

令和 6 年 5 月 28 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K21801

研究課題名（和文）視覚と体性感覚の統合における身体の見た目の影響の解明とその活用

研究課題名（英文）Elucidation of the influence of body appearance in the integration of vision and proprioception and its application

研究代表者

鳴海 拓志（Narumi, Takuji）

東京大学・大学院情報理工学系研究科・准教授

研究者番号：70614353

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、バーチャルリアリティ（VR）においてアバタの見かけの抽象度が視覚と体性感覚のずれの検出閾値に影響することを初めて報告し、身体の外見が視覚と体性感覚の多感覚統合を変化させるメカニズムを探索する研究を展開した。得られた知見を活用し、多感覚統合を考慮してVRで直観的かつ精度の良い操作を可能にする手法として、異なる特性を持った手アバタをVR環境に複数配置し、それらを視線で切り替えて操作する手法を提案した。提案手法について、作業領域に応じてサイズ、外見、移動ゲイン等の異なる手アバタを使い分けることで作業効率や精度が向上することを示唆し、その有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、視覚を通じて知る手の位置と体性感覚を通じて知る手の位置を統合して尤もらしい身体位置を推定する多感覚統合の過程において、身体の見かけという位置とは関係のない情報が視覚と体性感覚の統合のされ方に影響することをバーチャルリアリティを使った実験によって世界で初めて示し、それが身体所有感ではなく身体姿勢情報の尤度を介して身体定位に影響するためであることを示唆し、身体知覚研究に新たな知見を提供した点にある。さらに、この知見を活かして、さまざまな産業で活用が広がっているバーチャルリアリティ向けに直観的かつ作業精度の高い新たなユーザインタフェースを提案した点で社会的意義も高い。

研究成果の概要（英文）：In this study, we report for the first time that the anthropomorphism of avatars in virtual reality (VR) affects the threshold for detecting the misalignment of visual and proprioceptive senses, and explore the mechanism by which body appearance changes the multisensory integration of vision and proprioception. Utilizing the obtained knowledge, we proposed a method that places multiple hand avatars with different characteristics in a virtual environment and switches between them with the gaze, as a method that enables intuitive and accurate object manipulation in VR, taking multisensory integration into consideration. The effectiveness of the proposed method is demonstrated by suggesting that efficiency and accuracy of object manipulation can be improved by using different hand avatars with different sizes, appearances, movement gains, etc. depending on the work area.

研究分野：バーチャルリアリティ

キーワード：バーチャルリアリティ 多感覚統合 アバタ 身体所有感 行為主体感

1. 研究開始当初の背景

バーチャルリアリティ(VR)では多感覚統合の際に視覚が優位となる特性(視覚優位)を活用する技術が多く利用される。代表例が、実際のユーザの姿勢(体性感覚)とアバタの姿勢(視覚)を意図的にずらすことで体性感覚を視覚で上書きし、体性感覚から知覚される重さ・形状等の触力覚を視覚に従う方向に変化させる手法(Pseudo-haptics)である。この手法は視覚表現のみで多様な触力覚が表現できる利点がある。一方、触力覚の提示強度を高めるには視覚を実際の体性感覚から大きくずらす必要があるが、ずれが意識に上ると違和感が支配的になるため、提示可能な触力覚の強度に制約がある。これを打破するには、視覚優位での多感覚統合を促進し、ずれへの感度を下げる(閾値を高める)必要がある。他方、遠隔医療等を扱うテレプレゼンスでの精密な遠隔操作には、ユーザが実身体と遠隔地のアバタ(遠隔ロボット)の姿勢のずれに敏感である方が良い。この支援には多感覚統合の抑制が必要である。このように視覚と体性感覚の統合を促進/抑制する手法は多分野で求められているものの未踏の課題である。

