

新世代インターネット向け IP スルーネットワークアーキテクチャの提案

丸田 直樹[†] 島田 秀輝[†] 佐藤 健哉^{††}

[†]同志社大学理工学部情報システムデザイン学科 ^{††}同志社大学大学院工学研究科情報工学専攻

1 はじめに

GENI, Federica など、現在のインターネットの問題点を白紙の状態から解決するための Clean Slate なアプローチによる取り組みが世界中で行われている [1]. 特に AKARI アーキテクチャ [2] では、光パケット交換・光パスと呼ばれる技術を用いた超高速の光スイッチの検討が行われている。光スイッチは LAN と LAN を直接接続し、ルーティングを行わない通信を可能とする。しかし AKARI アーキテクチャでは、光スイッチ実現後も IP 層を残すことになっている。このため光スイッチが完成しても、IP アドレスの枯渇、IP アドレスの管理などの IP 層に起因する問題が解決されずに残ってしまう。そこで本稿では、光スイッチが実現し、LAN 同士が直接接続できるという前提で、IP 層を利用せずに、グローバルネットワーク上で通信を行う手法を提案する。これにより IP アドレスの枯渇、IP アドレスの管理、といった IP 層に起因する問題の解決が期待できる。

2 既存技術

2.1 現在のインターネットの構成

現在のインターネットの構成を図 1 に示す。現在のインターネットでは通信を行う際、ルーティングを行うため、通信相手の IP アドレスが必要である。IP アドレスを利用してルータが次にパケット渡すべき相手を見つけ、通信相手のいる LAN までパケットを届ける。その後、LAN 内の相手にパケットを届けるため ARP により IP アドレスから対応する MAC アドレスを調べる。この MAC アドレスにより通信相手を特定し、パケットを届ける。

2.2 光スイッチによるインターネットの構成

光スイッチによるインターネットの構成を図 2 に示す。光スイッチによるインターネットでは既存のインターネットの、各 LAN の出入口となっている部分以外のルータを光スイッチで置き換える。通信を行う際

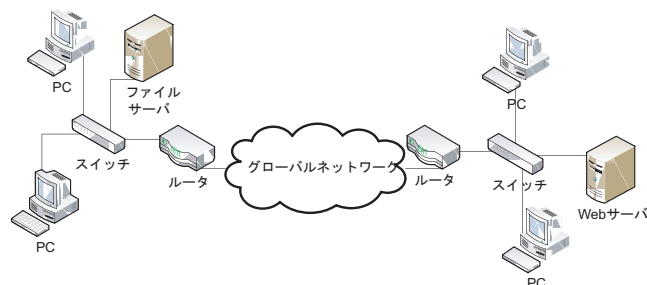


図 1: 現在のインターネットの構成

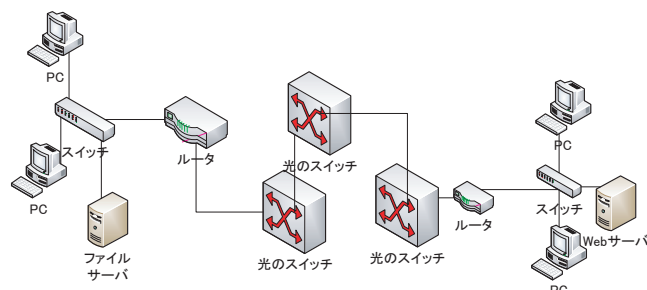


図 2: 光スイッチによるインターネットの構成

にはクライアント側とサーバ側の LAN を光スイッチにより直接接続する。パケットは光スイッチによる経路を通して直接相手側の LAN へ届くため、IP アドレスによるルーティングは不要である。よって光スイッチ実現後は IP アドレスを省いても通信が可能であると考えられる。

2.3 LLDP

LLDP (Link Layer Discovery Protocol) はデータリンク層のプロトコルである。LLDP に対応した機器はマルチキャスト MAC アドレス宛に自身の情報 (MAC アドレスなど) を入れた MAC フレームを送信する。この MAC フレームを LLDP フレームと呼ぶ。また、送られてきた LLDP フレームから情報を取り出し、保持する。これにより隣接ノードの情報を自動的に収集、保持できる。この情報には他の機器からアクセス可能である。

3 提案手法

3.1 概要

光スイッチにより LAN 間データリンク層レベルで接続されれば、グローバルネットワークを介して相

A Proposal of IP-Through Network Architecture for Future Internet

[†] Naoki MARUTA, Hideki SHIMADA

^{††} Kenya SATO

Department of Information Systems Design, Doshisha University ([†])
Graduate School of Information and Computer Science, Doshisha University (^{††})

