

公衆フレームリレー網を用いた LAN 間接続時の輻輳制御方式の一検討*

小田川 直樹†、関 康夫†、尾崎 昌義†、前野 智道††、水野 康尚†††

日本電信電話株式会社 †情報システム本部、††パケット通信事業本部、†††NTTソフトウェア株式会社

1.はじめに

WANを介したコンピュータ間の通信量は年々増加の一途にある。これらに使われるINS-P,DDX網は、信頼性がある反面、回線速度の遅さや大きな遅延時間がシステム構築の課題になっている。光ファイバー化によるWANの伝送品質が向上した。この結果、WAN内のデータ送達確認を省略することにより、従来より高速なデータ転送を実現するフレームリレーサービス（FR:Frame Relay）が注目されている。

本検討ではFR網に特徴的な輻輳に着目して、輻輳制御をモデル化し、NTTのFR網で、輻輳の回復時間、スループット等の実測検証を行った。この実験結果を元にFR網の利用方法を提案する。

2.輻輳とは

輻輳は、ユーザのトラフィックがFR網の許容範囲を超えた状態で発生する。

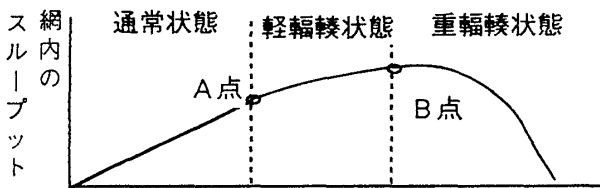


図1 輻輳状態

軽輻輳状態・・・ユーザから網への負荷が網の許容範囲以上になり、加わる負荷に対して網内のスループットの増加率が減少する状態。（図1のA点とB点の間）

重輻輳状態・・・ユーザの網への負荷がさらに増加して、網が輻輳になり加わる負荷が増加しても網内のスループットが低下する状態。網でフレーム破棄が起きる。（図1のB点以降）

輻輳の発生のメカニズム（図2）

- 1) 交換機2、3から、交換機1にトラフィックが集中し、交換機1の受信バッファリング量が次第に大きくなる。
- 2) バッファリング容量が許容範囲以上になると、該当するDLCI（データリンクコネクション

識別子：Data Link Connection Identifier）は軽輻輳状態になる。

3さらに交換機1へのトラフィックが増加し、バッファリング容量が増加すると重輻輳状態になる。

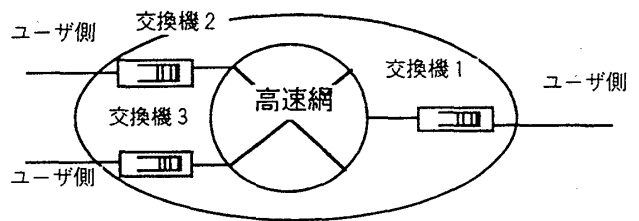


図2 FRモデル

3.輻輳制御方式

FR網輻輳時のユーザ制御方法として、プロトコル、ルータ、アプリケーション等で行う方法がある。本検討ではルータの輻輳制御の違いに注目し、実測を行った。

【輻輳制御のモデル】

モデル1：ルータは輻輳制御を行わない。

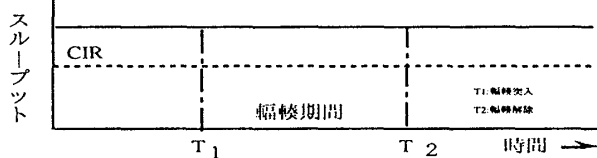


図3 モデル1のルータ動特性

モデル2：ルータは輻輳時、データを転送しない。

FECN(順方向明示的輻輳通知:Forward Explicit Congestion Notification)またはBECN(逆方向明示的輻輳通知:Backward Explicit Congestion Notification)を受けると、データの送出を止める。FECNまたはBECNがなくなると元のスループットに戻る。

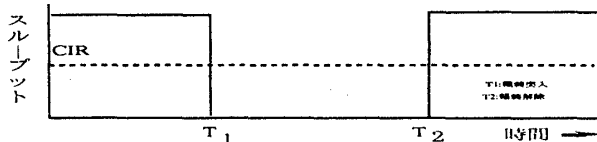


図4 モデル2のルータ動特性

*A Study on Congestion Control for connecting LANs using public Frame Relay.

Naoki Odagawa †, Yasuo Seki †, Masayosi Ozaki †, Tomomichi Maeno ††, Yasunao Mizuno †††.

†NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION Information Systems Headquarters

††NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION Packet Network Sector

†††NTT Software Corporation

モデル3：ルータは、輻輳期間はCIR(認定情報速度:Committed Information Rate)でデータ転送をする。

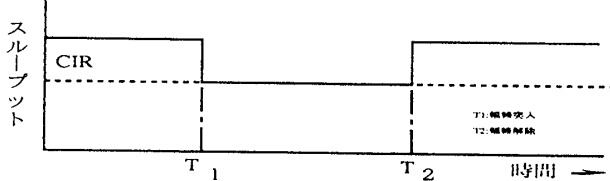


図5 モデル3のルータ動特性

モデル4：ルータは、輻輳継続期間に応じて段階的にデータの送出を制御する。

BECNを受け取ると、CIRにデータ転送を落とす。その後一定時間後に段階的に転送速度を小さくする。輻輳解除されると段階的に転送速度を大きくする。

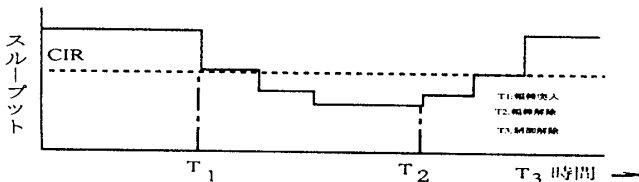


図6 モデル4のルータ動特性

4. 実験結果

試験構成を図7に示す。前記の各モデルに対し、ルート②のUDPによる背景負荷をかけた時のルート①のTCP/IPの特性を測定した。各モデル実現のために、市販ルータを利用した。

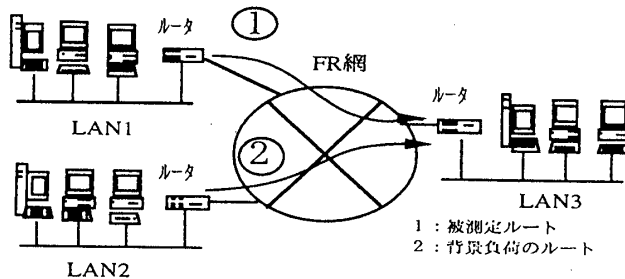


図7 実験環境

4.1 輻輳回復時間

各モデルの輻輳回復時間の実測結果を図8に示す。

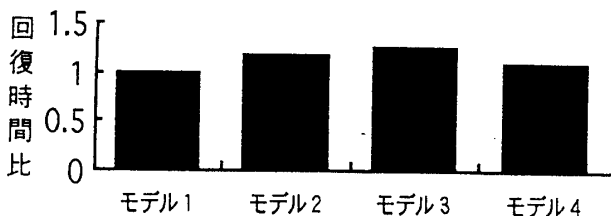


図8 輻輳時の回復時間比の比較

各モデルで、回復時間に大差はない。しかしモデル1では、TCPのバッファ量を大きくすると輻輳状態を解除できないケースがあり、その場合、TCPとルータの輻輳制御機能を組み合わせて用いる必要がある。

4.2 輻輳時のAPスループット

各モデルの業務アプリケーションからみた実効APスループットの測定結果を図9に示す。輻輳時のAPスループットはモデル1が一番良い結果を示すが、モデル3、4との大差はない。

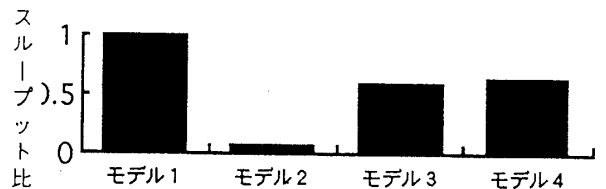
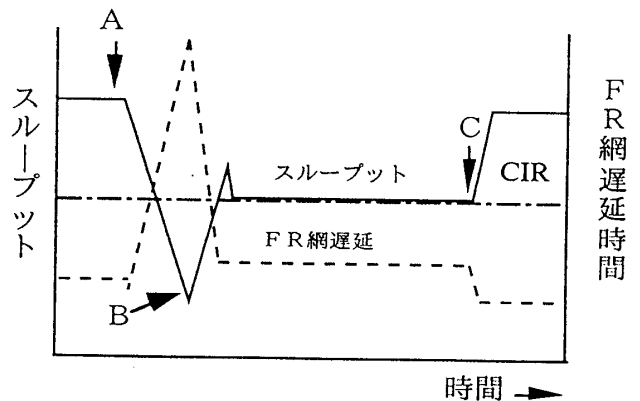


図9 輻輳時のスループット比の比較

4.3 輻輳時の遅延時間とスループットの遷移

APスループットの遷移図を図10に示す。輻輳を検出してから解除するまでの時間は、TCPのバッファ量、データ転送速度から計算すれば、どのモデルも非常に短時間であるが、実測結果では、計算値に比べ非常に大きくなっている。



- A UDPによる背景負荷の開始。TCPのフロー制御によって次第にスループットが落ち、FR網内の遅延時間も大きくなって来る。
- B 軽輻輳発生。網内のスループットはCIRで規制され、APのスループットはCIRになる。
- C 輻輳が解除され、APのスループットは元に回復する。

図10 モデル1の輻輳時の動特性

5. まとめ

実測では、ルータが何も輻輳制御をしないモデル1が良い結果を示しているが、輻輳を解除できない等の問題があり、APの特性、ルータの特性を組み合わせる必要がある。

今後、FR網を実業務に適用する場合の評価や多数の端末からホストへのデータ転送集中時の評価を行い、FR網の利用技術を明らかにする。

6. 参考文献

- 1) 日本電信電話株式会社、フレームリレーサービスのインターフェース 第1版(1994)
- 2) 都丸 啓介著、フレームリレーとATMネットワーク、1993