

IEEE802.3x 流量制御におけるパケットカウンタを用いたポーズ時間制御方式

A Study on Dynamic Pause Time Control using Packet Counter in IEEE802.3x Flow Control

早坂 光雄†
Mitsuo Hayasaka

大島 訓†
Satoshi Oshima

1. まえがき

近年、インターネットを介してサービスを提供するクラウドコンピューティングへの要求が高く、クラウドを実現するデータセンターが発達している。データセンターでは、サーバ・ストレージが統合され、それらをつなぐネットワークにパケットロスレスの高い品質が求められている。パケットロスは、サービスの品質を劣化させる原因の1つであり、損失パケットを再送させた場合にも遅延の増大によりその品質を低下させてしまう。

有線では通信媒体の品質向上に伴い、パケットロスは、ルータ/スイッチのバッファがオーバーフローすることにより発生する。バッファオーバーフローは、トラフィックが一時的に過負荷状態になったため発生し、この過負荷状態を回避するには、その負荷を時間的に分散させれば良い。これによりトラフィックの平滑化が行われ、バッファオーバーフローによるパケットロス进行を避けることが可能である。このような目的を達成するために、データリンク層におけるストップ・リスタート型フロー制御のポーズ機能が提案されている[1][2]。ポーズ機能は、受信側から送信停止時間を記したポーズフレームを、トラフィック送信を一時的に抑えたい Network Interface Card (NIC) へ送信し、その送信停止時間（ポーズ時間）だけ、トラフィックの送信を停止させるものである。

ポーズ機能を用いた従来方式は、制御パケットであるポーズフレームを多く送出するため、そのオーバーヘッドにより、かえって輻輳を増長させてしまう問題があった[3][4]。この問題を解決するために、著者らは制御パケットの送信時間差を使用し、輻輳状態に応じてポーズ時間を動的に計算する方式の提案を行った[4]。しかし、送信時間の取得には計算処理のオーバーヘッドが発生し、更に取得時間の精度に依存してしまう課題がある。そこで、本稿では、ルータ/スイッチの NIC で使用しているパケットカウンタに着目し、このパケットカウンタを使用して、輻輳状態に従って停止時間を自動計算する方式を提案し、その特性評価を行う。

2. 従来方式

ポーズ機能は、全二重型イーサネットリンクにおいて一時的な過負荷状態によるバッファオーバーフローのために、パケットロスが発生するのを防ぐことを目的として設計されたものである。この方式では、エンドステーシ

ョンペア間、スイッチとエンドステーション間、スイッチ間のリンクにおいて単純なフロー制御を行う。ポーズ動作は単純な「停止・再開型」である。図1に示すように、トラフィックを抑えたい NIC へポーズフレームを送信し、送信待ち時間をパラメータで指定する。ポーズフレームを受信した NIC は、フレームのパラメータに指定されている期間、データフレームの送信を停止する。ポーズは、最後に届いたパラメータが有効になるため、パラメータに0を指定すれば残りのポーズ時間をキャンセルすることができる。また、最初のポーズ期間を超過する前に0でない時間をパラメータに指定すればポーズ期間を延長することができる。

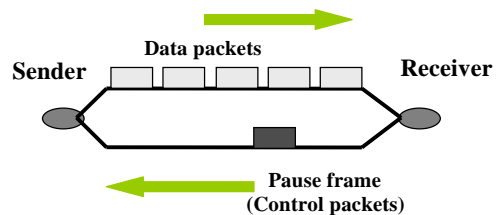


図1 ポーズフレーム

ポーズフレームには、ポーズ時間を指定するフィールドを持つ。ポーズ時間は、512ビット時間を1単位として指定し、その範囲は0x0000 (0) ~0xffff (65535)である。つまり、受信側はポーズ時間に、現在使用しているデータレートでの512ビット時間を乗じた期間だけ送信側をポーズ(待機)する。例えば、ポーズ時間に最大値の0xffffが指定された場合、 $512 \times 65535 = 33553920$ ビットを転送する時間だけ停止する。

