

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：14603

研究種目：基盤研究(A)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H00608

研究課題名（和文）認知的整合性を実現する拡張現実感技術の確立

研究課題名（英文）Augmented Reality based on Ensuring Perceptual Consistency

研究代表者

加藤 博一（Kato, Hirokazu）

奈良先端科学技術大学院大学・デジタルグリーンイノベーションセンター・教授

研究者番号：70221182

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 34,500,000円

研究成果の概要（和文）：拡張現実感とは、ユーザに仮想物体や情報をあたかもそれが現実世界に存在するかのように表示する技術である。従来は物理的な見えにおける整合性によって、その技術の評価を行ってきたが、我々は心理的な見えにおける整合性を用いる方が、作業支援や行動支援という目的において適していると考え、それを認知的整合性駆動型拡張現実感と定義した。この研究は、この認知的整合性駆動型拡張現実感を実現する技術の確立に向け、物理的な見えに対する心理的な見えを表現するための仮想物体の知覚・認知プロセスをモデル化した。その上で、評価システムを構築し、通常のシステムとの比較実験を行うことで、認知的整合性駆動型拡張現実感の有効性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、拡張現実感が様々な場面で使われるようになった。これは、拡張現実感技術の優れた情報伝達能力が認められるようになったからである。しかし、これまでの拡張現実感研究における情報伝達能力の評価は、物理的な尺度によって行われてきた。この場合、提示された情報を人間が正しく認識したかどうかまでは考慮されない。この研究の成果である認知的整合性駆動型拡張現実感技術は、人間が情報を認識する過程を含めて情報伝達性能の向上を狙ったもので、例えば、錯視現象によって誤って認識されることまでも加味して正確な情報伝達を実現する技術である。これにより、ユーザに対し、よりの確に情報を提供するシステムを実現できる。

研究成果の概要（英文）：Augmented reality is a technology that displays virtual objects and information to the user as if they existed in the real world. Conventionally, such technologies have been evaluated based on the consistency of physical appearance, but we believe that consistency in psychological appearance is more suitable for the purpose of task support, and have defined this as cognitive consistency-driven augmented reality. In this study, we modeled the perception and recognition process of virtual objects to express the psychological appearance relative to the physical appearance, with the aim of establishing a technology that realizes cognitive consistency-driven augmented reality. We then constructed an evaluation system and conducted comparative experiments with a conventional system to demonstrate the effectiveness of cognitive consistency-driven augmented reality.

研究分野：メディア情報学

キーワード：拡張現実感 認知的整合性 知覚・認知プロセス

1. 研究開始当初の背景

拡張現実感とは、ユーザに仮想物体や情報をあたかもそれが現実世界に存在するかのように表示する機能の特徴とする、効果的な作業支援手段として約 25 年前に産業界において提案された技術である。これまでの研究において、その有効性は幅広い応用分野で確認されている。

拡張現実感を実現するための技術的課題は、現実世界と仮想物体の間の「幾何学的整合性」「光学的整合性」「時間的整合性」の 3 つの整合性問題に整理され、これらの解決を目指し、多くの研究が行われてきた。この整合性の達成度は、仮想物体の見え方や振る舞いが現実のものと同じであるかどうかで評価され、その一致度の計測には物理量が用いられてきた。しかし、拡張現実感とは、人間の現実世界での活動を支援することを目的に、ユーザの視覚を通して情報提供を行う技術なので、本来はユーザが正しく情報を受け取ることができたかというところで評価すべきであると我々は考えた。例えば、10cm という長さをユーザに提示したい場合、物理量として正確に 10cm の長さの仮想物体を表示するのが正解なのか。背景物体のテクスチャーや奥行きによって人間が認知する長さは、物理的なものとは異なる。赤色の物体を提示したい場合、赤色の物体を表示すればよいのか。周辺環境色によって人間が認知する色は物理的なものとは異なる。つまり、図 1 に示すように、従来は物理的な見えにおいて整合性の評価を行ってきたが、我々は心理的な見えにおいて整合性の評価を行う方が、作業支援や行動支援という目的において、ユーザに対して的確な情報提供ができる技術になり得るのではないかと考え、それを認知的整合性駆動型拡張現実感と定義した。本研究は、この認知的整合性駆動型拡張現実感を実現する技術の確立に取り組むものである。

