

次世代

人工知能・ロボット 中核技術開発

—— 紹介ハンドブック (2019年度版)



次世代

人工知能・ロボット 中核技術開発

—— 紹介ハンドブック (2019年度版)

はじめに

実用化・事業化される次世代人工知能・ロボット中核技術 ～人を見守る人工知能、人と協働するロボットの実現に向けて～

2015年（平成27年）2月に政府によって示された「ロボット新戦略」（日本経済再生本部）に基づきNEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プロジェクトを開始しました。経済成長の原動力となる次世代人工知能とロボットの革新的な中核技術の研究開発を行い、その成果を活用して次世代人工知能を搭載したロボットの実現可能性を示すことを目的としています。また中核技術の研究開発にとどまらず、産学官連携によりそれら技術を社会実装（実用化・事業化）することにより、現代社会の課題を解決すべく取り組んでいます。このために、人工知能研究の先進国である米国から卓越した技術者の招聘等により研究開発を加速する取り組みや、人工知能技術活用モデルケースとしての社会実装に向けた研究開発、人工知能技術を活かしたビジネスを展開するベンチャーを支援するためのAIコンテストなどを実施しています。

本プロジェクトでは、中核技術研究成果と

してトップレベルの技術やデファクト化を目指すだけでなく、プラットフォームの構築やコンソーシアムの設立により、技術を広く活用するための仕組みづくり、社会実装を促進するための企業とのマッチングやベンチャーの立ち上げなど、プロジェクト終了後も継続的に成果を最大化するための取り組みを行っています。これらの取り組みにより、人を見守る人工知能、人と協働するロボットを実現することを目指しています。

本ハンドブックには、プロジェクト内のすべての研究テーマ（126テーマ）の研究概要を掲載しております。外部有識者のアドバイスを仰ぎながら実施している、国内の優れた人工知能技術者やロボット技術者による先進的な研究開発成果と、社会実装のモデルケースが含まれます。本ハンドブックが社会課題解決に貢献し、皆さまの保有している技術との融合による新たな技術革新の進展につながれば幸いです。



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」
プロジェクトマネージャー

渡邊 恒文

人と協調する実世界人工知能

「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プロジェクトは、「実世界に埋め込まれる」AI、「人と協調できる」AIを目指して、2015年度に開始されました。この間、サイバー空間でのAIから、実世界AIへの流れはますます加速してきています。また、それに伴って、人とAIとの協調の重要性も強く意識されるようになってきました。本冊子は、プロジェクトの成果を簡潔にまとめ、その成果が広く活用されていくことを願って編集したものです。

実世界AIでは、医療・介護・教育・製造業、人流・物流、生命科学・物質科学といった分野の専門家と緊密に協力することが不可欠です。医学者・医師・看護師・検査技師などの協力なくして、医療AIの研究開発はできません。製造業のAIも、同様です。課題を把握し分野の深い知識をもったエンジニアや工学者と、緊密に協力する必要があります。これら多くの分野において、すぐれた組織と人材を持つ日本は、実世界AIを推進していく良い環境を持っています。

日本の持つ優れた人材を活かし、幅のひろい多様な分野でのAIを研究・開発していくためには、AIの要素技術を各分野の専門家が使

いやすい形で用意していく必要があります。我々のプロジェクトでは、この要素技術として、多様な応用分野でのデータ取得の技術、データを意味に結び付ける認識技術や推論技術、さらには、それらを実世界での行動に結び付ける技術を開発し、一連のモジュール群として公開しています。いずれのモジュールも、その技術分野での世界水準を達成していると自負しています。

また、大量データを使ってモデル構築するAI技術は、その前提として、強力な計算環境とデータの集積を必要とします。これまでAIをけん引してきた巨大IT企業に比べて、日本では、これらの環境が整っていなかったことは事実です。プロジェクトでは、実世界AIのための計算環境と標準的なデータを集積することにも、努力を払ってきました。その成果は、日本のAI開発者に提供する強力な計算環境、横展開が可能な大規模な学習済みモデル、多様な応用を可能にするデータベースとして、公開しています。

本冊子のプロジェクト成果が、実世界AI・協調型AIのさらなる発展に寄与することを願っています。



「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」
プロジェクトリーダー
国立研究開発法人産業技術総合研究所
人工知能研究センター センター長

辻井 潤一

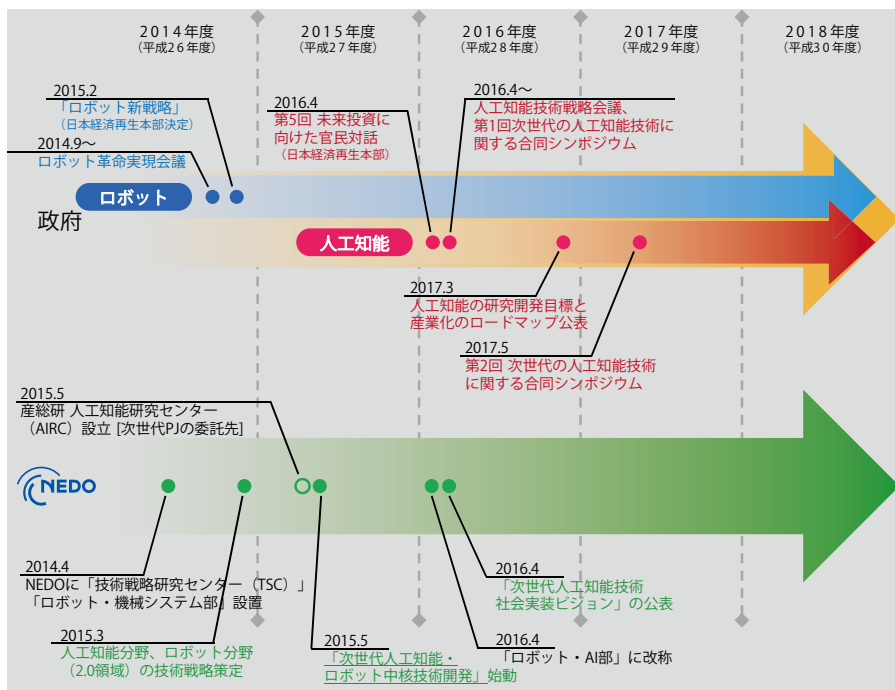
序章	004
第1章 革新的ロボット要素技術分野	027
第1節 革新的なセンシング技術（スーパーセンシング）	028
第2節 革新的なアクチュエーション技術（スマートアクチュエーション）	040
第3節 革新的なロボットインテグレーション技術	060
第2章 次世代人工知能技術分野	087
第1節 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発	090
第2節 次世代人工知能フレームワーク研究・ 先進中核モジュール研究開発	112
第3節 次世代人工知能共通基盤技術研究開発	124
第4節 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 （人工知能の信頼性に関する技術開発）	140
第5節 次世代人工知能技術の社会実装に関する グローバル研究開発	150
第6節 次世代人工知能技術の日米共同研究開発	172
第7節 AI コンテスト	179
第3章 人材育成分野	193
第1節 人材育成	194

プロジェクトの概要

政府の「ロボット新戦略」（日本経済再生本部決定、平成27年2月10日）では、「次世代に向けた技術開発」のアクションプランが示され、データ駆動型社会を勝ち抜くための革新的な要素技術開発の必要性が指摘されています。NEDOは、技術戦略研究センター（TSC）において策定した人工知能分野、ロボット分野（2.0領域）の技術戦略に基づき、2015年度より、「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」を開始しました。本プロジェクトは、これまで人工知能・ロボットの導入について考えもつかなかった分野での新たな需要の創出や我が国が強みを有する分野との融合による産業競争力の強化に繋がっていきます。

2016年4月、NEDOは次世代の人工知能技術の発展に伴い産業分野にもたらす効果と人工知能技術の進展予測を時間軸上に可視化した「次世代人工知能技術社会実装ビジョン」を公表しました。さらに、その本ビジョンを参考に、政府に設置された人工知能技術戦略会議で議論された「人工知能の産業化のロードマップ」（人工知能技術戦略会議、平成29年3月31日）の策定に貢献しました。本プロジェクトは、「人工知能の産業化のロードマップ」を受け、2017年度より、人工知能の社会実装に資する新たな研究開発を開始しました。

政策に基づくプロジェクトの始動



※ 次世代人工知能の関係府省・機関の取り組み等に関する情報を集約し、アクセスしやすい環境を提供するために“AIポータル”を公開しています。
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100064.html



プロジェクトの全体スケジュール

年度 予算	FY2015 (平成27年度) 【110.0億円】	FY2016 (平成28年度) 【30.6億円】	FY2017 (平成29年度) 【45.0億円】	FY2018 (平成30年度) 【42.6億円】	FY2019 (平成31年度) 【48.7億円】	FY2020 (令和2年度)	FY2021 (令和3年度)	FY2022 (令和4年度)	FY2023 (令和5年度)	
社会実装	人工知能分野【研究開発項目①②③：AIコンテスト】									
				公募	調査研究 【AI：6件】					
			公募	調査研究 【AI：6件】						
	人工知能分野【研究開発項目⑧：日米共同研究開発】									
				公募	先導研究 【AI：6件】	SG	研究開発			
中核技術開発	人工知能分野【研究開発項目⑦：社会実装】									
				公募	先導研究 【AI：5件】	SG	研究開発			
			公募	先導研究 【AI：15件】 →【AI：9件】*						
	人工知能分野【研究開発項目③：信頼性】									
				公募	研究開発 【AI：1件】					
				公募	先導研究 【AI：7件】					
人工知能分野【研究開発項目①②③】、ロボット分野【研究開発項目④⑤⑥】										
		公募	先導研究 【AI：2件】 【ロボット：11件】	SG	研究開発 【AI：1件】 【ロボット：7件】					
人工知能分野【研究開発項目①②③】、ロボット分野【研究開発項目④⑤⑥】										
	調査研究 【AI：3件】 【ロボット：13件】	SG	先導研究 【AI：1件】 【ロボット：7件】	SG	研究開発 【AI：0件】 【ロボット：6件】					
人工知能分野【研究開発項目①②③】、ロボット分野【研究開発項目④⑤⑥】										
	公募	先導研究 【AI：2件】 【ロボット：18件】	SG	研究開発 【AI：2件】 【ロボット：12件】						

※「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」に移行(2018年3月)
①～③AIRCの5サブテーマ及び⑦の6テーマ

SG：ステージゲート

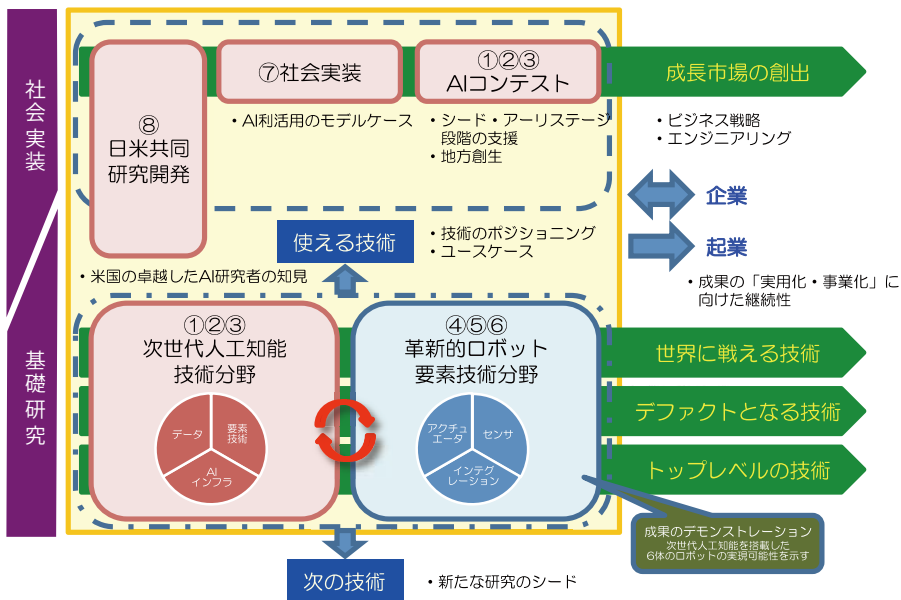
プロジェクトの目指すもの

本プロジェクトは、次世代人工知能とロボットの中核技術を研究開発する「基礎研究」と、次世代人工知能技術を活用することで社会課題の解決を目指す「社会実装」（実用化・事業化）の2つから構成されています。

プロジェクト開始時は技術革新の基盤を構築するために、非連続で革新的な技術を研究開発する「基礎研究」から開始しました。そこでは、世界トップレベルの技術の創出のみならず、業界のデファクトとなる技術、世界と戦える技術の創出を目的としています。プロジェクト終了時点の成果のみを目標としているのではなく、プロジェクト終了後も広く世の中に影響のある成果となることを目指しています。

単独の研究成果や複数の研究成果を様々な視点から整理・俯瞰・分析することで、新たな研究のシードとなることが期待される「次の技術」は研究の出口のひとつです。また、研究成果を社会実装に活用するために「使える技術」形式にまとめたものもひとつの出口です。技術的な観点に偏りがちな研究を、新規性・独自性を明確にした技術のポジショニングやユースケースの検討により社会実装を見据えることで「使える技術」の創出につなげます。また、研究の中には高度なフラグシップを目指しているものもあり、その場合には研究成果を社会実装につなげるには難しい、あるいは時間がかかることがあります。成果としての個々の要素技術を「使える技術」として実用化・事業化に結び付けていく可能性も検討しています。さらに、プロジェクト終了後の継続性をにらみ、企業とのビジネスマッチングの機会の提供、起業化の推進も積極的に行っています。

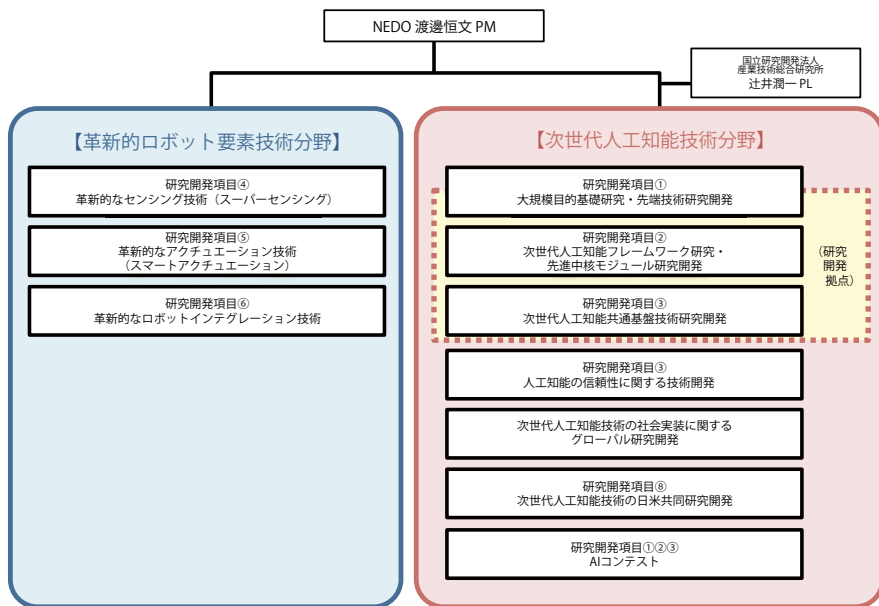
「基礎研究」の成果を「社会実装」につなげる取り組みを行う中で、その間にはギャップがあるため社会実装を困難にしていることがわかりました。そのため、解決すべき社会課題を定義し、



解決するために必要となる人工知能技術の特定と、社会実装を現実のものとするビジネス戦略の策定を行うことにより、社会実装を加速し、新たな成長市場の創出を目指す研究開発により産業基盤の構築を図った、シード／アリーステージのベンチャー支援を含め、複数の取組みを行っています。

さらに、新たな価値を創出する「共創の場」となることを期待して、プロジェクトに参画している研究者間の連携・融合を目的とした情報交換の場の提供と、研究者同士の交流のきっかけづくりを積極的に行っています。

革新的ロボット要素技術分野（研究開発項目④⑤⑥）では、近年実証の重点を置いているロボット研究において、ロボット市場拡大のための非連続で革新的なロボット要素技術開発を実施します。次世代人工知能技術分野（研究開発項目①②③）では、研究開発項目が互いに密接に関連しており、総合的かつ集中的に行うことが必要かつ適切であると考えられることから、拠点を設け、産学官の英知を結集することにより実施します。また、拠点の形成により、我が国の人工知能研究者の多くが各々に世界との接点が限られた中で研究している状況を変え、先進的な次世代人工知能の開発・実用化と基礎研究の進展という好循環の形成を図ります。2017年度より開始した次世代人工知能技術分野（研究開発項目⑦）では、グローバル研究拠点と連携しながら、技術の社会実装を目指します。さらに、2018年度に開始した日米共同研究開発（研究開発項目⑧）では、大学を中心とした研究機関に米国の大学や研究機関から卓越した研究者を招聘すること等による新たな研究開発体制を整備し、産学官の連携を行うことにより、次世代人工知能技術の社会実装を加速します。



プロジェクトの実施体制

外部有識者の参画

次世代人工知能やロボットに関する中核技術の研究開発成果である「使える技術」を用いた社会実装を加速するためには、最終的にそれらの成果を引き継いでシステム化や量産化するための新たな技術開発や設備投資、それを旨とする企業の存在が不可欠となります。このため、外部有識者のアドバイスを受け、透明性・公平性を確保する「技術推進委員会」を設置しています。学術的専門家だけでなく企業やマスコミ等の専門家等、多方面からの専門的知見を聴取し、意見決定やマネジメントの参考にしながらプロジェクトを推進しています。また、研究成果の理想の状態を追及するのではなく、ビジネス展開を念頭に置きつつ、技術の独自性・新規性が顧客の課題をどのように解決するのか等、競合する技術に対して十分に差別化できるポジショニングを明確にし、利益が出るビジネスモデルを策定します。プロジェクト実施中にこれらを検討することで、産業界への応用に向けた技術課題や目標を修正し、社会実装を加速します。

<p>革新的ロボット要素 技術分野</p>	<p>■採択審査委員 小松崎常夫氏 (セコム(株)) 委員長 内山 勝氏 ((公財)みやぎ産業振興機構) 金岡 克弥氏 ((株)人機一体、立命館大学) 三平 満司氏 (東京工業大学) 菅 佑樹氏 ((株)SUGAR SWEET ROBOTICS) 坪内 孝司氏 (筑波大学) 林 英雄氏 ((株)日刊工業新聞社)</p> <p>■ステージゲート評価委員 渡辺 裕司氏 ((株)小松製作所) 委員長 金岡 克弥氏 ((株)人機一体、立命館大学) 久保 智彰氏 (ロボット革命イニシアティブ協議会) 富田 浩治氏 ((株)安川電機) 本田 幸夫氏 (大阪工業大学)</p>	<p>■技術推進委員 三平 満司氏 (東京工業大学) 委員長 金岡 克弥氏 ((株)人機一体、立命館大学) 金出 武雄氏 (カーネギーメロン大学) 坪内 孝司氏 (筑波大学) 富田浩治氏 ((株)安川電機) 渡辺裕司氏 (元(株)小松製作所)</p>
<p>RFIを踏まえた 調査研究・先導研究</p>	<p>■採択審査委員 浅田 稔氏 (大阪大学) 委員長 金岡 克弥氏 ((株)人機一体、立命館大学) 川上 登福氏 ((株)経営共創基盤) 三平 満司氏 (東京工業大学) 坪内 孝司氏 (筑波大学) 中島 秀之氏 (東京大学) 林 英雄氏 ((株)日刊工業新聞社)</p>	<p>■ステップゲート評価委員 浅田 稔氏 (大阪大学) 委員長 金岡 克弥氏 ((株)人機一体、立命館大学) 小松崎常夫氏 (セコム(株)) 三平 満司氏 (東京工業大学) 坪内 孝司氏 (筑波大学) 林 英雄氏 ((株)日刊工業新聞社)</p>
<p>次世代人工知能 技術分野</p>	<p>■採択審査委員 浅田 稔氏 (大阪大学) 委員長 浅川 和雄氏 ((株)富士通研究所) 上田 修功氏 (日本電信電話(株)) 川上 登福氏 ((株)経営共創基盤) 北野 宏明氏 ((株)ソニー CSL) 杉浦 孔明氏 ((国研)情報通信研究機構) 中島 秀之氏 (東京大学) 堀 浩一氏 (東京大学)</p> <p>■ステージゲート評価委員 浅田 稔氏 (大阪大学) 委員長 北野 宏明氏 ((株)ソニー CSL) 中島 秀之氏 (東京大学) 武田 晴夫氏 ((株)日立製作所)</p>	<p>■技術推進委員 浅田 稔氏 (大阪大学) 委員長 北野 宏明氏 ((株)ソニー CSL) 中島 秀之氏 (東京大学) 武田 晴夫氏 ((株)日立製作所) 浅川 和雄氏 ((株)富士通研究所)</p>

AI 信頼性	<p>■採択審査委員 浦本 直彦氏 ((株)三菱ケミカルホールディングス) 委員長</p> <p>石川 冬樹氏 (東京医科歯科大学) 浦川 伸一氏 (損害保険ジャパン日本興亜(株)) 福島 俊一氏 ((国研)科学技術振興機構) 松井 知子氏 (情報・システム研究機構 統計数理研究所)</p>	<p>■技術推進委員 浦本 直彦氏 ((株)三菱ケミカルホールディングス) 委員長</p> <p>石川 冬樹氏 (東京医科歯科大学) 浦川 伸一氏 (損害保険ジャパン日本興亜(株)) 福島 俊一氏 ((国研)科学技術振興機構) 松井 知子氏 (情報・システム研究機構 統計数理研究所)</p>
日米共同研究開発	<p>■採択審査委員 萩谷 昌己氏 (東京大学) 委員長 江村 克己氏 (日本電気(株)) 駒木 文保氏 (東京大学大学院) 高橋 克巳氏 (NIT セキュアプラットフォーム研究所) 田中 博氏 (東京医科歯科大学)</p>	<p>■技術推進委員 萩谷 昌己氏 (東京大学) 委員長 浦川 伸一氏 (損害保険ジャパン日本興亜(株)) 江村 克己氏 (日本電気(株)) 栗原 聡氏 (慶應義塾大学) 澤谷由里子氏 (名古屋商科大学ビジネススクール) 田中 博氏 (東京医科歯科大学)</p>
グローバル研究開発	<p>■採択審査委員 (2017年度採択) 武田 晴夫氏 ((株)日立製作所) 委員長 浦川 伸一氏 (SOMPO ホールディングス(株)) 神林 飛志氏 ((株)ノーチラス・テクノロジーズ)</p> <p>小寺 秀俊氏 (京都大学) 小松崎常夫氏 (セコム(株)) 中島 秀之氏 (東京大学) 細田 祐司氏 (日本ロボット学会)</p> <p>■採択審査委員 (2018年度採択) 武田 晴夫氏 ((株)日立製作所) 委員長 浦川 伸一氏 (損害保険ジャパン日本興亜(株)) 小松崎常夫氏 (セコム(株)) 中島 秀之氏 (札幌市立大学) 橋田 浩一氏 (東京大学) 細田 祐司氏 (日本ロボット学会)</p>	<p>■技術推進委員 (2017年度採択) 武田 晴夫氏 ((株)日立製作所) 委員長 浦川 伸一氏 (SOMPO ホールディングス(株)) 神林 飛志氏 ((株)ノーチラス・テクノロジーズ) 小寺 秀俊氏 (京都大学) 小松崎常夫氏 (セコム(株)) 中島 秀之氏 (札幌市立大学) 細田 祐司氏 (日本ロボット学会)</p> <p>■技術推進委員 (2018年度採択) 武田 晴夫氏 ((株)日立製作所) 委員長 浦川 伸一氏 (損害保険ジャパン日本興亜(株)) 小松崎常夫氏 (セコム(株)) 橋田 浩一氏 (東京大学) 細田 祐司氏 (日本ロボット学会)</p>
AI コンテスト	<p>■採択審査委員 (2017年度採択) 川上 登福氏 ((株)経営共創基盤) 委員長 大沢 英一氏 (公立はこだて未来大学) 進藤 智則氏 ((株)日経BP) 本村 陽一氏 ((国研)産業技術総合研究所) 山本 晶氏 (学校法人慶応義塾)</p> <p>■採択審査委員 (2018年度採択) 川上 登福氏 ((株)経営共創基盤) 委員長 大沢 英一氏 (はこだて未来大学) 進藤 智則氏 ((株)日経BP) 馬場 雪乃氏 (筑波大学) 佐藤真希子氏 ((株)ISGS インベストメントワークス)</p>	<p>■技術推進委員 (2017年度採択) 川上 登福氏 ((株)経営共創基盤) 委員長 大沢 英一氏 (公立はこだて未来大学) 進藤 智則氏 ((株)日経BP) 本村 陽一氏 ((国研)産業技術総合研究所) 山本 晶氏 (学校法人慶応義塾)</p> <p>■技術推進委員 (2018年度採択) 川上 登福氏 ((株)経営共創基盤) 委員長 大沢 英一氏 (はこだて未来大学) 佐藤 真希子氏 ((株)ISGS インベストメントワークス) 本村 陽一氏 ((国研)産業技術総合研究所) 澤谷 由里子氏 (名古屋商科大学ビジネススクール)</p>

(委員長を除き、委員は五十音順。所属は実施当時のものです。)

成長市場の創出に向けた取り組み

広報手段の活用

記者会見、ニュースリリース等の広報手段を活用した、テレビ放映や新聞、雑誌、ネットニュースへの露出に向けた取り組みにより、研究成果を広く公開するだけでなく、その成果に基づく新たなビジネス構築に向けた企業等との連携が生まれています。このとき、研究成果の技術的紹介に偏ることなく、一般社会にわかりやすく訴求することを念頭に置いています。この活動を通じて、研究の意義や目標を改めて見直すことにより、より社会に受け入れられる成果への方向性修正のきっかけにもなっています。



NEDO ニュースリリース一覧 (2019年12月10日現在)

- 2017年9月6日 産業技術総合研究所
SNSを活用して業務マニュアルを更新する方法を開発 一介護現場の業務効率化を目指し、協力事業所を募集開始一
- 2017年9月28日 慶應義塾大学
身体感覚を伝送する双腕型ロボットの開発に成功 一世界初の高精度力触覚技術を搭載一
- 2018年1月11日 ダブル技研株式会社、東京都立産業技術高等専門学校
単純制御でさまざまな物をつかむロボットハンドの「からくり」を開発
一人間の手や指の微妙な構造を工学的に模倣した新構造一
- 2019年1月30日 国立大学法人横浜国立大学
世界初、100:1の減速比でも逆駆動可能なギヤを開発 一ロボットの関節やEVの変速機などへの展開に期待一
- 2019年2月6日 学校法人東京電機大学
世界初、顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセットを公開
一次世代AI研究開発の加速とコミュニケーション研究の促進に寄与一
- 2019年3月13日 国立大学法人東京工業大学
世界最長10mの超長尺多関節ロボットアームで、水平方向10kg保持を達成
一廃炉調査への利用可能性を2019年度中に検討予定一
- 2019年5月28日 産業技術総合研究所
AIを活用した児童虐待対応支援システムを開発 一6月に三重県で実証を開始し、システムの実用性を検証一
- 2019年7月29日 東京都立産業技術高等専門学校、ダブル技研株式会社
単純制御でさまざまな物をつかむ5本指ロボットハンド「F-hand」を無償貸与
一市場のニーズにより適合したロボットハンドの開発を促進一
- 2019年8月7日 筑波大学
複数の企業・機関が保有するデータを統合解析できるAI技術を開発
一秘匿データの安全性担保と解析精度の向上を実現一
- 2019年8月26日 東北大学
世界初、360度方向に連続的に移動可能な円形断面型クローラーを開発
一柔らかな絨毯や点字ブロックの上でも、向きを変えずにスムーズに移動一
- 2019年8月29日 産業技術総合研究所、大阪大学、中部大学
製造現場でのロボットの自律的な作業を実現するAI技術を開発
一複雑形状の部品の供給・組み立て工程へのロボット導入促進に期待一
- 2019年10月8日 横浜国立大学
小型・高効率・高出力なロボット用アクチュエータを開発 一協働ロボットなどへの幅広い展開に期待一
- 2019年10月10日 熊本大学
人の皮膚感覚と同等の性能を有するロボット皮膚センサーを開発
一表面圧分布や振動の測定、超音波非破壊検査への応用が可能に一
- 2019年10月17日 アースアイズ株式会社
小売店の防犯カメラ映像から来店客の行動や商品を検索・分析するサービスを開発
一店舗運営の効率化支援により、実店舗の次世代化を後押し一
- 2019年12月5日 ダブル技研株式会社、東京都立産業技術高等専門学校
さまざまな形状を保持する可変剛性機構付き3本指ロボットハンドを開発
一製造・物流業の自動化促進やロボットハンド導入のコスト低減に貢献一
- 2019年12月10日 産業技術総合研究所
AIの動画認識やテキスト理解の基盤となる事前学習済みモデルを構築・公開
一実世界のデータを活用する次世代AI技術の開発と社会実装の促進に期待一

研究開発テーマ間の情報交換と企業とのビジネスマッチング

それぞれの開発研究目標と実用化を目指している各研究者がお互いの情報交換を行うことにより、課題の解決策のヒントを享受し、新たな連携の可能性が広がります。また、実用化に向けた企業等とのビジネスマッチングをおこなうことにより、当初の研究開発目標の延長線上にある実用化・事業化だけではなく、研究開発した技術の思いもよらない分野への利活用方法を発見を促します。本プロジェクトでは、(1) 研究開発テーマ間の情報交換や連携の推進、(2) 実用化に向けた企業等とのビジネスマッチングを目的として、各研究開発内容のプレゼンテーションおよびブース展示を行うワークショップを開催します。また、2018年度からマッチング率の向上のために、投資家・経営学専門家・事業経営者などからなるアドバイザーによる発表内容の事前練習会を開催しています。この取り組みにより、実現しようとする事業のポジショニング、最終的なプロダクトのイメージ、解決する社会課題などの訴求ポイントなどが明確になり、ビジネスマッチングにつながるという効果がみられました。

《第1回》（研究開発テーマ間の連携、及び企業等とのビジネスマッチング）

日程：2016年10月5日（水）～10月6日（木）

会場：幕張メッセ イベントホール（CEATEC JAPAN 2016 会場に隣接）

来場者数：228名

成果：外部機関との連携30件及び委託先間の連携6件

《第2回》（研究開発テーマ間の連携、及び企業等とのビジネスマッチング）

日程：2017年10月5日（木）～10月6日（金）

会場：幕張メッセ イベントホール（CEATEC JAPAN 2017 会場に隣接）

来場者数：402名

成果：外部機関との連携36件及び委託先間の連携8件

《第3回》（研究開発テーマ間の連携：プロジェクト内部）

日程：2018年9月20日（木）～9月21日（金）

会場：テレコムセンタービル西棟8階 会議室D

来場者：研究開発項目①②③（次世代人工知能技術分野）と研究開発分野④⑤⑥（革新的ロボット要素技術分野）の研究者

成果：研究テーマ間連携候補10件

（プロジェクト予算の追加配布を伴う連携実施：3件）

《第4回》（企業等とのビジネスマッチング）

日程：2019年1月28日（月）～1月29日（火）

会場：東京会議室田町CC

来場者数：47名（高いビジネスマッチング率を達成するために参加者を限定）

成果：連携先企業候補25件（内12件は連携高確度）

《第5回》（研究開発テーマ間の情報交換：プロジェクト内部）

医療・バイオ・創薬・植物・創材料関係テーマワークショップ

日程：2019年2月28日（木）

会場：産業技術総合研究所 臨海副都心センター

来場者：医療・バイオ・創薬・植物・創材料関係の研究開発テーマの実施者

成果：情報交換

《第6回》（プロジェクト成果の発表及び企業等とのビジネスマッチング）

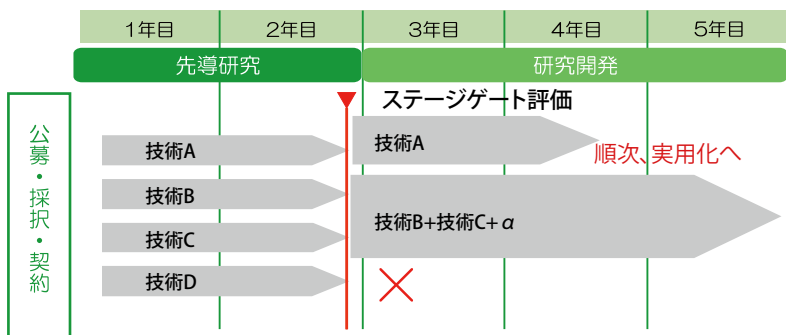
日程：2020年1月16日（木）～17日（金）

会場：ルミネゼロ「NEDO AI&ROBOT NEXT シンポジウム ～人を見守る人工知能、人と協働するロボットの実現に向けて～」

プロジェクトマネジメント

ステージゲート

革新性の高い研究開発では、社会情勢などの変化も含めると、研究開発の初期段階からどの技術がイノベーションの鍵となる技術かを見極めることは極めて困難です。そのため NEDO では、継続したイノベーションの実現のためのマネジメント体系であるステージゲートプロセスを採用しています。まず、初期段階である「先導研究」において、幅広く選出したテーマに対し、限られたコストと時間で、早い段階から社会実装をにらんだ実現可能性の研究と本格研究開発の計画づくりを行います。先導研究の終了時期に実施する「ステージゲート」評価により、次のステージである「研究開発」に進めるかどうかを評価し意思決定します。



知財活動

知財の権利をめぐるトラブルのリスクを回避・低減するために、本プロジェクトでは研究開発体制に適した知財マネジメント基本方針を立案し、それに基づいた知財マネジメントを実施しています。独立行政法人工業所有権情報・研修館 (INPI) から派遣され、NEDO に常駐する知的財産プロデューサーと共に、拠点への知財集約に必要となる知財運営委員会の設立支援や各委託先との知財合意書の締結などを実施し、適切な知財の確保や活用を図るべく活動を行っています。

具体的には、研究開発成果を事業化するために有用な特許ポートフォリオを形成し、研究開発成果を事業化する際に障害になる第三者特許の対策を講じます。これらの取り組みに先立ち、特許調査を研究開発内容に精通した調査会社に委託してまとめ、結果を委託者にフィードバックします。

- 1) 広域特許マップ (技術 vs 用途、目的、応用分野等)
テーマが属する分野の研究開発動向を特許面から捉え、テーマを俯瞰し、自己の研究開発の方向性と分野を探るために利用します。
- 2) 自者・他者重要特許マップ
(1) で抽出された特許の中で、特に重要と考えられる自者・他者特許と開発技術との関係を図を用いて俯瞰的に表し、他者特許対策等に利用します。
- 3) 特許創成マップ
テーマの技術を掘り下げて技術要素を階層化し、自者および他者特許をプロットし、特許創出に利用します。

知的財産プロデューサー

本田 卓 (2015 年 9 月～2016 年 8 月)

松村 善邦 (2016 年 4 月～2017 年 2 月)

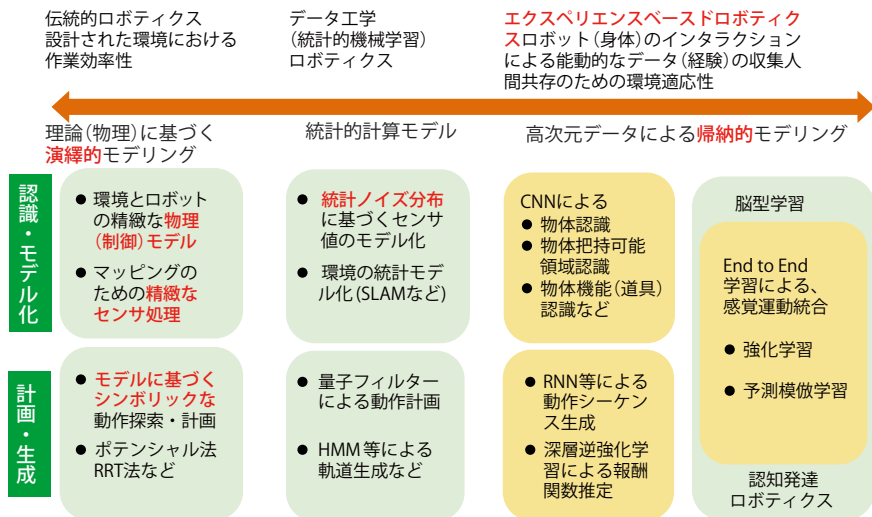
後藤 哲也 (2017 年 4 月～現在)

吉川 和博 (2018 年 4 月～現在)

次世代人工知能を搭載したロボット

エクスペリエンスベースドロボティクス

ロボットの制御において、作業対象や環境変化に柔軟に対応すること、準備にかかるコストと時間を大幅に削減することが求められています。そこで深層学習モデルにより、ロボット作業中の動作や未加工のセンサ値を統合的に学習することで、モデルフリーで作業対象や環境変化に対応可能となる知能化の研究開発を行いました。さらに、深層学習を規範とした模倣学習、強化学習を適用し人間の動作情報や試行錯誤からロボットがスキルを取得することで、未学習動作を含む学習を行うモデルを構築しました。



ロボット展示

2020年1月16日～17日に開催された「NEDO AI&ROBOT NEXT シンポジウム」にて、以下11体のロボットを実際に展示しました。

- 静止した対象物に合わせ、動きを変えるロボット～身の回り編～
 - ①布を操作するロボット
 - ②お茶を立てるロボット
 - ③Tシャツをたたむロボット
- 静止した対象物に合わせ、動きを変えるロボット～工場編～
 - ④バラ積みピッキングロボット
 - ⑤組立ロボット
 - ⑥人間の重労働を肩代わりするロボット
- 動く対象物に合わせ、動きを変えるロボット編
 - ⑦レストランのウェ이터ロボット
 - ⑧警備ロボット
 - ⑨バスケットボールロボット
- 形が変わる対象物の変化に合わせ、動きを変えるロボット編
 - ⑩タオルを巻くロボット
 - ⑪粉体を計量するロボット



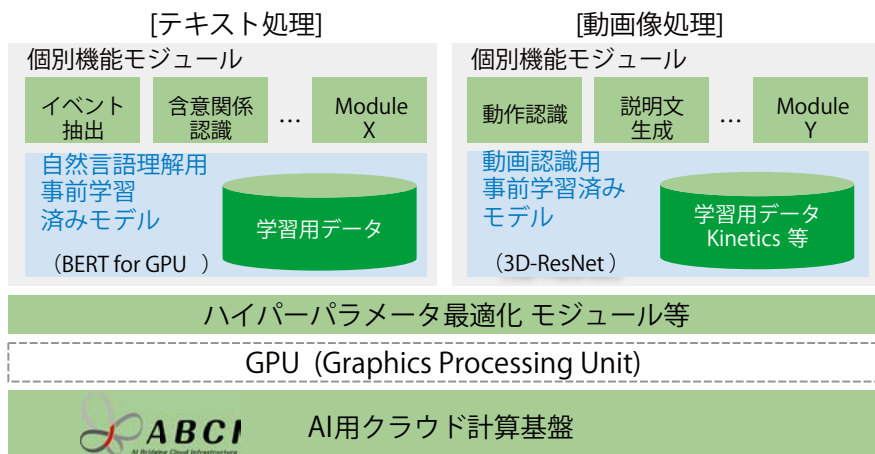
プロジェクトの成果 ～世界と戦える技術～

2018年8月に運用を開始した産業技術総合研究所の大規模 AI クラウド計算システム (ABCI) を基盤とした開発を進めています。ABCI は、ディープラーニングを始めとする大規模 AI 処理向け計算基盤であり、研究開発用として、深層学習の学習速度の世界記録を樹立するなど、世界トップレベルのスペックを持っています。

深層学習などの機械学習技術で高い性能を実現するには、質の良い学習用データで大規模に学習させる必要があります。しかしながら、実世界でデータを収集するにはセンサーの設置やネットワークの構築などのコストがかかるため、大規模なデータ収集は容易ではありません。また、まれな病気に対する医療データなどのように、絶対的に量が少ないデータも数多くあります。そこで、少量のデータを活用して高い性能を実現する方法として、収集しやすい一般的なデータで汎用的に使える事前学習済みモデルを構築し、そこに収集した少量の学習用データを用いて学習させる転移学習の枠組みが重要になっています。

こうした事前学習済みモデルの構築には、質の良い大量の学習用データに加え、それを処理するための大規模な計算資源が必要です。そのため、実質的には一部の巨大 IT 企業だけが事前学習済みモデルを構築できる状況であり、大学の研究者など大規模な計算資源を持たないユーザーが少量のデータを活用して高い性能を実現するためには、ABCI を用いることでこうした事前学習済みモデルを構築するか、公開されている既存の事前学習済みモデルを利用する必要があります。

そこで、ABCI の利用の促進と、その環境を活用した大規模な機械学習によって、さまざまな事前学習済みモデルを構築して公開できる体制を整えました。これらのモデルを転移学習の基盤として利用することで、少量のデータからでも、医用動画の認識やテキストの意味解析など、さまざまな個別課題の解決のための高性能なモデルの構築が可能になることが期待されます。



自然言語理解のための事前学習済みモデルとしては、世界で初めて、ニーズの高いバイオ分野に特化した BERT をバイオ分野の大規模テキストデータを使って最初から構築して公開しました。自然言語のテキストはそれが表現している分野、トピックによって出現する単語やその分布が異なっているため、こうした分野特化型の前学習済みモデルの有効性が高いと考えられ、バイオ分野の科学技術文献から重要なイベントに関する情報 (たとえば酵素反応などに関する情報) を抽出する性能などを高めることができます。さらに、ABCI 上で BERT を学習させるためのプログラムも併せて公開しており、学習用データを用意することで、分野特化型の BERT を容易に構築できるようにしています。

動画理解のための事前学習モデルを使うことで人の日常生活やスポーツの中の行動を識別することができます。さらに、このモデルをベースとして、個別の環境で収集された少量の学習用データを使って転移学習を行うことで、工場などの現場での作業のモニタリングや、作業支援をするロボットなどへの応用が期待できます。

人工知能応用に必要となる大規模なデータの収集・蓄積・管理・利用をさらに容易にするとともに、実際の生活空間の中で、時間・空間や状況に応じた高度な判断や生活行動を支援するデータ基盤技術も研究開発されています。

地理空間データの処理と移動の支援

これまで困難であった大規模イベントでの人の流れの制御を行うために、実世界に介入する人工知能の研究開発を行いました。具体的には、人の流れを計測し、モデル化し、シミュレーションし、最適化するための要素技術が、空間解像度や時間解像度の異なるさまざまな三次元点群データと移動物体の流れを蓄積・共有・予測しながら、個々のニーズに合った適切なスマート空間をより効率的に構築・提供するための時空間データプラットフォームとして統合しました。関門海峡花火大会や新国立劇場等で、これらの技術を活用した実証実験を実施しました。

人間の日常生活の支援

日常生活の現象を観測、データ化して、その現象の背景にある生活現象をモデル化し、その現象を近似できる計算モデルを構築することで、生活の中のリスクコストベネフィットの予測と、きめの細かい制御・介入を可能にする研究開発を行っています。具体的には、スマートリビングラボと呼ぶ、実世界での行動観測技術を、複数の介護施設や一般住宅に設置し、行動に係るデータを収集、ライブラリ化することで、高齢者施設の安全管理や異常検知、リスクアセスメントなどを実現しています。さらに、介護現場において、介護に関する知識を抽出して、オントロジーを用いて体系化・構造化する研究や、保育現場において、行動観測技術を開発し、観測したデータから子供の心的状態や発達特性を推定する研究も進めています。データに基づきサービス現場のマネジメントを支援するシステム、地域コミュニティの構築と運用を可能にするイベント支援システム、自治体における児童の虐待予防を支援するシステム、などのより実用的なシステムへの水平展開も進んでいます。

ロボットによる作業の基盤となる人工知能技術

人の組み立て作業のデータを収集してデータベース化し、それらを組み合わせてロボットに複雑な組立作業を容易に実行させる技術、ロボットに、複数の道具を使いこなす必要のある日常生活のタスクを実行させるための技術、少数回の作業の教示だけから、柔軟物の操作などの従来のロボットでは困難であった作業を模倣学習・実行する技術など、実世界での経験から学習し、対象や環境の変化に柔軟かつ容易に対応するロボットのための技術を研究開発しています。

科学技術研究の加速

大規模な科学技術文献データから有用な情報や知識を抽出して知識ベースを構築・維持管理する技術や、科学技術の研究開発動向を可視化、俯瞰して科学技術に関する政策決定や科学技術の研究開発を支援するための技術等を研究開発しています。特に、バイオ分野の文献に記載された化学反応などのイベント情報を深層ニューラルネットワークで抽出する技術の研究開発では、ABCI 上で構築された最先端の事前学習済の言語モデル BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) の有効性が示されています。

プロジェクトの成果 ～デファクトとなる技術・トップレベルの技術～

デファクトとなる技術

標準化やデファクト化に向けた成果の例を以下に示します。

ISO 19141:2008 [ISO 19141:2008] Geographic information - Schema for moving features

- Web サービスのための資源に基づくデザイン (REST API)
- テキストベースのデザイン
- 言語に非依存なインタフェース
- 相互運用性
- オープンソースソフトウェア

人工知能クラウド・エコシステムの構築：ベンチマーク開発

- 人工知能に特化した大規模インフラの公正な評価のためのベンチマークセットを世界に先駆けて開発
- 従来のスパコン向けベンチマークでは AI の処理能力を測れない、ベンダ主導のベンチマークでは再現性・公平性に疑問、といった課題を解決
- ABCI の他、NCHC (台湾)、A*CRC (シンガポール) の AI インフラ仕様にも反映

クラウド型 VR による社会的・身体的対話経験の蓄積と利活用プラットフォーム

- Unity と ROS をリアルタイムで通信させる技術は**世界初、従来の 100 倍の速度**を実現
- ロボットシミュレーションに人間が介入することが可能
- 1 万時間オーダーの行動履歴がクラウド上に蓄積／参照可能

トップレベルの技術

世界トップレベルの研究開発成果の例を以下に示します。

次世代人工知能分野

自然言語処理・理解【世界トップレベルの性能】

- Deep Learning による動画や経済時系列データの説明文生成モジュール
- 自然言語文をデータベース問い合わせエリに変換するセマンティックパーズングモジュール
- Deep Learning による学術文献からのイベント抽出モジュール

認識・モデル化・予測

- 日用品の 3 次元データの機能・品名同時認識モジュール【学会賞受賞多数】
- Deep Learning による、多視点の画像からカテゴリと姿勢の同時認識モジュール：Rotation Net【世界コンテスト 2 部門で優勝】

行動計画・制御【世界トップレベルの動作計画性能】

- 蓄積した人の動作データを用いる部品組立作業の動作自動生成モジュール

機械学習・確率モデリング

- グラフニューラルネット、Deep Learning による化学物質の物性、反応予測【NIPS WS Best Paper Award】
- 時系列データの圧縮、スパース分解、等【ハイインパクト国際会議発表】

ロボット中核技術分野

- 100 : 1 の減速比でも逆駆動可能なギヤ【世界トップレベルの性能】

プロジェクトの成果 ～起業及び製品化～

スタートアップ

研究開発成果の実用化・事業化のために、企業と連携するだけでなく、研究者自らスタートアップを立ち上げ、新たな市場を創出することも積極的に支援しています。本プロジェクト期間内に起業したスタートアップが研究開発成果を実用化・事業化することに取り組む事例が出てきています。



株式会社未来シェア

(2016年7月設立) 公立はこだて未来大学発ベンチャー (P121)
<http://www.mirai-share.co.jp/>
研究開発テーマ『社会レベル行動モデリング・シミュレーションモジュールの研究開発』



SEQSENSE 株式会社

(2016年10月設立) 明治大学発ベンチャー (P67)
<https://www.seqsense.com>
研究開発テーマ『知識の構造化によるロボットの知的行動の発現研究開発』



株式会社 SteraVision

(2016年12月設立) 産総研発ベンチャー (P70)
<http://stera-vision.com>
研究開発テーマ『広角・多波長レーザーターによる超高感度コグニティブ視覚システム』



AssistMotion 株式会社

(2017年1月設立) 信州大学発ベンチャー (P44)
<http://assistmotion.jp>
研究開発テーマ『可塑性 PVC ゲルを用いたウェアラブルロボット用ソフトアクチュエータの研究開発』



モーションリブ株式会社

(2017年4月社名変更※) 慶應義塾大学発ベンチャー
※ 2016年4月 合同会社運動設計研究所 設立 (P80)
<https://www.motionlib.com>
研究開発テーマ『支援・被支援双方にやさしい汎用人工手の研究開発』



株式会社ソラリス

(2017年9月設立) 中央大学発ベンチャー (P49)
<https://solaris-inc.com>
研究開発テーマ『人間との親和性が高いウェアラブルアシスト機器のための可変粘弾性特性を有する革新的ソフトアクチュエータシステムの開発』



株式会社 CAST

(2019年9月設立) 熊本大学発ベンチャー (P34)
<https://cast-sensing.com>
研究開発テーマ『ロボットの全身を被覆する皮膚センサの確立と応用開発』

プロジェクトの成果 ～コンソーシアム～

コンソーシアム

プロジェクト終了後の研究開発の継続性と成果の活用の提供範囲を広げるための体制構築の方法のひとつとしてコンソーシアムの設立が挙げられます。これまで、本プロジェクト期間内に関連するコンソーシアムが設立されています。

人工知能技術コンソーシアム (AITEC) (産業技術総合研究所 人工知能研究センター)

企業・大学・研究機関の技術交流の場を提供することにより、人工知能技術に関連する情報の共通認識形成を図り、人工知能技術全般の一層の技術向上及び普及を促進することを目的とします。現在 200 社以上の企業が参画しています。

研究開発テーマ『人間と相互理解できる次世代人工知能技術の研究開発／生活現象モデリングタスク』(P128)



AITEC ホームページ



AITEC Youtube

「人」が主役となるものづくり革新推進コンソーシアム (HCMI コンソ)

(産業技術総合研究所 人工知能研究センター)

変種変量生産への変革をはじめ、ものづくり産業の市場・製造現場等の環境が大きく変化している中、人と機械が最適に協調する生産手法等「新たなものづくり」を確立することで、グローバルな産業競争力を強化することを目的としています。

研究開発テーマ『人・機械協働生産のための人工知能を活用した作業者モデル構築に関する研究開発』(P154)

研究開発テーマ『生産工程の見える化・生産価値向上における AI を活用した知的構造化の研究開発』(P169)

グループコミュニケーション研究コンソーシアム (東京電機大学)

人と人との円滑なコミュニケーションを支援する次世代 AI の研究開発の加速のほか、人のコミュニケーション能力向上のために、コミュニケーション行動をより総合的に解析するためのコーパス活用が期待されています。様々な研究機関からの同一のデータ収集規格のもとで、コーパスの継続的な収集と公開により、コミュニケーション研究を推進することを目的としています。

研究開発テーマ『イノベーション・リビングラボの先導研究』(P160)

「革新的ロボット要素技術分野」の概要

研究開発項目④ 革新的なセンシング技術（スーパーセンシング）

- 画期的な視覚・聴覚・力触覚・嗅覚・加速度センシングシステム等の研究開発
- センサと行動の連携による行動センシング技術等の研究開発

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術（スマートアクチュエーション）

- 人共存型ロボットに活用可能なソフトアクチュエータ（人工筋肉）
- 高度な位置制御やトルク制御を組み合わせる関節の柔軟性を実現する新制御技術や機構等の研究開発

研究開発項目⑥ 革新的なロボットインテグレーション技術

- 実環境の変化を瞬時に認知判断し、即座に対応して適応的に行動する技術
- 個別に開発された要素技術を効果的に連携させ統合動作させるシステム統合化技術



(成果の適用イメージ) 人とロボットの協働社会の実現



生存者発見ロボット



人共存型ロボット



介護支援

変化の速いロボット分野で、計算機の指数関数的な性能向上の恩恵を十分に享受するためには、国内外のロボット関連技術の動向や水準を把握したうえで、人とロボットの協働の実現等、データ駆動型社会を勝ち抜くための研究開発を推進することが必要です。また、「日本再興戦略2016」（平成28年6月2日閣議決定）、「未来投資戦略2017」（平成29年6月9日閣議決定）では、今後の生産性革命を主導する最大の鍵として、ロボット・センサの技術的ブレイクスルーを活用することの重要性が示されています。

革新的ロボット要素技術分野（研究開発項目④⑤⑥）では、ブレイクスルーを生み出す革新的な要素技術、及びそれらを統合する革新的なシステム化技術の研究開発を行います。具体的には、ロボットが日常的に協働する、あるいは、人を支援する社会を実現させるため、ロボットが柔軟に行動計画する技術等、必要であるが未熟な中核となる革新的ロボット要素技術の研究開発します。

「次世代人工知能技術分野」の概要

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発

- 脳型人工知能とデータ・知識融合型人工知能に関する大規模な目的基礎研究と世界トップレベルの先端技術研究開発

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発

- 研究開発成果をモジュール化し、統合するためのフレームワークの研究開発
- 多様な応用の核となる先進中核モジュールの研究開発

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発

- 人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価する方法の研究開発標準的なベンチマークデータセットの構築に関する研究開発

社会的課題の解決を目指す現代の人工知能の研究では、実世界の問題への先端技術の適用が新たな先端技術を生み出すという、応用研究と基礎研究の密接な連関が不可欠になっています。また、応用分野の急速な拡大により、人工知能の研究はますますその学際性を強めており、多様な分野の専門家の共同研究と成果のインテグレーションが不可欠となっています。そこで、大学や公的機関からのクロスアポイントメントや客員研究員、企業からの出向等の制度を活用して、国内外の大学、公的機関、民間企業と幅広く連携しつつ、目的基礎研究から実用化・事業化を目指します。



