

社会変革に向けた ICT 基盤強化
2021 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

山田浩史

東京農工大学 工学研究院
准教授

細粒度のリカバリを可能にする高信頼 OS

§ 1. 研究成果の概要

本研究では、メモリ故障や OS 自身のバグ、OS を乗っ取る攻撃といった多様化かつ複雑化している信頼性の阻害要因による障害発生を前提として、デザインレベルで OS に対して柔軟なリカバリ機能を溶け込ませる。OS の構成要素であるメモリオブジェクトのセマンティクスを活用し、メモリオブジェクトレベルでの細粒度のリカバリを可能にする OS アーキテクチャを新規提案し、実際にソフトウェアとして実現してその有効性を示す。本研究では、1.障害によって破損したメモリオブジェクトのみを OS レベルで破棄・修正・復元、2.それで修復不可能な場合はセーフティネットとして仮想マシンモニタ(VMM)レベルでアプリケーション層のメモリオブジェクトを保持したまま OS 層のみを再構築、という 2 段階のリカバリを達成する機構を開発する。一年次となる今年度は、OS-level でのメモリオブジェクト回復機構の実現を達成するために、小規模 OS を対象としてメモリオブジェクトの回復機構の設計ならびに実装に着手した。小規模 OS として、xv6 と呼ばれる 1 万行程度の OS を採用する。Xv6 は OS としての最低限の機能を備え、新規機能を実現する題材としてシステムソフトウェア分野で度々利用されている OS である。本研究においても、xv6 に対してメモリオブジェクト回復機能を作り込むことをファーストステップとして取り組んだ。それに加えて、Real-world な OS を対象としてメモリオブジェクト回復機構の設計を試みた。具体的には Linux を対象としてメモリオブジェクト回復機構を組み込む。本研究では重要なサブシステムであるファイルシステムに焦点を絞ってリカバリ機能を実現することを目指し、ファイルシステム、ブロックスケジューラ、ストレージのデバイスドライバのメモリオブジェクトを精査した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Hardening In-memory Key-value Stores against ECC-uncorrectable Memory Errors”,
Tsuyoshi Shimomura, and Hiroshi Yamada, In Proc. of the 52nd Annual IEEE/IFIP
International Conference on Dependable Systems and Networks, 13pages, June, 2022, To
appear.