

## 第 VI 部

# エンドホスト OS における汎用 ネットワーク制御機構の研究開発



## 第 6 部

## エンドホスト OS における汎用ネットワーク制御機構の研究開発

## 第 1 章 Netnice ワーキンググループの概要と 2005 年度の活動

ネットワークアプリケーションにとって、通信とは、いったん接続を確立してしまえばあとはデータを送るか受け取るかに過ぎない単調な処理である。しかし、よく見てみると、アプリケーションはネットワークにさまざまな要求を有していることが多い。たとえば、ウェブサーバにおいては、画像や大きなファイルなどの重いコンテンツは後回しにして、大事なドキュメントだけをとにかく早く処理するような制御を行いたい場合は多いだろう。これらのサーバにアクセスするクライアントにおいても、背面に隠れたウィンドウのための通信よりは、前面に表示しているブラウザの通信をより高い優先度で扱って欲しいと考えることは自然である。

今までも、エンドホスト OS においては、QoS 制御機構やパケットフィルタなど多くのネットワーク制御機構が開発されてきた。しかし、既存の機構は、基本的にシステム管理者のための静的な設定・管理ツールとして設計されており、ネットワークアプリケーションやシステムユーザによる上述したような自在な制御を効率的に実現することはなかなか困難である。このことは、ネットワークアプリケーションの発展にとって、大きな制約となりつつあるといえる。

Netnice ワーキンググループは、こうした事態に対して、システム上のすべてのユーザやアプリケーションに、より柔軟で強力なネットワーク I/O の制御サービスを提供していくために、階層的な構造を有した新たなネットワーク制御モデル「階層的仮想ネットワークインターフェースモデル」を提案し、普及に向けた研究開発を行ってきた。2005 年度においては、前年度に行った「未踏ソフトウェア」プロジェクトにおける積み残しの消化と制御モデルの広報活動、そして後述する「ネットワーク I/O の仮想化に関する研究活動」を主として活動した。以下、各章において概要を報告する。

## 第 2 章 未踏ソフトウェアプロジェクトと広報活動

まず、昨年度に正式リリースにまで至らなかった Netnice-2.2 のリリースに向けた作業を継続した。検証ツール、インストーラの作成に加え、パッケージングシステム、カーネルビルド及びライブデモ用サーバの構築を行った。

また、汎用ネットワーク制御ライブラリである libnetnice の開発を継続して行った。現在、仕様の検証と実装の評価を兼ね、今までに開発したアプリケーションの書き直しを試みている。今後、こうした試みを通じて API を洗練させた後に、既存のトラフィック制御機構の上にこれらを隠蔽する形で利用する「ラッパー版」の開発に進みたいと計画している。

また、Knoppix を用いた Bootable-CD の企画・開発作業を継続して行った。この CD は、現在配布している階層的仮想ネットワークインターフェース機構の評価用 Bootable-CD の最新版と位置づけられている。雑誌などによる大量配布が可能であることから、本制御モデルを Knoppix などのクライアントシステムにおいて採用することへの認知を得ていく上でも有効だろうと期待を寄せている。

開発案件としては、この他にも、Apache HTTP server 用のネットワーク制御モジュール mod\_netnice について、正式リリースに向けた企画・開発作業を継続した。

広報としては、昨年に引き続き、Netnice ワーキンググループにおいて検討を進めてきたネットワーク I/O の新たな制御モデルである階層的仮想ネットワークインターフェースモデルの認知向上を目指し、技術評論社 Software Design 誌への寄稿や情報処理学会 OS とシステムソフトウェア研究会での講演などを行った。

## 第 3 章 ネットワーク I/O コードの仮想化研究

近年発達してきたグリッドコンピューティングのように、通信のレイテンシによって性能が大きく左右されるシステムにおいては、従来利用されてきたソケットインターフェース自体がボトルネックになりつつある。現在の OS 開発コミュニティは、このような新たなニーズが生じた際、用途が限定された新たな機構を OS 間の互換性を欠いたまま実装するという対応を繰り返してきた。

こうした対応の結果、開発者は、新しいネットワーク技術を普及させようとする際、何よりもまず普及に必要な OS 分だけの移植作業を繰り返さなければならないという事態に陥ることになった。また、1990 年代にネットワーク I/O コードの最適化手法が数多く検討されたが、OS 内部にハードコードされている旧来のコードを置き換えることは容易ではなく、ほとんど普及することがなかった。

一方、もしネットワーク I/O の処理系をカーネル内部で仮想化し、ユーザや管理者が利用したいコードを自由に選択・拡張できる枠組みを実現すれば、ネットワーク技術の開発・普及コストを大幅に下げることを通じて、高速化や高機能化などの技術革新の基盤となっていくことが期待できる。そこで、本年度においては、エンドホスト OS におけるネットワークサブシステム全体の設計にまで検討を進め、ネットワーク I/O コードの仮想化という新たな研究課題に取り組んだ。

まず、アプリケーション側からのアプローチとして、ユーザがソケットインターフェースを動的に拡張し、パケットの中継やフィルタリングといった処理を自由にカーネル内部に委託できるようなパケット処理系の検討を行った。また、OS 側からのアプローチとして、階層的仮想ネットワークインタフェース内部に汎用のパケット処理系を備えることで、IP や TCP などのパケット処理のさまざまな段階において自由な粒度でのパケット処理を実現する処理系の検討を試みた。これらの研究成果は、チェアである藤田、奥村の修士論文、博士論文としてそれぞれまとめられる予定である。

## 第 4 章 おわりに

本ワーキンググループは、2004 年春合宿に Netnice BoF 枠を申請した際、担当 AD 氏よりワーキンググループ化を勧められたことをきっかけに発足した。その後は、AD 諸氏の御助力もあり、とんとん拍子で情報処理振興協会 (IPA) による「未踏ソフトウェア」からの支援が決まり、プロトタイプ実装を複数の OS に移植し関連アプリケーションを開発するというワーキンググループ活動の方向性が定まることになった。このような経緯で始まったワーキンググループであったが、本年度をもって 2 年間の活動を終えることから、簡単に総括を記しておきたい。

まず、公的資金による支援を得たプロジェクトとして一定水準の成果を示すことは必須であり、その点では本ワーキンググループも恥じるものではないが、成果の一般利用という観点で見た場合、本ワーキンググループには相当厳しい評価が下ることを覚悟している。理由は多々あるが、基盤技術を開発しつつ、その上で動く説得力のあるアプリケーションを欠いたことが最大の原因であると述べてよい。

一方、基礎研究として見た場合、既存のネットワーク制御モデルにおける諸課題、とりわけ、ルータでの制御モデルをエンドホストに無批判に適用することの問題性に取り組んだ試みは他に類がなく、本ワーキンググループを通じて試みた問題提起には小さくない意義があったものとする。また、派生して生じたネットワーク I/O コードの仮想化研究も、今後の発展が望まれる分野であり、WIDE プロジェクトの名に恥じない研究活動を行えたと考えている。

未筆ながら、拙いチェア一同を随所で支えてくださった AD 諸氏をはじめ、ご参加頂いたワーキンググループメンバー諸氏に感謝の意を表したい。Netnice-2.2 正式版のリリースをはじめとしたプロジェクトの主だった活動については、今後も Netnice.ORG プロジェクトとして継続されるために、今後も折に触れ成果報告を行っていきたい。