

入出力制御型バックプレッシャスイッチの廃棄率特性

相澤 幸大 北見 徳廣

明治大学工学部電子通信工学科
〒214-8571 川崎市多摩区東三田 1-1-1
TEL:044-934-7340/FAX:044-934-7909

あらまし 入出力バッファ型の ATM スイッチにおいて、入力バッファ及び出力バッファの双方に、それぞれ閾値を設定し、入出力両バッファ間のセル転送を総合的に制御する構成の入出力制御型バックプレッシャスイッチの廃棄率特性を評価する。シミュレーションの結果、本構成は通常のバックプレッシャスイッチ（出力バッファのみに閾値を設定する構成）に比較して、高負荷時のセル廃棄率を低減できる事を明らかにした。

キーワード ATM、バックプレッシャスイッチ、入出力制御型バックプレッシャスイッチ、閾値、廃棄率特性

Cell Loss Performance for Input-Output Control Type Back Pressure Switch

Kota Aizawa Tokuhiko Kitami

Dept.of Electo and Commun., Meiji University
1-1-1, Higashi-mita, Tama-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 214-8571 Japan
TEL:044-934-7340/FAX:044-934-7909

Abstract This paper evaluates cell loss performance for input-output control type back pressure switch. The proposed switch has different thresholds for input-buffer and output-buffer, respectively, and controls cell transfer using the overall information of queue length in both side buffers. The simulation results shows that the proposed switch effectively decreases cell loss rate at higher traffic load.

key words ATM, Back Pressure Switch, Input-Output Control Type Back Pressure Switch, Threshold, Cell Loss Performance

1. はじめに

高速広帯域情報の転送に用いる B-ISDN (広帯域サービス総合ディジタル網) を実現する為の基礎技術に ATM (非同期転送モード) がある。これにより、大容量、高速、高品質な情報伝送が可能となる。

本研究では、ATM におけるセル転送過程において品質劣化の要因の一つにあげられるセル廃棄に着目し、入出力バッファ型スイッチの入力、出力の両バッファに閾値を設け、入出力制御型バックプレッシュスイッチとし、セルの転送を総合的に制御する構成のスイッチ [1] を考案し、セルの廃棄率特性をシミュレーションにより評価した。この結果、従来のバックプレッシュスイッチに比べ、高負荷時において、セル廃棄率が低減できる事を明らかにした。

2. シミュレーションモデル

2.1 スイッチモデル

入出力制御型バックプレッシュスイッチの基本構成を図 1 に示す。入出力回線毎に設けられたセルバッファと、両バッファ間を接続するバッファレスのノンブロッキングスイッチで構成される。本研究で用いるスイッチの内部速度は、入出力回線速度の 2 倍である。また、入力されたセルが同一出力ポート宛に転送され複数のセルが競合する場合、入力ポートの番号順にセル伝送の優先権を回していくリング・アービトレーション方式を用い、各入力ポートが平等に扱われるようにする。本スイッチでは、セルの競合は、同一出力ポートに伝送されるセル間でのみ発生するものとし、セル廃棄は入出力両バッファにおいて生じるものとする。

入出力制御型バックプレッシュスイッチの性能は、スイッチ規模 N (ポート数)、内部速度比、入出力両バッファサイズ、入出力両バッファに設けられた閾値 $TH1 \cdot TH2 \cdot TH3$ 、多重化された入力回線のトラヒック負荷 ρ によって決定される。

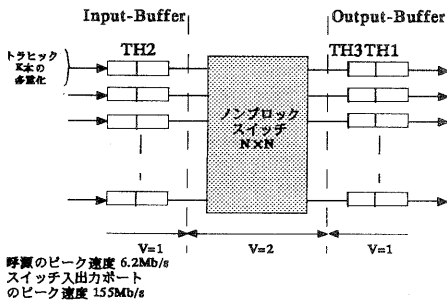


図 1 入出力制御型バックプレッシュスイッチ

2.2 トラヒックモデル

スイッチ入力のトラヒックモデルを図 2 に示し、トラヒックパラメータを表 1 に示す。

入力するトラヒックは、呼線の出力を 16 本多重化したものとする。ON 区間の平均時間は 10 セル時間とし、セル発生間隔は 1 セル時間とした。OFF 区間の平均時間は、以下の式から決定した。

$$T_{off} = T_{on} \left(\frac{ch_max}{\rho} - 1.0 \right)$$

ただし、

T_{on} ON 区間の平均長

T_{off} OFF 区間の平均長

ch_max 1 ポート当たりの多重数

ρ 回線負荷 (1 ポート当たり)

