

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「イノベーション創発に資する
人工知能基盤技術の創出と統合化」
研究課題「計算機によって多様性を実現する社会
に向けた超 AI 基盤に基づく空間視聴触覚技術の
社会実装」

研究終了報告書

研究期間 2017年10月～2019年3月

研究代表者：落合 陽一
(筑波大学図書館情報メディア系
准教授)

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

少子高齢社会に突入した我々にとってテクノロジーを用いた社会の改善は急務である。我々の社会には、高齢化や先天的もしくは後天的な理由により運動の自由が効かなくなったり、視聴覚機能の低下が生じたり、発話やコミュニケーションに困難が生じたりといった多様な困難を抱えて生きていくことを強いられる人々がいる。本CRESTプロジェクトは人の身体や感覚器の機能補完や拡張のためにタスク指向型の AI ソフトウェア及び身体拡張デバイスの開発を行いながら、研究の社会実装により多様性社会を目指すプロジェクトである。タスク指向とは、万能の判別機や学習機を目指すのではなく、あるタスクに特化したソフトウェアを志向することを指す。本プロジェクトの目的は、タスク指向型の開発を積み重ねる事で技術開発の方法論やコミュニティ形成、検証方法などを含めたノウハウと方法論およびオープンソースのソフトウェアを共有することにある。

スモールフェーズでは、視聴覚能力やロボティクスによる能力拡張・コンピュータビジョンと機械学習・障がい者向け能力拡張デザイン・運動能力拡張ロボティクスの専門家による4グループを組織し、一つの社会実装チームとして上記のようなタスク志向開発に取り組んだ。聴覚補助デバイス(富士通・大阪大学)、自動運転車椅子(筑波大)、ロボット義足(ソニーCSL)を具体的なタスクとしながら、それぞれが加速フェーズに向けたいくつかの試験検討を行い、タスクごとに垂直統合したチームを組織し解決に当たるための方法論について検証を行った。

要素技術の開発として、筑波大グループでは、網膜投影ディスプレイ、視覚障がい者用文字読み上げグラス、触覚ディスプレイ、車椅子の開発を行った。阪大グループでは、学習データを自動的に生成するための画像生成ディープニューラルネットワークの基礎検討に取り組んだ。富士通グループでは音知覚装置 Ontenna の改良および新デバイスの開発研究を行った。ソニーCSLグループでは、ユーザーのためのロボット義足の開発を行なった。

さらに、こうした要素技術を用いたタスク志向のシステム設計には、ユーザーとの対話や課題の洗い出しが不可欠である。ユーザが抱える多様な課題と現存する多様な技術シードを結びつける作業は容易ではなく、本プロジェクトでは個々の事例を通して課題抽出およびシステム設計の方法論を検討・確立することを目指した。聴覚補助デバイス、自動運転車椅子、ロボット義足のそれぞれに関して、現場でのヒアリング等のフィールドワークに加え、実ユーザコミュニティと協働するワークショップ設計やその効果分析を中心に検討作業を進めた。

また、本課題に取り組むためには協力者や社会認知が不可欠である。ユーザの参加協力や社会認知を向上させるために一般参加型のシンポジウムを2017年12月と2018年3月と6月と8月と11月2019年2月にそれぞれ大阪・東京・神奈川・北海道・東京・東京で開催し、多数の参加者とディスカッションを行った。さらに、プロジェクトのウェブサイトや各種公開記事を通して周知を進めたほか、オーケストラ団体と協力したコンサート企画2回などを通してユーザの獲得とコミュニティの開拓に務めた。

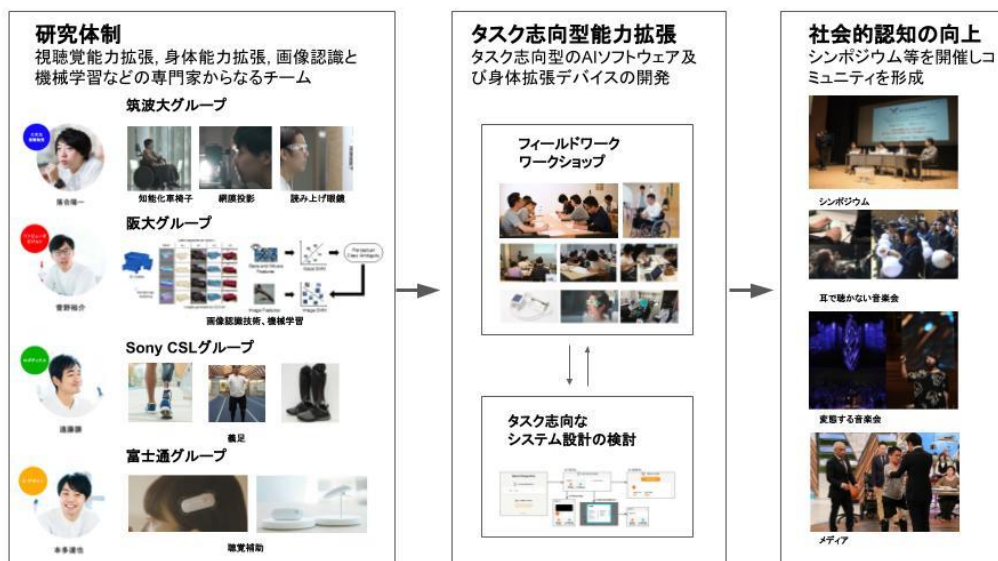


図1 本研究プロジェクトのチーム体制及び実施内容の概略図

(2) 顕著な成果

<優れた基礎研究としての成果>

1. 網膜投影手法の開発

眼球によるピント調節能力のいらない映像知覚を可能にするため、網膜投影技術を開発した。開発した網膜投影手法は、直交コーナリフレクターアレイによって眼球内に一般的なプロジェクターの開口を転写することにより、設計を簡略化し、広い視野角とアイボックスを目指すものである。これにより、視覚に困難のあるユーザーへのデバイスによる補助が可能になる。