ポーズ機能は、送信停止による流量制御を行う。そのため、送信側に送出すべき情報があり、受信側のバッファが空であるにも関わらず、送信側から情報が送出されないバッファアンダフローが起こる可能性がある。バッファアンダフローは、通信性能の劣化を意味するため、発生を抑止しなければならない。

2.1 ポーズ On-Off 制御方式

送信側を送信停止・再開にするポーズ・オン/オフの2状態の間をルータ/スイッチのキュー長に応じて遷移する方式である[2]。本稿では、簡単のため、Pause On Off Control (POOC)と名付ける。POOCは、half-duplexリンクのバックプレッシャ方式をシンプルに模倣した方式である[5]。ポーズのオン・オフ状態は、オン・オフを記したポーズフレームを送ることにより、制御を行う。図2にPOOCのバッファ管理方法を示す。ポーズのオン・オフの

† (株)日立製作所, システム開発研究所.
Hitachi, Ltd. Systems Development Laboratory.

2 状態を制御するために、ルータ/スイッチのバッファに高・低の2つの閾値を設定する。バッファ内のキュー長が高閾値を超えたら、ポーズ時間に最大値「0xffff」を指定したポーズフレームを送信側に送り、送信停止を行う。これにより、バッファオーバーフローによるパケット損失を抑制する。この状態をポーズ・オン状態と呼び、送信側はトラフィックを送出しない。そのため、パケットはデキューを続け、バッファのキュー長は減少する。キュー長が低閾値まで減少したら、ポーズ時間に最低値 0x0000 を指定したポーズフレームを送信側に送り、送信停止をキャンセルする。この状態をポーズ・オフ状態と呼び、送信が再開することによってバッファアンダフローを回避する。図3に POOC の状態遷移図を示す。

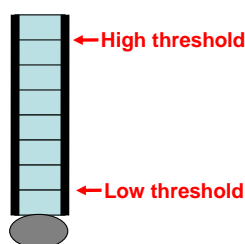


図2 ポーズ on/off 制御方式

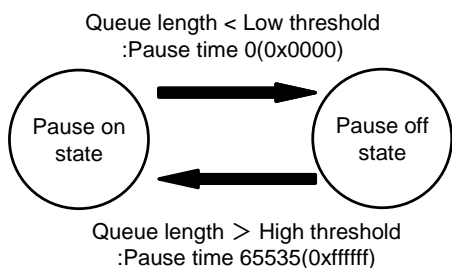


図3 状態遷移図

POOC では、キュー長が高閾値を超えた時に制御パケットであるポーズフレームを送出し、同様にキュー長が低閾値を下回った時も制御パケットであるポーズフレームを送出する。従って、制御パケットのオーバーヘッドがネットワーク輻輳を増長させてしまう問題があり、RFC1889 [3]でも制御パケット数を減少させる必要性が指摘されている。そこで、ネットワークの輻輳状態に従って、ポーズ時間を自動で計算し、バッファオーバーフロー/アンダフローを避け、制御パケット数を減少させる方式の提案を行った[4]。

2.2 ポーズ送信時間差を用いた制御方式

ネットワークの状況に従って、バッファオーバーフローとアンダフローを避けるようにポーズ時間を計算し、送信側の送信停止を行う方式である[4]。ポーズ時間の計算にポーズ送信時間差を用いるため、本稿では簡単のために Time-based Dynamic Pause Time Control (T-DPTC) と名付ける。ポーズ時間が経過すれば送信が再開されるため、ポーズ・オフにするための制御パケットが不必要になり、制御パケットの減少を見込める。しかし、バッファアン

ダフローを発生させずに輻輳を回避するためには、過大なポーズ時間にならないように注意が必要である。

図4に T-DPTC のバッファ管理方法を示す。バッファに1つの閾値を設定し、キュー長が閾値を超えたらポーズフレームを送出する。これにより、バッファオーバーフローによるパケットロス抑制する。ターゲットキュー長は、ポーズ機能の送信停止により閾値から減少させるキュー長であり、Qdiff はその差分量[bit]である。ターゲットキュー長と差分量は、閾値が決定すれば求まる固定値である。