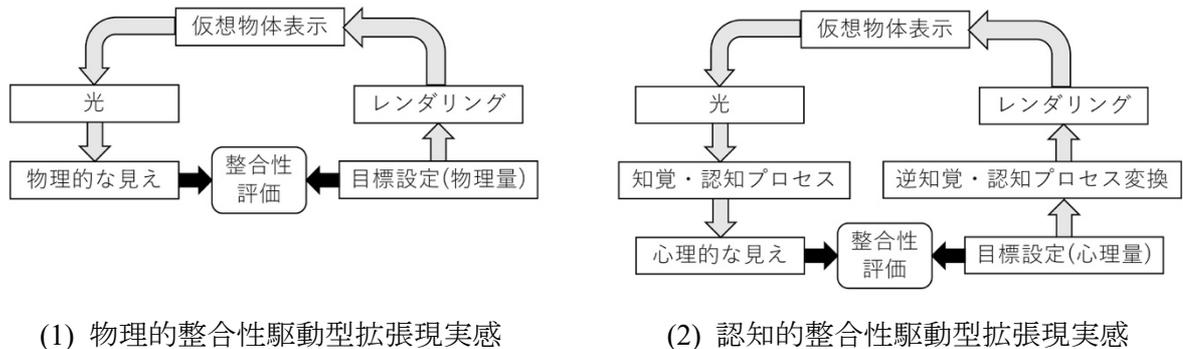


図 1. 物理的整合性と認知的整合性

2. 研究の目的

本研究では、人間の現実世界での活動をより効果的に支援することができる拡張現実感技術の実現を目指し、認知的整合性を実現する拡張現実感技術の確立を目的とする。

拡張現実感とは人間情報学に属する研究分野であり、人間の特性を考慮しながら人間中心設計の思想のもとで技術開発も本来は行われるべきであると考え、拡張現実感研究コミュニティの中では、このような観点での研究は見られない。図 1 (1) に示すように物理的な世界のみを対象とした物理的整合性駆動型拡張現実感についての技術開発が中心であった。もちろん、そういった技術が人間にどのような影響を及ぼすかといった評価研究は多く存在するが、ヒューマンファクターを積極的に技術内部に取り入れた認知的整合性駆動型拡張現実感には目が向けられていなかった。本研究では、そこに取り組む点に独創的がある。また、この考え方を採用することで、物理的整合性においてはデバイスの技術的限界から実現できなかったことが、認知的整合性というとらえ方を用いることで実現できるのではないかと、デバイスの物理的限界を超える拡張現実感の実現可能性が見えてきており、その観点からの研究にも挑戦する。

3. 研究の方法

本研究では、仮想物体の心理的な見えが物理的な見えとは異なるという点に注目しているが、まずはそれが発生する仮想物体の知覚・認知プロセスのモデル化に取り組んだ。拡張現実感の「幾何学的整合性」「光学的整合性」「時間的整合性」の 3 つの整合性を参考に、問題を以下の 3 種類に分類する。

- (A) 幾何学的整合性: 「奥行き・形状」に関連する知覚・認知
- (B) 光学的整合性: 「色・明るさ」に関連する知覚・認知
- (C) 時間的整合性: 「速さ・同時性」に関連する知覚・認知

この 3 つの点において、物理的な見えに対する心理的な見えを表現するための仮想物体の知覚・認知プロセスのモデル化に取り組んだ。その上で、認知的整合性駆動型仮想物体表示機能を取り入れた評価システムを構築し、通常システムとの比較実験を行う

ことで、認知的整合性駆動型拡張現実感の有効性を評価した。

4. 研究成果

(1) 仮想物体や自己身体性の知覚・認知プロセスのモデル化

① 仮想物体の知覚・認知プロセスのモデル化に向けた検討実験

「奥行き・形状」に注目し、仮想物体の知覚・認知プロセスを機械学習によりモデル化するための研究を実施した。対象として静止物体を想定し、現実物体と同じ形状・テクスチャの仮想物体を現実環境に重畳表示した際に、被験者が実際に感じる仮想物体の大きさ・位置を被験者実験により測定するための実験システムを構築して実験を行った。