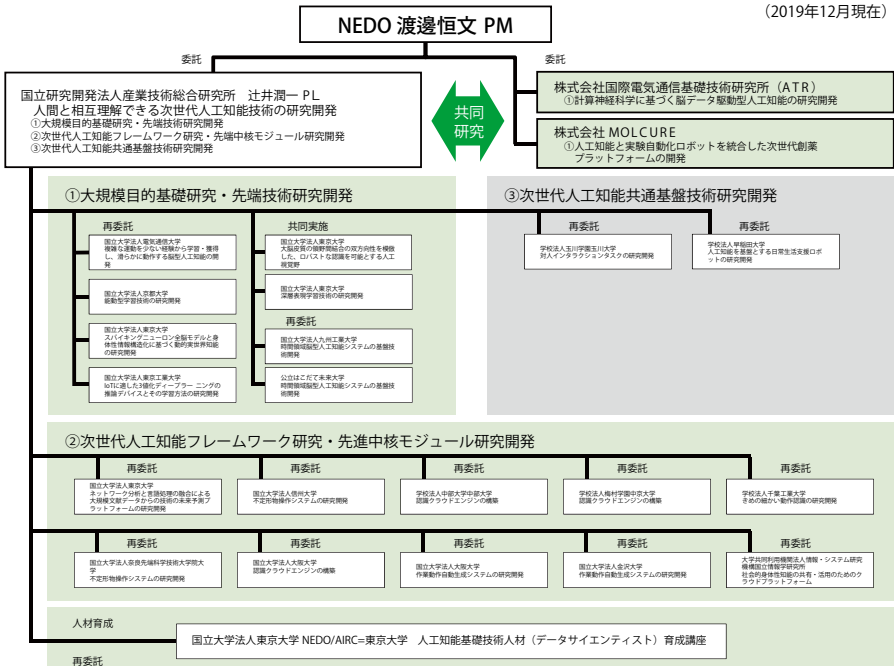
「次世代人工知能技術分野」研究開発拠点

「次世代人工知能技術分野」(研究開発項目①②③)の研究開発は、これらの研究開発項目が互いに密接に関連しており、総合的かつ集中的に行うことが必要かつ適切であると考えられることから、拠点を設け、産学官の英知を結集することにより実施しています。拠点の形成により、母体となる組織形成による研究の継続が保証されます。また、それまで接点のなかった様々な分野の研究者の知識やアイデアを共有し、コラボレーションすることで、イノベーションを起こすことを狙っています。例えば、拠点内の異なる研究分野の研究者のアイデアにより、それまで解決方法がなかった研究の解決を図るなどを期待しています。また、個々の研究の状況や成果に基づき動的に体制を変更し、協調領域を定義し、そこへの投資による研究の効率化することによって、研究成果の最大化の取り組みも行います。

拠点の魅力・参画インセンティブとして、クロスアポイントメント、客員研究員制度、Research Assistant 制度等を活用して、国内外の大学から若手・気鋭の研究者を集結しています。集結した研究者の集合体を魅力として、更に企業からのデータ提供や企業連携を増やしていくことで、人材の集約、データの集約、社会応用推進の3つがスパイラル的に進み仕組みを構築することを目指しています。

また、次世代人工知能共通基盤技術研究開発による技術の評価手法・標準ベンチマークデータセットの整備などを通して、人工知能研究を行うと共に、人工知能分野の研究開発や産業応用のための人材育成も目指しています。

(2019年12月現在)



「人工知能の信頼性に関する研究開発」の概要

研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発

- 「学習内容や推論結果、判断根拠等を、人に理解しやすい形で可視化する「説明できるAI」技術の研究開発
- 日本が強みとしてきた品質保証のノウハウを取り入れたツールの開発、試験評価方法の確立等に関する研究開発

人工知能技術の社会適用を進めるためには、技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を保証することが重要です。しかしながら、人工知能技術は、多くの場合、多様な状況の下で柔軟に機能することを求められるため、その性能や信頼性の評価・保証は容易ではありません。さらに、人工知能が学習能力を持つ場合には、システムが時々刻々と変化していく可能性があるために、その性能の評価・保証はより一層困難な課題となります。また、疾病診断や貸付査定、自動走行等、人工知能技術による推定や行動が実社会で深刻な影響を及ぼしうる場面では、人工知能の学習結果や判断根拠を人が理解できる形で示されることが必要となりますが、ディープラーニング等の複雑なモデルを用いた場合はそれらの説明性が乏しい状況です。これらのことは、最先端の人工知能技術の継続的な進歩と実社会課題解決への採用を妨げることにもつながっています。

そこで、次世代人工知能共通基盤技術研究開発として、人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を標準的に保証するための方法、そのために必要となる標準的な問題設定、ベンチマークデータセットが満たすべき性質と構築の方法に関する研究開発、思考過程が不透明な人工知能の学習結果や判断根拠を説明できる技術等の研究開発を実施します。

また、関係学会等との連携等を通じて、標準化に向けて活動を行うと共に、企業との連携等を通じて、橋渡しに向けて活動を行います。これにより、次世代人工知能技術研究のプラットフォームの形成に資することを通じて、人工知能技術の幅広い産業応用の創出に貢献します。

説明できるAI

- ・ 学習内容や推論結果、判断根拠等を、人に理解しやすい形で可視化する。

説明可能なAI
White Box AI



AI品質

- ・ 品質保証のノウハウを取り入れたツールの開発、試験評価方法の確立等を実施する。



「次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発」の概要

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発

- 「生産性」、「健康・医療 / 介護」、「空間の移動」分野における日本が抱える社会課題の解決に資する次世代人工知能技術の社会実装を目指す研究開発

2016年度第2次補正予算として成立した経済産業省の「人工知能に関するグローバル研究拠点整備事業」により、東京都臨海副都心地区及び千葉県柏地区に整備される国立研究開発法人産業技術総合研究所の産学官連携の施設において、2018年度以降に実施される社会実装に向けた本格的な研究開発に繋げるべく、産学官連携による先導研究から実施します。具体的には、人工知能技術戦略会議において策定された「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」における当面の検討課題のうち、生産性、健康・医療 / 介護、空間の移動の3領域を踏まえ、研究開発成果の実装や融合等を目指す人工知能技術の研究開発を実施します。グローバル研究拠点内に用意されるAIの社会実装を推進するAI橋渡しクラウド「ABCi」及び良質な現場データの取得を目的とした物理的なロボットや模擬環境を活用したうえで、本プロジェクトにおいて研究開発及び有効性の確認が行われる中核モジュールを利用する人工知能技術や人工知能と融合させるロボティクス技術、材料・デバイス技術等の研究開発を推進します。



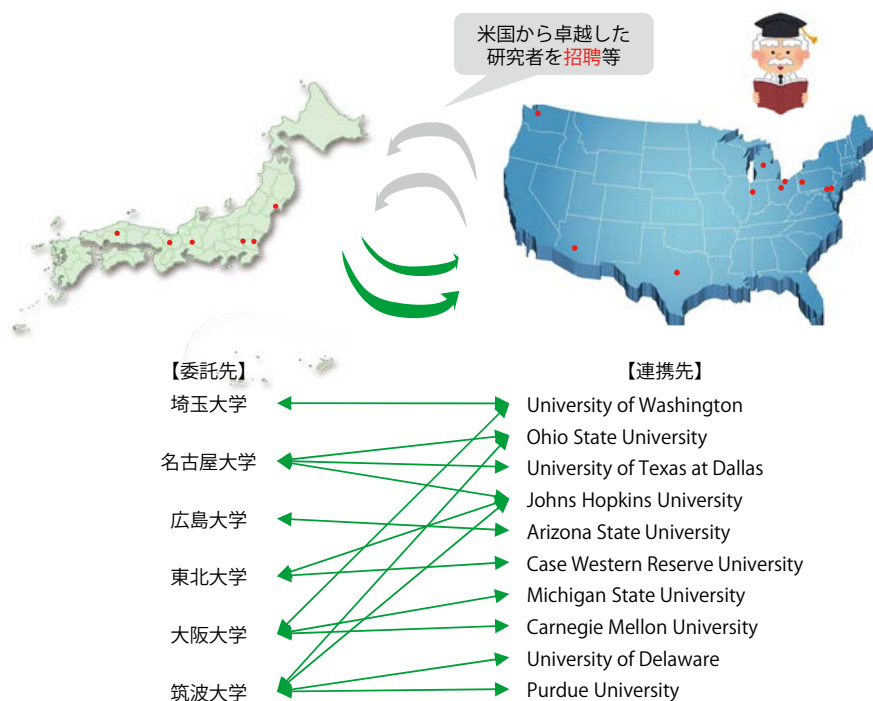
「次世代人工知能技術の 日米共同研究開発」の概要

研究開発項目⑧ 次世代人工知能技術の日米共同研究開発

- 日本における人工知能研究を加速するために、人工知能の先進国である米国からの卓越した研究者を招聘する等により実施する次世代人工知能技術の社会実装を目指す研究開発

2018年度には、日本の国際競争力を強化し、次世代人工知能技術の進歩をより強固に加速することを目的に、人工知能技術の研究開発及び社会実装の分野でトップである米国からの卓越した研究者の招聘等による新たな研究開発体制を整備しました。また、共同研究への若手研究者の参加を促進することにより、次世代を担う研究者の人材育成の効果も期待されます。具体的には、(1) 人工知能技術の問題解決、(2) 人工知能技術の具現化、(3) 人工知能技術の活用 の3つの知識・技能を有する人材を育成することが必要です。その際、若手研究者の育成を視野に入れた新たな研究開発体制を整備し、人工知能技術のみならず、研究開発のアプローチ、手法等も習得しながら、次世代人工知能の研究開発を行います。本研究開発で確立したグローバルなネットワークは、将来の日本の研究開発・社会実装に生かすことができると考えます。

この研究開発は、日本の産業競争力強化につながり、アウトカムの最大化を目指すための社会課題を解決するものであり、産業界との連携を前提とした研究開発を行います。



「AI社会実装に向けた調査研究 ～AIコンテスト～」の概要

2016年4月の「未来投資に向けた官民対話」における安倍総理の指示を受け、人工知能の研究開発・産業化の司令塔として「人工知能技術戦略会議」が政府に設置されました。同会議は、2017年3月に「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」とこれを実現するための「人工知能技術戦略」を策定しました。同戦略において、AI技術の利活用を一層促進するためにはスタートアップ企業の支援が必要と示され、NEDOがスタートアップ企業の研究開発を支援することが決まりました。

幅広い応募促進と多角的な評価のために公募・採択プロセスに工夫を施しました。まず、スタートアップ企業が応募しやすいように事務負担を軽減するため、簡素なエントリーシートでの応募とし、審査の進捗に合わせて必要な追加書類を求めました。また、スタートアップ企業のサービスや製品、試作品のデモンストレーションによるパフォーマンス審査により、AI技術の社会実装の実現可能性を多角的に評価しました。

さらに採択後は、スタートアップ企業による人材確保、ベンチャーキャピタルからの出資、企業とのビジネスマッチングを目的とするピッチイベントを開催する等のスタートアップ企業支援を行うことで、新たな需要の創出や既存分野との融合による産業競争力の強化を図っています。

2019年度は、人工知能技術の利活用が民間により活発に行われる段階への移行期間と位置づけ、AIスタートアップの研究開発について、民間資金を募り、コンテストにより資金提供先を決定するAIコンテストの運営事業として、10月に「HONGO AI 2019」を開催しました。

■ 2017年度採択テーマ

コンテスト結果	採択テーマ名	委託先
最優秀賞	多様話者・多言語に対応可能な“End-to-End音声認識AI”の実用化	Hmcomm 株式会社
優秀賞審査員特別賞	人工知能による診療科推論等の調査研究	AR アドバンステクノロジ株式会社 株式会社島津製作所
優秀賞審査員特別賞	スマホで育てる日本発個人向け人工知能	SOINN 株式会社
優秀賞審査員特別賞	深層学習を利用した対話型インターフェースによる非構造化データ検索の調査研究	株式会社 BEDORE
審査員特別賞	五感 AI カメラの開発	アースアイズ株式会社
審査員特別賞	契約書関連業務における抜本的バックオフィス改革人工知能の調査研究	株式会社シナモン

■ 2018年度採択テーマ

2018年度には、「人工知能技術戦略」の重点3分野である生産性、健康・医療/介護、空間の移動に焦点をあてた公募に変更しました。また、地域活性化のために全国6か所で応募促進イベントを実施することで、全国のさまざまな地域のベンチャー企業から活発な応募がありました。

分野	コンテスト結果	採択テーマ名	委託先
生産性	最優秀賞	食品（非定形・軟体物）を定量でピックアップするAIアルゴリズムの研究開発	株式会社 DeepX
健康、医療・介護	最優秀賞	AIによる高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究	PuREC 株式会社 / 国立大学法人 名古屋大学
健康、医療・介護	審査員特別賞	機械学習を用いた認知機能リスク因子の探索	株式会社 MICIN
生産性	審査員特別賞	AI、クラウド、センサ、画像処理を活用したミドルウェア汎用ロボットコントローラの調査研究	IDEC ファクトリーソリューションズ株式会社 / Rapyuta Robotics 株式会社
生産性	審査員特別賞	MI（マテリアルズ・インフォマティクス）による材料探索に関する調査研究	MI-6 株式会社
生産性	審査員特別賞	AI/クラウドソーシング・ハイブリッド型広域人命探索システム	株式会社ロックガレージ

※「空間の移動」分野は該当無し。

各研究テーマのページの見方

研究の概要

研究の概要を記載しております。下記の順に並んでいます。

- 研究テーマ
- 研究のポイント（強調部分は重要な部分を示しています）
- 研究の概要
- 想定されるアプリケーション

研究体制

研究体制を記載しています。

- 委託先
研究を実施している機関の名称を示しています。
- 主要研究者
研究を実施している担当者を示しています。()内に該当研究者の所属機関を記載しています。

本冊子では、分野ごとにテーマカラーを設けております。

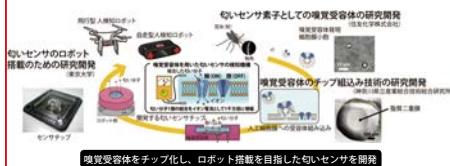
- 第1章 **革新的ロボット要素技術分野** 第2章 **次世代人工知能技術分野** 第3章 **人材育成分野**

災害時の不明者捜索ロボットを「匂い」検知で支援するセンサの開発

昆虫の嗅覚受容体は、ppb以下の濃度を検知する感度と、それを十分な電気信号に増幅する機能、さらに匂い分子を特定できる高い選択性を併せ持つ。このような嗅覚受容体を脂質二重膜に再構成し、ロボットに搭載可能な人検知匂いセンサの実現を目指す。受容体の発現と精製、受容体のセンサチップ化、ロボット搭載に向けたデバイス化を住友化学、神奈川県立産業技術総合研究所、東京大学がそれぞれ担当する。研究開発期間では、受容体の安定性向上、高感度受容体の人工膜への組み込みと連続モニタリング、センサチップ・筐体の開発および匂い濃度変化の信号変換に重点をおいて研究開発を進める。

匂いセンサ 昆虫嗅覚受容体 脂質二重膜

研究の概要



想定されるアプリケーション



第1章
革新的ロボット要素技術分野

030

委託先：国立大学法人東京大学（東京都文京区）、住友化学株式会社（東京都中央区）、地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所（神奈川県海老名市）
主要研究者：竹内高治（東京大学）
研究開発項目名：革新的センシング技術（スーパースセンシング）2015年7月～2020年2月
「人検知ロボットのための嗅覚受容体を用いた匂いセンサの開発」

契約情報

契約情報を記載しています。下記の順に並んでいます。研究開発項目名・実施期間・契約件名



第 1 章

革新的ロボット 要素技術分野

第 1 節 革新的なセンシング技術
(スーパーセンシング)

第 2 節 革新的なアクチュエーション技術
(スマートアクチュエーション)

第 3 節 革新的なロボットインテグレーション技術

第1節 革新的なセンシング技術 (スーパーセンシング)

小目次

- 災害時の不明者捜索ロボットを
「匂い」検知で支援するセンサの開発 030
人検知ロボットのための嗅覚受容体を用いた匂いセンサの開発/
東京大学、住友化学、神奈川県立産業技術総合研究
- 多種類 / 多数個のセンサ情報をリアルタイムで取得 031
次世代ロボットのためのマルチセンサ実装プラットフォーム/東北大学、名城大学
- 世界で最も細くてやさしい電極技術 032
超低侵襲、超低負担な神経電極デバイス技術の BMI 応用/豊橋技術科学大学
- 脳波を解読してロボットを制御し、
意思伝達や道具使用などを代行 033
脳波によるヒト型ロボット高速制御技術の実現可能性に関する検討/産業技術総合研究所
- スプレー塗布で作るロボット皮膚センサ 034
ロボットの全身を被覆する皮膚センサの確立と応用開発/熊本大学
- インタビュー 熊本大学 中妻 啓 助教 035
- CNT フレキシブルセンサを用いて滑らかに動作するアシストスーツ 036
自由曲面に貼れるナノチューブ面状電極の研究開発/富士化学、信州大学
- 味覚センサによって
食の安全や健康を支援するロボットの実現 037
ロボットに実装可能な MEMS 味覚センサ/富山県立大学
- 高度化した味覚センサと
AI で食品生産ロボットを自動化する 038
味覚センサの高機能化による食品生産ロボットの自動化/九州大学
- 脳活動モデルを同定し
内部状態の推定を行うことによる BMI 技術 039
脳活動モデル同定と内部状態推定に基づく BMI 技術/国際電気通信基礎技術研究所

研究開発項目

4

革新的なセンシング技術
(スーパーセンシング)

2016年度(テーマ公募型)

屋外等の外乱の多い空間でも、的確に信号抽出ができる画期的な視覚・聴覚・力触覚・嗅覚・加速度センシングシステムやセンサと行動を連携させて、検知能力を向上させる行動センシング技術等の研究開発を実施する。

2015年度(RFIを踏まえた課題設定型)

▶ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)技術の研究開発

屋外等の外乱の多い空間でも、的確に信号抽出ができる画期的な視覚・聴覚・力触覚・嗅覚・加速度センシングシステムやセンサと行動を連携させて、検知能力を向上させる行動センシング技術等の研究開発を実施する。

2016年度(課題設定型)

▶高密度で自由曲面に貼れる電極の研究開発

現状の各種センサの中で、フレキシブル基板上に実装されているものは、円筒等の平面から構成される曲面にのみ対応することができるが、自由曲面には対応できていない。パワーアシストのように、生体表面から得られる生体情報に基づき、人間の行動を予測して動作をアシストする場合、生体表面は複雑な自由曲面であり、更に、動作に伴って変形が起こる。そのため、生体表面の自由曲面に貼り付けることができ、動作に伴って変形する生体表面と同じように変形できる電極に係る技術は、侵襲型脳波計測やヒューマンマシンインターフェースなど、多岐にわたる分野への応用が可能であり、ロボットの中核技術としての波及効果は大きい。本課題では、生体表面のどの箇所に貼り付けたのかをキャリブレーションする技術や電極の変形に伴う信号の変化をキャンセルする技術などの研究開発を実施する。

▶味覚センサの研究開発

味覚センサそのものや味覚センサを搭載したロボットは、世界的に見ても数少ないが、人間の能力と同等もしくは、それ以上の能力を有するロボットを実現するために、人間の五感の一つである味覚を持つことは、人間が行動する場面に対応するためにも重要である。現在の味覚センサは、味細胞をモデル化した人工脂質膜で実現されており、ビジネスで活用されるようになってきている。本課題では、ロボットと組み合わせて、従来にない革新的な味覚センサを実現するために、センサの高寿命化や人工脂質膜に付着した味に寄与する分子の除去に要する時間の見直しによる計測時間の短縮などの課題を解決する研究開発を実施する。

災害時の不明者捜索ロボットを「匂い」検知で支援するセンサの開発

昆虫の嗅覚受容体は、ppb以下の濃度を検知する感度と、それを十分な電気信号に増幅する機能、さらに匂い分子を特定できる高い選択性を併せ持つ。このような嗅覚受容体を脂質二重膜に再構成し、ロボットに搭載可能な人検知匂いセンサの実現を目指す。受容体の発現と精製、受容体のセンサチップ化、ロボット搭載に向けたデバイス化を住友化学、神奈川県立産業技術総合研究所、東京大学がそれぞれ担当する。研究開発期間では、受容体の安定性向上、高感度受容体の人工膜への組み込みと連続モニタリング、センサチップ・筐体の開発および匂い濃度変化の信号変換に重点をおいて研究開発を進める。

Keyword

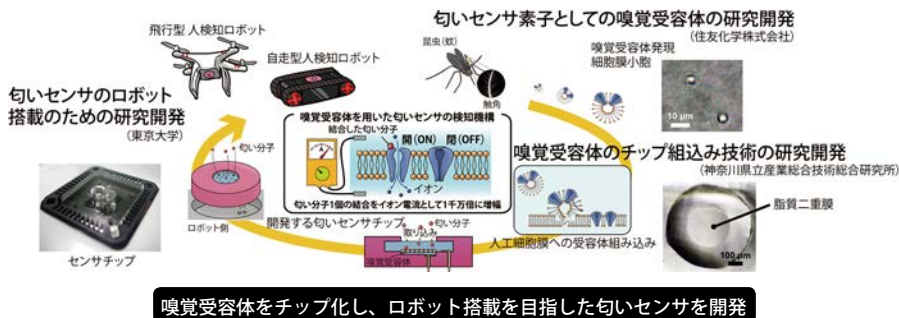
匂いセンサ

昆虫嗅覚受容体

脂質二重膜



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)、住友化学株式会社 (東京都中央区)、地方独立行政法人神奈川県立産業技術総合研究所 (神奈川県海老名市)

主要研究者 : 竹内昌治 (東京大学)

研究開発項目④ 革新的なセンシング技術 (スーパーセンシング) 2015年7月～2020年2月
「人検知ロボットのための嗅覚受容体を用いた匂いセンサの開発」

多種類/多数個のセンサ情報をリアルタイムで取得

AI時代のロボットに多数のセンサを省配線で取り付けるため、**センサの種類によらず統一した方法で共通のバスネットワーク上に高密度にセンサ実装できる汎用性の高いマルチセンサ実装プラットフォーム**を実現する。研究開発内容は、(1) 複数種/多数個のセンサに対応可能なマルチセンサ実装プラットフォーム技術の開発、(2) センサ・プラットフォームLSIの開発、(3) マルチセンサ実装プラットフォームのアプリケーション、特にMEMS技術を用いた集積化触覚センサシステムの開発。

Keyword

複数種類センサ実装

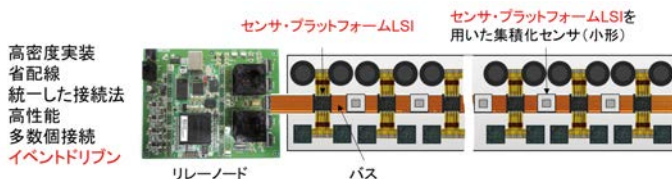
センサ・プラットフォームLSI

オープンプラットフォーム



研究の概要

- 多数個接続や高速通信を可能にするバスやリレーノードの仕様
- 設計のオープン化
- センサ・プラットフォームLSIの開発
- 触覚センサシステムを中心とする各種アプリケーションへの適用



想定されるアプリケーション

- センサ・プラットフォームLSIのASSP(特定の分野を対象に機能を特化させた汎用LSI)
- バスやリレーノードの仕様・設計のオープン化および開発キット・開発受託サービス等への展開
- 企業等との連携による集積化触覚センサ等の各種アプリケーションへの採用



委託先 : 国立大学法人東北大学(宮城県仙台市)、学校法人名城大学(愛知県名古屋市)

主要研究者 : 田中秀治(東北大学)

世界で最も細くてやさしい電極技術

我々が開発した**超低侵襲、超低負担な神経電極**を用いた共同研究を推進させ、事業化につなげる。

創業スクリーニング、脳神経疾患基礎研究に貢献する。

将来的な BMI の対象は脳・神経疾患または疾患により身体機能の補助が必要な人とする。

Keyword

低侵襲剣山型電極

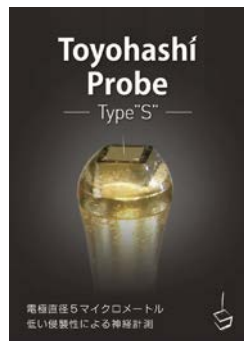
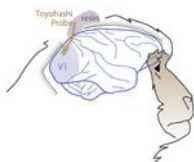
BMI



研究の概要

侵襲型 BMI 用電極の要求を実現する

- 電極の高性能化
- プローブ電極の製造方法の見直し
- 脳・神経疾患または疾患により身体機能の補助が必要となる人を想定し、実験動物を対象とした電極単体の共同研究の推進



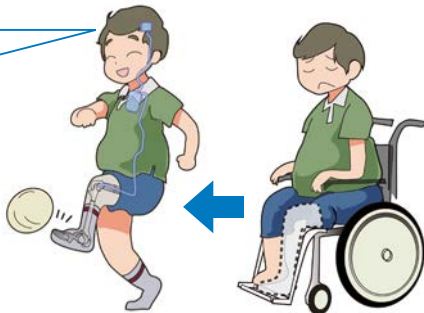
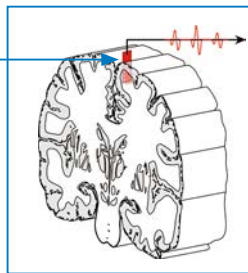
電極直径5マイクロメートル
低い侵襲性による神経計測



想定されるアプリケーション

下肢の運動信号は脳中央の深い部位からしか測れない

侵襲型が必須



想定される低侵襲型電極による BMI

委託先 : 国立大学法人豊橋技術科学大学 (愛知県豊橋市)

主要研究者 : 河野剛士 (豊橋技術科学大学)

脳波を解読してロボットを制御し、意思伝達や道具使用などを代行

進行性の神経難病や脳卒中に起因する**重度運動機能障がい者**は、他者とのコミュニケーションや日常生活動作が困難であるために「生活の質」が極めて低下した状態にある。これまで研究代表者は、その技術シーズである**脳波スイッチ**による意思伝達装置「**ニューロコミュニケーター**」を活用した「**脳動ロボ**」制御システムの開発に携わってきた。これにより、ALS 患者などの**運動機能障がい者**をアバターとして用いて**ジェスチャー表現**を行ったり、**道具使用**を代行したりすることが可能となる。また、コア技術である簡便性の高いヘッドギア（特許 2 件）や脳情報解読手法（特許 10 件）を用いて、認知機能の評価や訓練、さらには感性評価などへの応用も進めている。

Keyword

脳波

BMI

ロボット

ジェスチャー表出

道具使用

移動制御



研究の概要



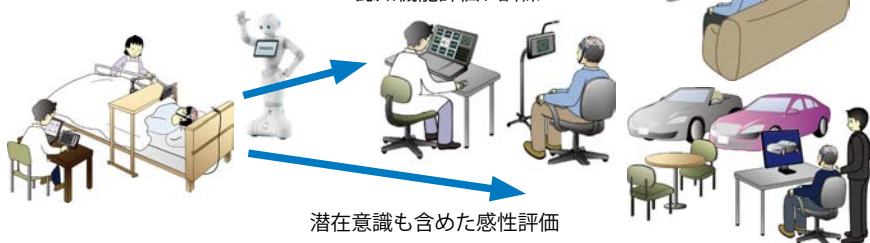
脳波によるロボットアバター制御システムの概要



想定されるアプリケーション

難病患者さんの意思伝達支援

認知症対策につながる
認知機能評価 / 訓練



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

主要研究者 : 長谷川良平 (産業技術総合研究所)

研究開発項目④ 革新的なセンシング技術（スーパーセンシング）2017年5月～2020年2月
「脳波によるヒト型ロボット高速制御技術の実現可能性に関する検討」

スプレー塗布で作る ロボット皮膚センサ

立体曲面に密着し表面を被覆する圧電膜および電極・配線の形成技術を確立し、ロボットの全身を被覆可能な力分布センサ（ロボットスキン）の実現を目指す。スプレー塗布によりフレキシブルで壊れにくく高温特性にも優れたセラミック圧電膜を作製するゾルゲルスプレー法を基盤技術として研究開発を進めている。曲面への圧電材料スプレー塗布技術、任意パターンの電極・配線形成、多点圧力信号の高速測定モジュールの開発と実証を進め、ロボットや電子機器・日用品の表面圧取得センサから高温環境や特殊形状部の非破壊検査用デバイスまで幅広い用途への実装に取り組む。

Keyword

力分布センサ

ロボットスキン

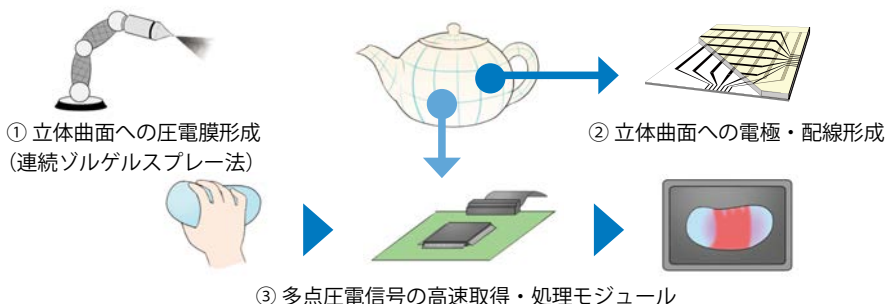
圧電デバイス

圧電膜スプレー塗布



研究の概要

ゾルゲルスプレー法による曲面上への力分布センサの研究



想定されるアプリケーション

皮膚感覚を持つロボットによる
人とのインタラクション支援



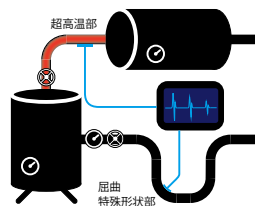
日用品等の把持状態の取得によ
るサービス提供や設計支援



曲面形状圧電デバイス (上)
フレキシブル圧電デバイス (下)



高温特性（～1000℃）・フレキシブル性を活かした高温部や特殊形状（屈曲部等）の振動/歪みモニタリング、超音波非破壊検査



委託先 : 国立大学法人熊本大学 (熊本県熊本市)
主要研究者 : 中妻啓・田邊将之・小林牧子 (熊本大学)



中妻 啓

熊本大学大学院先端科学研究部 ロボット・制御・計測分野 助教、博士（情報工学）

略歴

2009年 東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻修士課程修了

2012年 東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻博士課程修了

2009年～2012年 日本学術振興会特別研究員（DC1）

2012年 東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻 特任研究員

形に合わせてロボットの全身を被覆する皮膚センサー

—この研究を始めた理由を教えてください。

もともと触覚関係の技術を研究しており、2012年に熊本大学へ赴任して3年目のころ、触覚技術の1つとしてロボットの皮膚を作ることが大きなテーマでした。力センサーはあるのですが、ロボットの表面に実装する技術がなく、さまざまな形状に対してどう取り付けるかが課題でした。そんなとき熊本大学の学内研修で、私と所属学科の違う2人と出会い、圧電膜（力を電気信号に変える）をスプレーコーティングする技術を開発したという話を聞いたのです。圧電膜なら加わった力を電気信号として取り出せる力センサーになると思い、この技術を使えば色を塗るみたいに曲面に取り付けられるのではという発想をしたのがきっかけです。

—今回は開発された技術は、競合する技術と比べた場合の優位点は何でしょうか。

我々が開発したゾルゲルスプレー法は、ロボットの形状にあわせて密着して取り付けられることが、製造工程として保証されているところが優位な点です。また、圧電材料は振動を検出するセンサーにもなり、電気信号をかけて超音波を発生させ、非破壊検査として活用もできます。ほかにもビンやペットボトルなどを握ったときに、どんな力がかかっているのかを計測して商品開発に活きたり、風洞実験でどのような風圧がかかっているのかを計測したりなど、どんな曲面でも取り付けられるセンサー技術は、さまざまな応用が効くのも特徴です。

—事業化において大変だったことは何でしょうか。

ゾルゲルスプレー法は、一緒にやっている小林が10年以上取り組んでいる技術ですが、量産技術を確立させることが大きなテーマでした。それまで手作業だったものを、精度を高めるために自動スプレー装置を使い、大面積でも均一な膜を作れるようプロセスを確立させていくことが、かなり苦労しています。私自身がこうした材料やデバイス関係とは違う分野の研究者だったため、スプレー塗装技術のノウハウを1から勉強したこともあり、慣れるのに時間を費やしたことも1つの要因です。

また、さまざまな用途に使えるセンサーのため、何を優先して事業化すべきか考えました。技術開発という評価期間を1年ぐらしかけて行なった結果、高温で使える超音波センサーとして、非破壊検査で利用できることを、まず売り出していこうと決めました。ただ、そのためには、電極や配線、工場でのノイズ対策など周辺技術の開発も必要で、その点も踏まえてある程度目処がたったところで事業化しています。

—先端技術の事業化には、どのような観点が必要でしょうか。

大学での研究は、さまざまな社会実装の仕方があります。例えば、どこかの企業にライセンスしたり、論文で特許を取ったりなどがあります。今回は起業してビジネス化する方法がいちばん手取り早く社会実装できると思ったので事業化の道を選びました。大学で研究していることを事業化するには、勢いというノリが大事だと思います。最近は資金調達環境も整っているので、使えそうな技術だと思ったら、あとさき考えずに事業化する勇気が必要なのではないでしょうか。

CNTフレキシブルセンサを用いて 滑らかに動作するアシストスーツ

近年、介護現場での人手不足が問題となっており、ロボットアシストスーツの導入が期待されているが、人体の複雑な動作を正確に検出できるセンサが必要となる。本テーマでは柔軟性に優れたカーボンナノチューブ（CNT）を用いて自由曲面に貼れるフレキシブル電極の開発を目的とする。様々な形状の電極に対応するためにスクリーン印刷法に適したCNTインクを開発する。また、これをロボットアシストスーツへ装着し、センサとしての動作を検証する。

Keyword

カーボンナノチューブ

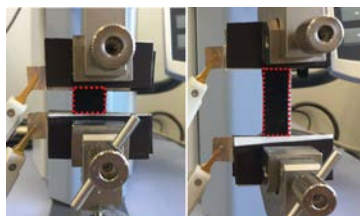
フレキシブル電極

センサ



研究の概要

CNT センサの開発



ロボットアシストスーツへの適用



CNT センサにより関節角を正確に検出

CNT センサを用いて滑らかに動作するロボットアシストスーツの実現



想定されるアプリケーション

ひずみに対する安定動作する CNT センサ

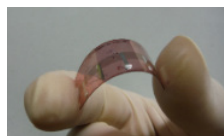


- 介護 / 福祉現場における自立支援ロボット
- 重作業現場の作業支援ロボット

伸縮・曲げなどの変位に対して安定な CNT 電極



- フレキシブルデバイス / ストレッチャブルデバイス用電極



委託先 : 富士化学株式会社 (大阪府大阪市)、国立大学法人信州大学 (長野県長野市)
主要研究者 : 小野寺浩 (富士化学)、金子克美 (信州大学)

研究開発項目④ 革新的なセンシング技術 (スーパーセンシング) 2016年6月～2018年3月
「自由曲面に貼れるナノチューブ面状電極の研究開発」

味覚センサによって食の安全や健康を支援するロボットの実現

味物質をワンチップで検出可能な表面プラズモン共鳴システム（SPR：Surface Plasmon Resonance）を作製し、食品の味や危険物質の有無を判別する MEMS（Micro Electro Mechanical Systems）味覚センサのロボットへの実装を目指す。

具体的には次の項目について研究開発を進める。(1) ワンチップ SPR による化学物質質量検出方法の確立、(2) 味物質吸着膜の安定化・形成方法の確立、(3) ロボットの動作によって味物質を収集する機構・方法の確立。

Keyword

MEMS

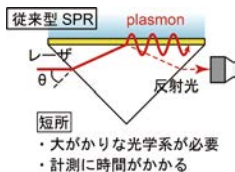
SPR

味覚センサ

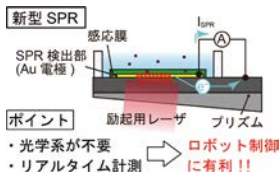


研究の概要

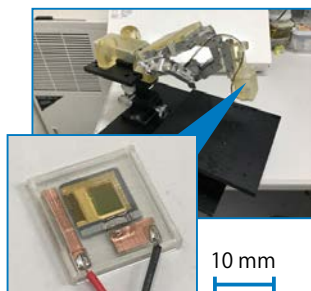
従来方法



電気的計測による小型・高感度化



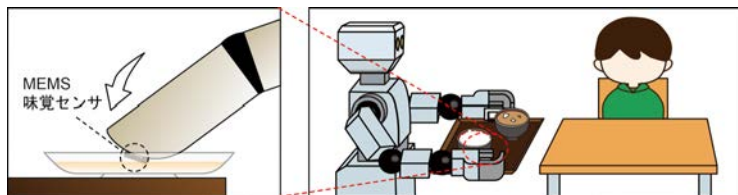
提案方法



SPR を電気的に計測することで、光学系を必要としないワンチップ SPR センサを実現。



想定されるアプリケーション



SPR システムを用いた味覚センサをロボットの指先等に搭載
食べ物に含まれる物質を検査することで、食の安全や健康を管理

委託先 : 公立大学法人富山県立大学 (富山県射水市)
 共同実施先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)、国立大学法人電気通信大学 (東京都調布市)、
 富士電機株式会社 (東京都日野市)、一般財団法人マイクロマシンセンター (茨城県つくば市)
 主要研究者 : 下山勲 (富山県立大学)
 研究開発項目④ 革新的なセンシング技術 (スーパーセンシング) 2016 年 6 月～2020 年 2 月
 「ロボットに実装可能な MEMS 味覚センサ」

高度化した味覚センサとAIで 食品生産ロボットを自動化する

これまで培ってきた味覚センサを応用し、**食品工業で利用するための生産ロボットの自動化**を目的とする。

目標とする味（生産者及び消費者の要望）を有する食品を最適に設計、効率的に製造するために、味覚センサで評価した原料の味、及び、コストを加味した最適設計を行い、各生産工程で味覚センサによるセンシングを行うことで、**原料から製品までを管理する生産ロボットの自動化**を目指す。

Keyword

味覚センサ

脂質高分子膜

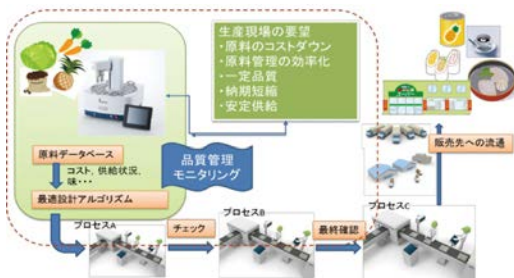
食品生産ロボット



研究の概要

- ①人工甘味料用センサの開発
- ②塩味センサの開発
- ③苦味センサの開発
- ④測定時間の短縮
- ⑤自動化した生産ロボットの実用化に向けた研究開発

味覚センサの高機能化と食品生産ロボットによる自動化



想定されるアプリケーション



食品製造ラインにおける
自動化味覚センサの実装

委託先 : 国立大学法人九州大学 (福岡県福岡市)
共同実施先 : 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー (神奈川県厚木市)、
UCC 上島珈琲株式会社 (大阪府高槻市)、富士食品工業株式会社 (東京都大田区)
主要研究者 : 都甲潔 (九州大学)

脳活動モデルを同定し内部状態の推定を行うことによるBMI技術

装着型のロボットにブレイン・マシン・インタフェース（BMI）技術を用いる際には、脳情報をデコードした結果でロボットが駆動されるだけでなく、ロボットの動作が脳活動に影響を与える。このメカニズムに着目し、BMIシステムに関わる脳活動の動的モデル同定を行うことで、従来にはなかった迅速な脳活動に基づくロボット制御を可能とすることを旨とする。

Keyword

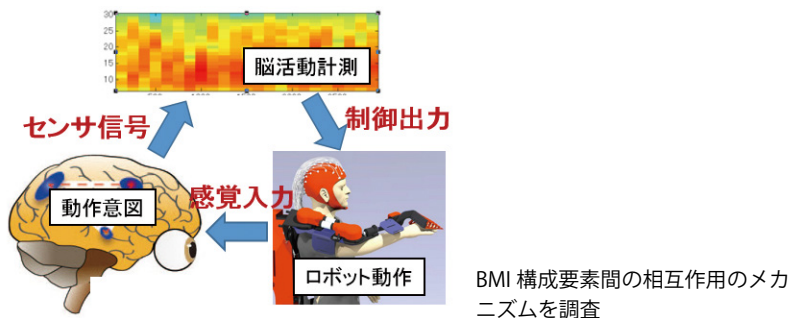
ブレイン・マシン・インタフェース

装着型ロボット

内部状態推定



研究の概要



想定されるアプリケーション



脳活動からの動作意図推定による装着型ロボット制御

委託先 : 株式会社国際電気通信基礎技術研究所（京都府相楽郡精華町）

主要研究者 : 森本淳（国際電気通信基礎技術研究所）

研究開発項目④ 革新的なセンシング技術（スーパーセンシング）2015年11月～2016年10月
「脳活動モデル同定と内部状態推定に基づくBMI技術」

第2節 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション)

小目次

- 高強度化学繊維ワイヤ駆動で
世界最長の多関節ロボットアームを実現 043
高強度化学繊維を用いた『超』腱駆動機構と制御法の研究開発／東京工業大学
- 高分子ゲルアクチュエータを用いた“着る”ウェアラブルロボット 044
可塑性 PVC ゲルを用いたウェアラブルロボット用ソフトアクチュエータの研究開発／
信州大学、産業技術総合研究所
- 全方向駆動：人混みの中でも「任意方向へ瞬時に」移動！ 045
全方向駆動機構を核とした革新的アクチュエーション技術の研究開発／東北大学
- バックドライブ可能な高出力密度アクチュエータ 046
高効率・高減速ギヤを備えた高出力アクチュエータの研究開発／横浜国立大学
インタビュー 横浜国立大学 藤本 康孝 教授 047
- 形状・硬さに合わせ、やさしく把持する柔軟アクチュエータ 048
スライドリングマテリアルを用いた柔軟センサおよびアクチュエータの研究開発／
豊田合成、アドバンスト・ソフトマテリアルズ
- 人工筋肉と機能性流体デバイスで多様なアシスト動作を実現 049
人間との親和性が高いウェアラブルアシスト機器のための可変粘弾性特性を有する
革新的ソフトアクチュエータシステムの開発／中央大学
- 「持続的濡れ性」機構により
様々な面への吸着を実現する革新的デバイス 050
機能性ポリマーを用いた濡れ性による吸着機構の研究開発／名城大学
- “やわらかさ”と“かたさ”を兼ね備えたロボット関節の実現 051
剛性と柔軟性を融合させるスマートメカニクス／筑波大学
- 分子ロボット技術を用いて分子人工筋肉を光造形 052
分子人工筋肉の研究開発／東京工業大学、北海道大学、北陸先端科学技術大学院大学

- 小型軽量低摩擦で力制御性の良い油圧アクチュエータ …………… 053
小型油圧駆動系と燃料電池・電池ハイブリッド電源によるフィールドアクチュエーション技術／東京大学
- 高分子繊維人工筋肉を用いた柔らかなロボット・アシスト装具 …………… 054
高分子人工筋アクチュエータによる柔らかな運動支援装具の研究開発／九州大学、名古屋大学
- インピーダンス可変機構を有する
 革新的なスマートアクチュエータの開発 …………… 055
慣性質量を含むインピーダンス可変機構を有するスマートアクチュエータ／早稲田大学
- 医療 / 福祉などの遠隔操作 …………… 056
安全・小型・軽量なマン・マシン・インタフェースの開発／栗本鐵工所
- 業務用食事作業の省人化を提供 …………… 057
コンデンサ化マテリアル基材によるソフトアクチュエータ開発／岐阜大学、パイ・アール・テクノセンター
- イノベーションの種を見つける …………… 058
次世代ロボット素材など要素技術の調査研究と次世代ロボットの試作開発
 エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所
- **コラム** TBSドラマ「インハンド」における
 ロボットハンドの義手製作監修に協力／
 ダブル技研がプロジェクト成果を利用した製品の
 受注生産を開始 …………… 059

研究開発項目



革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション)

2015年度(テーマ公募型)

人共存型ロボットに活用可能なソフトアクチュエータ(人工筋肉)、高度な位置制御やトルク制御を組み合わせるソフトウェア的に関節の柔軟性を実現する新方式の制御技術、機構等の研究開発を実施する

2015年度(RFIを踏まえた課題設定型)

▶次世代機能性材料を用いた革新的ロボット構成要素および その効果的な活用方法の研究開発

近年、高分子材料や機能性流体、生体試料など、新たな材料をロボットに応用する研究開発が盛んである。その一例として、MR流体やSpider Silkなどがある。これらの新たなロボット構成要素は、従来技術では不可能であった特性を実現したり、従来技術に対して圧倒的に低コストで機能を発揮したりするなどの可能性を持つ。また、これらの新たなロボット構成要素を効果的に活用することで、従来ロボットが適用されてこなかった分野に適用可能なロボットを構成できる可能性がある。本課題では、次世代機能性材料を用いた革新的ロボット構成要素及びその効果的な活用方法の研究開発を実施する。

2016年度(課題設定型)

▶生体分子を用いたロボットの研究開発

人共存ロボットなどのサービスロボットに活用可能なソフトアクチュエータ(人工筋肉)の実現が期待されている。本課題では、生体筋肉を一例として、生体の巧みな制御システムを模倣した生体分子を用いたロボット、当該ロボットの設計に有用な設計支援システム及びシミュレーションシステムの研究開発を実施する。

高強度化学繊維ワイヤ駆動で 世界最長の多関節ロボットアームを実現

金属製ワイヤに比してしなやかで軽量な高強度化学繊維ワイヤを用いることにより、革新的なロボット駆動機構が実現できる可能性がある。本研究では高強度化学繊維をロボットの人工の腱として用いた場合の基礎的諸特性を解明し、超軽量 / 超小型 / 超長尺 / 超冗長を可能とする『超』腱駆動機構要素群を開発する。これらを超長尺多関節ロボットアーム、テザー牽引型超不整地移動ロボットなどに適用し、その有効性を実証する。

Keyword

高強度化学繊維

ワイヤ駆動

超長尺多関節アーム

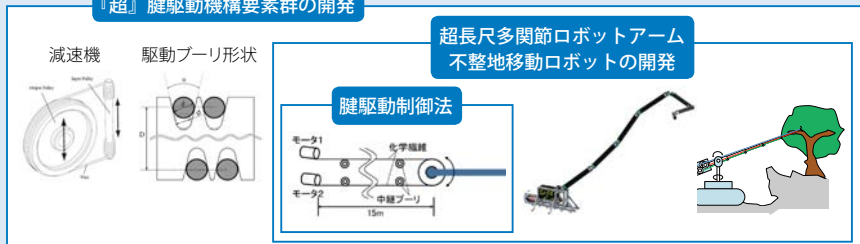


研究の概要

高強度化学繊維のロボット駆動要素としての基礎的諸特性の解明

耐候性・耐放射線性・振じりに対する耐久性・適切なプリロード処理…

『超』腱駆動機構要素群の開発



基礎特性把握から実ロボットシステム応用までの系統的研究



想定されるアプリケーション

廃炉作業用超長尺多関節アーム
(全長 10m, 手先ペイロード 10kg)



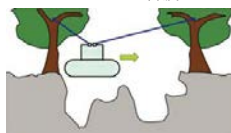
調査点検用水平多関節アーム



弾性テレスコピックアーム



テザーによる谷渡り



『超』腱駆動ロボットを原発・インフラ点検などの大空間作業に適用

委託先 : 国立大学法人東京工業大学 (東京都目黒区)

再委託先 : 株式会社横浜ケイエチ技研 (神奈川県横浜市)・株式会社アトックス (東京都港区)

主要研究者 : 遠藤玄・水谷義弘 (東京工業大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 7 月～2020 年 2 月
「高強度化学繊維を用いた『超』腱駆動機構と制御法の研究開発」

高分子ゲルアクチュエータを用いた “着る”ウェアラブルロボット

生体筋と同等のサイズ・重力・出力を有し、大気中で精密動作を実現する PVC ゲルシートソフトアクチュエータを研究開発する。

先導研究より取り組んできた可塑性 PVC ゲルの電場応答メカニズム解明に基づき、**フレキシブル電極を用いた PVC ゲルシートアクチュエータの変位量の増大及び低電圧化**によるアプリケーションの開発をする。アクチュエータの量産化、制御方法の確立により生体力学に基づく能動的なアシストを可能とする**腰サポートウェア**を試作する。

Keyword

PVC ゲルソフトアクチュエータ

人工筋肉

腰サポートウェア

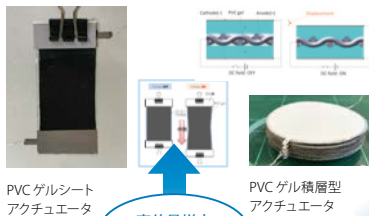


研究の概要

可塑性 PVC を用いた PVC ソフトアクチュエーター可塑性

可塑性 PVC ゲルソフトアクチュエータの制御方法

試作・性能評価



PVC ゲルシートアクチュエータ

PVC ゲル積層型アクチュエータ

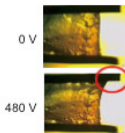
変位量増大
低電圧化

最適化した
アクチュエータ
の適用

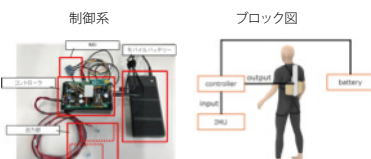
アシストウェアの
制御法開発・適用

可塑性 PVC ゲルの電場応答メカニズムの解明

原理検証



- 可塑性 PVC ゲルの現象の整理とモデル化
- 駆動電圧低電圧化のための最適イオン液体設計および、濃度最適化
- 電極形状、電極材の変化による性能向上



モデリング・制御

可塑性 PVC ゲルソフトアクチュエータを用いたアシストウェアの試作

応用製品試作



腰サポートウェア

医療・福祉・工業製品

歩行アシストウェア

スポーツウェア



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人信州大学 (長野県上田市)、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (大阪府池田市)

再委託先 : セーレン株式会社 (福井県福井市)

主要研究者 : 橋本稔 (国立大学法人信州大学)、安積欣二 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)

研究項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 7 月 ~ 2020 年 2 月
「可塑性 PVC ゲルを用いたウェアラブルロボット用ソフトアクチュエータの研究開発」

全方向駆動：人混みの中でも 「任意方向へ瞬時に」移動！

- 全方向移動性と高い不整地走破性を両立した球状の全方向駆動機構を実現。
- 耐荷重性と滑らかさを実現し、次世代移動体プラットフォームとして活用可能。
- 全方向への移動・搬送やハンドリングへ拡張可能な著しく有用性の高い機構。

Keyword

メカニズム

全方向駆動

機構設計

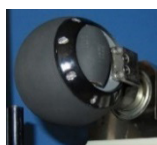


研究の概要

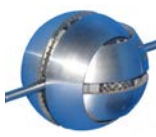
『不整地に強い』全方向駆動メカニズム群の創出

全方向駆動機構を核とした移動作業ロボットのプラットフォームの構築を目的としています。従来の全方向駆動機構は平地での走行は可能ですが、柔らかい絨毯をはじめ、点字ブロックの段差や踏切内の線路の溝など、都市環境の非整備な環境を移動することは困難でした。

当研究チームはこれまで、任意方向への移動と高い不整地走破性、人が乗れるほどの耐荷重性を兼ね備えた様々な全方向駆動機構を考案・具現化してきました。



外部支持式



双リング式



スクリュー差動式



想定されるアプリケーション



円形断面型クローラー



電動車いすの移動ベース

委託先 : 国立大学法人東北大学（宮城県仙台市）

主要研究者 : 多田隈建二郎・渡辺将広（東北大学）

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術（スマートアクチュエーション）2015年7月～2020年2月
「全方向駆動機構を核とした革新的なアクチュエーション技術の研究開発」

バックドライブ可能な 高出力密度アクチュエータ

高効率・高減速比のギヤを備えた高出力アクチュエータを研究開発している。高効率・高出力アクチュエータを実現するため、①バックドライブが可能で許容入力回転速度の大きな複合遊星歯車機構の開発②出力体積密度の大きい高速回転型モータの開発③小型高出力モータドライバの開発に取り組んでいる。特に減速機はインポリュート歯車を用いた複合遊星歯車で、低コストで幅広い減速比が実現でき、動力伝達効率の最適化により (a) バックドライブが可能 (b) エネルギー回生が可能で消費電力を約 1/5 に低減可能 (c) モータエンコーダで負荷トルクの推定が可能 (トルクセンサレス) という特長がある。モータはエアフローを利用して巻線を冷却し高密度を実現する。

Keyword

バックドライブバリエーション

高密度アクチュエータ

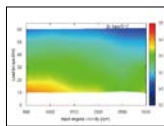
遊星歯車機構



研究の概要

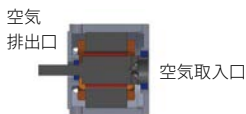


試作減速機 (小型と中型)



平均 92.6%

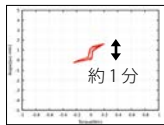
減速機の効率マップ



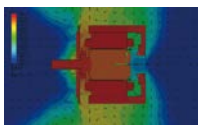
高密度モータ断面図



試作ギヤヘッドとモータ



低バックラッシュ化



高密度モータ熱流体解析



想定されるアプリケーション



移動ロボット・電動車



モジュールロボット



アシストロボット

- 安全性が必要となる協働ロボットやパワーアシストロボット
- 高出力が必要となる移動ロボットや災害対応ロボット

のための関節駆動用アクチュエータユニット

委託先 : 国立大学法人横浜国立大学 (神奈川県横浜市)

再委託先 : 日本電産シンボ株式会社 (京都府長岡京市)

主要研究者 : 藤本康孝 (横浜国立大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 7 月～2020 年 2 月
「高効率・高減速ギヤを備えた高出力アクチュエータの研究開発」



藤本 康孝

横浜国立大学大学院 工学研究院 教授、博士（工学）

略歴

- 1998年 横浜国立大学大学院 工学研究科 電子情報工学専攻 博士課程 修了
慶應義塾大学 理工学部 嘱託助手
1999年 横浜国立大学 工学部 電子情報工学科 助手
2000年 同講師
2002年 横浜国立大学大学院 工学研究院 助教授
2007年 同准教授
2013年 同教授

9割の効率を出せる「バイラテラル・ドライブ・ギヤ」

——研究を始めたきっかけを教えてください。

もともと電子情報工学出身でロボットを作っていたときの経験がきっかけです。業界で標準的に使われているギアはハーモニックギア（波動歯車装置）と呼ばれる仕組みのもので、精度はいい一方、ロボットに使うパーツの中で一番高額で、しかもモーターから伝えられる力の3割ぐらいがロスになってしまい7割ぐらいの効率しか出せません。また「バックドライブ」といいますが、モーターを付けている逆側から回しても、モーターの回転数を落としてトルクを増やすという減速機の仕組み上、全然動きません。例えば、人の隣にいて作業する協働ロボットでは、人がロボットにぶつかったときなど外圧に対しての柔軟性が求められており、現状では別にセンサーを付けて力を検出して制御する仕組みを別に付けています。

