

Title	TCP/IP輻輳制御の性能改善に関する研究
Author(s)	大嶋, 健司
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/1027">http://hdl.handle.net/10119/1027</a>
Rights	
Description	Supervisor:片山 卓也, 情報科学研究科, 修士

# TCP/IP 輻輳制御の性能改善に関する研究

大嶋 健司

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1997 年 2 月 14 日

キーワード: TCP/IP, 輻輳制御, 遅延確認応答, RTT 計測.

## 1 研究の背景と目的

ネットワーク上で信頼性のあるストリーム配送を実現している TCP は近年のインターネットの発展とともに, その役割を重要なものになっている.

TCP ではパケットの流量制御を行なうことで, 転送性能の向上を計っている. その根本は, 送信したデータの確認応答 (ACK) の到着を新たな送信のタイミングとする self-clocking 機構である.

受信側はデータの転送能力の障害を極力少なくするために, 新たなデータ送信が起こるまで, またはタイマが起動されるまでは ACK のパケットの送信を送らせる遅延確認応答 (Delayed ACK) 機構を実装している. しかし, この機構は輻輳制御に悪影響を与えるものであり, 送信側からみて一種のジレンマになっていた.

そこで, TCP ヘッダに新たに制御フラグを付加することで, この Delayed ACK を送信側から制御する機構を提案する.

## 2 Delayed Acknowledgement の弊害

現在の TCP の輻輳制御には, Jacobson らの研究によって, スロースタートと輻輳回避, Fast Retransmit と Fast Recovery が実現されている. これらは送信したパケットの ACK を確認し, 送信側の輻輳ウィンドウを制御して送信量を調節するものである.

受信側の遅延確認応答 (Delayed Acknowledgement) は, データを受信した際の確認応答のパケットの送信を極力減らすことで, 本来のデータ転送の能力向上を計ったものである.

しかし, この Delayed ACK は ACK の返信を故意に遅延させるものなので, ACK の到着を元にした流量制御とは相性が悪い.

- RTT の計測値に誤差を加え、ネットワークの状態計測を困難にしている
- TCP の self-clock 機構を遅らせ、輻輳を起こしやすくしている
- 輻輳制御のアルゴリズムを狂わせ、送信速度を上げさせない

の悪影響を及ぼしており、TCP の転送性能の向上を妨げている。

### 3 送信側からの制御機構

そこで受信側の Delayed ACK の制御を送信側から操作するために新しい制御機構 (CDL) を設計し、実装した。

CDL 制御機構を利用する場合、送信側は CDL フラグのみを立てたパケットを送信する。CDL フラグを受け取った受信側はその確認応答として CDL フラグと ACK フラグを立てて、遅延なく返送する。両方のフラグが付いたパケットを受け取った送信側はパケットが遅延なく往復されたことを確認する。

実装したカーネルを使用して、CDL 制御機構の性能評価実験を行なった。結果は送信側から受信応答の返信が制御でき、従来の輻輳制御を利用した場合より転送性能が改善された。

ここで送信側が CDL フラグを付ける方針が重要になる。CDL 制御機構を必要以上に使用すると、確認応答のパケットが多くなり、反対にデータの転送の妨げになる。方針の違いによる実験も行ない、スロースタート時に CDL フラグを使用することで転送性能が改善されることを確認した。

### 4 正確な Round Trip Time の計測

RTT を計測する際に CDL フラグを利用すれば、Delayed ACK の影響が含まれないので、測定値は純粋にネットワークの状態をあらわしたものになる。

従来の TCP に実装されているタイマでは粒度が粗すぎて、Delayed ACK の影響を取り除いても、正確な RTT 計測を流量制御に利用することが出来ない。そこで OS が提供する  $\mu s$  精度のクロックを用いて計測することにより、よりきめ細やかな輻輳制御への応用を提案した。

### 5 従来の制御アルゴリズムへの影響

従来の流量制御アルゴリズムは常に Delayed ACK を考慮して設計されたものである。しかしこの制御機構の採用によって Delayed ACK の影響をなくすことで、新たな設計の必要性が明らかになった。

## 6 結論と今後の課題

この論文では受信側の Delayed ACK を送信側が制御できる機構を実現した。その結果、

- TCP の輻輳制御に及ぼしていた Delayed ACK の影響を取り除くことが可能になり、転送能力を改善することができた。
- RTT の計測時にこの機構を用いることにより Delayed ACK の影響を取り除くことが可能になり、より正確なネットワークの状態を計測することが可能になった。

今後の課題として

- 制御機構の運用方針による転送能力への影響を詳しく分析する。
- 従来の制御アルゴリズムやトラフィック特性に与える影響を分析する。
- ネットワークの状態を観察し、それを送信量に反映させた輻輳制御を検討する。