

2ZC-01 ワイヤレス回線上での SSCOP を用いたスループットの改善

原 歩美[†] 井戸上 彰[‡] 加藤 聰彦[‡] 鈴木 健二[‡]

[†]電気通信大学

[‡]KDD 研究所

1 はじめに

モバイルコンピューティングの普及によるデータ通信が増加し、より高速な伝送速度が求められている。しかし、無線回線では有線回線に比べてビット誤り率が大きいと、主として輻輳によるパケット紛失を想定した TCP 誤り回復手順のみでは、効率的な TCP 通信を実現できないことが知られている [1]。これに対して筆者らは、TCP の高速化の方法として、ATM 網で実際に使用されており、効率的な選択再送機能を有する SSCOP (Service Specific Connection Oriented Protocol) を無線区間のデータリンクプロトコルとして採用し、さらに、SSCOP にパケットのセグメンティング・リアセンブリング機能を追加するというアプローチの検討を行っている。本稿では、このアプローチの概要およびシミュレーションを用いて評価した結果について述べる。

2 SSCOP 概要

SSCOP は ATM で使用される確認型データ転送プロトコルで、以下のような機能を持つ [2]。

1. ユーザデータの順序保存：送信側は順序番号を有する SD (Sequenced Data) PDU (Protocol Data Unit) を作成して送出する。受信側は、順序番号に従ってユーザデータを上位レイヤに渡す。
2. SD 送達確認：送信側から送られた POLL PDU に対して、受信側が送出する STAT (Solicited Status) PDU と、誤った順序で SD が受信された場合に、受信側が送出する USTAT (Unsolicited Status) PDU により SD の送達確認を行う。
3. 選択再送による誤り回復：受信側は、受信した SD の順序番号を検査することで SD の紛失を検出する。SD の紛失が検出されると、STAT または USTAT を送信側に通知する。送信側は、要求された SD のみを選択的に再送する。

3 提案アプローチの概要

提案するアプローチを用いたネットワークの構成例を図 1 に示す。この図に示すように、ネットワークの

有線区間と無線区間の境界において、ゲートウェイが設置される。このゲートウェイは有線区間に対しては、有線用のメディアアクセス制御 (MAC) プロトコルである PPP を提供し、無線区間に対しては、セグメンティング付きの SSCOP と無線回線用の MAC プロトコルを提供する。さらに両者の中継するリレー機能を有し、有線・無線区間の IP パケットの交換を行う。無線区間においては、IP パケットは定められた最大パケット長に従って、セグメンティングし、それぞれのデータが SSCOP を用いて転送される。パケットの伝送誤りが生じた場合は、SSCOP の選択再送機能を用いて、誤った (セグメンティング後の) パケットのみが再送される。受信側では IP パケットがリアセンブリングされ、IP に渡される。このような方式により、伝送誤りの大きい無線区間のみに対して、転送するパケットサイズを小さくし、効率的な再送方式を導入することが可能となる。

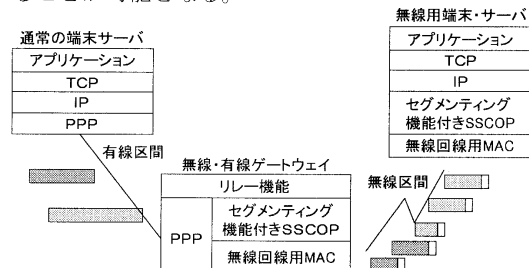


図 1: 提案するアプローチを用いたネットワーク構成

4 シミュレーションの概要

提案するアプローチの性能を評価するため、以下のようなシミュレーションを行う。シミュレータとして、パケット網用プロトコルシミュレータ REAL を用いた [3]。シミュレーションのプログラムモジュール構成を図 2 に示す。TCP ソース/シンクノードは、指定されたウィンドウサイズの範囲内で連続的に TCP セグメントの送信/確認応答の返信を行う。また、SSCOP ノードは SSCOP をサポートし、SSCOP ノードが転送するデータは、セグメントサイズに従ってセグメンティングおよびリアセンブリングされる。また SSCOP ノードは、2Mbps の伝送速度と指定したビット誤りを発生する伝送路を想定したチャネルで接続される。

シミュレーションで使用したパラメータは以下の通りである。伝送遅延を 50ms において、TCP のセグメ

"Improvement of TCP Throughput using SSCOP over Wireless Link"

Ayumi HARA[†], Akira IDOUE[‡], Toshihiko KATO[‡] and Kenji SUZUKI[‡]

[†] The University of Electro-Communications

[‡] KDD R&D Laboratories, Inc.