なお、ON 区間と OFF 区間は、平均値 T_{on} 、 T_{off} の指数分布に従うものとする。OFF 状態から ON 状態になった時、出回線が一つ選択され、ON 状態が継続中の時は同一回線に対してセルを送信する。

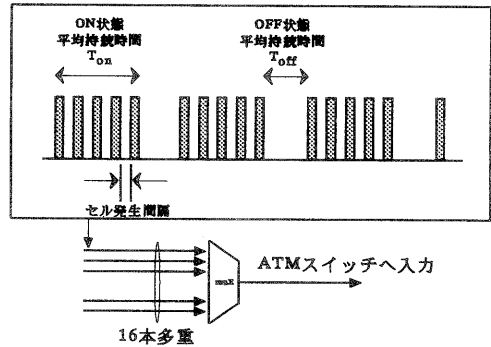


図 2 トラヒックモデル

表 1 トラヒックパラメータ

負荷	T_{on} [セル時間]	T_{off} [セル時間]	セル発生間隔 [セル時間]	多重数
0.9	1 0	1 6 7	1	1 6
0.8	1 0	1 9 0	1	1 6
0.7	1 0	2 5 6	1	1 6
0.6	1 0	3 9 0	1	1 6
0.5	1 0	7 9 0	1	1 6

3. セル廃棄過程

入出力制御型バックプレッシュスイッチにおけるセル廃棄過程の概要を図 3 に示し、制御パラメータを表 2 に示す。

呼源から発生したセルが多重化され、各入力ポートへ送出される。入力ポートから空間スイッチ部を通り、出力ポートに向けてセルが送出される。(NO.1)

入力ポートから複数のセルが、同一出力ポート宛に送出され、出力バッファのキュー長が出力側のバッファに設けられた閾値 (TH1) を超えると、そのポートにセルを送出しようとしている入力ポートに向けバックプレッシャ信号 (BP) を出し、セルの送出を停止させる。(NO.2)

セルの送出を停止していた入力ポートにおいて、呼源からのセル送出により入力側のキュー長がそのポートに設けられている閾値 (TH2) を超えた場合、TH1 を超えているかどうかに関わらず、出力バッファからセルの送出を開始する。(NO.3)

以上の過程を踏まえた上で、出力側のキュー長が出力側のポートに設けられた最後の閾値 (TH3) を超えた場合、再びそのポートに送出しようとしている入力ポートに向けBPを出し、完全にセルの送出を止める。(NO.4)

セル廃棄は、主に入力側バッファにおいて発生し、出力側バッファにおけるセル廃棄は十分に少ない。

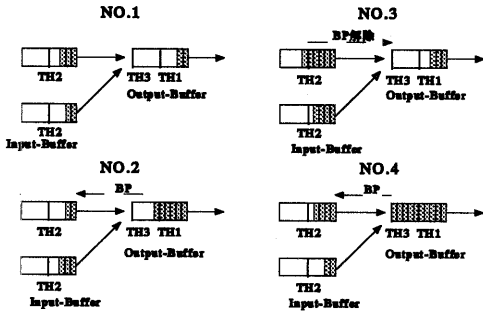


図3 セル廃棄過程

表2 制御パラメータ

		Input-buffer キュー長 →	
		TH 2	
Output-buffer ↑ キュー長	TH 3	×	×
	TH 1	×	○
		○	○

○: 送出可
×: 送出不可

4. シミュレーション結果

入出力制御型バックプレッシャスイッチ、及び通常のバックプレッシャスイッチの両スイッチを廃棄率特性の点から比較評価する。なお、シミュレーション時間は 10^8 セル時間とした。両スイッチのシミュレーション結果を図4～12に示す。