そうした価格や効率、使い勝手で他にいい方法がないかと調べ始めて、まずは小型で高効率なギアを目指しました。最初はギアの論理的なところをあまりよくわかっておらず、入力したエネルギーのほとんどがロスになってしまうような失敗作ができたこともありましたが、ギアというのは長い歴史があり、今回開発したものも「遊星歯車機構」という従来からある構成と基本は同じです。ただ、過去の文献に載っている計算式で普通に作ってしまうと、効率が悪くなってしまいます。そこで研究室ではプログラムでギアの歯数の組み合わせすべてをコンピューター上でシミュレーションし、「転位係数」という効率を上げるために使えるパラメーターも最適化してみたところ、どうやら非常に効率のいいものができそうだとことがわかりました。それを実際に作ってみたところ、ロス1割

で9割の効率を出せるという「バイラテラル・ドライブ・ギヤ」が生まれたわけです。

——類似技術と比べて優れた点はどこにあるでしょう？

高効率ということと、さらに効率が上がったことでモーターだけでバックドライブを実現しました。現在、いくつかの企業にライセンスを出して実際に活用事例を模索してもらっているところです。実は当初できたものは「バックラッシ」と呼ばれる歯車と歯車が噛み合うときにできる隙間がハーモニックギアよりも大きく、位置精度の点で劣っていたため、そこまで精度を要求されないアシストロボットでの活用を考えていました。しかし、そのガタガタをなくしてほしいという要望も多かったため研究を重ね、バックラッシをなくす技術を入れ込んだバイラテラル・ドライブ・ギヤの2号機を2019年10月に発表しています。

——先端技術の事業化にはどんな観点が必要だと考えますか？

例えば10年前ならこの技術はあまり注目されなかった可能性があるように、人と接触するロボットのニーズが高まった背景があって、研究が成り立っている側面もある。時代の要請とシーズがうまくマッチさせるということが必要だと思います。



バイラテラル・ドライブ・ギヤ（左）とハーモニックギア（右）

形状・硬さに合わせ、やさしく把持する 柔軟アクチュエータ

高齢化社会の課題解決の一つとして、ロボット技術の導入が求められている。本研究開発では、ロボットの軽量化、長時間駆動、安全支援となるアクチュエータとセンサを実現する。生体組織の機械的特性に極めて近い特性を示すスライドリングマテリアル (SRM) に注目し、人間の皮膚と同じようなやわらかさで高精度な触覚センサを実現する。また、高度な制御なしで柔軟な駆動源となる高出力アクチュエータを研究開発する。

Keyword

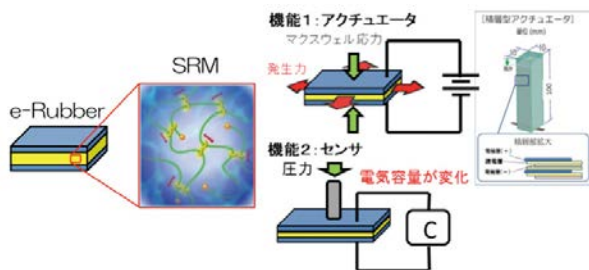
スライドリングマテリアル

誘電センサ

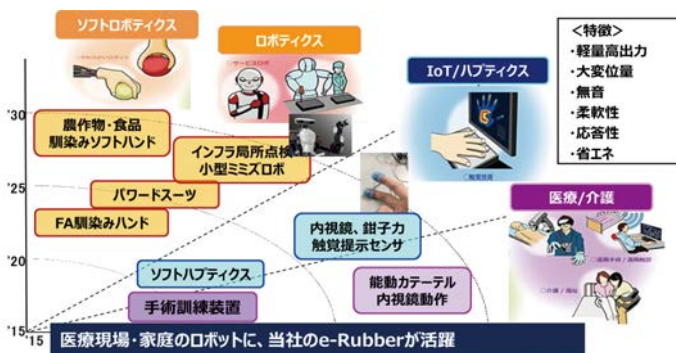
誘電アクチュエータ



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 豊田合成株式会社 (愛知県清須市)、アドバンスト・ソフトマテリアルズ株式会社 (千葉県柏市)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 竹内宏充 (豊田合成)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 7 月 ~ 2020 年 2 月
「スライドリングマテリアルを用いた柔軟センサおよびアクチュエータの研究開発」

人工筋肉と機能性流体デバイスで 多様なアシスト動作を実現

ヒトの関節は拮抗配置した筋肉によって駆動されており、関節のトルクや角度だけでなく**弾性と粘性**（合わせて粘弾性と呼ぶ）を巧みに制御しながら運動している。本研究は、ヒトのように粘弾性を制御できる「**可変粘弾性アクチュエータシステム**」の開発と、その**動作アシストへの応用**を行う。提案システムは、**空気圧ゴム人工筋肉と機能性流体デバイス**を用いた新規な手法である。従来のモータによる駆動方法が「見かけ上」柔軟に動作するのは異なり、**構造的に粘弾性を変化**させられる。そのため、バックドライブ性に優れ、瞬発力の発生や振動制御等、**多様な出力形態が可能**となる。本研究開発では、本システムの実用化に向けて4つの技術課題に取り組む。

Keyword

アシストスーツ

人工筋肉

携帯空気圧源

可変粘弾性



研究の概要



本プロジェクトで取り組む4つの技術課題と可変粘弾性下肢アシスト装具 Airsist



想定されるアプリケーション

軽労化、リハビリテーションへの応用を想定。



委託先 : 学校法人中央大学 (東京都文京区)
再委託先 : プリヂストン株式会社 (東京都中央区)
主要研究者 : 中村太郎 (学校法人中央大学)

研究項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術（スマートアクチュエーション）2015年7月～2020年2月

「人間との親和性が高いウェアラブルアシスト機器のための可変粘弾性特性を有する革新的なソフトアクチュエータシステムの開発」

「持続的濡れ性」機構により様々な面への吸着を実現する革新的デバイス

カタツムリの腹足のように常に濡れている構造を模倣して、多様な表面状態に対応する濡れ性を用いた吸着機構（Super Wet Adsorption：SWA モジュール）の研究開発及び、フラクタル構造を持った吸着パッドの研究開発を行っている。SWA パッドは、ポーラス構造と毛細管構造を有しており、それにより水が徐々に染み出すことで凹凸面でも真空崩壊をおこさず吸着が可能である。また、食品の吸着も可能にするため、安全性の高い素材の吸着パッドの開発を実現した。また、フラクタルパッドは同一の吸着面でも吸着の垂直抗力を向上することが可能である。これら吸着パッドを用いた壁面移動ロボット及び、食品用の吸着操作マニピュレータを実現する。

Keyword

吸着機構

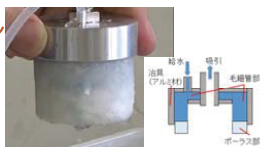
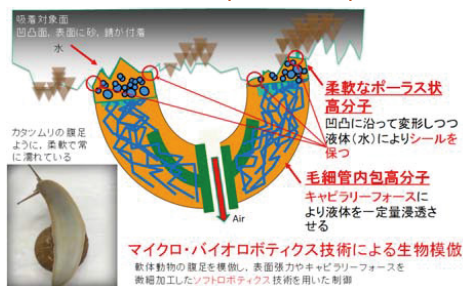
濡れ性

小型ロボット



研究の概要

革新的な吸着モジュール Super Wet Adsorptionモジュール



フラクタルパッド



想定されるアプリケーション



トウモロコシ (310g)



魚 (400g)

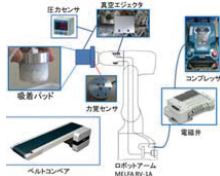


レモン (100g)

様々な表面形状に対応可能なマニピュレータへ適用



壁面吸着ロボット
クラック・腐食状態他の調査デバイスへ適用



- 吸着グリッパ
生鮮食品（青果）、魚介類
- 壁面吸着ロボット
インフラ点検、壁面清掃

委託先 : 学校法人名城大学 (愛知県名古屋市)

再委託先 : SMC 株式会社 (東京都千代田区)

主要研究者 : 福田敏男・市川明彦 (名城大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 11 月～2020 年 2 月
「機能性ポリマーを用いた濡れ性による吸着機構の研究開発」

“やわらかさ”と“かたさ”を兼ね備えた ロボット関節の実現

柔軟機能性材料を最大限に生かすため、**高い剛性と高い柔軟性**の双方の特性を有し、適応的に柔剛融合する「賢い機構」のための新しい力学的ロボティクス理論『**スマートメカニクス**』を構築し、従来ではなしえなかった優れた剛性・柔軟性切り替え性能を有するロボット関節を開発する。

また、開発したロボット関節を利用したロボットシステム（上下肢アシストデバイス、高度組み立てロボットなど）の実証実験を行い、**産業・医療・福祉分野**への社会実装を目指す。

Keyword

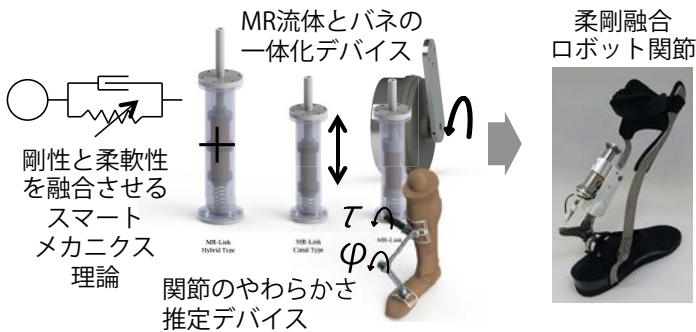
スマートメカニクス

柔剛融合ロボット関節

磁気粘性流体(MR 流体)



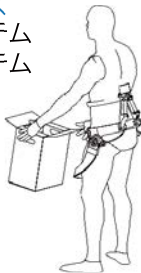
研究の概要



想定されるアプリケーション

運動支援デバイス

- ・作業支援システム
- ・歩行支援システム
- ・リハビリ支援



ヒト関節の状態の定量的評価

- ・リハビリにおける機能改善状況の把握



ロボットアーム・ハンドへの展開

- ・接触安全
- ・器用なマニピュレーションの実現



委託先 : 国立大学法人筑波大学 (茨城県つくば市)

主要研究者 : 望山洋 (筑波大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015年11月～2018年3月
「剛性と柔軟性を融合させるスマートメカニクス」

分子ロボット技術を用いて 分子人工筋肉を光造形

人工サルコメアを用いた**天然筋肉の10分の1の収縮力**を持つ人工筋肉の創成を目指しています。

- DNA オリガミ、分子モータおよび微小管等の生体分子を用いた**人工サルコメア構造**の創成。
- 光刺激により収縮する人工筋肉を人工物に装着する**光造形システム**の開発。
- 人工サルコメア構造の創生を支援するための**超分子構造設計支援システム**の開発。

Keyword

人工サルコメア

人工筋肉

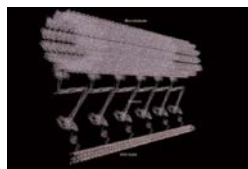
実時間可視化シミュレーション



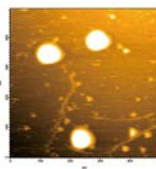
研究の概要



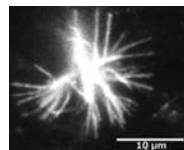
人工筋肉3D
光造形システム



人工サルコメア構造
原子設計モデル



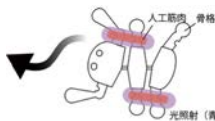
DNA オリガミ
キネシンロッド



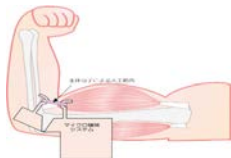
微小管ベースの
平滑筋モデル



想定されるアプリケーション



生化学エネルギーで動作し、光造形性と自己集積性を備えた人工筋肉を活用した微小アクチュエータの実現



人共存型ロボットやマイクロマシンなどに活用可能な人工筋肉の構築

委託先 : 国立大学法人東京工業大学(神奈川県横浜市)、国立大学法人北海道大学(北海道札幌市)、
国立大学法人北陸先端科学技術大学院大学(石川県能美市)

共同実施先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所(大阪府池田市)、学校法人関西大学(大阪府吹田市)、
国立大学法人大阪大学(大阪府吹田市)

連絡先 : 小長谷明彦(東京工業大学)、角五彰(北海道大学)、平塚祐一(北陸先端科学技術大学院大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術(スマートアクチュエーション) 2016年6月~2020年2月
「分子人工筋肉の研究開発」

小型軽量低摩擦で力制御性の良い 油圧アクチュエータ

人間との親和性、接触安全性、屋外での作業において**力に敏感なアクチュエータ**が必要です。本研究では、サーボ弁を用いない静油圧伝達機構を採用することで、油圧機器の頑健性と、弁による損失がない高力制御性を備えたアクチュエータを実用化を目指した研究を行い、さまざまなロボットに活用可能な3種類のモデルを開発しました。さらに長時間のフィールド作業に適した**燃料電池**と、**大電流を供給するリチウム電池**をハイブリッド化した**電源系**の研究開発を行いました。

Keyword

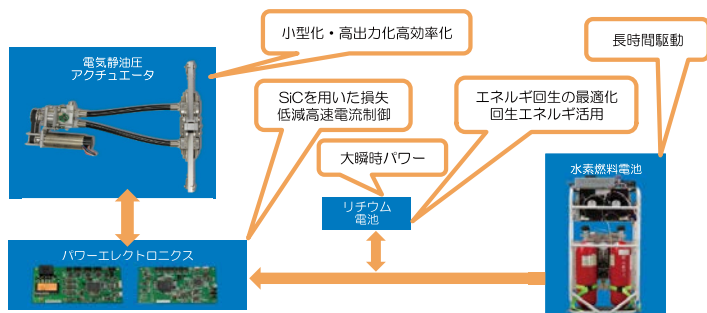
電気静油圧アクチュエータ

水素燃料電池

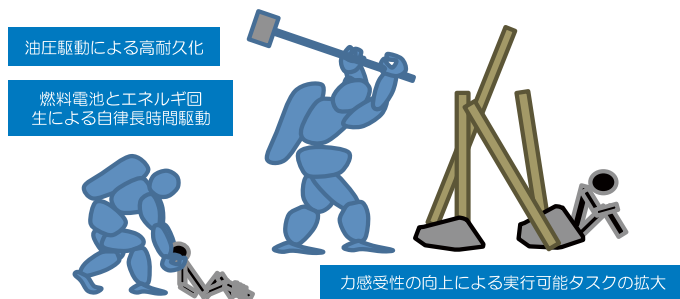
次世代半導体



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 中村仁彦 (東京大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015年7月～2017年3月
「小型油圧駆動系と燃料電池・電池ハイブリッド電源によるフィールドアクチュエーション技術」

高分子繊維人工筋肉を用いた 柔らかなロボット・アシスト装具

人間と密接に接触・相互作用可能で、かつ極めて安価なロボットアクチュエーション技術の実現を目指す。このために用いる高分子人工筋肉アクチュエータとして、**Twisted and Coiled Polymer Fiber (TCPF)**、いわゆる**釣糸人工筋アクチュエータ**に着目する。TCPFは新しいアクチュエータで、世界的に研究が進んでいる。先導研究では、TCPFならびに他の電場応答性高分子の調査、TCPFの特性計測実験とモデル化を行うとともに、**TCPFで駆動されるロボットマニピュレータの試作**を行い、TCPFを用いたロボットシステムの有用性を示すことを目的とする。

Keyword

電場応答性高分子

釣糸人工筋アクチュエータ

Twisted and Coiled Polymer Fiber

筋駆動ロボット

アシスト装具



研究の概要

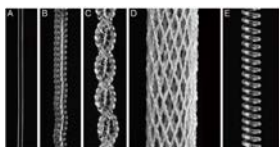


図1 [Haines et al., 2014, Science]



図2



図3



図4

釣糸人工筋アクチュエータ (TCPF, 図1) の、特性評価・モデル化・制御系設計 (図2) から、アクチュエータユニット開発 (図3)、手指補助装具試作 (図4)、マニピュレータ (図5) 試作などを行った

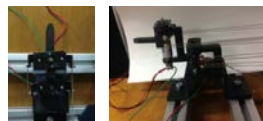


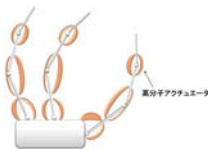
図5



想定されるアプリケーション



[M. Yip and G. Niemeyer, 2015]



安価な筋駆動型ロボットマニピュレータや、ヒトに装着できる安価で柔軟なパワーアシスト装具への応用が期待される

委託先 : 国立大学法人九州大学 (福岡県福岡市)、国立大学法人名古屋大学 (愛知県名古屋市)

主要研究者 : 田原健二 (九州大学)、高木賢太郎 (名古屋大学)

インピーダンス可変機構を有する 革新的なスマートアクチュエータの開発

人間との共存・協働を目的とした革新的なスマートアクチュエータの開発

①**機械インピーダンス可変機構の開発**：機能性流体の特性を応用した**慣性質量可変機構**を試作し、これまでに開発実績のある粘弾性調整関節を元に、小型・軽量で調整幅の大きな粘弾性可変機構を試作する。各可変機構を単体試験し有用性を評価するとともに、**アクチュエータユニットの統合のための仕様を明確化する**。

②**知的制御システムの開発**：各特性可変機構の開発に合わせて、個別の**機械特性を調整するために必要な複数のパラメータをチューニング・制御**するための知的制御システムを開発する。

Keyword

インピーダンス可変機構

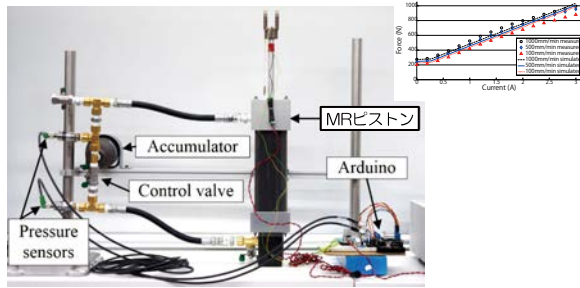
慣性質量可変機構

磁気粘性（MR）流体

知的学習制御



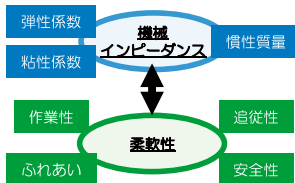
研究の概要



【MR流体を用いた粘性可変機構(直動型)】



想定されるアプリケーション



- (1) 革新的技術の獲得：柔軟性を有するスマートアクチュエータを構成するメカニズムの設計、知的制御手法の設計、機能の最適化設計手法
 (2) 人間との共存・協働のための基盤技術：人間との物理的接触が不可欠な介護ロボットや案内ロボット、工場で人間と協働するロボットなどへの適用

委託先：学校法人早稲田大学（東京都新宿区）

主要研究者：菅野重樹（早稲田大学）

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術（スマートアクチュエーション）2015年7月～2017年3月
 「慣性質量を含むインピーダンス可変機構を有するスマートアクチュエータ」

医療/福祉などの遠隔操作

ナノ粒子分散磁気粘性流体（ナノ MR 流体）を利用して、**感触を提示できるマン・マシン・インターフェースの開発**を行う。磁気粘性流体は磁場下で大きく粘性が変化するので、パッシブな感触の提示が可能である。本研究ではナノ MR 流体の特長を活かして、小型で軽量、そして安全なマン・マシン・インターフェースの実現を目指す。

- ・ナノ MR 流体デバイスによる感触の提示
- ・医療ロボットを視野に入れた、感触デバイスの試作

Keyword

ナノ MR 流体

感触

マン・マシン・インターフェース



研究の概要



感触パラメータの抽出

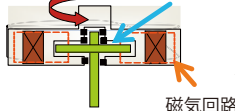
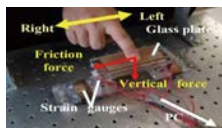
ナノMR流体



ナノMR流体

流体の滑らかさから、
固体のような硬さまで、
連続的に変化！

パッシブだから
安全・小型で軽量



磁気回路

医療ロボットを視野に
入れた感触デバイスの試作

マン・マシン・インターフェース要素技術の検討



想定されるアプリケーション

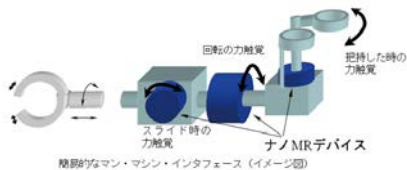
マスタースレーブシステムへ応用

- 様々な感触を表現。「力」の伝達で、安全性も向上！
- パッシブだから、トラブル時でも、人への安全性確保！

医療ロボット



出典：
Intuitive Surgical 社 HP 日本
ロボット学会誌 vol.26 No.3
大分大学 菊池研究室
i-Walker



精緻的なマン・マシン・インターフェース (イメージ図)



福祉ロボット

委託先 : 株式会社栗本鐵工所 (大阪府大阪市)

再委託先 : 国立大学法人山形大学 (山形県米沢市)、国立大学法人大分大学 (大分県大分市)、
国立大学法人大阪大学 (大阪府茨木市)

主要研究者 : 野間淳一 (栗本鐵工所)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 11 月~2016 年 10 月
「安全・小型・軽量なマン・マシン・インターフェースの開発」

業務用食事作業の省人化を提供

金属やセラミックスから構成される従来型アクチュエータでは実現困難な、柔軟駆動を示す Dielectric Elastomer Actuator (DEA) ベースのソフトアクチュエータを研究開発する。対象物に力学的な負担をかけないロボットハンドやアームへの利用が見込まれる。また、高精度変形制御可能な DEA ベースソフトアクチュエータを研究開発する。

Keyword

ソフトアクチュエータ

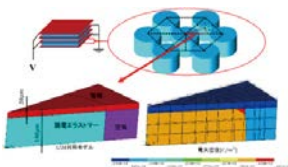
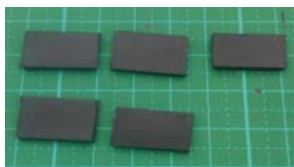
ロボットハンド

食事作業



研究の概要

ソフトハンド用「しなやかさ×軽さ×柔らかさ×小さい」アクチュエーター



DEA 用柔軟電極素材

微細構造化 DEA シミュレーション

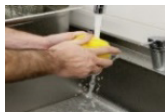
ソフトハンドモデリング

出口イメージに向けた要素技術開発と原理検証



想定されるアプリケーション

ビジネスホテルや病院、介護施設の食事バックヤードへのロボットハンド応用を想定



下準備



調理



盛付



洗浄



片付け

委託先 : 国立大学法人岐阜大学 (岐阜県岐阜市)、株式会社パイ・アール・テクノセンター (岐阜県各務原市)

主要研究者 : 佐々木実 (岐阜大学)

研究開発項目⑤ 革新的なアクチュエーション技術 (スマートアクチュエーション) 2015 年 11 月～2016 年 10 月
「コンデンサ化マテリアル基材によるソフトアクチュエータ開発」

イノベーションの種を見つける

ロボットメーカー単独では開発の手の及ばない構成素材や要素部材に着目したイノベーションについて、日本国内に蓄積された先進的な工業技術をベースに、**日本ならではの同業種横断的・異業種縦断的な取組での目標達成を検討**する。調査研究においては、[システム分野][エレメント分野][マテリアル分野](下図参照)における選抜されたメンバーにより、次世代ロボットに必要な**材料・要素技術に関してロボット側のニーズの具体化と関連技術とのマッチング**を行い、基本的には研究段階のものも含め、**既存技術の評価と既存技術では不足している技術課題の明確化**を行う。

Keyword

次世代機能性材料

次世代ロボット素材

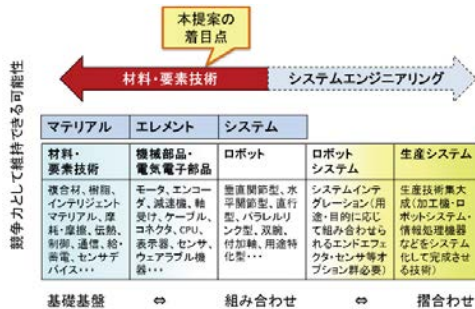
要素技術

産業競争力向



研究の概要

材料、要素技術に着目した、技術開発目標を定め、ロードマップを作成する。



想定されるアプリケーション

想定されるイノベーション目標達成イメージを描いたうえで、検証を行う。



委託先 : 株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所(東京都千代田区)

主要研究者 : 三治信一郎(エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所)

TBS ドラマ「インハンド」における ロボット手の義手製作監修に協力

NEDO は、東京都立産業技術高等専門学校 深谷特任准教授とともに 2019 年放送の TBS ドラマ「インハンド」における義手製作監修に協力しました。本ドラマは、動力義手を右手に装用した寄生虫学者が難事件を解決していくサイエンスミステリーです。ドラマの中で使用されている動力義手は、NEDO プロジェクトの成果であるロボット手の技術を参考に製作されています。



研究開発した人間型 5 指
のロボットハンド「F-hand」



TBS ドラマ「インハンド」



「インハンド」監修

ダブル技研がプロジェクト成果を利用した製品の 受注生産を開始 ～ NEDO からの委託事業を早期に切り上げ、製品化～

さまざまな形状を把持する可変剛性機構付き 3 本指ロボットハンドを開発し、その機構を採用したロボットハンド「D-Hand Type R」の受注生産を 2019 年 12 月 5 日より開始しました。



ロボットハンド「D-Hand Type R」



https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101247.html

ダブル技研株式会社

第3節 革新的な ロボットインテグレーション技術

小目次

- 移動時の HRI (ヒューマンロボットインタラクション) を
再現して開発効率化 064
人共存環境で活動するロボットのための HRI 行動シミュレーション技術の実現/
国際電気通信基礎技術研究所
- 混雑した場所でも迷わずに、安全に目的地まで移動 065
接触を許容しながら安全かつ不快感を与えずに移動する自律移動技術の研究開発/
パナソニック、早稲田大学
- IoT 時代に対応した ORiN3 の戦略及び仕様作成 066
IoT 時代に対応した ORiN3 の戦略及び仕様作成/日本ロボット工業会
- ロボット技術と AI の融合により
社会に順応できるロボットシステムを創る 067
知識の構造化によるロボットの知的行動の発現研究開発/明治大学
- **インタビュー** 明治大学 黒田 洋司 専任教授 068
- ぶつちぎりの性能を持つ Lidar 070
広角・多波長レーザーダーによる超高感度コグニティブ視覚システム/
産業技術総合研究所、慶應義塾、ジェネシス
- ヒューマノイドロボットで人間の作業員を過酷環境から解放 071
非整備環境対応型高信頼ヒューマノイドロボットシステムの開発/
産業技術総合研究所
- イメージセンサーの活用で GPS なしでの安定飛行、障害物回避 072
イメージセンサーを用いた環境認識処理の高速飛行体への適用/エアロセンス
- 2019 年度以降、物流をはじめとする
UAV 適用範囲の拡大加速を目指す 073
高速環境認識・飛行経路生成制御技術の研究開発/自律制御システム研究所、信州大学

- ネットワーク状態に依存しないフライトレコーダを実現 074
フライトレコーダを用いた安全性向上に向けた枠組みの研究開発／本郷飛行機
- UAVの安全性向上、事故発生原因の究明 075
UAV向けフライトレコーダと不時着技術の研究開発／菊池製作所
- 安全・安心な人とドローンの共生社会に貢献！ 076
フライトレコーダの標準化及び小型無人航空機の事故原因解析の研究開発／
ブルーインペーション、東京大学
- 社会に求められるロボットハンド技術の提供 077
人の手に近い高性能で堅牢性を併せ持つロボットハンドの開発／
ダブル技研、首都大学東京 東京都立産業技術高等専門学校
- インタビュー** 都立産業技術高等専門学校 深谷 直樹 特任准教授 078
- 支援・被支援双方にやさしい汎用人工手の研究開発 080
支援・被支援双方にやさしい汎用人工手の研究開発／慶應義塾
- 知能ソフトウェアを効率よく安全に開発・維持・運用できる 081
ロボット知能ソフトの透過継続システムインテグレーション技術の研究開発／東京大学
- 生物ロコモーションから学ぶ
大自由度ロボットの革新的自律分散制御技術 082
生物ロコモーションの本質理解から切り拓く大自由度ロボットの革新的自律分散制御技術／東北大学
- 行動記憶レイヤ統合に基づく衝撃対応実時間行動システム 083
行動記憶レイヤ統合に基づく衝撃対応実時間行動システム中核総合化研究開発／東京大学
- ヒトの手に比肩する高度なマニピュレーション 084
把持機能と認識機能の統合による高度なマニピュレーションの実現／神戸大学
- 車輪やクローラーでは走行不能な災害現場 085
動物の骨格・動作分析による、走破性が高い省エネ型脚機構の開発／
日本医科大学 日本獣医生命科学大学、テムザック
- コラム** 調査研究採択先一覧 086

研究開発項目



革新的なロボット インテグレーション技術

2015年度(テーマ公募型)

実環境の変化を瞬時に認知判断し、即座に対応して適応的に行動する技術や個別に開発された要素技術を効果的に連携させ、統合動作させるシステム統合化技術等の研究開発を実施する。

2015年度(RFIを踏まえた課題設定型)

▶次世代マニピュレーション技術創成のための研究開発

これまで多くのロボットハンド、ロボットアームが開発されてきたが、ヒトの手の機能に比肩する高度なマニピュレーションが可能なロボットハンド、ロボットアームは、未だ実現されたとは言えない。今後、ロボットを本格的に社会実装し、応用範囲を拡大していくためには、高度なマニピュレーション技術の研究開発が不可欠である。本課題では、手の器用さの本質を理解した上で、ヒトの手の機能に比肩する次世代マニピュレーション技術の創成を目的とした研究開発を実施する。

▶ Industry4.0等を踏まえた Universal1.0（仮称）に向けた研究開発

近年、ドイツの Industry4.0、IoT（Internet of Things）、CPS（Cyber-Physical System）に注目が集まっており、機器ごと（例えば、エンコーダ、モータ、各種センサ等）に異なるインターフェースやデータプロトコルの標準化が進みつつある。本課題では、我が国が先んじてデファクトスタンダードの地位を得るために、ロボットを構成する機器を自由に組み替え可能で、システム構築を容易に行うこと（Easy to Use）が可能な標準規格 Universal1.0（仮称）の策定に向けた調査を実施する。また、国内外のロボットへの導入に向けた実用化・事業化への見通しを得るための研究開発を実施する。

2016年度(課題設定型)

▶ UAV 向け環境認識技術と飛行経路生成技術の研究開発

交通インフラが未整備・未熟な環境での物品輸送や災害現場の状況把握に対して、UAV（無人航空機：Unmanned Aerial Vehicle）の応用が期待されている。UAVの飛行制御技術は、GPS（全地球測位システム：Global Positioning System）による測位により、飛行経路を追従する手法がとられているが、GPSの電波が届かない屋内環境や高度が低い場所を飛行する際に、建物や森林等が障害物となり、事前に予測することが困難な未知環境下への対応が実現できていない。本課題では、UAVが、GPSの電波が届かない場所や未知環境下でも適切に飛行するための周囲環境の認識技術と飛行経路生成の研究開発を実施する。特に、UAV固有の課題として、飛行体は任意の3次元空間を移動し、かつ、時速100km/h以上の速度で飛行するため、高速に3次元環境を認識し、適切な飛行経路生成が可能な技術の研究開発に注力する。

▶ 小型 UAV 向けフライトレコーダの研究開発

近年、活発に研究開発が進んでいる小型 UAV は、発展途上にある技術であり、予期せぬ墜落が起ころうるのが現状である。そのため、旅客機等で広く活用されているフライトレコーダを小型 UAV に対しても応用し、万が一墜落した場合においても、何が原因だったのかを解析できるような仕組みが重要であると考えられる。本課題では、小型 UAV に搭載可能なサイズの超小型フライトレコーダの研究開発を実施する。また、本技術は、UAV の機体に依存しない方法で実装を進め、さまざまな UAV の機体形態への展開を考慮するものとする。

▶ ロボットハンドを含む前腕の研究開発

多種多様なものを把持するために、複雑な機構を手のサイズで納めることは非常に難しく、一定形状を成さない難把持物や複雑なタスクを簡潔に実現可能とする操作性など、さまざまな課題が立ちはだかっている。一方、人間は、手及び前腕部の空間を効率良く利用し、手や手首を適切に動作させることでタスクを実現している。本課題では、人間と同様に、前腕を含めたロボットハンドの研究開発を実施する。

移動時のHRI(ヒューマンロボット インタラクション)を再現して開発効率化

移動場面における人々とロボットとの関わり合い（HRI：ヒューマンロボットインタラクション）を再現する HRI 行動シミュレーション技術を実現する。リアルワールドのデータをもとに、ショッピングモールのような通過環境、店舗などの滞在環境の双方において、人々の移動行動や HRI 行動を再現できるようにする。この新たなシミュレータをロボットの開発環境に組み込むことにより、従来は、実環境でロボットをトライアンドエラーで動かし、人々の反応を見ながらロボットの行動を修正していたインテグレーションのプロセスを大幅に効率化する。

Keyword

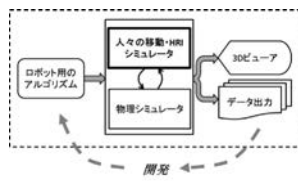
ヒューマンロボットインタラクション

シミュレーション

開発環境

研究の概要

- 人々のロボット近傍での行動を再現する HRI 行動シミュレーション技術を実現する
- この新たなシミュレータを「バーチャル実験室」としてロボットの開発環境に組み込み、実際のインテグレーションに活用



HRI 行動シミュレーション技術

想定されるアプリケーション

導入前の検討やインテグレーション作業を格段に容易に



ロボットサービスの提案過程



ロボットサービスの開発現場

委託先 : 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (京都府相楽郡精華町)

主要研究者 : 神田崇行 (国際電気通信基礎技術研究所)

混雑した場所でも迷わずに、安全に目的地まで移動

ロボットと人の共存を更に進めるためには、多くの人が存在する環境下でロボットがタスクを実現することが重要となる。

本研究開発では、従来の「ロボットと人の接触を許容しない自律移動技術」の概念を超え、「**人との接触・衝突を許容すること前提**」として、人ごみのような多くの人が存在する中でも、人に不快感を与えることなく、人・ロボットが安全に共存することができる**革新的な自律移動技術を研究開発**することを目指す。

Keyword

自律移動

安全

接触

物理的インタラクション

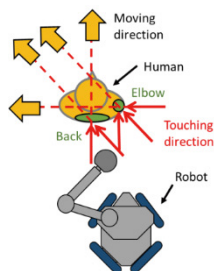


研究の概要

接触安全技術と意図推定技術を用いた人ごみでも移動可能なロボット



人ごみを移動する
ロボット



人と物理的インタラクション



想定されるアプリケーション

受付案内や街中でのコミュニケーションなど、人ごみでの動作を実現



委託先 : パナソニック株式会社 (大阪府門真市)、学校法人早稲田大学 (東京都新宿区)
主要研究者 : 安藤健 (パナソニック)

研究開発項目⑥ 革新的なロボットインテグレーション技術 2015年7月～2020年2月
「接触を許容しながら安全かつ不快感を与えずに移動する自律移動技術の研究開発」

IoT時代に対応したORiN3の戦略及び仕様作成

ORiN2のリリース後、およそ10年が経過した。すでに製造業を中心に3万ライセンス（有償版のみ）を発行するが、近年、ORiNの活用はFA分野に限らず、農業や医療などの他分野への拡がりつつある。また、IT技術の発展により、スマート社会を目指したあらゆるモノからデータを得て活用する要求が高まり、それに対応した数多くの上位規格やサービスが登場するようになった。

そこで、ORiN仕様の適用範囲を拡大したORiN3の仕様作成を行う試みが本プロジェクトである。「ORiN for ALL」を合言葉に、あらゆる分野のサービスとデバイスをつなぐミドルウェアの開発を目指す。

Keyword

IoT

アプリケーションプラットフォーム

標準化

FAミドルウェア



研究の概要

ORiN3ではORiN誕生以来、20年間の使用実績で得られて成果を継承、改良し、あらゆる分野のサービス、デバイスを対象としたオープンなプラットフォームの実現を目指す。



想定されるアプリケーション

これまで主に活用されてきた製造業のみならず、農業などの1次産業や、医療などの3次産業においても様々なデバイスとアプリケーションをつなげることが可能となる。



委託先 : 一般社団法人日本ロボット工業会 (東京都港区)

再委託先 : 株式会社デンソーウェーブ (愛知県知多郡)

主要研究者 : 三浦敏道・高本治明 (日本ロボット工業会)、吉田幸重 (デンソーウェーブ)

研究開発項目⑥ 革新的なロボットインテグレーション技術 015年11月～2020年2月

「IoT時代に対応したORiN3の戦略及び仕様作成」

ロボット技術とAIの融合により社会に 順応できるロボットシステムを創る

複雑な課題のタスク分解、順列生成、実行状態推定、予測制御の各機能を組み合わせ、**適時・適所で適した行動を起こせるロボットの知的行動制御技術を研究開発**する。同時にロボットおよびロボットからのデータを取得できるクラウドシステムの開発、さらに、クラウドシステムを用いてロボットの行動学習に繋がるシステムを研究開発する。以上により、多様な社会への順応性を飛躍的に高め、人の集散する空間に導入できる革新的なロボットシステムを構築する。

Keyword

自律移動ロボット

知的行動制御

クラウド

行動学習

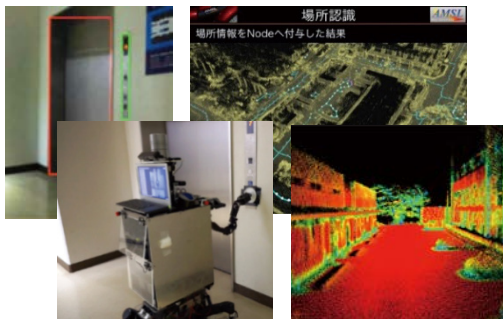


研究の概要

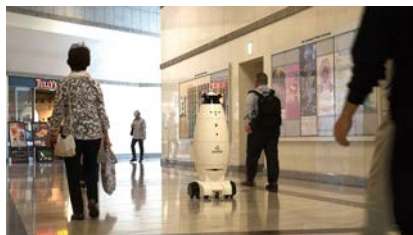
人の集散する空間に行くロボット



人の集散する複雑な環境下で適切な行動
を起こせるシステムの開発



想定されるアプリケーション



警備システムへの適用例

多様な社会への高い順応性を持つロボットシステムの構築

委託先 : 学校法人明治大学 (神奈川県川崎市)

共同実施先 : TIS 株式会社 (東京都新宿区)、SEQSENSE 株式会社 (東京都千代田区)

主要研究者 : 黒田洋司 (明治大学)

研究開発項目 © 革新的なロボットインテグレーション技術 2015年7月～2020年2月
「知識の構造化によるロボットの知的行動の発現研究開発」



黒田 洋司

明治大学理工学部専任教授、博士(工学)
SEQSENSE 株式会社 Co-Founder
JAXA 宇宙科学研究所共同研究員
東京大学生産技術研究所研究員

略歴

1994年 東京大学大学院 工学系研究科 船舶海洋工学 博士課程修了
2005-2006年 マサチューセッツ工科大学客員准教授

知識の構造化によるロボットの知的行動の発現研究開発

——技術研究を開始されて事業化を検討するまでの経緯を教えてください。

研究室を興した当初から、無人ロボットの自律移動技術開発を研究のターゲットにしていました。私は、学生時代は海洋工学を専攻しており水中を無人で航行するロボットの研究をしていました。その後は JAXA と共同で月や火星に送り込む惑星探査ロボットや火山探査用ロボット、小惑星探査機はやぶさに搭載するロボットの研究をしていました。

2004～2007年頃、センサやコンピュータの性能および情報処理技術の向上によって、無人運転車を市街地で走らせることが技術的に可能になってきました。しかし、その時私は「既に世界はIT企業や自動車会社などの大資本が動きだしており、莫大なお金と人員をかけて無人運転車開発を始めよう」と考え、さらに次世代の技術を研究することを考えていました。それを踏まえ、2006年頃に「車道ではなく、普段、人が生活している空間にロボットを入れる」という大目標を立てました。車道はある意味で点と線に近く、人が生活している空間のほうがより広い面積があるため、将来的には自動運転よりも生活空間を動くロボットの方がマーケットが大きくなるのではないかとこの考えもありました。

ちょうど同じ頃、とあるジャーナルに、ある大学が NASA と共同で火星で実施した実験データを提示していたり、また別の大学が無人運転車で1,000kmにも及ぶ走行に成功したりといった論文が載っていました。当時私の研究室では、車椅子をベースに手作りした自律移動ロボットを用いていたこともあり、大学キャンパス内で数 km 走行させるのがやっとでした。このジャーナルの件は、アカデミアの純粋な研究であっても、大学の中に

留まっていたは生き残れないことを示す衝撃的なものだったのです。

また、AIの研究に関して、移動ロボット向けの先端的な技術を開発するためには、信頼性の高い機材を使って大量のデータを集める必要があると理解していました。最近はずいぶん状況が変わりつつはありますが、通常、物理世界での自律移動ロボットの教示データは実際にロボットを走らせなければ作れず、シミュレーションで作成された AI では実世界では十分なパフォーマンスが得られません。そこで私は、AI が育ってからロボットを投入するのではなく、ロボットを先に市場に投入してデータを取得できるようにしなければならぬと考えました。しかし多数のロボットを送り出せる市場はありません。多くのデータを得るためにはまず何よりも先に、多数のロボットを必要とする市場を作らなければならないわけです。その頃から、スタートアップを作ることを意識して、広範囲の人との交流を始めました。

——研究者が事業を起こすために必要な行動は何かでしょうか。

人と会うことだと思います。人と会うことで活路が見えた経験はたくさんありました。その中でも、現在 SEQSENSE 社 CEO の中村に出会ったことは非常に大きかったと思います。彼は研究者にはない、交渉力や企業におけるマネジメント能力のみでなく、経営に対する揺るぎない信念を持っていました。商用化のための打ち合わせでは、ユーザーサイドから様々な意見をいただくのですが、本筋ではない意見はバツサリ断り、エンジニアにも余計な仕事をさせず王道のコア技術だけを育てています。研究を専門としている人間が事業化と経営のすべてをこなすことは非常に難しいと思



SEQENSE 社の SQ-2 SECURITY ROBOT

ます。これは片手間にできることではなく、プロの仕事です。アンテナを常に張って人に会うことが重要だと感じました。

現在の技術内容も人や組織との関係も、10年オーダーで時間と労力をかけて撒いた種のうち、たまたま出た芽を刈り取ってできたものです。事業化を目指す方の中にも、必要だと思っても人に会うための行動に至らない方も多いかも知れません。私は、たまたま運良くそれぞれの分野のプロに巡り会えたので、芽づる式に事業化に必要なことが実行できたと思います。一步踏み出すか否かは数年後に非常に大きな差になると感じています。

——大学での研究成果と事業化における研究成果の違いはどこにあると思いますか。

大学での研究はトップサイエンスを狙っており、成功率はある程度度外視しても理論が証明されることが軸です。一方で産業界では安価に高い再現性が得られるかということが軸になります。大学がトップサイエンスを狙うための評価軸と、企業が求める軸がそもそも違うので、その研究成果を事業化すべきかどうかを冷静に見極めることが重要でしょう。

従って、初めから無理にトップサイエンスを事業化しないことはポイントの1つだと思います。トップサイエンスとは、理論が証明されて間もない技術です。それをすぐに実用化しようとするとう膨大なコストがかかります。数年前トップサイエンスだったものに使える兆しが見えた頃に実用化を目指すということが少ないリソースで事業化をするためには有効かも知れません。

上記のように大学と企業は役割が全く違います。これは歴史を見てもそうで、船舶・航空機・自動車・産業用ロボットのすべてにおいて、かつて大学で

研究をしていたものが、技術が進展して実用段階になると企業に主体が移り、やがて研究も企業が担うようになります。サービスロボットでも同じことが起こると想定されます。これは変えられない時代の流れであると考えています。私は、前述のジャーナルを読んだときに「あ、ついに移動ロボットにそれは『大学での研究の終焉の始まり』が来た」と直感したのです。

——先端技術の事業化にはどのような観点が必要なのでしょう。

自分たちのシーズ技術のレベルを冷静に見極めることだと思います。私たちの例では、現段階の技術では、どのような環境条件においても高い信頼性を維持できる自律移動ロボットを開発することは不可能であることが分かっていたので、雨風や太陽光など、どのような状況になるか分からない屋外でいきなり実用化はできないと判断して、当面は限定された屋内での実用化を目指しました。

——先端技術の事業化に向けてどのような挑戦をされているのでしょうか。

警備ロボットに目を付け、警備業務に資する調査、ヒアリングを実施しました。そこで警備員の仕事を「人にしかできない仕事」、「人がやらなくてよい仕事」、「人はやらないほうがよい仕事」に分割して考えました。例えば、夜間巡回警備ですが、不審者がいないかの確認という仕事もあるのですが、大部分はドアが開いていないか、消火栓が開まっているかなどの管理・監視とレポート作成でした。そのような業務はロボットが写真を撮って、簡単なAIで解析すれば実行できます。このように、今の技術レベルでも高い確度でできることから着手しました。

ぶっちぎりの性能を持つLidar

高速・広角で光ビームをステアリングさせ、その微弱な戻り光を検出する超小型軽量のレーザレーダーをロボットの目に適用する。多波長レーザ光を用いることで、光指紋を計測し、悪環境空間に存在する種々の有害物質を特定できる機能を実現する。

さらに、センシングした外界における情報を基に人工知能を用いて情報を統合的に処理することで人・物体・物質などを自律的に認識すると共に、遠隔位置にある監視系と情報を共有できる視覚システムを開発する。

Keyword

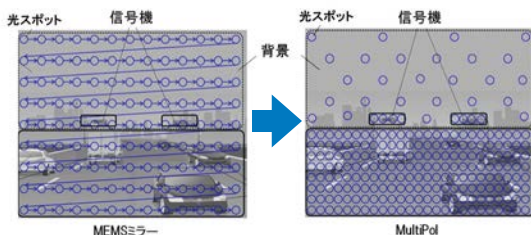
レーザレーダー

光指紋

人工知能



研究の概要



世界初の煙の先をみることができると高速デジタルスキャン視覚システムを実現

- 見たいところを好きなだけ詳しく“見る”重みづけしたスキャンが可能です。
- デジタル信号処理を用いてノイズに埋もれていた信号を検出、煙の先をみることが可能になります。



想定されるアプリケーション

- 自動運転やロボットビジョンの視覚システムとして今後のキーとなる技術です。



通信市場（データセンター）



自動運転市場（レーザライダー）



ロボット市場（視覚システム）

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、
学校法人慶應義塾 (神奈川県横浜市)、株式会社ジェネシス (神奈川県那珂市)

主要研究者 : 森雅彦 (産業技術総合研究所)

研究開発項目 © 革新的なロボットインテグレーション技術 2015年11月～2020年2月
「広角・多波長レーザレーダーによる超高感度コグニティブ視覚システム」

ヒューマノイドロボットで 人間の作業員を過酷環境から解放

大型構造物組立は多くの工程を手作業に頼っており、**重労働や危険作業、難姿勢での作業**を伴う。加えて我が国は超少子高齢社会であり、今後人手不足の深刻化が予測される。これらの組立作業を**ヒューマノイドロボットによって代替**することで人手不足を解消するとともに人間の作業員を過酷環境から解放することを目指す。

大型構造物組立作業では、組立途中の製品の内部が移動・作業を行う場所であり、環境をロボットに合わせて整備することができず、**対象物の見え方が一定でない、狭い空間を移動しなければならない**等の課題が存在する。これらの課題を解決するための技術開発を実施する。

Keyword

物体検出

多点接触全身運動制御

ソフトウェア解析

差分デバッグング解析



研究の概要

(1) 物体検出・追跡技術



環境に特化した画像 DB



深層学習による物体検出

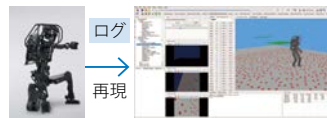
(2) 多点接触運動技術



脚腕の区別のない接触遷移動作

力分配率に着目したオンライン
多点接触運動修正・制御

(3) 高信頼化技術



↑ ログ ↑
↑ 再現 ↑
↑ テスト (実機) ↑
↑ デバッグ ↑
↑ テスト (物理シミュレーション) ↑

- シミュレータと連携した CI 環境
- 軽量実行時検知
- 不具合パターン検索
- 差分デバッグング
- record-replay デバッグング

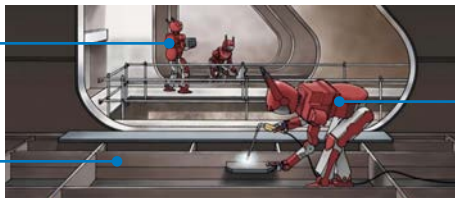


想定されるアプリケーション

航空機、住宅、ビル、船舶など大型構造物の組立作業を人に代わって遂行

重労働作業の代行

車輪やクローラの適用が困難な作業環境の移動



人間工学的に不適切な難姿勢での作業の代行

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

主要研究者 : 金広文男 (産業技術総合研究所)

研究開発項目 © 革新的なロボットインテグレーション技術 2015 年 11 月～2020 年 2 月
「非整備環境対応型高信頼ヒューマノイドロボットシステムの開発」

イメージセンサーの活用で GPSなしでの安定飛行、障害物回避

自動航行ドローンの安定・安全飛行のためには、GNSS に頼らない飛行と障害物回避の技術が必須である。

本テーマでは、高速飛行ドローンに適用可能な、**イメージセンサー**を中心としたセンシングとその他のセンサーとの**センサーフュージョン**により**3次元環境測位**、**障害物検出**を行い、構築した環境マップから**障害物回避**のための**自動経路生成**技術を研究開発する。

Keyword

センサーフュージョン

自己位置推定

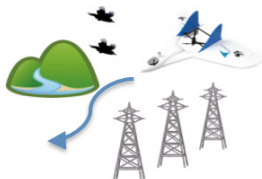
障害物検出

障害物回避フュージョン

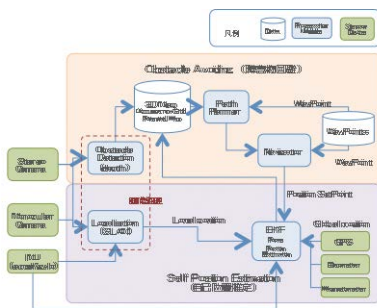
自動経路生成



研究の概要



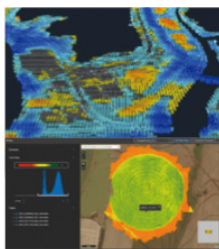
高速自動航行での3次元環境測位、障害物回避



想定されるアプリケーション



遠隔地への高速物資輸送



大規模点検・測量・精密農業の効率化

建設現場（土木測量、点検）

- ・木やクレーンにぶつからない外壁診断
- ・GNSSが入らないビルの谷間
- ・多くの障害物（ビルも含む）

農業

- ・農薬散布で低い高度を飛行
- ・人、電柱、電線、木など

物流

- ・鉄塔、市街地、山の木、電線などの障害物との衝突回避

目視外での完全自律飛行で決められた地点への航行を可能にする

委託先 : エアロセンス株式会社 (東京都文京区)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都目黒区)

主要研究者 : 佐部浩太郎・鈴木康輔・村越象 (エアロセンス)

研究開発項目 © 革新的なロボットインテグレーション技術 2016年6月～2020年2月
「イメージセンサーを用いた環境認識処理の高速飛行体への適用」

2019年度以降、物流をはじめとする UAV適用範囲の拡大加速を目指す

高速飛行中の UAV が遭遇するさまざまな事象に対応するための基本技術として、①高速視覚技術、②環境認識技術、③自己位置推定技術、④飛行経路生成・制御技術、を開発する。これにより障害物の検知と回避、安全に着陸できる場所の探索などを行うことで、未知の非 GPS 環境下における高速な自律飛行を安全に実現する。具体的には各種センサ情報をスーパーバイザ制御により統合、高速意思決定により高度な自律飛行を可能とする。

Keyword

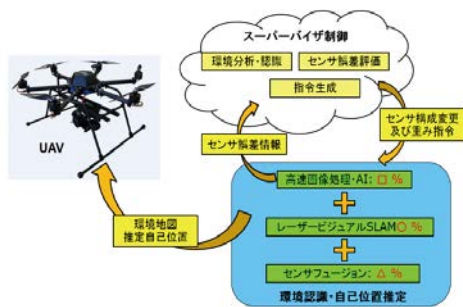
障害物回避

着陸場所探索

自律飛行



研究の概要



スーパーバイザ型システムによる統合制御



想定されるアプリケーション



千葉市の国家戦略特区・ドローンによる宅配サービス構想の概要

委託先 : 株式会社自律制御システム研究所 (千葉県千葉市)、国立大学法人信州大学 (長野県上田市)
 再委託先 : SOINN 株式会社 (神奈川県横浜市)、国立大学法人千葉大学 (千葉県千葉市)
 主要研究者 : 鷺谷聡之 (自律制御システム研究所)
 究開発項目 © 革新的なロボットインテグレーション技術 2016 年 6 月～2018 年 3 月
 「高速環境認識・飛行経路生成制御技術の研究開発」

ネットワーク状態に依存しない フライトレコーダを実現

無人航空機の爆発的な流行の一方で、事故が後を絶たない。そのため、航空機と同様に無人航空機分野でもフライトレコーダの重要性が増すことが想定される。

本テーマでは、既存の無人航空機に後付けにてフライトレコーダの搭載を目指す。近年の無人航空機の多様化、様々な大きさに幅広く対応すべく、小型で単体動作する機器を作るとともに、事故調査などに活用が可能な仕組みを開発し、利用者への通知や安全性向上などにつなげることを目指す。

