

様式 C - 7 - 1

平成29年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	情報科学研究科		
	職	教授		
	氏名	清川 清		

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 15H02738

3. 研究課題名 角膜フィードバックARの実現

4. 研究期間 平成27年度～平成29年度 5. 領域番号・区分 -

## 6. 研究実績の概要

光学スルーHMDを用いたARにおいて、角膜イメージングによりユーザ体験を自動的に最適化する、新しいARの構成法「角膜フィードバックAR」の実現に向けて、今年度は下記の進捗があった。

1)【自動校正】について、アイカメラが捉えた角膜像からのユーザ認証手法を開発した。角膜像には虹彩などの眼の情報に加えてHMDの映像や実世界の情景も写り込んでいるため、これらの反射成分を除去し、ユーザ認証する。具体的には、様々な視線方向に対応する角膜像を眼球座標系で統合し、反射成分を外れ値として除外することで眼球座標系での眼球の画素値を推定する。これを既知の虹彩画像DBと照合し、ユーザ認証を実現した。

2)【視線方向の物体認識】について、深層学習を用いて角膜像から撮影位置を推定する手法を開発した。さらに、深層学習を用いて可視光画像から動向検出する手法を開発し、これを用いて注視点推定を行った。具体的な応用例として、対面話者とのアイコンタクトの有無や頻度などを実時間で記録するシステムを開発し、介護の現場において可用性を確認した。分担者の中澤は本研究成果を発展させ、「優しい介護」を実現するためのCRESTプロジェクトをH29年度より実施している。

3)【適応的情報提示】について、視線や目のジェスチャを用いた適応的情報提示手法について引き続き検討した。具体的には、実時間三次元再構築と組み合わせ、視線を向けた範囲だけがスローモーションに見えるARシステムを開発した。素早い3次元の動作を再確認したいようなスポーツや舞踏などへの応用が考えられる。また、同様の技術を応用して、屋内意匠や組立作業などを支援するARシステムも開発した。

研究期間全体を通じて、概ね順調に研究を進めることができたと思う。

## 7. キーワード

拡張現実 角膜反射 視線推定 ユーザインタフェース

## 8. 現在までの進捗状況

区分  
理由  
29年度が最終年度であるため、記入しない。

2 版

## 9. 今後の研究の推進方策

29年度が最終年度であるため、記入しない。

## 10. 研究発表（平成29年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著論文 1件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 森 磨美、間下 以大、黒田 嘉宏、清川 清、竹村 治雄	4. 巻 22
2. 論文標題 補助視点推薦機能を有するAR家具配置システム	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本バーチャルリアリティ学会論文誌	6. 最初と最後の頁 157～164
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18974/tvrsj.22.2_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 Bui Minh Khuong, Kiyoshi Kiyokawa, Tomohiro Mashita, Haruo Takemura	4. 巻 22
2. 論文標題 Hybrid Object and Screen Stabilized Visualization Techniques for an AR Assembly Support System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本バーチャルリアリティ学会論文誌	6. 最初と最後の頁 167～174
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.18974/tvrsj.22.2_167	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 Nakazawa Atsushi, Kato Hiroaki, Nitschke Christian, Nishida Toyoaki	4. 巻 31
2. 論文標題 Eye gaze tracking using corneal imaging and active illumination devices	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁 413～427
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/01691864.2016.1277552	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 Ogawa Taishi, Nakazawa Atsushi, Nishida Toyoaki	4. 巻 1
2. 論文標題 Point of gaze estimation using corneal surface reflection and omnidirectional camera image	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 2017 Fifteenth IAPR International Conference on Machine Vision Applications (MVA)	6. 最初と最後の頁 201-204
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/MVA.2017.7986842	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 中澤篤志	4. 巻 第27巻, 5号
2. 論文標題 医療コミュニケーションにおける人工知能の可能性 医師の「五感」をも定量化できる時代へ	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 総合診療	6. 最初と最後の頁 pp.621-623
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 Mitsuzumi Y; Nakazawa A.; Nishida T.	4. 巻 1
2. 論文標題 DEEP eye contact detector: Robust eye contact bid detection using convolutional neural network	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 British Machine Vision Conference (BMVC2017)	6. 最初と最後の頁 pp.1-12
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nakazawa A.; Kurazume R.; Honda M.; Sato W.; Ishikawa S.; Yoshikawa S.; Ito M.	4. 巻 1
2. 論文標題 Computational Tender-Care Science: Computational and Cognitive Neuroscientific Approaches for Understanding the Tender Care	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IUI Workshop on Symbiotic Interaction and Harmonious Collaboration for Wisdom Computing	6. 最初と最後の頁 pp.1-9
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 -