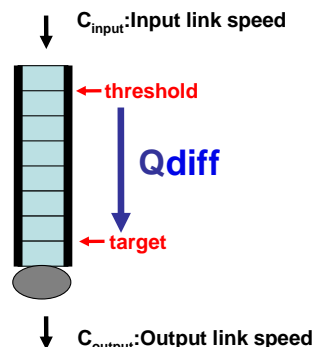


図4 送信時間差を用いたポーズ時間制御方式

ポーズフレームに設定するポーズ時間は、ネットワーク状況を考慮し、差分量 Qdiff を用いて計算した値を使用する。ポーズ時間の計算には、キュー長の変化率を考慮する必要がある、この変化率はバッファへのデータ入力速度とバッファからのデータ出力速度の割合で求まる。それぞれの速度はネットワーク状況に応じて変化するため、正確な速度を求めるには常に単位時間あたりのデータ転送量を計測する必要がある。計算負荷が高く計測値を保持するメモリが必要になる。そこで、ここでは固定値である入力回線速度に注目し、この値を用いてポーズ時間を求めることを検討する。ここで、C_{input} は入力回線速度とし、T_{cur} は新たにポーズフレームを送出しようとしている時間とする。つまり、キュー長が閾値に達した時間を示す。T_{sent} は直前にポーズフレームを送った時間であり、R は重み付けパラメータを示す。この時、キュー長を閾値からターゲットキュー長まで減少させるために必要となる時間 P_{time} を(1)で求め、設定するポーズ時間を(2)で求める。

$$P_{time} = R * \frac{4Q_{diff}}{C_{input}(T_{cur} - T_{sent})} * \frac{Q_{diff}}{C_{input}} \quad (1)$$

$$T_{pause} = \frac{P_{time} * C_{input}}{512} = \frac{RQ_{diff}^2}{64C_{input}(T_{cur} - T_{sent})} \quad (2)$$

(1)は、Qdiff を C_{input} で転送する時間を基準に、ポーズフレームを送出した時間から新たに送しようとしている時間の差 (T_{cur}-T_{sent}) と Qdiff を C_{input} で転送した時間の4倍 (4Qdiff/C_{input}) の割合を掛け、それに重み付けをしたものである。2Qdiff/C_{input} が示すものは、キュー長がポーズフレームにより閾値からターゲットキュー長まで減少し、その後増加し再度閾値まで達した時間である。こ

のことが起こるのは出力スピードに対する入力スピードが2倍速いためと考えられるため、2倍大きいポーズ時間を設定するために $4Q_{diff}/C_{input}$ としている。 R は、ネットワーク管理者がネットワークの構成などを考慮して設定する固定値である。また、 Q_{diff} と C_{input} も同様に固定値である。(1)で変動する値は、 $T_{cur}-T_{sent}$ だけである。この値が小さければ、単位時間当たり大量のトラフィックが到着しバッファオーバーフローが発生する可能性が高いと判断し、より大きいポーズ時間を設定する。(1)で得た計算値を実際に設定するポーズ時間は(2)によって換算する。

更に、ポーズ時間制御方式で設定するポーズ時間の範囲を限定する。その最大値と最小値は(3)で与えられる。

$$T_{pause} = \begin{cases} Q_{diff}/512 & \text{if}(T_{pause} \leq Q_{diff}/512) \\ T_{pause} & \text{if}(Q_{diff}/512 < T_{pause} < 65535) \\ 65535 & \text{if}(T_{pause} \geq 65535) \end{cases} \quad (3)$$

最小値は $Q_{diff}/512$ である。パケット出力速度よりパケット入力速度が速いためキュー長が増えたと考えられるので、最小値として入力回線速度で Q_{diff} ビットを転送する時間だけ送信停止する時間を設定する。最大値は、ポーズ時間で設定できる最大値である。

