

優先度を導入したモバイル通信における ランダムアクセスチャネルのための輻輳制御方式に関する研究

伊藤 恵[†] 木村 成伴[‡] 海老原 義彦[‡]

筑波大学 第三学群情報学類[†] 筑波大学 電子・情報工学系[‡]

1. はじめに

近年のモバイル端末の急激な普及により、モバイル通信を利用するユーザ数が増加し、これに伴い、様々なモバイル通信サービスが提供されるようになってきた。このため、ネットワーク上のトラフィックが急激に増大している。将来のモバイル通信においては、QoSを満足し、資源を有効に利用できるトラフィック制御が必要である。特に、トラフィックの変化に対応できるスケラブルな輻輳制御が重要である。

このような制御方式の一つとして、ランダムアクセスチャネルに適用可能な輻輳制御方式[1]が提案されている。この方式では、モバイル端末の送信許可確率を定め、この条件下による最適トラフィックを求める。この値に基づき、基地局がモバイル端末の送信許可確率を入力トラフィック量に応じて制御することで、送信端末数が増加しても高いスループットを実現している。しかし、本方式では各トラフィックを一様に扱っているため、QoS制御が難しいという問題があった。

そこで、本論文では、本方式に優先度を導入することにより、より柔軟な輻輳制御方式を構築する。そして、シミュレーション実験により、提案方式の妥当性を検証すると共に、低優先度トラフィックに対する影響について評価する。

2. ランダムアクセスチャネルのための輻輳制御方式

文献[1]による方式では、輻輳時に端末から基地局への入力トラフィック量を制御することで、

上り方向の平均スループットを最大にする。この入力トラフィック量の制御は、送信許可確率（各端末がランダムアクセスチャネルに送信を許可される確率）を調節することによりなされる。以下に、本方式による輻輳制御手順を示す。

1. 初期送信許可確率 を各端末に設定する。
2. 基地局は入力トラフィック量を測定し、 n を決定する（ n は、トラフィック量に応じた送信許可確率 $\wedge n$ の n である）。
3. 基地局は、 n を各端末にブロードキャストする。
4. 各端末は、トラフィックが生じたときに $\wedge n$ の確率で、ランダムアクセスチャネルに送信を許可される。

2において、基地局は入力トラフィック量を直接測定することはできないので、不成功確率（送信に失敗する確率）により、入力トラフィックを見積もる。そして、制御閾値（図1右 y 軸, slotted ALOHA に適用した場合）により、 n を決定する。

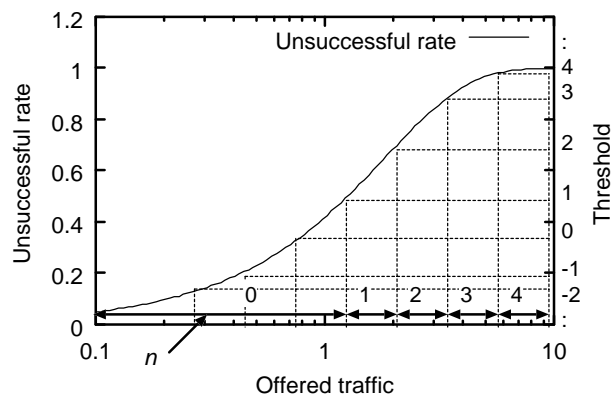


図1 slotted ALOHA の不成功確率

3. 提案方式

前章の方式は、送信許可確率を制御することで、輻輳状態においても高いスループットを維持することが可能である[1]。しかし、各トラフ

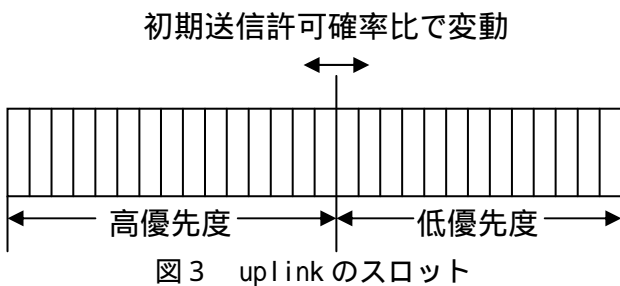
A Study of Priority Congestion Control for Random Access Channels in Mobile Communication Systems