表 1: LLDP が保持するテーブル

ポート番号	MAC アドレス	URL
Port1		http://xxx.com
Port2		http://yyy.jp

手と通信を行う際，ルーティングが不要になるので，通信相手の MAC アドレスがわかれば通信可能となる．

そこで LLDP を拡張して，DNS のように URL，MAC アドレスの対応関係を LLDP スイッチに保持できるようにする．これにより URL から MAC アドレスを調べることが可能になり，IP 層を利用しないグローバルネットワーク上での通信が可能となる．光スイッチで LAN と LAN を接続するためには ID のようなものが必要であるが，本稿では URL がわかれば，光スイッチにより，クライアントとサーバの存在する LAN 間を直接接続できるものとする．クライアント側から URL をキーとしてサーバの MAC アドレスを調べるには LLDP スイッチの保持する情報にアクセスする．通常 LAN 内にスイッチは複数存在するので，URL から MAC アドレスを調べる際はブロードキャストを用いて，サーバ側の LAN 内のすべてのスイッチの情報を調べるものとする．

3.2 LLDP の拡張

LLDP が送信しなければならない必須の情報はシャーシ ID，ポート ID，TTL(Time To Live) である．これらの情報には送信側の MAC アドレスが含まれているが，URL は含まれていない．提案手法ではサーバの MAC アドレスを調べる際 URL を利用するので，送信する情報に URL を加えるように LLDP を拡張する．これにより URL と MAC アドレスの対応関係を LLDP 対応機器で保持できるようになるので，URL から MAC アドレスを調べることが可能になる．LLDP スイッチ，サーバがこの拡張された LLDP を実装しているものとする．これにより LLDP スイッチはサーバの MAC アドレスと URL を取得できるようになる．提案手法で用いる LLDP テーブルの項目を表 1 に示す．

3.3 通信手順

具体的な通信手順を図 3 にシーケンス図で示す．

- (1) サーバ機器が自身の MAC アドレス，URL を LLDP フレームにより LLDP スイッチに通知する．
- (2) クライアントが URL をキーとして，ブロードキャストパケットを送り，LLDP スイッチが保持している情報から，対応する MAC アドレスを検索する．
- (3) キーとした URL の情報を保持する LLDP スイ

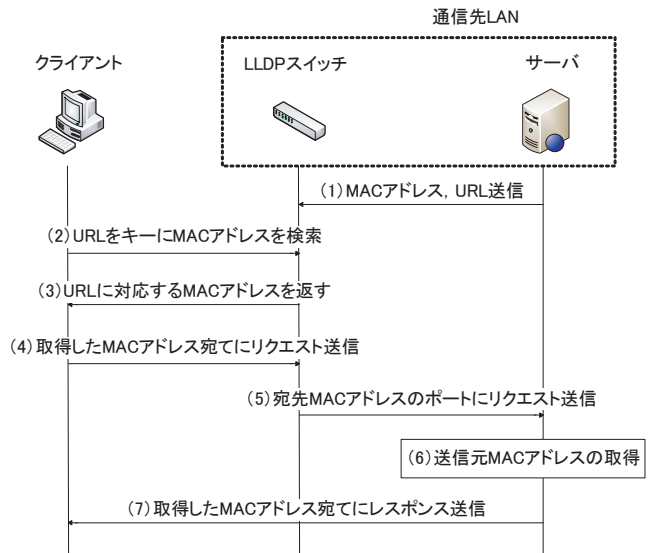


図 3: 提案手法の手順

チが，URL に対応する MAC アドレスをクライアントに通知する．

(4) クライアントは取得した MAC アドレスを宛先 MAC アドレスに指定し，リクエストのパケットを送信する．

(5) リクエストパケットが光スイッチ，ルータを介し，サーバ側のスイッチまで届き，スイッチが宛先 MAC アドレスの機器にリクエストパケットを送信する．

(6) サーバはリクエストパケットから送信元 MAC アドレスを取得する．

(7) サーバは取得した MAC アドレスを宛先 MAC アドレスに指定し，レスポンスパケットを送信し，クライアントが受信する．

4 まとめ

本稿では光スイッチが実現した際に IP アドレス，IP 層を用いず，MAC アドレスによる通信を実現するネットワークアーキテクチャの提案を行った．光スイッチにより LAN 間が直接接続されれば，ルーティングが不要になるので，IP 層が不要になる．現在の新世代ネットワーク AKARI の構想では光スイッチ実現後も IP 層を残すことになっている．しかし本提案手法を用いれば，MAC アドレスのみでグローバルネットワーク上での通信が可能となり，IP 層を無くすることができる．これにより IP アドレスの枯渇，IP アドレスの管理などの IP に起因する問題の解決が期待できる．

参考文献

- [1] Jennifer Rexford, Constantine Dovrolis, Future Internet Architecture: Clean-Slate Versus Evolutionary Research, Communication of the ACM, Vol.53, No.9, pp.36-40, 2010.
- [2] AKARI, <http://akari-project.nict.go.jp/>