

iSCSI ストレージアクセス時の TCP フロー制御のリアルタイム可視化

Real-time Visualization of TCP Flow Control on iSCSI Storage Access

豊田 真智子[†]
Machiko Toyoda

山口 実靖[‡]
Saneyasu Yamaguchi

小口 正人[†]
Masato Oguchi

お茶の水女子大学[†]
Ochanomizu University

東京大学生産技術研究所[‡]
Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

1 はじめに

近年、計算機システムの処理するデータ量が増加し、それを保持するストレージ管理コストの増大が計算機システムの大きな問題の1つとなっている。この問題解決のために SAN(Storage Area Network) が登場した。

SAN はサーバとストレージ間を接続する専用の高速ネットワークで、次世代 SAN として IP-SAN が期待されている。その最有力候補である iSCSI は、サーバとストレージを TCP/IP ネットワークで接続するデータ転送プロトコルである。この iSCSI を用いた遠隔ストレージアクセスの際のネットワーク転送は TCP/IP のみのネットワーク転送に比べてスループットが低くなる [2]。これは iSCSI ストレージアクセスの際に、SCSI プロトコル、iSCSI プロトコル、TCP/IP プロトコル、ネットワークシステムなどが関連して動作しているためであり、複雑な内部状態を把握することで、ストレージへアクセスする際の性能決定の要因を探ることができる。以上より、本研究では iSCSI を用いてストレージへアクセスする際の TCP の振る舞いに注目し、通信時に OS カーネル内部の TCP パラメータ値の変化を可視化するツールの作成を試みた。

2 TCP フロー制御可視化ツール

通信時に TCP 実装が行っているフロー制御を、グラフに表示することでその状態を把握した。

2.1 可視化の実現方法

Linux の TCP のソースコードのモニタしたい箇所にモニタ関数を挿入し、調べたいパラメータの値を、外部からアクセス可能なカーネルメモリ空間に記録する仕組みを作成してカーネルを再構築する。これにより、Linux カーネル内部の TCP 実装で管理されているデータをカーネル外部より確認することが可能となる。このデータを X11 Window システムのライブラリ関数 [1] を用いグラフに表示することで、可視化を実現した (図 1)



図 1 可視化実現のイメージ図

2.2 モニタしている値

本ツールで可視化することができる TCP 実装のパラメータは以下の 6 つである。

- ・輻輳 Window の値
- ・スロースタート閾値
- ・次に受け取る予定のバイト番号
- ・次に送る予定のバイトの通し番号
- ・確認応答されていない最も古いパケット
- ・TCP 再送タイマのタイムアウト時間

2.3 実装結果

iSCSI ストレージアクセス実行の際に、本ツールを使用し、通信時のパラメータの変化を観察した。その結果、モニタしている値をリアルタイムにグラフ表示できることが確認できた。可視化した画像の例として、TCP/IP 通信時の輻輳 Window の値の時間変化を表示する (図 2)

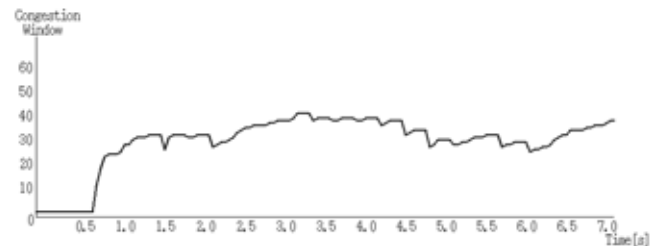


図 2 輻輳 Window の時間変化

図 2 のように TCP/IP の通信実行時に、輻輳 Window の値が変化することをリアルタイムで確認できた。

3 まとめと今後の課題

TCP 実装が行っているフロー制御の様子をモニタし、調べたいパラメータの値をリアルタイムでグラフに表示することで可視化を実現した。このツールを利用し、iSCSI ストレージアクセスを実行すると、TCP/IP の通信が行われて、モニタしている値が変化していく様子を確認することができた。今後はこのツールを用いて、ストレージアクセスの際の性能劣化の原因を調べたい。また、ツールとしてさらに使いやすくなるように、ユーザインタフェース作成も進めていく予定である。

参考文献

- [1] 柴山守: "X11 による画像処理基礎プログラミング", 技術評論社
- [2] 山口実靖, 小口正人, 喜連川優: "高遅延広帯域ネットワーク環境下における iSCSI プロトコルを用いたシーケンシャルストレージアクセスの性能評価ならびにその性能向上手法に関する考察", 電子情報通信学会論文誌 D-I 2004 年 2 月号掲載予定