これに対し本研究では、視覚と体性感覚の統合に影響を与えると考えられてこなかった身体の見た目に着目する。申請者はVRで実身体と異なるサイズのアバタを操ると物体の大きさ知覚が変化するというBody-based Scaling(BBS)を検証し、アバタの見た目が実体に近い場合BBSの効果が強く、実体から離れ抽象度が高い場合(手を板で表示等)効果が消えることを示した(Ogawa et al., 2019)。この結果は、アバタの見た目の抽象度が高い場合、視覚で得られる身体情報の信頼度が低下し、身体が空間知覚を再校正する効果が低下したためと考察される。この、アバタの見た目が視覚で得られる身体情報の信頼度に影響するという知見を視覚と体性感覚の統合に適用した場合、アバタの見た目に応じて視覚から得られる身体姿勢情報の信頼度が変化するために、見た目が実体に近い(抽象度が低い)ほど視覚優位が強く働き、視覚と体性感覚のずれに気づきにくいという仮説を立てた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、VRで自らが操るアバタの見た目を変化させる実験系を駆使し、身体の見た目が視覚と体性感覚の多感覚統合に与える影響とそのメカニズムを明らかにすることである。この知見を応用し、VRにおけるアバタや遠隔操作におけるロボット等、実身体の代替となる身体の見た目を制御することで、多感覚統合を促進もしくは抑制する手法を確立し、VRや遠隔作業における作業支援・作業効率向上を図る。

3. 研究の方法

本研究では、先に述べた仮説に基づいて、(i)アバタの見た目の変化による視覚と体性感覚の統合の閾値の変化の検証、(ii)アバタの見た目が多感覚統合に影響するメカニズムの検証、(iii)多感覚統合を促進/抑制するアバタ設計法の確立と応用での効果検証に取り組んだ。

4. 研究成果

(i) アバタの見た目の変化による視覚と体性感覚の統合の閾値の変化の検証

VRでアバタの見た目を変化させた際の、視覚と体性感覚の多感覚統合の閾値変化を定量化する実験をおこなった。具体的には、VR環境で目標位置まで手を運ぶリーチングタスクをおこなわせる際、実際の手の軌道に補正をかけて左右にずらした軌道をアバタの運動として表示し、階段法により視覚と体性感覚のずれに気づかなくなる閾値を求めた(図1)。アバタの見た目には、人らしい見かけの手(抽象度低:図2(a))と球状のポインタ(抽象度高:図2(b))を使用した。その結果、体の中心軸に近づく方向のずれに関しては身体の見た目による閾値への影響が見られなかったものの、体の中心軸から遠ざかる方向のずれに関しては身体の見た目がリアルなほど閾値が大きくなり、ずれに気づきにくいことが示された。なお、方向による結果の差違はペリパーソナルスペースや身体構造等の影響による可能性がある。この結果はIEEE TVCGで報告され、身体の見かけの抽象度が視覚と体性感覚の多感覚統合に影響することを初めて報告した論文となった。