3 パケットカウンタを用いたポーズ時間制御方式

送信時間差を用いたポーズ時間制御方式では、時間を取得する必要がある。従って、送信時間の取得には計算処理のオーバーヘッドが大きく、より負荷の軽い方式が望まれること、および取得できる時間の精度に依存してしまうため、時間に依存しない方式が望まれる。そこで、ここではルータ/スイッチが NIC 毎に送受信パケット数をカウントしていることに着目し、このパケットカウンタの差分を使用することを検討する。パケットカウンタは送受信したパケット数を保持している領域であり、メモリの参照だけで済むため、オーバーヘッドをほぼ無視することができる。本稿では簡単のため本方式を Counter-based Dynamic Pause Time Control (C-DPTC) と名付ける。

図5にC-DPTCのバッファ管理方法を示す。

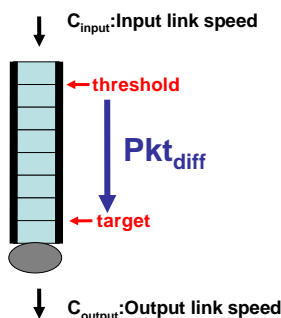


図5 パケットカウンタを用いたポーズ時間制御方式

閾値を1つ設けることおよびターゲットキュー長を用いることは、T-DPTCと同様である。違いは、閾値とターゲットキュー長間のパケット数を用いることである。この値も設定時に求まる値であり固定値である。

(4)がキュー長からターゲットキュー長まで減少させるために必要となるパケット数を示している。 $PktCnt_{cur}$ はキュー長が閾値に達し、ポーズフレームを送出する時のパケットカウンタ値を示している。 $PktCnt_{sent}$ は最後にポーズフレームを送出した時のパケットカウンタ値である。パケットカウンタは単調増加する値であり、この $PktCut$ 値の差分が小さい場合には、大量のトラフィックが到着したと判断し大きいポーズ時間となるように計算を行う。逆に $PktCnt$ 値の差分が十分大きい場合には、小さいポーズ時間となるように計算する。

(5)は、(4)で求めた値を実際のポーズフレームに設定するポーズ時間に変換する計算式である。ここで、新たにパケットサイズの平均値 $PktSize_{ave}$ を用いている。ルータ/スイッチでは、パケットカウンタだけでなく、送受信バイトもカウントしている。そのため、新たにポーズフレームを送信する時に、このバイト数も参照しパケットカウンタ値で割れば平均パケットサイズを求めることができる。

$$P_{time} = R * \frac{4Pkt_{diff}}{(PktCnt_{cur} - PktCnt_{sent})} * Pkt_{diff} \quad (4)$$

$$T_{pause} = \frac{P_{time} * PktSize_{ave}}{512} = \frac{R * Pkt_{diff}^2 * PktSize_{ave}}{64(PktCnt_{cur} - PktCnt_{sent})} \quad (5)$$

従って、本方式でも上記ポーズ時間の計算に変化するのは2つのパケットカウンタ値と平均パケットサイズであり、どちらもメモリからの参照で済むため、非常に高速に計算することが可能である。また、C-DPTCでも、T-DPTCの(3)と同様に、設定するポーズ時間の制限を設ける。

4. 特性評価

従来方式(POOC)と送信時間差を用いた方式(T-DPTC)およびパケットカウンタを用いた方式(C-DPTC)の特性評価を行う。図6に示す入力ポート数 N 、出力ポート数 N のルータ/スイッチを用いて評価する。 N は任意の整数である。ポーズ機能として、トラフィックの優先度を考慮した Priority-based Flow Control (PFC) [6]と優先度を考慮しないシンプルな方式がある[1][2]。しかし、どちらのポーズ機能の方式でも、従来方式および提案方式は稼働可能であり、その特性に大きな差はない。PFCはまだ標準化されていないため、ここではシンプルなポーズ方式を想定する。

評価パラメータを表1に示す。入力トラフィックの到着はポアソン分布に従い、ネットワーク負荷の変化に対する各方式の特性を評価する。集約されたIPトラフィックは、長期依存性いわゆる self-similarity があることで知られている[7]。しかし、こうした特性は短い時間のトラフィックには観察されず[8]、ポアソン分布のような特性を示すことが報告されている[9][10][11]。また、パケットロス