② 自己身体性の知覚・認知プロセスのモデル化

観察者の動きに同期して仮想の手足のみが動くことで、その間に見えない身体の有感が生じることに着目した研究を行った。ここでは、見えない身体の色が変わったとしても身体所有感が生じるかどうか、そして見えない身体の色が変わることで色の知覚が変わるかどうかを調査した。結果として、見えない身体の色が変わっても身体所有感は生じたが、色の知覚は変わらなかったことが示された(図2)。

③ 多視点画像撮影による自由視点生成技術

知覚・認知プロセスのモデル化のための実験を行うためには、多視点画像撮影により実シーンの自由視点映像生成を行う技術が重要となる。ここでは、多層画像表現(MPI表現)による自由視点映像生成に注目し、フォーカスタック表現を経由してMPI生成を行う新しい技術を開発し、有効性を検証した(図3)。

④ エッジデバイス上のセンサ情報の共有による情報提示システム

ARによる情報提示の知覚・認知プロセスの効果を調査するための情報提示システムを構築し有効性を評価した(図4)。



図2. 自己身体性の知覚・認知検証実験の様子

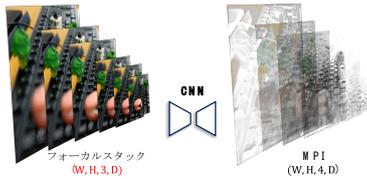


図3. フォーカスタック表現からMPI表現を生成するCNN

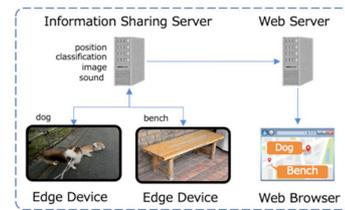


図4. エッジセンサ情報の共有による情報提示

(2) 自動車運転者の適切な速度制御を促す拡張現実感

交通社会の中で社会問題とされている重大な事故や渋滞は運転者が速度を適切に制御できていないことが要因と考えられる。この根本的な要因として「環境からの速度認知は誤差が大きいこと」、「目標速度設定が適切ではないこと」の2つが挙げられる。この研究では、認知的整合性駆動型拡張現実感の理論に基づき、前者の要因に対して、(1)速度認知誤差を抑制する効果が見込めるパターンを、後者の要因に対しては(2)目標速度を抑制する効果が見込めるパターン、(3)目標速度を上下させる効果の見込めるパターンを拡張現実感システムを用いて運転者に提示する方法を考案した。ドライビングシミュレータを用いて検証を行った結果、(1)、(3)のパターンをARを用いて表示することでパターン非表示の場合と比較して運転者にそれぞれの効果をもたらすことが分かった。

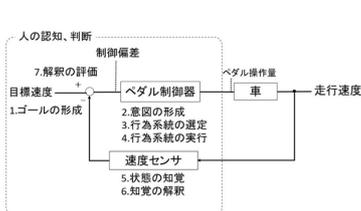


図5. 運転者の認知・判断による速度制御動作のモデル

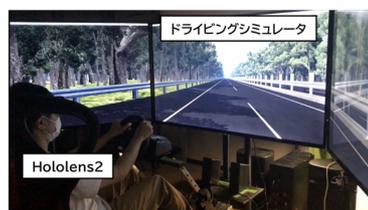


図6. 実験環境

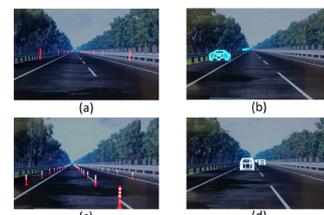


図7. 速度抑制のためのパターンを表示した様子

(3) 「色・明るさ」に関する認知的整合性駆動型拡張現実感の有効性の評価

拡張現実感における光学的な整合性の向上は、現実世界と仮想物体の融合を目指す上で重要な課題である。そこで、色や明るさに関する認知的整合性の向上について、以下の研究を行った。

① 周辺領域との輝度差を考慮したBRDF提示:

周辺領域の放射輝度との整合性を保つために、提示物体のみに光線場投影を行うのではなく、提示物体の周辺にも環境光相当の投影を行う手法を提案した。この方法により、放射輝度の差による投影感を軽減し、違和感のないBRDF提示を実現した。

② 光線場投影による照明環境の再現:

光線場投影装置を用いて、照明環境の光線を再現する技術を確立した。これにより、点光源や平行光源などを仮想的に再現し、物体の形状や配置に応じた自然な陰影を生成する空間型拡張現実感技術を実現した (図 8)。