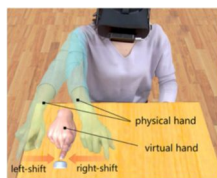


図1 実験系

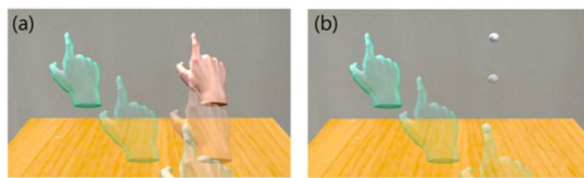


図2 実験で用いた2種類の手の見た目

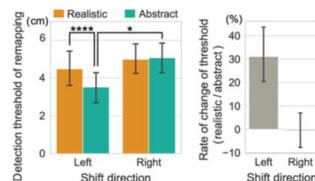


図3 動きのずれの検出閾値

同様に、身体のレンダリング手法(写実,アニメ調,白黒等)が多感覚統合や身体所有感に与

える影響について調査した。VR 環境ではさまざまなレンダリングスタイル（フォトリアル、アニメ調、モノクロ等）が用いられる。アバタは CG 調で環境はフォトリアル、アバタは半透明で環境はアニメ調、アバタも環境もモノクロ等、現在流通している VR コンテンツでも多様なレンダリングスタイルの組み合わせが用いられている。これまでアバタのレンダリングスタイル単体を取り出して身体所有感やプレゼンスに与える影響は調べられてきたものの、アバタと環境のレンダリングスタイルに相互作用があるかは未知であった。そこで、アバタと環境のレンダリングスタイルの組み合わせによって身体所有感や空間知覚が変化しうるか、アバタと環境のレンダリングスタイルが相互作用するかを、バーチャルハンドと環境の両方のレンダリングスタイル（図 4）を考慮した 3x3 混合計画のリモート VR 実験（N=128）を行って調べた。身体所有感の観点からは身体のレンダリング手法が写実的でリアルなほど自分の身体である感覚が高まって視覚的影響が強まることが想定されたが、実際にはそれほど大きな影響はみられなかった。また、身体と環境のレンダリング手法が一致している場合と、身体は写実で環境はアニメ調などレンダリング手法が一致していない場合に、そうした効果が異なるか（身体のレンダリング手法と環境のレンダリング手法の相互作用）についても検証したが、相互作用は見られず、身体の実表示は環境と独立して検討して良いことを明らかにした。それにもかかわらず、フォトリアリスティックにレンダリングされたバーチャル環境ほど強いプレゼンスを与えることが示された。この研究では、比較的大規模な対照実験を行ったことで、これまで証拠が一貫していなかった身体と環境のフォトリアリズムがそれぞれ身体所有感とプレゼンスに及ぼす独立した効果について信頼できる知見を示すことができた。

