



脳波制御支援ロボット

Dr. Kai Arulkumaran

アラヤの強化学習チームは、介助ロボット、ブレイン・ロボット・インターフェース、マルチエージェントシステムの研究に取り組んでいます。ムーンショット型研究の一環として、未来の社会の技術を構想し、脳波の計測・解読、制御理論、強化学習、マルチエージェントアルゴリズムなどを活用し、肢体不自由者や高齢者を支援する介助ロボットの研究開発を進めています。本チームでは、単に支援するだけでなく、利用者が自立感を持ち、社会的な交流を行い、さらには社会に貢献できるようになることを目的としています。そのために、機械学習、ロボティクス、神経科学、そしてヒューマン・コンピュータ・インターラクション（HCI）の交差領域において、学際的な研究を行っています。

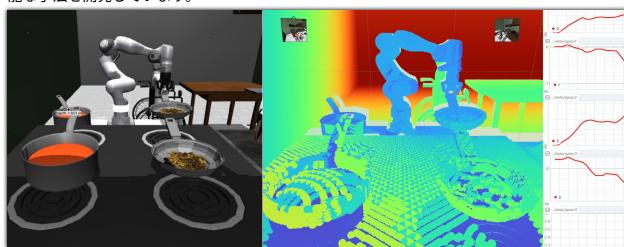


キッチン作業支援ロボットシステム



キッチン作業支援ロボットシステムを実現するために、「アシストキッチン環境」と呼ばれる仮想キッチンを構築しています。この場面では、障害のある方と仮定した2人のユーザーが存在し、それぞれに1台のモバイルロボットアームが割り当てられています。ユーザーは、脳波計測およびアイトラッカーを用いてロボットを操作し、食卓と一緒にセッティングすることを課題としています。具体的には、ユーザーは視線によって、ロボットに移動してほしい場所や、取得・配膳してほしいアイテムを指定します。次に、ユーザーにはロボットに実施してほしい行動（食事を配膳するなど）を想像してもらい、脳波をもとにした機械学習アルゴリズムで意図解読を行い、ロボットに指示を与えるという仕組みも考えられます。

これを実現するには、ロボット工学環境の構築、ユーザーフレンドリーなインターフェースの設計、ユーザーの脳波をリアルタイムで解読するAIモデルの学習、そしてこれらすべてを連携させるソフトウェアの開発が必要です。ユーザーに高い自由度を持たせるため、食器棚、カップ、グラス、コンロなどのアイテム操作も可能としています。さらに、ユーザーから指示される多様な課題に対応し、ロボットがこうした多様なタスクを実行できるようにするために、コンピュータービジョン、機械学習、ロボティクスの最新技術を展開しながら組み合わせています。現在、シミュレーター上で実験を行っていますが、現実世界でも活用可能な手法を開発しています。



今後の展望

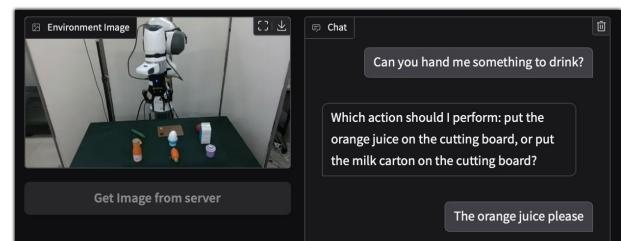
最新の研究成果である「アシストキッチン環境」は現在シミュレーション上で開発中ですが、実世界への展開を視野に入れた技術開発を進めています。AIとロボティクスのアルゴリズムは実世界でも活用できるため、次のステップとして、ユーザーがロボットを操作して目の前の物体を操作できる複合現実（MR）インターフェースの開発を目指しています。共に世界をより良い方向に変えていきましょう！

学際的なアプローチ

これらの分野における研究開発には、真に学際的なアプローチが必要だと考えられます。技術的な観点からは、人間の脳波や他の生体信号を十分効率的に分析できるアルゴリズムと、汎用性、効率性、安全性を兼ね備えたロボット制御装置が必要です。さらに、現実世界でリアルタイムに機能しなければなりません。

人間中心の視点からは、ユーザーのニーズや要望を理解することが重要です。例えば、障害のある方や高齢者は日常生活の支援を必要としているかもしれません、押し付けられることは望んでいません。本研究では、技術的な要求とユーザーのニーズを踏まえ、より積極的に社会に参加できるよう、エンパワーメントを図ることを目的としています。

家庭内のロボット



本研究では、家事などの日常作業を支援するために、ロボットを家庭内に導入することも検討しています。この場合、ロボットの細かい制御には同じアルゴリズムを用いますが、ユーザーが言語を用いてロボットに指示できることも目的としています。さらに、チャットボットから派生した技術を活用することで、ユーザーはテキストや画像入力を用い、ロボットとの会話を通じて指示を出すことができるシステムも想定しています。

チャットインターフェース以外にも、この技術は次の2つの重要な機能の実現に活用されています。1つ目は、ロボットが指示に応じて自分の行動を計画できるようにすることです。具体的には、「テーブルを片付けてほしい」といった指示に対して、ロボット制御アルゴリズムが順番に実行可能なサブタスク（「テーブルに移動」、「汚れた皿を積む」、「台所に運ぶ」など）に分割することを指します。2つ目は、ユーザーの指示が曖昧な場合に、それをユーザーに確認し、会話を通じて明らかにできる機能です。例えば、ロボットに飲み物を持ってきてもらうよう指示した際に、冷蔵庫に複数あるドリンクのうちどれを持ってくるかを判断するために、ユーザーに確認できるようにすることです。

Kai Arulkumaran

Visiting Researcher, Araya Inc.

Kaiはアラヤの訪問研究員（元：強化学習チームリーダー）であり、IoBムーンショットの主任研究者（PI）です。アラヤ入社前は、ケンブリッジ大学でコンピュータサイエンスの学士号を取得し、インペリアル・カレッジ・ロンドンでバイオエンジニアリングの修士号と博士号を取得しました。博士課程在籍中は、Google DeepMind、Facebook AI Research、Twitter Cortex、Microsoft Researchで勤務経験があります。

Dan Ogawa Lillrank

Chief Researcher, Araya Inc.

Rousslan Fernand Julien Dossa

Chief Researcher, Araya Inc.

Shogo Akiyama

Senior Researcher, Araya Inc.

Marina Di Vincenzo

Senior Researcher, Araya Inc.

Shivakanth Sujit

Senior Researcher, Araya Inc.

Hannah Kodama Douglas

Senior Researcher, Araya Inc.

Luca Nunziante

Senior Researcher, Araya Inc.