③ クレイク・オブライエン効果を応用した投影技術：

クレイク・オブライエン効果 (C-0 効果) を応用し、投影対象の存在感を低減させる光学イリュージョン技術 (非対称 COCE) を提案した (図 9)。この効果を利用して輪郭付近の明暗差を操作することで、非投影部分の存在感が低減されることが確認された。

④ 立体物上での BRDF 提示：

プロジェクタアレイを用いて再帰性反射加工を施すことで、立体物での BRDF の提示を実現した。また、この手法で、法線マップを用いた法線方向を変化させた投影を行うことで、視点移動に対応する知覚的な形状操作も実現した (図 10)。

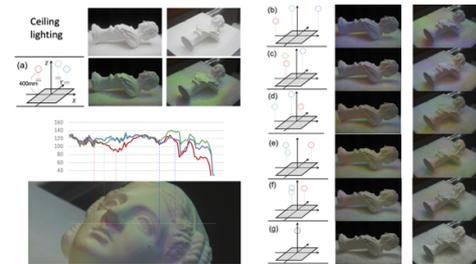
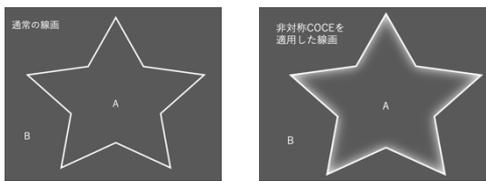


図 8. 光線場投影による照明環境の再現



(a) 線画の描画 (b) 非対称 COCE

図 9. C-0 効果を用いた存在感減弱



図 10. 光線場投影による知覚形状の操作

(4) 色に関する認知的整合性駆動型拡張現実感の考察と手術空間の理解の試み

プロジェクタおよび光学シースルー型 HMD にて、錯視モデルに基づく試行を行った。色恒常性を利用した色域限界突破に加え、錯視モデルを適用した際に生じる不自然な表現に対して、最明度 (オプティマルカラー) という概念を考慮した色度・輝度分布の制約を課すことで自然な表現の実現を目指す取り組みを行ってきた。図 11 はその一例で、一部 (白い領域) のみに色の表現を加えた際に生じるグロー効果による不自然さが際立つが、全体に一定の光量を加えることでその効果を緩和し、自然な表現につながることを確認した。

並行して、手術室を対象として認知的整合性の考えに寄与する機械学習に基づく動作解析に着手し、実空間での認知問題に取り組んだ。手術室に設置された監視カメラから部屋全体を俯瞰的に捉え、画像処理に基づく姿勢推定を適用することで医療者の動きを把握できる。実際の手術映像を用いることで、医療者の特定の特徴的な動作を検出できることを確認した。図 12 は、複数名で行われる動作 (機器の受け渡し、注意の一致) を捉えたものであり、手術中の医療者の様子を機械的に抽出することができた。状況を読み取ることで、各自への認知的な介入が期待できる。さらに、インシデントの認識につながる医療者の通常と異なる動きの検知や映り込む人物の役割推定などの技術を開発し、その精度を高める取り組みを継続的に行った。

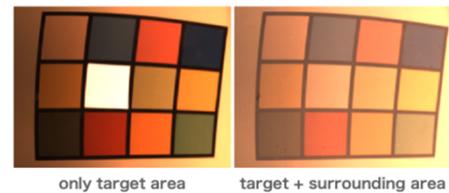


図 11. 不自然さを回避する一例

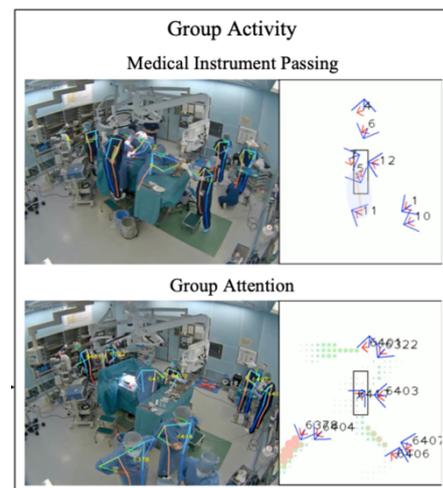


図 12. 手術空間での状況認識

(5) VR 環境を用いたヒトの物体・環境認識と学習効果の検証

現実空間で検証が難しいいくつかの認識課題について、主に以下の 3 つのテーマで仮想環境を整備し、ヒトの認識や運動学習機能に関する検証を行った。

① 自己の身体性認識

人の身体感覚の知覚に関して、VR 環境下での実験環境を構築し (図 13)、知覚実験等を通して様々な機能を明らかにした。自己身体感覚がモノを掴む動作、モノを動かす動作などにどのような影響を与えるか、動作解析を中心に進め、自己身体が視認できることによる運動機能への影響