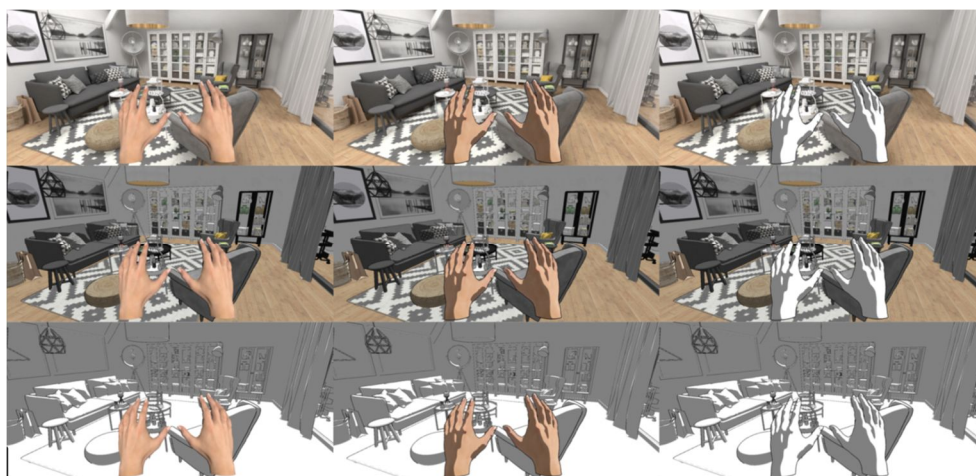


図 4 手と環境のレンダリング手法の組み合わせ（リアル、トゥーン、スケッチ）

(ii) アバタの見た目が多感覚統合に影響するメカニズムの検証

アバタの見た目のリアリズムが変化した場合に視覚と体性感覚の統合においてずれが検出される閾値が変化する現象について、身体所有感の影響によるものかを検証するための実験をおこなった。これまでに多感覚の同期提示が身体所有感を高めることが知られており、代表的な手法に視覚体性感覚同期と視触覚同期がある。通常の VR では実際の手の運動とバーチャルハンドが同期して動くことで視覚体性感覚同期が実現され、それによってバーチャルハンドへの身体所有感が生じる。他方、視触覚同期は、バーチャルハンドに接触する視覚的な刺激を与えるのと同期して実際の手に触覚フィードバックを与えることで身体所有感を生じさせる手法である。ここでは事前にバーチャルハンドに対して視触覚同期提示をおこない、通常の視覚体性感覚同期だけがある条件と比べて身体所有感を高めた場合とそうでない場合の閾値の変化を計測した。身体所有感が重要なファクターである場合、身体所有感が高いほど閾値が広くなると予想される。しかし実際には閾値に変化は見られなかった。Matsumiya (2019)では、身体所有感と身体定位が異なる処理過程で扱われていることが明らかになっているため、アバタの見た目のリアリズムが変化した場合に視覚と体性感覚の統合における閾値が変化する現象は身体所有感ではなく、視覚から得られる身体姿勢情報の尤度に変化して身体定位に影響が現れるために起こることが示唆された。

そこで、視覚刺激が手の視覚表象/自己受容感覚表象とどのように結びつけられて処理されるのかを検証するため、手アバタやその運動を左右反転させた状況で課題非関連な視覚刺激の提示位置が触覚刺激の位置判断に与える影響を調べた。視覚と触覚の相互作用はクロスモーダル一致効果として知られ、広く研究されてきた。最近の研究ではクロスモーダル一致効果には身体表象が関与していることが明らかになっている。しかし、身体情報（位置、姿勢、運動）が視覚入力と触覚入力にどのようにリンクされて処理されているかは不明であった。この問題を調べるために 3 つの実験を行った。実験 1 では、参加者は手の外観と運動軌道の両方を左右反転させたクロスモーダル一致課題を行った。その結果、左右反転条件ではクロスモーダル一致効果は観察

されなかったが、手の視覚操作を行わない対照条件では有意なクロスモーダル一致効果が観察された(図5)。実験2および実験3では、手の外観または運動軌跡のいずれかを個別に左右反転させたところ、有意なクロスモーダル一致効果が観察された(図6)。これらの結果により、手の外観と運動軌跡の視覚的操作はともにクロスモーダル一致効果に影響を与えるが、どちらも単体ではクロスモーダル一致効果を消失させるような支配的な効果は示さないことが示された。手の見た目と運動の反転操作によって、視覚表象に基づく視覚刺激の位置情報と自己受容感覚表象に基づく視覚刺激の位置情報が競合した場合にのみ、手に対する視覚刺激の相対的な位置が不明瞭になると考察される。

