

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：34315

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01747

研究課題名（和文）移動体搭載カメラを利用した新モバイル映像通信フレームワークの研究

研究課題名（英文）Studies on mobile video communication framework for ubiquitous cameras

研究代表者

柴田 史久（Shibata, Fumihisa）

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：80314425

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,500,000円

研究成果の概要（和文）：移動体搭載カメラやセンサが収集する画像・映像やセンシングデータを相互に有効利用するフレームワークの構築が最終目標であり、本研究では、その先導坑を開通させる概念設計と想定事例の試作開発を行うことを目的とした。先に複数の想定事例の具体化を行い、安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法や多層透視型映像体験システムなどを開発した上で、そこから得られた知見や要素技術を基に、カメラやLiDARなどの多種多様なセンサによって実世界を観測し、得られた映像・データを共有した上で、それらを様々な形で高度利用したシステムを構築可能なアプリケーションフレームワークについて、その基本アーキテクチャの概念設計を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

監視カメラや自動車の車載カメラなどによって、実世界を観測した映像が常時記録される社会が訪れようとしている。従来は、カメラなどのセンサから得られたデータは、クローズドなデータとして特定の組織のみで利用されることが一般的であった。しかし、近年ではオープンデータ化の機運が高まっており、近い将来には、街中に遍在するカメラなどのセンサから得られるデータをオープンデータ化する時代が来ると予想する。本研究の成果は、実世界を観測した映像・データを収集・蓄積するだけでなく、コンテンツ作成までを総合的に扱えるシステムの構築を支援する枠組みとなっており、様々な分野でのアプリケーション構築に利用可能な技術である。

研究成果の概要（英文）：The final goal is to build a framework for developing a variety of applications that makes effective use of images, videos, and other sensing data collected by mobile camera and sensors. The purpose of this research is to design the concept of the framework which opens the leading shaft and to develop prototypes of the applications that make use of such sensing data. Firstly, we developed some case studies such as a driver assistance system based on diminished reality technology and multi-layered seeing-and-moving-through system. From the knowledge and elemental technologies obtained from the developed systems, we designed the basic architecture of the application framework that can observe the real world with a wide variety of sensors such as cameras and LiDARs and can share the obtained images and data for building applications.

研究分野：複合現実感，モバイルコンピューティング

キーワード：映像通信フレームワーク 移動体通信 複合現実感 高度道路交通システム（ITS） 隠消現実感

1. 研究開始当初の背景

(1) AR ブームの到来と本格的な実利用への期待

現実世界を仮想データで増強する拡張現実感(Augmented Reality; AR)や複合現実感(Mixed Reality; MR)は、人工現実感(VR)を超える新たな情報提示法として注目されていた。2008年頃に「AR ブーム」と呼ばれる現象が出現し、2016年には「ポケモンGO」が全世界でブームとなり、再度AR技術に注目が集まったが、これらは技術的にはラフな位置姿勢情報に基づき文字・図形を単純に重畳したものに過ぎず、それゆえ産業界からは、もっと高精細なCG映像を正確に融合できるAR/MR技術や、新たなモバイル通信時代にも適応できるシステム技術を求める声が急増していた。

(2) ITS への期待とドローンの普及

近年、国内外の自動車会社はこぞって安全運転の支援、自律走行を目指して、車載カメラやセンサの高機能化、高精度化を図っており、今や自動車は最新のセンシング技術を結集した移動体と言える。他方、ドローンと呼ばれる自律式無人飛行機が急速に普及しつつあるが、発展途上故に様々な問題を引き起こしており、規制に向けた動きが進んでいた。しかしながら、高度300m未満の低空を自由に飛行できるドローンは、カメラを搭載した移動体として大なる可能性を秘めており、これを単に規制するのではなく、安全に配慮した仕組みを実現した上で、これを利活用していくことが重要であった。

(3) モバイル新時代向けの技術革新と環境整備

「スマホ」「タブレット端末」の普及によるクラウド・サービスの本格化、放送の地デジ化で空いた電波帯域の再利用等で、モバイル通信は新しい時代に入ろうとしていた。「車車間通信」の規格が制定され、LTE/LTE-Advancedによる高速通信の実用化が進む等、実行環境は整いつつあった。