Keyword

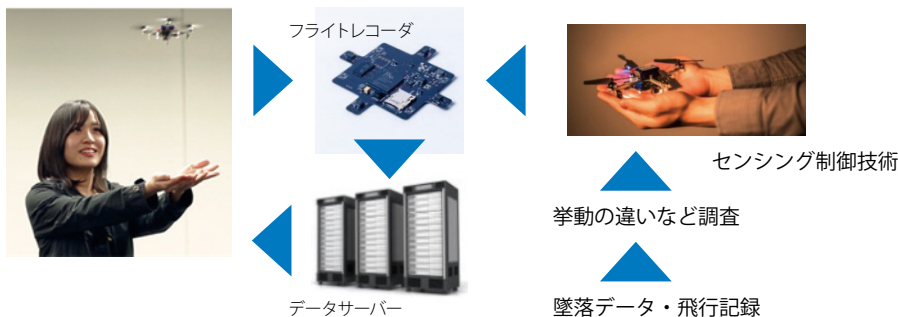
ドローン

無人航空機

フライトレコーダ



研究の概要

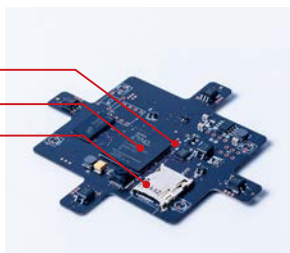


ドローン搭載の小型フライトレコーダを用いて、事故の少ない空の世界の実現に向けてレコーダを研究開発



想定されるアプリケーション

IMU
計算機
記録装置
GPS (背面)
電池 (予定)
* イメージ図



委託先 : 本郷飛行機株式会社 (東京都文京区)

主要研究者 : 金田賢哉 (本郷飛行機)

UAVの安全性向上、 事故発生原因の究明

近年、活発に研究開発が進んでいる小型 UAV（無人航空機：Unmanned Aerial Vehicle）は、発展途上にある技術であり、外部環境の外乱等の影響により予期せぬ墜落事故が起こりうるのが現状である。そこで旅客機等で広く活用されているフライトレコーダを小型 UAV にも応用し、万が一、UAV が墜落した場合においても、事故後、原因究明のできる小型 UAV に搭載可能な **フライトレコーダの開発** を行う。また、墜落事故発生時の衝突・衝撃による被害を軽減するための不時着技術の研究開発として、**衝撃吸収技術** によるフライトレコーダの **保護機能** の開発を行う。

Keyword

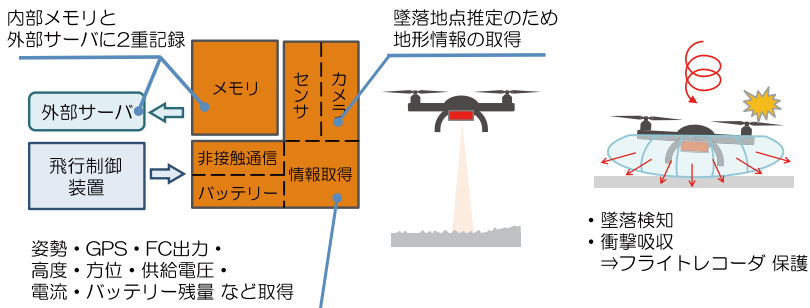
ドローン

墜落

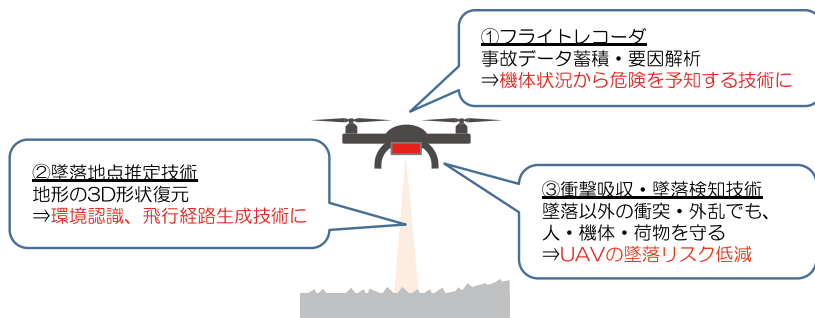
レコーダ



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 株式会社菊池製作所 (東京都八王子市)

主要研究者 : 一柳健 (菊池製作所)

研究開発項目⑥ 革新的なロボットインテグレーション技術 2016年6月～2018年3月
「UAV 向けフライトレコーダと不時着技術の研究開発」

安全・安心な人と ドローンの共生社会に貢献！

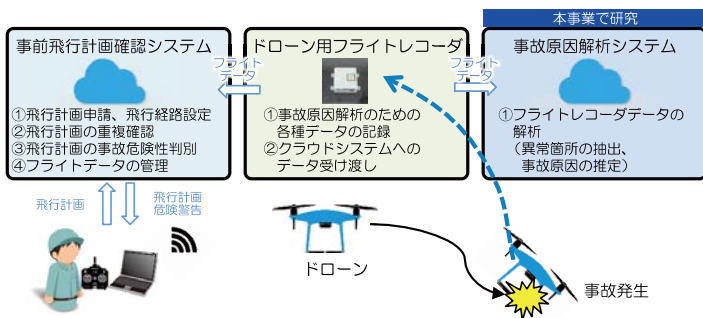
無人航空機（以下、ドローン）の予期せぬ墜落を無くすためには、①事故時のドローンの情報を収集するフライトレコーダを全てのドローンに搭載し、②ドローンの事故原因を解明することが重要である。先導研究期間（平成 28、29 年度）では、フライトレコーダの共通仕様検討とドローンの事故原因解析アルゴリズムの検討を行った。

研究開発期間（平成 30、31 年度）では、以下の研究開発を行う。

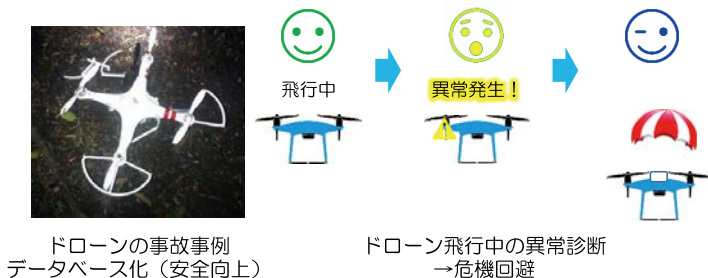
- ①フライトレコーダの試験・評価と仕様決定と国際標準化に向けた提案活動
- ②無人航空機の事故原因解析システム（プログラム）の構築

Keyword 安全 標準化

研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : ブレーイノベーション株式会社（東京都文京区）、国立大学法人東京大学（東京都文京区）
主要研究者 : 酒井和也（ブレーイノベーション）、土屋武司（東京大学）

社会に求められる ロボットハンド技術の提供

ロボットによる複雑な手作業の代行による社会の数多な問題解決に対応可能な次世代ロボットハンドの実用化を目的とする。先導研究で開発したセンサレス、少数アクチュエータで様々な形状の物を把持可能とする協調リンク機構を用いた5指型ロボットハンド F-Hand、3指型ロボットハンド New D-Hand をベースに、物流や食品関係などロボット化が期待される分野にフォーカスした動作試験を行うことで実用化を念頭とした設計開発を行い、目的の達成を図る。

Keyword

不定形状物把持

馴染み機構

5指ハンド

堅牢性



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : ダブル技研株式会社 (神奈川県座間市)、
 公立大学法人首都大学東京 東京都立産業技術高等専門学校 (東京都荒川区)

主要研究者 : 和田博 (ダブル技研)、深谷直樹 (東京都立産業技術高等専門学校)

研究開発項目 © 革新的なロボットインテグレーション技術 2016年6月～2020年2月
「人の手に近い高性能で堅牢性を併せ持つロボットハンドの開発」



深谷 直樹

東京都立産業技術高等専門学校
専攻科創造工学専攻 特任准教授、博士(工学)

略歴

1999年-2000年 独国カールスルーエ工科大学 客員研究員
東京農工大学大学院工学研究科修了、2001年工学博士
2001年-2002年 株式会社オレガ勤務
2002年より東京都立航空工業高等専門学校
(現東京都立産業技術高等専門学校)勤務
2010年より全国高等専門学校ロボットコンテスト競技専門員
2019年より株式会社 Preferred Networks 兼務

人の手に近く高性能と堅牢性を備えた ロボットハンドを通じ生活者に貢献

——技術研究を開始されてから事業化を検討されるまでの経緯を教えてください。

研究開発当初から、学術的な評価を重視するだけではなく実用化を目指し、最終的に義手として装着してもらうことを前提に研究を始めていました。ドイツで客員研究員として研究をしていた時期があったのですが、その時期に「実用性」と「見た目」という観点から、5本指でファジーに物を掴むというコンセプト自体はできあがっていました。

「実用性」という観点ですが、研究開始当時、ロボットハンドの主流は3本指型であったため、私自身も博士課程では指の各関節にモータを持つ3本指の義手を研究していました。ただ、3本の指で物を持つためには、それぞれの関節に都度指令を送るプログラムを書くこととなります。また、センサーを用いればそれにもプログラムを書かねばなりません。ハンドというハードに対して専用のコードを書くため、ハンドの形状が変わればプログラム自体を変える必要があります。また、ハードを変更するとプログラムそのものが使えなくなる可能性があり、実用化をするには非常に難しいと感じていました。

また、「見た目」という観点ですが、テーマを義手としての以上、使う方が喜んで使えるという観点が重要になります。持つことだけではなく、自然に見えることと、使いやすいことも実現したいという想いがありました。例えば、コップを持つことに関しても、「持てる」と「使える」では明らかな違いがあります。3本指でコップを持ち上げるとコップがぐらついたり斜めになったりしやすいため、持つこと自体はできたとしても、義手

として使っていたときには不自然に見えることがあります。

そのため、コップを確実に持つには5本の指と対象をしっかり支える手のひらが必要と考えました。義手を使っている人が自然にコップやワイングラスを持ちながら食事をするだけで、生活する世界が広がるのではないかと考えていました。

——ダブル技研株式会社との連携はどのような経緯で始められたのでしょうか。

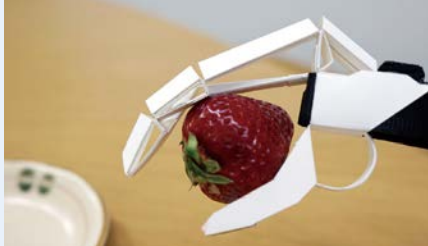
ダブル技研とは別の共同研究をしていて、ドイツでの研究成果としてハンドをお見せしたところ大変関心を持っていただき、特許を出すにいたしました。

一方で、特許化はできたものの事業化には必ずしも結びついていなかったため、2008年時点の研究レベルからさらに上を目指し、製品化に向けて進めようという流れで事業化がスタートしました。

——ダブル技研とはどのような住み分けで研究や研究成果の事業化を進めておられますか。



これまでに開発したロボットハンド



果物も握れるロボットハンド

私たちが開発したハンドに対して「技術的には市場での十分な競争力がある」というコメントをいただいていたのですが、当時は事業化に関する知見も技術もありませんでした。ダブル技研が予算化をして、事業化に向けて準備をするといった分業で現在動いています。

ダブル技研は Sler として、私が作ったシーズを実装し、商品化するためのノウハウを持っています。例えば、当時の試作品のロボットハンドではネジが緩んで壊れることがありました。私たちだと「緩んだら締めれば良い」と考えるのですが、ダブル技研から「このネジは使わず、ピンに換えましょう」「この材料は樹脂ではなく金属に換えましょう」と商品化への知見を提供いただき、アカデミア視点ではなかなか思い付かないしっかりとした設計にブラッシュアップしてくださっています。また、ユーザーからの「大型のハンドが欲しい」、「両手が欲しい」などの要望に応じたカスタマイズのモデル切り分けなども現在考えています。

もう1つの住み分けは制御関係です。私は専門が機械なので制御関係には弱いのですが、彼らは私たちにはない技術を持っています。ハンドに制御系を組み込んで評価をしていただくというように、お互いに足りないところを補い合うパートナーの形になっています。

——事業化に向けて企業と高専という立場の違いなどからどのような困難がありましたか。

費用に関する認識の違いがあります。企業目線では利益を出すことが重視されますが、我々はコストに関する認識が甘かったと感じました。学校は人件費をさほど考えないですし、材料の利活用など企業と比べて認識が甘い点があったかと思います。

工数のかけすぎや材料の使いすぎは赤字につながるのですが、そのようなノウハウが当時はありませんでした。ダブル技研と共同研究をするにあたり、性能ばかりを重視した設計を押し付けられないようにと気を付けています。

——ユーザーと接することで、技術への見方が変わった経験がありましたか。

ユーザーと接することで現場の感覚を実感するだけではなく、実装を想定した研究開発を進めるようになりました。

例えば、食品関係の方にハンドの説明をしたと

きに「ネジが多すぎる」「ネジが多いと異物混入につながる」とのコメントをいただき、気づかされました。

私たちには「異物混入」という安全管理の観点はなかったので非常に勉強になりました。

ユーザーとの接点を持つ中で得た知見をもとに、引き出しが増え新しい提案ができるようになったと感じています。例えば、食品関係に導入するハンドは手袋をはめることを前提に作っており、開発時点から手袋をはめた状態で違和感なく動くことを都度確認しています。実際の現場での利用状況を踏まえると、手袋をはめた状態でハンドが動かなければ、莫大な開発費が無駄になってしまいます。

また、汎用性を保つために必要なことを頭の中に入れ、確認するようにしています。このような視点は、ユーザーと接することで身についたものだと感じています。

——先端技術の事業化にはどのような視点が必要だとお考えでしょうか。

少なくとも1つ、ニーズに対して絶対にぶれない軸を持つことと、絶対にニーズがあるというポイントを見失わないことが重要だと思います。できるだけ速くにニーズという旗を立てておいて、方向性が変わったとしてもその旗だけは絶対に見失わないようにすることが重要です。そうすることで、付随して様々な方向性が見えてくると考えています。

義手というのは究極のロボットハンドでもあります。義手とロボットハンドはもともとは別の分野だったのですが、両者の垣根はだんだんとなくなりつつあります。

最後は両者が合流するというのは研究開発当初から考えていたのですが、私自身にとってこれはぶれない軸だったと思います。

支援・被支援双方にやさしい 汎用人工手の研究開発

提案者らが発明した**世界最高水準の力触覚伝送技術**を、ロボットハンドを含む前腕に組み入れ、人間のように柔軟で巧みな動作を可能にする**小型多自由度の汎用人工手を開発**する。また、本技術に適した小型高性能のモータドライバを開発し実用化を図る。この汎用人工手により産業、家庭、福祉、介護、医療、農業など、人手や手間のかかる分野でのロボットによる自動化、代替あるいは支援が革新的に進展すると期待される。本テーマにおいては技術開発のみならず、その技術普及についても力を入れる。

Keyword

高精度力触覚伝送

広帯域力推定

リアルハプティクス



研究の概要



身体感覚を伝送可能な双腕型ロボット
“General Purpose Arm”

© Keio University



小型高性能な
モータドライバ



想定されるアプリケーション

力情報の数値化

放射性環境



高所作業



海溝作業



力触覚伝送

動作の保存・再現



生産ライン

委託先 : 学校法人慶應義塾 (東京都港区)
再委託先 : マイクロテック・ラボラトリー株式会社 (神奈川県相模原市)
共同実施先 : 国立大学法人横浜国立大学 (神奈川県横浜市)
主要研究者 : 村上俊之・大西公平・野崎貴裕 (慶應義塾)
研究開発項目◎ 革新的なロボットインテグレーション技術 2016年6月～2020年2月
「支援・被支援双方にやさしい汎用人工手の研究開発」

知能ソフトウェアを効率よく安全に開発・維持・運用できる

本研究では知能ソフトウェア要素群を効率よく安全に知能ロボットに取り込むための革新的なソフトウェアインテグレーション管理機構の実現を目指す。そこで、センサレベルやタスクレベルの仮想化が可能で実ロボットと仮想ロボットで透過的に利用できるシミュレーション技術を基盤とし、継続的テスト手法に知能ロボットのタスクレベル検証技術ならびに実ロボットとソフトウェアインテグレーションの融合技術の研究開発を行う。そして、**知能ソフトウェア要素統合の連携性、有効性を常時継続的に自動的に検証する統合連結性有効性検証技術**の研究開発を通じて、革新的なソフトウェアシステムインテグレーション管理機構を実現する。

Keyword

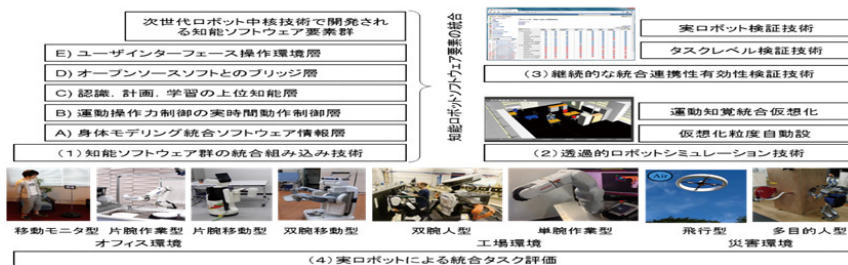
ロボットシステムインテグレーション

常時継続的統合システム

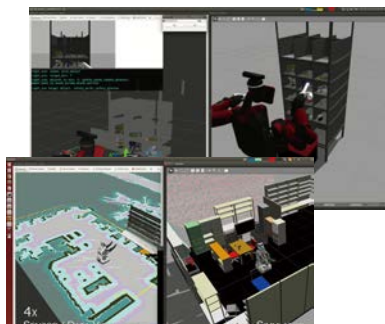


研究の概要

知能ソフトウェア要素の連携性・有効性の自動的・継続的インテグレーション検証



想定されるアプリケーション



図は実機タスクをシミュレーションで継続性評価をおこなっている様子。本研究開発により人工知能ソフトウェア等を常時、健全な状態でロボット本体に迅速にインテグレーションすることができるように、ロボット知能の高度化に貢献できる。

委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 岡田慧 (東京大学)

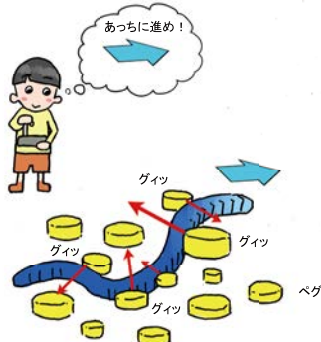
生物ロコモーションから学ぶ大自由度 ロボットの革新的自律分散制御技術

自律分散制御をベースとすることで、**非構造的かつ予測不能的に変動する実世界環境下**においても優れた**実時間適応性と耐故障性、拡張性、操縦性**を同時かつ整合的に実現する次世代ロボットのための**ロコモーション制御技術**を提案する。この目的を達成するために、ヘビの観察結果に基づいたアプローチを展開する。先導研究では、数十体節程度の2次元ヘビ型ロボットをプラットフォームとして、非構造化性を有するテスト環境をロボットが「喜んで」推進することを目的とした自律分散制御則を構築し、その妥当性を実験的に検証した。この成果を基に、将来的には**陸上のみならず、水中、砂地など、稼働環境をさらに拡張**化することを目指す。

Keyword 自律分散制御 ヘビ型ロボット 生物ロコモーション

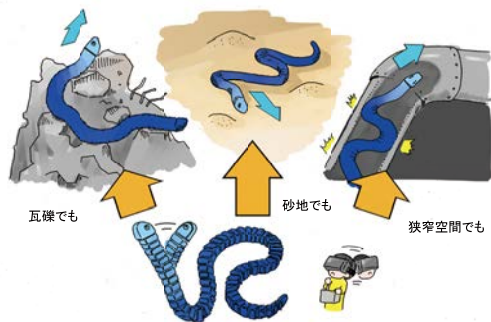
大自由度制御 自己組織化

研究の概要



オペレータが命じた方向への推進に利する手応えかどうかを瞬時に峻別して、利するものは徹底的に活用する、**非構造環境が大好きな自律分散型ロボット**

想定されるアプリケーション

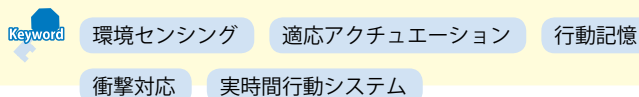


オペレータはただ進行方向を命じるだけ！ 自律分散制御により、いく先々で遭遇した環境の力学的特性に呼応した振る舞いが（勝手に）自己組織的に発現する！ しかも、耐故障性や拡張性といったうれしいおまけ（副産物）つき！

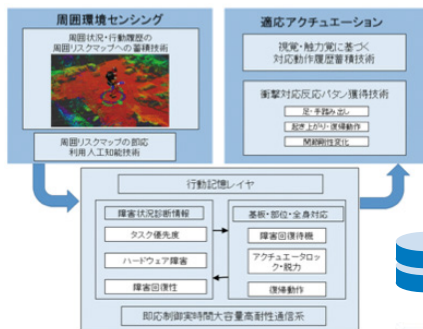
委託先 : 国立大学法人東北大学 (宮城県仙台市)
主要研究者 : 石黒章夫 (東北大学)

行動記憶レイヤ統合に基づく 衝撃対応実時間行動システム

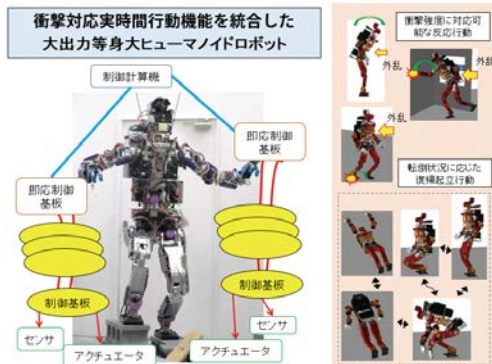
災害環境・不整地など整備されていない環境で想定外の衝撃を受けた時にロバストで安全に対応するロボットが求められている。本研究では環境や経験などの行動記憶を利用することで障害へ適切に対応できるように行動記憶を統合した実時間行動システムを構成する。作業している最中には見えていない周囲状況の記憶やそこにある物や環境へ行動を行った際の反応から対象物の操作性や環境の不安定さなどの動作記憶などを、**身体**の多くのセンサとアクチュエータデバイスと高速通信可能な行動制御系へ統合して**衝撃対応実時間行動システム**を構成する。



研究の概要



想定されるアプリケーション



想定外の衝撃を受けても瞬時にバランスをとる

委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)
 主要研究者 : 稲葉雅幸 (東京大学)

研究開発項目⑥ 革新的なロボットインテグレーション技術 2015年7月~2017年3月
 「行動記憶レイヤ統合に基づく衝撃対応実時間行動システム中核総合化研究開発」

ヒトの手に比肩する高度な マニピュレーション

今後ロボットを本格的に社会実装し、応用範囲を拡大していくためには、**ヒトの手の機能に比肩する高度な次世代マニピュレーション技術の研究開発が不可欠**である。本調査研究では、**把持機能と認識機能を統合した次世代マニピュレーション技術の創成**に向けて、**要素技術とシステムインテグレーションに関する調査研究を行うとともに、次世代マニピュレーション技術が求められている業種・分野を調査して必要な技術課題を明らかにし、調査研究後の先導研究、さらにその後の本格研究におけるベンチマークタスクとなる標準的マニピュレーションタスクを設定する。**

Keyword

ロボットハンド

次世代マニピュレーション技術

システムインテグレーション

研究の概要

調査研究

- ・ 要素技術調査
- ・ 既存チャレンジプログラム調査
- ・ 次世代人工知能技術分野との連携模索
- ・ ニーズ調査
- ・ 独自開発ロボットハンド設計

標準的マニピュレーションタスクの設定

研究概要図

想定されるアプリケーション

ロボットの社会実装の拡大

製造 物流 サービス ホーム

次世代マニピュレーション技術の創成

システムインテグレーション

認識

把持

次世代人工知能
技術

ヒトの手の機能の
本質理解

標準マニピュレーションタスクによるベンチマークの明確化



委託先 : 国立大学法人神戸大学 (兵庫県神戸市)
共同実施先 : 国立大学法人金沢大学 (石川県金沢市)、国立大学法人信州大学 (長野県長野市)
主要研究者 : 横小路泰義 (神戸大学)
研究開発項目◎ 革新的なロボットインテグレーション技術 2015年11月～2016年10月
「把持機能と認識機能の統合による高度なマニピュレーションの実現」

車輪やクローラーでは 走行不能な災害現場

我が国は、自然的な条件から地震、津波、噴火、地滑り等による災害が発生しやすい国土である。このような**災害現場や不整地**では、車輪やクローラーでも走行が不可能であり、**省エネ・動物脚歩行ロボットの活躍が期待**される。本研究で得られる「多目的なヒューマノイドロボット駆動に応用可能な、**動物の骨格、筋肉、筋の構造・働きの分析研究**」の成果は、**省エネ・動物脚歩行ロボット**の**開発**を推進し、災害現場での**走破性の高い駆動機構の開発**につながる。筋リンク方式により**少ないモーターで脚の下部が水没しても駆動が継続できる歩行構造の開発**を行う。

Keyword

災害現場

不整地走行

動物の脚機構

省エネ駆動



研究の概要



3次元動作解析

日本獣医生命科学大学：動物の骨格・動作分析

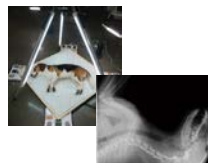
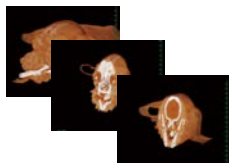


株式会社テムザック：
走破性の高い省エネ脚機構の開発

既存の2足歩行ロボットでは、足首、膝、脚付け根に複数の回転軸に合わせた駆動モーターが必要。

動物の脚のような筋リンク方式により、足首、膝のモーターを不要にし、省エネ・走破性の高い脚機構の開発を進める。

重心位置の実測

CTスキャンデータを用いた
重心位置の計測

想定されるアプリケーション



新潟県中越沖地震斜面崩壊



御嶽山噴火火山灰堆積

委託先：学校法人日本医科大学 日本獣医生命科学大学（東京都武蔵野市）、株式会社テムザック（福岡県宗像市）
主要研究者：原田恭治（日本獣医生命科学大学）

研究開発項目⑥ 革新的なロボットインテグレーション技術 2015年11月～2016年10月
「動物の骨格・動作分析による、走破性の高い省エネ型脚機構の開発」

その他（運営支援・調査研究・知財調査）の採択先一覧

▶運営支援

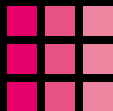
NEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プライベート展示会及び技術推進委員会に係る会場設営・運営業務	サクラインターナショナル株式会社（2016年度）
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」ワークショップ開催に係る会場設営・運営業務	株式会社ステージ（2017年度）
次世代人工知能技術分野（調査研究）におけるデモンストレーション審査等の運営業務	デロイトトーマツベンチャーサポート株式会社（2017年度）
次世代人工知能技術分野（調査研究）の運営業務	デロイトトーマツベンチャーサポート株式会社（2018年度）
A Iスタートアップのためのコンテストの企画・運営業務	株式会社アドライト（2019年度）
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発／人工知能技術適用によるスマート社会の実現シンポジウム」の企画・立案・運営および成果訴求の手法検討、調査、資料作成業務	株式会社角川アスキー総合研究所（2019年度）

▶調査研究

次世代人工知能・ロボット中核技術開発における成果の効果的な訴求方法の調査・検討	Pwc コンサルティング合同会社（2018年度）
プロジェクトにおけるマッチングイベントの企画・立案・運営業務	Pwc コンサルティング合同会社（2019年度）
プロジェクトにおける研究開発成果を効果的に訴求する手法の検討・実施業務	株式会社角川アスキー総合研究所（2019年度）

▶知財調査

次世代人工知能・ロボット中核技術開発に関する知財戦略の検討	株式会社古賀総研（2016年度）
次世代人工知能・ロボット中核技術開発に関する知財戦略の検討 （次世代人工知能技術分野）	株式会社古賀総研（2017年度）
次世代人工知能・ロボット中核技術開発に関する知財戦略の検討 （革新的ロボット要素技術分野）	株式会社古賀総研（2017年度）
次世代人工知能・ロボット中核技術開発に関する知財戦略の検討 （次世代人工知能技術分野）	株式会社古賀総研（2018年度）
人工知能の信頼性に関する知財戦略の検討	株式会社古賀総研（2019年度）



第2章

次世代人工知能 技術分野

第1節 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発

第2節 次世代人工知能フレームワーク研究・
先進中核モジュール研究開発

第3節 次世代人工知能共通基盤技術研究開発

第4節 次世代人工知能共通基盤技術研究開発
(人工知能の信頼性に関する技術開発)

第5節 次世代人工知能技術の社会実装に関する
グローバル研究開発

第6節 次世代人工知能技術の日米共同研究開発

第7節 AI コンテスト



麻生 英樹

国立研究開発法人産業技術総合研究所
人工知能研究センター 副研究センター長

略歴

1983年 東京大学院工学系研究科情報工学専攻修士課程修了
1983年 通商産業省工業技術院電子技術総合研究所入所
1993年 ドイツ国立情報処理研究センター客員研究員
2001年 独立行政法人産業技術総合研究所
2015年 国立研究開発法人産業技術総合研究所人工知能研究センター副研究センター長

実世界に埋め込まれる AI 実世界で人間と協調して社会課題を解決する AI を目指して

——産総研 AIRC の設立の背景と、このプロジェクトでの役割について教えてください。

2000年頃から米国で、情報検索やネット通販、ソーシャルネットワークなどのインターネット上のサービスを通じて収集されるビッグデータに機械学習技術に基づく AI 技術を適用して、サービスをよりきめ細かく質の高いものにしていくことが始まっていました。さらに、2012年頃からは、ディープラーニングによって画像や音声の情報処理の性能が大幅に向上したのです。

こうした状況を背景として、産総研の情報・人間工学領域では、2015年度から始まった第4期中期計画において「ビッグデータから価値を創造する人工知能技術の開発」を重点課題の1つとして取り上げ、臨海副都心センターを主たる場所として人工知能研究センター（AIRC）を設立しました。

米国では、いわゆる GAFA（Google、Amazon、Facebook、Apple）を中心に急激に人工知能技術の研究開発が進んでいます。GAFAの強みは、それぞれがインターネット上でのサービスを持っており、機械学習に必

要な大量のデータを集められることです。そうしたデータを利用してサービスを向上させることで収益が上がるため、それを機械学習や AI 技術の研究開発に再投資することで、多数の優秀な研究者を集めています。さらに、Amazonのクラウドなど、大量のデータを処理するため計算基盤が安価に構築できるようになったことも技術の進歩を加速させました。それぞれのプレイヤーが人材やデータ、計算リソースを囲い込み、閉じたエコシステムを作って競い合っているのです。

一方、日本にはそうしたプレイヤーがいないため、経済産業省ではオープンイノベーションの仕組みを公的なサポートを含めて国内に作る必要があると考えました。そこで、2015年度から開始されたこの「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」の次世代人工知能技術分野（研究開発項目①②③）を、拠点集中型で実施することとしたのです。AIRCはその公募に中核拠点として応募して受託させていただき、国内外の産学官からの人材やデータ、計算リソースを結集したオープンイノベーションのためのエコシステムを作ることを目指した研究開発を進めています。

——研究開発の戦略について教えてください。

公的な研究開発拠点には、大きく2つの役割があると思っています。1つ目は、リスクを取らないとできない次世代の技術の研究開発です。これに関しては「実世界に埋め込まれる人工知能」を提唱して研究開発を進めています。これまでの人工知能技術は主にインターネットサービスを通じたビッグデータを基盤として発展してきましたが、今後は、より多様な実世界でのサービスにも浸透していくことが期待されています。総合科学技術・イノベーション会議が取りまとめた第5期科学技術基本計画で提唱されている新しい社会の姿である「Society5.0」や、経済産業省が新しい産業の姿として提唱している「Connected Industries」も、AI技術がIoT技術やロボット技術と組み合わせられて実世界のデータに適用されることが基盤です。

日本は、ものづくりや介護、医療といった熟練した人材が必要となるような実世界のサービスの

分野で、非常に質の良いものを供給できる体制をつくり上げており、強みが発揮できる分野でもあるので、こうした分野で蓄積された知恵とデータを活かすための人工知能技術の開発を進めています。

2つ目は、プラットフォームの整備です。誰もが利用できる研究開発の環境を整備して、AIの社会への実装を加速していくことが重要です。そのために、要素技術を使いやすいソフトウェアの形にパッケージした実世界指向のモジュールと、それを利用するための計算基盤も含めたフレームワークの研究開発を進めています。また、そうしたモジュールを学習させたり、評価したりするためのベンチマークデータの構築にも取り組んでいます。個々のモジュールやデータについては、このハンドブックでも紹介されていますので、ぜひご覧いただければと思います。

特に、計算基盤としては、このプロジェクトでの経験も活かして、産総研内に「AI 橋渡しクラウド基盤 (ABC)」という世界トップレベルの計算システムを構築し、2018年の8月から運用を開始しました。4,000枚以上の最新のGPUを備え、計算性能においては構築時点で世界5位、また省エネルギー的な性能も優れています。2018年の11月には、画像認識用深層ニューラルネットワークの学習速度の世界最高記録も達成しました。このプロジェクトの成果の一部は、ABCの上でも利用可能になりつつあります。ABCは、AIの研究開発のためにどなたでも利用できますので、ぜひご活用いただければと思います。

また、IoT技術などを用いた実世界でのデータの収集もとても重要ですが、どのようなデータをどのように取得し利用できる形にすればよいかもまだわからない点が多いです。そこで産総研では、AIRCのある臨海副都心センターとABCのある柏センターに、センシングやデータの収集、解析について研究するための環境を整備しました。このプロジェクトの中の「研究開発項目②次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発」でも、この環境の利活用を想定した研究開発を進めています。今後、より広くAIの研究開発に活用していただければと思います。

——今後のAI基盤技術として重要なことは何でしょうか。

「実世界に埋め込まれる人工知能」という方向で

研究開発を進める中で、いろいろな課題が見えてきています。1つ目は、やはり人間と相互理解し、協調するための技術はまだまだ不十分ということです。現在の人工知能、特に、大量のデータから学習する人工知能は、何を学習したのか、なぜある予測や判断をしたのか、を理解することが難しいという問題があります。

このプロジェクトの中でも、たとえば潜在意味解析とベイジアンネットの組み合わせで人間にも理解しやすい現象のモデルを学習する、などの研究開発を進めてきていますが、たとえば米国のDARPAは2017年から「説明できる人工知能 (Explainable AI : XAI)」という研究開発プログラムをスタートさせました。今後、こうした方向性をさらに進めることが重要だと考えています。

2つ目は、AIの品質保証の問題です。データからの機械学習でつくられるAIシステムの性能はデータ次第の部分があり、従来のソフトウェアの品質保証の考え方が適用できない部分があります。特に、医療や自動運転、生産現場など、実世界では高い品質が求められる現場が多いのです。AIRCでも、2018年度から、応用分野に応じた必要なレベルの品質を保証するための枠組みと技術の研究開発を開始しています。

最後に、実世界の現場と、そこでのサービスには非常に多様性が大きいという特徴があります。生活現場や人間の体など、環境や対象とするものの多様性が非常に大きく、それぞれについて個別にシステムを作っているは大変ですから、転用しやすい形で作るなど、作り方自体をシステム化して、容易に構築できるAIを目指すことが、日本として重要であると考えています。



AI 橋渡しクラウド基盤 (ABC)

第1節 大規模目的基礎研究・ 先端技術研究開発

小目次

インタビュー

- 産業技術総合研究所 人工知能研究センター
麻生 英樹 副研究センター長 088
- 状況や文脈に依存して処理をする人工知能の実現へ 093
視覚野を中心とした適応的知能を支える神経機構の解明／産業技術総合研究所
 - 脳型人工知能の設計原理の確立 094
大脳皮質の領野間結合の双方向性を模倣した、ロバストな認識を可能とする人工視覚野／
産業技術総合研究所 (東京大学)
 - 全脳の学習アーキテクチャにもとづく脳型 AI を開発する 095
複雑な運動を少ない経験から学習・獲得し、滑らかに動作する脳型人工知能の開発／
産業技術総合研究所 (電気通信大学)
 - 環境変化に強い脳型人工知能 096
能動型学習技術の研究開発／産業技術総合研究所 (京都大学)
 - 全脳型スパイクニューラルネットによる
臨機応変な適応能力の獲得 097
スパイクニューロン全脳モデルと身体性情報構造化に基づく動的実世界知能の研究開発／
産業技術総合研究所 (東京大学)
 - 時間領域アナログ方式による
海馬・扁桃体・前頭前野の物理モデル化 098
時間領域脳型人工知能システムの基盤技術開発／産業技術総合研究所 (九州工業大学、ほこだて未来大学)
 - テキスト、画像・映像、データベース、
数値データを統合的に理解する 099
自然言語理解を核としたデータ・知識融合技術の研究開発／産業技術総合研究所
 - 多様な知識を自動生成するための基盤技術開発 100
分散表象知識と記号的知識の相互変換技術の研究開発／産業技術総合研究所
 - 大規模高次元のセンサデータから手軽にどこでも学習・推論 101
スケーラブルな機械学習・確率モデリングの研究開発／産業技術総合研究所

- 複雑な構造を持つデータの機械学習・確率モデリング 102
超複雑な機械学習・確率モデリングの研究開発／産業技術総合研究所
- 深層生成モデルで産業機械の高度化へ 103
深層表現学習技術の研究開発／産業技術総合研究所（東京大学）
- ロボット搭載を目指したコンパクトな AI 技術の実現 104
IoTに適した3値化ディープラーニングの推論デバイスとその学習方法の研究開発／
産業技術総合研究所（東京工業大学）
- 脳型の文脈依存的な視覚処理を模擬する人工視覚野 105
計算神経科学に基づく脳データ駆動型人工知能の研究開発（人工視覚野）／
国際電気通信基礎技術研究所
- ヒトの行動を見て学ぶ自律的な学習システム 106
計算神経科学に基づく脳データ駆動型人工知能の研究開発（人工運動野）／国際電気通信基礎技術研究所
- 人工知能と実験自動化ロボットを統合した
次世代創薬プラットフォームの開発 107
人工知能と実験自動化ロボットを統合した次世代創薬プラットフォームの開発／MOLCURE
- AI を効率よく並列化して高速に実行する 108
メニーコアを活用するデータフロー型プログラミング言語の開発／トプスシステムズ
- 新アーキテクチャプロセッサで
深層学習を超低消費電力に 109
超低消費電力深層学習プロセッサおよびソフトウェア層の研究開発／理化学研究所、Preferred Networks
- コミュニケーションが求められる領域へ適用 110
マルチモーダルコミュニケーション／多様な時系列情報に対する深層学習基盤の開発／
Preferred Networks
- 柔らかい体で道具を使いこなすロボット 111
柔軟ロボットによる身体環境相互作用に基づく道具使用／東京大学

研究開発項目



大規模目的基礎研究・ 先端技術研究開発

2015年度(テーマ公募型)

最新の計算論的神経科学の知見を取入れた脳型人工知能及びデータ駆動型の人工知能と知識駆動型の人工知能の融合を目指すデータ・知識融合型人工知能に関して、大規模なデータを用いた実世界の課題への適用とその結果の評価を前提とした目的基礎研究（大規模目的基礎研究）と、世界トップレベルの性能の達成を目指す先端技術の研究開発を実施する。

2015年度(RFIを踏まえた課題設定型)

▶次世代人工知能プログラミング言語の研究開発

機械学習機能、セマンティックデータ上の推論機能、インテリジェントな対話機能など、近年の人工知能技術の成果をフルに活用した次世代人工知能技術は、将来、飛躍的に実装が進むと期待される。本課題では、これまでの汎用型言語+ライブラリ・フレームワークという開発環境に対して、開発効率・保守性・拡張性を高め人工知能に特化した革新的なプログラミング言語の研究開発を実施する。

▶マルチモーダルコミュニケーションに関する研究開発

ロボットと人間の意思疎通を図る研究開発は、さまざまなアプローチの提案がなされており、未だ発展途上ではあるが、特定の用途に適合することで成果を上げている。本課題では、次世代人工知能技術により、人間と意思疎通し、共感を得ることができるような機械の実現を目指すことを目的として、人間のさまざまな状態をセンシングし、適切に受け答えし、意思疎通が図れ、共感を得ることができるようなマルチモーダルコミュニケーションを実現するための研究開発を実施する。

▶道具の操りと身体性の効果的な相互作用に関する研究開発

道具を使ったタスクを効率良く行うために、人間は、道具の特性を把握した上で、その特性を最大限に利用するための最適でダイナミックな行動を、過去の試行錯誤に基づいて自然と生み出しているものと考えられる。本課題では、前述のように、人間が道具を扱う時の学習メカニズムを次世代人工知能技術によりロボットで再現することで、その学習メカニズムの解明につなげるための研究開発を実施する。

2016年度(課題設定型)

最新の計算論的神経科学の知見を取入れた脳型人工知能及びデータ駆動型の人工知能と知識駆動型の人工知能の融合を目指すデータ・知識融合型人工知能に関して、大規模なデータを用いた実世界の課題への適用とその結果の評価を前提とした目的基礎研究（大規模目的基礎研究）と、世界トップレベルの性能の達成を目指す先端技術の研究開発を実施する。

状況や文脈に依存して処理をする人工知能の実現へ

人間の脳は環境に柔軟に適応し合目的行動を出力する情報処理システムである。脳の情報処理をアルゴリズムのレベルで理解することは、人工知能技術の発展に極めて重要である。本研究課題では、視覚を中心とした感覚入力からの**知覚・認知**から、**運動制御・行動実行**まで、それぞれの段階における情報処理について、その生物学的なメカニズムの検討と深層ニューラルネットなどの**人工知能技術との比較**を通じて明らかにし、状況や文脈に依存して処理をする柔軟性を備えた人工知能の実現に向けた基盤的知見を提供する。

Keyword

モデル動物

ニューロン

情報処理

機械学習

深層ニューラルネット

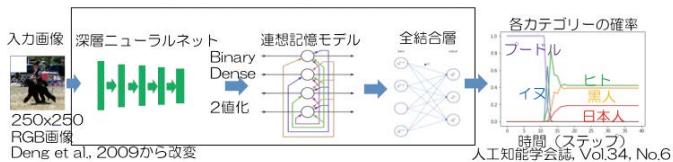


研究の概要

視覚入力の**知覚・認知**から**運動制御**まで、各階層における処理および階層間の相互作用を調べ、**状況・文脈に依存した情報処理**を明らかにする。

特に、**高次視覚野**における情報処理について、既存の**深層ニューラルネット**と比較することで、新たな脳型人工知能の開発に資する知見を提供する。

また、高次視覚野の知見に基づき入力画像の階層的分類を出力する高次視覚野のモデルを構築する。



想定されるアプリケーション

高次視覚野における情報表現の理解アルゴリズムおよび計算理論の確立

深層ニューラルネットに基づく脳型人工視覚野の設計指針の提供・機能向上への貢献



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)
主要研究者 : 菅生康子・松本有央・林隆介・竹村文 (産業技術総合研究所)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年7月～2020年2月
「視覚野を中心とした適応的知能を支える神経機構の解明」

脳型人工知能の設計原理の確立

深層ネットの主流の一つである畳み込みネットワーク（CNN）のアーキテクチャは、1960年から知られている視覚一次野の知見が、高次視覚野まで繰り返されていると仮定して構築されている。この事実は、**脳の視覚野**での階層的情報処理機構に関する**最新の知見**が、現在の**CNNを超える新たなアーキテクチャ**の設計指針を与える可能性を示唆している。具体的には、神経細胞の受容野特性であるスパイクトリガードアベレージ（STA）やスパイクトリガードコリレーション（STC）を求めることで、階層的視覚野の情報処理機構と、それを実現する神経機構を解明する。

Keyword

視覚野

ベイズ推論

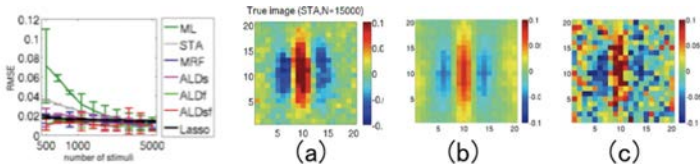
スパースモデリング



研究の概要

【スパースモデリングによる STA と STC の高速推定】

STAについて、世界トップクラスの性能を誇る先行研究（Park and Pillow, 2011）を凌駕する新規アルゴリズムを提案した。我々は、これを時空間 STA や、第 1 次視覚野の複雑型細胞の STC に拡張した。



提案手法は、約5倍高速でありながら、同等以上の性能を実現

(a) データ数N=15000の場合の従来法の結果
(b) N=500とした場合の提案法による結果
(c) N=500とした場合の従来法による結果



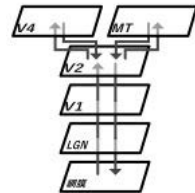
想定されるアプリケーション

【社会実装】

図のような脳のアーキテクチャを模倣した、新たな人工知能の設計原理の確立
新たな画像工学の創成

【経済的・技術的波及効果】

AI for Science への展開：シンクロトロン放射光などの最先端計測装置から得られるデータの自動処理パイプラインの構築が加速



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

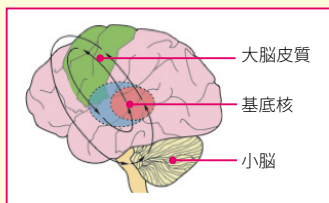
共同実施先 : 国立大学法人東京大学 (千葉県柏市)

主要研究者 : 岡田真人 (東京大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015 年 7 月～2020 年 2 月

「大脳皮質の領野間結合の双方向性を模倣した、ロバストな認識を可能とする人工視覚野」

全脳の学習アーキテクチャにもとづく 脳型AIを開発する



大脳皮質・基底核・小脳からなる全脳レベルの学習アーキテクチャを構築し、実問題へと適用する。超低消費電力が期待される**ニューロモルフィックコンピューティング技術**と莫大な計算リソースを駆使して精緻な運動学習制御のための脳型AIを開発する。

Keyword

全脳モデル

学習

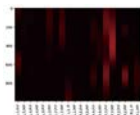
ニューロモルフィック

運動制御



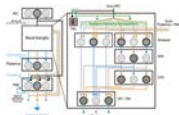
研究の概要

大脳皮質モデル



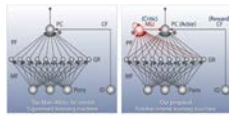
状態行動空間の深層表現

基底核モデル



階層型強化学習

小脳モデル



超並列強化学習

全体を統合し、汎用階層型超並列深層学習器として機能させ、運動学習制御の問題に適用する



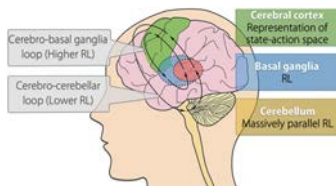
想定されるアプリケーション



1. 多関節アームの学習制御

関節ごとに個別の学習モジュールを付加し、局所的な学習のみで動作を獲得

→全体を統括せず次元の呪いを克服



2. ニューロモルフィックプロセッサ実装

高性能強化学習アルゴリズムを超低消費電力で実現する

→ポストムーア時代の計算原理創出

3. 脳の情報処理に関する神経科学

脳全体の学習原理を解明するための基礎研究の推進

→汎用AIのための基礎基盤構築

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人電気通信大学 (東京都調布市)

主要研究者 : 山崎匡 (電気通信大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年7月~2020年2月
「複雑な運動を少ない経験から学習・獲得し、滑らかに動作する脳型人工知能の開発」

環境変化に強い脳型人工知能

学習すべき課題を学習段階に応じて学習者が能動的に選択する**能動型学習技術**を開発し、少ない経験から効率的に学習できる**脳型的人工知能**を作る。課題を複数のサブ課題に分割し、学習段階に応じて適切なサブ課題を自動選択することで、高次元入出力を伴う困難な運動課題の達成を可能にする仕組みを、**能動型学習技術**によって作る。とくにヒトとロボットと多数の操作対象とが相互作用するような、**視覚入力**に基づくロボット運動課題で性能を検証する。

Keyword

脳型人工知能

探索戦略

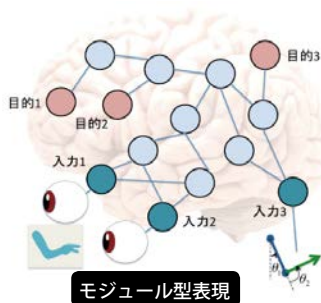
学習過程の学習



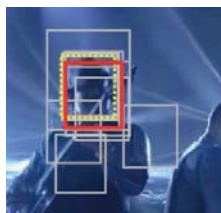
研究の概要

ロボット等の運動制御では、環境モデルや制御目的の適切な設計が大事です。しかし、入出力チャンネルや制御目的が複数であるような複雑な状況の設計は困難でした。

環境の状態を複数の小規模なモジュールで分割表現し、相互の状態予測をすこずつ改善してゆくように学習する仕組み（MatcherNet）を開発しました。



想定されるアプリケーション



モーションキャプチャと物理モデルを組み合わせることによって、CG キャラクタの自然な動作生成を実現しました。背景が激しく変化する状況でのオブジェクト追跡を実現しました。ヒト-ロボット-操作対象の絡み合う大規模な環境では、環境変化に強い制御システムを作ることができます。

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人京都大学 (京都府京都市)

主要研究者 : 大羽成征 (京都大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年7月~2020年2月
「能動型学習技術の研究開発」

全脳型スパイクニューラルネット による臨機応変な適応能力の獲得

従来の人工ニューラルネットやモジュール統合型アーキテクチャは複雑で動的に変化する実世界状況への臨機応変な対応が不得手である。本研究では、マルチモーダル情報を処理・統合する**全脳型スパイクニューラルネット**によって、**環境・身体・ネットワーク**における相互作用原理に基づく動的な動作決定メカニズムを構築する。また、**人と身体性情報構造を共有した実世界ロボット教示システム**によって得られるマルチモーダルデータを用いてシステムの学習を行う事によって、複雑で動的に変化する実世界状況への臨機応変な対応能力を有する**動的実世界知能**の中核技術を得る。

Keyword

大規模スパイクニューラルネット

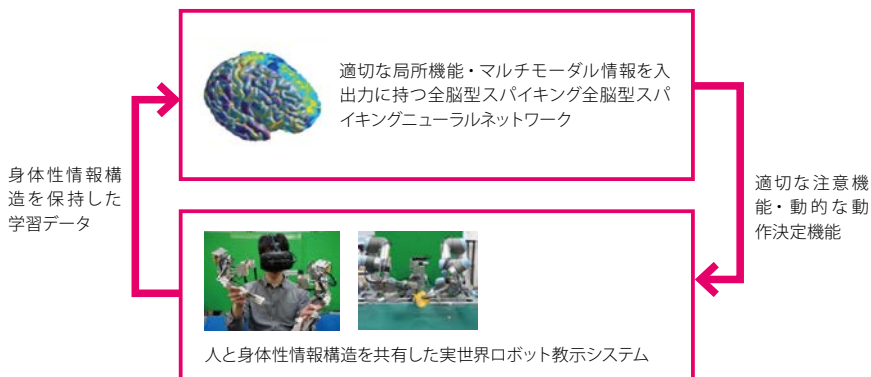
身体性情報構造

動的実世界知能

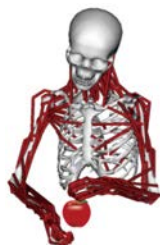


研究の概要

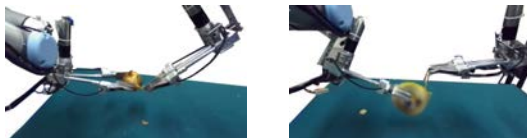
環境・身体・ネットワークの相互作用原理に基づき共創される臨機応変な対応能力



想定されるアプリケーション



人の器用さを抽出・再現した臨機応変なロボットシステム



環境・身体・ネットワークの相互作用原理に基づく多様な物体操作の高速な学習とロバストな制御

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 國吉康夫 (東京大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2016年6月～2020年2月

「スパイクニューロン全脳モデルと身体性情報構造化に基づく動的実世界知能の研究開発」

時間領域アナログ方式による 海馬・扁桃体・前頭前野の物理モデル化

ネットワークのダイナミクスに着目した脳型モデルを研究開発し、個人の経験・記憶をサポートして、**個人の判断を補助する脳型人工知能 (AI) の物理モデル**を研究開発する。また、海馬、扁桃体、大脳皮質モデルについて、その実現に必要な時間領域アナログ計算方式に基づく、**極低消費エネルギー演算可能な脳型処理集積回路構成法を確立**する。3部位統合物理モデルを研究開発し、ロボカップ@ホームリーグのタスクに適用して、実用化可能性を評価する。

Keyword

物理モデル

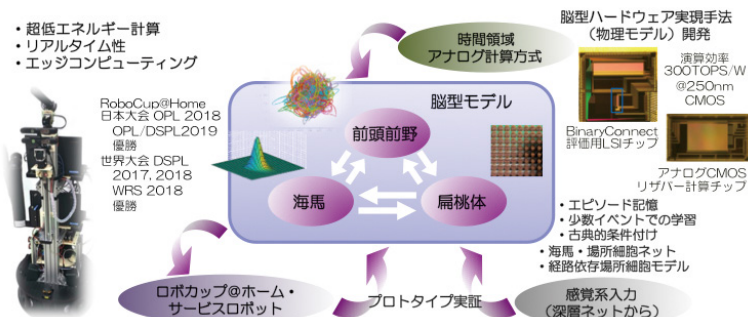
時間領域アナログ計算方式

集積回路

ロボカップ@ホーム



研究の概要



想定されるアプリケーション

超低消費電力エッジ知能システム

- パートナー携帯端末
- ライフケア・サポートシステム
- 家庭用知能サービスロボット
- 自動運転車の HMI 等

エッジ処理による通信環境に依存しない

高速・低電力処理と
プライバシー保護

より人の考え方に近く、
いつも人に寄り添い、
一人一人の経験・記憶・判断を
サポートする AI



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)
再委託先 : 国立大学法人九州工業大学 (福岡県北九州市)、公立大学法人公立はこだて未来大学 (北海道函館市)
主要研究者 : 森江隆 (九州工業大学)、香取勇一 (はこだて未来大学)
研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2017年8月~2020年2月
「時間領域脳型人工知能システムの基盤技術開発」

テキスト、画像・映像、データベース、 数値データを統合的に理解する

人間は、**自然言語テキスト・画像 / 映像・データベース・数値データ**といった多様かつ異質なメディアのデータをうまく組み合わせて**情報理解**をしている。現在の人工知能はこのような情報理解ができず、新たなデータ・問題解決要求に際し、データの変換や組み合わせに専門家の膨大な労力を要してしまう。本研究では、多様なデータを言語化し、統合的に理解することができる人工知能技術の研究開発を行う。多様かつ異質なデータを自然言語を介して結びつけ、**自然言語質問応答システム**など可搬性の高い人工知能技術を実現する。

