

論文内容の要旨

博士論文題目

ネットワークソフトウェア検証のための大規模な検証環境構築に関する研究

氏名

榎本 真俊

ネットワークソフトウェアやプロトコルの検証はそれらの実環境への展開の前に十分行われなければならない。ネットワークソフトウェアやプロトコルが動作する環境はインターネットを始めとして、センサーネットワークや企業、工場内のネットワークなど大規模な環境での動作が想定されている。しかし、検証者が用意できる資源や検証施設が有する資源は限られているため検証者が必要とする大規模検証環境の構築は困難である。一方、グリッドコンピューティングやクラウドコンピューティングの分野では、垂直スケールと水平スケールにより、計算能力の高度化や規模の拡張を行っている。

本研究では、垂直スケールおよび水平スケールの概念を用いてネットワークソフトウェアやプロトコルの大規模検証環境の構築手法を提案する。

提案手法は、垂直スケールの概念を大規模検証環境の構築に適用した(1) 与えられた検証資源に対してハードウェアの仮想化技術を用いて検証のためのノードを増加させるためのメモリ割り当てアルゴリズムと、水平スケールの概念を適用した(2) 異なるソフトウェアおよび運用者により提供されている検証施設の資源を透過的に利用する技術により検証に利用可能な資源を増加させる技術で構成される。

まず、(1) に関しては、ネットワークソフトウェアやプロトコルの検証環境を構築するために、仮想計算機に割り当てが必要な資源について検討を行う。検討結果から、本論文では、特に物理メモリ量を対象とし、仮想計算機への資源の割り当て量推定アルゴリズムについて検討を行う。推定式の導出には、検証に用いるプロトコルおよびソフトウェアの静的解析及び動的解析を用いて検証環境構築のための必要なメモリ量の推定手法を提案し、規模追従性に関して検証を行う。

(2) では、はじめに、ネットワークに関するソフトウェアやプロトコルの検証を対象とした検証施設の構成要素について検討を行い、検証施設同士の連携について検討する。本研究では、構成要素の中で検証施設管理ツールの連携について、検証施設が有する資源に対する環境構築のための設定の投入の連携手法である Collaborative

Testbed Federator (CTF) の提案および検証に使用されるソフトウェアの制御に関する連携手法である Ditto Subsystem の 2 つの手法の提案を行う。これらの連携手法の提案により、検証者は透過的に検証施設にまたがった環境での検証が可能になる。

本研究では、提案手法の規模拡張性と有用性を検証する。最後に、提案手法によるネットワークソフトウェアやプロトコルの検証方式と今後の展開とこれからの課題についてまとめる。

氏名	榎本 真俊
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本博士論文は、大規模なソフトウェアの検証環境を構築するための手法について 2 つの手法を提案しまとめている。大規模な検証環境を行うことを可能とする施設として、StarBED や Emulab などの大規模検証施設が構築されているが、これらは複数の検証者で共用することを前提として構築されており、利用可能な資源が利用直前まで確定しない点、また検証者が求める規模の資源が利用できる保証がないという問題がある。この問題点を解決するために、本博士論文では、仮想計算機を用いて検証ノードを PC サーバに多重配置する手法の提案および検証施設間を連携することで、単一の検証施設では確保できない資源量を確保し検証環境を構築する手法の 2 つの提案を行っている。

仮想計算機による大規模検証環境の構築手法では事前検証として、仮想計算機に対して割り当てが必要な資源の洗い出しを行い、その上で割り当て資源の中で物理メモリ量に着目し、与えられたネットワークトポロジを構築するために BGP ソフトウェアが消費するメモリ量の推定手法および推定式の提案を行っている。また、検証施設の連携に関しては、これまで構築されてきた検証施設で使用されている検証施設管理ツールを概念的に分析し、その結果から資源の連携および機能の連携の連携が必要であると定義している。それぞれについて資源の連携には Collaborative Testbed Federator (CTF)、機能の連携には Ditto subsystem を提案し、組み合わせることで検証施設の連携手法の提案としている。本博士論文では、提案手法について、仮想計算機に関して提案手法は StarBED にて 1500 台規模までの規模追従性について検証を行い、かつ、他の経路制御プロトコルや経路制御ソフトウェアに関しての適用可能性について検討を行っている。検証施設連携に関しては、異なる検証施設管理ツールで運用、構築されている StarBED と Deterlab の間での連携評価を行い、他の検証施設との連携について、可能な場合と不可能な場合について議論が行われている。以上により、本博士論文は、研究内容について新規性および有効性が示されており、博士(工学)の学位を授与するにあたって十分な内容であると認める。