を明らかにした。

② 視覚-運動協応学習

一方位（水平方向）に重みづけ学習された視覚-動作の運動学習効果が、他の方位（奥行方向）にも適用されるのかを検証し、その効果に関する分析、可視化を含めて新たな解析手法を確立した。

③ 医療教育支援

コロナ禍で実地での医学研修が不可能な状態になったことから、急速にVRを用いた研修用コンテンツ開発が進んだ。一方、真に医療行為に必要な教育効果が挙げられているかの検証がなされていないことから、環境の変化（例えば、手術処置室内を模したVR環境下でのディスプレイ上の色変化）による外因性注意誘因によって、観察者の視線行動にどのような変化がみられるかの検証と、行動の分析可視化を行うためのシステム構築を行った。

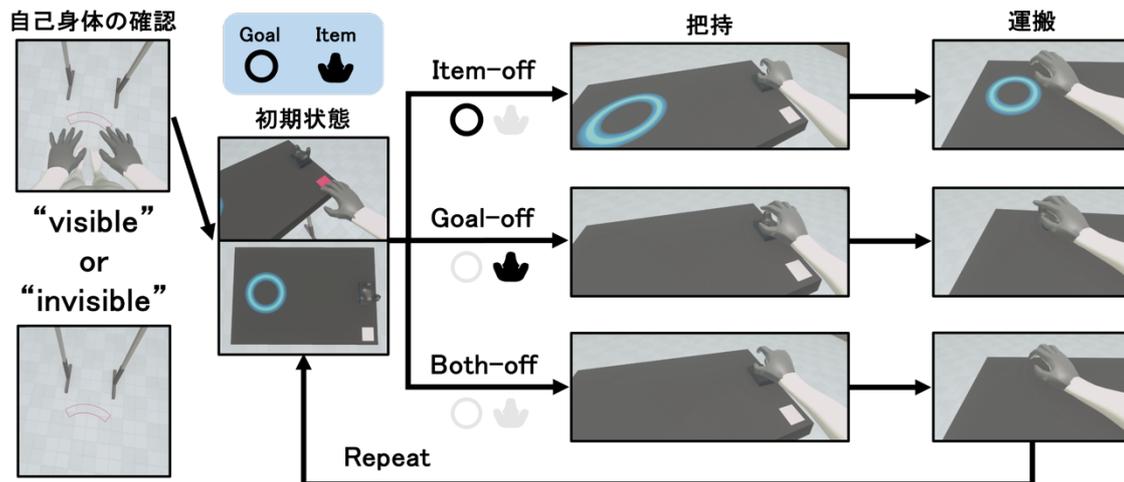


図13. VR空間上での自己身体の可視性変化と把持運搬動作

(6) タブレットディスプレイ型拡張現実感を用いた空間的理解におけるレンダリングの視点位置、視覚コンテキスト情報、触覚フィードバックの影響の評価

タブレットディスプレイを用いたビデオシースルー型拡張現実感システムに表示された仮想物体や作業指示は3次元的な情報が欠落しているために、それに従った作業の実施が困難になることがある。これは、画面上の世界が、デバイス上のカメラ視点からレンダリングされるためである。しかし、手を使ってタスクを実行する場合、視覚は触覚フィードバックによって補正され、また、事前の知識と視覚コンテキストも作業のパフォーマンスに影響する。この研究では、現実世界の特定の場所を触るタスクにおいて、ユーザ視点からレンダリングする技術を用いて運動視差からの奥行きの手がかりを有効にした場合と、従来型であるデバイス視点からレンダリングする場合の比較を行った。20人の被験者と2種類の実験からなる被験者実験を実施した。

