

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16H02859

研究課題名（和文）身体投影学の確立による高齢者の手腕の操作範囲と制御能力の拡張

研究課題名（英文）Body Projection for Extending Hand Reach and Control Ability of Senior Citizens

研究代表者

佐藤 宏介（Sato, Kosuke）

大阪大学・基礎工学研究科・教授

研究者番号：90187188

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,000,000円

研究成果の概要（和文）：ラバーハンド錯覚を空間投影プロジェクタを用いた複合現実感技術に適用し、療養高齢者を利用者とする、手指3次元位置リアルタイム画像計測、指先トラッキング、ユーザ意図推定、手指リアルタイムCG合成表示ソフトウェア、視覚効果疑似触覚（Pseudo Haptics）ソフトウェアの開発、プロジェクションマッピング装置、広角投影装置、手指触覚刺激多自由度物理機械的触覚刺激装置を開発した。車椅子搭載型装置、ベッドサイド装置の実証試作機を開発し、振戦者、療養中高齢者を想定した手腕の操作範囲と制御能力を生活空間で拡張できる身体投影学の構成論を確立し、身体投影時の身体所有感と身体接触感、共有存在感を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

政府ムーンショット型研究開発制度目標「人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現」の「1つのタスクに対して1人で10体以上のアバターをアバター1体の場合と同等の速度、精度で操作できる技術を開発し、その運用等に必要な基盤を構築する。」と「望む人は誰でも特定のタスクに対して身体的能力、認知能力及び知覚能力を強化できる技術を開発し、社会通念を踏まえた新しい生活様式を提案する。」に対して学術的かつ社会実装に直接適用可能な成果であり、関連ソフトを公開した。Society 5.0時代に高齢者、療養者、車椅子利用者が先行して自由自在な活躍空間と能力拡張へ提供可能なサイバー身体所有感の知見を得た。

研究成果の概要（英文）：Applying the rubber-hand illusion to mixed reality technology using a space projection projector, with the elderly as a user, real-time image measurement of finger 3D position, fingertip tracking, user intention estimation, finger real-time CG representation software, We have developed Pseudo Haptics software by visual effects, a projection mapping device, a wide-angle projection device, and a multi-DoF physical mechanical tactile stimulator. Constructing wheelchair onboard devices and a bedside device demonstrator, establishing a constructive theory of body projection that can expand the range of operation and control of their hands and arms in the living space, assuming the elderly who have tremor or are undergoing medical treatment Then, he discovered the psychological knowledge on the feeling of body ownership to projected their body.

研究分野：複合現実感

キーワード：投影型複合現実感 オグメンティッド・ヒューマン 身体拡張 スマート車椅子 療養者向け遠隔対話システム

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

寝たきり高齢者や病床者等の重度ユーザを対象とした支援機器の研究開発は注力されてきているが、デジタル IT 環境へのアクセスにおいては、独立キーのキーボード押下から、「可触性」が悪いタブレット機器へのスクリーンタッチに切り替わり、手が震える高齢者・障がい者を有する者にとっては、逆にアクセス性が極端に悪化してきている。高齢者全体人口が急増する我が国においては、筋力が落ちただけのライトな高齢者の人口も大幅に増加し、幅広く一般ユーザも含めたユニバーサルデザインの観点からも、手が届かない 10 フィート環境中の対象と、手が届いても手が揺れて正確にタッチできない対象を、さらに実在しないサイバー仮想物体まで、シームレスに「可触化」する新たなライフ環境の創造が、一気解決するイノベーションの創発が当初の背景であった。

その後、令和 2 年 1 月、政府の総合科学技術・イノベーション会議と関係省庁が一体となって推進する「ムーンショット型研究開発制度」のムーンショット目標 1 「2050 年までに、人が身体、脳、空間、時間の制約から解放された社会を実現」を目指す社会として、1) 「人の能力拡張により、若者から高齢者までを含む様々な年齢や背景、価値観を持つ人々が多様なライフスタイルを追求できる社会を実現する。」、2) 「サイバネティック・アバターの活用によってネットワークを介した国際的なコラボレーションを可能にするためのプラットフォームを開発し、様々な企業、組織及び個人が参加した新しいビジネスを実現する。」が掲げられ、本課題の目的意識と完全に一致することとなり、本課題の成果が学術的、実応用的の両方の観点から直接貢献できるものとなった。

