

研究開発項目

1. 存在感・生命感 CA の研究開発

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究開発項目では、人間並みの外見と機能を有する存在感サイバネティック・アバター（以下 CA）や生物らしさをもつ生命感 CA を開発することを主たる目的とします。また、存在感 CA や生命感 CA の拡張として、環境のなかを自在に移動しかつ子どもらしさを備えた移動型 CA や、メンタルケアでの使用が想定される抱擁型 CA の開発も行います。そして、CA が遠隔操作者の意図・感情・人格といった状態を適切に表出するための自動動作生成システムや、操作者が CA を自在に操作するための高臨場感インターフェースを開発します。

これらの研究開発によって、CA は様々な社会的場面において遠隔操作者の適切な身代わり＝アバターとなることができるようになります。そして、これらの CA を遠隔操作することで、私たちは空間的・時間的制約から解放され、様々な時と場所で、CA がなければ実行することのできないような課題を遂行し自在に活躍することができるようになります。

2. これまでの主な成果

- ① 存在感 CA において操作者よりも表現力豊かな身振りを実現。
- ② 現役大臣の CA の開発及び実証実験の実施。
- ③ 移動機構を備えた生命感 CA の開発と、複数の生命感 CA が連携したシステムの開発。
- ④ CA による操作者を超越する知覚能力の習得。
- ⑤ CG-CA を用いた非対称なメタバース空間での対話。

①では、存在感 CA が対話相手や対話内容に応じて適切な身振りや表情でもって利用者と交流することができるよ

うに、操作者の声から自動的に表現力豊かなジェスチャーを作り出す CA の機能を実現しました。これにより、CA は操作者本人よりも表現力豊かなホスピタリティーのある振る舞いができるようになりました（図1）。

②では、デジタル庁大臣の CA を開発し（図2）、大臣による CA 遠隔操作公務の実証実験を実施しました。大臣は商業施設等に設置された CA を議員会館から遠隔操作し、商業施設での通行人に対してデジタル庁の取り組みについて説明を行う等の公務を行いました。この実証実験では、多くの人が「大臣以外の人物が操作する CA の発言を大臣本人が言っていることとして受け入れられる」と回答しました。このように著名人による CA 利用の社会受容性について調査が進みました。

③では、ロボットの機構音を無音化し、生物らしい生命感をもった CA を実現しました。無音の生命感 CA は、動作音のする CA と比べて高い主体性をもつように感じられることが確認されています。また、移動機構を持つ顔面にディスプレイが搭載された生命感 CA も開発しました（図3）。この CA は自由に顔を変更できます。さらにはこの移動機構を持つ2台の CA と持たない3台の CA が連携して人を支援するシステムも開発しました。



図1: 存在感 CA が操作者本人よりも表現力豊かに身振りをする様子



図2: デジタル庁大臣の CA と大臣



図3: 移動型存在感 CA

④では、逆強化学習によって、消毒をお願いするための声かけタイミングをアバターに学習させ、普通の人間を超える最適なタイミングで声かけできるようにしました（図4）。さらには、強化学習により声かけのうまい人以上に、より適切なタイミングで声かけができるようになりました。実世界のロボットによる学習機能としては、世界初の研究成果です。

⑤では、CG-CA とメタバース空間を用いて、誰もが気軽に対話に参加できるシステムを実現しました（図5）。このシステムでは、操作者の声に応じて CA が自動的に身振り手振りを付けるだけでなく、聞く側の CA も、視線を合わせたり、頷く等の動作を行います。これにより、誰でも容易に対話に参加できるようになりました。



図4: ショッピングモールで消毒をお願いする



図5: CG-CA とメタバース空間

3. 今後の展開

本研究開発項目のもとで開発される CA は操作者の身代わりとなることで操作者を身体的・空間的・時間的制約から解放しますが、単に人の身代わりとなる CA にとどまらず、人を超える機能や能力をもった CA の開発に挑戦します。私たちはそのような CA を通すことで、単に異なる場所や時間において働くことができるようになるだけでなく、普段の自分にはできないような能力や振る舞いを発揮して活躍することができるようになります。

