

# 6H-10 無線データ通信に適したアクセスルータの開発

中川 格<sup>†</sup>, 藤野 信次<sup>†</sup>, 近田 倫康<sup>‡</sup>, 谷口 徹哉<sup>‡</sup>,

(株) 富士通研究所<sup>†</sup>, (株) NTT ドコモ<sup>‡</sup>

E-Mail: itaru@flab.fujitsu.co.jp

## 1 はじめに

無線回線交換網用アクセスルータを開発した。モバイル環境でのデータ通信が一般的になりつつあるが、無線回線交換網を使用したデータ通信は下記のような問題点がある: 1) 電波状態の悪化により不意にデータリンクが切断(異常切断)されるとデータ通信セッションが破壊され、最初からデータ通信をやり直さなければならない。2) 電波状況が悪化した後に回復しても、なかなか通信効率が回復せず回線帯域を十分有効に使えない。こうした問題を解決するために下記の特徴を持つ無線回線交換網向けアクセスルータを開発した: 1) 異常切断が発生した場合でもセッションを維持したまま自動再接続する。2) データリンク再度確立(再接続)後に速やかにデータ通信を継続できる。さらに3) Split-TCP方式を用い、無線区間は無線環境に適したTCP制御を行なう。

本稿では開発したアクセスルータの概要と評価について述べる。

## 2 無線データ通信の問題点

無線データ通信の最大の問題に、異常切断と一時的な網内遅延の増大がある。これらが発生すると、送信側TCPはcwnd(Congestion Window)を縮小し、RTO(Retransmission TimeOut)を増大させてデータを再送する。RTOが増大すると、たとえ再接続しても直ちにデータ通信が再開されない。また、cwndが縮小すると輻輳回避制御のため通信効率は徐々にしか回復しない。しかしチャンネルを占有できる回線交換網では、電波状況が回復した場合は、通信効率を低下させている制御からできるだけ早期に回復することが望ましい。このように

無線区間で発生する問題は、通信を行なっている両端で解決するよりも、無線区間で行なう方が適切かつ容易である。本システムではSplit-TCP方式を採用し、無線区間に新たに開発した無線用TCPとPPP(WTCP/WPPP)を適用した。

## 3 システム構成

### 3.1 システム要件

無線回線交換網に適した制御を持つアクセスルータの開発要件は下記の通りである。

1. 異常切断発生時の再接続・通信再開機能  
電波状況等の悪化により異常切断した場合でも再度データリンクを確立しなおせば直ちにデータ通信が途中から継続されるようにする。

2. 網特性に適したTCP制御

割り当てられたチャンネルを占有できるという網特性を活かし、データ通信効率を低下させるスロースタートなどの制御を抑止する。

どのサーバにアクセスした場合でも上記の無線用制御を利用可能にするために、本システムではSplit-TCP方式を用いた。これはアクセスルータ経由で通信する2端末間のTCPセッションをアクセスルータ内部で2分し、モバイル端末-アクセスルータ、アクセスルータ-サーバの2つのTCPセッションをアクセスルータ内で管理し、それぞれのセッションのデータを転送する方式である。

### 3.2 システム構成図

本システムは下記の要素からなり、その構成図を図1に示す。

WPPP 異常切断後の再接続時に保持していた元のIPアドレスをクライアントに通知する機構を持ち、PPPのリンク確立時のネゴシエーションを簡略化したもの。

データ転送機構 Split-TCPを実現するためのデータ転送機構。

WTCP スロースタートと輻輳回避制御の抑止を行なう無線回線交換網用TCPスタック

Development of A Wireless Optimized Access Router  
NAKAGAWA Itaru, FUJINO Nobutsugu,  
Chikada Michiyasu, Taniguchi Tetsuya  
Fujitsu Laboratories Ltd.  
NTT DoCoMo Inc.

