

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00750

研究課題名(和文)革新的な高解像度裸眼立体表示とプロトタイプ医療応用の実現

研究課題名(英文) Development and medical application of innovative high resolution autostereoscopic display

研究代表者

掛谷 英紀 (Takeya, Hideki)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：70334050

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 29,900,000円

研究成果の概要(和文)：医療用に使える高精細裸眼立体ディスプレイとして、時分割パララックスバリア式と時分割指向性バックライト式表示の改良を行った。結果として、4Kの解像度での表示、同時に複数人の観察者への立体像提示、手術室等に持ち込み可能なレベルへの省電力化などを達成した。また、観察時の目の疲労の原因となる輻輳調節矛盾を解消する表示法として、上述の両手法を応用した色多重化時分割を用いた超多眼表示システムを提案した。レフラクトメータを使った実験により、提案手法で焦点調節誘導ができることを確認した。さらに、医療用の3Dコンテンツとして、ディープラーニングを用いたCT画像における臓器や腫瘍の自動抽出システムを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究で実現した高精細裸眼立体ディスプレイの持つ、複数人同時観賞可能、低消費電力などの特徴は、医療用途に限らず、自動車のヘッドアップディスプレイなどにも活用可能である。また、輻輳調節矛盾を解消する色多重化時分割式の光線再生による超多眼表示は、遠近両方に焦点のあう随時かけっぱなし可能なスマートグラスに応用可能であり、これも医療用途に限らない応用が期待される。ディープラーニングを用いた臓器の自動セグメンテーションシステムは、まだ完全に自動化して使用するほどの信頼性は得ていないが、本研究で提案した3次元ディスプレイとの融合により、医師の診断を補助することは可能になっている。

研究成果の概要(英文)：We have improved high resolution autostereoscopic displays based on time-division multiplexing parallax barrier and directional backlight for medical purposes. 4K resolutions, autostereoscopy for multiple viewers, and the reduction of electric power consumption have been realized as a result. To reduce vergence-accommodation conflict, which is a major factor for visual fatigue during stereoscopy, is solved by color and time multiplexing super-multiview technology. By using a refractometer, we have confirmed that the proposed system can induce human focal accommodation as expected. As for medical 3D contents, we have realized a deep-learning based system for automatic segmentation of abdominal organs and tumors. A visualization system for abdominal organs and tumors is combined with the autostereoscopic display proposed above.

研究分野：メディア工学

キーワード：バーチャルリアリティ 3次元画像工学 医療画像工学

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

3Dディスプレイの普及が最も期待される応用分野は、医療手術等の作業シミュレータやロボットの遠隔操作である。2Dディスプレイが与える奥行き感は大まかな前後関係に留まり、正確な奥行き位置の情報は与えられない。ディスプレイの観察者が映像をもとに物理的な作業を行う場合、正確な奥行き知覚の欠如は作業効率を著しく低下させる。実際、先導的遠隔手術システムとして広く普及している Intuitive Surgical 社の da Vinci では、両眼立体視が可能なディスプレイ装置が使われている。

このように、これまでも医療現場への立体ディスプレイの導入は試みられている。しかし、その多くは眼鏡式立体ディスプレイである。その理由として、現在市販の裸眼立体ディスプレイの解像度が、眼鏡式立体ディスプレイに比べて著しく低いことが挙げられる。たとえば、4Kパネルを使った東芝製の医療用ディスプレイにおいても、立体映像を表示するときの解像度は1280×720画素となり、フルハイビジョン画像に劣る。一方、眼鏡式立体ディスプレイも、共同作業間で互いにアイコンタクトがとれないこと、眼鏡の煩わしさなどの欠点があり、眼鏡式立体ディスプレイと同等の画質を裸眼立体ディスプレイで実現することへの期待は大きい。

