

SICORP 日本-イスラエル

「レジリエントな社会のためのICT」領域 事後評価報告書

1 共同研究課題名

「低機能ロボット群による環境外乱に頑健で継続的な自律的組織化システム構築手法」

2 日本-相手国研究代表者名（研究機関名・職名は研究期間終了時点）：

日本側研究代表者

大下 福仁（奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科・准教授）

イスラエル側研究代表者

シュロミ・ドレフ（ネゲブ・ベングリオン大学 計算機科学研究科・教授）

3 研究概要及び達成目標

本研究では、多数の低機能ロボットが、外乱の多い環境下において安定的に作業を実行するために要求される機能とアルゴリズムの確立を目指す。具体的には、以下の研究課題に取り組む。(1) 障害物の存在、有限の電力など、実環境で重要な要素を取り入れたロボットシステムの抽象モデルを構築し、作業の実行に必要なロボット機能と、作業を効率よく実行するアルゴリズムを明らかにする。(2) 抽象モデルにおけるロボット機能を、実ロボットに効率よく実装する方法を明らかにする。これにより、高価な高機能ロボットに匹敵する機能を、安価な低機能ロボット群で実現することができ、被災地域などでの活用が期待される。

4 事後評価結果

4.1 研究成果の評価について

4.1.1 研究成果と達成状況

多数の低機能ロボットを自律的に動作させることで、外乱の多い環境でも安定的にタスクを実行できるフレームワーク（ロボットの機能とアルゴリズム）を確立するための研究に取り組んだ。共同研究の議論を通して、多くの研究課題を設定でき、実環境に適した新たなロボットモデル、そのモデルにおける効率的なアルゴリズム、低コスト・レジリエントなロボットシステムを実現するフレームワーク、実システムにおける実装手法など、当初計画以上の研究成果をあげることができた。低機能ロボット群を用いた自律的組織化システム構築手法の基礎的理論研究を中心に新規性に優れた成果を上げ、一流学術誌を含め多くの論文を発表した。

4.1.2 国際共同研究による相乗効果

両国の研究者が低機能ロボット群に関する研究を進めているが、日本側研究者はLCMモデルを基にしたアルゴリズム理論の研究、イスラエル側研究者はLCMモデルを基にした実装手法の研究を行っており、それぞれが得意とする

領域は異なっている。これらの研究者が協力することで、分散システムに対して有用で新たな概念やロボット群に対する革新的な耐故障アルゴリズム設計アプローチを提案することができた。また、共同研究の議論を通して、多くの研究課題を設定でき、当初計画以上の研究成果をあげることができた。

4.1.3 研究成果が与える社会へのインパクト、我が国の科学技術協力強化への貢献

低機能ロボット群の協調動作による自律的機能創発という課題は、実用の観点からは非常に重要な課題であり、各国で多様な基盤モデルに基づいて研究されており、我が国においてもこの分野の継続的研究が重要である。その際、実応用にもマッチするようなモデルの構築に一層傾注する必要がある。さらに、産業応用などに向けて特許の取得などが求められる。

4.2 相手国研究機関との協力状況について

イスラエルと日本の研究チームが相補的にうまく共同研究を行い、多くの成果と今後の課題にもつながる研究を行なった。コロナ禍においても Zoom を通じて頻繁に議論が行われた。コロナ禍前は両チームが実際に集まり、コロナ禍においても Zoom を通じてワークショップを行うと共に、Zoom での研究打ち合わせが頻繁に行われた。共著論文も発表されている。

4.3 その他

研究協力は今後も継続される。学術的には、このような計算モデルの普遍性と限界を明らかにする必要がある。社会的インパクトに関しては、理論モデルが想定している各種制限と実応用の間の大きなギャップを埋める必要があり、現状ではトイ問題への適用に限られており、まだまだ多くの研究が期待できる。

低機能ロボット群の協調動作による自律的機能創発という課題は、実用の観点からは非常に重要な課題であり、各国で多様な基盤モデルに基づいて研究されている。我が国においてもこの分野の継続的研究が重要であるが、実応用にもマッチするようなモデルの構築に、より傾注する必要がある。