### 2. 研究の目的

人工の身体を自身の身体と混同してしまうラバーハンド錯覚を映像投影型の複合現実感技術に適用し、手腕のインタラクティブ CG 映像を生活空間に投影することで、自身の手腕はそのままに、意識される手腕があたかも伸展したかのように一人称感覚（所有者）、二人称（空間共有者）で知覚（存在感、身体所有感、身体操作感、身体接続感、接触感、凹凸質感認知など）の生起性の確認と限界条件の解析が目的である。それに加えて、手腕の視触覚マルチモーダルフィードバックの知覚の解明から、新たな映像投影型複合現実感空間を創造し、遠隔空間、サイバー空間などのシームレスな接続を図る「身体投影学」の創発を目的である。それにより、手が伸ばせない高齢者や車椅子利用者を想定し、手腕のリーチ可能範囲、運動制御能力、手振り表現能力を健常者以上に拡大する複合現実プレゼンスを創成する。健常者のスマートリビング応用だけでなく、手指運動に障がい者を有する者の振戦（ふるえ）を抑制できる、身体操作の意図の機械認識に基づく機器制御、身体制御、個人適応の手法を開発し、ユニバーサルデザインとして万人に有益となる Society 5.0 時代の手腕コミュニケーション支援環境を実現する。オーグメンティド・ヒューマンの福祉分野への学術展開に留まらず、ネットワークで実空間、サイバー空間を行き来、共有するライフ支援環境システムのイノベーション創出を目指す。

### 3. 研究の方法

座位ユーザの各指押下力と体動の同時計測と、触った印象を指先に誘導するハプティック提示、ユーザのライフ環境中に手腕映像提示が連携する身体像投影技術の実現を目指し、研究を次の 3 段階に整理し遂行した。

- (1) 指先の画像計測、指の押下状況の計測に基づく触動作計測・推定、投影型身体拡張における機器面、心理面の検討要素とそれら重要度の分類（平成 28 年度～）。
- (2) 指先による触覚入力、触覚出力が同時可能な触覚（ハプティック）要素の解明と投影バーチャルハンドの防振アルゴリズム、触覚フィードバックアルゴリズムの開発（平成 29 年度～）。
- (3) 統合システム実証。投影バーチャルハンドの映像効果による疑似触覚を含めたユーザビリティ検証とアプリケーションとして、ブラウザのみで動作可能なクラウド型投影バーチャルハンドを用いた遠隔競技カルタシステムを構築し、研究組織間（大阪大学～奈良女子大学間）での遠隔競技カルタの実施。（平成 30 年度～平成 31 年度繰越）

### 4. 研究成果

(1) 振戦者の投影型身体拡張（身体制御能力向上：振戦抑制）：人工の身体を自身の身体と混同してしまうラバーハンド錯覚を各種プロジェクタを用いて映像投影する複合現実感技術の検証機を構築し、手に振戦（ふるえ）のある者のキーボードのタイピングタスクを想定し、机上投影型プロジェクタが実キーボード上に直接投影し、手指の 3 次元位置のリアルタイム画像計測を行い、指先をトラッキングすることで、ユーザが意図するキーボードのキーを推測し、実キーの割当を動的に制御する入力モジュールシステムの構築と振戦を模擬した被験者の心理実験から、キータ