さらに、眼鏡式、裸眼式を問わず立体ディスプレイが抱える共通の問題として、立体視特有の目の疲労の問題がある。立体視の目の疲労の原因としては、クロストーク(右目に左目映像、左目に右目映像が混ざって見えてしまう現象)と輻輳調節矛盾(視差提示により両眼輻輳は変化するが、目の焦点調節は常に同距離に固定されるために生じる違和感)の2つがある。このうち特に後者については、その矛盾を解消することは難しい。これまで、千葉大の本田らや東京農工大の高木らによる超多眼(高密度指向性)表示の研究、あるいは申請者らによる多視点表示と体積表示の融合など、輻輳調節矛盾の解消を目指した研究はいくつかある。しかしながら、いずれの方式も提示映像の解像度が高くないため、医療用途には使えないという問題があった。

2. 研究の目的

本研究課題では、医療用途(手術やそのシミュレーション)を想定し、立体映像提示において

- (1) 輻輳調節矛盾の低減
- (2) 運動視差提示のレイテンシーの低減、
- (3) 解像度のさらなる向上(ハイビジョンから4Kへ)
- (4) 同時に複数人観賞可能(手術室では複数人のスタッフががいるため)
- (5) 消費電力の低減(手術室では複数のモニタを用いるため)

を実現するシステムを構築し、その評価を行う。さらに、拡大表示立体映像を用いた微細作業における視差量の調整が、作業効率、作業精度にどの程度寄与するかなど、立体映像を用いることの利点と欠点を明らかにする。

3. 研究の方法

輻輳調節矛盾の低減方法としては、時分割パララックスバリアおよび時分割指向性バックライト式に基いて、色多重化時分割を用いた光線再生型超多眼表示システムを実装し、レフラクトメータを用いて焦点調節を誘導できるかどうかを評価する。

運動視差提示のレイテンシーの低減方法としては、観察者の3次元位置検出に RealSense のカメラと UDP 通信を用いた手法、およびオプティトラックの高速位置追跡システムを用いることで運動視差提示の遅延低減を図る。

解像度のさらなる向上としては、4Kパネルを用いたプロトタイプを作成し、その評価を行う。

同時に複数人観賞可能なシステムとしては、時分割パララックスバリアおよび時分割指向性バックライト式の両方について、その実現をプロトタイプシステムにより試みる。

消費電力の低減については、LEDライトバーとレンチキュラレンズを組み合わせた時分割バリアスリットを製作し、それに基づく時分割パララックスバリア式裸眼立体ディスプレイを構築する。

拡大表示立体映像を用いた微細作業における視差量の調整が、作業効率、作業精度にどの程度寄与するかについては、腹腔鏡手術トレーニングシステムを用いた評価を行う。

さらに、3次元的な医療用画像コンテンツとして、腹部CT画像の自動セグメンテーションを機械学習で試みるとともに、その可視化に高精細裸眼立体ディスプレイを用いることを試みる。

4. 研究成果

- (1) フルハイビジョン超多眼式裸眼立体ディスプレイの製作を行った。サブピクセル構造を利用した時分割アナグリフパララックスバリアに基づく6時分割表示と3色に異なる方向

の光線を割り当てることで、18 視点分の映像提示を可能にした。それを左右の眼それぞれに 9 視点分ずつの画像を振り分け、超多眼フルハイビジョン裸眼立体表示が可能になることを確認した。

次に、この表示方式において、観察者の奥行き方向の動きに応じて時分割数を 4 時分割から 6 時分割までアダプティブに変化させることで、クロストークのない視域を奥行き方向に広げること成功した。さらに、焦点調節の誘導が適切にできているかどうかをリフラクトメータで測定し、実際に被験者の焦点調節誘導ができていることを確認した。

時分割パララックスバリアによる超多眼表示は、一方向にしか視差を提示できないという問題がある。そこで、左右だけでなく上下にも視差を提示する色分割・時分割型指向性バックライト式超多眼立体表示方式を提案した。焦点調節の誘導が適切にできているかどうかをリフラクトメータで測定し、時分割パララックスバリア式表示に比べて焦点調節の誘導力が増すことを確認した。色消しレンズの導入や色分割の方法を工夫することで、より自然な超多眼立体像の提示を実現した。