研究開発項目

2. 自在音声対話の研究開発

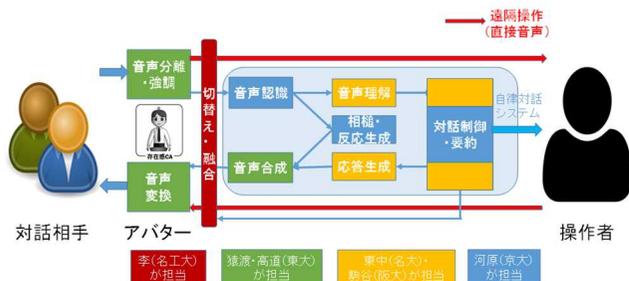
2023年度までの進捗状況

1. 概要

音声認識・対話技術を発展させて、人間のようにホスピタリティの感じられる自律的な音声対話システムを実現するとともに、アバターが操作者の意図や状況に応じて、遠隔操作対話と自律対話を臨機応変に切り替えられる自在対話技術を開発します。高齢者の傾聴対話、案内・プレゼンテーション、就職面接対話、相談・カウンセリング、接客・営業などの応用場面を想定して、システムを開発します。

本研究開発は、本プロジェクトにおいて、音声言語による対話処理の高度化を担っています。音声対話システムは、スマートスピーカやチャットボットなどにおいて実用化されましたが、画一的な知識レベルのやりとりにとどまっています。人間のように長く深い対話を実現するには、ユーザの状況（対話内外を含む）の理解とともに、自然な相槌や共感的な応答の生成が不可欠です。さらに、アバター技術との迅速かつシームレスな切替えに必要な対話制御や要約の処理について研究を行います。

これらを統合したシステムと CG アバター操作環境を開発します。全体像を以下に示します。



2. これまでの主な成果

- 音声処理
- ① 展示会場・ストリート（下写真左）・カフェテリア（下写真右）などの実環境騒音下において、自然な発話を収録し、頑健に動作する音声分離・認識を実現しました。このシステムはショッピングモールの実証実験において高い効果を示しました。



騒音下での発話収録の様子

- ② 感情表現ができ、自然性の高い低遅延の音声合成を実現しました。また、リアルタイムに動作する音声変換を実現しました。国際会議における合成音声の自然性を評価するコンテストで1位となりました。
- ③ 対話相手の人間に同調して相槌や笑いを生成するロボットを実現しました。この論文発表に関して、英国 Guardian, Telegraph, Independent, BBC World など数多くの海外メディアで取り上げられ、フランス大手メディアによる 2022 年度世界 10 大イノベーションに選ばれました。

- 言語・対話処理
- ① 世界最大規模の Persona 情報付き対話データと日本語初の大規模タスクコーパスを構築しました。
- ② ユーザのパーソナリティに応じた対話の振舞い制御を提案・実装しました。本研究は、対話システムに関する国際会議 IWSDS 2023 で Best Paper Award を受賞しました。

- ③ 自然性の高い CG アバターを設計し、自律システムと遠隔操作の両方で動作するソフトウェア環境を構築しました。

- 統合システムと実証実験
- ① 3名相手に同時並列に傾聴するシステムを作成し、動作を確認しました。操作者が介入することによって、自律システムのみの場合と比べて、共感に関する評価が高くなる効果について確認しました。
- ② 3名相手に並列に説明・ガイドを行うシステムを作成し、水族館において1カ月間実証実験を行い、動作を確認するとともに、問題が生じる状況を特定しました。対話の効果的な要約の方法についても実装しました。

3. 今後の展開



水族館での実証実験に用いられたユーザーインターフェース

音声処理と言語対話処理については、国際的にも高く評価されるレベルのシステムが開発でき、その多くが統合システム（会話ロボット）に組み込まれています。今後、さらに被験者実験や実証実験を通じて、評価を進めるとともに改善を図ります。応用場面に関しても、面接や相談などのより複雑なタスクや、複数人が関わる対話を想定して、研究を進める予定です。

研究開発項目

3. CA の認識能力や操作者の意図理解に必要な人間の知識や概念の獲得に関する研究開発

2023年度までの進捗状況

1. 概要

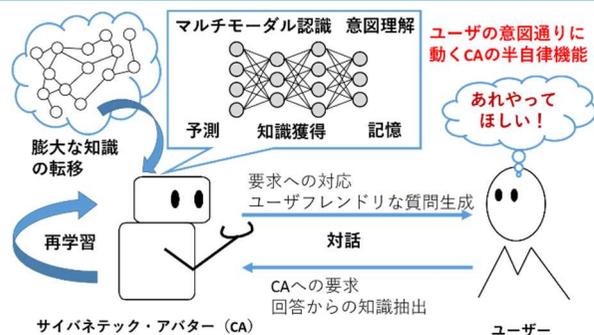


図1:プロジェクトの概要

この研究開発課題では、ユーザの意図通りに動くサイバネティックアバター（CA）の半自律機能実現のために、高度な認識能力、CA間での知識共有、操作者の意図理解に必要な人間の知識や概念の獲得についての研究開発に取り組んでいます（図1）。

