

無線 ATM システムにおける動的スロット割り当て方式

6 F-5

金 炳錫, 権 容徳, 相田 仁, 齊藤 忠夫

東京大学 工学部

1 はじめに

無線 ATM システムでは、無線リンクを含むネットワークにおいてエンド-ツ-エンドで ATM コネクションを支援することを目的とする。無線リンクにおいては、有線系に比べて低品質・低速であり、しかも端末の移動により各リンクにおける収容コネクションの数と種類は常に変動する。したがって、このような無線リンクにおいてコネクション型トラヒックのサービス品質を保証しながら、コネクションレス型のデータトラヒックを柔軟に収容することはシステム全体の性能に大きな影響を及ぼす重要な課題である。

しかしながら、従来の方式ではコネクション型のトラヒックのサービス品質を保証するために、無線リンクのリソースを固定的に割り当てるアプローチが多く、より効率的な方式への検討が必要である。

2 動的スロット割り当て制御方式

無線リンクにおける多元接続方式としては、CDMA, TDMA, FDMA などの方式がある。しかし、広帯域で幅広い可変ビットレートのトラヒックをサポートするためには、動的割当 TDMA 方式が適している。また、周波数資源の有効利用のためには双方向のトラヒックを TDD 方式により多重化することが望ましい。

本節では、TDMA/TDD 方式に基づいた動的リソース割当制御方式を提案する。ここでのリソース割当の単位は TDMA タイムスロットであり、1 スロットは 1 ATM セルに相当する。

2.1 アクセス制御機能

図 1 に基地局におけるアクセス制御機能を示す。

アクセス制御機能は、ATM 層と物理層の間に置かれるデータリンク制御 (DLC) 層とメディアアクセス制御 (MAC) 層によって実装される。移動端末と基地局の DLC の間では、フロー制御・誤り制御などが行われる。また、基地局における DLC エンティティは、

A Study on Dynamic Slot Assignment Scheme for Wireless ATM System
Byung-Suk Kim, Yong-Duk Kwon, Hitoshi Aida and Tadao Saito
Faculty of Engineering, The University of Tokyo

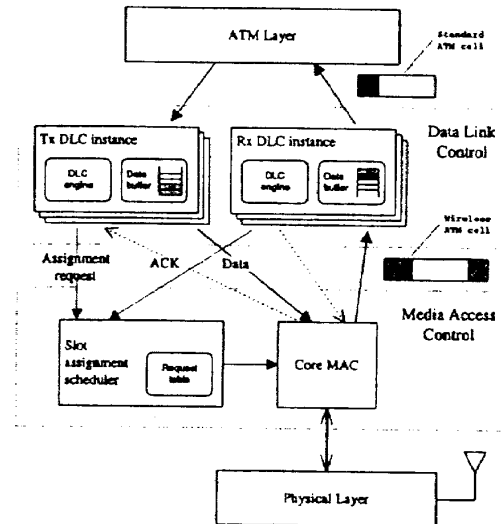


図 1: アクセス制御機能

移動端末からバッファの状況をフィードバックさせ、その情報を MAC 層におけるスロット割当スケジューラに報告する。スロット割当スケジューラでは、その情報と決められた方針により各トラヒックの優先度を TDMA フレームごとに動的に決め、スロットの割当を行う。スロット割当スケジューラにおける割当アルゴリズムは後述する。MAC 層における Core MAC では、割当スケジューラにより決められた順に制御情報やユーザデータの送受信を行う。

2.2 スロット割当制御アルゴリズム

異なる QoS (Quality of Service) 条件を持つ様々なトラヒックを収容するため、各トラヒックごとにその要求条件を動的優先パラメータとして設定し、以下のようなアルゴリズムでリソース割当制御を行う。

1. 前プロセス：フィードバック情報テーブルを更新する。例えば、ToE (Time of Expiry) 期限満了のバケットを取り除くなどの更新を行う。
2. CBR トラヒックなどの予約モードのトラヒックに対し、クレジット更新を行う。 n フレーム周期に m 個のスロットを予約したトラヒックに対しては各フレーム周期ごとに m/n のクレジットを与える。
3. クレジットバケットに整数個以上のクレジットが溜っている予約モードのトラヒックに対してはスロットを割り当てる。そして、その分のクレジットをバケットから引く。輻輳などにより割り当てられなかったトラヒックのクレジットは、そのまま溜めて置く。ただし、その量はクレジットバケットのサイズにより決まる。
4. もし、 $\sum req_i < C_{frm}$ であれば、すべての要求に応じ

て割当を行う。ここで、 req_i は現在のフレームでトラヒック i が要求したスロットの数であり、 C_{frm} は、現在のフレームで使用可能なスロットの数である。 $req_i = \min(\rho_i, wndsize_i)$ である。 ρ_i はパケットセグメントの長さ、 $wndsize_i$ は 1 フレーム内にそのトラヒックに割り当てられる最大のスロット数である。

