

# マルチキャスト機能を持つATM交換機の マルチレベル優先権制御



研究ノート

小松 雅治\*

## Multi-Level Priority Control for ATM Switch with Multicast Function

Key Words : ATM Switch, shared-buffer-memory switch, multicast communication, priority control

### はじめに

通信ネットワークの発展によって様々な形態の通信サービス要求が出現している。その内の一つがマルチキャスト通信サービスであり、従来の1対1の通信とは異なり、1対多の通信を行う。このため、交換機も効率の良いマルチキャスト機能を持つ必要がある。ここでは、バッファ共有型ATMスイッチにおけるマルチレベル優先制御の有効性について考察する。

### 2. マルチレベル優先権制御を用いた バッファ共有型ATMスイッチ<sup>1)</sup>

マルチレベル優先権制御を用いてマルチキャスト機能を実現するATMスイッチの構成を図1に示し、スイッチの動作を以下に示す：到着セルは $N$ 本の入力ポート(input-port,  $IP_i$ )からスイッチ内に入力し、共有バッファ(shared-buffer-memory)の空き領域に格納される。更に、セルの格納領域のアドレスは、セルの目的出力ポート(output-port,  $OP_i$ )に対応するアドレスキュー(address-queue,  $AQ_i$ )に、Head-of-the-Line(HOL)優先権規律に従って格納される。すなわち、セルの目的出力数が $m$ であれば、そのアドレスに優先権レベル $m$ を与え、

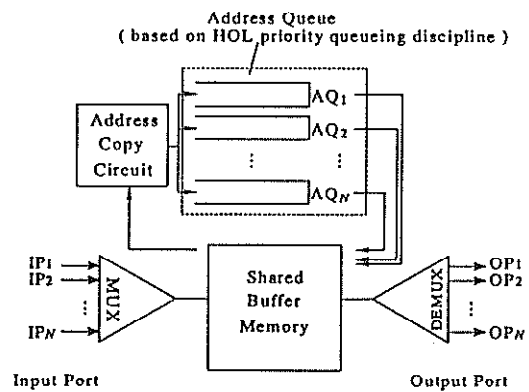


図1 マルチレベル優先権制御を用いた共有バッファ型ATMスイッチ

$m < n$  のとき、優先権レベル $m$ はレベル $n$ よりも高いものとする。そして、レベル $m$ のアドレスが、それよりも優先権レベルの高いアドレスよりも後ろに、そして、それよりも優先権レベルの低いアドレスよりも前に、しかも、同じ優先権レベルのアドレスに対しては先着順に、アドレスキューに格納される。更に、各スロットタイムにおいて、各アドレスキューの先頭からアドレスが読み出され、それに対応する共有バッファ内セルのコピーが生成され、出力ポートから送信される。当然、共有バッファ内のセルに対応するアドレスがアドレスキューの中になければ、そのセルは共有バッファから削除される。なお、アドレスキューはリスト構造を用いて実現できる。そして、共有バッファが $B$ 個のセルを格納する容量を持っているとき、アドレスキューが $B$ 個のアドレスを格納できれば、アドレスキューがオーバーフローすることはない。

以上の動作において、セルの目的出力数が少ないほど優先権レベルが高く、優先権レベル数は $N$ であ



\* Masaharu KOMATSU  
1948年5月9日生  
1978年大阪大学大学院工学研究科博士課程修了  
現在、大阪大学大学院・工学研究科・応用物理学専攻、助教授、工学博士、情報網工学  
TEL 06-6879-7834  
FAX 06-6879-7836  
E-Mail komatsu@ap.osaka-u.ac.jp

る。しかし、目的出力数が1である場合にレベル1を与え、2以上である場合にレベル2を与えると、従来型の2レベル優先権制御<sup>2)</sup>と同じ動作をする。また、すべてのセルのアドレスに同じレベルを与えると、優先権制御のない通常のマルチキャスト機能付きバッファ共有型ATMスイッチになる。

### 3. シミュレーション結果と特性評価

ユニキャストセルとマルチキャストセルが混在する環境で、マルチレベル優先権制御(MLP)、2レベル優先制御(2LP)、非優先制御(NP)を用いたATMスイッチのシミュレーションを行い、その結果をもとに、バッファオーバーフローによるセル損失率から見た方式評価を行う。

#### (a) シミュレーションの仮定

(1)時間軸は、セルの伝送時間に等しいスロットに分割されている。(2)セルはON-OFFモデルに従って各入力ポートにバースト到着する。すなわち、スロットを単位時間とし、セルが確率1で到着するON状態と、セルの到着がないOFF状態から成る2状態離散時間系マルコフ過程に従ってセルが到着する。ただし、各状態が連続して発生する期間の長さ $T_{ON}$ と $T_{OFF}$ は共に幾何分布に従う。また、入力ポートあたりの平均セル到着率を $\lambda$ とする。(3)マルチキャストセルの目的出力数 $F$ の分布はtruncated幾何分布に従う。すなわち、 $\Pr[F=f] = (1-q)q^{f-1} / (1-q^N)$  ( $1 \leq f \leq N$ )であり、その平均は $E[F] = 1 / (1-q) + Nq^N / (1-q^N)$ である。なお、ユニキャストセルの目的出力数は常に1である。(4)到着セルがマルチキャストセルである割合を $r$ とする。このとき、スイッチに対する実効負荷は $L = (1-r)\lambda + r\lambda E[F]$ で与えられる。