最初の実験では、触った位置と奥行きを推定精度を測定した。ユーザー視点レンダリングにより、物理的な表面上のターゲットのタッチ精度がわずかに向上するが、触覚フィードバックのない条件においては大幅に向上することがわかった。この効果は、環境からのコンテキスト情報がない場合には比較的大きく、触覚インタラクションが増えるにつれて減少する。2番目の実験では、注射器で特定の場所に針を刺すというより具体的なシナリオで実験を行った(図14)。ユーザー視点を使用すると、仮想ターゲットへの最初の位置決めがより正確になることを確認した。これら実験の結果は、触覚インタラクションを伴うタスクでは、特に物理環境が頻繁に変化する場合に、ユーザー視点レンダリング技術を用いることによってパフォーマンスが向上することを示した。また、認知的接合性駆動型拡張現実感に対しても触覚フィードバックの有無が性能を大きく左右することを示した。

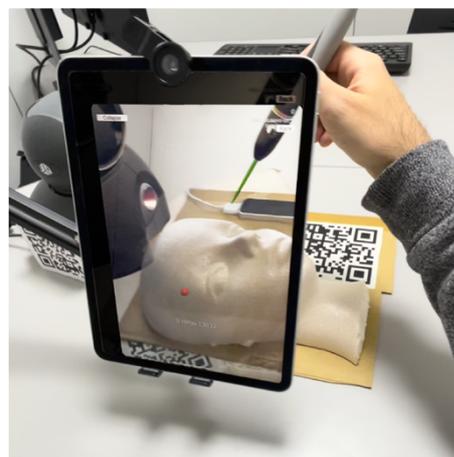


図14. 実験の様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 浅田 樹生、澤邊 太志、藤本 雄一郎、神原 誠之、加藤 博一	4. 巻 28
2. 論文標題 自動車運転者の適切な速度制御を促す拡張現実感	5. 発行年 2023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 211 ~ 220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.28.3_211	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 湯村 颯悟、尾上 凌太、蒲池 みゆき	4. 巻 29
2. 論文標題 VR空間内の動作における自己身体可視性の重要度	5. 発行年 2024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 49 ~ 56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.29.1_49	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 岡本 侑汰郎、天野 敏之	4. 巻 28
2. 論文標題 照明環境の変動に対して頑強な見かけの制御	5. 発行年 2023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 271 ~ 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.28.3_271	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 松本 侑大、天野 敏之	4. 巻 28
2. 論文標題 ライトフィールドフィードバックを用いた光沢物体に対する視点依存の光沢感強調	5. 発行年 2023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 255 ~ 262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.28.3_255	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 大隅 祥伍、天野 敏之	4. 巻 29
2. 論文標題 光線場投影を用いた光学モデルに基づく異方性反射の操作	5. 発行年 2024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 -
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 Ryota Kondo, Maki Sugimoto, Hideo Saito	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects on Size Perception by Changing Dynamic Invisible Body Size	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of 2024 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)	6. 最初と最後の頁 733 ~ 734
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/VRW62533.2024.00163	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 Hara Takenori, Saito Hideo	4. 巻 -
2. 論文標題 A Study of Real-World Information Mapping for Information Sharing Using Edge Devices	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Proceedings of the 19th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2024)	6. 最初と最後の頁 477 ~ 484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1145/3603421.3603438	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 Yokoyama Koji, Yamamoto Goshiro, Liu Chang, Kishimoto Kazumasa, Kuroda Tomohiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Operating Room Surveillance Video Analysis for Group Activity Recognition	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 171 ~ 181
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14326/abe.12.171	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 横山晃士, 山本豪志朗, 劉暢, 杉山治, 黒田知宏	4. 巻 11
2. 論文標題 Recognition of Instrument Passing and Group Attention for Understanding Intraoperative State of Surgical Team	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advanced Biomedical Engineering	6. 最初と最後の頁 37-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14326/abe.11.37	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 天野敏之	4. 巻 52 (1), 2-7, 2023-01
2. 論文標題 プロジェクターによって拡張される実世界 プロジェクションによる適応的な見かけの操作の原理と応用	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本光学会機関紙「光学」	6. 最初と最後の頁 2-7
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 Toshiyuki Amano, Takaya Kano	4. 巻 Volume 10 Issue 4
2. 論文標題 Driver Visibility Improvement using Spatial Augmented Reality with Pixelated Headlights	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ITE Transactions on Media Technology and Applications	6. 最初と最後の頁 171-177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3169/mta.10.171	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 湯村颯悟, 蒲池みゆき	4. 巻 27巻 4号
2. 論文標題 自己身体の認識がVR空間内の運動パフォーマンスに及ぼす影響	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 291-300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18974/tvrsj.27.4_291	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43件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 18件）