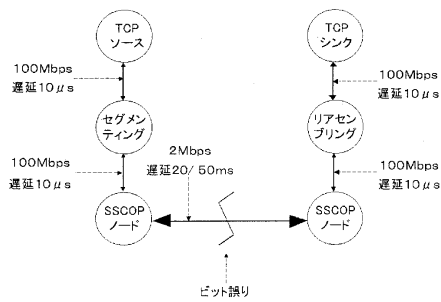


図 2: シミュレーションのプログラムモジュール構成

ント長はヘッダを含め 1500 バイトとし、10000 パケットを送出する。TCP ウィンドウサイズ (TCPWIN/パケット数換算) は、連続的にデータ通信が可能のように応答遅延時間の 2 倍相当以上に設定する。セグメンテーション機能においては、パケットのセグメントサイズを 2048, 1024, 512, 256, 128 バイトとする。また、SSCOP については、ウィンドウサイズとしてはデータ転送に対して十分大きな値 (512) を使用し、POLL PDU は 16 個の SD PDU の送信のたびまたは 10 秒経過する毎に送出することとした。なお比較のために、SSCOP 機能を外し、TCP ソースと TCP シンクの間 TCP コネクションを設定し、TCP のみを使用した場合のシミュレーションも、同一の条件で行うこととした。

5 結果と考察

各セグメント毎に、ビット誤りに対するスループットを測定した結果をを図 3 に示す。

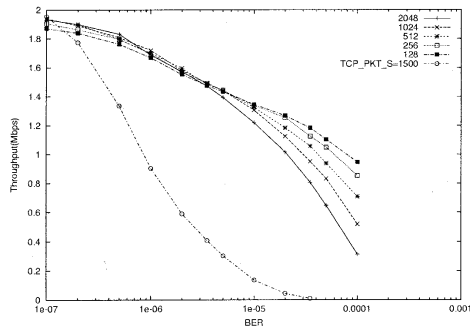


図 3: 誤り率に対する TCP スループット (伝送遅延 50ms, TCP ウィンドウサイズ 36)

TCP のみを使用した場合は、ビット誤り率が $5.0E-07$ より大きくなると、急速にスループットが低下した。これに対して、SSCOP を用いた場合は誤り率が增大してもスループットの低下を押さえることが可能であった。これは、SSCOP の選択再送機能による誤り回復が有効に行われ、TCP の輻輳回避が行われないからである。SSCOP を用いた場合においては、ビッ

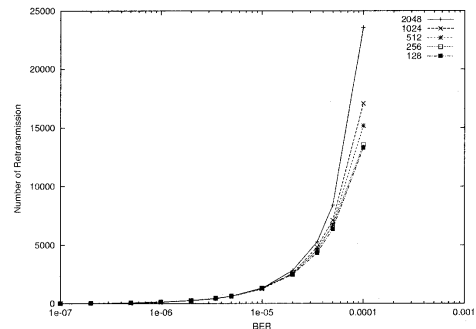


図 4: ビット誤りに対する再送パケット数 (伝送遅延 50ms, TCP ウィンドウサイズ 36)

ト誤り率が $1.0E-05$ 以上になるに従って、サイズ毎にスループットに差が出始めた。しかも、セグメントサイズが大きくなるほどスループットが減少している。

次に、SSCOP において、各セグメントサイズ毎に、ビット誤りに対する再送パケット数を測定した。結果を図 4 に示す。SSCOP における再送パケット数は、ビット誤り率が $1.0E-05$ 以上では、急速に増加することが分かる。特に、セグメントサイズが大きい場合ほど、再送パケット数が増大しており、その結果、前述のようにセグメントサイズが大きくなるほどスループットが減少した。

6 おわりに

本稿では、無線区間のデータリンクプロトコルとして、ATM 網で使用されている SSCOP を採用し、さらに、パケットのセグメンテーションとリアセンブリ機能を付加して無線区間のパケットサイズを減少させるアプローチを提案し、この方式を用いて、無線区間で TCP 通信を行った場合の性能を、シミュレーションを用いて評価した結果について述べた。評価結果から、セグメンテーション機能を付加した SSCOP の有効性が確認され、セグメントサイズを小さくした方が TCP レベルの性能が向上することが検証された。

参考文献

- [1] 井戸上, J. Morten, 田上, 加藤, “伝送誤りを伴う回線上的 TCP/IP 通信の為のデータリンクプロトコルに関する一検討” 情処全国大会, 3G-03, March 1998.
- [2] 長谷川, 長谷川, 加藤, 鈴木, “ATM 用確認型データ転送プロトコル SSCOP の実装と評価” 情処マルチメディア通信と分散処理研究会, 71-13, July 1995.
- [3] S. Keshav, “Real: A Network Simulator,” Computer Science Department Technical Report 88/472, UC Berkeley, Dec. 1998.