

網構成の動的変更に対応できる  
ルーティング方式の提案

5U-4

重田 信夫

(NTT電気通信研究所)

1. まえがき

コンピュータネットワークにおけるルーティング処理では、通信時の処理オーバーヘッドの削減の観点から固定ルーティング方式が広く採用されている<sup>[1]</sup>。一方、網の大規模化、利用形態の多様化に伴い、網トポロジーの変更も頻繁となりつつある。そこで網構成の変更に応じて各ノードで管理するルート制御情報を矛盾なく変更する技術が必要となる。

2. 現状での問題点

2.1 従来の固定ルーティング方式

固定ルーティング方式の各中継ノードでは、宛先ノードとその方向の隣接ノードとのペアからなる「ルーティングテーブル(RT)」を固定的に保持している。中継処理では各電文の宛先ノードをキーとしてルーティングテーブルを参照し出方路を決定する。

2.2 問題点

固定ルーティング方式では、トポロジー変更時、中継に関わる全ノードへ変更情報を通知し、ルーティングテーブルを修正する必要がある。この際、1)ノード間で矛盾なく一斉に修正すること、2)通常発信への影響を低減することが重要である。

1)は発信中断/一斉切り換えにより対処することも可能だが、発信無中断でルーティングテーブルを切り換える場合、ノード間タイミングずれが生じやすく問題となる。

2)は、変更情報を全ノードへ配送し切り換える運用をとると、大規模ネットワークや更新頻度の高いネットワークでのオーバーヘッドが大きくなる。

3. ルーティング方式の提案

3.1 提案の概要

提案するルーティング方式は固定ルーティング方式を基本とし、ルーティングテーブルを修正する規約を追加したものである。概要を以下に示す。

(1)既知(登録済み)ノードへの電文であっても発信元ノードが未知(未登録)の場合、これをテーブルに追加登録する。

(2)未知ノードへの中継時、またはルーティングに異常を検出した(たとえば経路矛盾:電文の入方路と出方路が一致し、ループ現象の危険がある)場合には構成管理(トポロジー情報の管理元)へ問合せを行い、回答として最新情報を得る。

(3)回答を受けたノードは、ルート上の他のノードへ必要な指示(ルートの追加/削除)を伝達する。

この結果、各ノードのルート情報同期更新を前提とせず、しかもルート情報の配送も必要最小限にとどめることができる。

3.2 前提条件

提案するルーティング方式は以下の条件のもとに適用可能である。

- (1) 変更に関与するノードは、最新のルーティング情報に更新済みである。
- (2) 構成管理ノードは最新のトポロジー情報を管理し、全てのノードから発信可能とする。
- (3) 2つ以上の構成変更が同時に発生しない。

3.3 ルート制御電文

提案機能を実現するために、以下に示す4種類の制御用電文(これをルート制御電文と呼ぶ)を設ける。

(1) 問合せ電文

中継電文の発信元/宛先ノードを構成管理へ伝え、最新のルート情報を要求する。

(2) 回答電文

ルート上のノードからの問合せの場合、発信元から宛先への全中継ノードのリスト(ルート)を付けて回答する(経路回答)。ルート上以外のノードからの問合せ、あるいは宛先ノードがない場合はノードがない旨の回答(ノード不在回答)を返す。

(3) 経路設定電文

経路回答を受け、該ノードから宛先ノードへルート情報を設定しながら中継される電文である。

(4) 経路削除電文

ノード不在回答を受け、中継電文の発信元(後方)へ該ノードを削除しながら中継される電文である。

3.4 ルート処理アルゴリズム

一般電文とルート制御電文に対する中継処理は以下のように記述できる。具体的な例を図1~3に示す。

[一般電文]

```

if 宛先が既知 かつ 経路矛盾なし then
begin
  if 発信元が既知 then 電文を中継する;
  else
  begin
    発信元ノードをRTへ登録する;
    電文を中継する;
  end
end
else
begin
  電文を保留する;
  構成管理に問合せを行い回答を得る;
  if 経路回答である then
  begin
    宛先ノードをRTへ登録する;
    経路設定電文を送出する;
    保留電文を送出する;
  end
end
    
```

```

end
else
begin
  経路削除電文を元の電文の発信元へ
  送出する；
  保留中の電文は破棄する；
end
end

```

[ルート制御電文]