この知識と概念の獲得には、視覚情報に人間レベルの知識や概念を組み合わせ、さらに自然言語も含めた多様なモダリティの情報を組み合わせる必要があります。また、視覚情報や自然言語などの様々なモダリティの融合と、多様な実環境における知識共有や獲得を目的とした対話の実現によって、CAが人間と共有できる知識や概念を獲得することを目指します。さらに、得られた知識や概念を基盤とした観測や対話をおこなうことで、操作者や利用者の意図理解につなげていきます。CA、操作者、利用者間でのやり取りは、得られるデータ量も多くはないため、少ないデータでも学習可能な新たな学習手法等を開発します。

2. これまでの主な成果

CAが人と知識を共有し対話を実現するには、実世界の意味的のみならず、その下地となる幾何学的理解が必須となります。特に幾何学的理解では、時間経過とともに形が変わる非剛体物体を含めた時空間モデリングが重要となります。非剛体物体の場合、対象物体が時々刻々と変形するため、同じ対象物体であっても、観測される見た目や深度を表す点群情報も大きく異なります。この問題を解決するために、大変形を伴う部分観測の点群間のマッチングとレジストレーション問題、人工関節物体の再構成手法の開発に取り組みました。

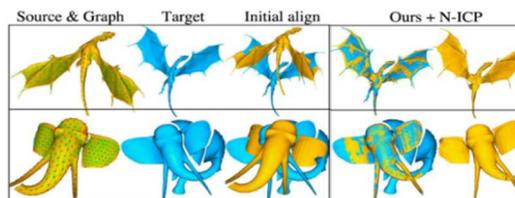


図2:非剛体の部分観測の点群間マッチングの結果

剛体・変形シーンにおける部分点群マッチングのために、学習型アプローチを採用した手法を提案しました。部分点群マッチングとは、一つの対象物を異なる視点から観測した点群間で、どの点同士が物体の同じ部位に対応するかを発見する問題です。これは複数視点から観測した点群から物体を再構築する際の根本技術であり、我々の提案手法は非剛体間点群マッチングの困難なデータセットにおいて、従来研究と比較してダブルスコアの特徴マッチング再現率を達成しました。図2 Source&Graph, Target は異なる視点から観測した姿勢の異なる対象物体の点群をそれぞれ黄色と青色で表しています。図2 Initial align は Source & Graph の点群を Target に位置合わせする初期状態です。図2 Ours+N-ICP は我々の手法により発見した対応点（左側）を利用して非剛体の対象物体を再構成した結果（右側）です。

また、部分点群マッチングに加えて階層的な運動分解によって非剛体点群間の各点の変形量を求めるレジストレーション手法を開発しました。図3左は異なる視点から観測した姿勢の異なる対象物体の点群をそれぞれピンクと緑色で表しています。図3右は我々のレジストレーション手法により非剛体物体を再構成した結果です。既存のニューラルネットワークベースのアプローチ（図3中央）と比較して、図3右のように高い精度を得られるだけでなく、解法が50倍高速化されました。

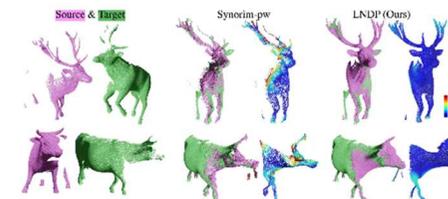


図3:非剛体部分観測点群間のレジストレーション結果

さらに、本項目では、一枚のRGBD画像から戸棚などの人工関節物体の再構成手法を提案しました。人工多関節物体は構造が複雑なため、その再構成は困難ですが、検出されたパーツの組み合わせとして対象物体を表現する新しい手法を考案することでこの問題を解決しました（図4）。