[†] Megumi ITO, College of Information Sciences, Third Cluster of Colleges, University of Tsukuba

[‡] Shigetomo KIMURA, Yoshihiko EBIHARA, Institute of Information Sciences and Electronics, University of Tsukuba

ックを一様に扱っているため、QoS 制御が難しいという問題があった。

そこで、本章では、前章の方式において上り方向の通信に対して QoS 制御用の 2 種類の優先度（高と低）を導入する。優先度を導入しても入力トラフィック全体の平均スループットは最大を維持できるように、優先度毎に初期送信許可確率を設定する。また、優先度を導入すると重要になるのが、低優先度トラフィックへの影響である。そのため、低優先度トラフィックのスループットが低くなりすぎることをないように初期送信許可確率を設定する必要がある。そこで、図 3 に示すように uplink チャンネルを高優先度区間、低優先度区間に区切り、このスロット数の比が初期送信許可確率の比になるように変動させる。低優先度トラフィック専用のスロットを作ることにより、低優先度トラフィックでも比較的高いスループットを実現できるようにする。



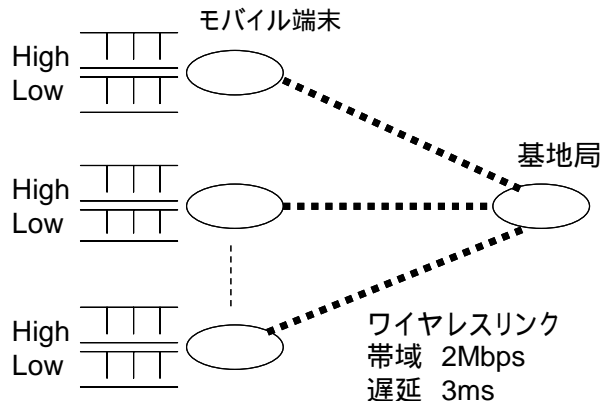
以下に、提案方式における輻輳制御手順を述べる。

1. 各端末に高優先度用、低優先度用のキューを設ける。
2. それぞれのキューに初期送信許可確率 a, b ($a > b, a + b = 1$) を与える。
3. 基地局は入力トラフィック量を測定し、 n を決定する。
4. 基地局は、 n を各端末にブロードキャストする。
5. 各端末は、高優先度、低優先度トラフィックが生じたときに、それぞれ a^n, b^n の確率で、ランダムアクセスチャンネルに送信を許可される。

4. シミュレーション実験

提案方式の性能を評価するため、図 4 に示すネットワークモデルを用いて、本方式を slotted ALOHA[2] に適用し、基地局で高優先度、低優先度トラフィックのスループットを測定する。また、低優先度トラフィックに対する影響を評価

する。本実験の条件を表 1 にまとめる。



モバイル端末数	10
キュー長	50 (Packets)
パケット長	200
スロット数	1000
測定区間	5 (s)
トラフィック	Poisson 分布に従う
転送レート	定常時: 平均 0.2 (signal/slot) 輻輳時: 平均 4.0 (signal/slot)

表 1 シミュレーション条件

5. まとめと今後の課題

本稿では、ランダムアクセスチャンネルのための輻輳制御方式に優先度を導入し、QoS 制御を実現する方法を提案した。

今後の課題として、シミュレーション実験を行い、提案方式の有効性を確かめることが挙げられる。また、複数の優先度レベルを設けた場合の評価や、様々なランダムアクセスチャンネルのプロトコルへの適用を検討している。

参考文献

[1] H. Yoshino, "An adaptive congestion control for random access channels in mobile communication systems," IEICE Trans. COMMUN., Vol. E86-B, No.2, 2003.

[2] Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks, Fourth Edition," Pearson Education International, 2003.