2 版

1. 著者名 Eunji Chong, Christian Nitschke, Atsushi Nakazawa, Agata Rozga, James M Rehg	4. 巻 1
2. 論文標題 Noninvasive Corneal Image-Based Gaze Measurement System	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 arXiv preprint arXiv:1708.00908	6. 最初と最後の頁 pp.1-12
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 中澤篤志	4. 巻 3154号
2. 論文標題 ユマニチュードを行動から, 脳から知りたい,	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 医学界新聞	6. 最初と最後の頁 pp.13
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計28件 (うち招待講演 18件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Tao Tao, Photchara Ratsamee, Yuki Uranishi, Kiyoshi Kiyokawa, Tomohiro Mashita, and Haruo Takemura
2. 発表標題 An Interactive 4D Vision Augmentation of Rapid Motion
3. 学会等名 Augmented Human 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Peter Kim, Jason Orlosky and Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 AR Timewarping: A Temporal Synchronization Framework for Real-Time Sensor Fusion in Head-Mounted Displays
3. 学会等名 Augmented Human 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jason Orlosky, Peter Kim, Kiyoshi Kiyokawa, Tomohiro Mashita, Photchara Ratsamee, Yuki Uranishi, and Haruo Takemura
2. 発表標題 VisMerge: Light Adaptive Vision Augmentation via Spectral and Temporal Fusion of Non-visible Light
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (国際学会)
4. 発表年 2017年
1. 発表者名 Peter Kim, Jason Orlosky, Kiyoshi Kiyokawa, Photchara Ratsamee, Tomohiro Mashita
2. 発表標題 [POSTER] DotWarp: Dynamic Object Timewarping for Video See-Through Augmented Reality
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (国際学会)
4. 発表年 2017年
1. 発表者名 Ryosuke Goto, Jason Orlosky, Photchara Ratsamee, Tomohiro Mashita, Yuki Uranishi, Kiyoshi Kiyokawa and Haruo Takemura
2. 発表標題 Image Matching between Cameras for Vision Augmentation HMDs
3. 学会等名 Asia-Pacific Workshop on Mixed-Reality (APMAR) (国際学会)
4. 発表年 2017年
1. 発表者名 中澤篤志・山崎俊彦・松下康之・安倍 満・船富卓哉・木村昭悟・内田誠一・前田英作
2. 発表標題 PRMU応用研究におけるオープンアイデア ~ PRMU第二期グランドチャレンジ ~
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 0913-5685 電子情報通信学会 2017-12-17 117 362 41-43 <a href="https://ci.nii.ac.jp/naid/40021432486/">https://ci.nii.ac.jp/naid/40021432486/</a> (招待講演)
4. 発表年 2017年

2 版

1. 発表者名 北角 一哲, 中澤 篤志, 西田 豊明
2. 発表標題 深層学習を用いた可視光画像からの瞳孔検出と注視点推定への応用
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 0913-5685 電子情報通信学会 2018-01-18 117 392 93-99 <a href="https://ci.nii.ac.jp/naid/40021465187/">https://ci.nii.ac.jp/naid/40021465187/</a>
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三鼓 悠, 中澤 篤志, 西田 豊明
2. 発表標題 半教師あり学習によるアイコンタクト検出
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 0913-5685 電子情報通信学会 2018-01-18 117 392 339-345 <a href="https://ci.nii.ac.jp/naid/40021465692/">https://ci.nii.ac.jp/naid/40021465692</a>
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 江川 佳輝, 小川 太士, 中澤 篤志
2. 発表標題 深層学習を用いた自己撮影画像の撮影位置検索
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告 = IEICE technical report : 信学技報 0913-5685 電子情報通信学会 2018-01-18 117 392 333-337 <a href="https://ci.nii.ac.jp/naid/400">https://ci.nii.ac.jp/naid/400</a>
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤 篤志
2. 発表標題 The environmental light and your eye -- retrieving your vision using computer vision --
3. 学会等名 CiNet Talk Series (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中澤 篤志
2. 発表標題 人の視覚情報の可視化と優しい介護技術学習への展開
3. 学会等名 破壊的イノベーションがもたらすデジタル社会研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tao Tao, Photchara Ratsamee, Yuki Uranishi, Kiyoshi Kiyokawa, Tomohiro Mashita, Haruo Takemura
2. 発表標題 An Interactive 4D Visualization of Dynamic 3D Information
3. 学会等名 第22回日本バーチャルリアリティ学会大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Anshi Liu, Photchara Ratsamee, Tomohiro Mashita, Kiyoshi Kiyokawa, Yuki Uranishi, Haruo Takemura
2. 発表標題 Segmentation of Reflection and Iris Pattern in Human Corneal Images
3. 学会等名 第22回日本バーチャルリアリティ学会大会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR用ヘッドマウントディスプレイの動向と視覚拡張への応用
3. 学会等名 電子情報通信学会ソサイエティ大会依頼シンポジウムセッション「新たな体験を生み出すAR/VR技術」（招待講演）
4. 発表年 2017年