図4:人工関節物体の再構成結果

3. 今後の展開

今後は、各要素の高度化と統合に挑戦することで、CAの認識能力の向上と人の意図理解の達成につなげていきます。

研究開発項目

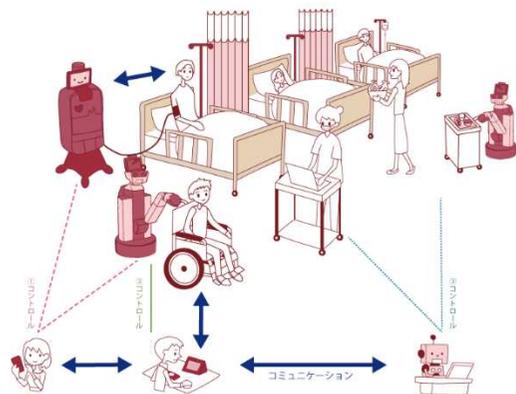
4. CA 協調連携の研究開発

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究開発項目は、複数 CA の同時遠隔操作・連携制御技術（自在 CA 制御）の基盤研究開発を担っています。この研究開発項目の達成により、1 人の操作者が同時に複数の CA を操作することが可能となり、プロジェクトの目指すアバター共生社会の実現、ムーンショット目標で目指す空間・時間制約からの解放に貢献します。

この達成に向けてはタスクや環境に応じて操作者の意図を理解しながら働く複数 CA を利用する技術開発が課題となります。本研究開発項目ではまず、CA が連携する生活環境や病室環境を再現し、そこで活躍する半自律化 CA を、遠隔操作から自律化する自律化 CA 技術をベースに試作します。そして、複数 CA からなる半自律連携制御システムの操作インターフェースを BMI を含め開発します。



病院環境における複数 CA 連携

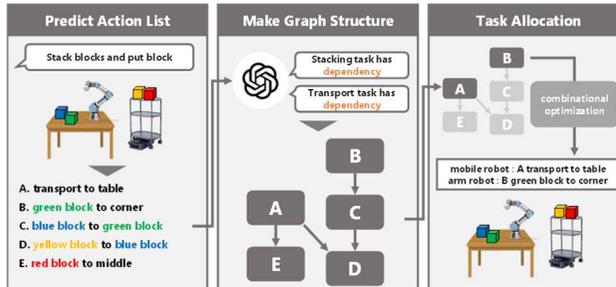
2. これまでの主な成果

(1) 自律 CA を含んだ複数 CA による家庭内タスクを実現しました。具体的には合計 4 体（対話 CA による言語理解と監視、物理支援 CA による調理と配膳）の CA が連携し、1 食分の食事（主食・スープ・主菜・飲み物）を提供することが出来るシステムを構築しました。一人で操作しながら、半分以上を自律化させることが可能になりました。



(左) 冷蔵庫からの食品取り出し (中) 電子レンジによる調理
(右) 調理済み食品の配送

(2) 生活物理支援タスクを LLM（大規模言語モデル）によって複数 CA へ自動的にタスクを割り当てることが可能になりました。LLM が行動リスト生成とその依存関係抽出を行い、線形計画法で複数 CA へとタスクを割り当てます。



(左) LLM による行動リストの生成 (中) 依存関係の解析
(右) 複数 CA へのタスク割り当て

(3) 現場環境における場所の名前や物の配置を意味レベルで高速に理解するための自律探索技術を開発しました。基盤モデルを活用し、ロボットが自律的に地図を作成しながら

環境理解を進めることができ、CA 自律化のためのユーザーの負担を軽減できます。

(4) 物理世界検索エンジンを開発しました。生活環境・病院・ショッピングモール・屋外の対象をオープンボキャブラリーな言語を通じて検索することができるようになり飛躍的に自律 CA による支援可能性を向上させました。東京国際フォーラムで実証しました。



(左) 検索入力と結果 (中) タブレット画面
(右) 東京国際フォーラムの室内環境の様子

(5) 近接覚センサを活用した物理支援 CA の遠隔操作の実証実験デモを金沢と京都を繋いで行い、遅延等による操作ミスがあっても、初心者のコントロールでも簡単に物を掴めることを示しました。

(6) BMI 随意制御と CA 自律制御の調和による思い通りの CA 操作を達成しました。

3. 今後の展開

今後は、さらに多くの CA 同時遠隔操作の実現に挑戦します。これまでに開発してきた要素技術を統合実証システムに組み込み、CA が自律的に連携する仕組みを構築します。また物理支援 CA の自律化を推進し、一人の操作者が自律、半自律、共有自律、遠隔操作を多様に活用し、多くの CA を活用できるシステムを構築します。また統合システムを一般向けにデモできるオープンラボを立ち上げ、要素技術の統合を推進します。