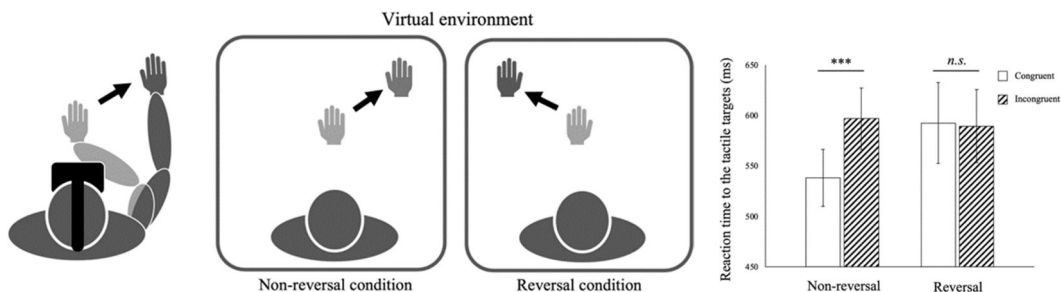


図5 実験1. 手の外観と運動の両方を反転させるとクロスモーダル一致効果が消える。

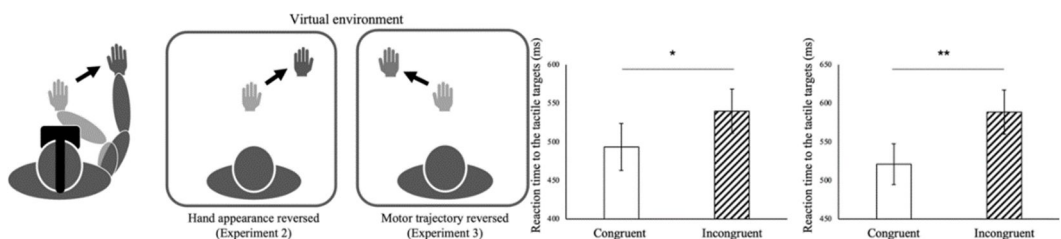


図6 実験2&3. 手の外観と運動の片方だけを反転させてもクロスモーダル一致効果は残る。

(iii)多感覚統合を促進/抑制するアバタ設計法の確立と応用

得られた知見を活用し、VRにおける手を使った直観的なインタラクション手法として手のヒッチハイクを提案した。手のヒッチハイクは、VR空間中の複数の作業領域ごとに異なる特性を持った手アバタを配置し、それらを視線で切り替えながら操作可能にする手法である。手のヒッチハイクは、VRにおいて物体を三次元的にハンドリングする手法として現在一般的に用いられているレイキャスティング(レーザポインタのような光線を操って物体を操作する手法)と比べて、手の細かい運動を全て物体操作に使えるために精度の良い操作がおこなえる、遠くでも操作が正確におこなえる、操作対象に求められる操作精度や空間知覚精度に応じてサイズや外見の異なる手を使うことで精度やサイズ知覚を補正できる、実際の手とバーチャルハンドのオフセットを変えることで手を常に楽な位置に保てるといったメリットを持つ。この手法の特性を検証し、複数の手を切り替えて使用する特殊な状況にもかかわらず、バーチャルハンドに対する身体所有感が維持されること、作業領域に応じてサイズや外見、移動ゲインの異なるバーチャルハンドを使い分けることで作業効率や精度が向上することを示唆し、その有効性を示した。

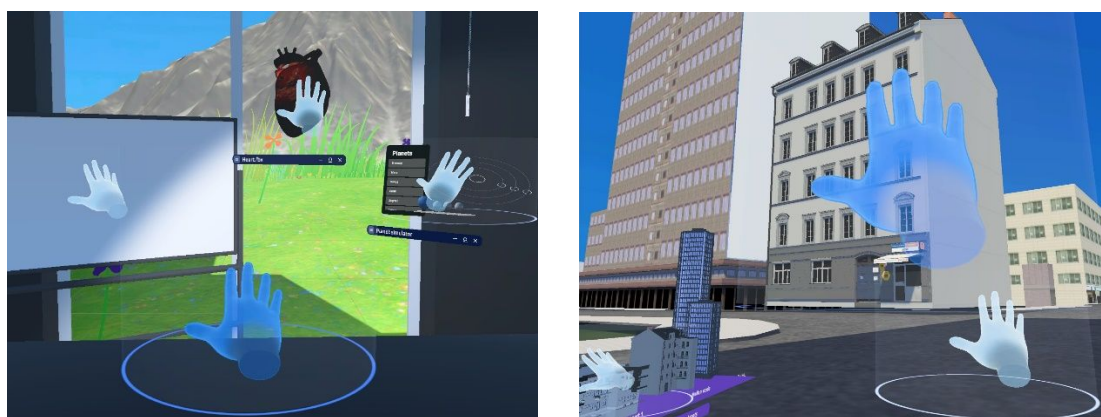


図7 手のヒッチハイク. バーチャル空間中の特性の異なる複数の手を使い分けることができる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 10件）

