

Self-Organizing Network Infrastructure 自己組織型ネットワーク インフラストラクチャ

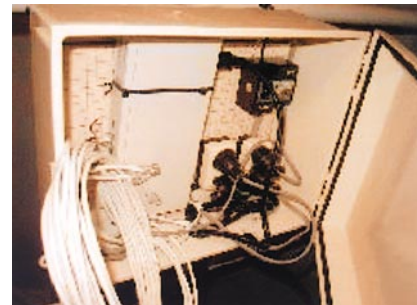
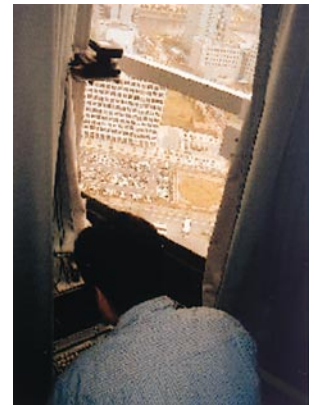
プロジェクトリーダー 岡 部 寿 男

京都大学

大学院情報学研究科 助教授



図 1 自己組織型ルータのプロトタイプ開発環境



1. 研究目的

インターネットの急激な広がりはいままでパソコンの普及に追隨してきましたが、今後はオフィスや家庭のあらゆる情報機器、さらにはあらゆる電化製品がインターネットプロトコル(IP)によりネットワーク化されていくと考えられています。また、オフィスや家庭からインターネットバックボーンへの接続も、現在のダイヤルアップ環境や低速の専用線によるものから、電話や放送を含むすべての情報メディアを統合した形の超高速IPネットワークに移行すると考えられます。

これに伴って、インターネットの規模は、そのノード数、トラフィック量、トポロジーの複雑さ、すべての点において現在より数桁大きい段階に達し、さらに端末機器の種類が増えるだけでなく、利用可能な通信媒体や品質に関する要求(Quality of Service)、サービス機能等が多様化した、複雑度の高いヘテロジニアスなネットワーク環境となります。しかも、インターネットへの接続が唯一必須の通信インフラとなり、現状の電話やテレビ以上に重要なライフラインとなることから、信頼性や安定性に対する要求水準も、現状とは比較になりません。

しかるに、現状ですら既にネットワーク機器の設定は素人にとって容易でなく、とりわけ複数の機器を組み合わせるネットワーク設計は専門家以外には非常に困難なものとなってしまっています。

本研究は、IPネットワークに自己組織化の技術を導入し、ネットワークの構成要素自身に自律的なネットワーク設計と運用の能力を持たせることで、主として家庭やオフィス環境において、ネットワークの配線を最小化かつ接続を簡単化しつつ高品質を確保することができるようにすることを目指します。

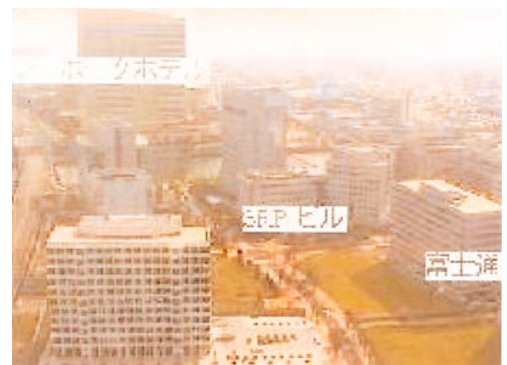


図 2 九州大学と(財)九州システム情報技術研究所(ISIT)との共同により福岡市百道浜(ももちはま)に構築されている、無線を使った実験ネットワーク。福岡タワー(図の上左)に定点観測カメラ(図の上右)と無線のHUB基地(図の中)を設置、無線ネットワークを利用してこの定点観測カメラをインターネットに接続し様々な研究開発に用いている。下の図は九大において建物にラベルを張った画像の例。この画像は仮想現実空間であり、建物に張られたラベルはカメラをどの方向に向きを変えてもその建物に自動的に追隨する。

2. 研究の内容

本研究プロジェクトで実現しようとする「自己組織型ネットワークインフラストラクチャ」とは、端末を含む全てのネットワーク構成機器にルータ機能を持たせ、IPネットワーク自身、すなわちその構成機器であるルータや端末が自律的に物理的なトポロジーやトラフィック状況を把握し、ユーザからのサービスの要求に応じて適応的に構成を変化させる枠組みです。ここでいう自己組織化は、OSIの7階層モデルでいうところの物理層(layer 1)からトランスポート層(layer 4)までで実現されます。すなわちユーザあるいはアプリケーションプログラムに負担をかけることなく、限られたネットワーク資源を状況に応じて効率的に動的再配分します。また、障害などの状況の急激な変化に対しても、自律的に可能な限りの対処を行うことで全体としての可用性を向上させます。具体的には、要素技術を実現する以下のテーマを対象を絞って研究を進めています。