5. 各トラヒックごとの動的優先度 W_i を求める。
6. 最上位優先度を持つトラヒックから $Alloc_i = \min(req_i, no_slot)$ づつ割り当てる。ここで $no_slot = C_{frm} - \sum_{i=1}^{i-1} Alloc_i$ である。
7. 必要となる制御用タイムスロット (制御チャネル) の数 no_sch を更新する。
8. 調整フェース: $\sum Alloc_i + no_sch > C_{frm}$ であれば、最低優先度のトラヒックから、一つづつオーバ割当フェースで割り当てられたスロットの割当を取り消す。
9. $\sum Alloc_i + no_sch < C_{frm}$ でなければ、Step 8へ。
10. 最終割当フェース: 残りの空きスロットがあれば、ランダムアクセス用の制御チャネルに変換する。
11. 予約モードのスロットはフレームの後ろに詰めて、割当スロットのフレームの中での位置が、ABR/VBR/CBR 順になるようにスロットを割り当てる。

3 シミュレーションによる評価

シミュレーションにより、提案した動的割当方式、固定割当方式、そして予約型方式の性能評価を行った。シミュレーションのパラメータは以下に示す。

- TDMA/TDD チャネル
- チャンネル速度: 20.0 [Mbps]
- 有効チャンネル速度: 15.94 [Mbps]
- フレーム長: 2.0 [msec]
- タイムスロット/フレーム: 83
- タイムスロットサイズ: 60 [Byte]
- 制御スロット/タイムスロット: 5
- 最大チャンネル有効使用率: 0.7968
- ビデオトラヒック
 - SCR: 384 [Kbps]
 - PCR: 1.57 [Mbps]
 - バースト性 (PCR/SCR): 4.09
 - 有効チャンネル速度対 PCR 比: 0.1
 - 画像フレームレート: 15 [frame/sec]
 - パケット送信期限 (ToE): 1/15 [sec]
- 比較スロット割当手法
 - 提案動的割当方式 (DSAWP): 動的割当
 - 固定割当方式 (Fixed): 2.3 x SCR
 - 予約型割当方式 (Rsvd): SCR + 動的割当

図 2 と図 3 に各方式における 384Kbps ビデオトラヒックに対するの収容コネクション数 (4 ~ 52) とスループットおよびパケット損失率との関係を示す。ここで、スループットは有効チャンネル速度に対して正規化したものである。固定割当方式では、コネクションが維持する間は固定的にスロットを割り当てるため、コ

ネクションの数に関係なく一定してパケット損失率を維持する。ただし、最大コネクションの数は前述したように 16 に限定される。予約型方式は 37 まで、動的割当方式では、原理的には無限に収容することができる。しかし、目的としたパケット損失率を得るためには予約型方式と動的割当方式における最大コネクションの数を 24 に限定する必要がある。ここでは、動的割当方式が予約型方式よりよい特性を示すことが分かる。

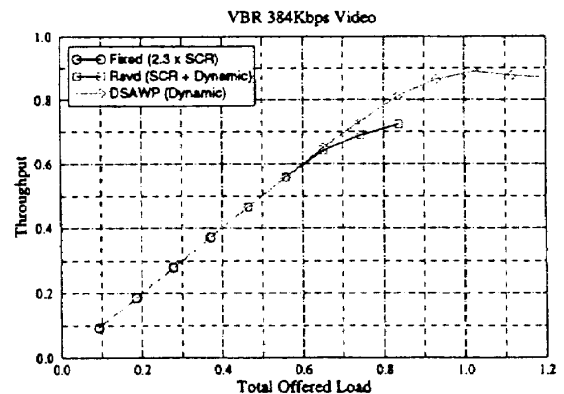


図 2: 384Kbps ビデオトラヒックのスループット特性

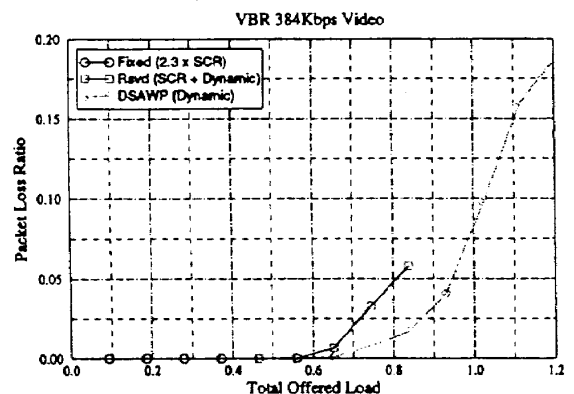


図 3: 384Kbps ビデオトラヒックのパケット損失率

4 おわりに

本稿では、複数の移動端末が共有する無線 ATM リンクにおいて、公平かつ効率的にリソース割当を行うための新たな動的スロット割当制御方式を提案した。シミュレーションにより、サービス品質を保証すると共に、より多くのコネクションを収容できることを検証した。今後の課題は、移動環境とマルチメディアトラヒック環境における性能を評価することである。

参考文献

- [1] D. Raychaudhuri and N. D. Wilson, "ATM-Based Transport Architecture for Multiservices Wireless Personal Communication Networks," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, pp. 1401-1414, Oct. 1994.