研究開発項目

1．プロジェクト間連携と実証実験マネジメント

2023年度までの進捗状況

1. 概要

目標 1 の研究開発プロジェクト間の連携を促進することで、プロジェクト間の相互理解を高め、ソシオCA(サイバネティック・アバター)の各研究開発プロジェクトと、信頼性確保基盤、CA 安全・安心確保基盤（本プロジェクト）の連携課題を抽出します。CA 安全・安心確保基盤の研究開発に必要不可欠な、利用者認証、CA 認証、CA 公証を行うための学習・評価用共通データベース構築に当たり、マルチモーダルデータ収集支援を行います。

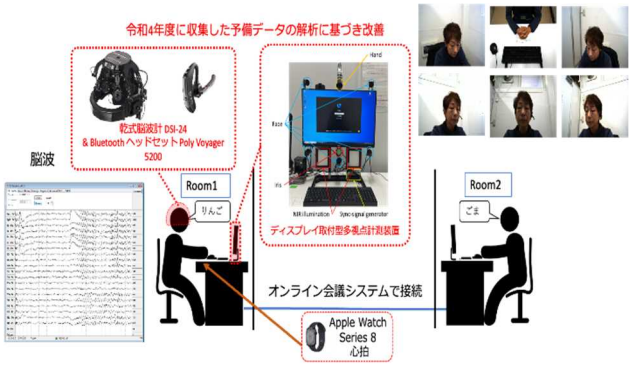
2．これまでの主な成果

（１）研究開発プロジェクト間連携のための課題抽出と連携体制構築

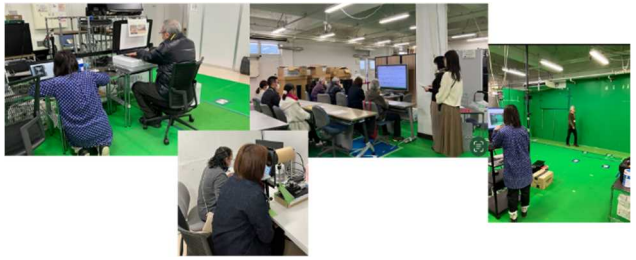
全プロジェクトからの参加により CA プラットフォーム意見交換会を４回開催し、共通課題として、CA サービス基盤、認証、通信、共通データベース、CA 遠隔操縦、連携課題として、BMI 連携、生体内 CA との連携、細胞内 CA との連携のテーマがあることを確認しました。各課題に対して、ロードマップの作成を行い、タイムテーブル、課題の共通化を行うことができました。また、年末の合宿時の意見交換からは、CA 技術を M×N 世界に発展させるためには、遠隔操作者、CA、ユーザ全てを仮想空間上で表現し、M×N 世界が作り出す未知空間にてシミュレーションする、デジタルツイン技術が必要不可欠であるとの共通認識も持つことができました。

（２）マルチモーダルバイオメトリクスデータベース構築

ユーザ認証、遠隔操作者認証において特に重要であると判断された継続認証の場面を想定したデータ収集のセットアップを行いました。具体的には、オンライン会議システムを用いた、しりとりや連想ゲームによる対話シーンに対して、複数視点のカメラにより多視点顔映像・ズームした虹彩映像・手元映像を撮影、マイクにより対話内容を収録、時計型ウェアラブルセンサにより生体信号を計測、脳波計により脳波を計測することで、継続対話時のマルチモーダルバイオメトリクスデータを収集可能な装置を作成しました。結果として、被験者数 912 名、６つのモダリティを含む、世界最大規模の継続認証を対象とした、マルチモーダルバイオメトリクスデータを収集しました。



継続認証用データ計測装置



データ収集実験シーン

研究開発項目 2 と共同で、遠隔操作者の継続認証において主要なモダリティとなる顔認証について、顔動画像から個人認証を高精度に行う CAFace [Kim+ NeurIPS 2022]の手法を標準技術として、WebRTC で動作するクライアント・サーバ型の動画からの顔認証のプロトタイプシステムを構築しました。今後は、実装したシステムを運用しつつ、性能向上を期待できる手法の研究開発を実施します。

クライアント・サーバ型の継続認証用プロトタイプ

3. 今後の展開

今後、CA プラットフォーム意見交換会を随時開催し、2050 年未来社会の社会像からのバックキャスティングにより、安全・安心確保基盤の研究方針の見直しにも取り組みます。

大阪梅田グラングリーン大阪 JAMbase にて、年間を通して 1000 名規模の継続認証用のデータセット収集を実施すると共に、石黒プロジェクトの CA 基盤に項目２にて開発中の継続認証技術を組み込んだ上での評価実験を下期を目処に実施する予定です。