1. 発表者名 湯村 颯悟、尾上 凌太、蒲池 みゆき
2. 発表標題 バーチャル空間の自然な動作の丁寧さと自己身体可視性との関係
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 尾上 凌太、湯村 颯悟、蒲池 みゆき
2. 発表標題 軌跡に重み付けされた手の一方向性運動学習がリーチング動作に及ぼす影響
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 湯村 颯悟、尾上 凌太、蒲池 みゆき
2. 発表標題 身体の可視性有無による自然な動作の「丁寧さ」への影響
3. 学会等名 日本視覚学会2023年夏季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 尾上 凌太、湯村 颯悟、蒲池 みゆき
2. 発表標題 軌跡に重み付けされた手と一方向性運動の協応が自己受容感覚に及ぼす影響
3. 学会等名 日本視覚学会2023年夏季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 湯村 颯悟、尾上 凌太、蒲池 みゆき
2. 発表標題 軌跡に重み付けされた単一方向動作への順応が異方向動作に及ぼす影響
3. 学会等名 日本視覚学会2024年冬季大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Takahiro Nagata, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Object-wise Individual Appearance Manipulation with Layer Detection
3. 学会等名 15th Asia-Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小段海人、天野敏之
2. 発表標題 周辺領域との輝度差を考慮した光線場投影による違和感のないIBRDF提示
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第28回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山本奨騎、天野敏之
2. 発表標題 五つのプロジェクタカメラ系を用いた対象物体の全周囲に対する見かけの操作
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第28回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 永田剛大、天野敏之
2. 発表標題 複数レイヤの同時見かけの制御
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shogo Ohsumi, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Manipulation of anisotropic reflections based on optical models using multiple projectors
3. 学会等名 14th APMAR 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shoko Uesaka, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Cast-Shadow Removal for Cooperative Adaptive Appearance Manipulation
3. 学会等名 ICAT - EGVE - International Conference on Artificial Reality and Telexistence - Eurographics Symposium on Virtual Environments 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 天野敏之
2. 発表標題 プロジェクタカメラ系によるリアリティの操作
3. 学会等名 電気関係学会関西連合大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chisato Yamauchi, Toshiyuki Amano, Masami Okyudo
2. 発表標題 A new planetarium harmonized with natural starry sky
3. 学会等名 IDW'22 - The 28th International Display Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yutaro Okamoto, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Robust Appearance Manipulation against Changes in the Lighting Environment
3. 学会等名 IDW'22 - The 28th International Display Workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡本侑汰郎, 天野敏之
2. 発表標題 照明環境の変動に頑強な見かけの制御
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 狩野貴哉, 天野 敏之
2. 発表標題 2軸移動に対応した見かけの操作における投影のずれ補償
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東 奏太, 天野 敏之
2. 発表標題 部位依存の劣化に対応する空間拡張現実感を用いた視覚補助
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kayo Kimura, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Perceptual BRDF manipulation by 4-DoF Light Field Projection using Multiple Mirrors and Projectors
3. 学会等名 19th EuroXR International Conference - EuroXR 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiyuki Amano, Raichi Kubo
2. 発表標題 A Multiple Mirror based Arbitrary Lighting Environment Reproduction
3. 学会等名 19th EuroXR International Conference - EuroXR 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Advanced Reality: Real-world Appearance Manipulation with Projector Camera Systems
3. 学会等名 IMID 2022, 06. AR/VR/MR and 3D Display Optics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村佳代, 天野敏之
2. 発表標題 複数の鏡とプロジェクタを用いた光線空間の生成による質感表示
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Ueno, T. Amano, C. Yamauchi
2. 発表標題 Geometric Calibration with Multi-Viewpoints for Multi-Projector Systems on Arbitrary Shapes Using Homography and Pixel Maps
3. 学会等名 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 J. Kanaya, T. Amano
2. 発表標題 Apparent Shape Manipulation by Light-Field Projection onto a Retroreflective Surface
3. 学会等名 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石川玲奈, 森尚平, 上田 栞, デニス・カルコーフェン, 斎藤英雄
2. 発表標題 自由視点画像生成のためのフォーカスタックによる多層シーン表現
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 2023年