このような背景から、移動体搭載カメラやセンサが収集する画像・映像やセンシングデータを相互に有効利用する技術体系(フレームワーク)の構築が期待されていた。

2. 研究の目的

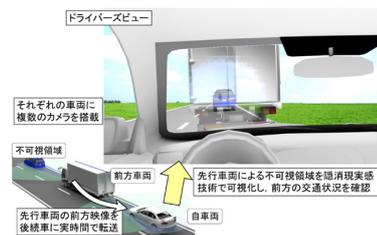
本研究の目的は、携帯電話を中心に発展して来た「モバイル通信」から、自動車・列車/路面電車・軽飛行体・移動ロボット等を含む「新モバイル通信」の時代に向けて、マルチメディアデータの高度利用を考えた共通技術体系(フレームワーク)を構築することであった。既開発の「モバイルMRフレームワーク」を大幅に改良し、各種移動体間での多様なマルチメディア利用向きに、抜本的に基本構造の概念設計からやり直すことを目指した。移動体搭載カメラやセンサが収集する画像・映像やセンシングデータを相互に有効利用するフレームワークの構築が最終目標であり、本研究では、その先導坑を開通させる概念設計と想定事例の試作開発を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

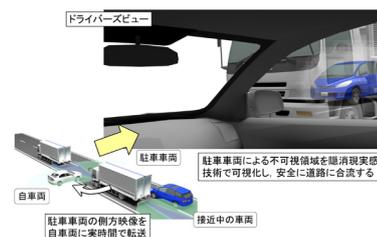
本申請課題は、将来大きく発展させる研究テーマの端緒となるものであり、多様な技術を有機的に連携させるものであるため、対象・目標を明確化するために、まず複数の応用事例を想定し、そこで遭遇すると予想される課題の解決方法や基盤となる要素技術を抽出する。研究開始当初は、想定する応用事例としては以下の4つを検討し、事例(A)および(B)から課題の検討およびその解決方法や基盤となる要素技術の抽出を開始した。

●事例(A)：シースルーDRによる安全運転支援

- ・車高の高い先行車両に視界を塞がれ、不快感を覚える運転者に対して、前方視界の透視機能を与えて安全運転支援を行う。
- ・周辺車両に搭載されたカメラから得られる映像を実時間で車車間通信し、隠消現実感(DR)技術を用いて、周辺車両の車体を半透明化し、受信映像をDR重畳表示する(図1(a)(b)参照)。両車両の相対位置関係は絶えず変化しているため、高精度追従機能、射影変換等が不可欠である。



(a) 前方車両による不可視領域を可視化



(b) 駐車車両による不可視領域を可視化

図1 シースルーDRの例

- ・ 運転者への DR 情報提示は、最新の車載 HUD (Head Up Display) 等の利用を想定している。
- 事例(B)：ドローンによる災害映像の獲得と AR/MR 表示
 - ・ 遠隔操縦可能な無人飛行機 (Unmanned Aerial Vehicle; UAV) 等にカメラを搭載し、火山噴火、大規模地震災害等の状況を上空から観測して送信する。
 - ・ 地上では地理情報や地勢情報、被災前後の比較結果等を AR/MR 表示して、緊急災害情報として提供する (図 2 参照)。
- 事例(C)：定点観測カメラ映像を補う移動体からの映像獲得
 - ・ 既に金融機関や商業施設で防犯カメラが設置され、監視映像が蓄積されていることは周知の事実だが、定点カメラの観測だけでは、どうしても盲点が生じる。これを補うため、自動車や市中の路面電車、屋内での移動ロボット等に搭載したカメラの映像を活用する技術基盤を開発する。
 - ・ 技術的には、不定期の更新での、定点カメラ映像との位置合わせ、画質合わせ、画像貼り合わせ等が解決すべき課題となる。交通事故発生時の多視点ドライブレコーダのような活用も検討できる。
- 事例(D)：ドローンによる自動車への遠隔地情報提供
 - ・ 自動車運転中に少し先の道路状況を事前に把握することは、迂回や休憩等を判断する上で非常に有益な情報となる。そこで、目的地周辺や経路途中の交通状況をドローンのカメラで観測し、自動車等へ映像として提供するシステムを開発する。
 - ・ 現場に行けない個人利用者のために、希望地域映像を代理取得・提供するサービスとしても展開できると同時に、警察や消防等の行政サービスにおいて、交通事故や火事などの緊急出動を支援するシステムとしても活用可能である。