1. 著者名 Mine Daisuke, Narumi Takuji	4. 巻 86
2. 論文標題 The left-right reversed visual feedback of the hand affects multisensory interaction within peripersonal space	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Attention, Perception, & Psychophysics	6. 最初と最後の頁 285 ~ 294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3758/s13414-023-02788-0	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 Hirao Yutaro, Narumi Takuji, Argelaguet Ferran, Lecuyer Anatole	4. 巻 -
2. 論文標題 Revisiting Walking-in-Place by Introducing Step-Height Control, Elastic Input, and Pseudo-Haptic Feedback	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2022.3228171	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 該当する
1. 著者名 大倉 直也、松本 啓吾、鳴海 拓志、葛岡 英明、雨宮 智浩	4. 巻 27
2. 論文標題 足裏振動刺激を用いたVR空間における立位姿勢での飛行昇降感覚の向上	5. 発行年 2022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 369 ~ 379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.27.4_369	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 Takahashi Nozomi, Amemiya Tomohiro, Narumi Takuji, Kuzuoka Hideaki, Hirose Michitaka, Aoyama Kazuma	4. 巻 3
2. 論文標題 Sensation of Anteroposterior and Lateral Body Tilt Induced by Electrical Stimulation of Ankle Tendons	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Virtual Reality	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/frvir.2022.800884	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 近藤 哲太、平尾 悠太郎、鳴海 拓志、小川 奈美	4. 巻 27
2. 論文標題 回転ゲインと力覚フィードバックを利用した着座型VR向け見回しインタフェース	5. 発行年 2022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 65 ~ 75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.27.1_65	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 大野 雅貴、横澤 一彦、鳴海 拓志	4. 巻 27
2. 論文標題 多感覚の統合的認知の基礎と感覚提示インタフェースへの応用可能性	5. 発行年 2022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 18 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.27.1_18	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 Chang Yuchen, Matsumoto Keigo, Narumi Takuji, Tanikawa Tomohiro, Hirose Michitaka	4. 巻 9
2. 論文標題 Redirection Controller Using Reinforcement Learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 145083 ~ 145097
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2021.3118056	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 鳴海拓志	4. 巻 64
2. 論文標題 バーチャルリアリティによる知覚・運動・認知の変容がバイオメカニクスにもたらす可能性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 整形・災害外科	6. 最初と最後の頁 -
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 Fribourg Rebecca, Ogawa Nami, Hoyet Ludovic, Argelaguet Ferran, Narumi Takuji, Hirose Michitaka, Lecuyer Anatole	4. 巻 -
2. 論文標題 Virtual Co-Embodiment: Evaluation of the Sense of Agency while Sharing the Control of a Virtual Body among Two Individuals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2020.2999197	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 該当する