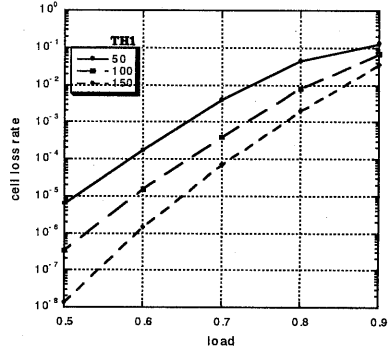


図4 バックプレッシャスイッチのセル廃棄率
buffer size 200

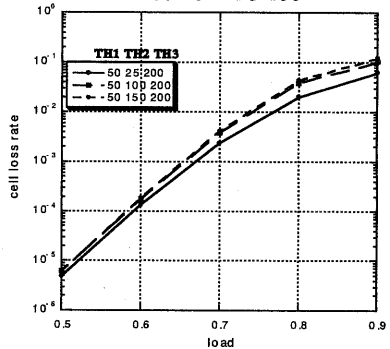


図5 入出力制御型バックプレッシャスイッチのTH2変化に対するセル廃棄率
buffer size 200

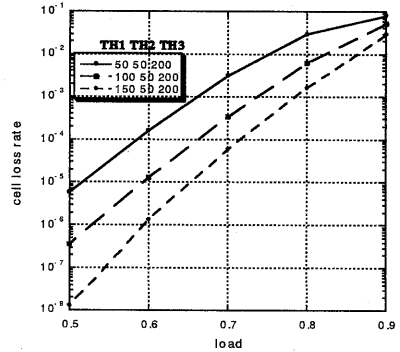


図6 入出力制御型バックプレッシャスイッチのTH1変化に対するセル廃棄率
buffer size 200

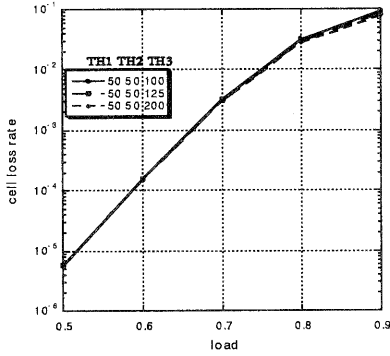


図7 入出力制御型バックプレッシャスイッチの TH3 変化に対するセル廃棄率
buffer size 200

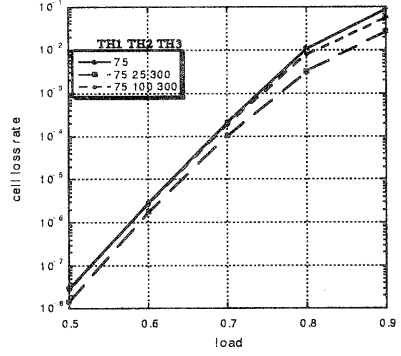


図10 入出力制御型バックプレッシャスイッチとバックプレッシャスイッチのセル廃棄率
buffer size 300

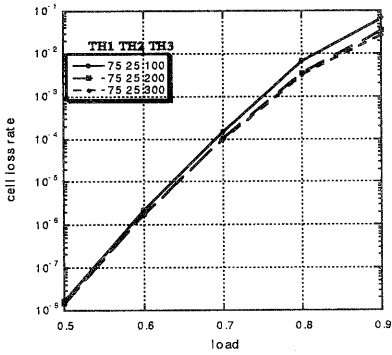


図8 入出力制御型バックプレッシャスイッチの TH3 変化に対するセル廃棄率
buffer size 300

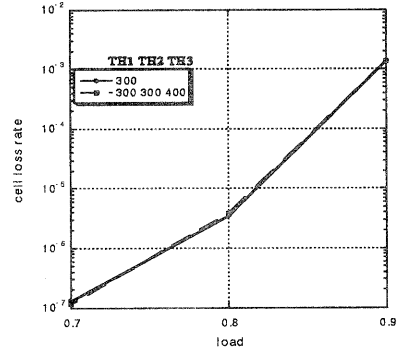


図11 入出力制御型バックプレッシャスイッチとバックプレッシャスイッチのセル廃棄率
buffer size 400

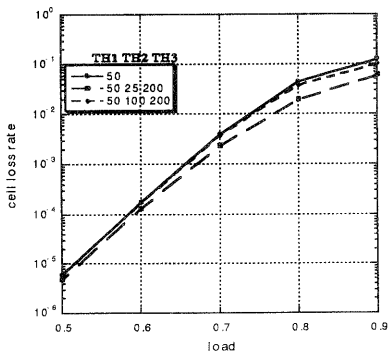


図9 入出力制御型バックプレッシャスイッチとバックプレッシャスイッチのセル廃棄率
buffer size 200

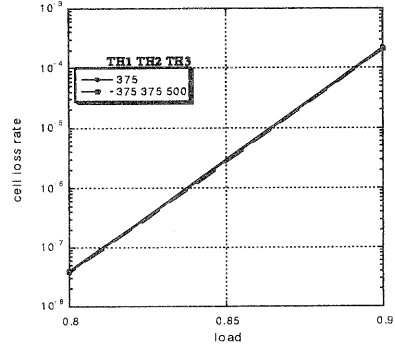


図12 入出力制御型バックプレッシャスイッチとバックプレッシャスイッチのセル廃棄率
buffer size 500

5. 性能評価

5.1 バックプレッシャスイッチの廃棄率特性

従来のバックプレッシャスイッチの廃棄率特性を図4に示す。

出力バッファ内に設けた閾値 (TH1) によりセルの転送を制御しているこのスイッチにおいて、出力バッファのバッファサイズを固定してTH1の値を増加することにより、廃棄率は減少していく傾向が見られる。このことにより、バックプレッシャスイッチにおいては、出力バッファのバッファサイズに対してTH1を大きくとった方が、バッファを有効に使い、廃棄率が減少することが確認された。

