

数理・情報のフロンティア
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

和賀 正樹

京都大学 大学院情報学研究科
助教

近似的数理モデルによる CPS の動的安全機構

§ 1. 研究成果の概要

高い信頼性が要求される物理情報システム（CPS）の開発においてはシステムティックな品質保証が重要である。本研究では、システムの数理モデルの解析を用いる手法と実行時の情報に着目した手法を組み合わせることで、両者の短所を補いつつ利点を享受することを目指す。

まず本年度は、昨年度に引き続き強化学習を安全にするモデルベースな手法である **Shielding** をオートマトン学習と組み合わせることで、システムモデルが未知な場合でも適用可能にする研究を行った。提案手法を用いることにより、複数のベンチマークで強化学習の学習中の好ましくない挙動の回数を減らすことに成功し、より安全な強化学習を行えることがわかった。本研究の結果は国際会議に投稿準備中である。

また、より基礎的な研究として、決定的時間オートマトンが認識する言語クラスについて、接尾辞に基づく新たな特徴付けを与え、本特徴付けを用いた学習アルゴリズムを提案する研究を行った。理論的な貢献のみではなく、提案手法を用いることにより、複数のベンチマークで正確な決定的時間オートマトンが高速に学習できることに成功した。本研究の結果は国際会議に投稿準備中である。

前年度から取り組んでいる、オートマトン学習とモデル検査を組み合わせた物理情報システムのシステムティックなテストにおいて、テスト対象の仕様を適切に強化した仕様も併せて用いることで効率化を行う研究をまとめた論文が、実行時検証に関する主要国際会議 **RV 2021** に採択され、発表・出版済である。

また、前年度に採択された、近似数理モデルを用いた形式的解析を **CPS モニタリング** と組み合わせる研究成果を、物理情報システムに関する国際会議 **ICCPS 2021** において口頭発表を行った。さらに本研究を発展させた研究が **ACM Transactions on Cyber-Physical Systems** に収録予定である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Junya Shijubo, Masaki Waga, Kohei Suenaga “Efficient Black-Box Checking via Model Checking with Strengthened Specifications.” Proc. RV 2021, LNCS 12974, pp. 100-120, Springer.
- 2) Masaki Waga, Étienne André, Ichiro Hasuo “Model-Bounded Monitoring of Hybrid Systems.” Proc. ICCPS 2021, pp. 21-32, ACM.