



2009 年度上期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当PM

筧 捷彦 PM(早稲田大学 理工学術院基幹理工学部 情報理工学科 教授)

2. 採択者氏名

チーフクリエイター: 伊藤 裕一(東京大学大学院 学際情報学府総合分析コース)
コクリエイター : なし

3. プロジェクト管理組織

株式会社オープンテクノロジーズ

4. 委託金支払額

3,000,000 円

5. テーマ名

複数のネットワークの共有による高速な仮想ネットワークの構築

6. 関連Webサイト

なし

7. テーマ概要

様々な無線技術による通信が一般的なものとなり、現在発売されているノートPCのほぼ全てには無線Lanが搭載され、広域無線Wanを使用している人も増えつつある。しかし、これらの無線通信はイーサネットに代表される有線通信に比べて通信速度が遅いという問題を抱えている。

開発するソフトウェアはこの問題を解決するために、「マシンの余剰通信帯域をお互いに利用し合う」という手法で、各マシンが持つ通信帯域を拡張し、より広い帯域を利用するためのものである。

例えば、マシン A、B がそれぞれ無線 Wan(3Mbps)を持っていて、お互いに無線 Lan の通信範囲にいるとする。このときマシン A は自分の無線 Wan だけを利用するのであれば 3Mbps の帯域しか利用できないが、マシン B の帯域も利用することが出来れば合計で 6Mbps の帯域を使える。これを行うためには、マシン A、B がそれぞれ無線 Wan でデータをダウンロードしつつ、マシン B がダウンロードしたデータを無線 Lan を通じてマシン A に転送するなどといった手法が考えられる。しかし、実際には一つの連続したシーケンスとしてのファイルを 2 つの経路でダウンロードする場合、どのようにして元のデータを分離し、その分離したものをどう組み立て直すかなどといった問題などが付随する。

開発するソフトウェアはこの問題を克服するために、各マシンがそれぞれプログラムブルなソフトウェアルータを持ち、そのルータ内で実際にパケットデータ(例えば IP ヘッダやポート番号など)を加工するという手法を用いる。

この手法は従来のオーバーレイネットワークによるネットワークの制御とは異なり、レイヤ 7 より下の階層でパケットの加工を行う。そのため、オーバーレイより低レイヤでネットワークの動作を定義しているといえ、このような研究開発は現在議論が活発な次世代ネットワークのあり方の一つの例を提案するという意味でも有意義なものだと考えられる。

私が開発するソフトウェアはこのソフトウェアルータを利用状況に合わせて適切に設定するためのミドルウェアと、ミドルウェアにより操作されるソフトウェアルータ本体である。このミドルウェアを使うことにより、柔軟に高速かつ効率的な通信を実現することが出来るようにすることがこの開発の目標となる。

8. 採択理由

ネットワークの貸し借りでなく、共有できる(他の帯域を借りられる)仮想ネットワークを実現する。マルチパスネットワークの一種である。

現時点では、emobile を二つ使って実装している。WAN の実質的な高速化を図るために、クライアント PC が属する無線 LAN の中にシステムサーバを設ける。システムサーバは、クライアント PC がアクセスしたい先のサイトに高速にアクセスでき、そのアクセス結果をクライアント PC へその無線 LAN の他の PC 経由のパスも使って配送する。このアイデアでの高速化が生きるためには、技術面だけでなく、システムサーバの適切配置という社会面での問題も解決する必要がある。

今回のプロジェクトのアイデアは、その一部を指導の先生から得たというものの、

この形での高速化を実現したいという目的意識を明確にもっている上、なかなかの元氣者であるので、未踏ユース期間中に成果を上げてくれると期待しての採択である。

9. 開発目標

「IP-Layer におけるネットワークの統合」と「仮想ネットワークを構成する物理ネットワーク間の同期処理」を行うアプリケーションを開発する。

IP-Layer において「送信側でパケットを複数経路に分散」させ、「受信側でパケットの流れをもとに戻す」処理を行うものであり、この間の転送処理にはパケットのカプセル化によるトンネリングを用いる。

このプロジェクトでは「複数のネットワークから仮想ネットワークを構築するプログラム」の作成と、「仮想ネットワークの作成作業を補助するツールの作成」及び「仮想ネットワークを利用するための環境構築」を行う。目標は、作成した仮想ネットワークを利用することでネットワークのスループットを向上させることである。仮想ネットワークの目標性能(スループット)は、仮想化の条件を「仮想化は2つの WWAN ネットワークで行う」「両経路のスループットはほぼ同一とする」とした場合において、片側経路の1.6倍とした。

また、性能だけではなく、開発ソフトの特徴である「IP-Layer における仮想化」の実装も本プロジェクトの達成目標の一つとする。すなわち、「どのようなアプリケーションでもこの仮想ネットワークを利用できる」ということも達成目標に含まれている。

10. 進捗概要

開発の対象としては、同じ広域無線 WAN への接続を行っている2台の PC において、1台の PC で、その両方の接続帯域を活用するシステムをモデルとして取り上げた。

プロジェクト期間の半分が終わったところで、「IP-Layer におけるネットワークの統合」を実現するソフトウェアができあがり、早速実験してみたところ、1.6倍どころか、1倍にも満たない性能しか得られなかった。そこで、プロジェクトの後半では、「仮想ネットワークを構成する物理ネットワーク間の同期処理」に注力して性能アップに全力を傾けることとなった。