研究開発項目

2．CA 安全・安心確保基盤の構築

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究課題では、サイバネティック・アバター（CA）を安全かつ信頼して利用できる社会の実現に向けて、利用者認証・CA 認証・CA 公証を核とする CA 安全・安心確保基盤の構築を目指します。これにより、操作者のなりすまし、CA の乗っ取り、CA 内に蓄積される技術情報等の不正取得（違法な技能模倣）などに対処します（図１）。具体的には、下記研究開発項目を分担して、プロジェクトを推進します。

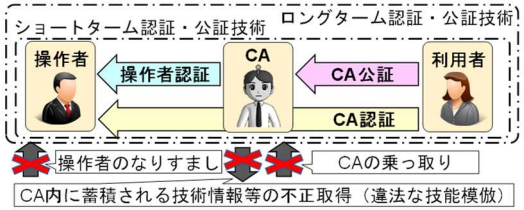


図１：CA 安全・安心確保基盤

① CA 安全・安心確保基盤構築設計

2050 年におけるアバター共生社会の未来像を「CA ビジネスショーケース 2050」という形で考察し、個々の CA サービスの未来像からバックキャストする形でアバター共生社会のセキュリティ課題を検討しています。

② ショートターム型マルチモーダル操作者認証・CA 認証

CA の操作権限の乗っ取りに対抗する技術が、操作者の認証です。CA が自身の操作者を確認する「操作者認証」と、CA と対峙する利用者が目前の CA を介して、その CA の操作者を確認する「CA 認証」の両者が必要であり、これら 2 種類の認証技術を研究開発しています。

③ ショートターム有体物 CA 公証

CA のなりすましに対抗する技術が「CA 公証」です。利用者が、目前の有体物 CA（物理的な身体を持つ CA）が正規の CA であることを確認する技術を研究開発しています。

④ 無線指紋型ショートターム遠隔操作者認証・CA 公証

CA の利用には無線技術が欠かせません。操作者がスマートフォン・ウェアラブルデバイス・PC を使って CA を遠隔操縦する際の無線電波を、「指紋」と捉えて操作者認証や CA 公証を実現する技術を研究開発しています。

⑤ ロングターム操作者認証・CA 認証・CA 公証

操作者や CA がいつの間にか偽物にすり替わる場合にも対処する必要があります。操作者認証、CA 認証、CA 公証を継続的に担保し続けるための技術を研究開発しています。

2. これまでの主な成果

① CA 安全・安心確保基盤構築設計

未来像の１つとして、身体機能（脳・五感・臓器）がパーツ化された「IoF：Internet of Functions」の世界を考察し、「外部記憶パーツを用いた超強力パスワード認証（図２）を含む、CA 共生社会における新たなセキュリティ機構の提案と概念検証を行いました。（図２）。

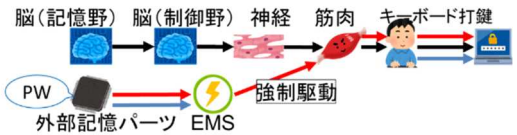


図２：人体がパーツ化されたパスワード認証

② ショートターム型マルチモーダル操作者認証・CA 認証

顔・全身写真・脳波・声紋・虹彩・掌静脈・生体信号（心拍を含む）・オンライン署名・歩行を含む計 8 個のモダリティの 912 名からなるマルチモーダルバイオメトリクスデータを収集し、顔認証 API のプロトタイプを構築しました。このような現実環境下での多種かつ大規模なデータセットは世界でも例を見ません。また、CA 認証のための動的特徴表現および非識別化技術に関する調査を実施しました。

③ ショートターム有体物 CA 公証

有体物 CA の高精度計測により得られる偽造困難特徴量を利用した有体物 CA の構築手法として、CA に表出する表情特徴を用いたなりすまし困難な認証方式の提案とプロトタイプシステムの構築、複数操作者による CA 操作時の認証方式の提案とプロトタイプシステムの構築を行いました。

④ 無線指紋型ショートターム遠隔操作者認証・CA 公証

Wi-Fi および BLE データ収集システムを開発し、123 台の IoT デバイスの電波データセットを整備しました。分析を通じて無線指紋に適する特徴値を同定し、認証・公証のためのアルゴリズムを開発しました。デバイス内（図３の同色点群）変動を抑えながら、デバイス間（図３の異色点群）識別を実現しました。

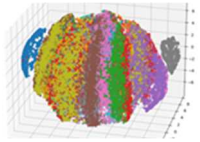


図３：無線指紋

⑤ ロングターム操作者認証・CA 認証・CA 公証

CA 操作データのための模擬データベースを構築し、プロジェクトを越えた共通プラットフォームとして活用するための基盤を設計・開発しました。e スポーツのキャラクタ操作を CA 操作の一種と捉え、CA 操作に関するログデータを分析しロングターム認証の可能性を検証した結果、キャラクタの視線パタンなどに含まれる個人性を特定しました。