(1) 自己組織型ルータのアーキテクチャ

ルータ機能および自己組織化機能の前提となる、動画データなどのマルチメディアデータに対する品質(Quality of Service; QoS)保証の技術と帯域制御技術、およびその前提となるネットワークの状況把握やトラフィック測定の技術について研究しています。またこれらの機能を家電をはじめとするあらゆる機器に組み込むことを目指すことから、自己組織型ルータ機能を低コストで実現するためのハードウェアアーキテクチャおよびミドルウェアアーキテクチャの設計と実装に力を入れ、基本OSと各種デバイスドライバ、ライブラリ、開発環境、ルーティングソフトウェアなどの改良と開発を行っています。また、映像配信などの放送型メディアに対応するスケーラブルな自己組織型マルチキャストルータのアーキテクチャの検討も行っています。同時に、現状で製品として入手できる超高速ルータおよび帯域制御ソフトウェアを導入してさまざまな環境で運用し、JGN(研究開発用ギガビットネットワーク)やBBCC(新世代通信網実験協議会)などと連携して研究のテストベッドとして活用しながら、その限界と問題点を洗い出すことも行っています。

(2) 自己組織化プロトコルの設計と実装

ベストエフォート(best effort)を前提とする既存のIPネットワークでは、経路制御プロトコルの働きで、ネットワークがつながっているか切れているかを自律的に検出し、それに従って最短経路を探索して通信します。しかし、この経路制御にはネットワークのどこが混雑しているかの情報は反映されません。この点は次世代のプロトコルであるIPv6(IPversion 6)や品質保証技術DiffServでも同様であり、RSVPなどによる明示的な資源予約が行われない限り迂回路があるにも関わらず局所的にトラフィックが集中して輻輳が起こる問題が生じます。本研究では、ネットワーク機器自身が機器上を行き来するトラフィックを測定し、その結果を経路制御や帯域予約に反映させるための新しいプロトコルを開発しています。

(3) 新しい物理層・データリンク層技術とIPv6との連携

IPネットワークの家庭への応用を目指して、様々な新しい物理層・データリンク層技術が開発されています。特に、既存配線を利用する電灯線ネットワーク技術や、物理的な配線を省く無線(電波・赤外線)技術が目立っています。また、マルチメディアデータの伝送を品質保証でき、かつ接続手順が容易なPlug and Play機能をサポートしたUSB(Universal Serial Bus)やIEEE1394などのインターフェースも普及しつつあります。一方IPv6には、ステートレス自動設定(stateless autoconf)と呼ばれるIPアドレス等を自動設定する機能があります。しかしこの機能は、ルータ機能を持つ機器の接続には応用できない、無線などの単方向リンクを含む非対称ネットワークに対応していない、QoSに関する情報をサポートできない、などの制限があり、実用化に至っていません。本研究では、新しい物理層・データリンク層技術の能力を十分に発揮させるためのプロトコルの拡張を行い、ホームネットワークへの応用を進めます。

3. 研究の体制等

期 間：1999年8月～2004年3月

構 成：

プロジェクトリーダー：岡部寿男(京都大学・大学院情報学研究所・助教授)

コアメンバー：中村素典(京都大学・総合情報メディアセンター・助教授)

岡村耕二(九州大学・情報基盤センター・助教授)

研究協力者：9名

実施場所：京都大学大学院情報学研究所 京都市左京区吉田本町

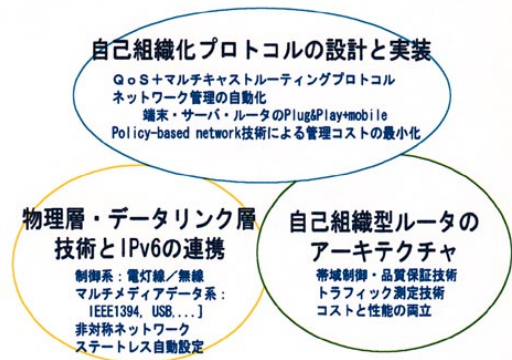


図3 自己組織型ネットワークの要素技術

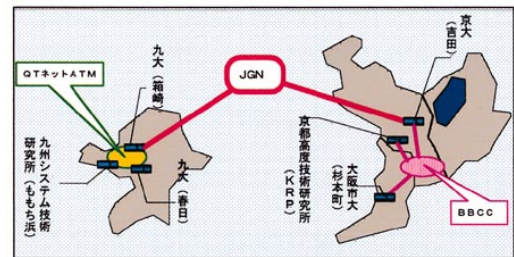


図4 JGN等を利用したテストベッド



図5

DV画像のIPv6上でのマルチキャスト中継実験の様様。WIDE研究会の映像をJGN(研究開発用ギガビットネットワーク)を経由して伝送。



コアメンバー
中村素典
(京都大学)



コアメンバー
岡村耕二
(九州大学)