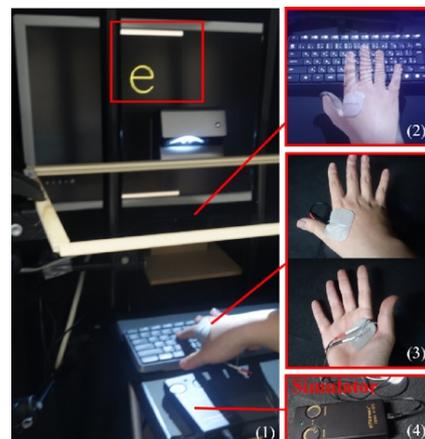


図 振戦ある実手と制御仮想手の CG 像との光学重畳

イピングデスクワーク作業の機能向上の知見が得られ、振動抑制制御の特性に応じて、タスク達成度が変化している様子を確認できた。

この知見に基づき投影モジュールを改良し、仮想手のCG表示ソフトウェアの実装から、下向きに天吊平置された液晶モニタディスプレイ、実キーボードを仮想化する机上投影型プロジェクタ、中間面にハーフミラーを並行配置する2層型光学シースルー複合現実感表示系で構成した振戦抑制システムとしてのオーグメンティッドヒューマン型デスクワーク環境とリビング空間型投影バーチャルハンド操作環境の2種のシステムを構築し、それぞれ振戦があってもタイピングタスク、空間指差しポインティングタスクとも高いユーザビリティ（低い誤入力率、短いタスク完了時間他）となったことを確認した。

振戦ある実手と安定化制御された仮想手の簡易CG像とを実空間の物理物体のように隠蔽重畳（手が対象物体より前景に位置し、手が下部の対象物体の見えを隠蔽する）ではなく、仮想手のCG像が透明重畳され、両者が同時に視認できるという条件においても、操作者は自らの実手の方ではなく、手としてのCG再現品質が低くても、脳の運動指示と合致する安定化された仮想手の簡易CG像の方に身体所有意識が移り、仮想手の方に対して身体所有感が移る現象が発見された。この心理学的知見と振戦安定化は、以下の内外それぞれの学術雑誌の論文賞として高い学術的評価を得た。

- Grand Prize for The 2017 IEEE Access Best Multimedia Contest (Part 1) (Kai Wang, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato, "Supporting Trembling Hand Typing Using Optical See-Through Mixed Reality," IEEE Access, Vol. 5, pp. 10700-10708, 2017). (受賞年月日:2018年1月11日)
- 日本バーチャルリアリティ学会論文賞 (Kai Wang, Noriko Takemura, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato, "A Typing Assist System Considering Involuntary Hand Tremor," Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, Vol. 21, No. 2, pp. 227-233, 2016. (受賞年月日:2017年9月28日))

(2) 車椅子利用者の投影型身体拡張（身体範囲拡張）：手が伸ばせない高齢者や車椅子利用者を想定し、電動車椅子に小型プロジェクタとパンチルト偏角2軸ミラーを組み合わせ、手腕のインタラクティブにCG合成像としてレンダリングし、空間内を広角に投影可能なバーチャルハンドとして、車椅子利用者の一人称視点だけでなく、車椅子生活空間を共有する他者（二人称視点：介助者、第三者等）にも同時に視認でき、共有コミュニケーションを可能とする機能を備えたスマート電動車椅子システムを試作した。自身の手腕があたかも伸展し、床や壁の対象を指し示すことができる、投影型のオーグメンティッドヒューマン型モビリティ環境を世界に先駆けた実装となった。これにより、一人称視点と二人称視点の両者が一致する違和感ないプレゼンス感を与える投影スケール、投影座標変位他の限界条件が解明できた。

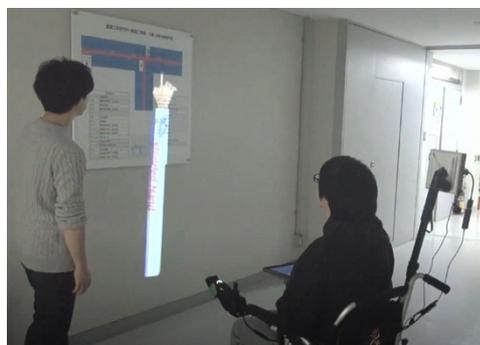


図 車椅子搭載投影バーチャルハンド

スティック操作型の電動車椅子をプラットフォームにし、単一のタブレット入力画面に自然に五指を載せるタッチ操作だけで、各指の相対位置、指押下度合いのを機械学習により、車椅子移動操作と投影バーチャルハンド操作とを自動切り替え可能な機能を開発し、小型プロジェクタとパンチルトミラー制御による広角投影機能を有するプロジェクタを搭載することで、搭載電源のみで外部電源や外部制御を必要としない完全自律型のスマート電動車椅子の試作1号機を開発した。拡張手を床につけて車椅子自体を移動・旋回する、壁に沿って「手繰りで進む」というメンタルモデルをアンカリングされた投影バーチャルハンドを、より運動旋回性能の高いオムニホイール前輪型デジタル入力電動車椅子をプラットフォームに適用した試作2号機を開発し、新規なオーグメンティッドヒューマン型モビリティの移動操作系を構築した。