1. 著者名 Mine Daisuke, Ogawa Nami, Narumi Takuji, Yokosawa Kazuhiko	4. 巻 15
2. 論文標題 The relationship between the body and the environment in the virtual world: The interpupillary distance affects the body size perception	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0232290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0232290	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 Nami, Narumi Takuji, Hirose Michitaka	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of Avatar Appearance on Detection Thresholds for Remapped Hand Movements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TVCG.2020.2964758	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39件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 Yusuke Koseki, Yusuke Arikawa, Kizashi Nakano, Takuji Narumi
2. 発表標題 Avatars for Good Drinking: An Exploratory Study of The Effects of Avatar's Body Shape on Beverage Perception
3. 学会等名 SIGGRAPH Asia 2023 Posters (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Amane Yamaguchi, Sotaro Yokoi, Keigo Matsumoto, Takuji Narumi
2. 発表標題 TableMorph: Haptic Experience with Movable Tables and Redirection
3. 学会等名 SIGGRAPH Asia 2023 Emerging Technologies (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Reigo Ban, Keigo Matsumoto, Takuji Narumi
2. 発表標題 Hitchhiking Hands: Remote Interaction by Switching Multiple Hand Avatars with Gaze
3. 学会等名 SIGGRAPH Asia 2023 Emerging Technologies (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Maki Ogawa, Keigo Matsumoto, Kazuma Aoyama, Takuji Narumi
2. 発表標題 Expansion of Detection Thresholds for Hand Redirection using Noisy Tendon Electrical Stimulation
3. 学会等名 ISMAR2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Sota Mizoguchi, Keigo Matsumoto, Takato Mizuho and Takuji Narumi
2. 発表標題 Effect of Avatar Anthropomorphism on Bodily Awareness and Time Estimation in Virtual Reality
3. 学会等名 SAP2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 多感覚統合とバーチャルリアリティ
3. 学会等名 第3回感覚研究シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 感覚間相互作用を活用した五感インタフェースの展開
3. 学会等名 2023年度フォトニクス技術フォーラム（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 李暁トウ、畑田裕二、鳴海拓志
2. 発表標題 バーチャル環境において隣接した2人のアバタによるwe-mode生起の調査
3. 学会等名 第28回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伴 玲吾、松本 啓吾、鳴海 拓志
2. 発表標題 手のヒッチハイク：VRにおける視線を用いた複数バーチャルハンドの切り替え
3. 学会等名 第28回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Gaku Fukui, Takuto Nakamura, Keigo Matsumoto, Takuji Narumi and Hideaki Kuzuoka
2. 発表標題 Effects of Wearing Knee-tightening Devices and Presenting Shear Forces to the Knee on Redirected Walking
3. 学会等名 Augmented Humans 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Antonin Cheymol, Rebecca Fribourg, Nami Ogawa, Anatole Lecuyer, Yutaro Hirao, Takuji Narumi, Ferran Argelaguet Sanz, Jean-Marie Normand
2. 発表標題 Studying the Role of Self and External Touch in the Appropriation of Dysmorphic Hands
3. 学会等名 ISMAR2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小川真輝, 松本啓吾, 鳴海 拓志
2. 発表標題 身体所有感に着目したリダイレクテッドハンドの知覚閾値の拡大可能性の検証
3. 学会等名 第27回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平尾悠太郎, 雨宮智浩, 鳴海拓志, Argelaguet Ferran, Lecuyer Anatole
2. 発表標題 VRにおけるpseudo-hapticsの拡張を目的とした腱振動の活用
3. 学会等名 第27回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福井岳, 中村拓人, 松本啓吾, 鳴海拓志, 葛岡英明
2. 発表標題 膝におけるハンガー反射による歩行誘導の研究
3. 学会等名 第27回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小山大嘉, 青山一真, 鳴海拓志, 葛岡英明, 雨宮智浩
2. 発表標題 前庭電気刺激を用いた着座姿勢における疑似歩行感覚の生起
3. 学会等名 第27回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤哲太, 平尾悠太郎, 鳴海拓志, 雨宮智浩
2. 発表標題 乳様突起への骨伝導振動刺激が上下ベクションに与える効果の検証
3. 学会等名 第27回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 身体変容がもたらす無意識的/意識的自己変容
3. 学会等名 無意識の知性研究会(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 五感統合の編集による感覚と自己のデザイン
