

日本－イスラエル 国際共同研究「レジリエントな社会のためのICT」 平成 29 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	人間を系に含むマルチエージェントレジリエント最適化
研究課題名（英文）	Resilient human-in-the-loop multiagent optimization
日本側研究代表者氏名	横尾 真
所属・役職	九州大学 大学院システム情報科学研究所・主幹教授
研究期間	平成 29 年 1 月 20 日～平成 32 年 3 月 31 日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
横尾 真	九州大学・大学院システム情報科学研究所・主幹教授	本研究課題の総括
櫻井 祐子	産業技術総合研究所・人工知能研究センター・主任研究員	最適化技術開発
東藤 大樹	九州大学・大学院システム情報科学研究所・助教	選好統合技術開発

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本研究は、人工知能技術をベースに、人間を系に含むレジリエントマルチエージェント最適化技術を確立することを目的とする。具体的には、日本側は部分的に獲得された不確実な選好に基づいて、外部要因に対して頑健な解を得るための最適化技術と、嘘をつく誘因を与えないように各個人から選好を獲得し統合する技術の開発を行う。イスラエル側は本最適化問題に適した人間の選好モデルの構築と、このモデルに基づく選好の獲得技術の開発を行う。本研究で日本とイスラエルが交流を通じて相互補完的に取り組むことで、最適化技術の適用分野が各段に拡大し、災害復旧における資源割当問題への適用といった成果が期待される。

3. 日本側研究チームの実施概要

最適化技術に関する研究では、主に、安定なチーム編成問題と最適なチーム編成問題を対象に研究を実施した。安定なチーム編成問題に関しては、エージェントらが自らが含まれる任意のチームに順位付けを行う場合を対象にした、ヘドニックゲームについて研究を行った。ヘドニックゲームは、マルチエージェントシステム関連の研究者らを中心に、近年、注目を集めている研究領域であり、チーム編成に対する安定性の議論が盛んに行われている。チームの順位決定方法として、各エージェントにとって他のエージェントは友達か敵のどちらかであり、チームに一人でも敵がいるのであれば、自分一人だけの方が良いと思う、敵拒否方式と呼ばれる方法が提案されている。この方法では、エージェントらは割り当てられたチームから逸脱する誘因を持たない、安定なチーム編成が常に存在することが保証されていたが、我々は、友達と敵だけでなく、友達か敵かを判断できない、中立と呼ぶエージェントの存在を考慮した場合、安定性が保証できなくなることを発見した。本研究は、人工知能の難関国際会議 IJCAI2017 での採択（採択率 25.9%）、マルチエージェントシステム国内会議 JAWS2017 にて IEEE Young Researcher Award を受賞するなどの成果を挙げた。最適なチーム編成問題に対して、各チームの利得はそのチームに含まれていないエージェントらがどのようなチーム編成を行うかに依存して決定される、分割関数ゲームと呼ばれるゲームを対象に、最適なチーム編成アルゴリズムの提案を行った。分割関数ゲームでは、各チームの利得は、他のエージェントらのチーム編成（提携構造）を引数にして与えられるため、その表記量は非常に莫大となる。そこで、分割関数ゲームを簡潔に記述する方法がいくつか提案されているが、本研究では、分割決定木と呼ばれるグラフでゲームを表現し、深さ優先分枝限定法に基づくアルゴリズムと MaxSAT 問題に帰着させる手法の提案を行った。本研究成果は、マルチエージェントシステム関連の国際会議 PRIMA2017 にて採択された。

選好獲得統合技術に関する研究では、施設配置とマッチングについて、嘘をつく誘因を与えない選好統合ルール（メカニズム）の提案を行った。提案した動的施設配置メカニズムは、ターゲットメカニズムと呼ばれる静的メカニズムをベースとしており、ある時刻の選好統合に、一つ前の時刻の統合結果を適切に影響させることで、嘘をつく誘因を取り除いている。さらに、提案メカニズムが施設の総移動距離を最小化することを示しており、最適化の観点からも優れたメカニズムであると言える。提案したマッチングメカニズムである Quota Reduction Deferred Acceptance (QRDA) は、嘘をつく誘因を取り除くだけでなく、学生にとって公平なマッチングを出力する。さらに、QRDA が出力するマッチングは、既存メカニズムである Artificial Cap DA が出力するマッチングと比較した場合に、学生にとってより望ましく、さらに平均的にはより無駄が少ない。いずれの研究成果も、マルチエージェントシステム分野の最難関国際会議 AAMAS2018 に採択（採択率 25.2%）され、平成 30 年 7 月に研究発表を行うことが決定した。