研究開発項目

5. CA 基盤構築の研究開発

2023年度までの進捗状況

1. 概要

多数のサイバネティック・アバター（CA）と操作者を結ぶCA基盤（CA-PF）の研究開発として「CA基盤構築と実証実験」および「サービス機能記述の標準化」に取り組みます。多数のCAを多数の操作者が利用するには、両者を結び付ける情報インフラとなるCA基盤が必要不可欠です。「CA基盤構築と実証実験」では、まず基盤の階層構造を明らかにし、各階層の機能を実現すると共に、階層間のプロトコルを定めます。基盤の階層は、利用者・CAモニタリング層、CA経験管理層、階層的CA連携層、操作者割り当て遠隔操作層です。プロトコルに従ってCA基盤のプロトタイプを実装し、街を対象とした広範囲の環境においてその性能を確かめ、新たな課題を発見していきます。「サービス機能記述の標準化」では、実社会実証実験に参加する企業による企業コンソーシアムと連携し、研究開発テーマ7（実社会実証実験）で実施される実証実験を通じて、異種サービス、異種CAの相互運用性やスケーラビリティを考慮したCA基盤に発展させます。

2. これまでの主な成果



● CA基盤構築と実証実験

CA基盤の新たな機能として、多数のCAとCAの遠隔操作者を管理可能にするグループ管理機能を開発し、CA基盤第3期プロトタイプとして実装しました。100体を越えるCAと多数の遠隔操作者がCA基盤に接続する場合、WebRTCやWebSocketの輻輳が生じないようにCAと遠隔操作者の接続を適切に管理する方法が必要です。グループ管理機能は、CAやCAサービスの種類、CAサービス提供場所の物理的な位置や状況に基づいて、各CAにグループIDを割り当てます。遠隔操作者は、操作したいCAのグループIDを、CA基盤の推薦を参考にして、CA基盤にログインする際に選択することで、同じグループIDの全てのCAおよび遠隔操作者と繋がります。この機能によって、複数の遠隔操作者が100体以上のCAを利用できることをシミュレーション環境、実社会環境で確認しました。実社会環境は、研究開発テーマ1（存在感・生命感CA）、2（自在音声対話）、4（CA協調連携）および7（実社会実証実験）と連携して、アジア太平洋トレードセンター（ATC、大阪市住之江区）で実施した実証実験において、遠隔操作者20名、CA104体を接続した機能実証を実施し、CA基盤が機能することを示しました。



グループ管理機能
(グループID選択画面)



CA基盤でCG-CA2体を
操作している様子

他のムーンショット目標1プロジェクトや研究開発テーマ7で運営しているアバター共生社会企業コンソーシアム

の会員に、このCA基盤を利用してもらうために、CA基盤公開の仕組みを整えました。

● サービス機能記述の標準化

CAのサービス機能を記述する仕様は、国際標準化団体であるObject Management Group (OMG)のRobotics DTFにおいて標準化が進められているRoSO (Robotic Service Ontology)に盛り込む取り組みを継続的に行い、2023年9月にRoSO 1.0 Revised Draftが受理され、RoSO 1.0 Finalization Task Forceが設立されました。CA基盤の仕様は、同様にOMG Robotics DTFで標準化が進められているRoIS (Robotic Interaction Service)の仕様拡張として盛り込んだRoIS 2.0 Initial Draftを2024年3月にOMGへ提出し、受理されました。

3. 今後の展開

CA基盤は、CAの種類（実機、CG）、CA操作者の状況（在宅操作、モバイル操作）、CAサービス提供場所の状況（広域単地点、広域多地点、低顧客密度、高顧客密度）、CAサービスの種類（受付、案内、接客、買物など）、以上を組み合わせた様々な状況での利用が想定されます。これらに対応したCA基盤を段階的に構築し、他の研究開発テーマの成果を組み込んだ外部プログラムのサンプル実装も拡充して、多くの研究者や企業の方々の利用を促進します。異種サービス、異種CAの相互運用性やスケーラビリティを考慮したCA基盤の研究開発と国際標準化活動を引き続き推進していきます。

研究開発項目

6. 生体影響調査

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究開発項目「生体影響調査」では、CA やデバイスの利用が生体に与える影響の全体像を明らかにしようとしています。他の研究開発項目と密接に連携する項目であり、CA やデバイスが人体に作用するしくみの理解に立脚した新しい CA デザイン、CA の評価方法の構築、安心して持続的な CA 利用法の確立などの波及効果を狙います。