率の評価をポアソン近似を用いて行えることが報告されている[12]。短い時間のトラフィック変化を観察するために、トラフィックの到着はポアソン分布に従うことを想定した。パケットの宛先は各アウトポートへランダムに決定されるものとした。また、ポーズ On-Off 制御方式における高閾値と低閾値は 900 パケット及び 100 パケットとし、ポーズ時間制御方式における閾値は 900 パケット、ターゲットキュー長は 100 パケットとした。パケットロス率、制御パケット数、ポーズ設定時間の最大値と最小値について特性評価を行う。

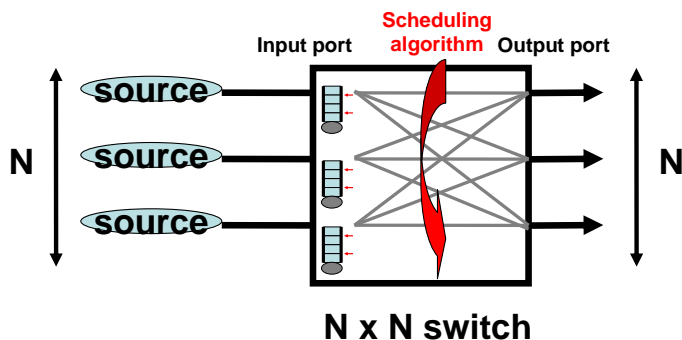


図6 ネットワークトポロジー

表1 評価パラメータ

| 項目 | 説明 |
|----------------|-----------------|
| スイッチタイプ | N×Nスイッチ |
| バッファタイプ | FIFO |
| バッファサイズ | 1000 パケット |
| 回線速度 | 1Gbps |
| パケットサイズ | 1518 バイト |
| シミュレーション時間 | 10000000 パケット時間 |
| スケジューリングアルゴリズム | 待ち時間の長いパケットを優先 |

4.1 パケットロス率

図7は、ポーズ機能なし・POOC・T-DPTC・C-DPTC 各方式についてのネットワーク負荷に対するパケットロス率の変化を示したものである。POOC・T-DPTC・C-DPTC ともパケットロスの発生は観察されなかった。これはポーズ機能を使用しているため、バッファオーバフローによるパケットロスが発生する前に、スイッチからポーズフレームが送出され、送信側が送信停止したためである。これにより、バッファのキュー長は減少し、パケットロスは発生しない。対照的に、ポーズなしの場合はスイッチサイズ N が大きくなるにつれてパケットロス率が上昇している。これは異なるインポートへ入ってきた複数のパケットの宛先が、同じアウトポートとなり重なる確率がポート数の増加に従って増えるためである。そのため、バッファのキュー長が減少しにくくバッファオーバフローとなり、パケットロスが発生する。