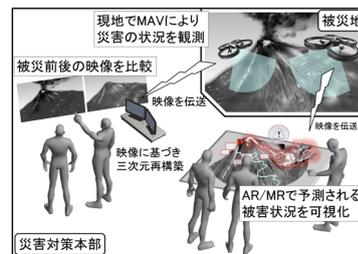


図 2 多数の UAV からの情報を集約し、行動計画の立案や緊急災害情報を提供する災害対策本部の例

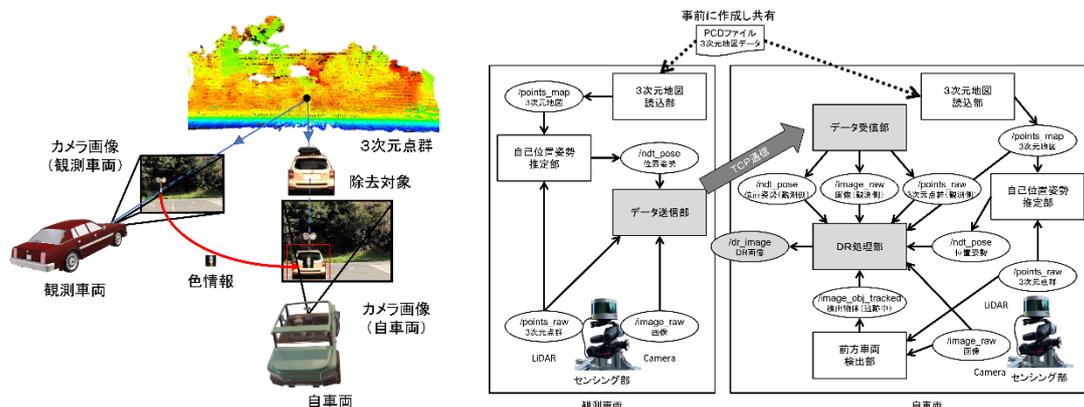
4. 研究成果

本研究によって得られた成果を列挙する。

(1) 隠消現実感技術に基づく安全運転支援システム

事例(A)として、移動体搭載カメラやセンサとして、自動車に搭載されたカメラおよびセンサを活用した応用事例の検討から着手した。近年, ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems, 先進運転支援システム) の開発が急速に進み, 数多くの自動車に ADAS を実現するためのカメラやセンサが搭載されるようになってきた。そこで, 車車間において車載センサから得られた情報を共有することで, 周辺車両などによって死角になる領域を隠消現実感 (Diminished Reality; DR) 技術によって可視化し, 安全運転に寄与できるシステムについて設計・実装を行った。今後は運転支援や限定的な自動運転機能を持つ自動車の開発が活発化すると予想されるため, そこで用いられるセンサや各種の処理を利用する形で, 前方車両や周辺車両による不可視領域を可視化する DR 機能の実現した。具体的には, 再利用性や分散環境への親和性を考慮して, ROS ベースの Autoware を採用し, DR 処理としては, 従来からある簡易的な Point-based Rendering 手法に基づいて不可視領域を可視化する。DR 処理の大きな流れは次のようになる (図 3)。

- ① Autoware の自己位置姿勢推定機能により事前に準備した 3 次元地図内での自車両と観測車両の位置姿勢を推定する。
- ② 観測車両に搭載したカメラで取得した画像に 3 次元地図上の不可視領域の点群を投影し,



(a) DR 処理のおおまかな流れ

(b) システム構成

図 3 DR 処理のおおまかな流れとシステム構成

点群とカメラ観測車両のカメラ画像の色情報を対応付ける。

- ③ **Autoware** の物体検出機能を利用し、自車両のカメラ画像内の除去対象を検出する。この範囲を除去対象領域と呼ぶ。
- ④ 除去対象領域に 3 次元地図の不可視領域の点群を投影し、手順(2)で得られた色情報をその投影箇所にも重畳描画することで DR 画像を生成する。

自車両の前方に車両があり、その車両によって死角領域が生じている状況を想定し、図 4 のような車両配置で開発したシステムにより死角領域の可視化ができるかを確認した。初期の実験では、まずは死角領域の可視化が可能かどうかを検証するために、2 台の車両に設置した計算機はルータを介して、有線の **Gigabit Ethernet** により通信することとした。死角領域の可視化結果の一部を図 5 に示す。

