

## 論文の内容の要旨

**論文題目**    **Service Model and Packet Scheduling in Wireless Networks**  
(無線ネットワークにおけるサービスモデル及びパケットスケジューリング)

**氏名**    **鄭武龍**

現在の有・無線インターネットは、ベストエフォート (best-effort) サービスモデルに基づき、FIFO(First-In First-Out) という単純なスケジューリングによってパケットを処理するため、定量的な確実な QoS(Quality of Service) 保証は困難な状況にある。

しかし、将来のネットワークでは、様々な QoS の保証を求めるマルチメディアアプリケーションをサポートする必要があると予想されており、多様な QoS 条件を効率的に満たすためには、より精巧なサービスモデル及びパケットスケジューリング手法の開発が必須である。

このような観点から、インターネットの標準化機構である IETF(Internet Engineering Task Force) では、Integrated Service 及び Differentiated Service のようなサービスモデル及びそのパケットスケジューリング手法を規定した。しかし、これらは主に有線ネットワークを前提にしたものであり、無線ネットワークにおける (1) 端末の移動性や、(2) 狭い帯域、(3) 高いチャネルエラー率、(4) バーストであり場所によって異なるエラー特性、などの制約を考慮していないため、無線ネットワークにそのまま適応するには無理がある。

本論文は、無線ネットワークにおいてマルチメディアアプリケーションをサービスするた

めに、

- どのようなサービスモデルが必要となるのか？
- どのようなパケットスケジューリングによって、上記サービスモデルを実現できるのか？

という問いに対して論じたものである。まず、第一に、無線ネットワークでのサービスモデルに対しては、WFS(Wireless Fair Service) モデル、MBGS(Minimum Bandwidth Guaranteed Service) モデル、RDDS(Relative Delay Differentiated Service) モデルの3つのサービスモデルを提案する。これらのサービスモデルは、不安定な無線ネットワークにおいてどのくらい確実な QoS の保証が必要であるかによって、使い分けることができる。第二に、パケットスケジューリングについては、上記3つのサービスモデルをそれぞれ実現する3つのパケットスケジューリング手法を示し、その性能評価を行う。

第2章では、無線ネットワークにおけるサービスモデルに関する基礎的検討を行い、WFS モデル、MBGS モデル、RDDS モデルの3つのサービスモデルを提案する。WFS モデルでは、各フローのサービスシェアによってサービスが定義され、無線チャネル劣化に関係なくサービスシェアの観点から公平になるようにサービスを割当てる。無線ネットワークでの公平性を定義するためには WGPS(Wireless General Processor Sharing) という概念を導入する。MBGS モデルでは、最低保証帯域及び残余帯域に対するサービスシェアによってサービスが定義され、各フローは、最低帯域が保証されるとともに、最低帯域保証後の残余帯域がサービスシェアに応じて配分される。RDDS モデルにおけるサービスは、遅延条件に応じて、上下関係のある複数のサービスクラスの1つに分類され、上位クラスの packets が下位クラスの packets より、パケット伝送に応じて優先されることを保証する。

続く第3章から第5章は、第2章で提案した3つの無線ネットワークのサービスモデルのそれぞれを実現するパケットスケジューリング手法を論じている。

第3章では、WFS(Wireless Fair Service) モデルを実現するパケットスケジューリング手

法として PWGPS(Packetized Wireless General Processor Sharing) を示している。PWGPS は、無線チャネル劣化による QoS 劣化を公平性の観点から考察し、チャネル劣化で不公平になったフローをそのサービスシェアを一定時間増加させることによって補償するような手法である。なお、サービスシェアの増加に必要な帯域は予め要約することで、補償されるフロー以外のフローにおける QoS 劣化を防ぐ。PWGPS による公平性の改善は解析によって検証し、NS2 によるシミュレーションによってその動作を確認した。

第4章では、MBGS(Minimum Bandwidth Guaranteed Service) モデルを実現するパケットスケジューリング手法を示している。この手法では、スケジューラが Guaranteed Scheduler と Sharing Scheduler の2つのスケジューラからなっており、Guaranteed Scheduler が各フローの最低帯域を保証し、その後の残余帯域を Sharing Scheduler がサービスシェアに応じて配分する。この手法は、シミュレーション及び IEEE802.11 への実装によって検証した。

第5章では、RDDS(Relative Delay Differentiated Service) モデルを実現するパケットスケジューリング手法として WWTP(Wireless Waiting-Time Priority) を示している。この手法では、無線チャネル劣化時間を含むパケットの待ち時間を、遅延差別化パラメータによって正規化し、その正規化された時間の大きいものから伝送することにする。遅延差別化パラメータは、上位クラスのものであるほど小さく設定されているため、同じ遅延時間のパケットであれば、上位クラスの packets から伝送されることになる。WWTP による遅延の差別化は NS2 によるシミュレーションによってその動作を確認した。