2. 形状制約付き敵対的画像生成ネットワーク

敵対的生成ネットワーク(GAN)を用いた画像生成において、対象物体の3次元形状を制約として与えるための手法を発表した。入力として与えられた法線画像と同じ形状を持つ画像を出力する生成ネットワークを学習することで、物体位置やキーポイントを指定する従来手法よりも詳細な出力の条件付けが可能になる。提案手法は任意の物体クラスに拡張可能なほか、物体姿勢推定など各種画像認識タスクの学習データ生成に利用できる。

3. インタラクティブ学習環境を用いた当事者ユーザ参加型ワークショップ

聴覚障がい当事者ユーザが必要とする音認識タスクをユーザ自身が定義・学習するためのインタラクティブ環境を設計し、実証・分析のためのワークショップを実施した。インタラクティブな機械学習環境によりユーザの技術理解が向上し、当事者が抱える多様な課題を具体的に抽出する上で重要なツールとなり得ることが確認できた一方、機械学習の基礎的な知識を一般ユーザに伝える上での課題も明らかになり、本プロジェクト全体の知識基盤としても重要な知見が得られた。

<科学技術イノベーションに大きく寄与する成果>

1. 社会実装に耐えうる義肢技術の開発

概要: 社会で使用に耐えうる義肢技術の開発のため、ロボット技術を用いた膝継手の開発を行った。現在は制御パラメータを手動で調整し、様々な運動ができるところまでの確認を行った。また、障がい者のアイコンとして乙武洋匡氏にロボット義足での運動のトレーニングを行っていたが、身体テクノロジーの新しい試みを広げるべくプロジェクトの発信を始めた。

2. 車椅子用遠隔インターフェース技術の開発

概要:介護現場での問題を解決するため、車椅子の遠隔操作法に関する検証を行った。VR 技術をもちいることで人が直接操作するのと同様の操作精度を達成した。また介護現場での意見をフィードバックし、複数の車椅子の自動連携操作やリモコンでの運用などのバリエーションを開発しフィードバックを得た。

3. 聴覚補助デバイスを用いたコンサートの社会実装

概要:聴覚補助の社会認知を向上させるため、日本フィルハーモニーオーケストラと協働して Ontenna や触覚デバイスを用いて音の可触覚化を目指した音楽会を 2 回開催し、フィードバックを得た。のべ 1500 人の聴衆が参加し、オーケストラ音楽の体験を行った。

<代表的な論文>

- Y. Miyauchi, Y. Sugano, and Y. Matsushita, "Shape-conditioned Image Generation by Learning Latent Appearance Representation from Unpaired Data," In Proc. 14th Asian Conference on Computer Vision (ACCV 2018).
- S. Hashizume, I. Suzuki, K. Takazawa, R. Sasaki, and Y. Ochiai, "Telewheelchair: the Remote Controllable Electric Wheelchair System combined Human and Machine Intelligence," in Proc. 9th Augmented Human International Conference (AH '18).
- Bektur Ryskeldiev, Michael Cohen, Jens Herder, and Yoichi Ochiai. Reactspace: Spatial-aware user interactions for collocated social livestreaming experiences. In IEEE Int. Conf. On Systems, Man, and Cybernetics (SMC), 2018, pp. 724-728 Miyazaki, Japan.

§ 2 研究実施体制

(1)研究チームの体制について

①「筑波大」グループ

研究代表者: 落合 陽一 (筑波大学図書館情報メディア系 准教授)

研究項目

- ・波動とデジタルファブリケーションを組み合わせた知能化技術

②「阪大」グループ

主たる共同研究者: 菅野 裕介 (大阪大学大学院情報科学研究科 准教授)

研究項目

- ・タスクの多様性に対応するための視聴覚認識技術の開発

③「Sony CSL」グループ

主たる共同研究者: 遠藤 謙 (Sony CSL リサーチャー)

研究項目

- ・社会実装に耐えうるロボット義肢技術の開発

④「富士通」グループ

主たる共同研究者: 本多 達也 (富士通(株) マーケティング戦略本部)

研究項目

- ・エクストリームユーザの意見に基づく視聴覚知覚装置のディプロイと社会実装

(2)国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

現状、様々な民間企業、研究機関との協働が進んでいるが、それらの連携を加速化させるため、前述した一般社団法人の設立を行った。加速フェーズ移行後も、この一般社団法人をネットワーク形成のハブとして活用し、今後も国内外の研究者や産業界との連携を強めていく。