NAIST
Nara Institute of Science and Technology

# 情報ネットワーク論I

アドレス解決

NAIST
Nara Institute of Science and Technology

## Address Resolution

- ネットワーク層アドレスとデータリンク層アドレスのマッピング
  - 経路制御の役割
    - データリンク層の選択
    - 次に送るべきホストの選択
  - 実際の転送処理で必要となる相手のデータリンク層アドレスの獲得

NAIST
Nara Institute of Science and Technology

## いろいろな方式

- テーブル方式
  - 各ホストで対応表を管理する
  - 静的な設定
  - 規模の小さなネットワークでは有効
  - ホストのネットワークインタフェースが変更された場合には、全てのホストでテーブルの更新が必要

## NAIST いろいろな方式

Nara Institute of Science and Technology

- サーバ方式
  - テーブル方式の拡張
  - サーバで情報を一括管理
  - サーバとの通信をどのように実現するのか
    - well-known アドレスを利用
    - デフォルトアドレスを利用
    - broadcast (データリンクレベル) を利用
  - サーバがダウンした場合の対処方法はどうするのか
    - サーバの二重化？

## NAIST いろいろな方法

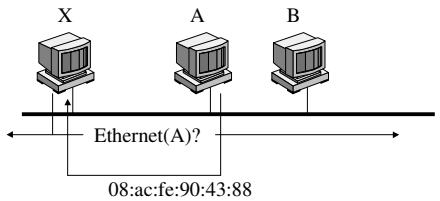
Nara Institute of Science and Technology

- 動的決定方法
  - ARP (Address Resolution Protocol) の利用
  - 通信時毎に決定
    - Dynamic Binding
  - ネットワーク層に依存しない通信方法が必要

## NAIST ARP

Nara Institute of Science and Technology

- RFC826
- データリンクレベルでの同報通信を用いて問い合わせを実行
- 問い合わせを受けたホストがアドレス情報を返送



## NAIST 問題点

Nara Institute of Science and Technology

- データリンク層毎にARPの方式を決定する必要がある
  - RFC826 は汎用のARPを定めている
    - Broadcast Channel の存在
    - 送信側データリンクアドレスがフレームの中に記録
    - ローカルのアドレス情報が決定可能
  - この範疇をはみ出るデータリンクでは利用できない

## NAIST 問題点

Nara Institute of Science and Technology

- ブロードキャストアドレスを返送するクライアントがある場合にはどうするのか
  - Ethernet Meltdown….
  - 明らかに実装上の不備
- 「うそつき」がいた場合にはどうするのか
  - 勝手に他のホストのアドレスを答える
  - 通信出来なくなる可能性が高い
  - セキュリティ問題

## NAIST UNIXでの実装

Nara Institute of Science and Technology

- テーブル方式と動的決定方式の両方を採用
  - arp コマンドによるテーブルエントリの作成・削除
  - ARPプロトコルによる動的決定
  - 問い合わせ回数を減らすために、ARPによる動的決定された情報はキャッシュされる
    - 一定時間内はそのキャッシュを利用
    - 一定時間後は改めて問い合わせ
    - 実用的な処理

NAIST
Nara Institute of Science and Technology

# 情報ネットワーク論I

ICMP

## NAIST ICMPとは

Nara Institute of Science and Technology

- IP層で発生した問題を、データグラム送信ホストに通告
  - 問題解決のヒント
- ネットワーク層に関連した情報の獲得
  - ネットワークのプローブ (probe)
  - 遠隔地のホストの情報を得る
- IPデータグラムにカプセル化されて送られる
  - 信頼性は保証できない
  - ICMPに対するICMPは発生させない

## NAIST ICMPの機能

Nara Institute of Science and Technology

- 到達性チェック
  - Echo Request / Echo Reply
- 問題報告
  - Destination Unreachable
  - Source Quench
  - Redirect
  - Time Exceeded for a Datagram
  - Parameter Problem on a Datagram

## ICMPの機能

NAIST Nara Institute of Science and Technology

- 情報入手
  - Timestamp Request / Timestamp Reply
  - Address mask Request / Address mask Reply