また、バッファアンダフローについても評価を行ったが、評価の対象としたネットワーク負荷 0.6 以降で、いずれの方式でも、その発生は観察されなかった。これは、

ポーズ時間制御方式で発生する可能性のあるバッファアンダフローを抑制できたことを示す。

以降の評価では、スイッチサイズ N の変化に対して検討方式の特性の傾向に大きな変化がないため、N が 8 の時の評価結果について記す。

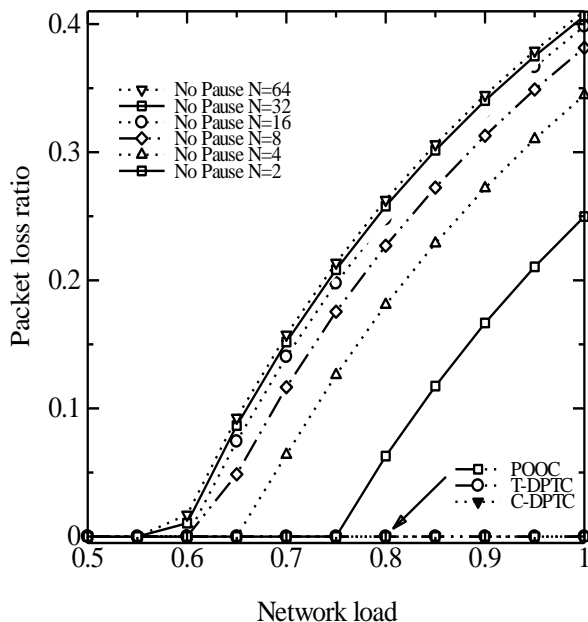


図7 パケットロス率

4.2 制御パケット数

ネットワーク負荷および R の変化に対する制御パケット数の変化を表2に示す。ここでは、制御パケット数は、送出したポーズフレーム数を示す。

ネットワーク負荷が 0.6 以下では、制御パケット数は両方式とも 0 である。これは、バッファのキュー長が、POOC の高閾値及び T-DPTC、C-DPTC の閾値を超えることがなく、制御パケットを送出することが無かったためである。図8は、パラメータ R に対する各方式の制御パケット数の変化をみるために、ネットワーク負荷 0.75 の時の特性を示したものである。参考のために、POOC の半分の制御パケット数についても示している。

T-DPTC および C-DPTC は、R の値が大きくなるにつれて制御パケット数を減少させる。特に T-DPTC では R が 6 以上の時、C-DPTC では R が 3 以上の時、POOC と比較して約 70%減少した制御パケットの値に収束している。C-DPTC は T-DPTC と比べて、R の増加とともに早く収束値に近づくことを示しており、より良い特性を示している。

4.3 ポーズ設定時間の最大値・最小値

図9は、ネットワーク負荷 0.75 時の R の変化に対するポーズ設定時間の最大値・最小値を示す。T-DPTC と C-DPTC について示したものであり、POOC では常に最大値 65535、最小値 0 というポーズ時間に指定できる範囲と同じであるため、示していない。

