

## 論文内容の要旨

博士論文題目 Studies on Expeditious Preparation for Experiments in Network Emulation Testbeds

(ネットワークエミュレーションテストベッドにおける迅速な実験準備の実現に関する研究)

氏名 鈴木 未央

インターネットのような大規模な分散環境に新しい技術を導入する場合、その技術がインターネット上で適切に動作するのか、既存のインターネット環境に悪影響を及ぼさないのかを実践的に検証しておく必要がある。このような検証を行うために、研究者や開発者の間ではネットワーク実証実験用クラスタ（ネットワークエミュレーションテストベッド、以下 NET）が広く用いられている。

これらの NET を用いてネットワーク実験を行うにあたり、重要な課題となるのが実験準備の迅速化である。本論文では、NET における大規模ネットワークトポロジに関連する実験準備作業に着目し、迅速化を妨げる 4 つの問題点を指摘する。1 つめの問題点はトポロジ構築に必要な設定情報に再利用性が無いこと、2 つめの問題点は NET 毎に個別の実験支援ツールと実験手順が存在しそれらの間に差異があること、3 つめの問題点は既存の実験支援ツールは相互の互換性と他のツールとの親和性に欠けること、4 つめの問題点は大規模で実ネットワークに近いトポロジのエミュレートが難しいことである。

本論文では、上記の問題点を解決し、迅速な実験遂行を可能とするための実験支援アーキテクチャ AnyBed を提案する。AnyBed では、1 つめの問題点を解決するため、トポロジ構築に必要な情報を NET に依存する情報と実験に依存する情報に分離して管理し、実験準備時に組み合わせることで、異なる実験におけるトポロジ情報の再利用を実現している。また 2 つめと 3 つめの問題点を解決するため、様々な NET において利用でき、他の支援ツールと親和性を持つようモジュール化された設計を行っている。更に 4 つめの問題点を解決するため、大規模で実ネットワークに近いトポロジを迅速に構築するため、公開されている AS レベルのインターネットトポロジデータセットを元に実験に適した規模のトポロジを抽出してエミュレーションを行う機能と、実運用されている OSPF ネットワークを元にエミュレーションを行う機能を備えている。

本論文では、提案アーキテクチャを実装・評価した上で、オープンソースソフトウェアとして公開し研究者や開発者に実際の実験で利用してもらうことにより、迅速な実験遂行が実現できることを確認した。

氏名	鈴木 未央
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本博士論文は、ネットワークエミュレーションテストベッド(以下 NET)において実験準備を迅速に行うためのアーキテクチャ開発研究をまとめている。まず本研究では、NET での迅速な実験遂行を目的とし、実験プロセス全体を Design、Prepare、Perform Experiment、Clean、Analyze の 5 つのステージに分けて分析し、各ステージで必要とされる作業を整理した。そして迅速な実験遂行を妨げる要因として、既存研究では着目されてこなかった、大規模ネットワークトポロジに関連する実験準備作業を指摘した。特に以下の 4 つの問題点が解決必要としている。(1) トポロジ構築に必要な設定情報に再利用性が無い、(2) NET 毎に個別の実験支援ツールと実験手順が存在しそれらの間に差異がある、(3) 既存の実験支援ツールは相互の互換性と他のツールとの親和性に欠ける、(4) 大規模で実ネットワークに近いトポロジのエミュレートが難しい。本研究では、上記の問題点を解決し、迅速な実験遂行を可能とするための実験支援アーキテクチャ AnyBed を提案・実装している。AnyBed では、トポロジ構築に必要な情報を NET に依存する情報と実験に依存する情報に分離して管理し、実験準備時に組み合わせることで、異なる実験におけるトポロジ情報の再利用を実現している。また、AnyBed は様々な NET で利用でき、他のツールと親和性を持つよう設計されている。更に AnyBed では公開されているインターネットトポロジデータセットを元に実験に適した規模のトポロジを抽出してエミュレーションを行う機能、実運用されている OSPF ネットワークを元にエミュレーションを行う機能を備えている。本博士論文では、実装された AnyBed の性能評価と既存支援ツールとの比較評価に加えて、AnyBed を用いて実施した実験について議論し、AnyBed の有用性の高さを示している。また、実験の品質と再現性についても十分議論されており、本研究の貢献が明確に提示されている。更に、実装をオープンソースソフトウェアとして公開した上で、ドキュメントを整備し、実際の実験で利用してもらうことにより、NET を使用する研究者や開発者の迅速な実験遂行に貢献している。以上により、本博士論文は研究内容について新規性並びに有効性があることを示しており、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。