(1) 問合せ/回答電文

```

begin
  通常のルーティング処理を行う。宛先、発信元とも
  既知である。
end

```

(2) 経路設定電文

```

begin
  元電文の発信元と宛先をRTへ登録する；
  元電文の宛先へ向けて中継する；
end

```

(3) 経路削除電文

```

begin
  通常のルーティング処理を行う；
  元電文の宛先ノードをRTから削除する；
end

```

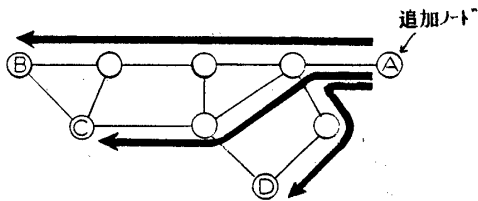
4. 評価

(1) ルート制御電文による無効トラヒックの増加

ルート制御電文は本来の通信にとってはオーバーヘッドである。この電文の使用方法を以下に示す。

- (a) 未知ノードからの既知ノードへの起呼 → 不要
- (b) 未知ノードへの起呼 → 問合せ/回答電文各1、経路設定電文
- (c) 削除された宛先ノードへの起呼 → 問合せ/回答電文各1、経路削除電文

(a)については、ノード追加が多い場合削減効果が大きいことが想定できる。(b)については図4の運用形態をとると(a)と同様の効果が期待できる。



Aが追加された場合、B、C、DにだけRT電文を送信すれば全ノードをカバーできる。

図4 効率的な運用形態

(2) 処理増加による性能劣化

処理が追加されるのは未知ノード/不在ノードが関与する場合で、しかもバス設定時に限られる。通常の交信においては、従来の固定ルーティング方式と同様であり、性能上問題ない。

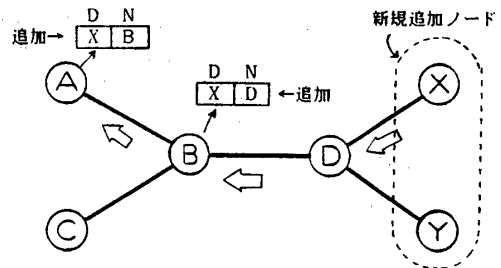
5. あとがき

動的ルーティング方式に関する研究は、トラヒックの輻輳制御に関するものが多い。また半固定(迂回)ルーティングもルート障

害という限られた場合のみにしか対応できない。本稿ではネットワーク構成の変化に対し、ルーティング情報を自動的に更新する方式を考察し、提案を行った。

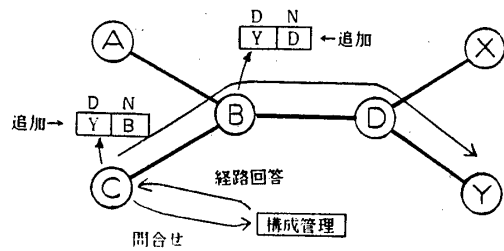
[参考文献]

[1] Wen-Ning Hsieh, Israel Gitman, "Routing Strategies in Computer Network," COMPUTER, Vol.17, No.6, pp.46-56, June 1984



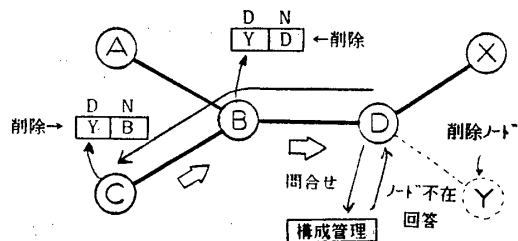
[前提] X、Yが追加されたケース。A~CはX、Yを未知、DはX、Yを既知。  
 [事象] XからAへの電文(←)が発生した場合。B、Aにて  $D=A$   $S=X$  のRT情報と入方路をRTへ追加。  
 [凡例] D:宛先ノード S:発信元ノード N:隣接ノード

図1 未知ノードの追加登録機能((1)の場合)



[前提] A、BはYを未知、CはX、Yを未知。  
 [事象] CからYへの電文が発生した場合。CはYを未知のため、構成管理へ問合せ、経路設定電文を送出する。これを受けたC、BはYをRTへ追加する。  
 [凡例] → : 経路設定電文

図2 問合せ/経路設定機能((1)(2)の場合)



[前提] Yが削除されたケース。D以外はYを「存在」と誤認。  
 [事象] CからYへの電文(←)が発生した場合。C→B→Dと中継され、Dにて異常検出し構成管理へ問合せ、経路削除電文をCへ逆送する。  
 [凡例] → : 経路削除電文

図3 問合せ/経路削除機能((1)(2)の場合)