- (2) 観察者の 3 次元位置検出に RealSense のカメラと UDP 通信を用いた手法、および高速モーショントラッキングシステムのオプティトラックを導入し、運動視差提示におけるレイテンシー低減の効果を確認した。頭部移動時にクロストークは低減するものの、立体像が空中に定位しているように感じさせることはできないことを確認した。
- (3) 時分割パララックスバリア方式の裸眼立体表示を 4K(3840 X 2160 画素)の解像度で実現した。解像度が向上し、画素ピッチが細くなることで、同じリフレッシュレートと比較すると時分割によるちらつきが目立ちにくくなることを被験者実験により確認した。
- (4) 時分割パララックスバリア式裸眼立体表示において、観察者間の距離に応じて時分割数を変更することで、これまで同時に 1 人しか観察できなかった制約を緩和し、同時に 2 人が観察できる状態を実現した。また、観察者の頭の傾きに応じて、バリアの傾きを変化させることで、よりロバストな立体視の実現に成功した。

時分割指向性バックライト式裸眼立体表示において、多層 PDLC アレイと大型フレネルレンズを組み合わせることで、異なる奥行きにいる多人数の観察者に対して、同時に裸眼立体視を提供する方式も提案した。

さらに、特殊なフレネルレンズアレイを用いることで、装置を薄型に保ちつつ一様な輝度と多人数が頭を傾けても同時に立体視が維持できる方式を提案した。

- (5) 時分割パララックスバリア式裸眼立体ディスプレイについて、病院などの医療現場でも導入しやすいような省電力化を実現した。具体的には、太めの LED ライトバーをレンチキュラレンズを用いて多数の細い線状のライト群の像に変換し、それを交互に発光させるのにあわせて表示画像の混ぜ方を変えることで、通常の 2D ディスプレイ並みの光利用効率が高達成された。
- (6) 腹腔鏡手術を想定し、拡大表示立体映像を用いた微細作業における適切な視差提示方法の調査を行った。腹腔鏡手術トレーニング用のドライボックスを使い、カメラ間の距離を変化させながら手術トレーニングを行わせることで、作業効率が高くなる視差条件を調べた結果、従来の腹腔鏡用 3D カメラよりは大きな視差を持たせることで作業効率向上を確認した。
- (7) CT 画像から各臓器の部位を自動的にセグメンテーションする技術として、ディープラーニングの一種である 3D U-net に、臓器位置の確率アトラスを利用しながらファイン・チューニング転移学習を組み合わせる 3D U-JAPA-Net という新たな手法を提案し、セグメンテーションの精度を向上した。提案した手法は、Core Rank A で医療画像分野のトップコンファレンスである MICCAI に採択され、臓器の自動セグメンテーションのコンペティションである Multi-Atlas Labeling Beyond the Cranial Vault - Workshop and Challenge において、13 臓器のセグメンテーションの総合成績で一時世界一位に躍り出た。

また、ディープラーニングにおいて、入力データの位置決めの前処理と多時相 CT 画像を使った GAN によるデータ拡張を導入することで、CT 画像から腎臓癌の自動抽出システムの精度向上を実現した。

