ICMP

1999.5.21

ICMPとは

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

ICMPの機能

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

ICMPの機能

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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

ICMPの通信形態

- 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
  - » IPデータグラム転送処理中のエラーの報告
    - 送信ホストに対する「ヒント」

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

ICMPの利用

- `ping`
  - » ICMP echo request / reply
- `traceroute` (`tracert` on Windows)
  - » UDP / ICMP time exceeded
- Path MTU Discovery
  - » 目的ホストまでの経路上の最小のMTUを発見
  - » fragmentation 発生防止
  - » DF bitを設定 / ICMP destination unreach
  - » どの長さのIPデータグラムを出すかは課題
    - 最低保証 576 octet（IPで規定）

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

まとめ

- ICMPはIPの補助的機能を提供
- ICMPメッセージはIPデータグラムで転送
  - » ある意味でICMPはIPの上位層プロトコルとして実装
  - » 機能的にはICMPと不可分
- 課題
  - » セキュリティ

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路制御

1999.5.21

IP層での経路制御の概念

- 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？

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

考えるべきポイント

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路制御のゴール

- 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)*

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

基本的な方法

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

TCP/IP の実装

- Source Routing , Hop-by-Hop Routing の両方を提供
- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路制御表の管理

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路情報交換方法

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

RIP（1）

- 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)

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

RIP（2）

- 30秒毎に情報交換
- metric 16 が到達不能を表す

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

RIPの問題点

- 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

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路制御の階層化(1)

- 問題点
  - » 例えばRIPは小規模ネットワークにしか適応できない
  - » インターネットの規模は拡大
  - » 複数の管理母体の存在
- 経路制御の階層化
  - » 外部 (exterior) と内部 (interior)
  - » 「内部」は単一の経路制御ポリシを実装
  - » 異なるポリシを持った空間との経路制御は「外部」と定義

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路制御の階層化(2)

- AS (Autonomous System)
  - » 単一の経路制御ポリシを実装
  - » 通常は一つのネットワーク運用母体に対応
    - ISP (Internet Service Provider)
- 階層化
  - » AS内部の経路制御は各運用母体が整合性を持って行う
  - » AS間の経路制御は運用母体間の各種条件調整の上で設定

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

経路制御の階層化(3)

- IGP: Interior Gateway Protocol
  - » RIP, RIP2, OSPF, IGRP, IS-IS
  - » 動的な経路制御と到達性の確保が最優先
- EGP: Exterior Gateway Protocol
  - » BGP-4
  - » 基本的には静的経路制御の自動管理

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved

まとめ

- 経路制御は知的な作業
- 方式
  - » Source Routing / Hop-by-hop Routing
  - » 静的経路制御 / 動的経路制御
- 経路制御の階層化
  - » インターネットの大規模化に対応
  - » AS
  - » IGP / EGP

Copyright ©1999, Suguru Yamaguchi, All right reserved