2 版

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR技術の開発動向と応用の展望
3. 学会等名 技術情報協会セミナー「ARヘッドマウントディスプレイの光学設計と応用市場の可能性」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 MR夏の陣～MRのイマとミライを徹底討論！
3. 学会等名 第22回日本バーチャルリアリティ学会大会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 究極のヘッドマウントディスプレイを目指して
3. 学会等名 日本光学会情報フォトンクス研究グループ「次世代映像技術」セミナー(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 Image Processing and Analysis for Personalized Reality
3. 学会等名 the 1st International Symposium on Intelligent video analysis and application (IVAA-01)(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 共生社会に資するパーソナライズドリアリティのための視覚拡張技術
3. 学会等名 システム制御情報学会セミナー2017「人間拡張工学の最先端」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 リアルとバーチャルの融合～複合現実感
3. 学会等名 バーチャルリアリティ技術者認定講習会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイの基礎・要件, 研究開発動向と今後の展望
3. 学会等名 サイエンス&テクノロジー技術セミナー(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR技術の動向と展望
3. 学会等名 ふくい光学エンジン研究会(招待講演)
4. 発表年 2017年

2 版

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 拡張現実感からパーソナライズドリアリティへ
3. 学会等名 網膜走査技術市場創出(MERIT)コンソーシアム(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 視覚拡張技術で広がるパーソナライズドリアリティの可能性
3. 学会等名 電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解研究会(PRMU)(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 ヘッドマウントディスプレイの基礎及び応用技術と最新動向
3. 学会等名 情報機構 技術セミナー(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 AR技術の現状と将来展望
3. 学会等名 ジャパンマーケティングサーベイ 技術セミナー(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 清川 清
2. 発表標題 VR/ARの現状と未来
3. 学会等名 OPIE 2018 併設セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyoshi Kiyokawa
2. 発表標題 From Augmented Reality to Personalized Reality
3. 学会等名 Cyberworlds 2018（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

## 〔図書〕 計3件

1. 著者名 清川 清, 大林 勇人, 嵯峨 智, 村上 郁也, 荒井 観, 繁樹 博昭, 石塚 裕己, 佐藤 雅之, 池井 寧, 青山 敦, 前田 有希, 鳴海 拓志, 小泉 直也, 河合 隆史, 苗村 健, 宮岡 徹, 的場 修, 黄 健, 大城 理, 神田 健介, 掛谷 英紀, 権 藤 雅彦, 堀越 力, 田辺 健, 橋本 直己, 藤田 欣也, 下馬場 朋禄, 中村 則雄, 藤波 香織, 栗田 雄一, 天野 敏之, 橋本 悠希, 眞鍋 佳嗣	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 11
3. 書名 VR/AR技術の開発動向と最新応用事例	

1. 著者名 Atsushi Nakazawa, Takaaki Shiratori	4. 発行年 2018年
2. 出版社 John Wiley & Sons, Ltd	5. 総ページ数 14
3. 書名 The Wiley Handbook of Human Computer Interaction: InputDevice - Motion Capture	

2版

1. 著者名 Christian Nitschke, Atsushi Nakazawa	4. 発行年 2018年
2. 出版社 John Wiley & Sons, Ltd	5. 総ページ数 19
3. 書名 The Wiley Handbook of Human Computer Interaction: Corneal Imaging	

11. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件 / うち取得0件）

12. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

13. 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			
USA	Georgia Institute of Technology	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-				

14. 備考

-