さらに、CT 画像をボリュームレンダリングして裸眼立体表示するためのソフトウェアを開発した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Watanabe, Y. and Kakeya, H.	4. 巻 8
2. 論文標題 A full-HD super-multiview display based on adaptive time-division multiplexing parallax barrier	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ITE Trans. on MTA	6. 最初と最後の頁 430-437
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3169/mta.8.230	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Borjigin, G. and Kakeya, H.	4. 巻 9
2. 論文標題 Autostereoscopic displays with time-multiplexed directional backlight using curved lens arrays	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ITE Trans. on MTA	6. 最初と最後の頁 80-85
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1364/DH.2019.W2A.2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Watanabe, Y. and Kakeya, H.	4. 巻 60
2. 論文標題 Time-division and color multiplexing light field display using LCD panels	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 1966-1972
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1364/AO.424038	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Yang, B. and Kekaya, H.	4. 巻 9
2. 論文標題 Autostereoscopy for two observers by adaptive fractional time-division multiplexing parallax barrier	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ITE Trans. on MTA	6. 最初と最後の頁 136-142
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3169/mta.9.136	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Borjigin, G. and Kakeya, H.	4. 巻 60
2. 論文標題 Autostereoscopic display for multi-viewers positioned at different distances using time-multiplexed layered directional backlight	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 3353-3357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.423012	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 Kakeya, H., Hayashishita, A., and Ominami, M.	4. 巻 26
2. 論文標題 Autostereoscopic Display Based on Time-Multiplexed Parallax Barrier with Adaptive Time-Division	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Society for Information Display	6. 最初と最後の頁 595-601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jsid.717	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 Kakeya, H., Okada, K., and Takahashi, H.	4. 巻 6
2. 論文標題 Time-Division Quadruplexing Parallax Barrier with Subpixel-Based Slit Control	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ITE Trans. on MTA	6. 最初と最後の頁 237-246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/mta.6.237	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kakeya Hideki, Yoshida Atsushi, Yang Bin, Oshiro Yukio, Ohkohchi Nobuhiro	4. 巻 6
2. 論文標題 A Liver Surgery Simulator Using Full HD Autostereoscopic Displays	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ITE Transactions on Media Technology and Applications	6. 最初と最後の頁 11~17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/mta.6.11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 大城幸雄、大河内信弘	4. 巻 19(3)
2. 論文標題 Gastroenterological, Hepatobiliary and Pancreatic Surgery	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本コンピュータ外科学会誌	6. 最初と最後の頁 157-161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5759/jscas.19.157	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 Oshiro Y, Ohkohchi N.	4. 巻 23(11-12)
2. 論文標題 3D liver surgery simulation: computer-assisted surgical planning with 3D simulation software and 3D printing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tissue engineering part A	6. 最初と最後の頁 474-480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/ten.TEA.2016.0528	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 大城幸雄、岡田俊之、倉田昌直、大河内信弘	4. 巻 118(1)
2. 論文標題 肝臓 肝離断のプロセスをシミュレートするコンピュータ手術支援	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日外会誌	6. 最初と最後の頁 46-50
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 Oshiro Y, Mitani J, Okada T, Ohkohchi N.	4. 巻 47
2. 論文標題 A novel three-dimensional print of liver vessels and tumors in hepatectomy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Surgery Today	6. 最初と最後の頁 521-524
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00595-016-1383-8	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 保田竜也, 滝沢穂高, 奥村俊昭, 工藤博幸, 岡田俊之	4. 巻 19(3)
2. 論文標題 腹部X線CT画像からの脊柱, 肋骨, 椎間板, 脊椎の段階的認識	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本コンピュータ外科学会誌	6. 最初と最後の頁 131-138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5759/jscas.19.131	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 Hotaka Takizawa, Takenobu Suzuki, Hiroyuki Kudo, and Toshiyuki Okada	4. 巻 2017 Article ID 5094592
2. 論文標題 Interactive Segmentation of Pancreases in Abdominal Computed Tomography Images and Its Evaluation Based on Segmentation Accuracy and Interaction Costs	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BioMed Research International	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2017/5094592	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計41件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Borjigin, G. and Kakeya, H.
2. 発表標題 An autostereoscopic display with a deep viewing zone using time-multiplexed directional backlight
3. 学会等名 SID Display Week 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Watanabe, Y. and Kakeya, H.
2. 発表標題 A super-multiview display with horizontal and vertical parallax by time division and color multiplexing
3. 学会等名 SID Display Week 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mitomi, H. and Kakeya, H.
2. 発表標題 Realization of time-division multiplexing parallax barrier using a lenticular lens,
3. 学会等名 International Display Workshop 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Borjigin, G. and Kakeya, H.
2. 発表標題 An autostereoscopic display with time-multiplexed directional backlight using a novel linear Fresnel lens array
3. 学会等名 International Display Workshop 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Watanabe, Y. and Kakeya, H.
2. 発表標題 A super-multiview display by time division and color multiplexing with achromatic lenses
3. 学会等名 International Display Workshop 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三富隼斗, 掛谷英紀