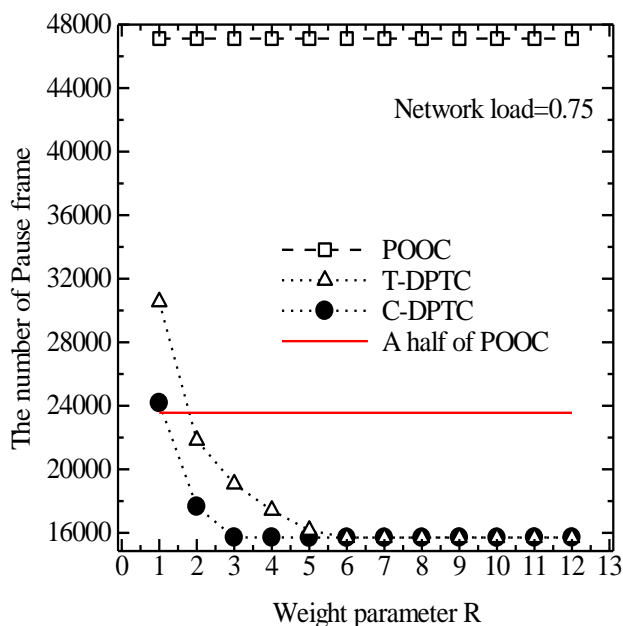


図8 制御パケット数

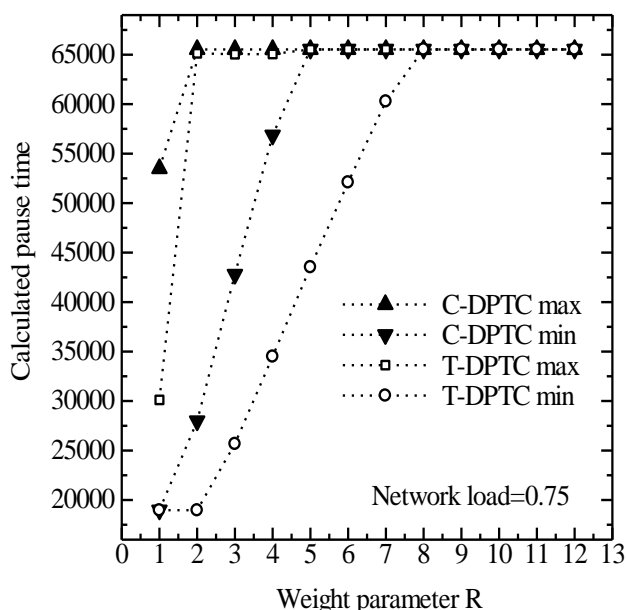


図9 ポーズ設定時間の最大値・最小値

T-DPTC と C-DPTC の最小値は、(3)式に制限される。ここではパケット長が 1518 Byte であるため、最小値は $1518[\text{byte}] * 800[\text{packet}] * 8[\text{bit}] / 512[\text{bit}] = 18975$ となり、T-DPTC, C-DPTC におけるポーズ時間の範囲は 18975 ~ 65535 となる。

両方式とも R が小さいほど最大値と最小値の差が大きくなる傾向にある。これは、最大値と最小値の間でネットワーク状況に合わせてポーズ時間が計算され設定されていることを示す。C-DPTC では R が 5 以上の時、T-DPTC では R が 8 以上で常に最大のポーズ時間を設定している。つまり、R を大きくするとトラフィックの状況に関

係なく最大値が設定されてしまう可能性が高くバッファアンダフローの可能性が大きくなるため、R 値はなるべく小さい値にすることが望まれる。

4.4 考察

以上の評価より、C-DPTC は T-DPTC と同様にパケットロスを抑制し、制御パケット数を抑制することが確認できた。制御パケットの送出数の評価より、重み付け R の値によって最大 70%まで制御パケットを減少させることが可能である。また、ポーズ設定時間の最大値・最小値の評価から R をなるべく小さい値に設定すべきことが観察できた。C-DPTC では、R が 3 の時、既に制御パケット数を最小値に近い値にしているため、R を 3 に設定することが、制御パケットのオーバーヘッドを抑制し、安定的にバッファオーバーフロー/アンダフローを回避することの候補となる。

5. 結論

トラフィックの一時的な過負荷状況によって発生するバッファオーバーフローを抑止しパケットロスを回避することは、高品質なデータセンターを構築する上で重要である。また、制御パケットによるオーバーヘッドを減少させることは、ネットワークの輻輳を軽減する効果があり、ネットワークリソースの有効活用につながるため考慮すべき課題である。

本稿では、流量制御規格ポーズ機能に着目し、ネットワーク状況に応じてポーズ時間を自動計算する T-DPTC 方式の計算オーバーヘッドを軽減する C-DPTC 方式を検討した。T-DPTC 方式ではポーズ時間の計算にポーズ送出時間差を使用し、時間の取得は計算オーバーヘッドが大きくより軽負荷な方式が望まれる。そこで、パケットカウンタ値に着目し、その差分からポーズ時間を計算する C-DPTC 方式を提案した。特性評価より、C-DPTC 方式は T-DPTC 方式と同様にバッファオーバーフロー/アンダフローを回避し制御パケット数を減少させる。これらの特性は重みづけ R の値に依存し、バッファアンダフロー回避のために R の値は小さい方が望ましい。C-DPTC は T-DPTC よりも小さい R で、制御パケット数を大きく減少させており、C-DPTC の有効性が示された。

今後の課題として、ポーズ機能の送信を輻輳の初期兆候として利用し、実際にパケットロスが発生する前に End-to-End の輻輳制御を働かせる手法の検討が挙げられる。これにより、損失パケットの再送をさらに減少し、ネットワークリソースの更なる有効利用が可能になると考えられる。

参考文献

- [1] Annex 31 B, "Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specification", IEEE standard 802.3, 1998 Edition.
- [2] Rich Seifert, "The Switch Book: The Complete Guide to LAN Switching Technology" Wiley, 2000.

