

次世代移動通信網における効率的 IP 移動制御方式

6H-03

尾上裕子

渥美幸雄

佐藤文明

水野忠則

NTTドコモ

NTTドコモ

静岡大学情報学部

静岡大学情報学部

静岡大学大学院

1. はじめに

次世代移動通信網においては、インターネット接続性とモバイルインターネットアプリケーションサービスの提供がますます重要となってくる。特に、次世代インターネットとの親和性およびインターネットの新サービスを導入する場合、サービス特性に依存した新しいネットワークアーキテクチャを柔軟かつ低コストで構成可能であることから、高速移動通信網を基盤インフラとした IP 制御技術の確立が求められる。本稿では、このような新しい IP 移動制御技術を、次世代の移動通信網に適用するための新しい課題についての検討結果を述べる。

2. 現状の問題点

現状では、ワイヤレスリンクとより上位レイヤの TCP/IP プロトコルが独立に動作していることが問題点として挙げられる。例えば、MobileIP エージェント切り替えは、訪問先エージェントが定期的に発行するエージェント広告に頼っている。基地局のハンドオーバーが起こっても IP ベースの移動制御処理が直ちに行われていず、移動端末へのパケットが無駄に廃棄される。また、ワイヤレス環境で TCP/IP 通信を行う場合、移動端末の移動やフェージング、電波障害などのさまざまな要因により回線品質が変化し、その結果有線のネットワーク環境よりもパケットロスが生じやすい。このようにトランスポートレイヤでの問題としては、ワイヤレスリンクの状況悪化を原因とするパケットロスに対し、TCP のウィンドウ制御において輻輳と解釈して輻輳ウィンドウを縮小し、その結果通信効率を低下させるということが挙げられる。

3. 提案方式

本研究では、ワイヤレスリンクの状態により TCP/IP プロトコル制御の契機とするためのワイヤレス状態通知機能を提案する。まず、ネットワークレイヤでは基地局ハンドオー

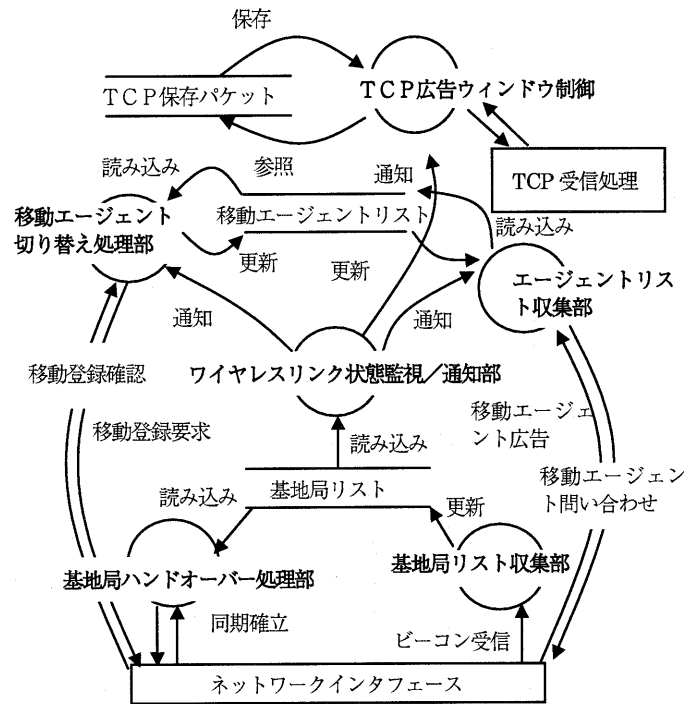


図1: 移動端末側の MobileIP 制御レイヤ部とワイヤレスデータリンク部の構成図

バーを IP レイヤに通知し(図1:ワイヤレス状態監視/通知)、新規アドレス割り当て処理や MobileIP の訪問先エージェント切り替えを行う(移動エージェント切り替え処理)。また、電波強度の弱い基地局に対して訪問先エージェント要求メッセージを送信し、基地局ハンドオーバーと同時に登録要求処理が行えるよう、あらかじめ訪問先エージェントや新規割り当てアドレスの情報を保持しておく(移動エージェントリスト収集)。一方トランスポートレイヤでは、基地局から離れる、電波障害やフェージング等の原因による電波状況の悪化に対し、TCP 受信側の受信能力を示す広告ウィンドウサイズを小さくして送信側に申請する(TCP 広告ウィンドウ制御)。さらに本研究では、遅延による送信側の反応処理遅れを改善するために、移動端末側と移動エージェント

を配置した基地局側の協調制御とした。具体的には、電波強度が弱くなると基地局側で一時的に TCP データのバッファリングを行う。電波強度が復活すればバッファから転送が再開され、基地局のハンドオーバーが起これば MobileIP のバインディング更新機能を用い、移動先エージェントへ再トンネリングされる。以下に、TCP 広告ウィンドウサイズ制御における移動端末側処理と基地局側処理の詳細を図 2 に示す。