5.2 入出力制御型バックプレッシャスイッチの廃棄率特

入出力制御型バックプレッシャスイッチは、出力バッファ内に設けた閾値 (TH1,TH3) と入力バッファ内に設けた閾値 (TH2) によりセルの転送を制御するスイッチである。以下に閾値の変化による廃棄率特性の変化を図5～8に示す。

5.2.1 TH1,TH3 固定

出力バッファ内のTH1,TH3を固定して、入力バッファ内のTH2を変化させたものを図5に示す。

入力バッファのバッファサイズに対してTH2の値を増加させていくことにより、廃棄率は増加の方向に向かっている。この時、廃棄率は、負荷が高い時の方が増加の割合が高い。このことより、入出力制御型バックプレッシャスイッチの廃棄率を減少させる一つの方法としては、入力側のTH2の値をできるだけ小さく取ることが提案できる。

5.2.2 TH2,TH3 固定

入力バッファ内のTH2と出力バッファ内のTH3を固定して、出力バッファ内のTH1を変化させたものを図6に示す。

出力バッファのバッファサイズに対してTH1の値を増加させることにより、廃棄率は減少する。この場合、負荷が軽くなっていくに従って廃棄率の減少の割合が高くなる。これより、入出力制御型バックプレッシャスイッチにおいて廃棄率を減少させる二つ目の方法としては、出力側のTH1を大きく取ることが提案できる。

5.2.3 TH1,TH2 固定

出力バッファ内のTH1と入力バッファ内のTH2を固定して、出力バッファ内のTH3を変化させたものを図7,8に示す。

出力バッファのバッファサイズに対してTH3を増加させることにより、廃棄率は減少する。しかし、この場合、減少の割合は、負荷0.9,0.8の時で約7～12%であるが、負荷をそれ以上増加させても廃棄率減少の効果は少ない。よって、入出力制御型バックプレッシャスイッチにおいて廃棄率を減少させる三つ目の手段として、出力側のTH3を大きく取ることが提案できる。

以上、5.2.1～5.2.3迄をまとめると、各々の閾値 (TH1,2,3) の選定と廃棄率の関係の概要は、図13に示すようになる。

5.3 二つのスイッチの比較

入出力制御型バックプレッシャスイッチとバックプレッシャスイッチを比較すると、入力と出力のバッファサイズが300辺りまでは、より高負荷時において廃棄率が減少し、その効果の有効性が確認できる。一方、バッファサイズが400以上になると、廃棄率に大きな変化はなくなる。また、閾値の設定によっては通常のバックプレッシャスイッチの方が廃棄率が若干少なくなることもありうることを確認された。(図9～12)

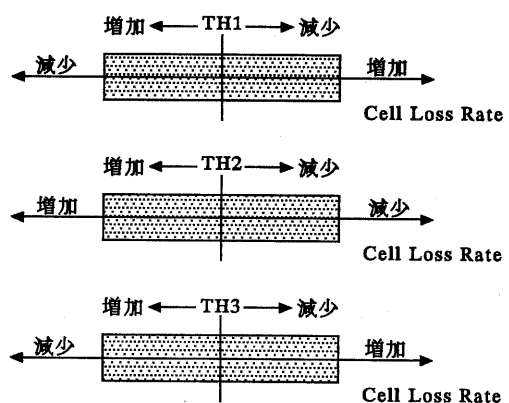


図13 閾値と廃棄率の関係

6. むすび

ATMスイッチにおける一モデルとして、入出力制御型バックプレッシャスイッチを提案した。結論として、廃棄率特性について従来のバックプレッシャスイッチと比較したところ、バッファサイズが300程度までは、高負荷時において有効性が認められ廃棄率の減少が確認された。今後は、本スイッチにおける入出力両バッファサイズにおける閾値の適正化、廃棄連続[2]、廃棄間隔[2]、遅延[3]についての評価・検討を進める予定である。

[参考文献]

- [1] 若杉充,北見徳廣,“3つの閾値を用いたバックプレッシャ制御方式の提案とその特性”,信学技報,SSE95-56,(1995-09) .
- [2] 森田和正,北見徳廣,“入出力バッファ型 ATM スイッチにおけるセル廃棄過程のシミュレーションによる検討”,信学技報,SSE2000-86,(2000-07) .
- [3] 桃井保典,北見徳廣,“Pushout Bufferによる交換遅延抑制制御の性能評価”,信学技報,SSE99-70,(1999-09) .