

Title	ネットワーク検証実験環境における自由度の高いネットワーク構築に関する研究
Author(s)	田部, 英樹
Citation	
Issue Date	2013-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/11338
Rights	
Description	Supervisor:篠田陽一, 情報科学研究科, 修士

ネットワーク検証実験環境における自由度の高いネットワーク構築に関する研究

田部 英樹 (1110040)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2013 年 2 月 6 日

キーワード: テストベッド, 実験支援システム, データリンク仮想化技術.

インターネットは、人々の重要な社会基盤として発展を続けている。この発展は、ネットワーク技術の研究や開発の下支えによるものであり、ネットワーク技術の研究や開発は重要である。ネットワーク技術の研究や開発の過程では、その動作や性能の検証実験が行われる。検証実験をインターネットで実施すると、インターネットの特性や他のネットワークサービスからの影響を受ける。複合的な要因による影響を受けると、問題が発生した際の原因特定が困難になるため、必ずしもインターネットは検証実験を実施する理想的な環境であるとはいえない。インターネットの特性から影響を受けず検証実験の実施が可能な環境として、インターネットから隔離されたテストベッドが存在する。

テストベッドの中には、複数の実験者で時分割に設備を共用することで、設備の利用効率を向上しているものがある。共用された空間の中で実験ネットワークを構築し、その上で複数の検証実験が並列に実施されるので、検証実験間で影響を及ぼし合う可能性がある。よって、実験ネットワークは、他の実証実験で生成されるトラフィックからの影響を受けないように独立させる必要がある。独立した実験ネットワークを実現する方法として、データリンクの仮想化が挙げられる。VLAN や Q-in-Q などのデータリンク仮想化技術は、データリンクメディアを仮想的に多重化する。仮想データリンクによって、それぞれ独立した実験ネットワークを構築することが可能である。また、データリンク仮想化技術は、実験ネットワークのトポロジを作成するためにも使用される。ノード同士を仮想データリンクで接続することで、実験ネットワークのトポロジを論理的に構築する。

テストベッドの需要の高まりから、より多くの検証実験を並列に実施することが求められている。しかし、従来の仮想データリンクの識別方式から生じる問題があり、要求の解決を妨げている。第 1 に、一般的に用いられている VLAN 等の仮想データリンクの識別に用いるインスタンス識別子の数が仕様で定められており、作成できるデータリンクの数に限界がある。このことから、検証実験の並列度と実験ネットワークの規模がトレードオフの関係にあり、大規模な検証実験を並列に実施することが困難である。第 2 に、実験

ネットワークを構築している仮想データリンクの識別に干渉することを防ぐために、検証実験において同じデータリンク仮想化技術を使用することは制限される。これらの制限によって、実験ネットワークに対する要求に応えられない場合がある。

実験者に自由な実験ネットワーク構築を提供するためには、先に述べた制限を取り払わなくてはならない。大規模な検証実験を並列に実施することを可能にし、検証実験の中で行われるデータ通信について Ethernet に関してフォーマットフリーとすることが必要である。

本論文では、Beef's Ethernet Equivalent Forwarding(BEEF) と実験支援システムを提案した。提案システムを用いたテストベッドは、OpenFlow スイッチとそれに接続されたノード群で構成される。BEEF は、OpenFlow を利用したネットワークインスタンス識別子を用いないデータリンク仮想化技術である。OpenFlow スイッチのポートの集合で BEEF's Domain(BOMAIN) を定義し、BOMAIN がひとつのデータリンクとするフロー制御を行うことでデータリンクを仮想化する。フレームの入力があった OpenFlow スイッチのポート番号によって BOMAIN が識別され、同じ BEEF 内の End-to-End の通信は、従来と同様のスイッチング処理が行われる。仮想データリンクの識別にネットワークインスタンス識別子を用いないため、VLAN のような仮想データリンク数の上限は無い。さらに、検証実験内のデータ通信についてフォーマットフリーな実験ネットワークが実現する。

また、構築したい実験ネットワークによっては、ノードが備えている物理ネットワークインタフェースの数が不足する場合がある。このような場合は、仮想ネットワークインタフェースを作成し、不足を補うことが考えられる。そこで、仮想ネットワークインタフェースに対応したデータリンク仮想化技術として BEEF-V を提案した。BEEF-V では、BEEF が BOMAIN を識別する条件に VLAN タグを加え、仮想インタフェースの識別を可能にした。BEEF-V を用いることで、仮想インタフェースを用いたより規模の大きい実験ネットワークの構築が可能となる。

提案システムについて、BEEF を用いた実験ネットワークの作成実験を行い、既存手法と比較した際の有用性を示した。BEEF のパフォーマンスを、OpenFlow スイッチのハードウェア実装と、実験用ノードの配置の2点について考察した。考察の結果から、BEEF の効果的な運用方法について示した。

提案システムを用いることで、テストベッドにおける自由度の高い実験ネットワークが実現すると考えられる。実験者は自由な創造のもとで検証実験を設計し実施することが可能となる。それにより、ネットワーク技術の研究開発が促進され、インターネットの益々の発展が期待できる。