#### (b)シミュレーション結果に基づくセル損失率特性の評価

上記の仮定のもとに行ったシミュレーション結果に基づいて、NPに対する、MLPと2LPによるセル損失率低減効果を図2, 3, 4に示す。

図2に、 $E[T_{ON}]$ (セル到着のバースト長)に対する各方程式のセル損失率の変化を示す。同図より、バースト長に関わらず、MLPによるセル損失率低減効果が、2LPよりも大きく、バースト長が小さいほど、その傾向が大きくなること分かる。図3に、マルチキャストセルの平均目的出力ポート数 $E[F]$ に対する各方式のセル損失率の変化を示す。同図よ

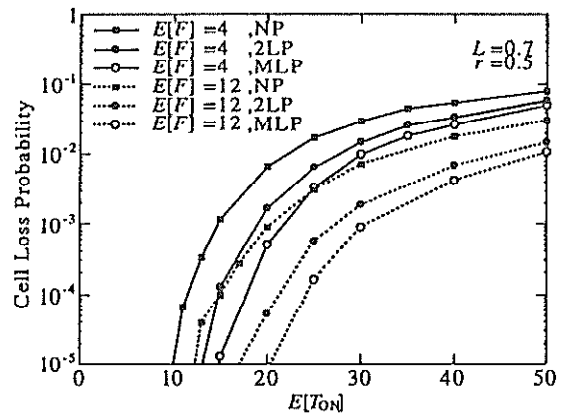


図2 セル損失率対平均到着バースト長

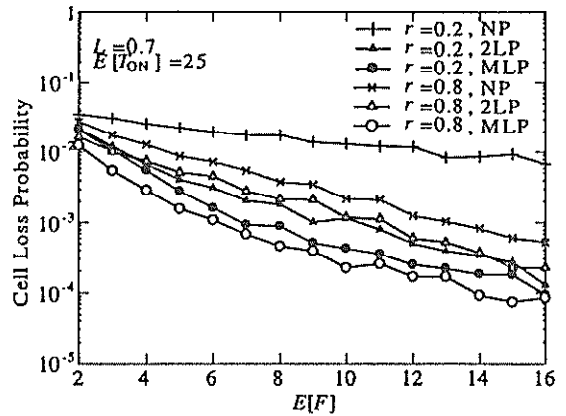


図3 セル損失率対平均目的出力ポート数

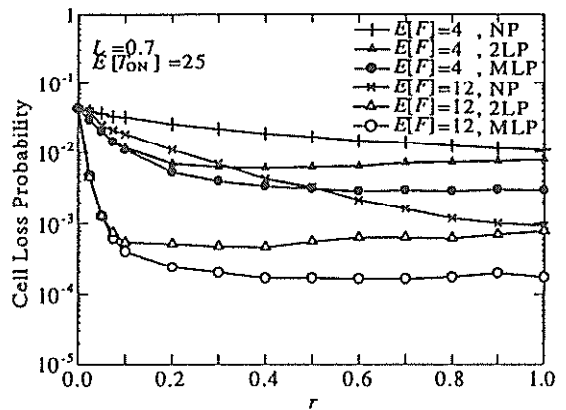


図4 セル損失率対マルチキャストセルの割合

り、 $E[F]$ が大きいほど、2LPに比べて、MLPによるセル損失率低減効果が大きくなること分かる。更に、図4に、マルチキャストセルの到着割合 $r$ に対するセル損失率の変化を示す。同図より、 $r$ が大きくなると、2LPのセル損失率低減効果がなくなる

のに対して, MLPでは,  $r$ の増加とともにセル損失低減効果が大きくなる事が分かる.

以上より, ユニキャストセルとマルチキャストセルが混在する様々な環境において, MLPは, 2LPに比べて, セル損失率を小さくできる事が分かる.

#### 4. おわりに

マルチキャスト機能を持つ共有バッファ型ATMスイッチのセル損失性能の向上法として, 2レベル優先権制御よりも, セルの目的出力ポート数に応じて優先権レベルを付与するマルチレベル優先権制御の方が効果的であることを明らかにした. また, ここでは報告していないが, スイッチ内に格納されているセルの状態に適応して閾値を変化させ, セルの目的出力数が閾値以下であるか否かによって高レベルあるいは低レベルの優先権レベルを付与する適応型2レベル優先権制御方式<sup>3)</sup>も, マルチレベル優先

権制御と同程度のセル損失特性を与えることを明らかにしている. 今後は, 制御機能の実現方法を考慮し, セル遅延性を含めて, これらの優先権制御方法の評価を行う予定である.

#### 参考文献

- 1) 多田, 小松, 樹下: ファンアウト依存型優先制御を用いた共有バッファ型マルチキャストATMスイッチ, 信学技報, SSE99-82, pp.7-12, 1999-10
- 2) 大高, 稲井, 山北: マルチキャスト機能を有する共有バッファ型ATMスイッチ, 信学論, J81-B-I, pp.316-324, 1998, 5.
- 3) 多田, 小松: 共有バッファ型マルチキャストATMスイッチにおける適応2レベル優先制御, 信学技報, SSE2000-60, pp.43-48, 2000-9.