Keyword

自然言語理解

マルチモーダル理解



研究の概要

- 様々なメディアの情報を意味理解・言語化する技術を開発
- 説明文生成や質問応答など、自然言語処理技術を応用して様々なデータにアクセス

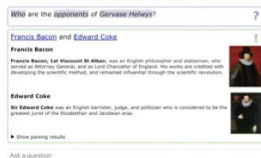


想定されるアプリケーション



東証前引け、続落 米株安や円高で売り広がる、一時400円下落

様々なデータベースに対して
自然言語で質問応答



多様な情報の理解・統合を質問応答システムが代行。人間は本質的な作業に専念！

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 宮尾祐介 (産業技術総合研究所)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年7月～2020年2月
「自然言語理解を核としたデータ・知識融合技術の研究開発」

多様な知識を自動生成するための 基盤技術開発

知識グラフは、AIシステムで利用するために、様々な知識を表現したものである。質疑応答システムや、情報検索システム、推薦システムなどの多様な AI タスクを解くために、機械可読な知識を提供する基礎となっている。本研究では、知識グラフで表現される知識を様々なデータから自動的に生成する基盤技術を開発した。具体的には、知識グラフに欠けている知識を自動的に補完する技術、テキストから知識を抽出し知識グラフに統合する技術、知識グラフ上で誤った知識を修正する技術などである。さらに、それらの技術を容易に利用するための統合知識基盤を作成する。

Keyword

知識グラフ

オントロジー

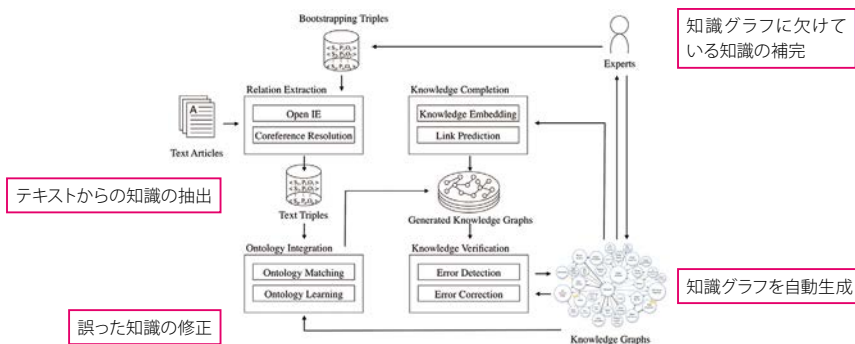
エンベディング

関係抽出



研究の概要

知識グラフ作成、管理、修正のための統合知識基盤の提供



テキストからの知識の抽出

誤った知識の修正

知識グラフに欠けている知識の補完

知識グラフを自動生成



想定されるアプリケーション

知識を利用する多様な AI タスク



質疑応答システム



情報検索システム



推薦システム

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 市瀬龍太郎 (産業技術総合研究所)

大規模高次元のセンサデータから 手軽にどこでも学習・推論

動画や大規模高次元のセンサデータからの機械学習・確率モデリングは計算コストが高く、計算資源の少ない端末上でリアルタイムに実行することが難しい。本研究では、**スパースモデリングや時系列モチーフ抽出**などの、時系列データを分解して、**圧縮**したり、データを解釈・利用するために**重要な情報を抽出**する手法の研究開発を行う。分解・圧縮したデータや抽出された情報を用いて、認識・予測などの機械学習・確率モデリングを行うことで、エッジデバイスなどの**計算資源が少ない端末上でもリアルタイムの学習・推論を可能**になり、日常生活支援などの実世界サービス・機器に応用できる。

Keyword

機械学習

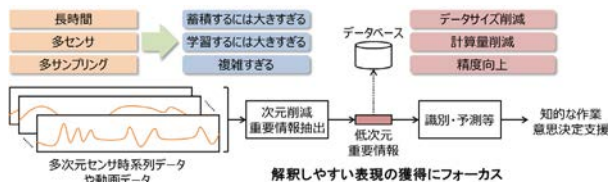
確率モデリング

データ分解

モチーフ抽出

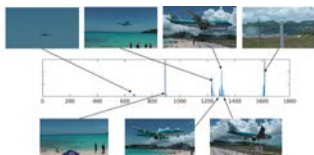
研究の概要

スパースモデリングや時系列モチーフ抽出などによる、動画、時系列データの分解、圧縮、重要情報（特徴表現）を抽出する手法の研究開発を実施する。

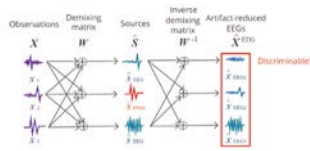


想定されるアプリケーション

携帯端末、センサ端末、車載端末、などの計算資源の少ない端末上での学習・推論と、クラウド上の学習・推論を組み合わせることで、高次元の時系列データの識別や、異常の検知、ビデオデータの認識、重要な場面の抽出、ビデオの中の重要領域の推測、などの実社会の時系列データ処理への機械学習応用を可能にし、ユーザの意図や状況を理解し、それに応じた作業のアシストやリスクの予測・警告などの日常生活支援を行う機器への応用が想定される。



ビデオからの重要な場面の抽出



脳波からの重要な情報の抽出

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 麻生英樹・兼村厚範・叶賀卓・李玉潔・吉村玄太 (産業技術総合研究所)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2017年3月～2020年2月
「スケーラブルな機械学習・確率モデリングの研究開発」

複雑な構造を持つデータの 機械学習・確率モデリング

化合物の化学式などのグラフ構造、文書中の係り受け関係などの木構造、など**複雑で多様な構造を持つ実世界データ**に機械学習・確率モデリングを適用する際には、特殊な深層ニューラルネットワークや確率的文脈自由文法などの複雑な構造を持つモデルが必要になる。本研究では、そうした**複雑な構造を持つモデル**を用いた機械学習・確率モデリングを実世界の多様なデータに対して容易に適用するための技術を研究開発する。

Keyword

機械学習

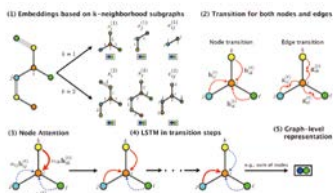
確率モデリング

深層ニューラルネットワーク

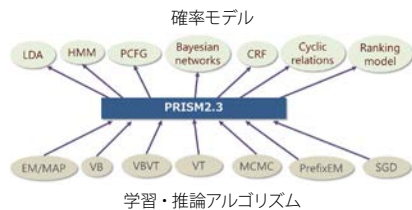
確率的プログラムララルネットワーク

研究の概要

グラフ構図を扱う深層ニューラルネットワークの学習アルゴリズム、モデルの記述を与えるだけで学習・推論のプロセスを簡便に実行可能にする確率的プログラム言語、など複雑な構造を持つデータの機械学習・確率モデリングの研究開発を実施している。



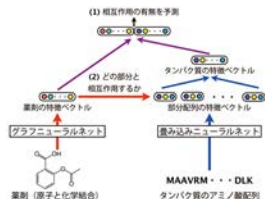
グラフニューラルネットワークの計算アルゴリズム



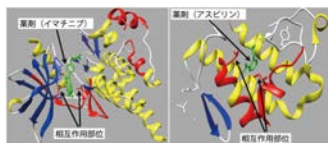
確率的プログラム言語 PRISM

想定されるアプリケーション

グラフ構造、再帰的な木構造、配列構造など多様な構造を持つデータを組み合わせて、認識や予測を行うシステム。例えば、グラフ構造を持つ薬剤化合物とアミノ酸配列構造を持つタンパク質の相互作用の予測、相互作用部位の可視化を行い、創薬プロセスを加速するシステムなどへの応用が想定される。



化合物とタンパク質の相互作用の強さを予測する深層ニューラルネットワーク



相互作用部位の推定と可視化

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 麻生英樹・椿真史・佐藤泰介 (産業技術総合研究所)

深層生成モデルで産業機械の高度化へ

深層学習 (Deep Learning) は、画像認識をはじめ多くの認識系のタスクで従来法を上回る性能を示しているが、実世界データへの応用においては、認識のみならず、**行動・介入の計画や制御が行えることが重要である**。生成モデル系の深層学習技術と強化学習技術を組み合わせて、**記号とイメージの融合によるプランニングや翻訳を可能にする技術を研究開発**する。

より複雑な動作の学習と計画を可能にすることで、産業機械の飛躍的な性能向上を目指す。



Keyword

深層学習

生成モデル

強化学習

行動計画・制御



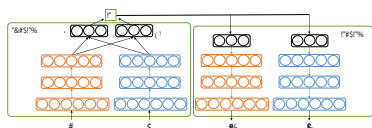
研究の概要

アテンションに対する模倣学習と強化学習

人間のアテンションの仕組みと方策を模倣学習。強化学習の学習速度の向上を実現



マルチモーダル変分オートエンコーダ



2つのモーダル x, w に対して同時確率 $p(x, w)$ をモデル化。
(一方から他方を生成するモデルはあるが、平等に扱うものはなかった。)



想定されるアプリケーション

- マルチモーダル VAE を利用した画像と文の相互変換による翻訳
→新しい方式の翻訳技術の提案へ
- 強化学習とプランニングの融合
→農業や建設のための機械へ応用し、今まで機械化できなかった作業の自動化へ



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

共同実施先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 松尾豊 (東京大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年7月～2020年2月
「深層表現学習技術の研究開発」

ロボット搭載を目指した コンパクトなAI技術の実現

DNN (Deep Neural Network) の基本構成要素は、人工ニューロンであり、これを多層に積層して構成している。2 値化 DNN は、積和演算の入力が 1 ビットであるため、論理ゲートで面積を大幅に削減でき、面積削減・高速化・低消費電力化を達成可能である。2 値化 DNN を 3 値化、すなわちニューロンの発火 (+1、-1) と切断を意味する 0 を持つ DNN を導入して更なる高性能化を狙う。学習方法と有効性を明らかにし、FPGA への実装を通じて、IoT 機器上での学習システムの構築を狙う。

Keyword

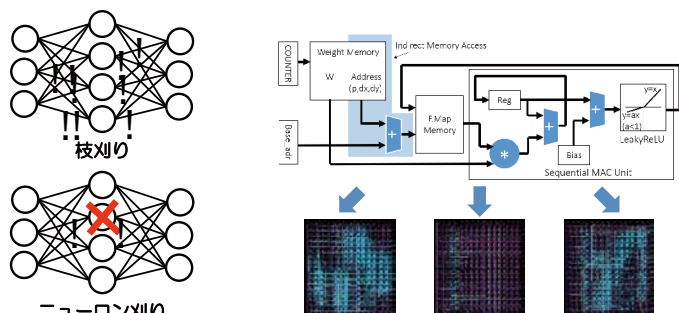
3 値化ディープラーニング

IoT

FPGA

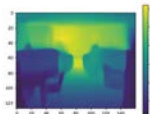
研究の概要

枝刈りやニューロン刈りを導入した DNN の軽量化方法とその専用回路を FPGA 上に実現



想定されるアプリケーション

ロボットを中核とした様々な「目」を実現



興行推定



領域分割



物体認識

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人東京工業大学 (東京都目黒区)

主要研究者 : 中原啓貴 (東京工業大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2017 年 8 月～2020 年 2 月
「IoT に適した 3 値化ディープラーニングの推論デバイスとその学習方法の研究開発

脳型の文脈依存的な 視覚処理を模擬する人工視覚野

ヒトなど霊長類の視覚系が有する幅広い視覚知能を実現する**人工視覚システム**を研究開発する。脳の視覚皮質の様々な構造的特徴を反映させるため、従来型モデルの有する多階層性・並列性だけでなく、**双方向性・モジュール性**なども含めた**人工ニューラルネットワークモデル**を設計する。

また、大規模な画像データベースに対して、認知的な情報と組み合わせた**双方向学習**方式を研究開発する。画像分類だけでなく、実際の視覚系が行っているような**文脈依存的な視覚処理**が可能であるとともに、サルの視覚系に関する神経科学的な性質の多くが再現できることを示す。

Keyword

深層ネットワーク

双方向性

視覚系

予測コード

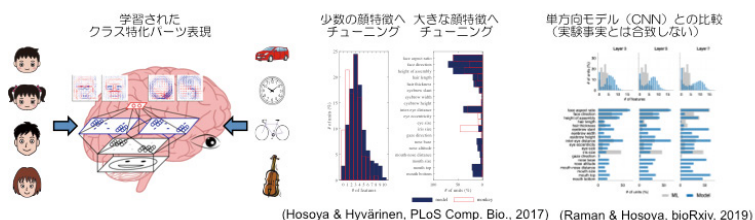


研究の概要

文脈依存的な視覚処理を可能とする多階層性・並列性・双方向性・モジュール性などを有する深層学習ニューラルネットワークの研究開発

最近の主な進捗

「階層的混合スパース符号化モデル」を研究開発し、サルの高次視覚野にある顔ニューロンの性質を再現



想定されるアプリケーション



脳を模した予測機能を有する
ロボット視覚



脳の視覚情報を解読する
ブレインマシンインタフェース

委託先 : 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (京都府相楽郡精華町)

主要研究者 : 石井信・神谷之康・細谷晴夫 (国際電気通信基礎技術研究所)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年7月～2020年2月
「計算神経科学に基づく脳データ駆動型人工知能の研究開発 (人工視覚野)」

ヒトの行動を見て学ぶ 自律的な学習システム

強化学習は、試行錯誤を通じて制御則を自律的に獲得する人工知能の手法であり、**深層学習**と統合された深層強化学習は、囲碁の世界チャンピオンに打ち勝つなど目覚ましい成果を挙げつつある。逆強化学習と見まね学習の利用により、深層強化学習の学習に膨大な時間を要するという弱点を克服し、実環境において実時間で動作するロボット制御に展開する。本研究開発では、**強化学習と脳科学の見聞に基づいた深層強化学習技術**を研究開発し、少ない量のサンプルからでも学習できる手法の確立を目指すとともに、将来的に、敏捷性と器用性の実現を通じて、ヒト・ロボットの協調作業への展開を目指す。

Keyword

深層順逆強化学習

みまね学習

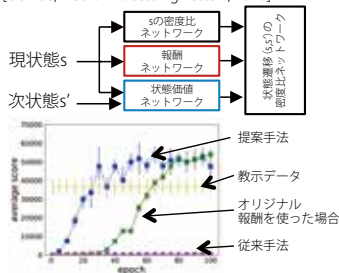
高時間分解能制御

ヒト・ロボット協調

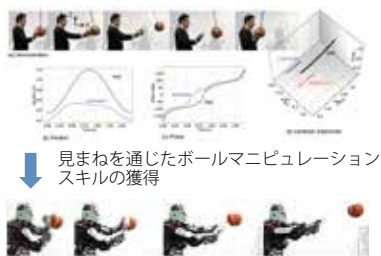


研究の概要

密度比推定を用いた逆強化学習
(Uchibe, Neural Processing Letters, 2018)



動作位相を用いた動的マニピュレーション学習
(Maeda et. al, CoRL 2018)



想定されるアプリケーション



敏捷性と器用さの実現を通じた
ヒトとロボットの協調作業への展開



委託先 : 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 (京都府相良郡精華町)

主要研究者 : 石井信・森本淳・内部英治 (国際電気通信基礎技術研究所)

人工知能と実験自動化ロボットを統合した次世代創薬プラットフォームの開発

本事業では、人工知能と実験自動化ロボットの統合により、既存抗体医薬品探索手法の課題を解決すると同時にシステム自体が進化し続ける**抗体/ペプチド医薬品探索システムの構築**を目指す。本抗体探索技術の開発は、抗体医薬品の世界市場にブレイクスルーをもたらし、世界をリードする基盤技術となることが期待される。本研究開発のプロセスは①生物材料を用いた実験データの大量取得、②人工知能による抗体の特性予測と特微量抽出、③生物材料を用いた実験の自動化の3つの要素から構成される。

Keyword

抗体医薬品

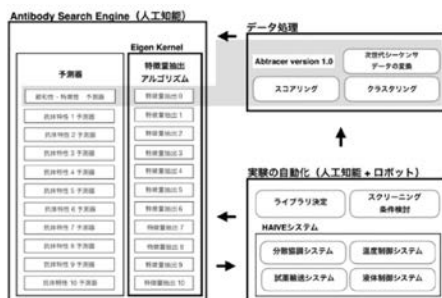
ペプチド医薬品

実験自動化ロボット

人工知能



研究の概要



人工知能と実験自動化を統合し、システム自体が進化し続ける創薬探索プラットフォーム

実験自動化装置から得られた実験結果を人工知能システムへフィードバック・解析し、その解析結果を用いて再度新たな実験を行う。このサイクルを自動的に繰り返すことにより、これまでに発見することが困難であった抗体及びペプチド医薬品を効率的に探索可能なシステムを構築する。

人工知能の学習によって、実験条件、実験試薬の構成、医薬品分子設計システムが自動的に改善され、プラットフォーム自体が進化し続けるシステムの構築が可能になる。



想定されるアプリケーション



創薬ターゲットを投入すると、医薬品候補分子が自動的に設計され出力されるシステム

本研究開発を継続的に行うことで将来的には創薬標的となるサンプルをシステムに投入するだけで、高品質な医薬品候補分子を探索できる、“Sample in, Drug out”のコンセプトのアプリケーションの実現を目指す。

これにより、有効な治療薬のない疾患領域に対して、新規の抗体及びペプチド医薬品を短期間に多数設計可能な未来の実現を目指す。

委託先 : 株式会社 MOLCURE (東京都品川区)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)、国立大学法人東京工業大学 (東京都目黒区)、
学校法人慶應義塾大学 (神奈川県横浜市)、
国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 (大阪府茨木市)

主要研究者 : 玉木 聡志 (MOLCURE)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2016年6月～2020年2月
「人工知能と実験自動化ロボットを統合した次世代創薬プラットフォームの開発」

AIを効率よく並列化して 高速に実行する

並列処理効率の向上による人工知能の**高速リアルタイム処理**、そしてソフトウェア開発の**生産性向上**を目指し、**DeepPN (Deep Process Network) プログラミングモデル**と基本言語仕様を策定して、**機械学習**や**音声言語処理**をサポートする言語仕様を拡張。データフローに基づく並列処理の最適化により、GPU内の多数のコアを駆動するマルチスレッド処理の限界を超えて、更なる高速化と生産性の向上を追及する。今後もハードウェアに内蔵するコア数の増加は止まらない。それらを使ってAIを高速に実行するために、並列度が飛躍的に**スケールするソフトウェア設計手法**の研究開発を推進する。

Keyword

機械学習

並列ソフトウェア設計手法

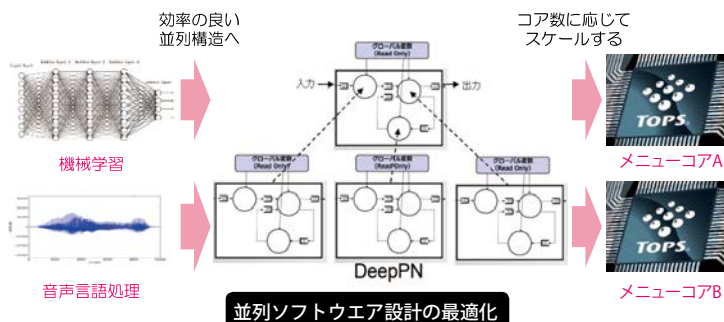
最適化手法

データフロー

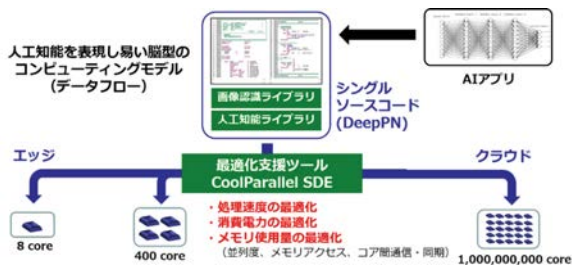
メニーコア



研究の概要



想定されるアプリケーション



エッジからクラウドまで共通して使える AI ソフトウェアの設計

委託先 : 株式会社トプスシステムズ (茨城県つくば市)

再委託先 : 株式会社 Cool Soft (茨城県つくば市)

主要研究者 : 松本祐教 (トプスシステムズ)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年11月～2018年3月
「メニーコアを活用するデータフロー型プログラミング言語の開発」

新アーキテクチャプロセッサで 深層学習を超低消費電力に

深層学習の研究開発・応用は急速な発展をみせているが、その発展のための大きな課題となっているのは消費電力、スケーラビリティ、低消費電力化と柔軟性の両立である。本テーマでは、**深層学習に適した、しかしスケーラビリティ、柔軟性を維持したアーキテクチャを開発**し、電力性能で既存技術から2桁向上を実現する。このために、従来の深層学習専用プロセッサとは全く異なるアーキテクチャにより、演算器以外の回路を削減、超高効率を実現する。



Keyword

深層学習

低消費電力

専用プロセッサ



研究の概要

深層学習（大規模ニューラルネット）向けの新しいプロセッサアーキテクチャを研究開発

目標スペックの概要

- ① 2020年時点で利用可能と思われる7[nm]の半導体製造プロセスを使った場合に、3-10[Tops/W]の電力あたり性能
- ② 最大100Tops程度までのシステムを低消費電力で実現できるスケーラブルなプロセッサアーキテクチャ
- ③ 推論だけでなく学習にも対応できる柔軟性



想定されるアプリケーション

多様な応用で必要となる膨大な計算能力を提供

適用先	学習を1日で終わらせるのに必要な計算リソース [単位 P:ベタ, E:エクサ]	1キロワット相当のシステムを構築した場合の学習時間	
		現行プロセッサ (Tesla P100)	提案プロセッサ
画像 / 映像認識	10P (画像) ~ 10E (映像) FLOPS	125日~	30時間~
音声認識	10P FLOPS ~	125日~	30時間~
自動運転	1E ~ 100E FLOPS	34年3ヶ月~	125日~
バイオヘルスケア	100P ~ 1E FLOPS	3年5ヶ月~	12.5日~
ロボット / ドローン	1E ~ 100E FLOPS	34年3ヶ月~	125日~

2018年12月に株式会社 Preferred Networks より発表された MN-Core は、本プロジェクトで得られた知見も活用しつつ、12nm 向けに再設計したものです

委託先 : 国立研究開発法人理化学研究所 (兵庫県神戸市)、株式会社 Preferred Networks (東京都千代田区)
主要研究者 : 牧野淳一郎 (理化学研究所)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2016年6月~2018年3月
「超低消費電力深層学習プロセッサおよびソフトウェア層の研究開発」

コミュニケーションが求められる 領域へ適用

本研究ではロボットの知的機能の実現と産業への応用を目指し、多様な情報を扱う深層学習処理基盤の構築を実施した。要素技術の検証および試作検討として、十分な計算処理能力と様々なセンサーを備えた端末を製作し、端末から得られる情報を共有・蓄積する仕組みを構築、取得された情報を深層学習技術により学習、その学習結果を端末へ反映するための情報処理基盤を開発した。マルチモーダル情報処理の応用例として、言語による対話を中心とした機械との自然なコミュニケーションの実現可能性を示した。

Keyword

時系列情報解析

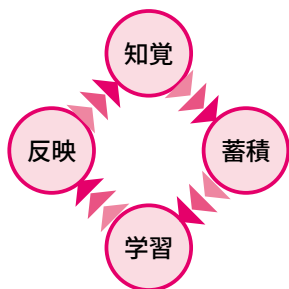
マルチモーダルコミュニケーション

深層学習

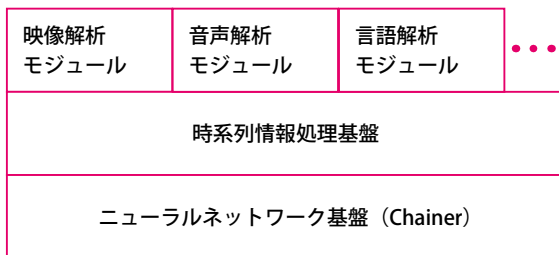
分散学習



研究の概要



コミュニケーションを
実現するための要素



多様な時系列情報を処理する
深層学習基盤



想定されるアプリケーション



委託先 : 株式会社 Preferred Networks (東京都千代田区)

主要研究者 : 海野裕也・福田昌昭・小林颯介・菊池悠太 (Preferred Networks)

柔らかい体で道具を使いこなす ロボット

災害現場など不確定要素が多い環境では、環境への馴染みによる適応のために身体が柔軟なロボットの活用が期待される。ここで、周りの物体を道具として活用できればさらに多様な状況に対応できる。そこで、本研究では**柔軟ロボットによる道具使用**に取り組む。柔軟な身体では道具が身体に与える影響が大きく、**道具-身体相互作用**から生じる運動に着目することが有効と考えられる。調査研究では、道具-身体相互作用を通じた柔軟ロボットによる物体知覚、運動生成に取り組む、道具使いこなしにつなげる。

Keyword

ソフトロボット

適応的運動生成

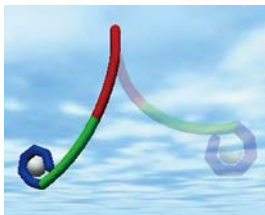
ダイナミクス活用



研究の概要



柔軟身体



柔軟道具



働きかけによる多様な道具の知覚と道具に合わせた運動生成



想定されるアプリケーション



身体と環境に応じたロボットの道具の操り

委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 西川鋭 (東京大学)

研究開発項目① 大規模目的基礎研究・先端技術研究開発 2015年11月～2016年10月
「柔軟ロボットによる身体環境相互作用に基づく道具使用」

第2節 次世代人工知能 フレームワーク研究・ 先進中核モジュール研究開発

小目次

- ビッグデータを活用した AI 開発を加速する
AI クラウドを実現・利用促進…………… 114
次世代人工知能フレームワーク・研究テストベッドの研究開発／産業技術総合研究所
- 社会の多様なニーズにきめ細やかに対応する超スマート空間を構築 …… 115
次世代人工知能データプラットフォームの研究開発／産業技術総合研究所
- 対人行動データを収集し、
スキル初心者やロボットの学習支援を行う …………… 116
社会的身体性能力の共有・活用のためのクラウドプラットフォーム／産業技術総合研究所(国立情報学研究所)
- 学術領域の将来の発展の方向性を予測し重要な技術を抽出 …………… 117
ネットワーク分析と言語処理の融合による大規模文献データからの
技術の未来予測プラットフォームの研究開発／産業技術総合研究所(東京大学)
- 観測・データ収集 モジュール及び行動データベース …………… 118
観測・データ収集モジュールの研究開発／産業技術総合研究所
- 生産・物流・家庭で物を認識するロボット視覚を実現 …………… 119
認識クラウドエンジンの構築／産業技術総合研究所(中部大学、中京大学、大阪大学)
- 人々の動作を理解して生活を支援 …………… 120
きめの細かい動作認識の研究開発／産業技術総合研究所(千葉工業大学)
- 平常時にも災害時にも安全で安心できる快適な社会を実現 …………… 121
社会レベル行動モデリング・シミュレーションモジュールの研究開発／産業技術総合研究所
- 組み立て作業動作の自動生成による設計仕様の変更への即時対応 …… 122
作業動作自動生成システムの研究開発／産業技術総合研究所(大阪大学、金沢大学)
- 自律型ロボットによる不定形物操作の自動化 …………… 123
不定形物操作システムの研究開発／産業技術総合研究所(信州大学、奈良先端科学技術大学院大学)

研究開発項目



次世代人工知能フレームワーク研究・ 先進中核モジュール研究開発

2015年度(テーマ公募型)

広範な人工知能技術の応用に係る研究開発や社会実装に資するため、研究開発項目①の成果である脳型人工知能技術、データ・知識融合型人工知能技術、その他大学や企業が有する様々な人工知能技術をモジュール化し、統合するための次世代人工知能フレームワークと、次世代人工知能技術を統合し、多様な応用に迅速につなげるための核となる先進中核モジュールの研究開発を実施する。

ビッグデータを活用したAI開発を加速するAIクラウドを実現・利用促進

深層学習を始めとする膨大な計算需要に応える 100PFLOPS 超級の計算能力を持つ AI クラウドが現実のものとなりつつある。本開発では、こうした新しい計算インフラを実際に構築・運用・利用促進するとともに、AI ワークロードを支援するモジュールベースのアプリ配備・実行機構、データフローに着目したビッグデータ処理ミドルウェアの開発を行うことで、ビッグデータを活用した AI を誰でも簡単に利用可能にし、AI 応用の開発効率と生産性を向上させる。

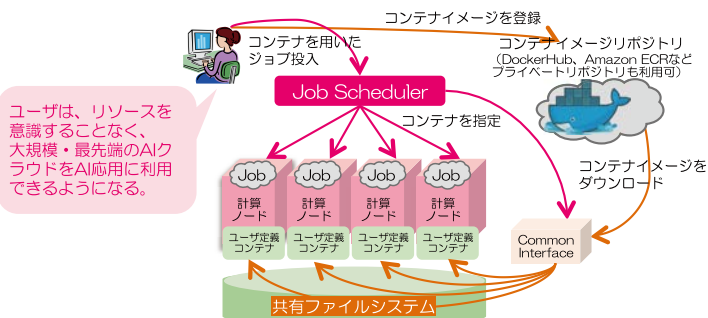
Keyword

クラウド

HPC

ミドルウェア

研究の概要



ユーザは、リソースを意識することなく、大規模・最先端のAIクラウドをAI応用に利用できるようになる。

想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 小川宏高 (産業技術総合研究所)

社会の多様なニーズにきめ細やかに 対応する超スマート空間を構築

「次世代人工知能データプラットフォームの研究開発」は、実世界のモノ・ヒト・コトから多種多様なセンサデータをサイバー空間で一元的に管理・共有し、即時に人工知能応用のワークフローに活用するとともに、3次元空間における室内と屋外をシームレスにつなげ、個人の空間、個々の建物・都市・国を含め、様々な**移動物体の密度と流れを同時に予測できる新しいデータ基盤技術を確立する**。また、人工知能資源である様々な機械学習データセットとモジュールを収集・管理し、標準インターフェース経由で、活用したいAI資源をユーザにすみやかに提供することで、**資源の再利用の向上や、サービス開発の費用削減、イノベーションの創出と産業競争力を向上させる**。

Keyword

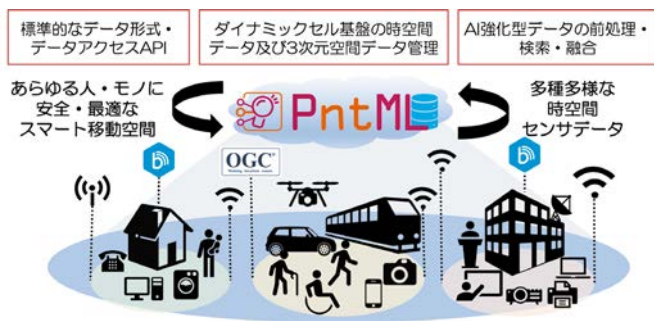
スマート空間データプラットフォーム

人工知能資源ネットワーク

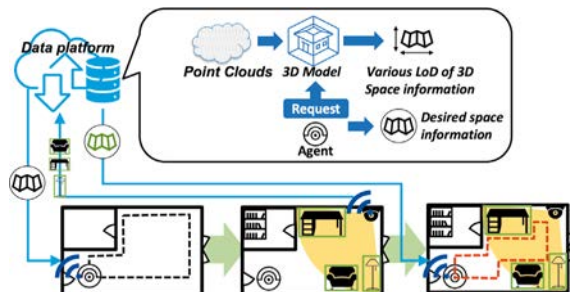
標準化



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 金京淑 (産業技術総合研究所)

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2015年7月～2020年2月
「次世代人工知能データプラットフォームの研究開発」

対人行動データを収集し、スキル初心者やロボットの学習支援を行う

人間とロボットの対話実験を長時間行い経験を大量に積むため、クラウド型の仮想現実(VR)環境と知能ロボットのミドルウェア ROS をリアルタイムに通信させた、プラットフォームを構築する。人間とロボット間の大量の対話行動履歴に基づいて、**語彙 / 概念 / スキル / 対人行動モデル / 日常生活モデル**などの獲得を目指す。また、日常生活における知能ロボットの競技会 (RoboCup@Home シミュレーション、World Robot Summit) を通じてそのパフォーマンスを検証する。

Keyword

Human-Robot Interaction

Virtual Reality

対話行動

経験データベース



研究の概要

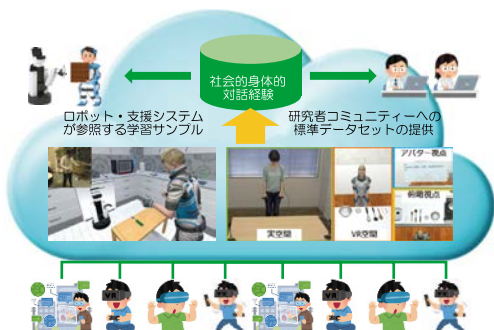
クラウド型 VR による社会的身体的対話経験の共有・活用プラットフォーム:

SIGVerse

- 安価な VR デバイスを用いて仮想ロボットとの対話実験がクラウド上で可能
- Unity と ROS のリアルタイム通信
- 人対人、人対ロボット、の多様な対話行動の蓄積機能
- 他者の行動の第一人称視点での再現機能

応用研究事例

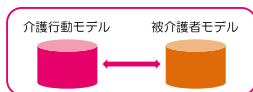
- ロボット競技会を通じた、対人行動の評価基準の自律的選定
- 観察に基づく料理行動モデル学習



想定されるアプリケーション



- 日常生活支援ロボットの対人行動シミュレーション
- 効率的な模倣学習の実現



熟練者の対人行動計測に基づく、初心者のスキルトレーニングシステム

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所 (東京都千代田区)

主要研究者 : 稲邑哲也 (国立情報学研究所)

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2015 年 7 月～2020 年 2 月
「社会的身体性知能の共有・活用のためのクラウドプラットフォーム」

学術領域の将来の発展の方向性を予測し重要な技術を抽出

技術の未来予測（フォーサイト）は国の政策や企業の投資先の意思決定に重要である。最新の技術について書かれた学術論文は出版数は膨大であり、**学術論文の持つ多様な情報から自動的に重要な技術や未来予測を行うことが必要**である。本研究ではネットワーク表現学習の手法をベースに学術領域の発展の方向性を特定する手法を開発し、**先進的な論文群を抽出する手法を開発**した。本手法を応用した将来予測（引用数予測）は既存手法の精度を上回ることを確認した。さらに、異種ネットワーク表現学習により研究者、論文、キーワード等多様なステークホルダーをマッピングすることで、**学術研究において高い成果を示すステークホルダー群を特定する技術を開発**している。

Keyword

フォーサイト

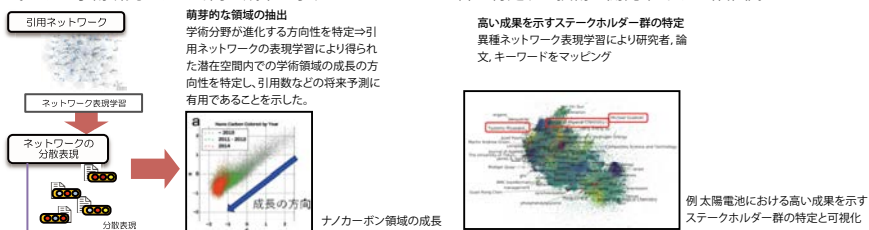
ネットワーク表現学習

書誌情報



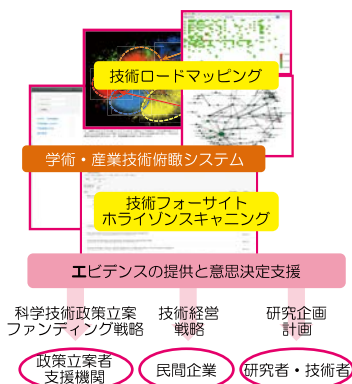
研究の概要

ネットワークの表現学習手法を用いて、学術領域の発展方向の検出（左図）、学術領域の発展の可視化（中図）手法を開発した。さらに学術研究において高い成果を示すステークホルダー群を特定する技術を開発中である（右図）。



想定されるアプリケーション

- ①データベースホルダーとの連携
Elsevier 社との連携によるシステムの評価予定（データベースホルダーとの連携によるサービスの提供が可能）
- ②企業、政府機関との連携による技法の検証
内閣府と連携した科学技術政策立案への本技法の活用を検討
化学系企業、メーカー研究所等と技術経営への技法の活用を目指した共同研究を実施
- ③アウトリーチ活動による成果の共有
 1. Elsevier の Research intelligence の 会 議 で 招 待 講 演 : Academic Information and AI for Innovation Management (2017/06)
 2. 国際出版社協会 STM/JST 共催の Global voice of scholarly publishing で招待講演 (2018/10)
 3. NHK スペシャルで特集「NHK スペシャル AI に聞いてみた どうすんのよ! ? ニッポン第 2 回「働き方」(2018/03) で、当研究室の監修の下関連技法を活用



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 坂田一郎・森純一郎・大知正直・浅谷公威 (東京大学)

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2016 年 3 月～2020 年 2 月
「ネットワーク分析と言語処理の融合による大規模文献データからの技術の未来予測プラットフォームの研究開発」

観測・データ収集 モジュール 及び行動データベース

持続的な開発のための目標（SDGs）の観点からもニーズが高い、子どもや高齢者などの生活機能変化の際に生じる安全や快適性確保へのニーズに対応した新たな製品やサービス設計の支援ツールを開発した。複数の人がいる環境下で個人の長期間の変化を記録する RGBD ネットワーク技術、バッテリーレスでロケーションを計測する技術、日用品（手すり）を IoT 化し歩行の変化を検出する技術など、介護施設、病院、一般家庭において行動計測するモジュールを開発した。また、それらを用いて行動データベース（世界初）を作成した。

Keyword

リビングラボ

生活行動データベース

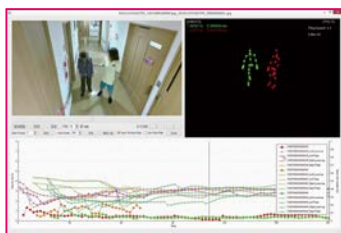
生活機能

高齢者

小児



研究の概要



複数の人がいる環境下で個人の長期間の変化を記録するネットワーク型 RGBD データ収集技術を開発



認知・身体機能の評価データ付き行動動画データベース（公開予定）



想定されるアプリケーション

①リビングラボ構築

世界的に新たなプロダクト・サービスデザインの価値共創手法として着目されているリビングラボを手早く構築するためのモジュールとしての活用。プライバシー受容性、使用状況に応じて、複数のモジュールから選択可能（RGBD、非カメラセンサによる計測など）。

②高齢者や子供に対する製品安全

「認知・身体機能の評価データ付き行動動画データベース」を使用することで、認知機能・身体機能が変化した場合に、製品の使用方法がどのように変化するのかを分析が可能。

③プリシジョンケア支援

介護施設等の個人の長期間の変化（歩行状態の変化など）を記録し、介護計画や各種介入の効果評価が可能。

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所（東京都江東区）

主要研究者：西田佳史（産業技術総合研究所）

生産・物流・家庭で物を認識する ロボット視覚を実現

あらゆる対象物を認識可能な視覚認識システムを構築するため、特に物品製造や生活支援を目的したロボットを対象として、商品や日用品などの物品や、屋内における**実世界環境を効率よく認識するためのクラウドエンジンを構築**する。3次元形状の他に機能属性などの様々なモダリティをもつデータベースを収集し、特定物体の位置・姿勢の認識、一般物体のカテゴリの認識、日用品や道具が持つ機能の認識、超視覚センシングや高速三次元計測による物性情報の認識、センサフュージョンによる認識といった、**認識モジュール**を試作する。

Keyword

物体認識

クラウドエンジン



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

再委託先 : 学校法人中部大学 (愛知県春日井市)、学校法人梅村学園中京大学 (愛知県名古屋市中区)、
国立大学法人大阪大学 (大阪府吹田市)

主要研究者 : 岩田健司 (産業技術総合研究所)、藤吉弘亘 (中部大学)、橋本学 (中京大学)、松下康之 (大阪大学)
研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2015年7月~2020年2月
「認識クラウドエンジンの構築」

人々の動作を理解して生活を支援

人工知能が我々の生活の中に入って育児や介護などを支援できるようになるためには、日常生活の様々な出来事を深く理解している必要がある。本研究ではカメラなどで視覚的に観測された日常シーンにおける人の行動を認識し言語へと変換する技術を開発する。「誰が（誰と）何をしている」など**動作主、動作内容、動作対象などをきめ細かく認識する技術を開発**する。さらに、映像と言語を統合した長期記憶機構を開発し、過去の出来事について数日まで遡って質問に答えることができるような質問応答機構を実現する。

Keyword

動作認識

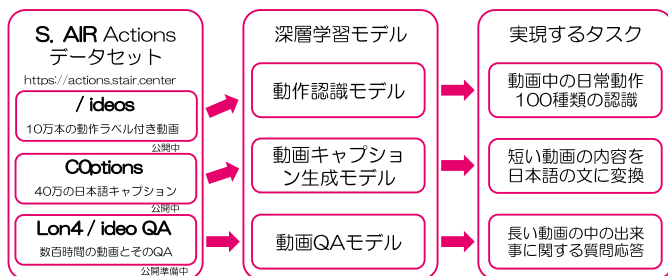
深層学習

動画のキャプション生成

質問応答

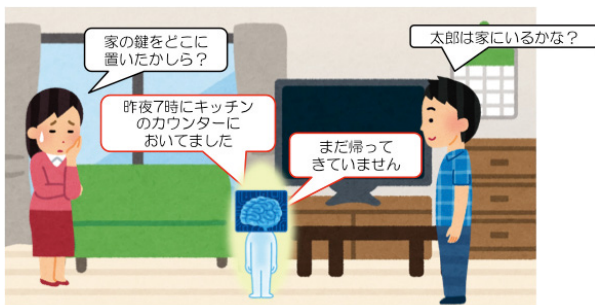


研究の概要



想定されるアプリケーション

生活を支援する人工知能



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 学校法人千葉工業大学 (千葉県習志野市)

主要研究者 : 竹内彰一 (千葉工業大学)

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2016年3月～2020年2月
「きめの細かい動作認識の研究開発」

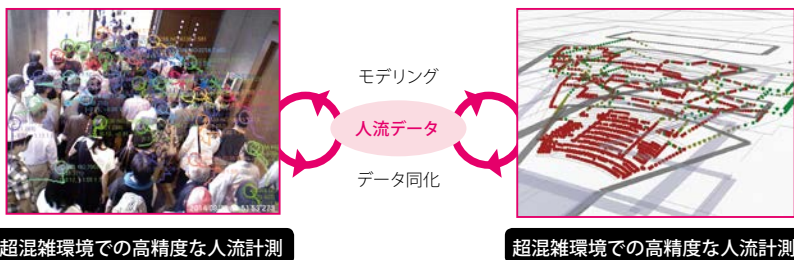
平常時にも災害時にも安全で 安心できる快適な社会を実現

人工知能技術の重要な活用先の一つに社会レベルでのサービス創出が挙げられる。一般に社会レベルの現象は複雑であり、扱いが難しい。本研究では社会レベルのサービスとして特に大規模なイベントなどに集まる人の移動に着目し、人の流れを適切に制御することによって、**最適な誘導や安全確保、混雑緩和、災害時の誘導支援**などの社会的なサービスを提供することを目的とする。本研究ではこのような社会レベルでの行動を計測、モデル化、シミュレーションするための**モジュールの開発**を行う。

Keyword 人流解析 人流計測 群集流動シミュレーション

研究の概要

人流計測技術と群集流動シミュレーション技術を統合することによって大規模な人の流れを分析できるようなモジュールを開発する。



想定されるアプリケーション

公共施設や駅、スタジアムなど大規模に人が集まる空間においてデジタルサイネージなどの情報提示デバイスと融合することで混雑緩和や災害時の避難誘導支援に役立てる。



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)
 主要研究者 : 大西正輝 (産業技術総合研究所)
 フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2015年7月～2018年3月
 「社会レベル行動モデリング・シミュレーションモジュールの研究開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

組み立て作業動作の自動生成による 設計仕様の変更への即時対応

ロボットマニピュレータが製品の組み立てなどの作業を**自律的に行うためのフレームワークを構築**する。このとき問題となるのは、ロボットがインタラクションする環境やロボットが把持する対象の多種多様性である。この問題に対して、本研究ではクラウドデータベースを用い、**ロボットによる対象物の把持・操作に関する多種多様なデータを蓄積**することを考える。実際にロボットが組み立て作業を行う場合に、ロボットはクラウドデータベースにアクセスし、データをダウンロードすることにより作業に関する情報を得て作業を行うことが可能になる。

Keyword

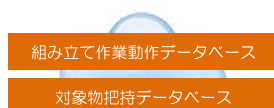
ロボット

組み立て作業

データベース

研究の概要

双腕ロボットによる組立作業の自動生成



作業動作の蓄積



データベースへのアクセス



想定されるアプリケーション

ユーザ・営業
(ブラジル)

①不具合・不満

組み立て工場 (日本)

③設計変更した部品に対応した、認識・操作計画、環境の変更

設計・デザイン (アメリカ)

②部品の設計・仕様変更

物流倉庫 (世界各国)

組み立て動作を
取得するための製品群

組み立て動作を
類推すべき製品群



クライアントや営業からの要求に基づいた仕様の変更
即時に対応可能な物流倉庫や組立工場の実現

未知の製品に対する組立作業動作を、類似した既存の製品の組み立て作業動作から類推

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

再委託先 : 国立大学法人金沢大学 (石川県金沢市)、国立大学法人大阪大学 (大阪府豊中市)

主要研究者 : 原田研介 (産業技術総合研究所、大阪大学)、辻徳生 (金沢大学)

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2016年3月～2020年2月
「作業動作自動生成システムの研究開発」

自律型ロボットによる 不定形物操作の自動化

紐、紙、布などの**不定形物**は、そのふるまいを計算機上で生成・予測することが難しい。これは、不定形物操作の自動化があまり進んでいないことの大きな要因である。本研究開発では、不定形物操作のための知識表現を始めとして、認識や動作計画の手法を新たに提案するとともに、人からの効率的な作業教示およびロボット自身による探索的行動獲得の方式を提案して、不定形物に関わる様々な作業を実現可能にする。研究のポイントは、不定形物操作に必要な**種々の機能を密に連携させて、不定形物の理解や操作能力の獲得を可能にする**ところにある。

Keyword

不定形物の認識・操作

操作手順の自動生成

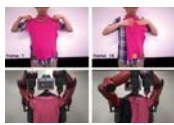
行動学習



研究の概要

研究開発の概要 4つの研究課題

- 1 知識表現：認識特徴、計算機上での不定形物の記述法
- 2 運動状態予測：操作に伴う不定形物の変形予測
- 3 動作系列生成：所望の操作を実現するためのロボットの動作
- 4 作業計画：複数回わたる変形操作の自動計画



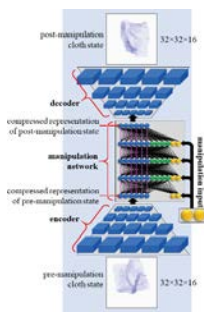
折り畳み（作業模倣）



挿入操作（重量関係認識）



輪ゴム操作（状態予測）



形状予測を伴う操作生成



想定されるアプリケーション

成果イメージ

- 所定の不定形物操作タスクに対して、適切な認識能力・状態予測能力・操作能力を自動機械に与えるための各種ソフトウェアモジュール
- 上記モジュールを適切に連携させる手順
- 上記モジュールのプログラム公開もしくはライセンス

アプリケーション：自動機械による不定形物操作の現場導入

例1：物流現場での梱包

例2：衣類量販店での商品整理

例3：ものづくり現場でのケーブル配線

委託先：国立研究開発法人産業技術総合研究所（東京都江東区）

再委託先：国立大学法人信州大学（長野県松本市）、国立大学法人奈良先端科学技術大学院大学（奈良県生駒市）

主要研究者：山崎公俊（信州大学）、松原崇充（奈良先端科学技術大学院大学）

研究開発項目② 次世代人工知能フレームワーク研究・先進中核モジュール研究開発 2015年7月～2020年2月
「不定形物操作システムの研究開発」

第3節 次世代人工知能 共通基盤技術研究開発

小目次

- 生活のサイバーフィジカル化のための確率モデリング技術 128
生活現象モデリングタスク／産業技術総合研究所
- インタビュー 産業技術総合研究所 本村 陽一 主席研究員 129
- 他者のふるまいから「関心」を読み取る 130
対人インタラクションタスクの研究開発／産業技術総合研究所（玉川大学）
- 走行車両によるセマンティック情報の収集 131
セマンティック情報に基づく自動運転システムにおける
人工知能技術の性能評価・保証に関する研究開発／産業技術総合研究所
- 自動運転が安全かつ安心な技術として
社会に受容されるための AI 基盤技術 132
データ駆動型人工知能と論理知識型人工知能の融合による
解釈可能な自動運転システムに関する研究開発／産業技術総合研究所（九州工業大学）
- 納入されたパーツを直接組み立て工程へ供給 133
人工知能を基盤とする産業用ロボットの研究開発／産業技術総合研究所

- 生命科学文献からのデータ作成を AI でアシスト 134
生命科学文献キュレーション支援技術の研究開発／産業技術総合研究所
- 複雑なタスクのプログラミングコストを模倣学習によって削減 135
人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発／産業技術総合研究所（早稲田大学）
- **インタビュー** 早稲田大学 尾形 哲也 教授 136
- 鳥瞰画像解析 138
地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化／産業技術総合研究所（名古屋大学）
- データ知識構造化支援システム 139
生活現象モデリングタスク（介護現場）／産業技術総合研究所

研究開発項目



次世代人工知能 共通基盤技術研究開発

2015年度(テーマ公募型)

次世代人工知能の共通基盤技術として、人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を保証するための方法、そのために必要となる標準的問題設定や標準的ベンチマークデータセット等が満たすべき性質と構築の方法に関する研究開発を実施する。また、それらを用いて、研究開発項目①、②の成果の評価を行う。

「次世代人工知能技術分野」の大活り化共有タスクの概要

2017年度から2019年度の研究開発フェーズでは、研究開発全体のさらなる集約と連携を深めるために、内閣府に設置された人工知能技術戦略会議－産業連携会議が策定した産業化ロードマップの重点分野である「生産性」、「健康・医療/介護」、「空間の移動」を考慮し、研究開発全体のさらなる集約と連携を深めるために、「生活現象モデリング」、「地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化」、「AIを基盤としたロボット作業」、「科学技術研究加速のためのテキスト情報統合」という、それぞれ性格の異なる4つの共有タスクを設定し、それらを中心として研究開発を進めます。

生活現象モデリング

多様な状況を含む日常生活の中で人と相互理解できる人工知能を実現するために、生活空間内で動作する人工知能・ロボットが将来必要とする、共通の生活現象の観測、モデル化、可視化、シミュレーション、制御を可能にする基盤技術を研究開発し、消費者サービス、介護、教育などの現場に適用して有効性を示します。

地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化

人工衛星、航空機、ドローン、自律走行車、自律移動ロボット、リビングラボ、定点カメラ等から得られる膨大な2次元画像データや3次元点群データ及びそれらに内在する物体や変化を認識・抽出・記述した結果を、スケールを問わず統一的に活用できる地理空間情報プラットフォームを構築するとともに、人やモノの移動のスマート化に適用して有効性を示します。

AIを基盤としたロボット作業

組み立て等の複雑な知的作業を人間と協調して実現するための人工知能基盤として、幅広い物体を認識可能な認識クラウドエンジン、自動的に動作計画を生成する行動計画・制御モジュール、人から学ぶ模倣学習モジュール等を構築し、日用品や組み立て部品のピッキング、組み立て作業、柔軟物の操作、食品の操作等に適用して有効性を示します。

科学技術研究加速のためのテキスト情報統合

科学技術研究の加速のための人工知能技術の研究開発、特に、科学技術に関する膨大な文献情報を解析・集約・可視化・モデル化・未来予測するための基盤技術を研究開発し、酵素反応等の生命科学現象、重要技術分野の予見等に適用して有効性を示します。

生活のサイバーフィジカル化のための 確率モデリング技術

AIを社会実装するためには、利用者の価値（ベネフィット向上、リスク・コスト低減）を創出しながら利用頻度を高めて、高品質なビッグデータを大量に集めるため、**AI 応用システムの開発と普及を同時に促進することが重要**となる。そこで、様々なAI 応用サービス・アプリケーションを簡単に効率良く作成できるようにするため、多様な生活現象のデジタル化（デジタルトランスフォーメーション）と、計算モデルの自動構築、ユーザー価値観推定、行動予測、需要予測、確率推論、情報推薦など、**AI 応用システムの社会実装を支援する確率モデリング技術を開発した。**

Keyword

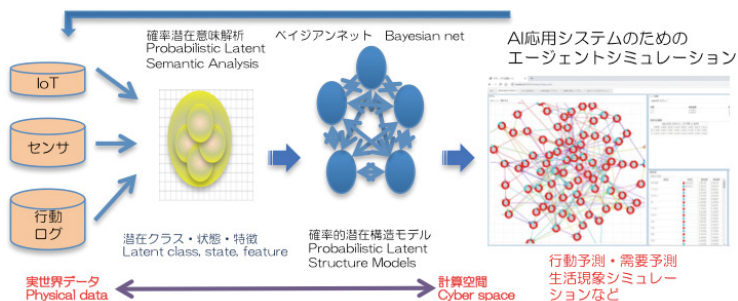
ユーザーモデリング

レコメンデーションリング

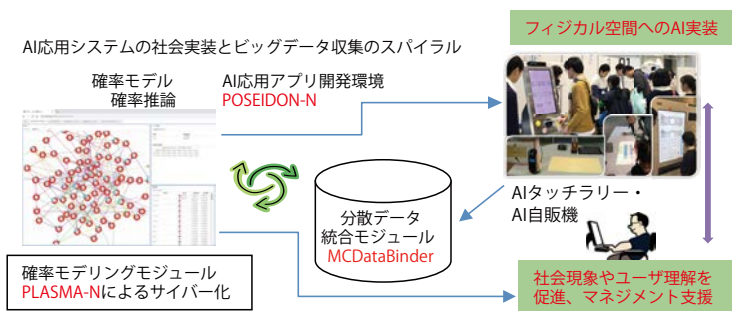
エージェントシミュレーション



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 本村陽一 (産業技術総合研究所)



