二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月10日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
神戸大学 DX・情報統括本部
[職・氏名]
准教授 宋 剛秀
[課題番号]
JPJSBP 120193213

1. 事業名 相手国: フランス (振興会対応機関: MEAE-MESRI)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) SAT 技術を用いた非同期なオートマタネットワークにおけるアトラクタの計算

(英文) Computing Attractors in Asynchronous Automata Networks using SAT Technology

3. 共同研究実施期間 2019年8月1日 ~ 2023年3月31日 (3年8ヶ月)【延長前】 2019年8月1日 ~ 2021年7月31日 (2年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Ecole Centrale de Nantes ・ Professor ・ Morgan Magnin

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		725,538 円
内訳	1年度目執行経費	484,528 円
	2年度目執行経費	33,630 円
	3年度目執行経費	207,380 円

6. 共同研究実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	5名
相手国側参加者等	4名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	1	0	2(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)
4年度目	0	0	0(0)

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本共同研究では日本側研究チーム(日チーム)が専門とするSAT技術を利用して、フランス側研究チーム(仏チーム)が専門とするシステム生物学における細胞内で起こる遺伝子の相互作用のネットワーク(遺伝子制御ネットワーク)の数理モデルの1つであるオートマタネットワーク定常状態(アトラクタ)を計算する方法・システムを研究開発することを目的とする。

実施状況として、初年度の2019年8月に仏チームのMorgan Magnin教授とDaniel Le Berre教授が来日した。また同年11月に日チームの宋が渡仏し、研究交流を行った。2年目以降はCOVID-19の影響により、双方の海外渡航が困難になったが、オンラインミーティングを計18回行うことで研究交流を継続した。それらの共同研究の成果として2023年に国際会議BIOINFORMATICSで”SAT-Based Method for Finding Attractors in Asynchronous Multi-Valued Networks”と題した日仏メンバー共著の論文を発表した。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

本共同研究により、非同期なオートマタネットワークにおけるアトラクタを、SAT技術を用いた方法で高速に計算することが可能になった。既存方法ではアトラクタの状態数が10程度になると計算が困難になったが、提案方法は40程度まで計算が可能になり性能の改善に成功した。また提案方法を非同期なブーリアンネットワークに適用したところT-LGL(CCID: 2176, (Zhang et al., 2008))というネットワークにおいて既存方法では発見できなかったアトラクターを発見することができた。得られた成果の一部は2023年2月に国際会議BIOINFORMATICSで”SAT-Based Method for Finding Attractors in Asynchronous Multi-Valued Networks”と題した日仏メンバー共著の論文を発表した。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

上述した学術的価値と重なるが、両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果は、非同期なオートマタネットワークにおけるアトラクタを、SAT技術を用いた方法で高速に計算することが可能になったことである。相手国である仏チームとの交流により、Morgan Magnin教授とDaniel Le Berre教授からオートマタネットワークに関する助言、新しいベンチマーク問題の考案などの貢献があり、上述の論文成果につながった。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

本共同研究ではSAT技術をシステム生物学におけるアトラクタの高速計算が可能になった。SAT技術の観点からは、新しい応用問題の発見という貢献があり、システム生物学の観点からは、アトラクタ計算のための新しい問題解法の発見という貢献がある。特にシステム生物学は、医療やバイオテクノロジーへの応用が研究されており、この点において社会の基盤技術の向上に貢献があったと考えている。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

本共同研究では、初年度に仏チームを招いた講演会(学生8名を含む8機関21名が参加した)を開催し、また同年に本プロジェクトの日チームの若手研究者である宋が渡仏して研究打合せを行った。その後オンライン会議による打合せを継続して、最終的な研究成果の論文発表を行った。仏チームとは今後もオンライン会議による研究交流を継続する予定であり、学生も参加予定である。本共同研究により若手研究者が仏チームと議論できる体制・環境を構築することができた。

(6)将来発展可能性(本事業を実施したことにより、今後どのような様な発展の可能性が認められるか)

仏チームとは、プロジェクト終了後も継続して共同研究を行うことを確認しており、既に共同で次の論文執筆も進めている。今後も国際共同研究予算の獲得を計画し、さらに研究を発展する予定である。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記載してください)

特になし。