2. 発表標題 レンチキュラレンズを用いた時分割パララックスバリア方式での裸眼立体表示
3. 学会等名 映像情報メディア学会立体映像技術研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺悠太, 掛谷英紀
2. 発表標題 色消しレンズを用いた時分割と色多重化による超多眼立体表示ディスプレイ
3. 学会等名 映像情報メディア学会立体映像技術研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 樋口心, 石黒聡尚, 森健作, 古城公佑, 小島崇宏, 掛谷英紀
2. 発表標題 腎臓の構造を反映したパッチ作成とデータ拡張による腎臓がんの自動識別
3. 学会等名 第29回日本コンピュータ外科学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹内元気, 掛谷英紀
2. 発表標題 バリアの傾斜角を可変にした時分割パララックスバリア式裸眼立体表示
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三富隼斗, 掛谷英紀
2. 発表標題 リカレントニューラルネットワークを用いた目の三次元軌道予測
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 掛谷英紀, 渡辺悠太
2. 発表標題 色時分割超多眼表示におけるちらつきの抑制
3. 学会等名 映像情報メディア学会立体映像技術研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Higuchi, K, Hayashishita, A., and Kakeya, H.
2. 発表標題 Application of a high resolution autostereoscopic display for medical purposes
3. 学会等名 IS&T Electronic Imaging (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yang, B. and Kakeya, H.
2. 発表標題 An Adaptive Time-Division Multiplexing Parallax Barrier Allowing Multiple Observers
3. 学会等名 International Display Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe, Y. and Kakeya, H.
2. 発表標題 Accommodation Response to a Super-Multiview Display Based on Time-Division Multiplexing Parallax Barrier
3. 学会等名 International Display Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Borjigin, G. and Kakeya, H.
2 . 発表標題 An Autostereoscopic Display with Time-Multiplexed Directional Backlight Using a Curved Lens Array
3 . 学会等名 International Display Workshop (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kakeya, H.
2 . 発表標題 A 4K Autostereoscopic Display Based on Time-Division Multiplexing Parallax Barrier
3 . 学会等名 International Meeting on Information Display (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Borjigin, G. and Kakeya, H.
2 . 発表標題 An Autostereoscopic Display with Time-Multiplexed Directional Backlight Using a Decentered Lens Array
3 . 学会等名 OSA Digital Holography and 3D Imaging (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Watanabe, Y, Hayashishita, A., and Kakeya, H.
2 . 発表標題 Time-Multiplexing Parallax Barrier with Fractional Time-Division
3 . 学会等名 SID Display Week (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kakeya, H. and Watanabe, Y.
2 . 発表標題 A Full-HD super-multiview display with a deep viewing zone
3 . 学会等名 IS&T Electronic Imaging (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kakeya, H
2 . 発表標題 Time-Division Multiplexing Parallax Barrier System for Interactive 3D Visualization
3 . 学会等名 IDW (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Hayashishita, A. and Kakeya, H.
2 . 発表標題 Realization of Deep Viewing Zone with Adaptive Time-Division Multiplexing Parallax Barrier
3 . 学会等名 IDW (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kakeya, H., Okada, T., and Oshiro, Y.
2 . 発表標題 3D U-JAPA-Net: Mixture of Convolutional Networks for Abdominal Multi-Organ CT Segmentation
3 . 学会等名 MICCAI (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Kakeya, H. and Yan, D.
2. 発表標題 Evaluation on the Readability of Autostereoscopic Head-Up Displays
3. 学会等名 3DSA (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kakeya, H.
2. 発表標題 A Full-HD Super-Multiview Display with Time-Division Multiplexing Parallax Barrier
3. 学会等名 SID Display Week (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hayashishita, A. and Kakeya, H.
2. 発表標題 Time-Division Multiplexing Parallax Barrier with Sub-Subpixel Phase Shift
3. 学会等名 SID Display Week (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺悠太, 掛谷英紀
2. 発表標題 可変時分割パララックスバリアによるによる超多眼立体表示の視域拡大
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ガリマガイ, 掛谷英紀
2. 発表標題 偏心レンズアレイを用いた時分割指向性バックライト式裸眼立体ディスプレイ
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kakeya, H., Hayashishita, A. and Ominami, M.
2. 発表標題 Autostereoscopic Display Based on Time-Multiplexed Parallax Barrier with Adaptive Time-Division
3. 学会等名 International Display Workshop (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kakeya, H.
2. 発表標題 How to Hand-Make a High Quality Full-HD Autostereoscopic Display
3. 学会等名 International Meeting on Information Display (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahashi, H. and Kakeya, H.
2. 発表標題 An Aerial Autostereoscopic Display Using Time-Division Multiplexing Parallax Barrier
3. 学会等名 SID Display Week (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 掛谷英紀
2. 発表標題 超多眼ハイビジョン裸眼立体表示の実現
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林下歩樹, 掛谷英紀
2. 発表標題 4時分割斜めパララックスパリア式裸眼立体表示の視域拡大
3. 学会等名 映像情報メディア学会冬季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 掛谷英紀
2. 発表標題 時分割パララックスパリアによる3D動画のちらつき低減,
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第22回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大城幸雄、岡田俊之、下村治、高橋一広、倉田昌直、小田竜也、北原格、矢野博明、伊藤正博、坂本堪亮、大河内信弘
2. 発表標題 肝臓手術ナビゲーションの最先端と新規開発
3. 学会等名 つくば医工連携フォーラム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大城幸雄、岡田俊之、高橋一広、下村 治、明石義正、倉田昌直、小田竜也、大河内信弘
2. 発表標題 消化器外科におけるコンピュータ支援手術
3. 学会等名 第30回日本内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大城幸雄、中山健、下村治、高橋一広、倉田昌直、小田竜也、大河内信弘
2. 発表標題 肝切除におけるシミュレーションの効果とナビゲーションの未来
3. 学会等名 第79回日本臨床外科学会総会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大城幸雄
2. 発表標題 腹部臓器多元計算解剖モデルによる知能化手術
3. 学会等名 第26回日本コンピュータ外科学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大城幸雄、岡田俊之、坂本堪亮、大河内信弘
2. 発表標題 計測用ガーゼを利用するリアルタイム手術ナビゲーション開発
3. 学会等名 第26回日本コンピュータ外科学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Oshiro, Y., Nakayama, K., Takahashi, K., Kurata, M., Oda, T., Ohkochi, N.
2. 発表標題 Preoperative simulation and navigation with computer aided surgery in open and laparoscopic liver resection
3. 学会等名 第6回アジア太平洋肝胆膵学会・第29回日本肝胆膵外科学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大城幸雄
2. 発表標題 われわれのコンピュータ外科手術支援の開発と運用と教育
3. 学会等名 第31回日本外傷学会総会・学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大城幸雄
2. 発表標題 当科におけるコンピュータ画像支援肝切除の取り組み
3. 学会等名 第117回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 今泉智和, 桜井幸広, 岡林繁, 新澤滋, 木下順一, 高木康博, 掛谷英紀, 他	4. 発行年 2017年
2. 出版社 サイエンス&テクノロジー株式会社	5. 総ページ数 250
3. 書名 車載用ディスプレイ・操作インターフェース	