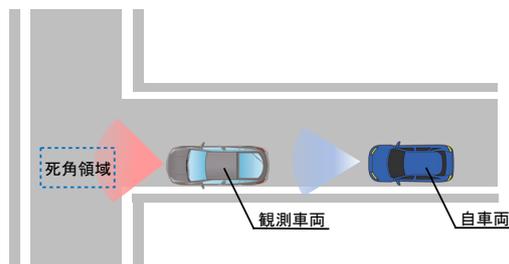


図 4 車両配置のイメージ

結果から、死角領域の可視化については実現可能なことが確認できたが、いくつかの課題が見つかった。まず、観測車両と自車両のカメラ画像を確認すると光学的なずれが生じている。この課題に関しては、使用するカメラの設定を調整することで解決できると考えた。また、開発したシステムの可視化方法では、車両を透過したことにより車両自体を認識できない可能性や、車両の位置関係によっては死角領域内に存在する歩行者の把握が困難な場合があった。そのため、可視化の際の表現法や移動物体を含めた死角領域の可視化手法の検討を別途、進めることとした。図 6(a)に、従来(図 5)の可視化表現と、(b)にブラー処理と半隠消表示を施した結果、(c)には(b)の処理に加えて死角領域の移動物体(人物)をモデル化して投影した結果を示す。半隠消表示を適用した結果(b)ではパッチ境界の目立ちを低減させ、除去対象と死角領域の両方を認識できるような表現ができていることがわかる。さらに、(c)の結果では、ブラー処理と半隠消表示に加え、移動物体モデルを投影することで移動物体を把握しやすい結果が得られていることがわかる。

さらに、研究を進める中で、急遽 NTT ドコモの 5G プレサービスを利用した実験を実施する機会が得られたため、LiDAR とカメラを追加導入し実験を実施した。前方車両によって生じる不可視領域の画像を前方車両に搭載したセンサを用いて取得し、5G プレサービス通信を介して自車両へと転送し、前方車両の領域に重畳描画することで不可視領域の可視化を実現した。これについては、5G の本サービス開始後、改めて実験を実施、解像度や画像の圧縮率などを調整することで、前方車両による不可視領域をリアルタイムで可視化するのに十分な通信性能を確認できることを確認した。

フレーム番号	305	306	307	308
可視化結果				
観測車両視点				

図 5 実験結果の一部

(a) 図 5 の可視化表現	(b) ブラー処理+半隠消表示	(c) (b)に移動物体のモデルを投影

図 6 可視化に際しての表現方法の検討結果

(2) 多層透視型映像体験システム

事例(C)として、複数の定点観測カメラと移動体搭載カメラの利用を念頭に、多層透視型映像体験システムの開発を行った。これは実在する物体を視覚的に隠蔽・消去する DR 技術の応用でもあり、体験者の視野(の一部)を遮蔽する建物等の障害物に対して、その向こうにある光景の映像を重畳表示ことで擬似的な透視機能を実現するシステムである。多層にわたる障害物を順次透過できるようなシステムの実現を目標とし、固定された視点位置から複数の層を順次透過する多層シースルー・モードと、体験者に擬似的な移動感覚を与え、不可視層の先に観測点を移動可能なムーブスルー・モードを設計・実装した。CG によって再現した大学キャンパス内を観測するシステムを構築するとともに、ROS (Robot Operating System) を利用したシステムへと拡張し、UAV によって指定した位置のライブ映像を取得する仕組みについて検討した。層の間の視点移動については、任意の視点からのライブ映像を、UAV を使ってリアルタイムに取得することは難しい。そこで、事前に環境を観測した情報から作成した仮想空間を介して、ライブ映像からいったん仮想空間の映像へと切り替えた後に、他の UAV を目的の観測位置に移動させ、仮想空間の映像からライブ映像に切り替えるという表現法を考案した。図 7 に、ライブ映像から仮想空間の映像へと切り替えた際の表示方法を示す。