本村 陽一

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
人工知能研究センター 首席研究員
確率モデリング研究チーム長、博士（工学）
東京工業大学特定教授、統計数理研究所客員教授、神戸大学客員教授兼務

略歴

1993年 通産省工技院電子技術総合研究所入所
2001年 産業技術総合研究所入所
2003年 IPA 未踏ソフトウェアスーパークリエーター認定

生活のサイバーフィジカル化のための確率モデリング技術

——この研究を始めた理由を教えてください。

私はグラフ構造を持つ確率モデルの一種「ベイジアンネットワーク」を第二次AIブームが起こった80年代から研究してきました。不確実性を含む事象を予測したり、観測結果から原因を探ることなどに活用できる技術ですが、当時はインターネットもビックデータも普及しておらず、技術はあるのに処理する元のデータがない状況だった。今の第3次AIブームになって、スマートフォンやIoT機器を元にネットを通じてようやくデータを大量に集められるようになったわけです。

——どんな分野と協業を進めているのでしょうか？

例えば、三重県では、AIを活用した児童虐待対応支援システムをテストしています。DVが起こるシチュエーションには一定の偏りがあり、ベイジアンネットワークで予測することで児童相談所で保護した子供を親元に返していいのかを判断しようとしています。相談所の職員は公務員は移動が多く、せっかく現場で学んでも知識が受け継がれないケースも多いです。また販売店における需要予測も行なっています。雨の日というと来店者が減りそうですが、実はこだわりが強い消費者が週末の天気が雨だった場合、スーパーに行く確率が上がる。それは共働きで週末晴れば遊びに行く、雨だったら車で買い出しという行動パターンなので、それに合わせてスーパー側もちょっと高い品揃えも用意しておこうという予測ができます。

同じビックデータでも、インターネット系と、実空間で収集するサイバーフィジカル系ではまったく違います。ネットは、ゲームや百科事典など世界で誰かが一度データを作ればみんながそれを参照できるユニバーサルな知識ですが、サイバー

フィジカル系はこの病院のここで医療事故が起こりやすいとか、こういう道路のこんなシチュエーションで事故が発生しやすいという検索できないけど共通の性質があるものです。人間の行動もそれ単体では意味がなく、前後のコンテキストが重要。AIを使うことで、クセのあるデータを集め、経験や暗黙知として個人に蓄積されたものを明示化できるわけです。

——AIの事業化では何が重要でしょう？

技術導入と社会実装を同時に考えることです。AIに予測させるためには、どんなデータを取りたいか、最適な結果を出せるかという前処理が重要です。課題を抱えている人たちの世界にどっぷり浸かっていかなければわからない。エンジニアではなく、コンサルタントとして困っている人にまず寄り添って、何をしたいのかきちんと聞くことが重要です。

研究というと、基礎をやって応用、そしてビジネス展開という流れを当たり前に行っていました。しかしAIの分野では、企業やユーザーのベネフィットやリスクコストがわかりやすい分野にだけデータが生まれるので、社会実装も先に考えておかないとそもそも処理させるデータが回ってこない。技術経営で言われる基礎研究を抜け出したあとの「魔の川」、開発から事業化に進む際の「死の谷」、市場にリリースしたあとの「ダーウィンの海」という3つの壁がありますが、最初から社会実装を進めないと「ダーウィンの海」で溺れ死んでしまう。だから研究と並行して産総研で人工知能技術コンソーシアムも立ち上げ、250近くあるコミュニティーで課題を抱えている人とともにAI活用を考えようというやり方を確立してきました。

他者のふるまいから「関心」を読み取る

人との相互作用は、相手の状態、特に心の状態に応じてフレキシブルに変えないと、成功しない。しかし現在のAIは、関心や集中などの人の表情に出ない心的状態の推定は苦手であり、対人サービスにおいて課題である。本研究はその解決のため、視覚的観察を通じた子どもの「関心」の推定を目指している。具体的には、子どもの3次元姿勢を計測し、さらに動作・環境と合わせて分析することで、個々の子どもの関心状態の推定とその蓄積を行う。そして、その技術を保育所や小学校などの子どもの発達を支援する場に適用し、多忙な**保育士や教員の負荷軽減、障害早期発見、学習環境の充実などの保育・教育の質の向上**を実現する方法の開発を目指している。

Keyword

心的状態の推定

関心推定

視覚的観察

子ども

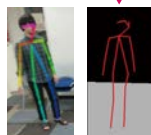
保育AI



研究の概要



保育の場をセンサで観察

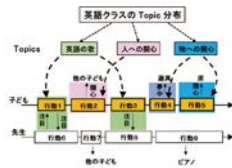


位置・姿勢を3次元的に推定

- ・ 個人の位置・向き推定
- ・ 集団活動の学習と分類
- ・ 行動の非定形度推定
- ・ いずれは動作認識も



機械学習による活動記述



Topicモデルの適用

集団中の人々の行動の観察・分析により、個々の関心・好み・得意/苦手・発達状態など、人の目に見えにくい心の状態を推定

→ 個々の特性に応じた環境整備と支援



想定されるアプリケーション

- 子ども支援:** 保育園・幼稚園・小学校で子どもの関心行動を観察し、個々の子どもの情報と映像を保育士に提供することで、保育士や教員の負担軽減、子どもの安全、保育と教育の高度化につなげる。
- 高齢者支援:** ケアハウスで高齢者の関心に関わる行動を観察し、介護士に提供することで、対象者の状態評価を効率化し、ケアの改善や働きかけの効果の定量化につなげる。
- サービスロボット:** ユーザーの関心対象を検知し、そこからユーザーの心の状態を推定し、それに合わせた会話や働きかけをすることで、対人サービスを高度化する。

センサーで人の行動を観察・分析

直接には見えない心の状態をAIが推定(関心、好み、得意/苦手、発達、老化)

サービス設計の個人適応(保育環境、介護活動、働きかけ、人の活動支援)

ロボットサービス

医療・介護

保育・教育

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所(東京都江東区)

再委託先 : 学校法人玉川学園玉川大学(東京都町田市)

主要研究者 : 大森隆司(玉川大学)

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月~2020年2月
「対人インタラクションタスクの研究開発」

走行車両による セマンティック情報の収集

特に市街地を含む複雑な環境で**自律走行可能な自動車を実現**するには、次元地図に、道路や建物等の静的な情報だけでなく、移動体や交通状況といった動的な情報を配置していくことが重要となる。ここでは測定専用の車両に限らず、今後増加が予想される**センサを搭載した走行中の車両から周囲の環境や移動体を観測し、人・環境理解を進めることを目指す**。車載センサによる環境認識と自動運転に必要なセマンティック情報の獲得に対し、人工知能技術を活用することの有効性検証や活用限界の評価を行う。また評価用のベンチマークデータの構築を進める。

Keyword

セマンティックマップ

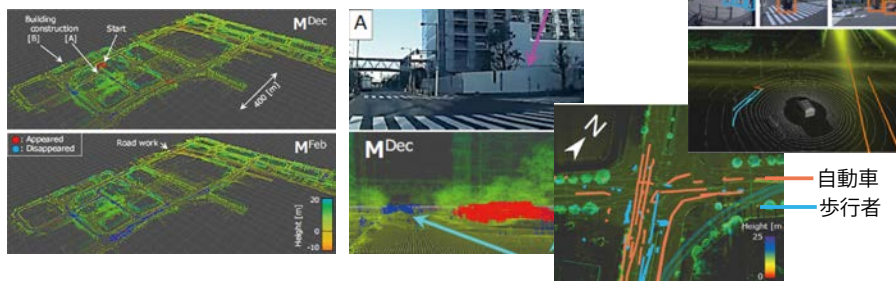
歩行者

自律移動ロボット



研究の概要

走行車両による3次元地図作成・更新



想定されるアプリケーション

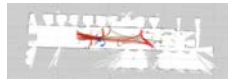
走行車両による移動体観測

移動ロボットによる情報収集と高頻度に自動更新可能な情報地図

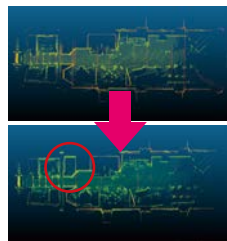
移動ロボットが構造物のみ自動更新



静止物体情報
→路上駐車多、変化検出



動体の流れ情報
→歩行者多、車両の平均速度



自律走行に必要な情報をまとめた3次元情報地図および自動メンテナンス

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 佐々木洋子 (産業技術総合研究所)

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月~2018年3月

「セマンティック情報に基づく自動運転システムにおける人工知能技術の性能評価・保証に関する研究開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

自動運転が安全かつ安心な技術として 社会に受容されるためのAI基盤技術

自動運転技術に関して、人的労力での回路設計、機械学習（データ駆動型 AI）等による分析の自動化では、人が理解・解釈できる判断の推論過程可視化やルール追記・根拠明確化への介入が難しかったが、融合 AI 技術（データ駆動型 AI × 論理知識型 AI（オントロジー等））により、人間に対して判断・推論過程を可視化できる AI を実現させることで、人間にとっての「安全・安心」が具体化した。

Keyword

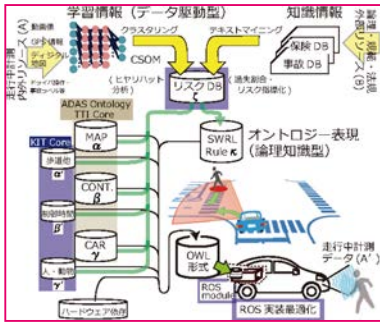
データ駆動型 AI

論理知識型 AI

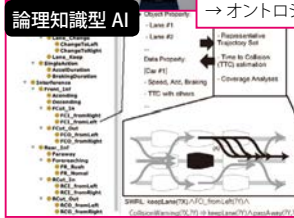
オントロジー



研究の概要



詳細パラメータは深層学習等で分析可能



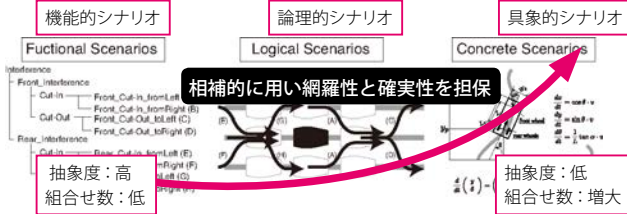
道路上で起きる出来事(シナリオ) → オントロジー・ウェブ言語(OWL)



想定されるアプリケーション

企業、業界団体と連携し、実際のニーズに応える網羅性を前提としたリスク管理システム構築や、出荷前の安全評価の指針を与えることができる。

標準化や
事業化発展へ



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人九州工業大学 (福岡県北九州市)

主要研究者 : 大屋勝敬・我妻広明 (九州工業大学)

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月~2018年3月

「データ駆動型人工知能と論理知識型人工知能の融合による解釈可能な自動運転システムに関する研究開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

納入されたパーツを 直接組み立て工程へ供給

個々の消費者の趣向に細やかに対応可能な**変種変量生産のロボット化**を目指し、その**第一歩としてセル生産システムにおける部品供給工程の自動化**を目指し、特に箱の中バラ積みされた部品の**ロボットによるピッキング技術を開発**する。バラ積みピッキングの技術を実用レベルに押し上げるために、本研究開発では**機械学習**を用い、システムの構築に必要なパラメータの値を学習により獲得する。

Keyword

セル生産

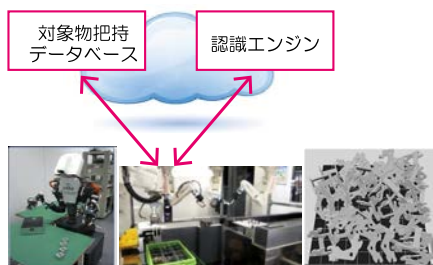
ロボット

バラ積みピッキング

機械学習



研究の概要



バラ積みピンピッキングの機械学習システム

- 物理シミュレータを併用した機械学習のフレームワーク
- ハンドの設計パラメータの獲得
- センサ情報に基づく機械学習



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

主要研究者 : 原田研介・堂前幸康 (産業技術総合研究所)

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月～2020年2月
「人工知能を基盤とする産業用ロボットの研究開発」

生命科学文献からのデータ作成を AIでアシスト

科学論文数は膨大であり、生命科学系データベース (DB) 構築におけるデータ作成 (キュレーション) の質と速さは専門知識量や英語力に依存するため、AI によってキュレータの作業を支援する必要がある。そこで、DB 構築支援技術として、これまでのテキストマイニング技術を発展させ、大規模 AI クラウド計算システム ABCI を利用し、大量のテキストデータからの最先端の深層学習技術 BERT の事前学習をもとにした文書上のイベント構造をモデル化する深層テキストマイニング技術を開発し、文献テキストデータから酵素反応や蛋白質間相互作用といった生命現象 (生命系イベント) などの情報を構造化して、適切に抽出 (イベント抽出) するシステムを開発する。

Keyword

テキストマイニング

科学文献キュレーション

イベント抽出



研究の概要

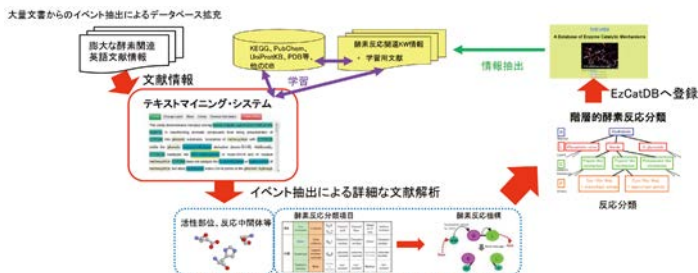


- 深層学習による高精度なイベント抽出システムの開発
- 外部知識、文・文書間の情報を利用したイベント抽出システムの開発

生命系科学文献キュレーション支援用テキストマイニング・システム



想定されるアプリケーション



大量文書からのイベント抽出による生命系データベースの拡充

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 長野希美・池田修己・三輪誠 (産業技術総合研究所)

複雑なタスクのプログラミング コストを模倣学習によって削減

人間と協働するロボットの動作教示には以下の問題がある。(1) 動作軌道の教示のみでは環境変化へ対応が困難、(2) 動作教示に多くの時間が必要。本課題では、(1) 深層学習モデルにより、動作、映像、力覚などの**順逆モデル**を**End-to-End**方式で学習し、環境適応能力の高い動作モデルを構築する。(2) **ディレクティーティングシステム**および**転移学習**を用い、人間の動作映像から模倣学習を行うシステムを構築する。本システムにより、日常タスクなどロボットを多様なタスクに導入できるようになると期待される。

Keyword

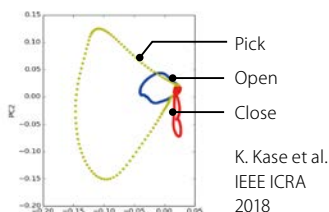
深層学習

模倣学習

日常タスク支援ロボット



研究の概要



複数動作の順逆モデルの学習（単一深層学習モデルへの埋込手法開発と内部表現の解析）

深層学習の複合モデルと学習による複数動作の統合



想定されるアプリケーション



カッティング
タスク



串刺しタスク



服の折りたたみ作業
(指示語での教示)



その他の
料理サポート

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 学校法人早稲田大学 (東京都新宿区)

主要研究者 : 尾形哲也 (産業技術総合研究所、早稲田大学)

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月~2020年2月
「人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発」



尾形 哲也

早稲田大学理工学術院基幹理工学部表現工学科教授、博士（工学）
略歴

- 1993年 早稲田大学理工学部機械工学科卒業
- 1997年 日本学術振興会特別研究員（DC2）
- 1999年 早稲田大学理工学部機械工学科助手
- 2001年 理化学研究所脳科学総合研究センター研究員
- 2005年 京都大学大学院情報学研究所助教授（2007年より准教授）
- 2012年 早稲田大学理工学術院機関理工学部表現工学科教授
- 2017年 産業技術総合研究所人工知能研究センター特定フェロー

人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発

——これまでの研究内容と研究の経緯を教えてください。

私自身は早稲田大学の機械科の出身で、世界で最初にヒト型ロボットを作った加藤一郎先生のほぼ最後の卒業生です。加藤先生は、ロボットは人間の研究であり、人間を理解するためには人間を分析したり観察したりするだけではなく、人間を部分的にでも再現して初めて本当の理解になるということを仰っていました。現在では、認知発達ロボティクスという言い方をしますが、赤ちゃんを模倣したロボットから人間を理解する研究です。ここでのロボットは、仕事は一切できないのですが、赤ちゃんがどのように物を見はじめなのか、どのような運動から複雑な運動を獲得していくのか等を研究しています。このような「身体と知能の関係」が私の中心となる研究テーマです。

2000年前後の第2次ロボットブームでは、様々なロボットが現れ、ハードウェアとして優れたパフォーマンスを見せました。例えば、ASIMOが登場したとき、世間の人が期待していたのは、明日にでもヒューマノイドが生活の手助けをしてくれるという未来図でした。しかしながらその未来図は、現在も実現していません。その大きな原因の1つが「知能」の技術不足なのです。このような背景のもと私は、先の認知発達ロボティクスの中で、神経回路（現在はディープラーニングと呼ばれます）とロボットの統合に関する研究をしました。

しかし、人工知能とロボットの研究分野の間には大きな乖離があります。ロボットは機械の専門

家が研究をしています。機械は実体であり、その対象は物理（運動方程式）です。これに対して、人工知能は、情報、特に確率統計の手法によって世界のモデルを考えます。両分野の交流は活発とは言えない状態が続いています。しかし、人工知能の研究とロボットの研究には、この両者が交わることが非常に重要なのです。

——ロボットと人工知能分野が交わるのがなぜ重要なのでしょう。

ロボットと人工知能分野が交わることで、双方の知見や技術の発展に良い影響が起これと考えているからです。ロボットハードウェアのポテンシャルを利用できる知能の部分が弱かったとお話しましたが、近年ディープラーニングの出現によって



柔軟物を折りたたむロボット



Train Data



Test Data

状況が変わってきました。今後は逆に、このような知能研究の視点からロボットハードウェアの設計を考え直すといった現象も起こると思います。典型的なものは多指ハンドです。今まではとても制御できなかったくさんの関節で作業ができるようになるかもしれません。ソフトロボティクスでは、柔らかい身体を物理方程式で解くことが困難でしたが、これにも機械学習のアプローチが使えるかもしれませんのです。このように、ロボットと人工知能分野の相互の発展につながると考えています。

ハード分野は、日本は世界トップクラスです。しかし、ハードで勝ってもソフトで負けたら結局全体としては負けになります。例えば、ガラケーはハードの性能ではスマートフォンに負けていませんでした。むしろ勝っている部分の方が多かったです。しかし、スマートフォンという「コンセプト」に負けたのです。スマートフォンの素晴らしい点は、何かに特化した機械ではないということです。ゲームや電話、電子辞書など様々なデバイスを兼ねることができ、今後、ロボットでも同様のことが起こる可能性が高いと思っています。これまでは、何かに特化した「専用機械」が主流でしたが、ソフトウェアを変えながら様々なことができる本当の意味での「ロボット」が出てくると思います。そのときの強力なツールの1つがディープラーニングであると考えています。

備える機能は、最初から1つ1つが完璧である必要はないと思っています。スマートフォンも最初はゲームや写真のクオリティは非常に悪いものでした。しかし、一旦ベースが決まれば、後からどんどん良くなっていきます。そして、その積み重ねでSNSのような今までになかったサービスも出てきます。ロボットにおいても、単一の機能を持ったツールとして作るのではなく、いかに多様な可能性を見出せるように作るのかが重要となるのではないのでしょうか。それはハードのポテンシャルでもあり、ソフトのポテンシャルでもあります。次世代のロボット・人工知能には、そのような視点が必要だと考えています。

—— ロボットと人工知能分野が交わるにはどのような活動が必要であると思われますか。

まずはお互いに興味があり、近い部分を寄せていくことだと考えています。それに成功したと感じた例が、Preferred Networksのお片付けロボッ

トです。このロボットのすごいところの1点目は、単に多様な物体を認識するとか、音声を認識するというのではなく、実際に物体をつかんで片付けという作業までを統合して実現している点です。

2点目は、これを実現するために、ロボットや人工知能の若手の博士人材数十人が、見事にチームを組んで実現した点です。画像処理や音声処理、VRの専門家やその他にも様々な分野の専門家が集まり、ロボットに片付けをさせるという共通のゴールに向かっていったのです。異分野同士が集まって、方向性をまとめることは容易ではないですが、見事にお片付けロボットを作ることに成功しています。このロボットは、ハンカチや靴下などの柔らかい材質を掴むというかなり難しい動作も実現しています。

専門性が高すぎると、全く違う分野とは組みづらいものです。若いという点で、彼らは新しい技術に対して順応できているのです。このような若手の博士人材を活用していくということは極めて重要な点であると思います。

—— 博士人材の活用においてどのような観点が必要でしょうか。

日本の企業は基本的に博士の採用に対して前向きではありません。確かに博士の研究の中には直接世の中の役に立たないものもありますが、その価値を認めることも非常に重要です。また、博士号を取るうえで身につけた、論理的思考や問題解決能力は、その研究対象を広げられるのであれば非常に強力な武器なのです。一部の国内ベンチャーなどでは、博士人材の能力を正當に評価し、それに見合う給与水準を持っています。アメリカや中国と戦う気概があるのです。今後、多くの日本企業にもそのような視点を持っていただくこと、そして大学は企業と協力しつつ優秀な博士人材を育てていくことが必要であると考えています。



人工知能によるドア開け可能なロボット
(日立製作所との共同研究)

鳥瞰画像解析

人工衛星の小型化や再利用ロケットの実用化といった技術発展により、地球を観測する衛星の数は年々増加している。こうした人工衛星群は、地球全域を捉えることのできるセンサーネットワークを形成し、人間が全体を把握するのが困難なほど膨大な量のデータを生み出している。一方で、急速に普及しつつあるドローンによって、局所的かつ詳細な鳥瞰画像の取得も身近なものとなりつつある。こうした「上空の視点」から得られた膨大な画像データから、特定の地物およびその時間変化を抽出するために、鳥瞰画像解析モジュールを開発した。

Keyword

衛星画像

航空写真

地物判読

物体認識

深層学習



研究の概要

鳥瞰画像解析モジュールは、人工衛星や航空機によって上空から取得された鳥瞰画像から①津波による流出建造物②メガソーラー③火災・工場・火山などの熱源を自動検知するための深層学習パッケージであり、以下のサイトで公開されている。

- ①津波による流出建造物 <https://github.com/gistairc/ABCDdataset>
- ②メガソーラー <https://github.com/gistairc/MUSIC4P3>
- ③熱源検知 <https://github.com/gistairc/MUSIC4HA>

上空からの鳥瞰画像は、一般画像と違って物体の側面ではなく上面を観測している。解像度も数10cm～数10mであることが多いため、その特徴量は通常の一般物体画像とは大きく異なる。また人工衛星に搭載されている多くのセンサーは、赤・緑・青の可視光だけでなく紫外線や赤外線においても観測を行っており、人間の眼では見えない「色」の情報を含んでいる。本モジュールは、こうした鳥瞰画像/人工衛星画像の特徴を適切に考慮することで、一般画像認識のアルゴリズムに比べて、より高い学習速度と認識率を実現した。



想定されるアプリケーション

陸域観測衛星 ランドサットは、40年以上の長期にわたって地球全体を観測しており、そのデータは無料で誰でも利用できる。下図は本モジュールおよびランドサット画像から作成した学習データに基づいて三種類の熱源（火災・工場・火山）を自動分類した事例。

<https://landbrowser.airc.aist.go.jp/hotarea/index.html>



熱源以外の任意の地物・イベントについても、比較的少数の教師データを準備して本モジュールで学習を行うことで、地球上のあらゆる場所をモニタリングすることが可能となる。

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人名古屋大学 (愛知県名古屋市)

主要研究者 : 中村良介 (産業技術総合研究所)

研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月～2018年3月

「地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

データ知識構造化支援システム

超高齢化社会を迎え、効率化が求められる介護現場において、様々な介護者（例えば、介護士、看護師、医師、理学療法士、作業療法士、音楽療法士、心理士、地域ボランティア、被介護者の家族らなど）の人材育成とパフォーマンス向上の工学的な支援技術がなく、経験と勤と精神力で介護しているという課題があった。

本研究開発では、**介護者の知識と経験を構造化し人工知能で支援**する技術体系を開発することにより、**介護者の人材育成効率化とパフォーマンス向上を実現**する。

Keyword 知識構造化 データ知識融合 介護者支援

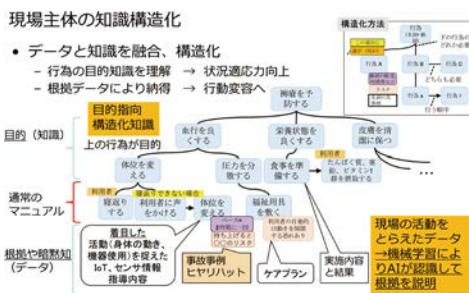
研究の概要

介護者自身が介護知識を目的指向で構造化

行為の目的を階層的に構築することで、多様な状況での応用能力向上

各行為に関するデータをリンクすることで、行為の重要性やリスクを把握、データ分析も可能となる

成果:介護行為(排泄、入浴など)約2000ノード構築、現場活用開始



想定されるアプリケーション

専門家集団が共同で構造化知識を構築

目的を語ることで、その行為を行う想いや熱意が表出！

その行為の根拠を語ることで、身に迫る体験が共有される

想いと体験の共有

→知識が得られる、意識が変わる、見方が変わる、行動が変わる



データ知識構造化支援システム v.1.0

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)
主要研究者 : 西村拓一・西村悟史 (産業技術総合研究所)
研究開発項目③ 次世代人工知能共通基盤技術研究開発 2015年7月~2018年3月
「生活現象モデリングタスク (介護現場)」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

第4節 次世代人工知能共通基盤技術 研究開発（人工知能の信頼性に関する技術開発）

小目次

- 診療データを用いて医師の意思決定をサポートする基盤の開発 …… 142
臨床現場での意思決定を支援する人工知能基盤の開発／サスマド

- 生体データを用いて発がんリスクを説明できる
“高信頼性進化的機械学習”の研究開発 …… 143
生体データを用いて発がんリスクを説明できる“高信頼性進化的機械学習”の研究開発／
横浜国立大学、東京医科大学、キュービー

- 人のように推論し相手を考えて説明する
AIの研究開発とその育児支援への応用 …… 144
脳型生成モデルによる推論・言語と正直シグナルの融合によって説明する
AIの研究開発とその育児支援への応用／大阪大学、電気通信大学

- モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化 …… 145
モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化／東京工業大学

- ヒトと協働して学習し知識を生成・蓄積する AI …… 146
学習指針をヒトと協創する半自己学習フレームワークおよび知識を創出する情報基盤に関する研究／
産業技術総合研究所、BonBon

- 視覚的説明と言語的説明の融合による説明できる AI の実現 …… 147
視覚的説明と言語的説明の融合による XAI の実現に関する研究／中部大学、情報通信研究機構

- AI の開発を支援するデバッグシステム …… 148
画像分類 AI の誤分類原因を説明する技術の研究開発／ゼンリン、大阪大学

- AI の品質評価に関する試験評価プラットフォームの開発 …… 149
機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発／産業技術総合研究所

研究開発項目



次世代人工知能共通基盤技術研究開発
(人工知能の信頼性に関する技術開発)

2019年度

次世代人工知能の共通基盤技術として、人工知能技術の有効性や信頼性を定量的に評価し、性能を保証するための方法、そのために必要となる標準的問題設定や標準的ベンチマークデータセット等が満たすべき性質と構築の方法に関する研究開発を実施する。

診療データを用いて医師の意思決定をサポートする基盤の開発

診療データは電子カルテ等様々な形で日々蓄積されている

→ 因果関係も含めてデータにより医師の意思決定をサポートしうる可能性がある
ただし、医療の現場でAIのモデリングやレポートに費やす時間はない

→ 予測からレポートまで自動的に実施できる人工知能基盤が必要

診療データはそのままでは分析に利用できない

→ クラス不均衡・データ欠測に対応できる医療データ特有の前処理システムが必要

Keyword 臨床現場 医療データ 因果推論 前処理

研究の概要

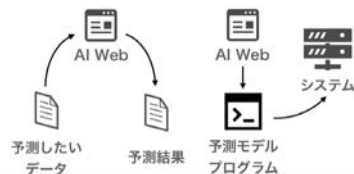
モデルに投入すべきデータを
因果探索で発見



因果の大きさを機械学習で評価



妥当性の検証は検証基盤を提供し各医療機関の専門医が自分でモデル構築・検証



想定されるアプリケーション

課題	解決手法
学習モデルにおける説明性の担保	代表機関が開発した人工知能基盤 (Awesome Intelligence) をベースに、説明性を担保する形で可視化機能を開発 ・ モデル全体の説明 重要性的可視化 ・ 個々の入力データにおける説明 因果推論を取り入れた可視化 (東京大学と共同実施)
人工知能基盤に投入する医療データの前処理	医療データに特化した前処理システムを開発 ・ 表形式データへの自動加工 ・ 欠測データの自動補完 ・ 平均値データの調整
臨床現場の意思決定に資する最適な結果提示	複数の大病院・医療機関で人工知能基盤を利用したモデルを開発・検証 ・ 東北大学 ・ 国立聖隷立大学 ・ 仙台医療センター
予測モデルにおける説明性を担保し、臨床現場での実証を実施	

医療におけるリアルワールドデータからの知識発見を高速化し、ドラッグリポジショニング等による今後の臨床開発を加速

委託先 : サスマド株式会社 (東京都中央区)

共同実施先 : 仙台医療センター (宮城県仙台市)、国立大学法人東京大学 (東京都文京区)、
国立大学法人東北大学 (宮城県仙台市)、公立大学法人名古屋市立大学 (愛知県名古屋)

主要研究者: 上野太郎 (サスマド株式会社)

研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019年7月~2020年2月

「臨床現場での意思決定を支援する人工知能基盤の開発」

生体データを用いて発がんリスクを説明できる“高信頼性進化的機械学習”の研究開発

我が国のがんの医療費増大を抑制し、高齢化社会の国民の健康寿命を延伸するためには、がんの早期診断・発症前予防が必須である。本研究開発では、深層学習などの機械学習によって得られる処理・出力を言葉で説明することができる「説明できるAI」（高信頼性進化的機械学習）を開発し、医師の知見と併せて、血液中のマイクロRNAを測定することで、将来の発がんリスクを高精度に推定するシステムを開発して社会に貢献することを目的とする。

Keyword

進化的機械学習

深層学習

マイクロRNA

発がんリスク判定



研究の概要

- 高信頼性進化的機械学習の開発：

医学的知見を知識情報源化。

NN・DNN(深層回路)を言葉で説明。

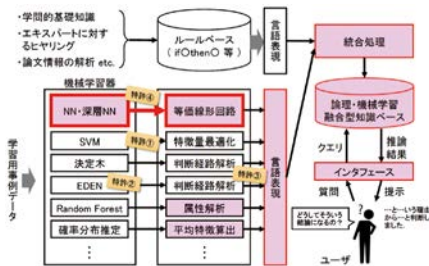
NN・DNNを 等価線形回路に変換		NN・DNNの構造	
入力変数	単純	構造・変数調整	変数調整
	複雑	構造調整	対象 NN

それぞれを言語表現して統合。

- マイクロRNAの計測と「説明できるAI」の有効性の検証：

非がん患者のマイクロRNAを計測してデータを蓄積・解析・リスク判定。

AIシステムの出力方法・内容・有効性・説明性を医学者の観点から評価。

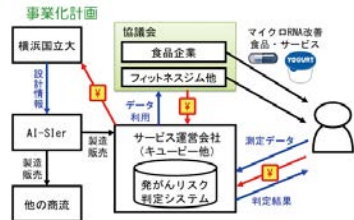


想定されるアプリケーション

- 高信頼性進化的機械学習の方法論とそのプログラム群（・特許）：多くの機械学習手法を言語化することで**機械学習の説明性を各段に向上**。
深層学習回路も言葉で説明でき、**医学以外の産業応用も可能に**。

- マイクロRNA計測データベース：
従来ほとんどなかった非がん患者を含む**大規模データを集積・利用可能に**。

- 高信頼性進化的機械学習の事業化：
発がんリスク判定システムを開発。
発がんリスクを低減させる食品を開発し国民に対する**がんリスク低減に貢献**。



委託先：国立大学法人横浜国立大学（神奈川県横浜市）、
学校法人東京医科大学（東京都新宿区）、キュービー株式会社（東京都調布市）
主要研究者：長尾智晴（横浜国立大学）
研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019年7月～2020年2月
「生体データを用いて発がんリスクを説明できる“高信頼性進化的機械学習”の研究開発」

人のように推論し相手を考えて説明する AIの研究開発とその育児支援への応用

近年の研究では、入力データのどの部分が結論に至った直接的な要因なのかを可視化することが、AIの説明性という文脈で重要とされる。しかしこれだけで、AIが説明したことになるであろうか？本研究ではAIの説明性に関して、(1)何を説明するか(説明AIコアアルゴリズム)、(2)どのように説明するか(説得AI)、(3)どこで説明するか(説明・説得AI応用)の3点を検討する。(1)では、機能的に人の脳を模した生成モデルによる推論の実現と、意思決定に対する説明の生成手法を開発する。(2)としては、正直シグナルの考え方をういた説得力のある説明の仕方に関する研究を行う。(3)では、上記技術の育児支援ロボット(特に発達支援)への応用を検討する。

Keyword

説明AI

説得AI

推論

脳型生成モデル

育児支援

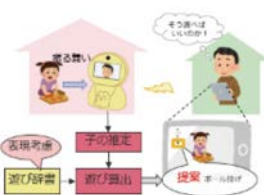


研究の概要

課題1 説明できるAIの開発



課題3 育児支援ロボットへの応用



- 遠隔育児支援ロボットの半自律化
- AIシステムが細かい判断
 - 発達の支援
- ➔ 養育者や操作者が納得する説明

課題2 説明の仕方(説得AIの開発)



想定されるアプリケーション

研究成果は遠隔保育ロボット ChiCaRo に実装
リモートシittingサービスとして事業化を目指す
まずはロボットなしでシッターの体制構築に注力しビデオチャット上での教育サービスとしてリリース

ロボットの完成後、統合してフィジカルリモートシittingを提供

(株) ChiCaRo が遠隔保育ロボットを製品化

行政の育児支援サービスの差別化を図りたい自治体を経由して各家庭へ

一部は Web サイト直販

連携企業の営業網を活用し販売

ダイバシティ推進として福利厚生充実を目指す企業

保育士負担の大きい小規模認可外保育施設



委託先 : 国立大学法人大阪大学(大阪府豊中市)、国立大学法人電気通信大学(東京都調布市)

再委託先 : 株式会社 ChiCaRo(東京都調布市)

主要研究者 : 長井隆行(大阪大学)

研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019年7月~2020年2月

「脳型生成モデルによる推論・言語と正直シグナルの融合によって説明する AIの研究開発とその育児支援への応用」

モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化

深層学習は革新的な技術であるが、何が学習されているか分からない「ブラックボックス」であるため、そのまま社会実装したならば、深層学習が予期せぬ振る舞いをしかねず、医療や交通といった命に関わる応用では、人の命を奪いかねない。深層学習モデルをモジュール化することにより、ブラックボックスである深層学習を「ホワイトボックス化」し、判断理由・根拠を示すことが可能なAIを開発する。「ホワイトボックス化AI」を医用画像診断支援システムに応用し、プロトタイプを開発、「ホワイトボックス化AI」の効果を医師による診断実験により明らかにする。

Keyword

深層学習

説明性

人工知能

診断支援

ブラックボックス



研究の概要

背景

医用画像を深層学習に学習させたところ、病気を診断する能力が専門医と同等だったといった卓越した研究成果が報告されている

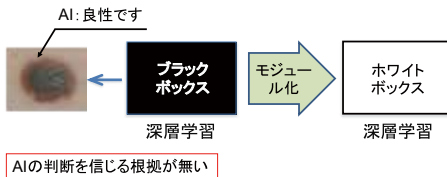
問題点

専門医による胸部レントゲン写真の読影実験において、AIが病巣を正しく検出したにもかかわらず、医師がそれを採用しない例が多く観測された



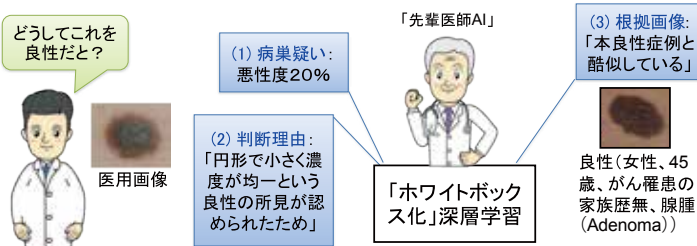
僕は良性とは思わない。

理由も根拠も無しに信じることはできない。



想定されるアプリケーション

後輩医師があたかも先輩医師と共に働いているかのように、AIの判断理由や根拠を聞き、診断や症例を効率的に学べ、診断能を向上させられる。



委託先 : 国立大学法人東京工業大学(東京都目黒区)

再委託先 : GEヘルスケアジャパン株式会社(東京都日野市)

主要研究者 : 鈴木賢治(東京工業大学)

研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019年7月~2020年2月
「モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化」

ヒトと協働して学習し知識を生成・蓄積するAI

説明できるAIの技術を、AIとヒトとの間の情報のチャンネルを豊富にするための手段として捉え、双方向のインタラクションを介して共に成長する共生的な基盤技術を確立することにより、AIによる説明可能性、少数データによる効率的な機械学習の実現を目指す。利用者（専門家）の着眼点に基づいて判断根拠を提示するAI自らが学習指針を生成可能な半自己学習フレームワークと、利用者との相互作用とを通じてドメイン知識を創出して利用者がAIから気づきを得て学ぶことのできる情報基盤を構築する。高度な専門性が要求され社会的意義や波及効果の大きい**病理診断分野**を対象ドメインとし、画像解析だけではなく、言語（病理診断報告書）も組み合わせた説明性の実現やAIへの教示方法の研究にも取り組む。

Keyword

半自己学習

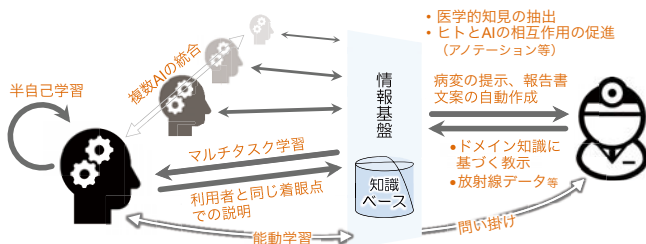
病理診断

言語生成

ユーザビリティ



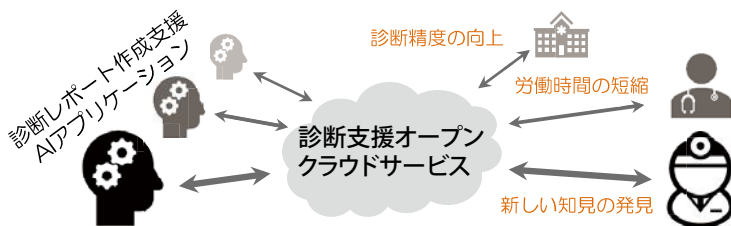
研究の概要



- 利用者へ働きかけて知識を生成・蓄積するための情報基盤
- ヒトとの相互作用を通じてAIが自らの学習指針を決定



想定されるアプリケーション



個々の医師の診断を支援するアプリケーションがクラウドサービス上で情報交換することで、知識の生成・蓄積・循環と、支援精度向上を図る

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、BonBon 株式会社 (京都府京都市)

再委託先 : 国立大学法人長崎大学 (長崎県長崎市)、国立大学法人山梨大学 (山梨県甲府市)

主要研究者 : 坂無英徳 (産業技術総合研究所)、荘子万能 (BonBon)

研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019年7月~2020年2月

「学習指針をヒトと協創する半自己学習フレームワークおよび知識を創出する情報基盤に関する研究」

視覚的説明と言語的説明の融合による説明できるAIの実現

深層学習ネットワークにおける判断根拠とモデルの構築過程が不明確となる問題を解決することを目的とし、以下の研究に取り組む

1. **アテンションマップ**による説明性の高い視覚的説明
2. **視覚的説明との融合による言語的説明手法の実現**
3. **ブロックチェーン**による学習済みモデルのトレーサビリティの担保

Keyword

視覚的説明

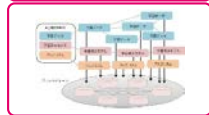
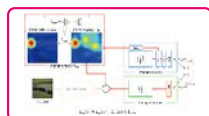
Attention Branch Network

ブロックチェーン



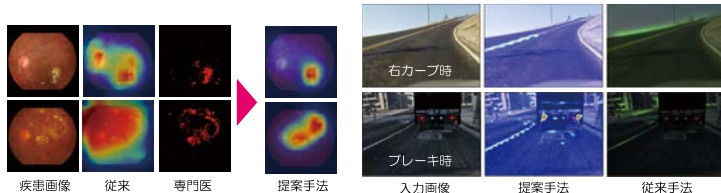
研究の概要

- ①アテンションマップによる視覚的説明手法の開発 (中部大学)
 - A. 視覚的説明の回帰タスクへの適用
 - B. 視覚的説明の深層強化学習への適用
 - C. 人の知見の導入による視覚的説明性の向上
- ②視覚的説明との融合による言語的説明手法の開発 (情報通信研究機構)
 - D. 生活支援ロボットおよび自動運転車両における危険行動説明文生成
- ③深層学習ネットワークモデルのトレーサビリティ技術の開発 (中部大学)
 - F. ブロックチェーン技術によるトレーサビリティの担保



想定されるアプリケーション

専門医の知見の導入による医療画像診断におけ 自動運転 (回帰タスク) における説明性の向上
る説明性の向上



効果：学習データが十分に確保できなく且つ専門家の知識が必要とされ、AI 適用の検証が不十分とされる製造業と医療分野における利用が大いに期待できる

委託先：学校法人中部大学 (愛知県春日井市)、国立研究開発法人情報通信研究機構 (東京都小金井市)
主要研究者：藤吉弘亘・山下隆義・平川翼 (中部大学)、杉浦孔明 (情報通信研究機構)

研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019 年 7 月～2020 年 2 月
「視覚的説明と言語的説明の融合による XAI の実現に関する研究」

AIの開発を支援するデバッグシステム

効率的な画像分類 AI のデバッグを目的とした AI の説明手法を提案する。従来、LIME などによる AI の着目領域をハイライト化する手法を用いた場合、画像 1 枚 1 枚を目視検査する必要があるため、多大な検査コストと開発者の知識外の原因は認知できないのが課題である。そこで本研究では、効率的かつ効果的なハイライト結果の分析を目指し、**着目領域ハイライトを統計処理**するための原因調査用データセットおよびデバッグフローを提案する。誤認識原因を説明することで、開発者のデバッグに役立つ情報をフィードバックし、AI の精度向上に貢献する。

Keyword

画像分類

AI のデバッグ

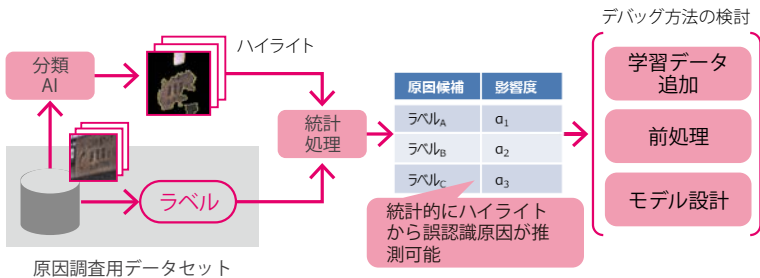
着目領域ハイライト

誤分類原因

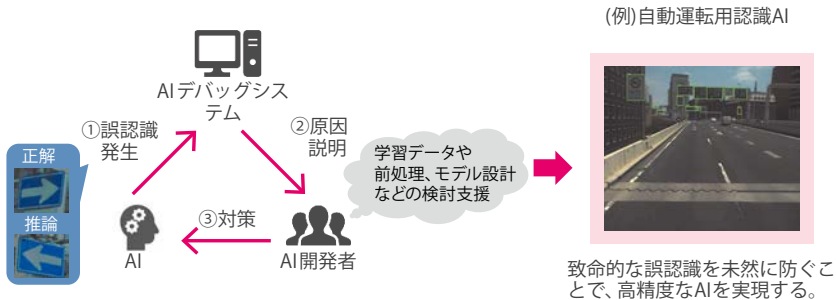


研究の概要

■提案するデバッグフロー



想定されるアプリケーション



委託先 : 株式会社ゼンリン (福岡県北九州市)、国立大学法人大阪大学 (大阪府茨木市)

主要研究者 : 金石翔吾 (ゼンリン)、原聡 (大阪大学)

AIの品質評価に関する 試験評価プラットフォームの開発

人工知能、特に統計的機械学習を利用した製品やサービスでは、その製品の利用時に必要な安全性やセキュリティ・性能などの品質が十分に担保されていることを確認できないことが、社会受容や技術普及の妨げになっている。

本研究では、**機械学習を利用した製品やサービスの品質を評価**し、その理解や説明を可能にする「**品質の見える化**」の具体的な指標や方法について、応用事例毎のリファレンスガイドとしてまとめる。さらに、その品質をシステムチックに「作り込み」「測定し」「確認する」ためのテストベッドを構築し、高品質製品を効率的かつ確実に構築する技術基盤として社会に提供する。

Keyword

品質保証

ガイドライン

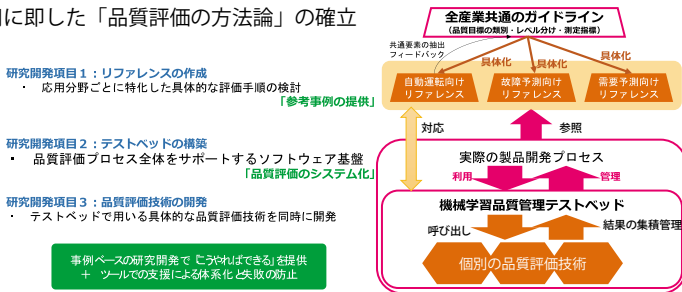
テストベッド

開発環境

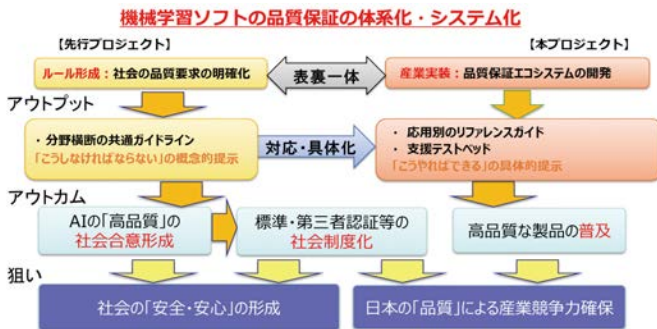


研究の概要

実際の応用に即した「品質評価の方法論」の確立



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)
 再委託先 : 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所 (東京都千代田区)
 主要研究者 : 大岩 寛 (産業技術総合研究所)
 研究開発項目③ 人工知能の信頼性に関する技術開発 2019 年 7 月～
 「機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発」

第5節 次世代人工知能技術の 社会実装に関する グローバル研究開発

小目次

- AI を実装した超音波 3D 健康状態測定装置 152
人工知能と超音波 3D 画像による筋肉・腱・軟骨等の健康状態測定装置の研究開発／CES デカルト
- 熟練者のスキルを作業動画とマスタ操作から学ぶ知能ロボット 153
熟練スキルを搭載した知能ロボットの研究開発／東京大学、産業技術総合研究所、アールテック
- 「人と機械の見える化と活用」で変種変量生産への対応力を強化 154
人・機械協働生産のための人工知能を活用した作業者モデル構築に関する研究開発／
三菱電機、産業技術総合研究所
- 熟練者の知識を組込みシステムに実装するための基盤技術開発 155
オントロジー推論のリアルタイム処理を実現する組込み技術の実現と安全・安心分野への応用／
組込みシステム技術協会
- 次世代製造バリューチェーンに向けた企業内部部門間条件調整 156
次世代製造バリューチェーン構築へ向けた人工知能の研究開発／日本電気
- AI とロボットで未来のバイオ産業を支える自動化技術 157
AI × ロボットによる高品質細胞培養の自動化とオミックスデータの大規模取得／
産業技術総合研究所、Axcelead Drug Discovery Partners
- AI と植物フェノタイピングによる新しい植物工場システム
～環境制御と育種～ 158
人工知能技術を用いた植物フェノミクスとその応用に関する先導研究／
植物工場研究会、鹿島建設、千葉大学、産業技術総合研究所
- 人手に頼った物流作業の自動化・省人化、
人との協働作業の自動化を実現 159
コンビニ等の店舗内作業を対象とした AI × ロボティクスによる
高度マテリアルハンドリング・システムの研究開発／豊田自動織機、東京大学、産業技術総合研究所
- 先進的 AI 技術でセンサデータを解析し学習モチベーションを向上 160
イノベーション・リビングラボの先導研究／東京電機大学
- 多様で高品質なデータに基づく労働環境と付加価値の設計支援 161
物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のためのサービス工学 × AI に関する研究開発／
産業技術総合研究所、筑波大学、東京大学
- センサ・アクチュエータを AI で制御して感覚・運動能力をアシスト 162
高齢者の日常的リスクを低減する AI 駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発／
産業技術総合研究所、東京大学、セイコーインスツル

- データに基づくロボット介護機器の評価や導入を促進 …………… 163
 ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発/
 産業技術総合研究所、パナソニック、キング通信工業
- 実環境で、外乱の影響を受けずに何がどこにあるかを高精度に認識 … 164
 空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発/
 東京大学、電気通信大学、産業技術総合研究所、オリンパス、デンソー、マイクロマシンセンター
- 個人の心理特性に応じて健康増進を図る行動インタラクション技術 … 165
 健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による行動インタラクション技術の研究開発/
 産業技術総合研究所、美津濃、竹中工務店、東京大学
- 高齢者等の足替わりとなる安全安心な移動手段の実現 …………… 166
 AI 活用による安全性向上を目指したスマートモビリティ技術の開発/産業技術総合研究所
- AI 技術を搭載した「落ちない/落ちても安全」なドローンの実現 …… 167
 サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発/東京大学
- AI 品質保証のプロセス・技術開発により「AI 品質の日本」を実現 …… 168
 機械学習 AI の品質保証に関する研究開発/産業技術総合研究所
- デジタルツインに「人の知的活動」を組込んだ
 デジタルトリプレット …………… 169
 生産工程の見える化・生産価値向上における AI を活用した知識構造化の研究開発/
 東京大学、三菱電機、産業技術総合研究所
- 円滑化効果が高く、コストの低い
 「軽やかな交通管制システム」の創出 …………… 170
 人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発/
 東京大学、慶應義塾、産業技術総合研究所、東北大学、千葉大学、住友電気工業、
 日本電気、日本無線、UTMS 協会
- 有効性、安全性、品質などを高次にバランス化する
 製剤処方設計 AI …………… 171
 新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発/京都大学

AIを実装した 超音波3D健康状態測定装置

筋肉・腱・軟骨等の運動器官の健康状態をフレキシブルマトリックスアレイプローブ（人体を包み込む様な形状で、超音波素子に曲率をもたせマトリックス配置している）を用いて立体的に一括で測定し、超音波 3D 画像で観察できる測定装置を研究開発する。この装置から取得される画像データ・波形データに**臨床学的見解に基づきアノテーションを付加**し、画像認識法等を用いて解析して「学習済みモデル」を完成させる。学習済みモデルを実装した**超音波 3D 健康状態測定装置**を研究開発し、新たな健康状態・未病状態の指標の構築を目指す。

Keyword

超音波 3D 画像

健康状態

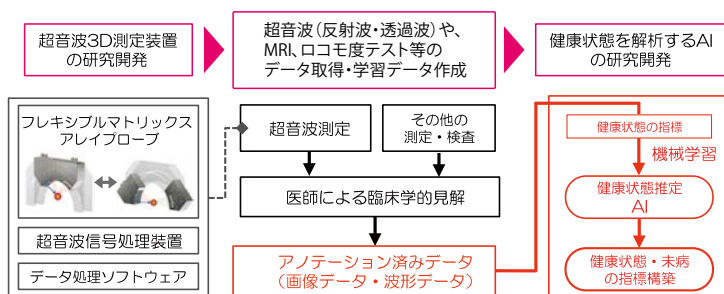
未病

指標構築

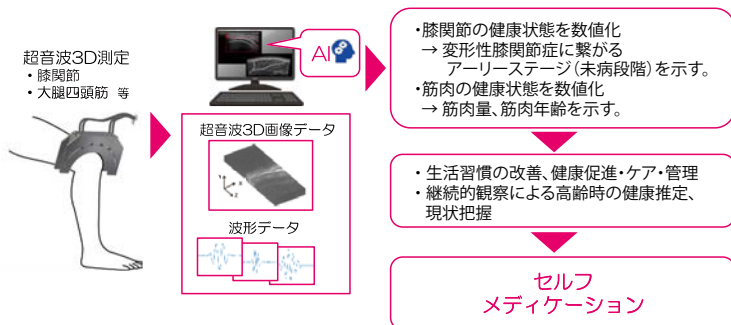
診断支援



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 株式会社 CES デカルト (東京都千代田区)

再委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

主要研究者 : 山内繁・所晃史 (CES デカルト)、村川正宏 (産業技術総合研究所)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2019年2月
「人工知能と超音波 3D 画像による筋肉・腱・軟骨等の健康状態測定装置の研究開発」

熟練者のスキルを作業動画と マスタ操作から学ぶ知能ロボット

熟練者に特徴的であり、初心者に見られない動作と判断を学習した**熟練スキル AI**と作業に必要な動作を学習した**スキル動作 AI**からなる**知能ロボット技術**を研究開発し、病理検体の切り出し作業の半自動支援に応用する。

熟練者と初心者の**作業動画**と動画への**アノテーション**、作業者がマスタロボットを操作する軌跡等を学習させ、特性のばらつきが大きな柔軟かつ不整形の対象物のハンドリングを行うロボットシステムを研究開発する。