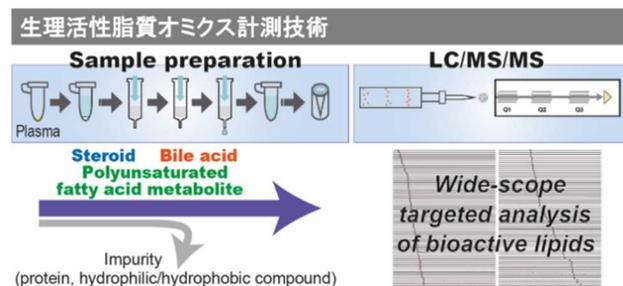
この目的を達成するために、本グループでは、人体に含まれる1万種類以上の物質を網羅的に測定する「オミクス解析」を最大限に活用しています。この考え方は質問紙票を用いたアンケートベースの評価や特定の物質（例：コルチゾール）のみによる評価といった従来の考え方とは大きく異なっており、CA やデバイスの利用が生体に与える影響を客観的かつ俯瞰的に明らかにできることから、本研究分野に大きな進展をもたらすことが期待されます。

2023年度は、本研究の進捗を助ける新しいオミクス計測技術の開発や、対話やゲーム、運動、あるいは新しいデバイスの利用が生体に与える影響の解明といった重要な進展が得られました。特にオミクス指標と心理指標の関係性に着目しながら、以降の研究を進めていきます。

2. これまでの主な成果

＜生理活性脂質を一斉測定する新技術の開発＞

オミクス解析の一つに代謝物（メタボライト）を網羅的に測定するメタボロミクスがあります。メタボロミクスは網羅性を担保することが最も難しい技術の一つです。その理由は、生体内に存在する物質の物性がさまざまだからです。例えば、アミノ酸は水に溶けますが脂質は水に溶けません。分子の大きさや極性も大きく異なります。このうち、ホルモンなどのいわゆる生理活性脂質には「量が少ない」という決定的な特徴があり、複数の生理活性脂質を同時に測定することは困難であるとされてきました。そこで、生体影響調査グループではこの状況を大幅に前進させ、微量な生理活性物質143種類を一斉に測定するために、試料調製法および液体クロマトグラフィー質量分析（LC/MS/MS）を用いた新しい計測系を開発しました（下図）。本研究を前進させる上で極めて重要なコルチゾールやテストステロンなどを含む代謝物の網羅的定量観測が可能になりました。この新しい技術が本グループの今後の研究をさらに発展させていくものと期待しています。

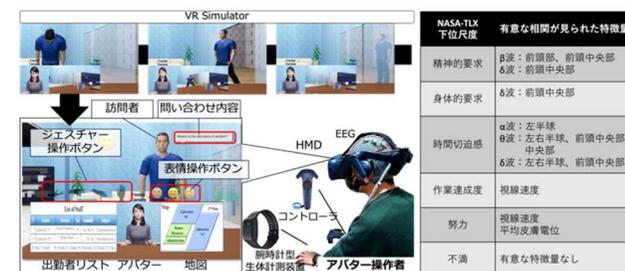


＜対話やゲームの生体影響をマルチオミクス解析で解明＞

本グループのマルチオミクス計測基盤を活用し、ゲーム利用時や対話体験時の生体影響を明らかにしました。2時間のアクティビティによって免疫細胞の遺伝子発現に変化が生じました。興味深いことに、アクティビティによるマルチオミクス変化はアクティビティの種類によって異なっており、マルチオミクス反応によるタスク分類の可能性を示唆する結果でした。また、マルチオミクス応答が心理指標と相関するケースも多く認められ、私たちが捉えているマルチオミクス変化と主観認識の間に何らかの関係があると考えられました。東北大学・京都大学を生体影響調査試験のハブとして引き続き研究を進めていきます。

＜アバター利用時の生体信号と疲れの関係を調査＞

住岡（国際電気通信基礎技術研究所）は、アバター利用時の生体信号から疲れや注意状態を推測することで操作者を支援するインターフェース開発に取り組んでいます。本年度は、操作者の疲れを反映する生体信号を選定するために、仮想アバターで来客対応をしたときのメンタルワークロード(MWL)と生体信号の関係を調査しました（下図左）。被験者は脳波計等の生体信号計測装置を装着した後、アバターを操作しながら訪問者の問い合わせに対応しました。何度かの対応後、アンケートに回答してもらい、主観的なMWLを評価してもらいました。その結果、NASA-TLXの複数の下位尺度が生体信号から計算された複数の特徴量と相関を持つことがわかりました（下図右）。今後はこれらの特徴量からアバター操作中のMWLを予測することに取り組み、疲れすぎないアバターインターフェース開発に取り組みます。