図 7 ライブ映像から仮想空間映像への切り替え

(3) 映像通信フレームワークの基本アーキテクチャの概念設計

複数の事例研究から得られた知見や要素技術を基に、カメラや LiDAR などの多種多様なセンサによって実世界を観測し、得られた映像・データを共有した上で、それらを様々な形で高度利用したシステムを構築可能なアプリケーションフレームワークについて、その基本アーキテクチャの概念設計を行った。図 8 は、本フレームワークを使って、様々なアプリケーションを構築したイメージ図である。本フレームワークでは、自動車に搭載されたカメラや UAV による空撮映像、定点カメラによる映像などを収集、蓄積し、時間的にも空間的にも広がりを持つ映像データを、簡便に利用できるような共通化された仕組みを提供することを目指している。これを実現するためには、実世界データの観測、蓄積、検索、変換、加工など様々な機能が必要となる。これらの中から、蓄積、および検索の機能について検討した。フレームワークのその他の機能については、現在、『基盤研究(B)：時空間映像データの高度利用のための循環型フレームワークの構築』(2021 年度～2024 年度)として検討を進めている。

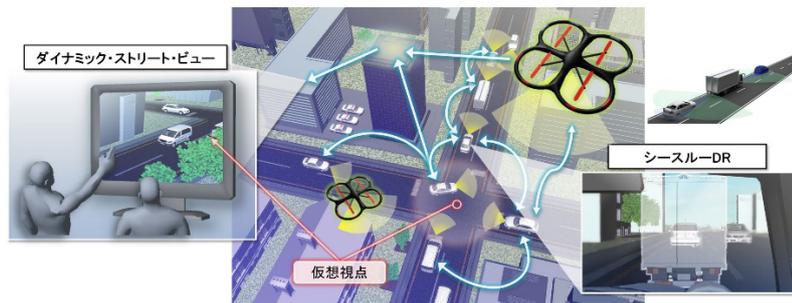


図 8 走行中の複数車両やドローン搭載のカメラ&センサ取得データを高度利用するイメージ

この基本アーキテクチャの概念設計を行った。図 8 は、本フレームワークを使って、様々なアプリケーションを構築したイメージ図である。本フレームワークでは、自動車に搭載されたカメラや UAV による空撮映像、定点カメラによる映像などを収集、蓄積し、時間的にも空間的にも広がりを持つ映像データを、簡便に利用できるような共通化された仕組みを提供することを目指している。これを実現するためには、実世界データの観測、蓄積、検索、変換、加工など様々な機能が必要となる。これらの中から、蓄積、および検索の機能について検討した。フレームワークのその他の機能については、現在、『基盤研究(B)：時空間映像データの高度利用のための循環型フレームワークの構築』(2021 年度～2024 年度)として検討を進めている。

(4) 光学透過型映像提示装置における影表現の検討

事例(A)を検討する過程において、新たな研究テーマとして、ヘッドアップディスプレイなどの光学透過型映像提示装置における影表現についての検討した。光学透過方式では、光を加算することしかできないという原理上、影の表現が不可能である。この課題に対して、減光機序に依らず影を表現する新たな試みとして、錯視を利用した手法についての検討を開始した。この研究テーマは、後に『挑戦的研究(萌芽)：光学シースルー型映像提示装置における減光機序に依拠しない影表現』(2019 年度～2020 年度)に採択され、その研究の中で、光学透過型映像提示装置を対象に実時間で影を描画する機構を実現した。