(3) 投影型身体拡張における身体所有感の解明（（身体操作能力拡張）：投影バーチャルハンドの入力操作はスマートフォンやタブレットを用いたシステムを利用するが、投影バーチャルハンドの視覚情報しか得られず、(1)(2)の操作においては自分の手で得られる感覚（身体所有感、Body Ownership）には数十分の体験時間が必要であることが心理実験で明らかとなり、それを短時間化するため各種の触覚フィードバックを組み合わせた。バーチャルハンドの投影系、伝送系、

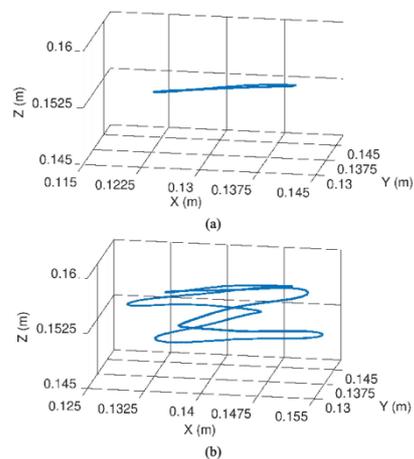


図 振戦(下)の安定化(上)



図 開発したクラウド型投影バーチャルハンドアプリケーション

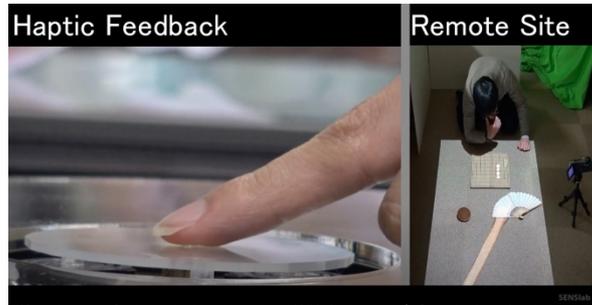


図 遠隔身体所有感向上触覚フィードバック

入力系をモジュール分離し、それぞれ独立の機器スケーラビリティを担保するため、操作する側の手（右手）ではなく非操作手（左手）に触覚フィードバックを付与するという実世界でありえない変則方式を試み、非操作手に触覚フィードバックの呈示に関して、投影バーチャルハンドに対する身体所有感や運動主体感を向上させる要因の心理的本質を明らかにでき、投影バーチャルハンドの身体所有感を向上させることに成功した。また、投影バーチャルハンドの表示形式は触覚フィードバックを付与する方の手、左手なら左肩のあるユーザ左方から投影することが身体所有感を向上させることも判明した。

投影バーチャルハンドが実空間の物体上に投影されている時、あたかもその物体に触っているかのような感覚（接触感）を生起させられるかを、6種類の視覚効果（段差で投影バーチャルハンドの指先が震える等）を実装した。2種の被験者実験から、数種の視覚効果が接触感を生起させることに成功し、特殊なハードウェアを必要とせずソフトウェアのみで利用者に触覚を有効に呈示できるという、将来の実応用時でのシステム実装における高い有用性が確認できた。

図 研究成果ソフトウェアの一般配布用ホームページ  
<https://www.extendedhand.net/>

(4) 遠隔空間共有における投影型身体拡張（身体範囲拡張。遠隔空間共有【テレイグジスタンス】）：拡張手のITプラットフォームネイティブアプリケーションとクラウド型インターネット上のブラウザアプリケーションを展開、汎用化し、専用ホームページにて一般公開した。これにより、オーグメンティド・ヒューマンの福祉分野への学術展開に留まらず、誰でもいつでもブラウザさえあれば、同時複数人でユニバーサルかつ遠隔地間の手腕コミュニケーション支援環境を利用できるオープンリサーチ型社学連携の仕組みを整えた。投影バーチャルハンドの操作は、移動、手先回転、指曲、指差、把持などを可能とし、インターネットを介して複数台のスマホ、タブレットで複数の手の像を同時操作できる環境を整備し、それをを用いた被験者実験から、投影バーチャルハンドの侵入時配置制御、ユーザ身体との空間接続性、動きとサイズに関する多くの知見を得た。目前のミーティングテーブルではなく、ユーザとの空間接続性が保たれない離れた壁へバーチャルハンドを投影するような状況においても、投影位置とサイズに関する被験者実験を行い、右手モデルの場合は投影範囲外の右下から投影ハンドを出現するように設定すべき等の設計ガイドラインを得た。さらに、実手の代わりに投影バーチャルハンドで実環境中のIoT機器の操作にも使用できるようなホーム家電とリンク機能の実装し、制御性を確認した。