ネットワークでのパケット転送に関するいくつかの技法を組み合わせ、性能アップに努めたが、プロジェクト期間終了までに到達できたのは、2台 PC の広域 WAN を使って1.25倍の性能を得るところまでであった。

なお、当初計画では Linux 上でのソフトウェアだけを考えていたが、Mac OS X も Linux 同様に Unix を基盤としている OS であることから、Mac OS X 上で WiMAX を使って動作するソフトウェアとして仕上げた。

11. 成果

当初の目標通りに、「IP-Layer における仮想化」を行い、さらに「仮想ネットワークを構成する物理ネットワーク間の同期処理」を行って、2 台の広域 WAN アクセスを統合することで、1 台の PC で広域 WAN にアクセス場合よりも高い性能が得られるシステムを作ることができた。この「IP-Layer における仮想化」と「仮想ネットワークを構成する物理ネットワーク間の同期処理」は、アプリケーションによらずに行う、という特徴を備えたものであり、その意味で目標の半分は達成したといつてよい(図 1)

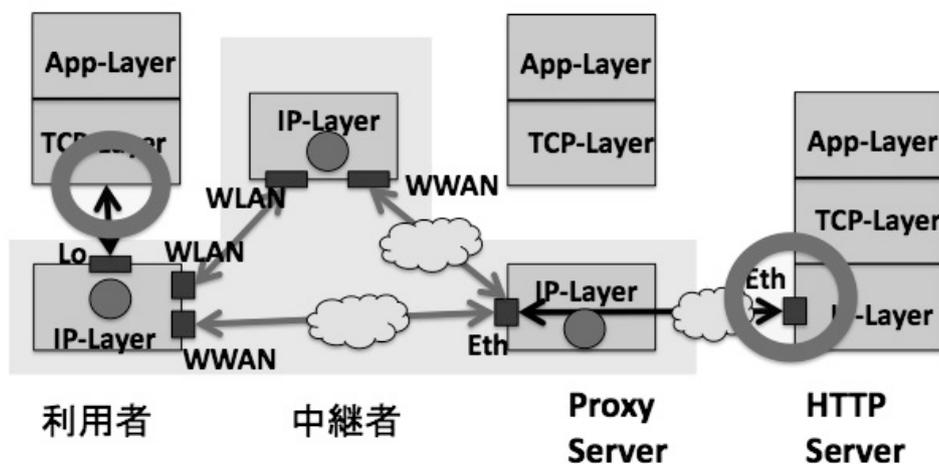


図 1 開発したシステムのネットワーク階層での位置

しかしながら、仮想ネットワークの性能は、目標の 1.6 倍に届くところまで向上させることができず、1.25 倍にとどまってしまった(図 2)。

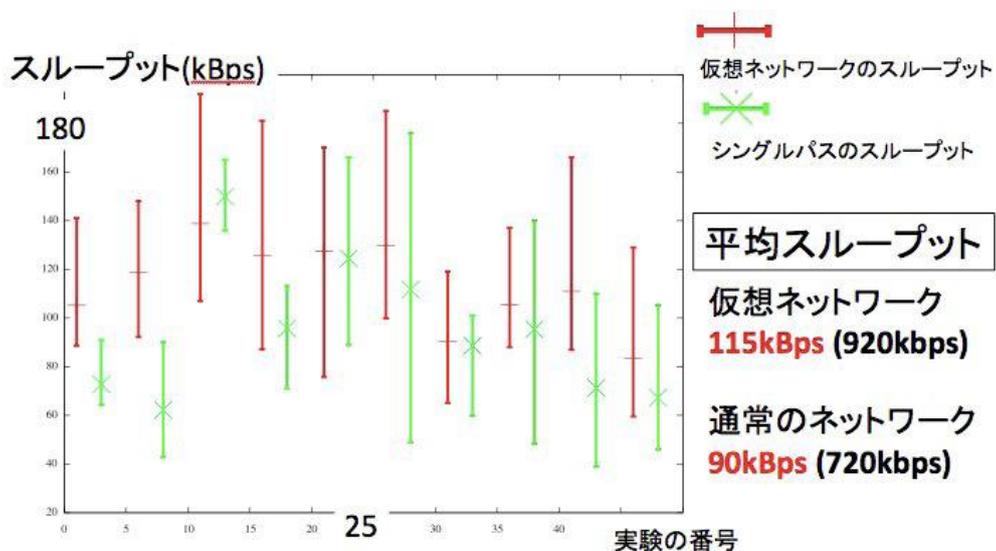


図 2 実験結果

12. プロジェクト評価

広域 WAN へのアクセスをもつ複数 PC 上で「IP-Layer における仮想化」というこれまでにない着想に基づいたプロジェクトであったが、実用に供するのに十分といえる性能を得るところまでには至らなかった。

13. 今後の課題

まず、目標とした性能を得るべく、さらに工夫を重ねる必要がある。また、未踏ユーザ開発期間中には作業することができなかった、作成したシステムのマルチプラットフォーム化も行うことが望まれる。

それとともに、どんな環境や状況であれば今回開発した技術が適切に適用できるのか、商用の広域 WAN を対象として実用化するためにはその費用負担の仕組みをどうすればよいのかの検討を行うことも必要となる。これらの検討結果も含めて、このプロジェクトで得られた知見をまとめておくことが望まれる。