## ICMPの通信形態

NAIST Nara Institute of Science and Technology

- 目的ホストからの返送
  - 到達性チェック
  - 情報入手
- 途中ゲートウェイからの返送
  - 問題報告

NAIST Nara Institute of Science and Technology

# 情報ネットワーク論I

経路制御

## NAIST IP層での経路制御の概念

Nara Institute of Science and Technology

- なぜ経路制御が必要なのか
  - 特性の異なる複数の経路の選択
    - 遅延の大小
    - バンド幅
  - 障害の回避
    - 迂回経路の選択
- 鉄道網で考えてみよう
  - 本学から東京駅までの移動を考えると….
    - 新幹線や飛行機の利用はどうかんがえるのか？
    - たんなトンネルや京都駅が爆破されたらどうなるか？

## NAIST 考えるべきポイント

Nara Institute of Science and Technology

- 経路を選択するためのコスト
  - 伝送遅延
  - バンド幅
  - ゲートウェイ通過数
- 障害の検出方法
- 障害発生情報の伝播方法

## NAIST 経路制御のゴール

Nara Institute of Science and Technology

- 最適だと思われる経路制御テーブルを作る
- *nexthop = f(destination)*
- *nexthop = f(destination, preference)*

## NAIST 基本的な方法

Nara Institute of Science and Technology

- Source Routing
  - 終点ホストまでの全ての経路を始点ホストで決定
  - 送信者が全てを決定する
  - どの程度の精密さで行うかはいろいろある
    - 全てのホストを決める
    - 必ず通過しなければならないホストを指定する
- Hop-by-Hop Routing
  - いきあたりばったり方法
  - 通過する各ゲートウェイで経路を決定

## NAIST TCP/IP の実装

Nara Institute of Science and Technology

- Source Routing , Hop-by-Hop Routing の両方が提供
- Source Routing
  - IPオプションとして定義
  - 送信ノードで経路を決定
  - strict routing と non-strict routing
- Hop-by-Hop routing
  - パケットにはIPヘッダに示された終点ホストのみ指定
  - 各ゲートウェイ毎に経路を決定
- 現状では Hop-by-Hop routing が主流

## NAIST 経路制御表の管理

Nara Institute of Science and Technology

- 静的経路制御
  - static routing
  - 管理者が設定した経路情報を使用
  - 障害やネットワークトポロジ変化への迅速な対応が不可能
  - ノード数に応じた管理オーバーヘッド
  - でも便利な状況はある
- 動的経路制御
  - dynamic routing
  - 動的に経路を選択
  - 障害や混雑を回避する機能を組み込める
  - 動的に経路情報を伝播させるための経路制御プロトコル (Routing Control Protocol) が必要

## NAIST 経路情報交換方法

Nara Institute of Science and Technology

- Bellman-Ford 型
  - Distance Vector 型
  - 経路は分散的に計算
    - 各ゲートウェイで計算結果が異なる場合がある
  - 隣接ゲートウェイ間で経路情報を交換
  - 比較的オーバーヘッドが小さい
  - RIP
- Link-State 型
  - 分散データベースを形成
  - 共通のデータベースから経路を計算
    - したがって経路のふらつきの発生が非常に少ない
  - Shortest Path First アルゴリズム
  - Routing Loop が発生しにくい
  - OSPF

## NAIST RIP

Nara Institute of Science and Technology

- Routing Information Protocol
- RFC1058
- 隣接ゲートウェイ間で情報交換
- ホップ数を基本とした制御
- Distance Vector Algorithm
  - $D(i,i) = 0$ (for all I)
  - $D(i,j) = \min_k[d(i,k)+d(k,j)]$ (for otherwise)

## NAIST RIP

Nara Institute of Science and Technology

- 30秒毎に情報交換
- metric 16 が到達不能を表す

## RIPの問題点

NAIST Nara Institute of Science and Technology

- 直径15以下のネットワークしか対応できない
- ネットワークの負荷やバンド幅を表現できない
- 経路情報の更新をすばやく伝える手段が必要
  - トリガ (trigger) の実装
  - 経路の不安定な時間を短くする