また、投影バーチャルハンドの身体所有感の生起しやすさについて、バーチャルハンドとポインタ（矢印型表示やドット表示）との間の有意差の存在の有無について調査を行い、輪郭だけの掌、アイコングラフィクスだけのように抽象化されたものであっても、手あるいは掌というアフォーダンスある身体所有感に重要である知見が得られた。そのため、レーザポインタモジュールに掌を固定的に結像するホログラムパターンを組み合わせたような簡易な小型プロジェクション、空間距離に基づく一次元の触覚フィードバックであっても、ミニマルデザインとして遠隔コミュニケーションの存在感を高めることを明らかにした。



図 複数ユーザ遠隔会議システム

さらに、これら技術、知見の Society 5.0 への応用可能性を検証するため、ブラウザのみで動作可能な遠隔競技カルタシステムを構築し、研究組織間（大阪大学～奈良女子大学間）での遠隔競技カルタを実施した。これまで、同一空間で利用者が会合し、それぞれの手を合わせる必要のあるゲームにおいても、ネットワークを介し遠隔地に投影バーチャルハンドを有するサイバネティック・アバターの活用によって、人が身体と空間の制約から解放されたコミュニケーションを可能にするためのプラットフォームが開発でき、様々な個人が参加できる新しい生活空間への展開性を実証した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Asai Yuki, Enomoto Ryuichi, Ueda Yuta, Iwai Daisuke, Sato Kosuke	4. 巻 139
2. 論文標題 Virtual Hand Representation and Motion Control for Smart Wheelchair with Touch-Based Extended Hand Projection	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems	6. 最初と最後の頁 662~669
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejieiss.139.662	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 Kai Wang, Haruka Matsukura, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato	4. 巻 6-1
2. 論文標題 Stabilizing Graphically Extended Hand for Hand Tremors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 28838-28847
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2018.2840101	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 Iwai Daisuke, Matsukage Ryo, Aoyama Sota, Kikukawa Tsuyoshi, Sato Kosuke	4. 巻 6
2. 論文標題 Geometrically Consistent Projection-Based Tabletop Sharing for Remote Collaboration	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 6293 ~ 6302
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2017.2781699	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 Wang Kai, Iwai Daisuke, Sato Kosuke	4. 巻 5
2. 論文標題 Supporting Trembling Hand Typing Using Optical See-Through Mixed Reality	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 10700 ~ 10708
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/ACCESS.2017.2711058	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 Kai Wang, Noriko Takemura, Daisuke Iwai, Kosuke Sato	4. 巻 21-2
2. 論文標題 A Typing Assist System Considering Involuntary Hand Tremor	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Transactions of the Virtual Reality Society of Japan	6. 最初と最後の頁 227-233
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.21.2_227	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26件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Naruki Tanabe, Yushi Sato, Kohei Morita, Michiya Inagaki, Yuichi Fujino, Parinya Punpongsonon, Haruka Matsukura, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato
2. 発表標題 fARFEEL: Providing Haptic Sensation of Touched Objects using Visuo-Haptic Feedback
3. 学会等名 IEEE VR 2019 Demonstrations, pp.1355-1356 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yushi Sato, Naruki Tanabe, Kohei Morita, Takefumi Hiraki, Parinya Punpongsonon, Haruka Matsukura, Daisuke Iwai, Kosuke Sato
2. 発表標題 Pseudo-Haptic Feedback in a Projected Virtual Hand for Tactile Perception of Textures
3. 学会等名 IEEE World Haptics Conference 2019, WP1P.09 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yushi Sato, Naruki Tanabe, Kohei Morita, Takefumi Hiraki, Parinya Punpongsonon, Haruka Matsukura, Daisuke Iwai, Kosuke Sato