3. 今後の展開

これまでの研究を継続し、タスクの性質や被験者の応答をマルチオミクスデータとして表現することを目指します。このことによって、マルチオミクスデータによる性能評価や安全性評価という新しい領域を拓きます。脳情報の変化と代謝・遺伝子の変化がどのように関連し合っているのかを調べることも現実のものとなりつつあり、幅広い波及効果をもつテーマといえます。

研究開発項目

7. 実社会実証実験

2023年度までの進捗状況

1. 概要

場所、サービス、サイバネティックアバター（CA）開発に関する3つの業種の企業を組み合わせた実証実験が可能な、CAに特化した通信環境を含む実証実験基盤を開発します。2025年大阪・関西万博や、大阪市内、東京都内で大規模かつ実用的な実証実験を実施するため、準量産型CA等も準備します。他の研究開発項目、および複数企業とも企業コンソーシアムを通じて連携し、商業分野を中心に様々な実社会実証実験を実施するとともに、CAの社会実装に取り組みます。本研究開発項目が単体で取り組む領域としては、発達障害者やうつ病患者といった精神障害者を対象としたメンタルヘルスケア、および高齢者を対象とした社会参加、以上の2つについて重点的に実証実験を実施し、CAの実現と課題を明らかにしていきます。



2. これまでの主な成果

● 実証実験基盤構築と商業分野における実社会実証実験
実証実験基盤を活用して、アジア太平洋トレードセンター（ATC、大阪市住之江区）において、CA100体以上による3種類以上の異種CAサービス提供実証実験（アバター100実証実験）を、研究開発項目1・2・4・5と連携して、

2023年7月11日から20日の10日間実施しました。この実験では、ATCに設置したCG-CA 60体、設置型CA 37体、移動型CA 7体、合計104体のCAを、ATCと他三か所の遠隔操作拠点（堺市南区、東京都中野区、長崎市布巻町）から操作し、ATCに敷設したローカル5G無線通信等を介して、施設案内、誘導、警備、接客などのCAサービスをATCの来訪者2,000人以上に提供しました。また、実証実験基盤を活用した国境を越える実証として、UAE・ドバイと日本を繋いだ実証実験（ドバイから日本のCAを遠隔操作、日本からドバイのCAを遠隔操作）を実施しました。



アバター100実証実験（アバターまつり）の様子と告知用チラシ

● 発達障害者やうつ病患者のメンタルヘルスケアを対象とした実社会実証実験
メンタルヘルスケア領域では、医療・教育現場におけるCA社会実証実験を継続的に実施するとともに、CAを活用した離島での遠隔診療支援の実社会実証実験を実施しました。離島での医療、特に、本土から直接行くことができない二次離島では医療従事者が不足しています。この課題に対して、二次離島の現地医師の診察に専門科医が本土からCAを介して陪席し、現地医師（もしくは看護士）へ助言を行う遠隔診療支援のシステムを構築しました。五島列島の二次離島である久賀島の診療所において精神科医による専門的助言を行う実証実験を実施し、その有効性を確認しました。

● 高齢者の社会参加を対象とした実社会実証実験

高齢者のCAを通じた社会参加に向けて、CAの遠隔操作という概念の理解と習得を目的として、これまでに開発したCAおよびCA遠隔操作インタフェースを活用し、堺市、大阪経済大学、泉北光明池専門店事業協同組合、南海電気鉄道株式会社と連携し、高齢者を対象としたCG-CAの遠隔操作練習会を月2回のペースで泉北ニュータウン内に設置した実験拠点で実施しました。



CAによる遠隔診療支援実験の様子 実験拠点とCG-CA遠隔操作練習会の様子

企業連携を進めるために設立したアバター共生社会企業コンソーシアムは、会員数が2024年3月末現在で142法人まで成長しました。本企业コンソーシアムの情報会員から、自社事業でのCA利用を検討したい企業を募って立ち上げる分科会は、現在、ヘルスケア・医療分科会、教育支援分科会、ITインフラ分科会、まちづくり分科会、FA分科会、以上の5つが立ち上がり、各会員の事業の蓋然性を高める実証実験の計画を議論しています。

3. 今後の展開

実社会実証実験を継続的に実施していきます。特に、バックキャスト型実証実験によって社会受容性を検証しつつ、社会実装の方向性を検討します。実社会実証実験の結果を各研究開発項目へフィードバックするとともに、研究開発項目5で実施するCA基盤の構築および国際標準化活動にも反映させます。