3. 学会等名 五感統合とnew essential - 分子・認知・工学の融合が導く未来のウェルビーイング - (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 アバターによる身体拡張が変える人間と社会
3. 学会等名 マルチメディア推進フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 アバタの生態系 われわれはどこから来てどこへ向かうのか
3. 学会等名 バーチャル学会2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takuji Narumi
2. 発表標題 Designing Cross-modal Interfaces Based on The Mechanism of Multi-sensory Integration
3. 学会等名 The 29th International Display Workshops (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keigo Matsumoto, Takuji Narumi
2. 発表標題 Relationship Between the Sensory Processing Patterns and the Detection Threshold of Curvature Gain
3. 学会等名 IEEE VR 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Keigo Matsumoto, Kazuma Aoyama, Takuji Narumi, Hideaki Kuzuoka
2. 発表標題 Redirected Walking Using Noisy Galvanic Vestibular Stimulation
3. 学会等名 ISMAR2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nozomi Takahashi, Tomohiro Amemiya, Takuji Narumi, Hideaki Kuzuoka, Michitaka Hirose, Kazuma Aoyama
2. 発表標題 Perception of Illusory Body Tilt Induced by Electrical Tendon Stimulation
3. 学会等名 HCI International 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋希美, 雨宮智浩, 松本啓吾, 鳴海拓志, 葛岡英明, 廣瀬通孝, 青山一真
2. 発表標題 腱電気刺激と視覚的斜面提示が及ぼす地面の傾斜感覚への効果
3. 学会等名 MVE研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 児玉大樹, 瑞穂嵩人, 畑田裕二, 鳴海拓志, 廣瀬通孝
2. 発表標題 身体融合時の動的な寄与率制御による行為主体感向上
3. 学会等名 第26回日本バーチャルリアリティ学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yutaro Hirao, Takuji Narumi, Ferran Argelaguet Sanz, Anatole Lecuyer
2. 発表標題 SheF-WIP: Walking-in-Place based on Step Height and Frequency for Wider Range of Virtual Speed
3. 学会等名 IEEE VR 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Reigo Ban, Yutaro Hirao, and Takuji Narumi
2. 発表標題 Determining the Target Point of the Mid-Air Pinch Gesture
3. 学会等名 IEEE VR 2021 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nami Ogawa, Takuji Narumi, Michitaka Hirose
2. 発表標題 Do You Feel Like Passing Through Walls?: Effect of Self-Avatar Appearance on Facilitating Realistic Behavior in Virtual Environments
3. 学会等名 CHI2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 角田賢太郎, 小川奈美, 鳴海拓志, 廣瀬通孝
2. 発表標題 筋肉質アバタを用いたプロテウス効果が重さ知覚に与える影響
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 田嶋大也, 小川奈美, 鳴海拓志, 廣瀬通孝
2. 発表標題 鏡アバタの自律行動と容貌が運動タスクの作業速度に与える影響
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 伊東亮太, 小川奈美, 鳴海拓志, 廣瀬通孝
2. 発表標題 融合身体を用いた身体スキル伝達に関する基礎調査
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 鳴海拓志
2. 発表標題 本来の能力を引き出すためのツールVRのさらなる可能性
3. 学会等名 第38回超教育協会オンラインシンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 バーチャルだからうまくいく アバタ時代のコミュニケーション
3. 学会等名 令和2年度北陸信越工学教育協会石川県支部講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuji Narumi
2. 発表標題 Designing ourselves via embodiment in VR
3. 学会等名 The 23rd EA-RTM Symposium on Smart Entertainment（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 バーチャルリアリティと行動変容
3. 学会等名 日本臨床バイオメカニクス学会 特別シンポジウム「メカニクスの基礎、計測技術、IT応用の最前線 -工学系研究者からのメッセージ-」 （招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 なりたい自分になれる？ マスク時代のコミュニケーションと自己演出・自己変容
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会サイバーコロキウム ワークショップ5「マスク時代のコミュニケーション」（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 身体の見た目の制御による知覚・認知・行動の変容
3. 学会等名 日本心理学会第84回大会公募シンポジウム9「バーチャルリアリティ（VR）と心理学」（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳴海拓志
2. 発表標題 バーチャルだからうまくいく アバタ時代のコミュニケーションと人間観の変容
3. 学会等名 第3回SICEポストコロナ未来社会ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 鈴木宏昭、田中 彰吾、大住 倫弘、信迫 悟志、嶋田 総太郎、森岡 周、鳴海 拓志、小野 哲雄、中田 龍三郎、川合 信幸、外山 紀子、久保（川合）南海子、鳥居 修晃、望月 登志子、薬師神 玲子	4. 発行年 2020年
2. 出版社 近代科学社	5. 総ページ数 256
3. 書名 プロジェクション・サイエンス	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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

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