2. 発表標題 Pseudo-Haptic Feedback in a Projected Virtual Hand for Tactile Perception of Textures
3. 学会等名 IEEE World Haptics Conference 2019, DM2.09 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tatsuyuki Ueda, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato
2 . 発表標題 IlluminatedFocus: Vision Augmentation using Spatial Defocusing
3 . 学会等名 ACM SIGGRAPH Asia 2019 Emerging Technologies, pp. 21-22 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Naruki Tanabe, Yuki Asai, Ryuichi Enomoto, Haruka Matsukura, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato
2 . 発表標題 Haptic Feedback to Non-Manipulating Hand in Manipulating Virtual Hand
3 . 学会等名 IEEE Haptics Symposium 2018 Demonstrations, p.125 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 uta Ueda, Yuki Asai, Ryuichi Enomoto, Kai Wang, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato
2 . 発表標題 Body Cyberization by Spatial Augmented Reality for Reaching Unreachable World
3 . 学会等名 8th Augmented Human International Conference, pp. 19:1-19:9 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Ryo Shirono, Daisuke Iwai, Kosuke Sato
2 . 発表標題 Ambient Image Sensing Using Saccadic Suppression
3 . 学会等名 ASIAGRAPH 2017, pp. 43-44 ( 国際学会 )
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤優志, 平木剛史, 田辺育暉, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 投影バーチャルハンドインタフェースへの疑似触覚の適用に関する一考察
3. 学会等名 第60回 複合現実感研究会(SIG-MR), pp.3-4
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊あきら, 稲垣理也, 平木剛史, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 療養者向け手腕投影システムにおける抽象投影と力覚呈示
3. 学会等名 第64回システム制御情報学会研究発表講演会 pp.925-927
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤優志
2. 発表標題 バーチャルハンドのPseudo-Haptic Feedbackによる材質感呈示手法
3. 学会等名 第8回サイエンス・インカレ研究発表会, 47, p.53
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤優志, 田辺育暉, 森田耕平, ブンボンサノンパリンヤ, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 投影バーチャルハンドにおける疑似触覚フォードバックによる接触感呈示
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会, pp.1371-1378
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 森田耕平, 田辺育暉, 佐藤優志, プンサノン パリンヤ, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 頭部方向を用いた投影型拡張仮想手の操作範囲の拡張
3. 学会等名 第63回システム制御情報学会, pp.1375-138
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松井孝太
2. 発表標題 バーチャルハンド視覚効果による疑似触覚フードバック
3. 学会等名 第8回サイエンス・インカレ研究発表会, 39, p.45
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本理帆, 佐藤真生, 才脇直樹, 榎本龍一, 浅井唯貴, 上田雄太, 佐藤宏介
2. 発表標題 Extended Handを拡張した遠隔競技カルタシステムの構築
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講演論文集(SCI'19), pp.1316-1317
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松井孝太, 佐藤宏介, 岩井大輔
2. 発表標題 バーチャルハンドの視覚効果による操作者への疑似触覚フィードバック
3. 学会等名 第19回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, pp.377-380
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本理帆, 佐藤真生, 菊川 剛, 榎本龍一, 才脇直樹, 佐藤宏介
2. 発表標題 Extended Hand を拡張した遠隔カルタ競技システムの構築
3. 学会等名 報処理学会ヒューマン情報処理研究会(HIP), 5月21-22日
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田辺育暉, 浅井唯貴, 榎本龍一, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 仮想手操作における非操作手への触覚呈示手法の検討
3. 学会等名 情報処理学会インタラクション2018論文集, pp. 785-790
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 浅井唯貴, 上田雄太, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 拡張身体投影システムを搭載したスマート車椅子
3. 学会等名 情報処理学会アクセシビリティ研究会第三回研究会, Vol.2017-AAC-3 No.14.