1. 著者名 大林勇人, 掛谷英紀ほか計57名	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 552
3. 書名 VR / AR技術の 開発動向と最新応用事例	

〔出願〕 計6件

産業財産権の名称 画像表示装置、及び画像表示方法	発明者 掛谷英紀, 渡辺悠太	権利者 筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-200263	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 裸眼立体画像表示装置、及び裸眼立体画像表示方法	発明者 掛谷英紀	権利者 筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-202675	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 画像表示装置、及び画像表示方法	発明者 掛谷英紀, 三富隼斗	権利者 筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-175498	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 画像表示装置、及び画像表示方法	発明者 掛谷英紀	権利者 筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-194917	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 画像処理装置、及びプログラム	発明者 掛谷英紀, 岡田俊之	権利者 筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-169663	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 画像表示装置、画像表示方法、及び画像表示システム	発明者 掛谷英紀, 林下歩樹	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-233744	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

筑波大学視覚メディア研究室
<http://vmlab.kz.tsukuba.ac.jp>

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
研究分担者	森 健作 (Mori Kensaku) (80361343)	筑波大学・医学医療系・准教授 (12102)	
研究分担者	大城 幸雄 (Oshiro Yukio) (10535008)	東京医科大学・医学部・助教 (32645)	削除：2019年1月28日
研究分担者	岡田 俊之 (Okada Toshiyuki) (90733650)	筑波大学・医学医療系・助教 (12102)	

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