Keyword 熟練スキル スキル動作 アノテーション 双腕ロボット

研究の概要

作業記録
映像・音声等

アノテーション記録
作業のコツ・医学知

切り出しツール
専用ツール

マスタ操作からも学習
様々な被験者で学習

データ収集・スキル AI 構築



病理診断専門医と初心者の動作・判断の違いを両者の作業映像から抽出し、アノテーション等の情報を教示データとして利用して、熟練者のスキルに関するAI（熟練スキルAI）を構築。作業現場でのデータ集積・アノテーション記録システムを研究開発。【産総研、アールテック】



AI 搭載ロボット



汎用ロボ
専用ツール
応用への展開

熟練スキルAI及び作業者がマスタロボットを操作する際の軌跡等を利用して、病理検体切り出しに必要な動作を制御するスキル動作AIを構築。片腕に刃物、片腕に検体を保持する専用ツールと汎用ロボットと組み合わせたロボットシステムを研究開発。【東京大学】

想定されるアプリケーション

病理検体処理の自動化



- 国内4,000超の病理診断医の常勤しない病院、病院から委託を受ける臨床検査ラボ
- 世界的にも病理診断医は不足
- 世界市場500億ドル・成長率6%

自動化されない不定形物を扱う作業の自動化



- 労働集約的でありながら既存のロボット技術で自動化されない不定形対象物を扱う作業の自動化
- ハーネス組立結線、屋外溶接、理化学実験等

委託先 : 国立大学法人東京大学(東京都文京区)、国立研究開発法人産業技術総合研究所(茨城県つくば市)、株式会社アールテック(静岡県浜松市)

主要研究者 : 光石衛(東京大学)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月~2019年2月
「熟練スキルを搭載した知能ロボットの研究開発」

「人と機械の見える化と活用」で 変種変量生産への対応力を強化

人・機械協働生産における共通基盤技術として、高精度な**作業者モデル**とそれを用いた**シミュレート技術**、実世界のデータを収集、**見える化**するための**オープンプラットフォーム技術**の研究開発を行う。このために、個人差も考慮した詳細な作業者モデルを実現するとともに、**人工知能 (AI)** による**行動分析**や**行動計測センサー**の**省リソース化**を図り、オープンプラットフォーム上に**ものづくりのエコシステム**を構築する。

Keyword

作業者モデル

筋骨格モデル

人工知能

見える化



研究の概要



図 1. IoT デバイスを用いた作業者計測



図 2. 身体力学的負担の推定

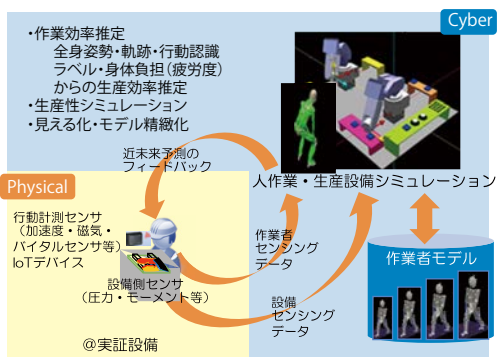
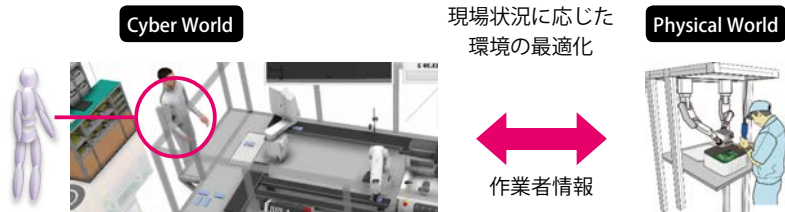


図 3. 作業者の生産性シミュレーション



想定されるアプリケーション



委託先 : 三菱電機株式会社 (東京都千代田区)、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 関真規人 (三菱電機)

熟練者の知識を組み込みシステムに 実装するための基盤技術開発

本先導研究では、安全・安心分野でのAI導入・応用を実現する知識工学技術と電子回路組み込み技術の融合AI技術を構築する。具体的には、推論内容の可読性、推論経緯・論理構成のメンテナンス性が高い**オントロジー理論・技術**による知識工学の方法論を**電子回路の組み込み**を可能にする決定表に変換する研究開発を行い、人間が容易に理解でき、**リアルタイム性を持つ推論システム**の構築を行う基盤技術を開発した。

Keyword

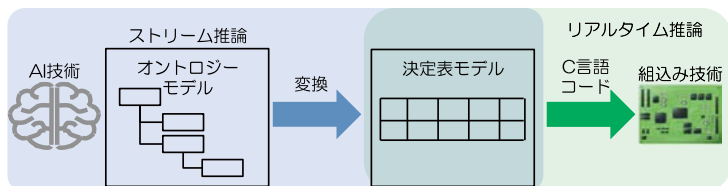
オントロジー

組み込み

リアルタイム



研究の概要



- データ型AIで人を画像認識し、知識型AIで道交法判断を行い、データ型AIと知識型AIのハイブリッド型AIを構築
- 処理速度を従来に比べ100倍以上向上させた
- 空間移動領域の成果を応用し、生産性領域、介護領域へも適用した



想定されるアプリケーション



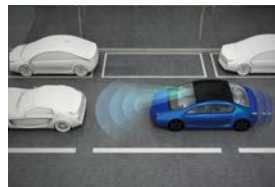
【生産性領域】

農業の熟練知識を反映した変状予測AI、熟練技能を自動化する支援AI（トマト植物工場における生産管理支援や収穫ロボット等）



【介護領域】

熟練介護士の知識を反映した異常検知やルール逸脱の分析AI、またその標準化についての支援（高齢者移動動作サポート介護ロボット等）



【空間移動領域】

熟練ドライバーの知識を反映したリスク推定AI、組み込み技術を用いたAI処理のリアルタイム性の保証（先進運転支援システム等）

委託先 : 一般社団法人組み込みシステム技術協会（東京都中央区）

再委託先 : 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立情報学研究所（東京都千代田区）、
国立大学法人九州工業大学（福岡県北九州市）、株式会社アトリエ（東京都千代田区）、
キャッツ株式会社（神奈川県横浜市）

主要研究者 : 渡辺政彦（組み込みシステム技術協会）

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2019年2月
「オントロジー推論のリアルタイム処理を実現する組み込み技術の実現と安全・安心分野への応用」

次世代製造バリューチェーンに向けた 企業内部門間条件調整

「独自のこういう設計の製品を作って欲しい」「2日後までに納品して欲しい」といった営業部門の**多様な需要、突発的な需要**に工場が対応するには、工場内の製造計画をIoT等で把握し、**製造計画を作りなおす必要がある**。現在、この再計画は**工場部門の熟練者の勘と経験**に依存している。

AIがこれを代替することで、「この価格では4日後だが、この価格ならば2日後までに可能」「この数量は無理だが、x個であれば2日後までは可能」といった**見積もり回答 / 代替提案**について**最適な条件**を提示する事ができるようになる。本研究と交渉AIを接続することで部門間条件の調整を円滑化でき、**マスカスタマイゼーション**を実現する次世代製造バリューチェーンの実現につながる。

Keyword

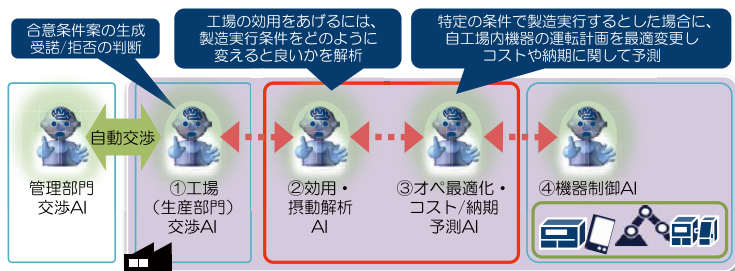
つながる工場

自動交渉

サプライチェーン



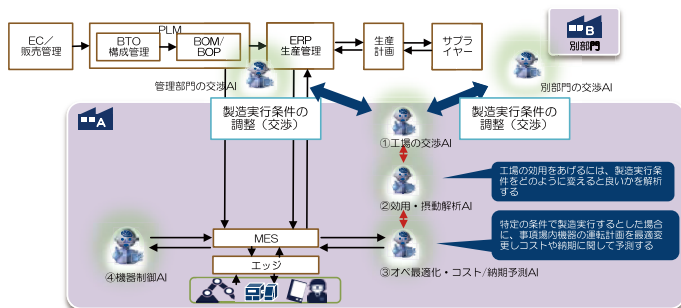
研究の概要



工場等の受注側に必要となる企業内の部門間条件調整AIを開発



想定されるアプリケーション



委託先 : 日本電気株式会社 (東京都港区)

主要研究者 : 森永聡 (日本電気)

AIとロボットで未来の バイオ産業を支える自動化技術

細胞の状態を確認する必要があるバイオ実験、あらかじめ決められた動作だけでは自動化が困難なバイオ実験を自動化する。これによって、幅広い種類のバイオ実験の精度及びスループットを劇的に向上させ、**従来のバイオ実験では解決困難な生命科学の課題を解決する**。具体的には、顕微鏡画像から細胞の培養状態を認識する新規人工知能技術と、バイオ実験自動化ロボット LabDroid を応用して、実験条件の最適化を自律的に実行する人工知能技術を研究開発する。

Keyword

バイオ実験

自動化

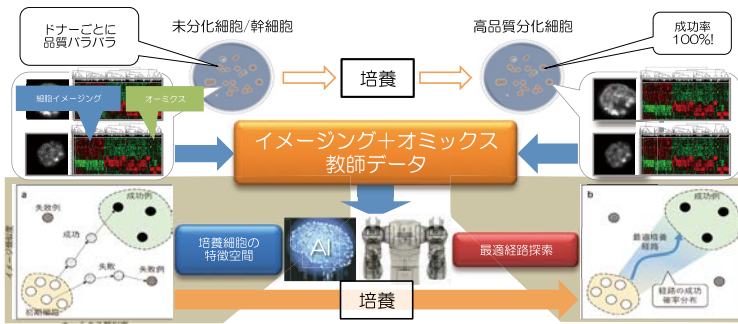
細胞培養

ロボット

顕微鏡

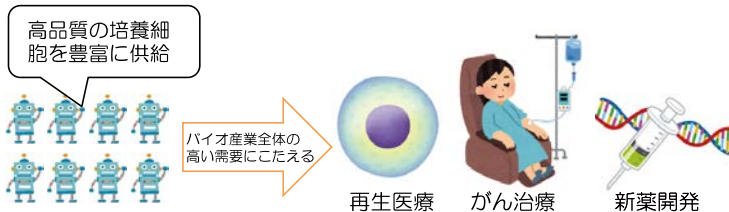


研究の概要



想定されるアプリケーション

高度化するバイオ産業全体の需要にこたえる自動化技術



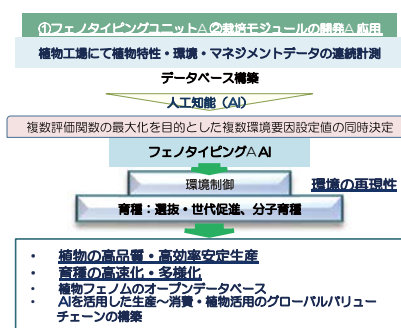
委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)、
Axcellead Drug Discovery Partners 株式会社 (神奈川県藤沢市)
再委託先 : 国立研究開発法人理化学研究所 (兵庫県神戸市)、国立大学法人東京大学 (東京都目黒区)
主要研究者 : 光山統泰 (産業技術総合研究所)
研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月~2019年2月
「AI×ロボットによる高品質細胞培養の自動化とオミックスデータの大規模取得」

AIと植物フェノタイピングによる新しい植物工場システム～環境制御と育種～

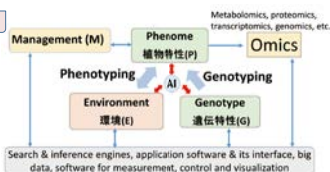
高度な環境制御が可能である植物工場をベースに人工知能技術を用いた植物フェノタイピング研究基盤を確立することを目標としている。これにより、生育状態を精密に把握し、栽培環境を最適制御することで、高品質・高付加価値植物の高効率安定生産に資する技術を確立する。将来的には、フェノタイピングユニットや栽培モジュールの実用化、品種開発の高速化・多様化、オープンデータ、人工知能を活用した生産～消費・植物活用のグローバルバリューチェーンの構築等の実現を目指す。

Keyword 植物フェノタイピング 植物工場 品種開発
オープンデータ 高効率安定生産

研究の概要

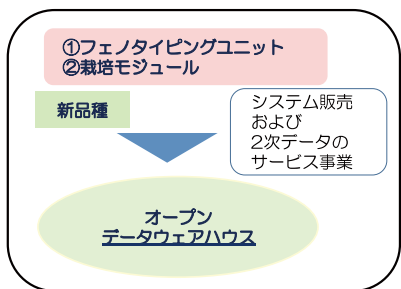


- 人工知能技術を用いた植物フェノミクスの研究
①植物フェノミクス・センシング基盤
②人工知能を用いた植物フェノタイピング解析技術
- 植物フェノタイピングを応用した栽培システムの研究
①栽培モジュール
②人工知能を用いた栽培制御



AIと植物フェノタイピングによる新しい植物工場システムの実現

想定されるアプリケーション



栽培制御に有効な情報とセンシング方法を基に、栽培制御用人工知能エンジンを備えた新しい植物工場を実現。



千葉大学（柏の葉キャンパス）
植物工場フィールド内にて研究開発

委託先：特定非営利活動法人植物工場研究会（千葉県柏市）、鹿島建設株式会社（東京都港区）、
国立大学法人千葉大学（千葉県柏市）、国立研究開発法人産業技術総合研究所（茨城県つくば市）
主要研究者：林絵理（植物工場研究会）
研究開発項目② 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2019年2月
「人工知能技術を用いた植物フェノミクスとその応用に関する先導研究」

人手に頼った物流作業の自動化・省人化、人との協働作業の自動化を実現

少子高齢化により就労人口が減少する一方、インターネット通販の拡大等に伴い、商品が多様化し、配送は小口・多頻度化することで、倉庫や宅配におけるマテリアルハンドリング作業は多くの人手を要する状況にある。この喫緊の課題への対応として、AIとロボティクスの連携により、物流倉庫や小売店舗等で多種多様な物品を扱える移動・マニピュレーション機能を備えた高度マテリアルハンドリング・システムの実用化に向けた研究を行う。

Keyword

地図生成

移動認識

物体認識・姿勢推定

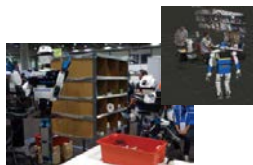
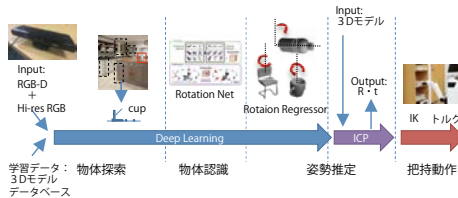
把持戦略

深層学習



研究の概要

- ・深層学習を用いた移動認識/経路計画技術
- ・把持対象物の選択/姿勢推定技術を活用した高度操作スキル



- ・セマンティックSLAMによる地図生成
- ・機械学習を利用する双腕マニピュレーション技術



想定されるアプリケーション

◆店舗内マテリアルハンドリング



◆総合EC倉庫 (Walk & Pick)



◆人協働環境のマテリアルハンドリング作業



「NEDOロボット白書2014」より引用

委託先：株式会社豊田自動織機（愛知県刈谷市）、国立大学法人東京大学（東京都文京区）、国立研究開発法人産業技術総合研究所（茨城県つくば市）

主要研究者：一条恒（豊田自動織機）、稲葉雅幸（東京大学）、谷川民生（産業技術総合研究所）

研究開発項目② 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2019年2月

「コンビニ等の店舗内作業を対象としたAI×ロボティクスによる高度マテリアルハンドリング・システムの研究開発」

先進的AI技術でセンサデータを解析し 学習モチベーションを向上

学習者の行動を**各種センサ**を用いて迅速かつ詳細に把握し、学習者のモチベーション、成績等との因果関係を科学的に明らかにすることにより、学習者、教師、学習環境へ適切なフィードバックを行うための基本技術を確立する。学習環境における環境や生体のセンサ、センサデータの表現技術、センサデータ分析のための人工知能技術を研究開発し、**若年層の学習モチベーションの向上、企業の労働生産性向上**につながる人材育成手法の確立を目指す。

Keyword

学習支援

リビングラボ

センサ

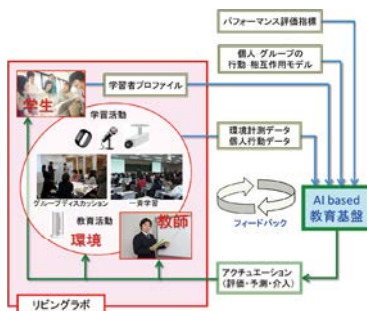
機械学習



研究の概要

グループディスカッション (GD)、ポスターセッション (PS)、クラスルーム (CR) をフィールドとして下記を実施

1. 学習・教育活動のモニタリングに必要なセンサデバイス群 (加速度、ジャイロ、映像、音声、生体信号) を用いた測定環境を構築
2. GD、PSを対象としたデータ収集、アノテーション付与を行い、BigData解析の基盤となる参照データを整備
3. GDを対象としたフォードバック実験の実施と効果の検証
4. 時系列データ統計解析手法の開発



想定されるアプリケーション

グループディスカッション



アノテーションの
省力化/半自動化

アノテーション結果



参照データの
整備/公開



センサデバイス基盤
データ収集標準プロセス



時系列分析AI基盤



NEDO/TDU-GC-Corpus

委託先 : 学校法人東京電機大学 (東京都足立区)
主要研究者 : 前田英作・武川直樹・土肥紳一 (東京電機大学)

多様で高品質なデータに基づく 労働環境と付加価値の設計支援

物流サービスプロセスの定量的な把握と、その分析結果に基づくバリューチェーンの設計支援を目的とし、物流現場の業務データとして得られる「ビッグデータ」と、詳細な人間データである「ディープデータ」を体系的に整備することで、物流サービスプロセスのモデル化に活用する「ピアデータ」の構築を目指す。本先導研究ではピアデータ構築のための計測技術、物流サービス現場の労働環境改善を通じた Quality of Working と生産性の向上と新サービスの設計を支援するシミュレーション技術・サービス設計技術を実証する。

Keyword

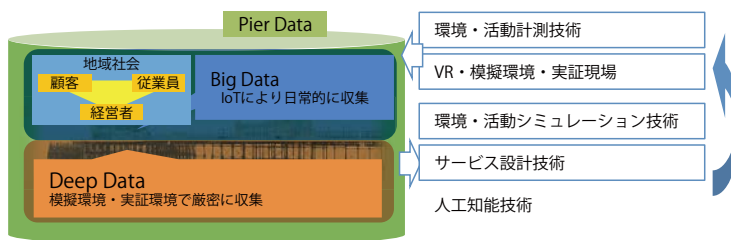
サービス工学

物流プロセス計測

シミュレーション



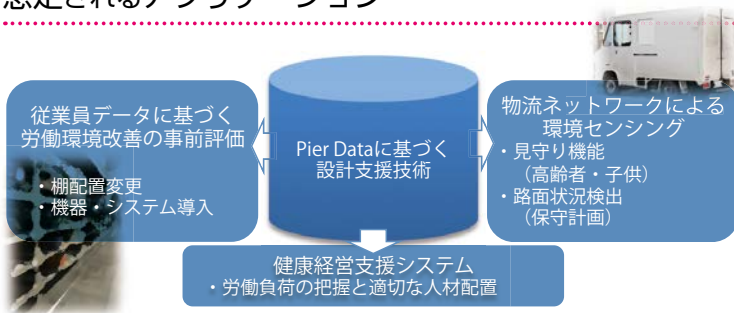
研究の概要



Pier Data構築に向けた各種のサービス工学技術・AI技術の連携と実証



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、
国立大学法人筑波大学 (茨城県つくば市)、国立大学法人東京大学 (千葉県柏市)

主要研究者 : 大隈隆史 (産業技術総合研究所)、岡田幸彦 (筑波大学)、原辰徳 (東京大学)
研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2018年3月
「物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のためのサービス工学×AIに関する研究開発」

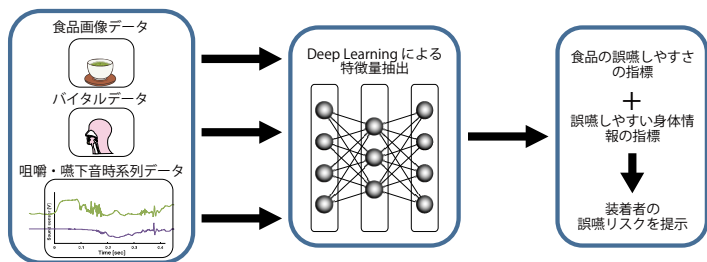
※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

センサ・アクチュエータをAIで制御して 感覚・運動能力をアシスト

誤嚥、転倒、熱中症は、肺炎、寝たきり、さらには死亡に至る高齢者に身近なリスクである。本先導研究では、このようなリスクを低減するために視覚能力を補助する**カメラ付き眼鏡**、身体情報・周囲環境センシング能力を補助する**センサ**、運動能力・皮膚感覚を補助する**アクチュエータ**をAIにより統合・制御するシステムの基本構成を研究開発する。先導研究の成果を基に、将来的にはセンサ、アクチュエータ、AIを実装した**腕時計型のアンビエントデバイス**により、高齢者の感覚・運動能力のアシストを目指す。

Keyword 誤嚥 転倒 熱中症 アンビエントデバイス

研究の概要



AI駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステム（誤嚥リスク低減）

想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、

国立大学法人東京大学 (千葉県柏市)、セイコーインスツル株式会社 (千葉県松戸市)

主要研究者 : 小林健 (産業技術総合研究所)、森田剛 (東京大学)、海法克享 (セイコーインスツル)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月~2018年3月

「高齢者の日常的リスクを低減する AI 駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

データに基づくロボット介護機器の 評価や導入を促進

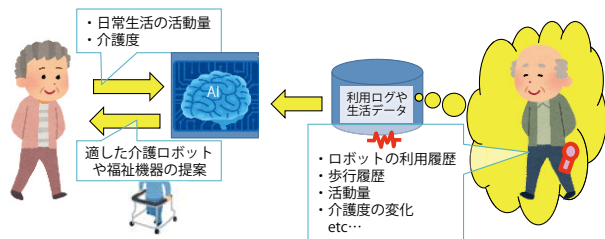
高齢者のQoL向上と介護者の負担軽減を目的としたロボット介護機器の研究開発が盛んであるが、介護現場への導入は試行錯誤の状態である。本研究では、センサや通信機能を持つIoT化されたロボット介護機器を研究開発し、高齢者の生活を支援しながら、同時に生活センシングできるようにする。計測された生活データをクラウドに蓄積し、AI技術で分析することで、データに基づく適切な「ロボットを用いた支援サービス」を設計、提供する技術を研究開発する。

Keyword ロボット介護機器 IoT 生活センシング サービス設計

研究の概要



想定されるアプリケーション



介護ロボットの導入シミュレーションを実現し、高齢者の健康維持、自立生活、介護負担軽減に有効な介護ロボット導入法の提案に活用。

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、パナソニック株式会社 (大阪府門真市)、キング通信工業株式会社 (東京都世田谷区)

再委託先 : 国立大学法人筑波大学 (茨城県つくば市)、東京有明医療大学 (東京都江東区)

主要研究者 : 松本吉央 (産業技術総合研究所)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2018年3月

「ロボットをブロープとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

実環境で、外乱の影響を受けずに 何がどこにあるかを高精度に認識

空間移動ロボットに搭載する**正確・堅牢・高速な物体認識システム**を実現するために**革新センサ**及びその信号を入力情報とする**次世代人工知能**の研究開発に取組む。

①可視から中赤外までの**同一光軸多波長画像**により、人、透明物を認識

②衝撃振動外乱下でも、**絶対座標をリアルタイムにズレなく計測**認識

成果として、可視赤外同軸画像では、従来の可視画像のみよりも認識率が大きく向上することを実証した。また、ロボットへの搭載を想定した革新センサの要素技術を検証した。

Keyword

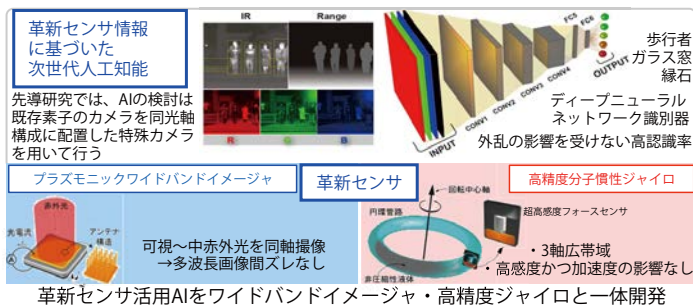
深層学習

多波長画像

高精度ジャイロ



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)、国立大学法人電気通信大学 (東京都調布市)、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、オリックス株式会社 (東京都八王子市)、株式会社デンソー (愛知県日進市)、一般財団法人マイクロマシンセンター (東京都千代田区)

主要研究者 : 下山勲 (東京大学)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月～2018年3月

「空間移動時のAI融合高精度物体認識システムの研究開発」

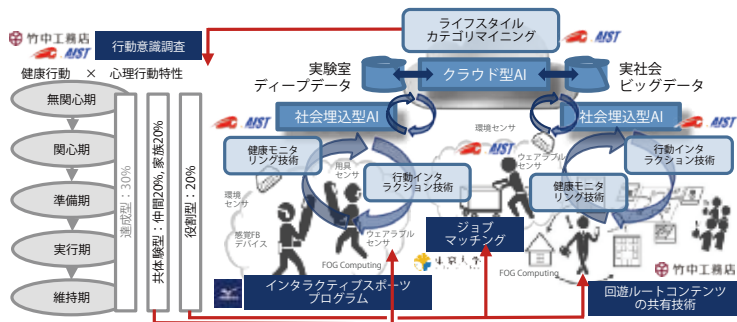
※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

個人の心理特性に応じて健康増進を図る行動インタラクション技術

健康維持増進のために、日常的に身体活動を継続できる人は3割に留まっている。本研究では、健康モニタリング技術で得られるデータを人工知能技術でモデル化し、**身体活動を継続させるための行動インタラクション技術**を開発。これにより「**個人の心理特性に応じた動機づけで身体活動を継続させ健康増進に繋げる**」システムを開発する。本研究では、**共体験を動機づけとする人**に「**チーム共感度を計測しフィードバックする技術**」に基づく**インタラクティブスポーツプログラム**を、**社会での役割を動機づけとする人**に「**適度な身体負担の仕事を紹介するジョブマッチング**」「**近隣回遊ルートを紹介・利用するコンテンツ共有サービス**」を開発し、有効性を検証する。

Keyword 健康行動 心理行動特性 AI

研究の概要



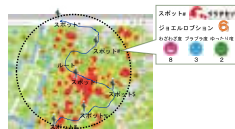
想定されるアプリケーション

参加者の笑顔の伝搬度合いから共感度を評価し、それをトレーナーにフィードバックすることでチームの共感を増強させるチームエクササイズ支援サービス



就労中の活動計測によるヘルスケア

残存身体機能をほどよく使って健康維持し、かつ社会的役割を認識できるジョブマッチングサービス



ちょっと空いた時間で近隣散歩を薦める情報提供サービス



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)、美洋濃株式会社 (大阪府大阪市)、株式会社竹中工務店 (大阪府大阪市)、国立大学法人東京大学人工物工学研究センター (千葉県柏市)、国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター (東京都目黒区)

主要研究者 : 持丸正明 (産業技術総合研究所)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月~2018年3月
「健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による行動インタラクション技術の研究開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

高齢者等の足替わりとなる安全安心な 移動手段の実現

電動車いす等の高齢者個人移動支援機器では、**操縦ミス**による事故が近年数多く報告されている。そこで本先導研究では、走行環境の複雑さ（下り段差・階段、側溝等）、歩行者共存環境での走行等、**自動車とは異なるハザードに対する安全技術**の確立を目的とする。**外界センサデータ**（画像、レンジデータ等）、ゲームエンジンで生成した多数の歩行者に対する**仮想的な回避行動データ**をAIが学習し、現在のセンサ情報処理では認識困難なハザードを**安価なカメラ**のみで認識・回避する技術を構築する。

Keyword

パーソナルモビリティ

安全技術

環境認識

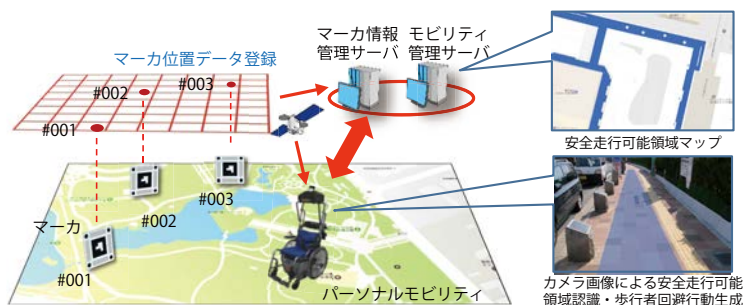
障害物回避



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)

主要研究者 : 阪野貴彦 (産業技術総合研究所)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2017年7月~2018年3月

「AI活用による安全性向上を目指したスマートモビリティ技術の開発」

※ 2018年4月から「人工知能技術適用によるスマート社会の実現」プロジェクトに移行

AI技術を搭載した「落ちない/落ちても安全」なドローンの実現

都市部での荷物配送など、第三者上空飛行を実現する次世代ドローンの目標が 2022 年に設定され、機体の信頼性のほかに**操縦者が行ってきた高度なトラブルシューティング機能の実装**が必要となる。

本プロジェクトでは、革新的ドローン AI 技術を 3 つのフェーズに分け、サイバー・フィジカル研究拠点間連携による段階的な研究開発の中で、利活用事業と連携した PoC による逐次評価を行う。

フェーズⅠ：物体認識の枠組みによる**人・車両の認識により安全を確保する「自率運航 AI 技術」**

フェーズⅡ：機器故障に起因する**異常を検知・判断する「故障診断 AI 技術」**

フェーズⅢ：機器故障時に環境認識により**無人地帯を選択して安全着陸する「緊急着陸 AI 技術」**

Keyword

小型無人機

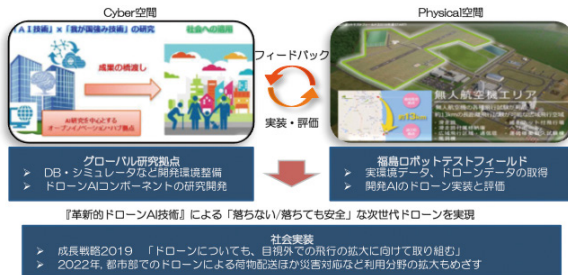
ドローン

革新的ドローン AI 技術

サイバー・フィジカル連携



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

再委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (茨城県つくば市)、株式会社イムズラボ (埼玉県ふじみ野市)、株式会社日立システムズ (東京都品川区)

主要研究者 : 土屋武司・鈴木真二 (東京大学)、神村明哉 (産業技術総合研究所)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2018年6月～「サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発」

AI品質保証のプロセス・技術開発により「AI品質の日本」を実現

統計的機械学習によるAIは、特に深層学習の急速な発展により、広範なビジネス活用への期待は高まっている。一方で、統計的機械学習ソフトウェアを利用する製品やサービスについては、AIが、①提供する機能がプログラムだけではなく、学習データにより規定される、②深層学習のブラックボックス性、などの理由により、既存のソフトウェア工学の手法を用いた品質管理が通用しない。本プロジェクトは、ソフトウェア工学と機械学習AIの融合研究により、**安全・安心で信頼できるAIの実現について、評価手法など技術開発および、品質管理の基準策定や、第三者認証などのプロセス開発**を行う。

Keyword

機械学習

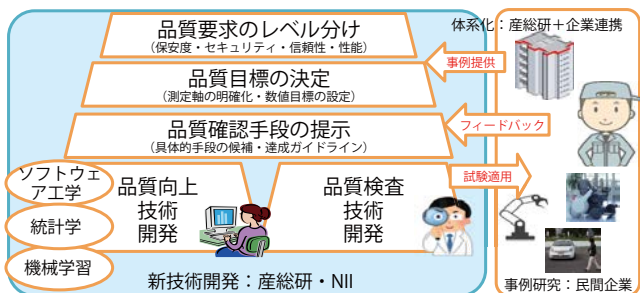
深層学習

品質管理

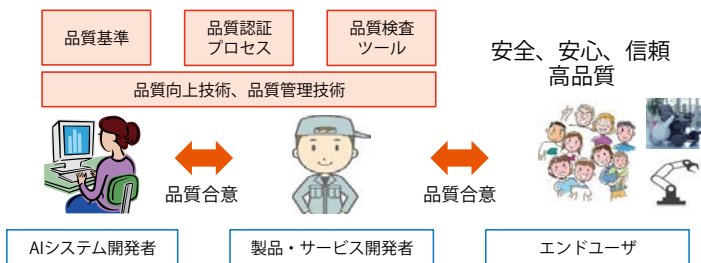
ソフトウェア工学



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 妹尾義樹 (産業技術総合研究所)

デジタルツインに「人の知的活動」を組み込んだデジタルトリプレット

ものづくりの原点である加工現場において熟練作業者の不足が進んでおり、産業競争力の低下が懸念されている。本研究では、加工現場（物理世界）とサイバー世界からなるデジタルツインに人の知的活動を加えた**デジタルトリプレット（D3）**の枠組みを研究開発する。人の課題解決・価値創造プロセスを一体的に記述するD3フレームワークに知的活動プロセスを「動態保存」し、経験不足を補う支援システムや、試作を最小限にする工程最適化支援システムなどを構築し、将来的には**人の知的活動を再利用、進化、技能伝承に活用**できる仕組みの構築を目指す。

Keyword

知的活動

課題解決プロセス

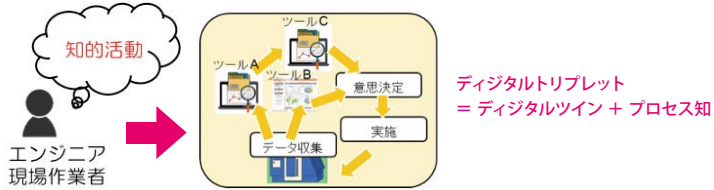
価値創造プロセス

デジタルトリプレット



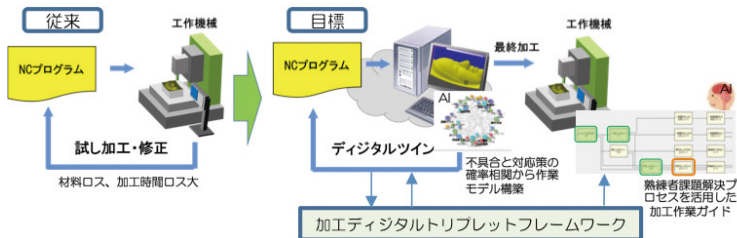
研究の概要

現場作業員・エンジニアのデータ分析、AIツール、シミュレータ、CAEなどを駆使した知的活動をD3フレームワークを用いて統合的に形式知化し、人の課題解決・価値創造のプロセスを他者が利用できるように体系化し、学習させ、支援する仕組みを構築する



想定されるアプリケーション

訓練中の現場作業員には、AIが学習した熟練作業員の課題解決プロセスを使って解決手順をガイドし、熟練作業員には、新たな課題を効率的に解決するトライ＆エラーパスを提供する



委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)、三菱電機株式会社 (兵庫県尼崎市)、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

主要研究者 : 梅田靖 (東京大学)、高橋宣行 (三菱電機)、谷川民生 (産業技術総合研究所)
研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2018年6月～
「生産工程の見える化・生産価値向上におけるAIを活用した知識構造化の研究開発」

円滑化効果が高く、コストの低い「軽やかな交通管制システム」の創出

イメージ、プローブ、V2V等のマルチモーダルデータを使用する、AI技術を活用した**自律分散信号機**の開発を行い、実装を目指す。

AI技術の活用による**画像センサー（ミリ波センサー）の高度化、プローブデータの活用、プローブデータとセンサーデータの融合**に関する技術を開発し、マルチモーダルデータの生成を円滑化する。合わせて、プローブデータ提供の円滑化を目指す。導入シナリオを作成し、シミュレーション等により効果の評価を行う。

Keyword

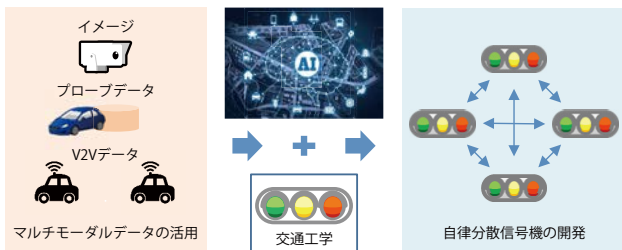
自律分散信号機

画像センサー（ミリ波センサー）

プローブデータ



研究の概要



想定されるアプリケーション

- ・ 円滑化効果が高くコストの低い「軽やかな交通管制システム」の創出
- ・ 立ち上げコストが低く新興諸国で活用しやすい交通管制システムの提供
- ・ コネクテッドカー、自動運転等の技術進化を吸収し、人（運転者、歩行者）の状況に柔軟に対応



委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都目黒区)、学校法人慶應義塾 (神奈川県横浜市)、国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都千代田区)、国立大学法人東北大学 (宮城県仙台市)、国立大学法人千葉大学 (千葉県千葉市)、住友電気工業株式会社 (大阪府大阪市)、日本電気株式会社 (東京都港区)、日本無線株式会社 (東京都中野区)、一般社団法人 UTMS 協会 (東京都新宿区)

主要研究者 : 大口敬 (東京大学)、栗原聡 (慶應義塾)

研究開発項目⑦ 次世代人工知能技術の社会実装に関するグローバル研究開発 2018年6月～「人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発」

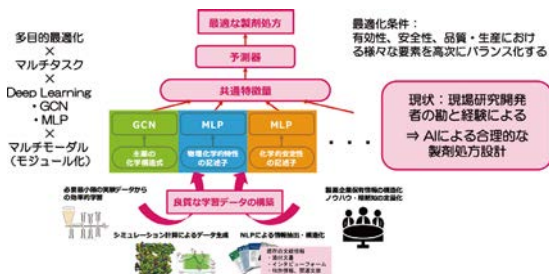
有効性、安全性、品質などを 高次にバランス化する製剤処方設計AI

医薬品化合物の処方設計は、**原薬（有効成分）の有効性、安全性、品質・生産効率を高次にバランスさせる作業**であり、従来は研究者の知識、経験知に依存してきた。本研究では、医薬品の有効性、安全性、品質・生産効率などの**多目的最適化**を行い、最適な処方予測するAIを開発するとともに、解釈可能なAIを開発することで経験知に依存してきた設計プロセスを**形式知化**する。具体的には、効率的に学習データを生成・構築する技術、マルチモーダル・マルチタスク型の機械学習アルゴリズムと能動学習フレームの開発、解釈可能なAIモデルによる暗黙知の可視化技術の開発を行うことで、**医薬品開発の加速に資する製剤処方設計AIを開発**する。

Keyword 製剤 深層学習 多目的最適化 マルチモーダル
能動学習 有効性 安全性



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先：国立大学法人京都大学（京都府京都市）

主要研究者：奥野恭史（京都大学）

第6節 次世代人工知能技術の 日米共同研究開発

小目次

- データコラボレーション解析のための AI 技術 173
データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発／筑波大学
- 鋭敏な感覚で人の組立て動作を記録・
抽象化し自律的に技能運動を生成 174
HDR 運動解析技術に基づく組立てロボットの研究開発／埼玉大学
- 判断根拠を言語化する人工知能の研究開発 175
判断根拠を言語化する人工知能の研究開発／名古屋大学
- 共感コミュニケーションによる
心通うパーソナルインタラクションの実現 176
パーソナルインタラクションに向けた共感知能技術の研究開発／大阪大学
- AI 技術によるスキル把握とスマートコーチング 177
健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する
AI スマートコーチング技術の開発／広島大学
- 人工知能技術を用いてタンパク質を設計：
診断・治療医薬の設計アシスト 178
人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発／東北大学

データコラボレーション解析のためのAI技術

AIによる解析の精度を上げるには十分な数のデータを集めることが必要です。本技術は、各企業・機関が保有するプライバシー情報などを含む元データの代わりに、元データをAI技術により変換した「中間表現データ」のみを共有する仕組みです。これにより、元データに含まれる秘匿性の高い情報の安全性を担保しつつ、多数のデータの取り扱いが可能となることでAIの解析精度の大幅な向上を実現します。

応用先としては、医療分野やものづくり分野、教育分野など多岐に渡ります。また、将来的には、様々な機関にある質の高いデータを、匿名性を維持したまま収集し、AIによる解析を行う新たなプラットフォームの確立も期待されます。

Keyword

データ解析

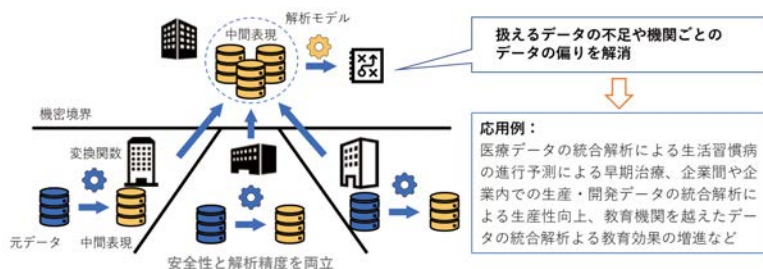
協調機械学習

コラボレーション解析

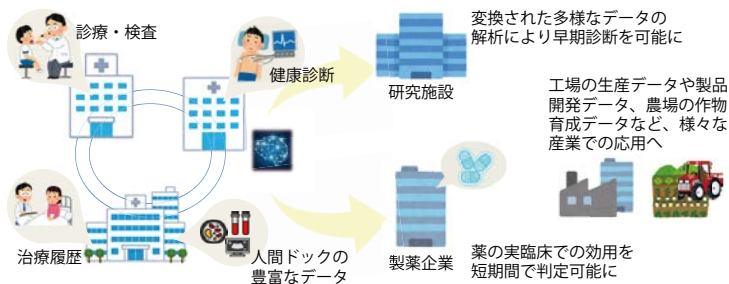
医療・健康データ



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人筑波大学 (茨城県つくば市)
主要研究者 : 櫻井鉄也・今倉暁・面和成・安東弘泰 (筑波大学)

研究開発項目③ 次世代人工知能技術の日米共同研究開発 2018 年 5 月～
「データコラボレーション解析による生産性向上を目指した次世代人工知能技術の研究開発」

鋭敏な感覚で人の組立て動作を 記録・抽象化し自律的に技能運動を生成

高次技能運動を記録・抽象化する鍵技術として105レンジを持つハイダイナミックレンジ（HDR）力覚センサを開発し、技能解析システムに実装する。HDR力覚センサにより取得された豊富な運動データをリカレントニューラルネットワーク（RNN）で解析・構造化することにより、**高次技能運動を加工・再現**する技術を確立する。本提案では**HDR力覚センサによる細かい力情報の取得と、小さな特徴量をスケラブルに統合する抽象化の技術を確立することにより、複雑な組立て動作の自動化を可能とする**。特にタスクの遂行状況を認識しながら動作生成にフィードバックすることで高次の組立てが可能となる。

Keyword

ロボット

FA

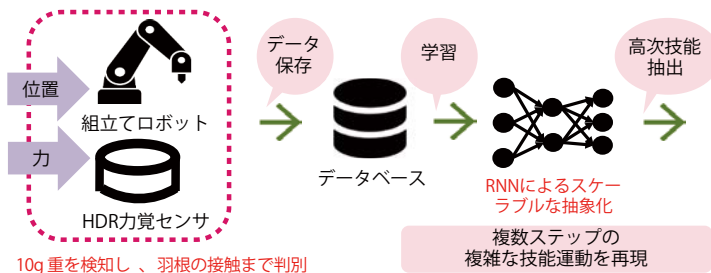
ニューラルネットワーク

組立て自動化



研究の概要

HDR力覚センサに基づく技能運動の記録とRNNによる抽象化



想定されるアプリケーション

繊細な力情報が必要な組立動作は未だ自動化困難。難しい動作でも失敗を検知して動作を再生成すれば再現性を高められる（左下図）。その特徴を活かし、家具、家電、文具や自動車の組立のうち高難易度のものを自動化



委託先 : 国立大学法人埼玉大学 (埼玉県さいたま市)
再委託先 : 株式会社ワコーテック (富山県高岡市)、株式会社興電舎 (埼玉県北本市)
主要研究者 : 辻俊明 (埼玉大学)
研究開発項目◎ 次世代人工知能技術の日米共同研究開発 2018年5月～
「HDR 運動解析技術に基づく組立てロボットの研究開発」

判断根拠を言語化する 人工知能の研究開発

自動運転分野にAIを活用するには、AIを用いるリスクを正しく評価する必要がある。AIの判断根拠が言語化できれば事前にリスク評価が可能になるため、本研究開発では**車両制御・信号処理・自然言語処理**分野で**日米のトップ専門家**がチームを組み、大規模実走映像・CAN・LIDAR・生体・視線などの情報を共有し、異なる技術をベンチマークしつつ、実証的に研究を行う。先導研究では**転移学習の活用により、高速道路の車線変更危険状況識別率 93.7% を達成し、さらに独自技術の注意機構に基づく系列情報処理技術により、人手のタグの再現率 93.2% を達成した**。本格研究向けの体制整備、米国大学と連携しつつ、自動運転サービスのリスク査定の事業化を目指す。

Keyword

運転

危険予測

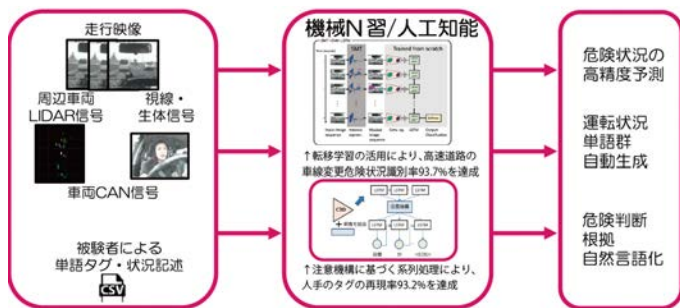
解釈可能性

自然言語

日米合同研究



研究の概要



想定されるアプリケーション

AI技術を活用した自動運転サービスのリスク査定



委託先 : 国立大学法人名古屋大学 (愛知県名古屋市)
 再委託先 : 株式会社 Human Dataware Lab. (愛知県名古屋市)
 主要研究者 : 武田一哉・武田浩一 (名古屋大学)
 研究開発項目 © 次世代人工知能技術の日米共同研究開発 2018 年 5 月～
 「判断根拠を言語化する人工知能の研究開発」

共感コミュニケーションによる心通う パーソナルインタラクションの実現

高度に発達した SNS 社会では、若年層は逆に**情報孤立**を招いている傾向がみられ、また超高齢社会では、スマートフォンをはじめとする**人工物とのコミュニケーションが困難**な場合があり、必ずしも人間との円滑なコミュニケーションができていないとも言えない。これを解くカギは、表層的なコミュニケーションではなく、より深い理解に基づく適応的人工システムの実現である。本研究では、これを**共感知能**と呼ぶ。バイオメトリクスによる人物理解とマルチモダル言語コミュニケーションを駆使して、**パーソナルインタラクション**を実現する共感知能の構築を目指す。

Keyword

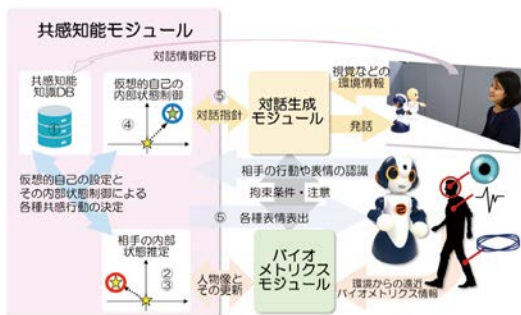
共感知能

バイオメトリクス

マルチモダル言語コミュニケーション



研究の概要



- ① UW との連携による心理学に基づく共感発達原理による共感知能知識 DB の構築
- ② バイオメトリクスからの人物像による相手の内部状態推定および更新
- ③ 対話システムからのコンテキストによる相手の内部状態の推定および更
- ④ 新仮想的自己の内部状態設定及び DB に基づく内部状態制御
- ⑤ ④ に応じた対話指針や各種表情表出などの共感行動の決定 → ② へ！ データが溜まり次第 ① の更新



想定されるアプリケーション

来客のニーズに親身に答える共感ロボットによる購買支援



学生やスタッフの悩みに答えるカウンセラーを支援する共感ロボット

委託先 : 国立大学法人大阪大学 (大阪府吹田市)

主要研究者 : 浅田稔 (大阪大学)

AI技術によるスキル把握とスマートコーチング

年を重ねても元気に日常生活を過ごせる「健康長寿を楽しむスマートソサエティ」の実現のために、① AI によるユーザーのスキル把握技術の開発、② AI によるスキルに応じたタスク難易度設定技術の開発、③ AI によるスマートコーチング技術への展開の技術開発を行う。アリゾナ州立大学の協力による技術開発を通じて、運動能力を簡易な計測で評価できるシステムを開発するとともに、運動能力に応じて難易度が自動調整されるエクササイズゲーム（エグザゲーム）に展開し、ユーザが主体性をもってリハビリやトレーニングを行うことをサポートする AI 技術の開発につなげる。

Keyword ウェアラブルセンシング 人工筋スーツ デジタルヒューマン
リハビリテーション 特殊技能 スキル評価



研究の概要

① ユーザーのスキル把握技術の開発

広島大学 産業技術総合研究所 神戸大学

② スキルに応じたタスク難易度設定技術の開発

広島大学 ASU Arizona State University

③ 負荷調整によるスマートコーチングへの展開

広島大学 産業技術総合研究所



広島大学、産業技術総合研究所、神戸大学、ダイヤ工業株式会社、株式会社システムフレンドの連携と、アリゾナ州立大学の協力による。スキル把握とスマートコーチング技術の開発



想定されるアプリケーション



簡易スキル把握とデジタルヒューマン技術による運動能力の可視化とトレーニング設計支援



人工筋スーツによる歩行・バランス能力のトレーニング支援とエグザゲームの開発

委託先 : 国立大学法人広島大学 (広島県東広島市)
再委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)、国立大学法人神戸大学 (兵庫県神戸市)、ダイヤ工業株式会社 (岡山県岡山市)、株式会社システムフレンド (広島県広島市)
主要研究者 : 栗田雄一 (広島大学)、多田充徳 (産業技術総合研究所)、寺田努 (神戸大学)
研究開発項目⑧ 次世代人工知能技術の日米共同研究開発 2018 年 5 月～
「健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する AI スマートコーチング技術の開発」

人工知能技術を用いてタンパク質を設計:診断・治療医薬の設計アシスト

様々な分野で活躍しているタンパク質は 20 種類のアミノ酸が脱水縮合したポリマーであり、アミノ酸配列が取り得る「場合の数 (配列空間)」が膨大で、労力・時間・コストをかけても目的機能をもつアミノ酸配列を見つけることが難しい。本研究では、タンパク質をベースとした分子標的薬の開発を中心に、人工知能技術を利用することによって、幅広い機能タンパク質を迅速・確実に設計できる技術を開発する。そして、生体実験までに費やす労力・時間・コストを低減させることで、機能タンパク質の利用拡大を目指す。

Keyword

分子標的薬

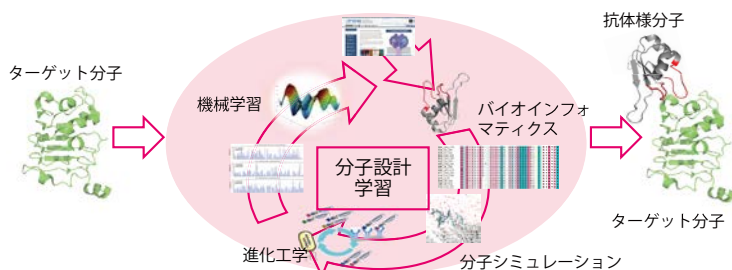
イメージング診断

タンパク質

抗体様分子



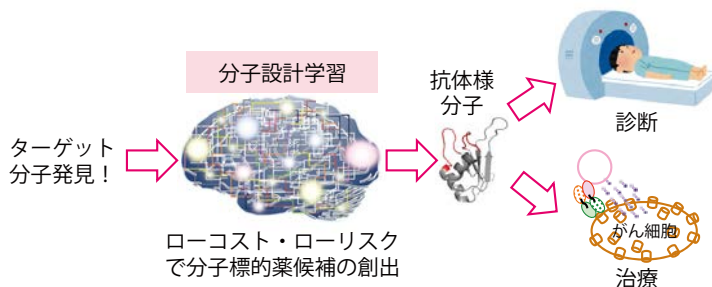
研究の概要



ターゲット分子に最適な相互作用をもつ小型タンパク質を効率的に導き出す



想定されるアプリケーション



委託先 : 国立大学法人東北大学 (宮城県仙台市)

再委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)、
国立大学法人東京大学 (千葉県柏市)

主要研究者 : 梅津光央 (東北大学)

研究開発項目 © 次世代人工知能技術の日米共同研究開発 2018 年 5 月～
「人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発」

第7節 AI コンテスト

小目次

- 多様話者・多言語に対応可能な“End-to-End 音声認識 AI”の実用化… 180
多様話者・多言語に対応可能な“End-to-End 音声認識 AI”の実用化 / Hmcomm
- 人工知能による診療科推論等の調査研究 …………… 181
人工知能による診療科推論等の調査研究 / AR アドバンステクノロジー、島津製作所
- スマホで育てる日本発個人向け人工知能…………… 182
スマホで育てる日本発個人向け人工知能 / SOINN
- 深層学習を利用した対話型インターフェースによる
非構造化データ検索の調査研究 …………… 183
深層学習を利用した対話型インターフェースによる非構造化データ検索の調査研究 / BEDORE
- 五感 AI カメラの開発 …………… 184
五感 AI カメラの開発 / アースアイズ
- 契約書関連業務における抜本的バックオフィス改革
人工知能の調査研究 …………… 185
契約書関連業務における抜本的バックオフィス改革人工知能の調査研究 / シナモン
- 食品（非定形・軟体物）を定量でピックアップする
AI アルゴリズムの研究開発 …………… 186
食品（非定形・軟体物）を定量でピックアップする AI アルゴリズムの研究開発 / DeepX
- AI による高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究 …………… 187
AI による高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究 / PuREC、名古屋大学
- 機械学習を用いた認知機能リスク因子の探索…………… 188
機械学習を用いた認知機能リスク因子の探索 / MICIN
- AI、クラウド、センサ、画像処理を活用した
ミドルウェア汎用ロボットコントローラの調査研究 …………… 189
AI、クラウド、センサ、画像処理を活用したミドルウェア汎用ロボットコントローラの調査研究 / IDEC ファクトリーソリューションズ、Rapyuta Robotics
- AI/クラウドソーシング・ハイブリッド型広域人命捜索システム …………… 190
AI/クラウドソーシング・ハイブリッド型広域人命捜索システム / ロックガレッジ
- **インタビュー** ロックガレッジ 岩倉 大輔 代表取締役…………… 191
- MI（マテリアルズ・インフォマティクス）による
材料探索に関する調査研究 …………… 192
MI（マテリアルズ・インフォマティクス）による材料探索に関する調査研究 / MI-6