1. 発表者名 Takenori Hara, Hideo Saito
2. 発表標題 A Study of Real-World Information Mapping for Information Sharing Using Edge Devices
3. 学会等名 the 7th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations (ICVARS2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 A. Ueno, T. Amano, C. Yamauchi
2. 発表標題 Geometric Calibration with Multi-Viewpoints for Multi-Projector Systems on Arbitrary Shapes Using Homography and Pixel Maps
3. 学会等名 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 J. Kanaya, T. Amano
2. 発表標題 Apparent Shape Manipulation by Light-Field Projection onto a Retroreflective Surface
3. 学会等名 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小石原遼, 天野敏之, 渡辺義浩
2. 発表標題 高速インスタンスセグメンテーションを用いた投影による選択的色操作の提案
3. 学会等名 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天野敏之
2. 発表標題 プロジェクタとカメラを用いた光学フィードバックによる現実世界の操作
3. 学会等名 レーザー学会学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 天野敏之
2. 発表標題 光学限界を超える見かけの操作に関する考察
3. 学会等名 日本光学会情報フォトンクス研究グループ第6回MIETA+ワーキンググループ研究会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yudai Matsumoto, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 A Study on Shadow Removal for Viewing Direction Dependent Appearance Manipulation
3. 学会等名 18th EuroXR International Conference - EuroXR 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshiyuki Amano, Keigo Takemine, Junna Tsukuma
2. 発表標題 Automotive lighting technology for driver's visibility improvement using imperceptible pattern illumination
3. 学会等名 IDW'21 - The 28th International Display Workshop（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toshiyuki Amano, Taichi Kagawa
2. 発表標題 Projection Alignment Correction for In-Vehicle Projector-Camera System
3. 学会等名 ICAT-EGVE 2021 - International Conference on Artificial Reality and Telexistence and Eurographics Symposium on Virtual Environments (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上坂 祥子, 天野 敏之
2. 発表標題 見かけの制御の分散協調投影のための重畳部分の輝度補正
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上野 敦矢, 國枝 志帆, 天野 敏之, 山内 千里
2. 発表標題 リアル星空とのハイブリッドプラネタリウムのための外構プロジェクションに関する研究
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大隅 祥伍, 天野 敏之
2. 発表標題 複数のプロジェクタを用いた視点依存の見かけの操作の立体物への適応
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松本 侑大, 天野 敏之
2. 発表標題 クレイク・オブライエン効果を応用した投影対象の存在感を低減させる光学イリュージョンの提案
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 金谷 慈恩, 天野 敏之
2. 発表標題 プロジェクタアレイを用いた立体物上でのBRDF の提示
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kohei Kawamata, Miyuki G.Kamachi
2. 発表標題 Effects of Skin and Water Conditions on Water Surface Perception
3. 学会等名 International Symposium on Advanced Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nicko R. Caluya, Yuichiro Fujimoto, Masayuki Kanbara, Hirokazu Kato
2. 発表標題 Influencing Driving Speed Using Perception-Based Augmented Reality
3. 学会等名 Asia-Pacific Workshop on Mixed and Augmented Reality 2021 (APMAR2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 尾上 凌太, 蒲池 みゆき
2. 発表標題 重み付けされた身体動作が空間知覚に及ぼす影響
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第27回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 湯村 颯悟, 蒲池 みゆき
2. 発表標題 自己身体の認識が運動パフォーマンスに及ぼす影響
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第27回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関口 宗史, 福田 一帆, 織田 順, 三苫 博, 蒲池 みゆき
2. 発表標題 VR医療実習に向けた視線移動の基礎特性の解明
3. 学会等名 日本バーチャルリアリティ学会第27回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	天野 敏之 (Amano Toshiyuki) (60324472)	和歌山大学・システム工学部・教授 (14701)	

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	蒲池 みゆき (Kamachi Miyuki) (70395101)	工学院大学・情報学部(情報工学部)・教授 (32613)	
研究分担者	山本 豪志朗 (Yamamoto Goshiro) (70571446)	京都大学・医学研究科・准教授 (14301)	
研究分担者	斎藤 英雄 (Saito Hideo) (90245605)	慶應義塾大学・理工学部(矢上)・教授 (32612)	

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