したレンズ試作機の写真

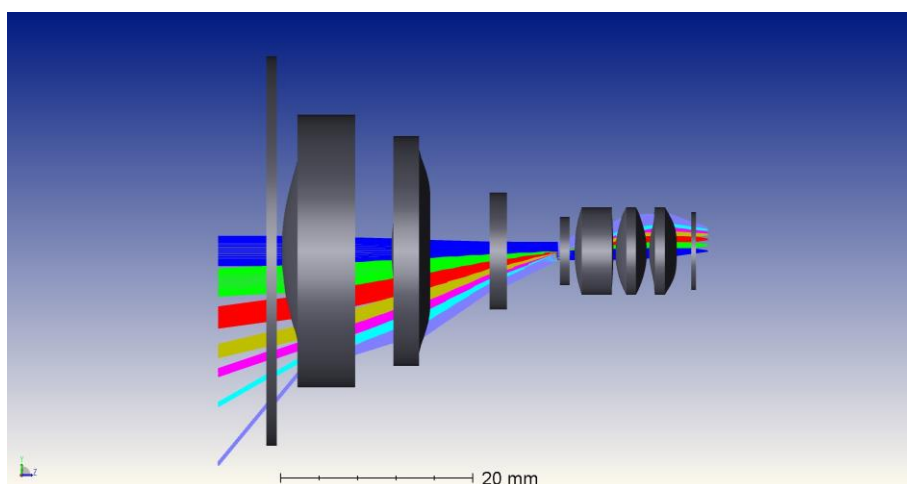


図2 組レンズ構成



図3 入力画像



図4 視野中心部分で高解像度



図5 水平画角100度の広い視野

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

我が国において、少子高齢化社会の到来による労働力不足、介護者不足は近い未来に解決必死の深刻な問題としてクローズアップされ、当該分野におけるロボティクス技術の積極的な導入が見込まれている。そして、まさに今、コロナ禍という未曾有のパンデミック下で多くの人々が生活に苦しんでいる。本研究の成果は、これらの問題に対する対策として医療、介護、運輸、ライフライン管理、工場等の生産システム稼働のための遠隔操縦支援技術のための眼として、各種ロボットや設備、機器の安全な運用に大いに役立つものと考えている。中でも知能化により自律行動を行う医療・介護機器の視覚センサとして貢献することは間違いないであろう。また、隣国中国でも一人っ子政策の余波を受けて、日本以上の介護者不足が予測されており、上記ロボティクス技術を必要とする巨大な市場が我が国のすぐ隣に存在する。世界的にもパンデミックの再来時の危機管理のために上述の遠隔操縦支援技術への全世界の人々の渴望は大変に大きなものであり、その市場の規模は計り知れない。そのため、本研究の成果により当該分野の技術発展や産業振興が加速的に進むのみならず、全人類への大きな貢献が期待されている。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

研究代表者は28年間に渡って広角中心窩レンズの開発に取り組んで来たが、これらは地上波アナログ時代のVGA (640x480) カメラに対応する光学性能しか持たないものであった。今回開発した広角中心窩レンズは撮像素子の高画素化にともなう地デジ&Blu-RAY画質であるFHD(1920×1080)を遥かに超える高画素撮像素子にも利用できる高い光学性能を有し、本レンズの最大の特徴であるカメラワークを円滑に行うことを可能にするものである。これにより、大学研究室における教育研究活動において新たなレンズ試作や遠隔操縦支援や自動運転支援等のロボティクス応用に対して非常に大きなマイルストーンとなる試作とデータの取得が実現できたと考えている。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特許

- ・ 撮像光学系及び撮像装置：清水創太，特願2020-183122，2020年10月30日

発表論文

- ・ 2021年度後半(10月から2月にかけて)の発表を予定

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

カメラワークを考慮した次世代型広角中心窩レンズ試作機

(http://www.intelligent-robotics.jp/2020M_research-jka_HD_fovea_lens_for_camera_work.html)



レンズ試作機の写真

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

成果報告用パンフレット・100部 (<http://www.intelligent-robotics.jp/brochure2020.pdf>)



8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 芝浦工業大学デザイン工学部(シバウラコウギョウダイガクデザインコウガクブ)

住 所: 〒108-8548

東京都港区芝浦3-9-14

担 当 者: 教授・清水創太 (シミズソウタ)

担 当 部 署: デザイン工学科 (デザインコウガクカ)

E - m a i l: shimizu@shibaura-it.ac.jp

U R L: <http://www.intelligent-robotics.jp>