

エンドホストにおける汎用ネットワーク制御機構の研究開発

— "Provide primitives, not solutions" —

1. 背景

メールや WWW、そして IP 電話といったアプリケーションに代表されるように、計算機ネットワークは私達の社会生活に欠かせないツールとなってきました。また、NAS の普及により、エンドノードのほとんどがディスクレスとなる時代も、すぐそこまで来ています。このように、エンドホスト OS におけるネットワークシステムの重要性は、日々高まっています。

エンドホストにおいてこうしたアプリケーションを効果的に利用していくためには、エンドホストにおいてトラフィックを自在に制御するための仕組みが必要です。そこで、エンドホスト OS においてネットワーク I/O を制御するためのさまざまな機構が開発されてきました。

しかし、こうした機構は、管理者による静的なトラフィック制御を想定して設計されているルータにおけるトラフィック制御モデルをそのままエンドノードに適用したものでした。その結果、既存の実装は、管理者に対して画一的な管理用サービスを提供することしかできず、一般ユーザーやアプリケーションに対して自由な制御を提供することができませんでした。また、問題が生じるに応じて新たな機能を各 OS ごとにハードコードするという発展をたどっていることから、実装間に互換性を欠いてしまい、計算機ネットワークにおける制御技術の発展を著しく妨げています。

そもそも、エンドホストには、ルーターと異なりさまざまなユーザーやアプリケーションが動作していることから、このようなルーター用の制御モデルではエンドホストにおける様々な要求に応えていくことが困難です。エンドホストには、エンドホスト独自の要求に基づいて設計された、柔軟で強力なネットワークの制御機構が必要なのです。

2. 目的

この問題に対して、私は、「階層的仮想ネットワークインターフェース」という新しいネットワーク I/O の制御モデルを提案してきました。この新たな制御モデルは、簡単な制御が行える仮想的ネットワークインターフェースを階層的に組み合わせて利用することにより、システム管理者によるシステムの管理用途に特化して設計された従来の機構を置き換えるだけでなく、システム上の全てのユーザーやアプリケーションに柔軟で強力なネットワーク制御サービスを提供することができます。たとえば、コマンドラインよりアプリケーションのネットワーク利用を制御したり、ウェブサーバがリクエストの種類に応じて優先度を自律的に変えるなど、さまざまな制御が可能となります。

本プロジェクトは、この階層的仮想ネットワークインターフェースモデルを主要な OS へと移植し、その上で動作するいくつかの魅力的なアプリケーションを開発することで、この新たな制御モデルの普及を促進することを目的として開始されました。

3.開発の内容

以上を目的として、本プロジェクトは、エンドホストにおける汎用ネットワーク制御機構である Netnice システムを複数の OS に移植し、さまざまな対応アプリケーションを開発しました。その上で、この新しい制御モデルの普及に向けた広報活動を行いました。

OS 移植においては、複数の開発協力者と協力しながら 図 1 に示される「階層的仮想ネットワークインターフェースモデル」に基づいたネットワーク制御機構を、Linux、FreeBSD5.3、FreeBSD4.11、NetBSD1.6.2、OpenBSD3.6 に移植しました。また、リリースは今回の開発期間から外れるものの、MacOS X への対応準備も行いました。

対応アプリケーションの開発においては、Apache 用トラフィック制御モジュールである mod_netnice の開発を行い、Apache1.3、Apache2.0 への対応を行いました。また、ファイヤーウォールの GUI ルールビルダである Firewall Builder (Fwbuilder)において Netnice システムのパケットフィルタ設定を可能とする Netnice プラグインの開発を行いました。さらに、今後の Netnice 対応アプリケーションを拡充してゆくための基盤として、汎用トラフィック制御ライブラリである libnetnice の仕様検討を行いました。

最後に、標準化に向けた広報活動として、開発者を対象とした交流会(BoF)を企画し、インターネット研究コンソーシアムである WIDE プロジェクトにおいて複数の BoF や活動報告を行いました。また、ソフトバンクパブリッシング「Unixuser」誌への寄稿を行うなどしました。

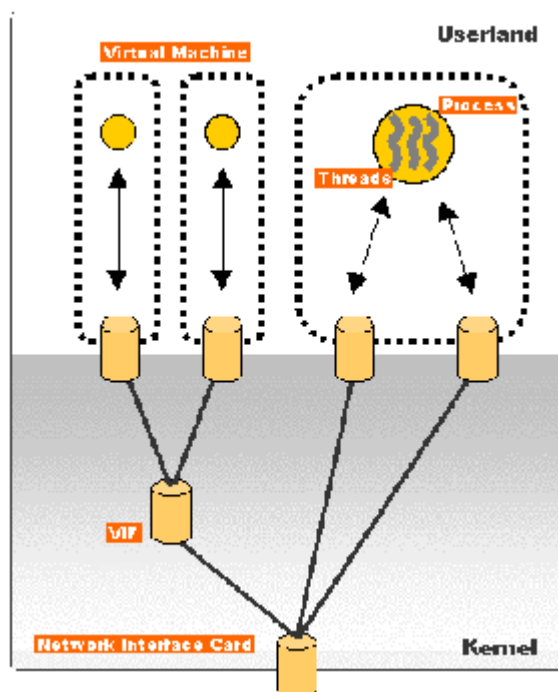


図 1: 階層的仮想ネットワークインターフェースモデル

4. 従来の技術との相違

エンドホストにおける従来のトラフィック制御技術は、管理者に対して画一的な管理用サービスを提供するに留まっています。一方、階層的仮想ネットワークインターフェースモデルに基づいた私たちの実装は、一般ユーザーやアプリケーションからの自由な利用が行える点で大きな利点があります。

また、今回のプロジェクトにより多くのプラットフォームへの移植を行ったことで、マルチプラットフォームで動作する唯一の汎用トラフィック制御機構としてのアドバンテージを得ることができました。従来にも、Trickle などのライブラリベースの帯域制御パッケージを用いればマルチプラットフォームのコードを実現することはできましたが、これらは利用帯域の上限を指定することしか出来ませんでした。今回開発した実装により、優先制御やパケットフィルタリングなどさまざまなネットワーク I/O 制御をマルチプラットフォーム化することが可能となりました。

5. 期待される効果

本プロジェクトの開発成果は、エンドホストにおける汎用ネットワーク制御機構として、さまざまなネットワークアプリケーションや管理ツールを実現する基盤として機能していくことが期待されます。たとえば、Apache や ftpd などのサーバアプリケーションにおいて、リクエストの種別に応じて優先度を変えるなどの高度なネットワーク制御を行っていくことが可能となります。また、クライアントホストにおいて、たとえば、P2P ファイル共有ソフトウェアにおいて、自分のためのトラフィックを他のトラフィックから優先させたり、HTTP など生活用のトラフィックの優先させるといった制御が可能となります。

6. 普及 (または活用) の見通し

Apache 用トラフィック制御モジュールである mod_netnice については、幸い多くの引き合いを頂いています。今後は、クライアント用の魅力的なアプリケーションの充実など、ユーザー数の拡大を図れるアプリケーションの開発に努力したいと考えています。

7. 開発者名 (所属)

奥村 貴史

プロジェクトホームページ

(旭川医科大学医学部医学科 / ピッツバーグ大学計算機科学科)

<http://www.netnice.org/>