3. 今後の展開

認証技術の深化のためには、豊富なデータセットが欠かせません。データセットの充実を継続するとともに、ショートターム・ロングタームの利用者認証・CA 認証・CA 公証の各技術の高度化に取り組みます。悪意をもった攻撃（敵対的攻撃）への対策、セキュリティとプライバシーの両立、技術と法制度の連携に関する研究開発も加速させていきます。CA 共生社会の未来予測を更に進め、「操作者のなりすまし、CA の乗っ取り、違法な技能模倣を防ぐために、各技術をどのように連携させるべきか」に対する解を導きます。

研究開発項目

3. E^3LSI 課題・政策展開の研究

2023年度までの進捗状況

1. 概要

日常生活でサイバネティック・アバター(CA)を利用するアバター生活環境の実現に必要な研究を行い、アバター生活の展開に必要な諸課題を克服するとともに社会的受容性を確保するため、**E^3LSI**「倫理的・経済的・環境的・法的・社会的課題(Ethical, Economic, Environmental, Legal, and Social Issues)の略称。イーキューブ・エルシ」研究基盤の構築を目指す研究を実施します。

この目標に向けて、E^3LSI 課題に取り組んでいます。

1. **倫理的課題(Ethical)**:CA 研究開発課題の連携(ソシオ CA と体内 CA を包含する概念拡張と倫理的課題の解決)
2. **経済的課題(Economic)**:CA 労働と経済活動(労働環境の変化分析)、CA 計量経済学(社会的影響評価と受容性の国際比較研究)
3. **環境的課題(Environmental)**:サイバーフィジカル・サステナビリティ・センター(CPS センター)の設置運用
4. **法的課題(Legal)**:E^3LSI 課題・政策展開の研究(CA 認証・公証に必要な制度基盤の構築)、サイバネティック・アバター法の醸成に関する研究、CA の知的財産保護及び社会的・政策的展開
5. **社会的課題(Social Issues)**:全課題を通じて、CA の社会的受容性の確保と社会実装に向けた研究を実施

2. これまでの主な成果

1. 倫理的・法的課題

新興技術規制の新たな制度構想として、AI 規制のための適合性評価制度の構築に向けた制度設計を提案しました。新保史生「AI 規正論」情報通信政策研究第 7 巻第 1 号 PP.69-100(2023)においてその構想を公表しています。

CA の法的課題を俯瞰的に検討し、生成 AI と法的課題、トランスヒューマニズムの倫理的・法的問題、人間の尊厳やアルゴリズムによる差別の問題、松尾光舟、齊藤邦史「アバターに対する法人格の付与」情報ネットワーク・ローレビュー第 22 巻 45-66 頁(2024)では CA と人格権や法人格に関する研究など多様な課題の考察が進展しています。

CA 法制に向け「人」や「物」といった基礎的な概念の再構築のため、Souichirou Kozuka, *The Avatar Law and (Cyber) Transnational Contracts*, UNIFORM LAW REVIEW vol.28, pp.281-292 (2024)にて、CA を独立の「人」又は「代理人」として扱う可能性を指摘する成果を公表しています。

現行法制下でのキャラクター使用と保護の現状を調査し、知的財産法による CA 保護の限界を整理し、SNS 使用者の権利主体性と人格権の保護の現状を調査し CA の無断使用やなりすましの想定事例を分析しています。

「**E^3LSI**(イー・キューブ・エルシ)は、商標登録(第 6803372 号(T6803372)を行い、E^3LSI に関する研究活動等において自由に利用することを可能にしています。

2. 経済的課題

CA と働き方について海外動向を調査し、機械化・ロボットによる生産性、国民所得、所得分配の歴史的趨勢を分析。仮想通貨と金融決済制度の海外動向と国際的な規制の流れを調査しています。

CA 計量経済学の研究として、CA の社会的影響評価と受容性、認証の受け入れメカニズムについて国際比較研究を進め定量分析を行い、Shinichi Yamaguchi, *Misinformation and Disinformation in Our Society*, Internet Governance Forum 2023(2023/10/8)において報告を行っています。

3. 環境的・社会的課題

サイバーフィジカル空間を通貫し持続可能な社会システムと法政策研究のため CPS センターを創設し、社会的受容活動としてアバターVR 体験会を実施しています。

身体の制約からの解放に伴う E^3LSI 課題の研究について CA のアイデンティティに関する研究会を開催し、精神(人格)と財産(経済)の両側面を横断する研究枠組みを抽出し、CA とその活動基盤のユースケースを通じて、意思と利益の両側面を包括する研究枠組みを構築しています。

3. 今後の展開

CA 認証・公証基盤構築に係る適合性評価制度の提案、CA 研究動向の俯瞰・分析データベース構築による研究の加速、ソシオ CA と体内 CA の包含概念の拡張を定式化するなど、E^3LSI 課題の研究を具体化します。これにより、CA を安全かつ信頼して利用できる社会の実現に向けた取り組みを加速させます。