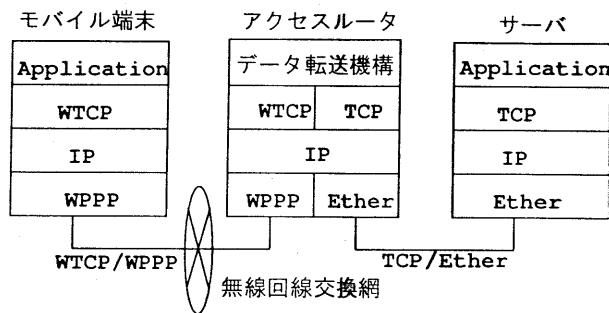


図 1: システム構成図

以下に異常切断検出と再接続の仕組みを示す。

1) モバイル端末から新規の WPPP リンク確立要求があると、アクセスルータは IP アドレスとその接続に対する識別子を返す。2) データリンクが不意に切断された場合、モバイル端末とアクセスルータは個々に異常切断と判断し、上位層にはリンク切断を通知しない。3) モバイル端末は異常切断を検出すると、自動的に新規接続時に割り当てられた識別子を送り再接続要求を発行する。4) これを受けたアクセスルータは識別子から新規接続時にモバイル端末に割り当てた IP アドレスと同一の IP アドレスを再度割り当て直す。これにより異常切断前後で同一クライアントに対し同一 IP アドレスを割り当てデータ通信の再開を保証し、5) WPPP からの再接続通知を受けて WTCP が即座に TCP の通信を再開する。

#### 4 評価

WPPP-WTCP 連携、WTCP の評価を行なうため以下の測定をした。測定は PDC(9.6Kbps)、PIAFS 1.0(32Kbps)、PIAFS 2.0(64Kbps) の回線種別毎に 10 回づつ手動測定し平均をとった。なお WTCP の比較対象は 4.4BSD-Lite TCP を用いた。

##### 1) 再接続後のデータ転送再開までの時間 (表 1)

WPPP と WTCP、WPPP と TCP の組み合わせに対し、異常切断後に再接続してからデータ通信が再開されるまでの時間を測定した。この結果、WPPP と WTCP の組み合わせでは常に再接続後 1 秒程度でデータ通信が再開され、要件を満たしていることを確認した。

##### 2) データ転送時間 (表 2)

WTCP と TCP に対し圧縮した 100KB のバイナ

リデータの FTP download 時間を測定した。この結果、予想通り回線速度が速いほど効果が大きく PIAFS 2.0 では 14.1% の改善がみられた。

表 1: データ通信再開時間 (秒)

回線種別	WTCP	TCP
PDC	0.9	31.7
PIAFS 1.0	1.0	4.8
PIAFS 2.0	1.1	4.8

表 2: 100KB 圧縮データ転送時間 (秒)

回線種別	WTCP	TCP	改善効果 (%)
PDC	101.9	103.7	1.7
PIAFS 1.0	35.0	37.5	6.7
PIAFS 2.0	17.7	20.7	14.1

最後に、評価結果から以下のことが言える。

- WTCP と WPPP が連携することで再接続後の無通信時間を RTO によらず直ちにデータ通信を再開させることができる。
- TCP スロースタート抑止のスループットへの効果は網の帯域が増加するほど大きくなる。

#### 5 おわりに

まもなく IMT-2000 の広帯域通信サービスがはじまろうとしている。IMT-2000 では帯域が広がる一方で網内遅延も大きくなるため、WAP 2.0 で検討されているような TCP Window Size の拡大や SACK などの TCP 制御の最適化が必要になると考えられる。この場合においても本装置に適用した Split-TCP 方式によって有線と無線を効果的に分離することにより、有線ネットワーク上のサーバの設定を変更することなく、効率的な無線データ通信が期待できる。

#### 参考文献

- [1] 藤野他. 無線エージェントと WWW プロキシ連携による適応的画質制御. 情報処理学会モバイルコンピューティング研究会 5-1.1998.
- [2] Hari Balakrishnan et al. A Comparison of Mechanisms for Improving TCP Performance over Wireless Links. IEEE/ACM Transactions on Networking. 1997.