

平成 30年 2月 21日

豊橋技術科学大学長 殿

情報・知能工学 専攻
学位審査委員会
委員長 増山繁

論文審査及び最終試験の結果報告

このことについて、学位審査会を実施し、下記の結果を得ましたので報告いたします。

学位申請者	Idris Winarno		学籍番号	第 149301 号
申請学位	博士 (工学)	専攻名	大学院工学研究科博士後期課程 情報・知能工学 専攻	
博士学位論文名	A Resilient Server with a Self-Repair Network Model on the Virtualization Environment (仮想化環境のための自己修復ネットワークモデルを用いたレジリエントサーバに関する研究)			
論文審査の期間	平成 30年 1月 18日 ~ 平成 30年 2月 21日			
公開審査会の日	平成 30年 1月 25日	最終試験の実施日	平成30年 1月 25日	
論文審査の結果*	合格		最終試験の結果*	合格
審査委員会(学位規程第6条)				
学位申請者にかかる博士学位論文について、論文審査、公開審査会及び最終試験を行い、別紙論文内容の要旨及び審査結果の要旨のとおり確認したので、学位審査委員会に報告します。				
委員長	増山 繁			
委員	大村 廉			印
	石田好輝			印
				印

※論文審査の結果及び最終試験の結果は「合格」又は「不合格」の評語で記入すること。

論文内容の要旨

この論文ではデータセンターを支えるクラウド技術の先端技術である仮想化技術と回復可能計算（レジリエントコンピューティング）の最新の知見を用いて、回復可能なサーバーを構築するためのモデルを提案する。

まずクラウド技術や回復可能計算に関する関連研究を紹介し、次に回復可能サーバーのいくつかのタイプについて、2つの仮想化エンジン、すなわちVMM (Virtual Machine Monitor, 仮想化マシンモニター) とコンテナを用いて実機でのシミュレーションを行った。

次に自己修復ネットワークを用いた同質ユニットからなるホモジニアス回復可能サーバーと異質ユニットからなるヘテロジニアス回復可能サーバーを提案している。さらに複数の仮想化エンジンと自己修復マネージャの分散化により性能向上を行った。

最後に提案した回復可能サーバーと現時点での先行研究の方式によるものを性能評価し、比較を行った。

以上より、本研究では、現在のサーバー技術に立脚しながら回復可能性と自律性を向上し、実際のハング、マルウェア、D o S (Denial of Service) のシナリオについて回復可能性と自律性を検証した。

審査結果の要旨

本研究は仮想化技術と回復可能計算（レジリエントコンピューティング）の最新の知見を用いて、回復可能なサーバーを構築するための提案を行ったものである。これは重要であるにも関わらず、従来ほとんど研究されていなかった。

第1章では、クラウド技術やデータセンターについての現状およびその問題点について紹介している。

第2章では、既存研究の自己修復ネットワークに基づき、回復可能サーバーを提案している。回復可能サーバーは自己認識と自己修復、自己再構成を可能とし、それらに基づいて故障、侵入など攻撃を受けたときに自律的に回復を行うものである。また回復可能サーバーを構築するための2つの仮想化技術、すなわちVMM（仮想化マシンモニター）とコンテナについて説明している。VMMは回復可能サーバーに高い多様性を与えるのに対し、コンテナは高速ブートや効率的リソース活用を可能にする。

第3章では、本研究で用いる仮想化環境とそれによる回復可能サーバーのアーキテクチャを説明し、限られた故障・侵入シナリオ（ハング、マルウェア、D o S）での計算効率やメモリ効率について、シミュレーションにより説明している。

第4章では、自己修復ネットワークを用いた4つの自己修復、すなわち仮想ノードごとの (i) 自己修復、(ii) 相互修復、(iii) 混合修復、(iv) 切り替え修復について、実機を用いたシミュレーションを行っている。このシミュレーションにより仮想化技術を使うとサーバーが、限られた故障・侵入シナリオ（ハング、マルウェア、D o S）の下であるが、回復可能となることを示している。最初の実験では、コンテナを使うことによりVMMより約10倍メモリ効率が改善されることを示している。また多様性では共有メモリを使わないVMMの方が優れていることを示している。次の実験では同質ユニットからなるホモジニアス回復可能サーバーと異質ユニットからなるヘテロジニアス回復可能サーバーを比較し、前者では、相互コピーによる修復が可能であるが、後者と比べて、同質ユニットが同じ脆弱性をもつ点を指摘し、侵入や感染に対しての耐性では後者が優れていることを示している。

第5章では、ヘテロジニアス回復可能サーバー実現のための自己修復マネージャのアーキテクチャについて分散型と集中型を比較している。

最後に、回復可能性を実現する同様の先行研究と比較し、本研究の方が計算性能で劣るが、稼働率で上回ることを示している。クラウド技術を支えるサーバーを研究対象としているので、稼働率が高い方が望ましく、先行研究と比較しても評価できるものである。