多様話者・多言語に対応可能な“End-to-End音声認識AI”の実用化

近年、Deep Neural Network (DNN) の利用により、音声認識システムの精度が飛躍的に向上している。しかしながら、既存システムの多くは、「音響モデル」、「言語モデル」、「発音辞書」からなる複雑なモジュールで構成されるとともに、言語的資源・知識が不可欠なため、開発・導入コストの増大が課題となっている。本調査研究では、Convolutional Neural Network (CNN) を用いた End-to-End システムの導入によってこのような課題を克服し、認識精度を犠牲にすることなく、多様話者・多言語に対応可能な低コストな音声認識システムを実現する。

Keyword

End-to-End 音声認識

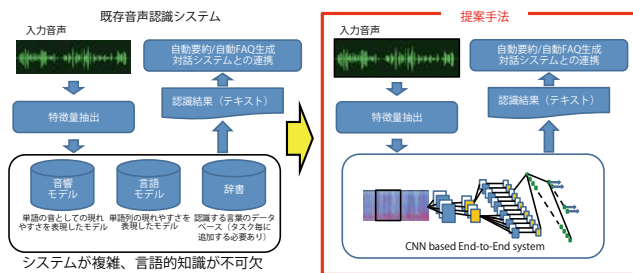
多様話者対応

言語的知識不要

日本発イノベーション



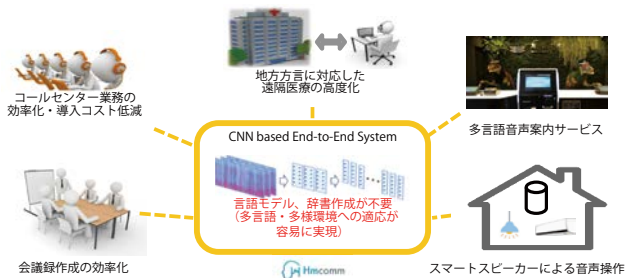
研究の概要



言語的資源・知識を不要とし、CNNによって高精度な音声認識を実現



想定されるアプリケーション



委託先 : Hmcomm 株式会社 (東京都港区)

主要研究者 : 上野修 (Hmcomm)

人工知能による 診療科推論等の調査研究

人工知能（AI）が外来患者の問診情報を対話的に取得し、その情報から推測される適切な診療科への誘導を行うことで、**待ち時間の短縮による患者負担の軽減**、外来回転数の向上及び医療事務の効率化による**病院の黒字化達成**を実現させるクラウド AI システムを研究開発する。筐体での入力だけでなく、タブレット等にも対応し、医療機関の予約システムとの連携、地域連携システムの一部としての活用を通じて、**国民医療費削減**にも寄与するシステムとする。

Keyword

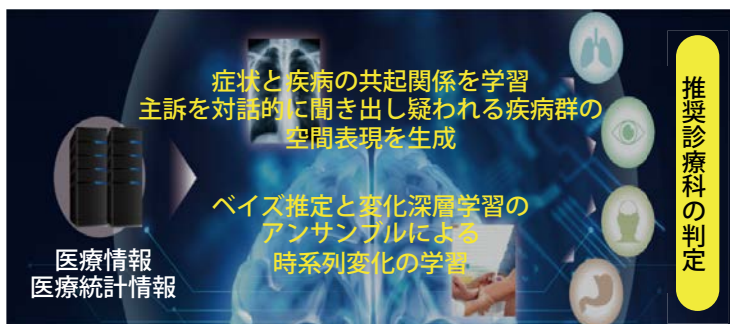
患者負担減

病院黒字化

医療費削減



研究の概要



想定されるアプリケーション



人工知能に関しては、横浜国立大学大学院と共同研究、医療情報の取扱いについては、帝京大学医学部附属病院からの指導を受けています。

委託先 : AR アドバンステクノロジー株式会社 (東京都渋谷区)、株式会社島津製作所 (京都府京都市)

主要研究者 : 岩田良之 (AR アドバンステクノロジー)

調査研究項目①②③ AI コンテスト 2017 年 8 月～2019 年 2 月

「人工知能による診療科推論等の調査研究」

スマホで育てる 日本発個人向け人工知能

既存の人工知能（AI）は、開発面でもユーザビリティ面でも高コストな技術であり、誰もが気軽に利用できるものとはなっていない。この状況に対し、「スマホ内で育てる人工知能」を実現することで、**誰もが安心・安全・気軽に**技術の恩恵を受けて**各人に適したサービス**を受けることができる社会を目指す。本調査研究では、スマホで動かす**人工知能ライブラリ**の開発並びにアプリケーション利用の実証実験を行う。

Keyword

日本発 AI

スマートフォン

エッジコンピューティング



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : SOINN 株式会社 (東京都町田市)

主要研究者 : 長谷川修・竹原大智 (SOINN)

深層学習を利用した対話型インターフェースによる非構造化データ検索の調査研究

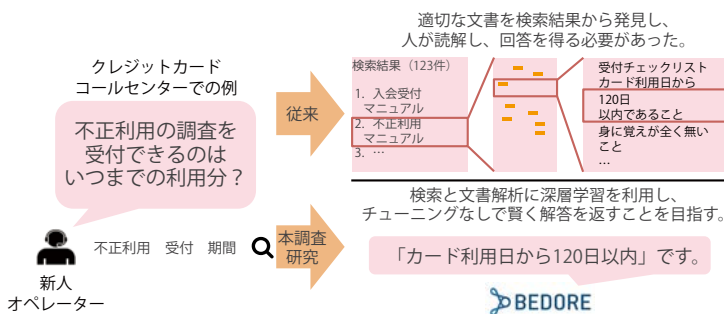
現代の知的労働者は、労働時間の多くを情報の検索に費やしている。原因の一つに多くの社内検索システムのアルゴリズムがウェブ検索などと比べ最適化されていない点が挙げられる。本調査研究では、深層学習を応用した対話的な検索システムを構築し、知的労働者の生産性の向上を目指す。

特に、言葉のゆらぎを認識し、ユーザーによるチューニングの必要を極力減らした検索エンジンを目指し研究を進めている。

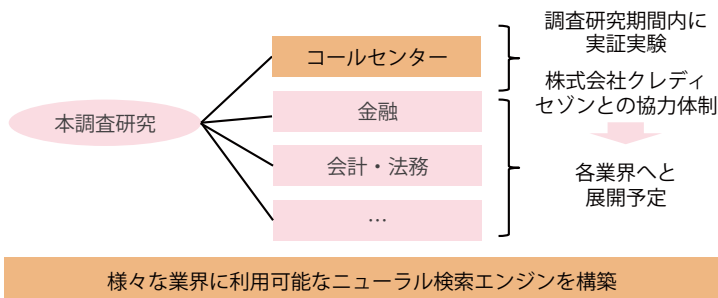
Keyword 深層学習 検索エンジン 質問応答システム



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : 株式会社 BEDORE (東京都文京区)

主要研究者 : 堅山耀太郎 (BEDORE)

調査研究項目①②③ AI コンテスト 2017 年 8 月～2019 年 2 月

「深層学習を利用した対話型インターフェースによる非構造化データ検索の調査研究」

五感AIカメラの開発

既存の監視カメラの映像に対して、学習済みのロジックを用いて不審行動を検知し、モバイルアプリケーションに不審者の画像をリアルタイム通知することで、お声掛け又は店内巡回を実施する。

本事業では、主に小売店舗における**不審行動（万引き）**検知の精度を上げるため「従業員」「一般顧客」「万引き犯」についての行動把握を行う。加えて、適用分野の拡大に向け、他業界（介護業界や工場など）における不審行動の検出や人流分析などの用途での展開も行う。

Keyword

防犯

人工知能(AI)

安全

見守り



研究の概要

誤検知対象	検知してしまう理由	現状の解決策と課題
店員	<p>店員と不審者の動きに共通点が多い</p> <ul style="list-style-type: none"> 店員の動き → 不審者の動き 商品を棚に出す → 商品を棚から取る 店舗巡回 → 人がいなくなるまでの入ろうとする 周辺確認 → 周辺確認のときよろよろ 	<p>現状の解決策</p> <ul style="list-style-type: none"> 店員の動きを認識し、検知の確信を半自動でチェーンアップ 課題 ● 大規模導入になった際に、全店舗ですべてモニタが必要となり時間と人手が足りなくなってしま
鏡像やボスター	<p>映像は2次元のため人と写真の区別がつきにくい</p> <ul style="list-style-type: none"> 人物 鏡像 ボスター <p>全てを人物として認識してしまう</p>	<p>現状の解決策</p> <ul style="list-style-type: none"> 鏡やボスターが貼ってある場所を検知対象範囲外にして半自動設定 課題 ● レイアウト変更などのたびに対応が必要(頻度は多くないが手間)

映像解析による不審行動検知のポイント



小売業・店舗における不審行動検知のイメージ図



想定されるアプリケーション

不審行動検知



店員のスマホに通知



お声掛け

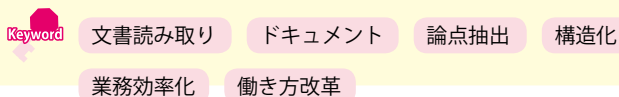


委託先 : アースアイズ株式会社 (東京都港区)

主要研究者 : 山内三郎 (アースアイズ)

契約書関連業務における抜本的バック オフィス改革人工知能の調査研究

各企業では、日々大量のドキュメントを取り扱っているが、そのドキュメントの多くは非構造化データである。それらの分析やデータ取込のための構造化に手作業で多大な労力をかけて実施しているのが現状であり、生産性向上を妨げる大きな問題である。この問題を解決するために本調査研究では、「人間のように入文書を読み取る人工知能文書読み取りエンジンを活用して、事務業務の抜本的改革を目指す」人工知能の研究開発を行う。テーマの実現にあたっては、大手金融機関様を協力者として、英文契約書と抽出論点の提供、業務改善を目指した実証研究にご協力いただく。



研究の概要



様々な文書をAIが理解し、データベースに取り込めるようにすることで、ホワイトカラーの業務効率を改善



想定されるアプリケーション

重要論点を学習させることにより、
文章中から自動で重要論点を抽出することが可能

--	--

左：入力データとなる契約書
右：契約書から抽出した重要論点

抽出された重要論点が表形式で出力

委託先：株式会社シナモン (東京都港区)
主要研究者：平野未来 (シナモン)

食品(非定形・軟体物)を定量でピックアップするAIアルゴリズムの研究開発

従来は難しいとされあまり進んでいなかった、食品加工の現場の自動化による**生産性向上**によって、働き手不足の問題の解決を目指す。先端人工知能技術を活用しバットに盛られた“非定型”で“柔らかく”“粘性のある”大量の食品の山から“指定量”を**ロボット**で**ピッキング**し、弁当等の容器に移すアルゴリズムの研究開発を行う。計量・自動化機器のメーカーである株式会社イシダと協力し、さまざまな食品加工現場への応用を念頭に置きつつ、まずはパスタを題材に定量ピッキングに向けた先端人工知能技術の応用法・アルゴリズムの研究開発を行っている。

Keyword

ディープラーニング

生産性向上

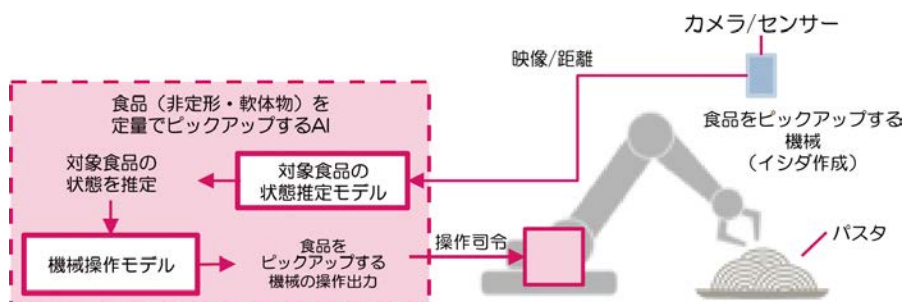
食品

定量ピッキング

ロボット



研究の概要



想定されるアプリケーション



機械化・自動化



- 非定型で柔らかく粘性のある大量の食品の山から、食品をピッキングして指定量を盛り付けるロボット。
- パスタだけでなく、ひじきやキャベツ等、盛り付ける量が決まっている幅広い食品に対して、適用可能。
- 主に、食品加工工場にて、幅広い食材の盛り付け作業を自動化。

委託先 : 株式会社 DeepX (東京都文京区)

主要研究者 : 那須野薫 (DeepX)

AIによる高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究

再生医療研究の発展により、従来の医薬品では治らなかった病気を細胞により治療しようとする試みが成功しつつあるが、患者様の細胞を生かしたまま大量に作る細胞製造の技術が不足している。特に、高品質で安全な細胞を安定して作るためには、現在膨大なコストと手間がかかってしまい、細胞治療は極めて高いものとなっている。

本研究では、高品質な幹細胞を作り出す技術（PuREC 株式会社）と細胞画像から非破壊的に細胞品質を評価する技術（名古屋大学）を融合し、最新のAI（人工知能）技術を導入することで、人間に頼らない高度な品質診断と効率的な細胞製造支援システムを開発することを目指す。

Keyword

再生医療

細胞製造

幹細胞

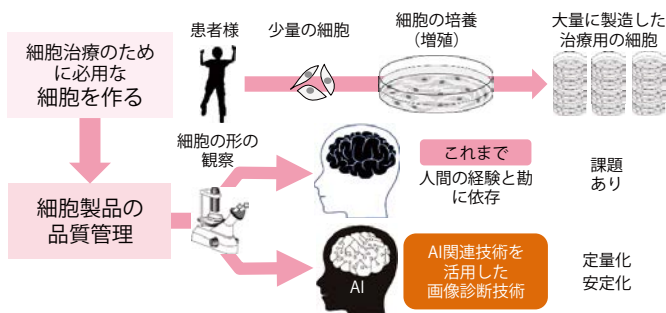
細胞画像

品質診断

細胞製造支援システム



研究の概要



想定されるアプリケーション



委託先 : PuREC 株式会社 (鳥根県出雲市)、国立大学法人名古屋大学 (愛知県名古屋市)

主要研究者 : 松崎有未 (PuREC)、加藤竜司 (名古屋大学)

調査研究項目①②③ AI コンテスト 2018 年 8 月～2020 年 2 月
「AIによる高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究」

機械学習を用いた 認知機能リスク因子の探索

認知症は一度発症すると根治が難しく、またアルツハイマー型に至っては予防も難しい。一方で、認知症全体の20%を占める脳血管性認知症は予防可能であるが、症状が軽いため早期発見が難しい。本研究では、**脳血管性認知症の早期発見を目的として、定期的**に受診する健康診断で得られる**MRI 画像や検査値を用いた機械学習により、認知機能のリスク因子を探索**する。本研究の成果を基に、将来的には健康診断による「**認知症予備軍**」を**早期発見する医療機器を開発**し、国内の健康診断で普及させ、ゆくゆくは高齢化傾向にある諸外国への水平展開を目指す。

Keyword

認知症

軽度認知機能障害

MRI

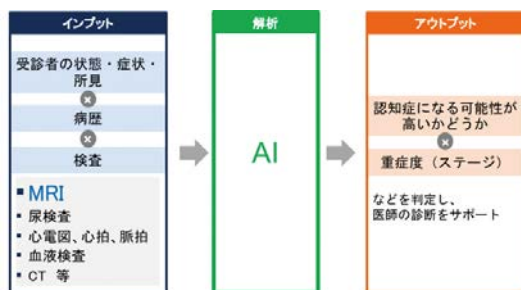
健康診断

機械学習



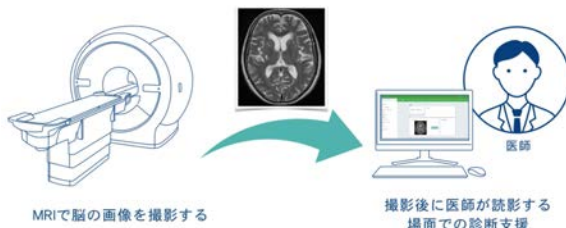
研究の概要

画像と検査値を組み合わせたデータを用いて、認知機能のリスク因子を探索する



想定されるアプリケーション

健康診断での「認知症予備軍」の早期発見



委託先 : 株式会社 MICIN

主要研究者 : 原聖吾 (MICIN)

AI、クラウド、センサ、画像処理を活用したミドルウェア汎用ロボットコントローラの調査研究

労働力不足の解決・対策としてのロボット活用は、安全面や運用の難しさのため、導入が進んでいない。本調査研究では、クラウド型の汎用ロボットコントローラの開発を行い、分散型 AI エンジンで複数異種の機器の協調をより容易・臨機応変にし、Safety2.0 準拠の安全機能を実装する

Keyword

Safety2.0

労働生産性

多品種変量生産

AI

クラウド

センサ

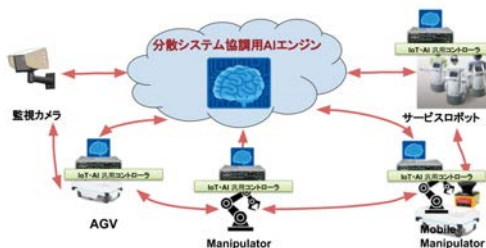
画像処理

汎用ロボットコントローラ

ミドルウェア



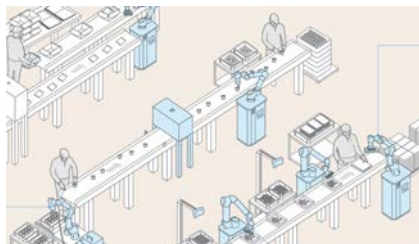
研究の概要



想定されるアプリケーション

「人・ロボットが協調する生産」が新しいものづくりの形であると考えています。人とロボットの巧みな分業で、多品種変量生産に柔軟・迅速に対応、日本の匠の技術とロボットの特性を活かした生産性の高い生産ラインの構築が期待できます。

人とロボットが協調する工場



委託先 : IDEC ファクトリーソリューションズ株式会社 (愛知県一宮市)、Rapyuta Robotics 株式会社 (東京都中央区)
主要研究者 : 坂井圭亮 (IDEC ファクトリーソリューションズ)、Hendrick Skubch (Rapyuta Robotics)

調査研究項目①②③ AI コンテスト 2018 年 8 月～2020 年 2 月

「AI、クラウド、センサ、画像処理を活用したミドルウェア汎用ロボットコントローラの調査研究」

AI/クラウドソーシング・ ハイブリッド型広域人命搜索システム

現状のドローンによる山岳遭難者の搜索は、飛行制御や人の抽出が自動化されておらず、広域の搜索に対応できないという課題がある。

そこで本プロジェクトでは、広域の搜索範囲に対して複数機を自動飛行させ、AIを活用してリアルタイムに人抽出作業を行うシステムを開発する。

クラウドソーシングを併用して抽出精度を補完し、またそのデータをAIの教師データとして活用することで、AI精度を継続的に向上させ、最終的にはAIのみで人と同等の精度を目指す。

Keyword

AI

ドローン

遭難

災害

搜索

広範囲

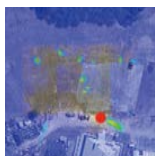
クラウドソーシング



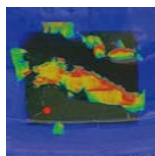
研究の概要



スイッチポンフライト機能



検出機能



カテゴリ化機能



広大な搜索範囲を複数のドローンで自動搜索

AIが大量のデータから遭難者を見つけ、リアルタイムで地図上に表示

グループ間にライブ配信し、AIの見落としを補完



想定されるアプリケーション



防災用経時変化観察
(平時利用)



遭難者搜索
(有事利用)

その他アプリケーション

- 人
 - ・徘徊老人搜索
 - ・密漁者のパトロール
 - ・進入禁止区域の巡回
- 動物
 - ・鹿、イノシシ、サルなどの害獣調査
 - ・サメなど
 - ・海鳥（漁場探査）
 - ・カラスやカワウなどの鳥類
- もの
 - ・漂着ごみの調査
 - ・不法投棄物調査
 - ・赤潮探査
 - ・植生調査
 - ・車、資材調査

委託先 : 株式会社ロックガレージ (茨城県古河市)

主要研究者 : 岩倉大輔 (ロックガレージ)



岩倉 大輔

株式会社ロックガレッジ 代表取締役、博士（工学）

略歴

2010年 千葉大学大学院 工学研究科 修士（制御工学）

2013年 千葉大学大学院 工学研究科 博士（工学）修了

2013~2014年 千葉大学工学部特任助教

2014~2016年 株式会社自律制御システム研究所 取締役

2014~2016年 千葉大学本部 特任研究員

2016~2017年 株式会社自律制御システム研究所執行役員チーフ・アーキテクト兼バイスプレジデント

2018年 株式会社ロックガレッジ設立 代表取締役

AI / クラウドソーシング・ハイブリッド型広域人命搜索システム

——この研究を始めた理由を教えてください。

時系列でいうと、ロボット制御が専門の千葉大学・野波研究室に所属したのが最初です。当時、油圧多脚ロボットやロボットアーム、磁気浮上フライホイール、大型のラジコンヘリなどに研究グループに分かれていた中、自分は手乗りサイズの飛行ロボットに興味を持って専攻にしました。在学中はドローンブーム前で、日本でも飛行に関する研究をやっているところはほんのわずかな時代でした。

それがスマートフォンの普及で部材の量産効果が生まれて、三軸ジャイロやCPU、GPSなどの要素部品で高品質なものが安価に手に入る状況になり、ドローンブームがやってきた。そして自分が研究していたドローンの自律制御システムを元に2013年、野波教授が株式会社自律制御システム研究所（ACSL）を創業し、そこで技術統括を務めて完全オリジナルの機体を開発していました。

ACSLを2017年に退職した後は、やることをゼロベースで考えた末、新しいことに挑戦したいという気持ちがあってAIを学び始めました。そしてちょうど長野県の伊那市での開催を告知していたドローンを飛ばして高原にいるダミーのシカを探る「鹿検知コンペティション」への参加を決め、寝る間も惜しんでシステムを2カ月間で作って持っていきました。そのドローンから無線で取得した画像データをサーバーに送り、AIで画像解析してマッピングするという技術が今の基礎となっています。

また、ニュースで山の遭難事件が報じられるのを見聞きして、ここに自分の技術を持っていけたら助かる可能性が上がるのではという思いを抱いており、2019年に立ち上げた弊社で事業化を進めています。

——優位点はどこでしょう？

似たような技術と比較すると、リアルタイムで結果を出せるのが強みです。通常、ドローンを何度も回遊させて撮った画像をクラウドにアップロードし、その後一枚絵に組み合わせるからAIで対象を特定するという流れになるのですが、弊社では、ドローンの飛行ボタンをポンと押すだけで、データを随時サーバーに送信し、飛びながら解析して戻って来る頃には終わっているという一気通貫のシステムを目指しています。

——事業化で大変なことは何でしょう？

お金を払ってでも解決したい課題を抱えた顧客を見つけることです。技術と同時に、市場も開発していかなければいけない。例えば現在、栃木県矢板市のIoT推進ラボと一緒に、山奥の開花状況や滝が流れているかどうかをドローンで確かめる事業を進めています。観光客からの問い合わせに答えるためのもので、今は現地に人を派遣して調べているので、その日の状況が正確にわからないこともある。一方で山中にカメラを置くと見た目も損なうし、メンテナンスコストもバカにならない。山中の観光資源を調べたいニーズは全国にあり、ドローンでやるのが一番合理的です。

ビジネス向けでは、新規事業の鍵となるシーズレベルだと逆に仕事を増やす結果になってしまうこともあり、今すぐ目の前の業務を改善できるかどうかが鍵になる。とはいえ新しい分野なのでトライ＆エラーによるブラッシュアップも必要なため、まず必要最低限のものを作って使ってもらい、そこからお金を払ってでも改善していくという流れを生み出すのが重要だと思います。

MI(マテリアルズ・インフォマティクス)による材料探索に関する調査研究

マテリアルズ・インフォマティクス (MI) は膨大な材料探索空間の中から、情報科学的手法を用いて所望の物性を持つ材料を探索する手法である。このMI活用事例の1つに新規材料開発がある。今回注目した技術は深層学習と計算化学を組み合わせた分子の自動生成技術である。研究開始当時の手法のままでは多くの候補化合物が提案されるものの、合成不可化合物が多数提案されるため評価負担が大きいという課題があった。そこで本研究ではベテラン化学者の評価知見をモデル化し、合成可能性が高い化合物を優先的に提案できるよう、研究開発を行う。

Keyword

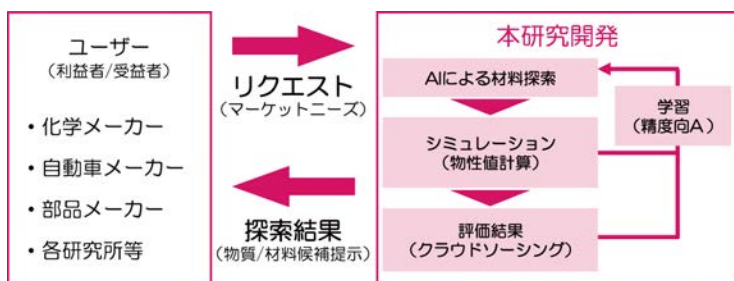
マテリアルズ・インフォマティクス

MI

材料探索



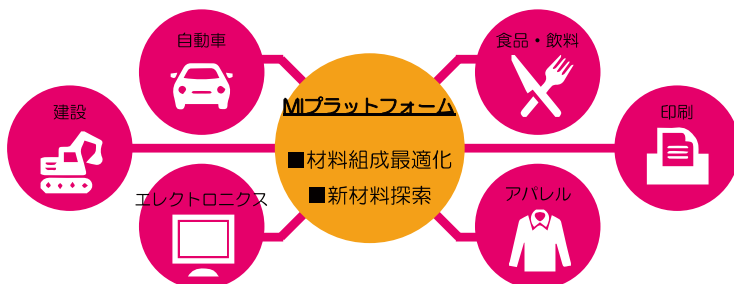
研究の概要



従来比 1/10 のコストと期間を目指す



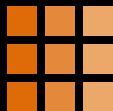
想定されるアプリケーション



様々な業界・製品に適用可能な MI プラットフォームの構築

委託先 : MI-6 株式会社 (東京都港区)

主要研究者 : 木崎基博 (MI-6)



第3章

人材育成分野

第1節 人材育成

第1節 人材育成

小目次

- 基礎から先端まで身につけた実践的な AI 人材を育成 195
人材育成 (1) NEDO/AIRC：東京大学 人工知能先端技術人材育成講座／
産業技術総合研究所 (東京大学)
- オンライン教材コンテンツと演習で効率的な学習を支援 196
人材育成 (2) NEDO/AIRC：東京大学 人工知能基礎技術人材 (データサイエンティスト) 育成講座／
産業技術総合研究所 (東京大学)

基礎から先端まで身につけた実践的なAI人材を育成

深層学習等の **state-of-the-art** の人工知能技術を習得した技術者、研究者は社会全体で非常に不足しており、その迅速な育成が急務である。そのための施策としては、**人工知能のプログラムを実際に作成し、動かしながら行う実習の実効性が高い**。そこで、本項目では、社会人技術者、研究者を対象とした研修プログラムを開発するとともに、それを用いた講義と実習を実施することにより、**次世代人工知能技術およびその関連・周辺技術について、その有効な学習方法を確立するとともに、人材育成を図る**。

 Keyword

深層学習

先端人工知能技術

プログラム実習



研究の概要

基礎開発力

仮想環境、SSH、Git、Python、Numpy…

DL基礎習得

MLP、CNN、Optim SdA、SGD、RBM、Dropout…

応用力育成

画像認識、センサ、音声、動画、DQN、テキスト処理

AII教育プログラム

実践的な人工知能技術を持つ人材を輩出

- ブラウザ上から Python のコーディングと GPU を利用した実行が可能な開発環境「ilect.net」を開発し、それを使った講義と実習を実施
- 実践的な人工知能技術者を育成
- 2016年度は46名が受講
- 2017年度は139名が受講



想定されるアプリケーション

コース概要

- 深層学習とは、人工知能技術の歴史、社会への影響など
- 機械学習の基礎、代表的手法の紹介と Python を用いた実習
- ニューラルネットワークの基礎
- 深層学習の基礎、ツールの使い方の実習
- 自己符号化器
- 畳みこみニューラルネットワーク
- 生成モデル (VAE、GAN など)
- 系列データの扱い
- LSTM、言語モデル、埋め込み表現など

機械学習の基礎から
深層学習の先端までを
身につけた人材を育成

委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 國吉康夫 (東京大学)

人材育成 (平成 28 年度より開始) 2016 年 6 月～2018 年 3 月

「人材育成 (1) NEDO/AIRC : 東京大学 人工知能先端技術人材育成講座」

オンライン教材コンテンツと 演習で効率的な学習を支援

<人材育成の背景と狙い>

情報技術と経済・経営学に関する知識やスキルを総合的に教育し、ビッグデータの集積・分析により対象問題を総合的に理解し、問題解決を図ることができる人材を育成・輩出する。また、データサイエンス人材育成を通して、人工知能基礎・応用技術を、企業のもつデータ分析に活かす。独自の講義システムを用いたオンライン講座を通して多種多様な背景の社会人技術者の育成を目指す。講座では、データサイエンススキルを効率的に取得できるカリキュラムを設計している。

Keyword

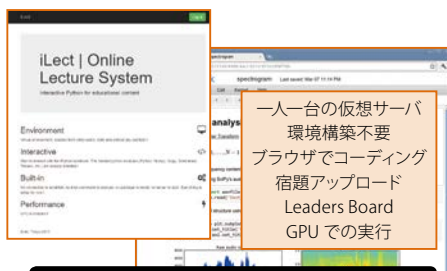
データサイエンス

オンライン講座

MOOC



研究の概要



講義システム iLect を利用したオンライン講座

- 定員を 300 名に大幅増加して受け入れ(2017年度: 120 名の定員)
- 2018 年度は 1,045 名の受講申し込み (2017 年度: 323 名の受講申し込み)
- 大手企業から個人事業主まで幅広い組織・職種からの応募
- 高度 AI 講座への導入
- オンライン講座としては高い定着率を継続
- 内容の拡充・再編



想定されるアプリケーション

コース概要

データサイエンス概論

Python 基礎

確率・統計基礎

Python による科学計算基礎

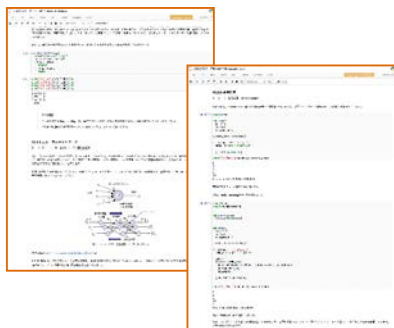
データ加工処理と可視化

データベース基礎

データベース応用

機械学習基礎教師あり学習・教師なし学習ニューラルネットワーク (高度 AI 講座への導入)

学習モデルの検証とチューニング など



委託先 : 国立研究開発法人産業技術総合研究所 (東京都江東区)

再委託先 : 国立大学法人東京大学 (東京都文京区)

主要研究者 : 坂田一郎・松尾豊・森純一郎・中山浩太郎 (東京大学)

人材育成 (平成 28 年度より開始) 2016 年 6 月~2020 年 2 月

「人材育成 (2) NEDO/AIRC : 東京大学 人工知能基礎技術人材 (データサイエンティスト) 育成講座」

あ

アースアイズ

五感 AI カメラの開発	184
--------------------	-----

アールテック

熟練スキルを搭載した知能ロボットの研究開発	153
-----------------------------	-----

アドバンスト・ソフトマテリアルズ

スライドラミングマテリアルを用いた柔軟センサおよびアクチュエータの研究開発	048
---	-----

エアロセンス

イメージセンサーを用いた環境認識処理の高速飛行体への適用	072
------------------------------------	-----

エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所

次世代ロボット素材など要素技術の調査研究と次世代ロボットの試作開発	058
---	-----

大阪大学

認識クラウドエンジンの構築	119
---------------------	-----

作業動作自動生成システムの研究開発	122
-------------------------	-----

脳型生成モデルによる推論・言語と正直シグナルの融合によって説明する

AIの研究開発とその育児支援への応用	144
--------------------------	-----

画像分類 AI の誤分類原因を説明する技術の研究開発	148
----------------------------------	-----

パーソナルインタラクションに向けた共感知能技術の研究開発	176
------------------------------------	-----

オリンパス

空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発	164
------------------------------------	-----

か

鹿島建設

人工知能技術を用いた植物フェノミクスとその応用に関する先導研究	158
---------------------------------------	-----

神奈川県立産業技術総合研究所

人検知ロボットのための嗅覚受容体を用いた匂いセンサの開発	030
------------------------------------	-----

金沢大学

作業動作自動生成システムの研究開発	122
-------------------------	-----

菊池製作所

UAV 向けフライトレコーダと不時着技術の研究開発	075
---------------------------------	-----

岐阜大学

コンデンサ化マテリアル基材によるソフトアクチュエータ開発	057
------------------------------------	-----

九州大学

味覚センサの高機能化による食品生産ロボットの自動化	038
---------------------------------	-----

高分子人工筋アクチュエータによる柔らかな運動支援装置の研究開発	054
---------------------------------------	-----

キューピー

生体データを用いて発がんリスクを説明できる“高信頼性進化的機械学習”の研究開発… 143

京都大学

能動型学習技術の研究開発 …………… 096

新薬開発を効率化・加速する製剤処方設計 AI の開発 …………… 171

九州工業大学

時間領域脳型人工知能システムの基盤技術開発 …………… 098

データ駆動型人工知能と論理知識型人工知能の融合による

解釈可能な自動運転システムに関する研究開発 …………… 132

キング通信工業

ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発 …………… 163

熊本大学

ロボットの全身を被覆する皮膚センサの確立と応用開発 …………… 034

組込みシステム技術協会

オントロジー推論のリアルタイム処理を実現する組み込み技術の実現と

安全・安心分野への応用 …………… 155

栗本鐵工所

安全・小型・軽量なマン・マシン・インタフェースの開発 …………… 056

慶應義塾

広角・多波長レーザーレーダーによる超高感度コグニティブ視覚システム …………… 070

支援・被支援双方にやさしい汎用人工手の研究開発 …………… 080

人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 …………… 170

神戸大学

把持機能と認識機能の統合による高度なマニピュレーションの実現 …………… 084

国際電気通信基礎技術研究所

脳活動モデル同定と内部状態推定に基づく BMI 技術 …………… 039

人共存環境で活動するロボットのための HRI 行動シミュレーション技術の実現 …………… 064

計算神経科学に基づく脳データ駆動型人工知能の研究開発（人工視覚野） …………… 105

計算神経科学に基づく脳データ駆動型人工知能の研究開発（人工運動野） …………… 106

国立情報研究所

社会的身体性知能の共有・活用のためのクラウドプラットフォーム …………… 116



埼玉大学

HDR 運動解析技術に基づく組立てロボットの研究開発 …………… 174

サスメド

臨床現場での意思 2 決定を支援する人工知能基盤の開発	142
-----------------------------	-----

産業技術総合研究所

脳液によるヒト型ロボット高速制御技術の実現可能性に関する検討	033
可塑性 PVC ゲルを用いたウェアラブルロボット用ソフトアクチュエータの研究開発	044
広角・多波長レーザーレーダーによる超高感度コグニティブ視覚システム	070
非整備環境対応型高信頼ヒューマノイドロボットシステムの開発	071
視覚野を中心とした適応的知能を支える神経機構の解明	093
大脳皮質の領野間結合の双方向性を模倣した、 ロバストな認識を可能とする人工視覚野	094
複雑な運動を少ない経験から学習・獲得し、滑らかに動作する脳型人工知能の開発	095
能動型学習技術の研究開発	096
スパイクニューロン全脳モデルと身体性情報構造化に基づく 動的実世界知能の研究開発	097
時間領域脳型人工知能システムの基盤技術開発	098
自然言語理解を核としたデータ・知識融合技術の研究開発	099
分散表象知識と記号的知識の相互変換技術の研究開発	100
スケーラブルな機械学習・確率モデリングの研究開発	101
超複雑な機械学習・確率モデリングの研究開発	102
深層表現学習技術の研究開発	103
IoT に適した 3 値化ディープラーニングの推論デバイスとその学習方法の研究開発	104
次世代人工知能フレームワーク・研究テストベッドの研究開発	114
次世代人工知能データプラットフォームの研究開発	115
社会的身体性知能の共有・活用のためのクラウドプラットフォーム ネットワーク分析と言語処理の融合による 大規模文献データからの技術の未来予測プラットフォームの研究開発	117
観測・データ収集モジュールの研究開発	118
認識クラウドエンジンの構築	119
きめの細かい動作認識の研究開発	120
社会レベル行動モデリング・シミュレーションモジュールの研究開発	121
作業動作自動生成システムの研究開発	122
不定形物操作システムの研究開発	123
生活現象モデリングタスク	128
対人インタラクションタスクの研究開発	130
セマンティック情報に基づく自動運転システムにおける 人工知能技術の性能評価・保証に関する研究開発	131
データ駆動型人工知能と論理知識型人工知能の融合による 解釈可能な自動運転システムに関する研究開発	132
人工知能を基盤とする産業用ロボットの研究開発	133

生命科学文献キュレーション支援技術の研究開発	134
人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発	135
地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化	138
生活現象モデリングタスク（介護現場）	139
学習指針をヒトと協創する半自己学習フレームワーク	
および知識を創出する情報基盤に関する研究	146
機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発	149
熟練スキルを搭載した知能ロボットの研究開発	153
人・機械協働生産のための人工知能を活用した作業者モデル構築に関する研究開発	154
AI×ロボットによる高品質細胞培養の自動化とオミックスデータの大規模取得	157
人工知能技術を用いた植物フェノミクスとその応用に関する先導研究	158
コンビニ等の店舗内作業を対象としたAI×ロボティクスによる	
高度マテリアルハンドリング・システムの研究開発	159
物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のための	
サービス工学×AIに関する研究開発	161
高齢者の日常的リスクを低減する	
AI駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発	162
ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発	163
空間移動時のAI融合高精度物体認識システムの研究開発	164
健康増進行動を誘発させる実社会埋込型AIによる	
行動インタラクション技術の研究開発	165
AI活用による安全性向上を目指したスマートモビリティ技術の開発	166
機械学習AIの品質保証に関する研究開発	168
生産工程の見える化・生産価値向上におけるAIを活用した知識構造化の研究開発	169
人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発	170
人材育成（1）NEDO/AIRC：東京大学人工知能先端技術人材育成講座	195
人材育成（2）NEDO/AIRC：東京大学	
人工知能基礎技術人材（データサイエンティスト）育成講座	196

ジェネシス

広角・多波長レーザーレーダーによる超高感度コグニティブ視覚システム	070
-----------------------------------	-----

シナモン

契約書関連業務における抜本的バックオフィス改革人工知能の調査研究	185
----------------------------------	-----

島津製作所

人工知能による診療科推論等の調査研究	181
--------------------	-----

情報通信研究機構

視覚的説明と言語的説明の融合によるXAIの実現に関する研究	147
-------------------------------	-----

植物工場研究会

人工知能技術を用いた植物フェノミクスとその応用に関する先導研究	158
---------------------------------	-----

自律制御システム研究所

高速環境認識・飛行経路生成制御技術の研究開発 073

信州大学

自由曲面に貼れるナノチューブ面状電極の研究開発 036

可塑化 PVC ゲルを用いたウェアラブルロボット用ソフトアクチュエータの研究開発 044

高速環境認識・飛行経路生成制御技術の研究開発 073

不定形物操作システムの研究開発 123

住友化学

人検知ロボットののための嗅覚受容体を用いた匂いセンサの開発 030

住友電気工業

人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 170

セイコーインスツル

高齢者の日常的リスクを低減する

AI 駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発 162

ゼンリン

画像分類 AI の誤分類原因を説明する技術の研究開発 148

た

竹中工務店

健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による

行動インタラクション技術の研究開発 165

ダブル技研

人の手に近い高性能で堅牢性を併せ持つロボットハンドの開発 077

玉川大学

対人インタラクションタスクの研究開発 130

千葉大学

人工知能技術を用いた植物フェノミクスとその応用に関する先導研究 158

人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 170

千葉工業大学

きめの細かい動作認識の研究開発 120

中央大学

人間との親和性が高いウェアラブルアシスト機器のための

可変粘弾性特性を有する革新的ソフトアクチュエータシステムの開発 049

中京大学

認識クラウドエンジンの構築 119

中部大学

- 認識クラウドエンジンの構築 119
 視覚的説明と言語的説明の融合による XAI の実現に関する研究 147

筑波大学

- 剛性と柔軟性を融合させるスマートメカニクス 051
 物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のための
 サービス工学× AI に関する研究開発 161
 データコラボレーション解析による生産性向上を目指した
 次世代人工知能技術の研究開発 173

テムザック

- 動物の骨格・動作分析による、走破性が高い省エネ型脚機構の開発 085

電気通信大学

- 複雑な運動を少ない経験から学習・獲得し、滑らかに動作する脳型人工知能の開発 095
 脳型生成モデルによる推論・言語と正直シグナルの融合によって説明する
 AI の研究開発とその育児支援への応用 144
 空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発 164

デンソー

- 空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発 164

東京医科大学

- 生体データを用いて発がんリスクを説明できる“高信頼性進化的機械学習”の研究開発... 143

東京工業大学

- 高強度化学繊維を用いた『超』腱駆動機構と制御法の研究開発 043
 分子人工筋肉の研究開発 052
 IoT に適した 3 値化ディープラーニングの推論デバイスとその学習方法の研究開発 104
 モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化 145

東京大学

- 人検知ロボットののための嗅覚受容体を用いた匂いセンサの開発 030
 小型油圧駆動系と燃料電池・電池ハイブリッド電源による
 フィールドアクチュエーション技術 053
 フライトレコーダの標準化及び小型無人航空機の事故原因解析の研究開発 076
 ロボット知能ソフトの透過継続システムインテグレーション技術の研究開発 081
 行動記憶レイヤ統合に基づく衝撃対応実時間行動システム中核総合化研究開発 083
 大脳皮質の領野間結合の双方向性を模倣した、
 ロバストな認識を可能とする人工視覚野 094
 スパイキングニューロン全脳モデルと身体性情報構造化に基づく
 動的実世界知能の研究開発 097
 深層表現学習技術の研究開発 103

柔軟ロボットによる身体環境相互作用に基づく道具使用	111
ネットワーク分析と言語処理の融合による大規模文献データからの 技術の未来予測プラットフォームの研究開発	117
熟練スキルを搭載した知能ロボットの研究開発	153
コンビニ等の店舗内作業を対象とした AI × ロボティクスによる 高度マテリアルハンドリング・システムの研究開発	159
物流サービスの労働環境改善と付加価値向上のための サービス工学 × AI に関する研究開発	161
高齢者の日常的リスクを低減する AI 駆動アンビエントセンサ・アクチュエータシステムの研究開発	162
空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発	164
健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による 行動インタラクション技術の研究開発	165
サイバー・フィジカル研究拠点間連携による革新的ドローン AI 技術の研究開発	167
生産工程の見える化・生産価値向上における AI を活用した知識構造化の研究開発	169
人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発	170
人材育成 (1) NEDO/AIRC: 東京大学 人工知能先端技術人材育成講座	195
人材育成 (2) NEDO/AIRC: 東京大学 人工知能基礎技術人材 (データサイエンティスト) 育成講座	196
東京電機大学	
イノベーション・リビングラボの先導研究	160
東京都立産業技術高等専門学校	
人の手に近い高性能で堅牢性を併せ持つロボットハンドの開発	077
東北大学	
次世代ロボットのためのマルチセンサ実装プラットフォーム	031
全方向駆動機構を核とした革新的アクチュエーション技術の研究開発	045
生物ロコモーションの本質理解から切り拓く 大自由度ロボットの革新的自律分散制御技術	082
人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発	170
人工知能支援による分子標的薬創出プラットフォームの研究開発	178
トプスシステムズ	
メニーコアを活用するデータフロー型プログラミング言語の開発	108
富山県立大学	
ロボットに実装可能な MEMS 味覚センサ	037
豊田合成	
スライドラッシングマテリアルを用いた柔軟センサおよびアクチュエータの研究開発	048

豊田自動織機

コンビニ等の店舗内作業を対象とした AI × ロボティクスによる

高度マテリアルハンドリング・システムの研究開発 159

豊橋技術科学大学

超低侵襲、超低負担な神経電極デバイス技術の BMI 応用 032

な

名古屋大学

高分子人工筋アクチュエータによる柔らかな運動支援装置の研究開発 054

地理空間情報プラットフォーム構築と空間移動のスマート化 138

判断根拠を言語化する人工知能の研究開発 175

AI による高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究 187

奈良先端科学技術大学院大学

不定形物操作システムの研究開発 123

日本獣医生命科学大学

動物の骨格・動作分析による、走破性が高い省エネ型脚機構の開発 085

日本電気

次世代製造バリューチェーン構築へ向けた人工知能の研究開発 156

人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 170

日本無線

人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 170

日本ロボット工業会

IoT 時代に対応した ORiN3 の戦略及び仕様作成 066

は

はこだて未来大学

時間領域脳型人工知能システムの基盤技術開発 098

パナソニック

接触を許容しながら安全かつ不快感を与えずに移動する自律移動技術の研究開発 065

ロボットをプローブとした高齢者の生活機能の計測・分析・介入技術の研究開発 163

広島大学

健康長寿を楽しむスマートソサエティ・主体性のあるスキルアップを促進する

AI スマートコーチング技術の開発 177

ブイ・アール・テクノセンター

コンデンサ化マテリアル基材によるソフトアクチュエータ開発 057

富士化学

自由曲面に貼れるナノチューブ面状電極の研究開発 036

ブルーイノベーション

フライトレコーダの標準化及び小型無人航空機の事故原因解析の研究開発 076

北陸先端科学技術大学院大学

分子人工筋肉の研究開発 052

北海道大学

分子人工筋肉の研究開発 052

本郷飛行機

フライトレコーダを用いた安全性向上に向けた枠組みの研究開発 074

ま

マイクロマシンセンター

空間移動時の AI 融合高精度物体認識システムの研究開発 164

美津濃

健康増進行動を誘発させる実社会埋込型 AI による

行動インタラクション技術の研究開発 165

三菱電機

人・機械協働生産のための人工知能を活用した作業者モデル構築に関する研究開発 154

生産工程の見える化・生産価値向上における AI を活用した知識構造化の研究開発 169

明治大学

知識の構造化によるロボットの知的行動の発現研究開発 067

名城大学

次世代ロボットのためのマルチセンサ実装プラットフォーム 031

機能性ポリマーを用いた濡れ性による吸着機構の研究開発 050

や

横浜国立大学

高効率・高減速ギヤを備えた高出力アクチュエータの研究開発 046

生体データを用いて発がんリスクを説明できる“高信頼性進化的機械学習”の研究開発… 143

ら

理化学研究所

超低消費電力深層学習プロセッサおよびソフトウェア層の研究開発 109

ロックガレージ

AI/クラウドソーシング・ハイブリッド型広域人命捜索システム…………… 190

わ

早稲田大学

慣性質量を含むインピーダンス可変機構を有するスマートアクチュエータ…………… 055

接触を許容しながら安全かつ不快感を与えずに移動する自律移動技術の研究開発…………… 065

人工知能を基盤とする日常生活支援ロボットの研究開発…………… 135

A

AR アドバンステクノロジー

人工知能による診療科推論等の調査研究…………… 181

Axcelead Drug Discovery Partners

AI×ロボットによる高品質細胞培養の自動化とオミックスデータの大規模取得…………… 157

B

BEDORE

深層学習を利用した対話型インターフェースによる非構造化データ検索の調査研究…………… 183

BonBon

学習指針をヒトと協創する半自己学習フレームワーク

および知識を創出する情報基盤に関する研究…………… 146

C

CES デカルト

人工知能と超音波 3D 画像による筋肉・腱・軟骨等の健康状態測定装置の研究開発…………… 152

D

DeepX

食品（非定形・軟体物）を定量でピックアップする AI アルゴリズムの研究開発…………… 186

H

Hmcomm

多様話者・多言語に対応可能な“End-to-End 音声認識 AI”の実用化…………… 180

I**IDEC ファクトリーソリューションズ**

- AI、クラウド、センサ、画像処理を活用した
ミドルウェア汎用ロボットコントローラの調査研究 189

M**MI-6**

- MI（マテリアルズ・インフォマティクス）による材料探索に関する調査研究 192

MICIN

- 機械学習を用いた認知機能リスク因子の探索 188

MOLCURE

- 人工知能と実験自動化ロボットを統合した次世代創薬プラットフォームの開発 107

P**Preferred Networks**

- 超低消費電力深層学習プロセッサおよびソフトウェア層の研究開発 109
マルチモーダルコミュニケーション / 多様な時系列情報に対する深層学習基盤の開発 110

PuREC

- AIによる高純度間葉系幹細胞の品質検査高度化の調査研究 187

R**Rapyuta Robotics**

- AI、クラウド、センサ、画像処理を活用したミドルウェア汎用ロボットコントローラの
調査研究 189

S**SOINN**

- スマホで育てる日本発個人向け人工知能 182

U**UTMS 協会**

- 人工知能を活用した交通信号制御の高度化に関する研究開発 170

【プロジェクトマネージャー (PM)】

関根 久 (2015年4月～2018年3月)

渡邊 恒文 (2018年4月～現在)

【アドバイザー】

高木 宗谷 (2015年5月～2018年3月)

【プロジェクト担当者】

松本 剛明 (2015年4月～2016年7月)

松本 崇 (2015年4月～2017年3月)

服部 祐人 (2015年4月～2017年3月)

石倉 峻 (2015年4月～2018年5月)

吉野 順 (2016年1月～2018年3月)

野中 俊一郎 (2016年8月～2018年3月)

森村 直樹 (2017年4月～2019年3月)

寺岡 真 (2017年5月～2018年4月)

金山 恒二 (2017年5月～2018年3月)

村本 衛一 (2017年5月～2018年3月)

堀川 隆 (2017年5月～2018年3月)

藤田 裕子 (2017年5月～2018年3月)

渡邊 恒文 (2017年10月～2018年3月)

田谷 紀彦 (2018年4月～2018年12月)

中井 康博 (2018年5月～2019年4月)

友草 均 (2018年6月～2019年5月)

葛馬 弘史 (2017年5月～現在)

前原 正典 (2017年10月～現在)

鈴木 賢一郎 (2018年5月～現在)

高橋 宏卓 (2019年4月～現在)

木下 久史 (2019年4月～現在)

仙洞田 充 (2019年4月～現在)

大塚 亮太 (2019年6月～現在)

古畑 武夫 (2019年10月～現在)

小村 啓一 (2019年10月～現在)

次世代の人工知能・ロボットが人を豊かにする社会を目指して

——“人間の能力に匹敵する、更には人間の能力を超える要素技術の研究開発に挑戦”
NEDO プロジェクト「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」のコンセプト——

「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」の初代プロジェクトマネージャーとして、このプロジェクトへの思いを述べさせていただきます。現在、世界中で人工知能とロボットに非常に大きな注目が集まっています。そのような中、我が国が抱える少子高齢化や多発する災害への対応と言った社会課題解決の先進的な切り札として、人工知能とロボットが私たちの生活を向上させてくれる期待があるのではないのでしょうか。

「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」は、2015年度から開始し、2019年度は中核技術開発の最終年度となります。このプロジェクトは、開始当時、今までの人工知能・ロボット関連技術の延長線上にとどまらない革新的な“ぶっ飛んだ”とも形容できる要素技術をターゲットとして、これまで人工知能・ロボットの導入を考えたことがなかった未開拓の分野で新しい需要を創出することを狙い、産学官の英知を結集し、長期的な視点に立ってハイリスクな研究開発に果敢に挑戦してきています。プロジェクトの推進に当たって、分野を越えて技術連携と実用化の道筋づくりを目的とした「ワークショップ」の開催、研究開発フェーズ移行の際に、優れたテーマに絞り込みを行う「ス

テージゲート評価」等を実施し、プロジェクトマネージャー (PM) 主導の下、成果の社会実装に向けてチーム一丸となって研究開発マネジメントに取り組んできました。2017年度からは、人工知能研究センターにて研究開発されたモジュールを実装することを支援するために、人工知能の社会実装を推進するプロジェクトやコンテスト方式のプロジェクト採択を行い、次世代人工知能を実装したロボットの研究開発に繋げることを推進しています。

このプロジェクトの研究開発成果が、我が国経済を裨益し、NEDOのミッションの1つである我が国の産業競争力の強化に繋がると確信しています。更に、「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」の成果が実用化・事業化することで、人の命・心・財産といった物心両面で、真に人を豊かにする社会が実現することを願っています。

NEDOが推進するこのプロジェクトの成果が、将来の人工知能・ロボットへ実装され、様々な分野へ波及することを期待していただき、本書が、人工知能・ロボットに興味をお持ちの皆様方の参考となれば幸いです。



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」
前プロジェクトマネージャー (2015年～2017年度)

関根 久

本パンフレットの電子版(PDF)はこちらからご利用いただけます。

https://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ_pamphlets_00009.html





- 序章 プロジェクトの概要
- 第1章 革新的ロボット要素技術分野
- 第2章 次世代人工知能技術分野
- 第3章 人材育成分野

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

ロボット・AI部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 ミューザ川崎セントラルタワー19階

Tel 044-520-5242 Fax 044-520-5243 (代表)

<https://www.nedo.go.jp/>

January 2020