(5) その他

構想時(研究期間前)に出願した 2 件の特許を取得し、研究期間中に 1 件の特許を出願した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2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 山崎賢人, Guan Sikun, 松木輝, 木村朝子, 柴田史久	4. 巻 10
2. 論文標題 SIGMA Retriever: イメージベースモデリング・レンダリングのための検索機構の設計と実装	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ	6. 最初と最後の頁 16-27
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 山崎賢人, 岡原浩平, 木村朝子, 柴田史久	4. 巻 9
2. 論文標題 画像接合技術に基づく広視野画像のための隠消現実感達成法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 情報処理学会論文誌デジタルコンテンツ	6. 最初と最後の頁 34-42
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19件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 藤重秀斗, 若林優, 松室美紀, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法(4) ~ 半隠消表示法の拡張と評価 ~
3. 学会等名 電子情報通信学会 ITS研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西川卓, 松木輝, 山崎賢人, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 実世界観測による時空間映像データの高度利用 (3) 時空間映像データの低遅延な蓄積配信機構の設計と実装
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平松黎, 若林優, 佐々木俊希, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法(3) - 5G 環境下における性能評価実験 -
3. 学会等名 マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02021) シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎賢人, Guan Sikun, 松木輝, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 SIGMAフレームワークにおける時空間映像データの管理手法
3. 学会等名 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエーション(DCC)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Akira Matsuki, Tomonori Aritomi, Kento Yamazaki, Asako Kimura, Fumihisa Shibata
2. 発表標題 Design and implementation of data communication and compression methods in SIGMA framework
3. 学会等名 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kento Yamazaki, Tomonori Aritomi, Sikun Guan, Asako Kimura, Fumihisa Shibata
2. 発表標題 The SIGMA framework for managing spatiotemporal data acquired by various cameras and sensors
3. 学会等名 IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 若林優, 竹村岩朗, 平松黎, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法 (2) 移動物体を含む死角領域の可視化
3. 学会等名 第25回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平松黎, 有富友紀, 若林優, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 安全運転支援のための周辺車両の半隠消表示法 (1) 車車間通信モジュールの設計と実装
3. 学会等名 第25回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山崎賢人, 岡原浩平, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 画像接合型広視野映像に対する隠消現実達成法の検討
3. 学会等名 情報処理学会研究報告デジタルコンテンツクリエイション(DCC)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 有富友紀, 山崎賢人, Guan Sikun, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 実世界観測による時空間映像データの高度利用 (2) 位置姿勢推定機構と3次元再構成機構の機能設計
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山崎賢人, 有富友紀, Guan Sikun, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 実世界観測による時空間映像データの高度利用 (1) 基本アーキテクチャの概念設計と第1次システム試作
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 有富友紀, 竹村岩朗, 池田聖, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 自動運転ソフトウェアを活用した周辺車両の半隠消表示
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sei Ikeda, Iwao Takemura, Asako Kimura, Fumihisa Shibata
2. 発表標題 Diminished reality system based on open-source software for self-driving mobility
3. 学会等名 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2018) Adjunct (International Workshop on Comfort Intelligence with AR for Autonomous Vehicle) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kosuke Sugisaki, Hideyuki Tamura, Asako Kimura, Fumihisa Shibata
2. 発表標題 Design and implementation of multi-layered seeing-and-moving-through system
3. 学会等名 The 12th Asia Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality (APMAR 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹村岩朗, 池田聖, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 自動運転ソフトウェアを活用した死角領域の半隠消表示
3. 学会等名 第23回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 有富友紀, 竹村岩朗, 池田聖, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 自動運転ソフトウェアを活用した周辺車両の半隠消表示 - 物体検出モジュールによる半隠消候補領域の抽出 -
3. 学会等名 情報処理学会第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinnosuke Manabe, Sei Ikeda, Asako Kimura, Fumihisa Shibata
2. 発表標題 Casting virtual shadows based on brightness induction for optical see-through displays
3. 学会等名 the 25th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石橋朋果, 杉崎公亮, 和田充裕, 田村秀行, 木村朝子, 柴田史久
2. 発表標題 多層透視型映像体験システムの再設計とユーザインタフェースの検討
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平田遼太郎, 菊池裕太, 池田聖, 木村朝子, 田村秀行, 柴田史久
2. 発表標題 車載カメラ利用に適した映像通信フレームワーク (2) - 通信帯域を考慮した車列状況提示のための仮想視点移動映像生成法 -
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会複合現実感研究会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 飛翔体の地理座標推定装置、地理座標推定システム、地理座標推定方法、及びコンピュータプログラム	発明者 柴田史久, 池田聖	権利者 学校法人立命館
産業財産権の種類、番号 特許、特開2020-106919	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

立命館大学 情報理工学部 柴田研究室ホームページ http://www.rm2c.ise.ritsume.ac.jp/mclab/

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	田村 秀行 (Tamura Hideyuki) (10367998)	立命館大学・総合科学技術研究機構・教授 (34315)	
研究分担者	木村 朝子 (Kimura Asako) (20324832)	立命館大学・情報理工学部・教授 (34315)	

6. 研究組織（つづき）

	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	池田 聖 (Ikeda Sei) (40432596)	大阪大学・大学院基礎工学研究科・准教授 (14401)	変更： 2019年5月1日 (0) 立命館大学 (60,000) 大阪大学

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