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 青木亮磨, 浅井唯貴, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 手モーションキャプチャ装置 Leap Motion を用いた拡張仮想手のモーション制御に関する研究
3. 学会等名 平成30年電気学会全国大会論文集, 2018-03-05, 3-128
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田辺育暉, 浅井唯貴, 榎本龍一, 上田雄太, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 身体拡張インタフェースにおける非操作手への触覚呈示機構に関する研究
3. 学会等名 第61回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集(SCI'17), 142-5
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 菊川剛, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 バーチャルハンドを投影するテレプレゼンスロボット
3. 学会等名 第61回システム制御情報学会研究発表講演会講演論文集(SCI'17), 132-4
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuta Ueda, Yuki Asai, Ryuichi Enomoto, Kai Wang, Daisuke Iwai, Kosuke Sato
2. 発表標題 Body Cyberization by Spatial Augmented Reality for Reaching Unreachable World
3. 学会等名 8th Augmented Human International Conference, 19:1-19:9 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuki Asai, Yuta Ueda, Ryuichi Enomoto, Daisuke Iwai, Kosuke Sato
2. 発表標題 ExtendedHand on Wheelchair
3. 学会等名 29th ACM User Interface Software and Technology Symposium, pp. 147-148 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 浅井唯貴, 上田雄太., 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 拡張身体投影システムを搭載したスマート車椅子
3. 学会等名 情報処理学会アクセシビリティ研究会第三回研究会, Vol. 2017-AAC-3. No. 14
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 榎本龍一, 上田雄太, 新明拓也, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 バーチャルハンド混在環境における自ハンドの識別と所有感覚
3. 学会等名 第60回システム制御情報学会研究講演発表会論文集(SCI'16), 325-2
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 浅井唯貴, 上田雄太, 岩井大輔, 佐藤宏介
2. 発表標題 投影バーチャルハンドを有するスマート車椅子
3. 学会等名 第60回システム制御情報学会研究講演発表会論文集(SCI'16), 325-1
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>Grand Prize for The 2017 IEEE Access Best Multimedia Contest (Part 1): Kai Wang, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato, Supporting Trembling Hand Typing Using Optical See-Through Mixed Reality, IEEE Access, Vol. 5, pp. 10700-10708, 2017. (受賞日:2018年1月11日) 日本バーチャルリアリティ学会論文賞</p> <p>Kai Wang, Noriko Takemura, Daisuke Iwai, and Kosuke Sato, A Typing Assist System Considering Involuntary Hand Tremor, Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, Vol. 21, No. 2, pp. 227-233, 2016. (受賞日:2017年9月28日) ・学会賞奨励賞 佐藤優志, 田辺育暉, 森田耕平, ブンボンサノンパリンヤ, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介, 投影バーチャルハンドにおける疑似触覚フィードバックによる接触感呈示, 第63回システム制御情報学会研究発表講演会(2019年5月発表)(受賞日:2020年5月21日). ・SCI学生発表賞 佐藤優志, 田辺育暉, 森田耕平, ブンボンサノンパリンヤ, 松倉悠, 岩井大輔, 佐藤宏介, 投影バーチャルハンドの疑似触覚フィードバックによる接触感呈示, 第63回システム制御情報学会研究発表講演会, 1371-1378, 2019(受賞日:2019年5月24日). ・SCI学生発表賞 榎本龍一, 上田雄太, 新明拓也, 岩井大輔, 佐藤宏介, バーチャルハンド混在環境における自ハンドの識別と所有感覚, 第60回システム制御情報学会研究, 325-2, 2016) (受賞日:2016年5月27日)</p> <p>投影型拡張手「ExtendedHand」ソフトウェア公開用HP <a href="http://www.extendedhand.net/">http://www.extendedhand.net/</a> 研究活動紹介HP <a href="http://www-sens.sys.es.osaka-u.ac.jp/">http://www-sens.sys.es.osaka-u.ac.jp/</a></p>
---

## 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	才脇 直樹  (Saiwaki Naoki)  (20252637)	奈良女子大学・生活環境科学系・教授    (14602)	
研究 分担者	岩井 大輔  (Iwai Daisuke)  (90504837)	大阪大学・基礎工学研究科・准教授    (14401)	
研究 協力者	松倉 悠  (Matsukura Haruka)	バーチャルハンド・基礎工学研究科・助教    (14401)	
研究 協力者	ブンボンサノン パリンヤ  (Punpongsanon Parinya)	バーチャルハンド・基礎工学研究科・助教    (14401)	