8. アバター社会倫理設計

2023年度までの進捗状況

1. 概要

本研究開発項目では、サイバネティック・アバター（CA）利用における倫理・法律問題の研究とモラルコンピューティングの実現に取り組んでいます。幅広い見地から CA 利用の社会倫理を議論し、提案することは、今後 CA の開発が進み、社会に普及していく上で不可欠です。この目的のために、倫理、法律、工学の研究者が共同して、アバター社会倫理に関する議論を深めます。

工学的なアプローチの研究では、CA 利用者の不適切な行動も、自動的に適切な行動に変換する CA の機能である、モラルコンピューティングの研究開発と、文化適応性も考慮したホスピタリティを高める CA の行動生成の研究を行います。また、社会倫理の研究では、CA が社会に普及した場合に起こりうる、社会、倫理、さらには心理的な影響を検討します。法律の研究では、アバターの認証制度、プライバシー問題、アバター社会実装における法的問題について検討します。

2. これまでの主な成果

● アバター共生社会倫理コンソーシアム

① アバター共生社会倫理コンソーシアムの活動

アバター社会倫理に関する議論を深めるため、アバター共生社会倫理コンソーシアム設立しました。コンソーシアムが主体となり、国内・国際シンポジウム、国際ワークショップ、アバターモラル



図1：アバターモラル体験会

体験会（図1）等を実施し、アバター社会倫理設計について幅広い分野の専門家（法律、倫理、工学、教育、SF 作家等）と議論を深めました。

② アバター社会実装ガイドラインの作成

アバターに関するイノベーションを社会に実装する際に考慮すべき点について、法律、倫理、技術的観点から検討を進めてきました。その成果をまとめ、アバター社会実装ガイドラインを作成しました。

＜ガイドラインの主な観点＞

社会的ウェルビーイングを高めることを最重要の目的とし、新技術に対する心配・信頼の問題（法的・倫理的課題等）へ配慮しつつ、新技術を社会に普及させるためにそれらの課題を克服していく必要がある。

【配慮】操作者への配慮と利用者への配慮。

【普及】CA の社会への普及において目指すべきこと。

・誰もが平等に CA の活用機会を享受できること。

・CA を使ってサービスの質と生産性を向上させること。

・CA を使って持続可能な社会の実現に貢献すること。

● モラルコンピューティングとアバターホスピタリティの研究

① モラルコンピューティングの研究：不適切な発話をするオペレータを検出し、丁寧な発話に変換して相手に伝える技術を開発しました（図2）。これにより CA 操作者の作業負担が低減することが確認されました。また、歩行者が他者に進路を妨害された時の回避行動をモデル化し、ロボットに実装しました。

② アバターホス



図2：モラルコンピューティングシステム

ピタリティの研究：接客場面のロボット行動として、狭い店内の通路を通りたい意図を伝えるロボット動作を開発しました。これにより、ロボットの意図がより人に伝わりやすくなることが確認されました。

● 社会倫理・法律課題の研究

① 社会倫理の研究：アバター技術に対するイメージ調査を実施し、一般の方々のアバターに対する期待や懸念について、日米で意見を集約しました。日米ともアバターで代替することに問題があると考えられる職業のトップが「保育士」であり、「聖職者」「政治家」「教師」「医療従事者」が共通して上位に並びました。また、日米とも、仕事に関連する行動、例えば「仕事上の失敗をアバターのせいにする」などは倫理的に問題があると考えられる傾向があるとともに、アバターに期待することとして「なりたい自分になれる」、「社会参加が難しい人が社会参加できるようになる」といった側面への期待がありました。

② 法的課題の検討：1) プライバシー保護の観点からアバターのなりすましを巡る法的課題や、仮想空間におけるアバターの不正利用について議論しました。2) アバター認証の制度的課題について提案しました。3) バスの乗務員やコンビニ店員等、交通機関や店舗におけるアバター利用について具体的に法的問題点を検討しました。4) 匿名の参加を可能とするアバターを活用することにより、より多くの人による双方向の議論が可能になることを提案しました。

3. 今後の展開

・アバター社会倫理コンソーシアムが主体となり、シンポジウム、ワークショップ等の活動を引き続き行い、アバター社会倫理の議論を深めるとともに、アバター社会実装ガイドラインの改良と普及を目指します。

・モラルやホスピタリティに関する文化差について調査するとともに、文化適応的な CA の開発を目指します。

・社会倫理、法律、心理的課題を明らかにしていきます。