- [3] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications," RFC 1889, January 1996.
- [4] M. Hayasaka, et al, "Dynamic Pause Time Calculation Method in MAC Layer Flow Control", in Proceeding of IEEE BMSB, March 2010.
- [5] S. Fujimoto, O. Koyama, Y. Katsuyama, "A Backoff Time Estimation in the LAN with the Back Pressure Control," IEEJ Trans. EIS, Vol. 124, No. 1, 2004.
- [6] "IEEE 802.1: 802.1Qbb – Priority-based Flow Control", <http://www.ieee802.org/1/pages/802.1bb.html>
- [7] Dang, T.-D., Molnár, S., and Vidács, A., "Investigation of Fractal Properties in Data Traffic", Budapest University of Technology and Economics, 1998.
- [8] Jiang, H., and Dovrolis, C., "The Origin of TCP Traffic Burstiness in Short Time Scales", Center for Experimental Research in Computer Systems, Gorgia Tech, CERCS Technical Reports, GIT-CERCS-04-09, 2004.
- [9] Zhang, Z.-L., Rebeiro, V., Moon, S. B., and Diot, C., "Impact of Aggregation on Scaling Behaviors of Internet Backbone Traffic", SPIE ITCOM 2002 Conference on Scalability and Traffic Control in IP Networks, Boston, MA, July 2002.
- [10] Zhang, Z.-L., Ribeiro, V. J., Moon, S. B., and Diot, C., "Smalltime Scaling Behaviors of Internet Backbone Traffic: An Empirical Study", IEEE INFOCOM 2003, pp. 1826–1836, 2003.
- [11] Karagiannis, T., Molle, M., Faloutsos, M., and Broido, A., "A Nonstationary Poisson View of Internet Traffic", 23rd Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM 2004), Vol. 3, pp. 1558–1569, March 2004.
- [12] S. Nomoto, M Fukushima, H. Furuya, and H. Nakamura, "Characteristics of IP Traffic and Capacity Planning in Backbone Networks", IEICE Technical Report, IEICE-IN2004-33, 2004.

表2 制御パケット数

| R | | 0.60 | 0.65 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.85 | 0.90 | 0.95 | 1.0 |
|----|--------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | POOC | None | 47008 | 47088 | 47120 | 47120 | 47136 | 47128 | 47136 | 47136 |
| 1 | T-DPTC | None | 30640 | 30640 | 30552 | 30600 | 30536 | 30496 | 30616 | 30656 |
| | C-DPTC | None | 24118 | 24192 | 24176 | 24176 | 24200 | 24192 | 24184 | 24192 |
| 2 | T-DPTC | None | 21784 | 21824 | 21832 | 21840 | 21840 | 21840 | 21840 | 21840 |
| | C-DPTC | None | 17535 | 17648 | 17656 | 17656 | 17664 | 17664 | 17664 | 17664 |
| 3 | T-DPTC | None | 19037 | 19072 | 19080 | 19080 | 19080 | 19080 | 19080 | 19080 |
| | C-DPTC | None | 15680 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| 4 | T-DPTC | None | 17387 | 17416 | 17424 | 17424 | 17424 | 17424 | 17432 | 17424 |
| | C-DPTC | None | 15672 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15720 |
| 5 | T-DPTC | None | 16121 | 16160 | 16160 | 16168 | 16168 | 16168 | 16168 | 16168 |
| | C-DPTC | None | 15678 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15720 | 15712 | 15712 |
| 6 | T-DPTC | None | 15680 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15720 |
| | C-DPTC | None | 15672 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| 7 | T-DPTC | None | 7892 | 15704 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| | C-DPTC | None | 15672 | 15696 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| 8 | T-DPTC | None | 15680 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| | C-DPTC | None | 15481 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| 9 | T-DPTC | None | 15680 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| | C-DPTC | None | 15680 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| 10 | T-DPTC | None | 15672 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| | C-DPTC | None | 15680 | 15696 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15720 |
| 11 | T-DPTC | None | 15669 | 15696 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| | C-DPTC | None | 15680 | 15696 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| 12 | T-DPTC | None | 15677 | 15704 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |
| | C-DPTC | None | 15228 | 15704 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 | 15712 |