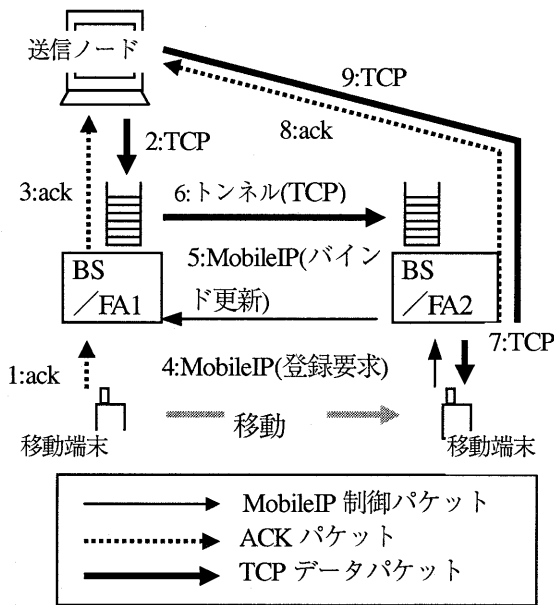


図 2：TCP 広告ウィンドウ制御処理手順（基地局側）

4. 提案方式の評価と考察

本研究で提案した MobileIP への拡張機能を、実際に UCB/LBL/VINT プロジェクトで開発中の ns2 (ns-2.1b6) を用いてシミュレーションを行った(図 3)。シミュレーション環境としては、ノード 0 を ftp 送信ノード、ノード 1 をゲートウェイ、ノード 4,5,6,7 を基地局、ノード 8 を移動端末かつ ftp 受信ノードに設定し、階層的なネットワーク構造を形成した。基地局間の距離は 400 メートルとし、移動端末は 4 つの基地局の間をハンドオーバーしながら、時速 70 キロメートルで移動している。無線区間 IEEE802.11 がシミュレーションされる。各リンクの遅延時間は 50msec、帯域は 10Mbps である。

各 TCP 実装毎の通常、リンク状態通知、TCP 広告ウィンドウ制御バージョンの平均通信スループット(KBytes/sec)を図 4 に示す。通常のバージョンと比較してリンク状態通知機能

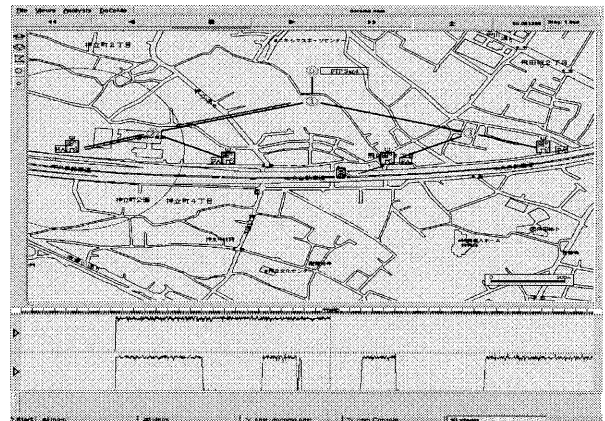


図 3：MobileIP シミュレーション画面

を導入した場合は各実装において平均 48.594%、さらに TCP 広告ウィンドウ制御を追加した場合には平均 79.105%、基地局での TCP バッファリング機能を併用すると 157.5% スループットが向上した。

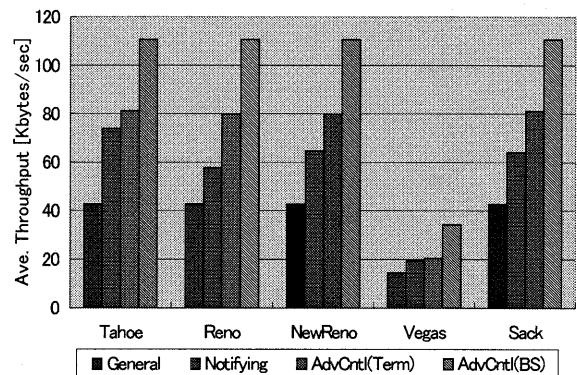


図 4：通常（左）、リンク状態通知（中左）、TCP 広告ウィンドウ制御（移動端末側：中右、基地局側：右）における各 TCP 実装の平均通信スループット(Kbytes/sec)

5. まとめと今後の課題

本研究では、移動端末が複数の基地局をハンドオーバー中、ワイヤレスリンク状態を監視・上位レイヤに通知し、TCP/IP 移動制御の契機とする。これにより、ワイヤレスリンクの状態に適応した MobileIP 移動制御や TCP 広告ウィンドウ制御が可能となり、パケットルーティング誤りやパケットロスが回避され、全体のスループット向上が可能となることをシミュレーションで示した。今後は、IETF で提案されている MobileIP のいろいろな機能を、実際の携帯網の環境により近い状況で評価していく。