

# モバイルネットワークにおける経路選択

## Network Selection and Route Management for Mobile Networks

あらまし

将来のモバイルネットワークでは、ユーザは、セルラー網やWiMAXなど様々なアクセスネットワーク経由で様々なアプリケーションを利用することが想定される。アクセスネットワークはそれぞれ異なる通信品質を持っており、また、エンドユーザが享受するアプリケーションの品質条件も異なっている。一方、コアネットワークにおいては、端末の移動や大容量通信に伴い、ネットワーク内のトラフィックが動的に変化する。本稿では、複数の通信インタフェースを持つモバイル端末に対し、アプリケーションに適した品質を効率良く提供するためのアクセスネットワークの選択方式やコアネットワークの経路選択方式を紹介する。また、このような経路選択方式に関して、IMT-2000に関する標準化団体である3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) のTSG-SA WG1で仕様策定中であるAIPN (All IP Network) Feasibility Studyに対して行った提案活動について紹介する。

Abstract

The mobile communications environment of the future will be truly heterogeneous, so that users can enjoy the use of diversified applications through various access networks, such as cellular networks and WiMax. Since each access network offers different cost and transmission characteristics, user applications will have diverse transmission requirements regarding these networks. Moreover, the spread of mobile terminals and telecommunications of significantly larger capacity is dynamically changing network traffic. Under these circumstances, we propose a framework of application-oriented access network selection and route management in which the optimal access network and path or route are selected for each application. Such selection minimizes cost while considering both application requirements and dynamic network characteristics. This paper introduces our activities pertaining to standardization work for the All IP Network (AIPN) Feasibility Study in the 3rd Generation Partnership Project (3GPP) with regard to network selection and route management technologies.



武智竜一 (たけち りゅういち)  
テレコムソリューション事業部  
所属  
現在、移動通信ネットワークの研究  
開発に従事。



山田亜紀子 (やまだ あきこ)  
テレコムソリューション開発セン  
ター 所属  
現在、IPネットワークのトラフィ  
ック制御に関する研究開発に従事。



中津川恵一 (なかつがわ けいいち)  
テレコムソリューション開発セン  
ター 所属  
現在、移動通信ネットワークの研究  
開発に従事。

## ま え が き

将来のモバイルネットワークでは、図-1のようにセルラー網に加えて無線LANやWiMAXなど様々なアクセスネットワークが存在し、ユーザは複数のアクセスネットワークを介して、IPコアネットワーク上の様々なアプリケーションを利用することが想定される。

ユーザがアプリケーションを利用する際には、ネットワークとして、そのアプリケーションに必要な帯域、最大遅延といった品質条件を提供する必要がある。このような品質条件は、アプリケーションの種類によって異なっている。例えば、VoIPのようなリアルタイムアプリケーションの品質としては、エンド・エンド遅延を一定時間以下に抑えることが重要であり、ストリーミング画像の品質としては、それに加えてそのデータを転送するために十分な帯域を確保することが重要である。

本稿では、複数の通信インタフェースを持つモバイル端末が、同時に複数の通信アプリケーションを利用する際に、アプリケーションに適した通信品質を効率良く提供するためのアクセスネットワーク選択方式やコアネットワークの経路選択方式を紹介する。さらには、このような経路選択機能に関して、IMT-2000関連の標準化団体である3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) で、とくに、サービス仕様を扱うTSG-SA WG1におけるAIPN (All IP Network) に対して行った提案活動について紹介する。

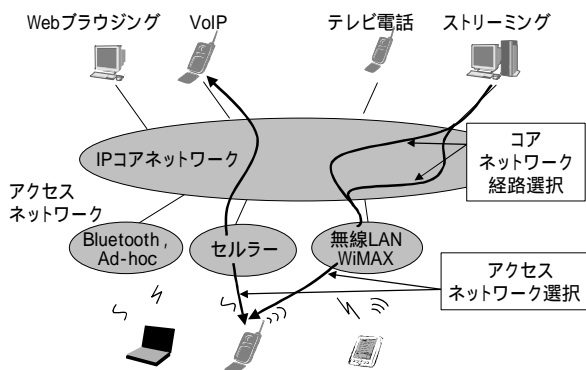


図-1 モバイルネットワーク  
Fig.1-Mobile network.

## アクセスネットワークの選択

モバイル端末が直接に接続するアクセスネットワークは、転送遅延、帯域、サービス区域、通信料金など、それぞれ異なる特性を持っている。例えば、セルラー網のような広域・狭帯域・固定速度を提供するアクセスネットワークもあれば、無線LANのような狭域・広帯域・ベストエフォート速度を提供するアクセスネットワークも存在する。

このような様々な特性を持つアクセスネットワークの中から、アプリケーションを継続して実行するのに必要な品質に対応して適切なアクセスネットワークを選択する技術として、著者らはAoRM (Application-oriented Routing and Mobility) を提案している<sup>(1),(2)</sup> AoRMの概要を図-2に示す。

AoRMでは、IPコアネットワーク内にアクセスネットワークの切替えを行う移動管理サーバを設置する。また、モバイル端末には、アプリケーション管理機能と、アクセスネットワーク状態管理機能を具備する。アプリケーション管理機能では、実行しているアプリケーションごとにそのアプリケーションの特性（要求帯域、遅延など）を管理する。アクセスネットワーク状態管理機能では、モバイル端末が使用可能なアクセスネットワークの状態（混雑の有無、使用可能な帯域、そのネットワークの転送遅延など）を管理する。

モバイル端末は、アプリケーションの起動、停止などアプリケーションの状態が変化したときや、接

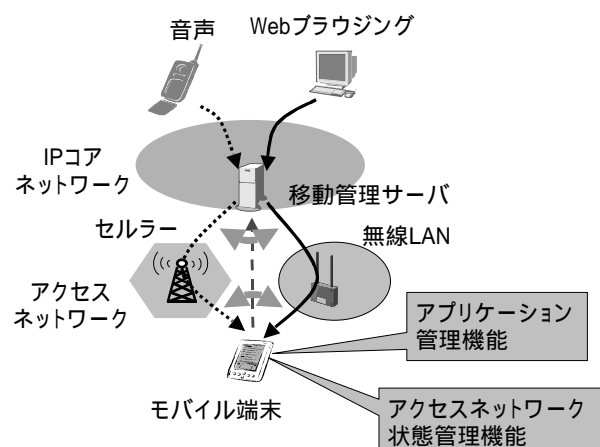


図-2 AoRM (Application-oriented Routing and Mobility) の概要  
Fig.2-Overview of AoRM (Application-oriented Routing and Mobility).

続リンクのアップ・ダウンや混雑発生などネットワークの状態が変化したときに、アプリケーションごとに最適なアクセスネットワークを選択する。そして、アプリケーションとそのアプリケーションに適したアクセスネットワークの関係を移動管理サーバに登録する。移動管理サーバは、このアプリケーションとアクセスネットワークの関係に従って、端末へ向かうトラフィックを最適なアクセスネットワークを経由するよう経路制御を行う。これにより、個々のアプリケーションごとに、その品質を満たしたアクセスネットワーク選択が可能となる。

AoRM機能を搭載した端末のアクセスネットワーク選択に関する動作例を図-3に示す。ケース1は、モバイル端末がセルラー網経由でWebブラウジングとテレビ電話を行っている状態で、該端末が無線LANを利用可能なエリアに移動したが、ほかの端末の通信などにより混雑が発生している状態を示している。ケース2は、その後無線LANの混雑が解消した状態を示している。モバイル端末は、通常は、無線LANが使用可能な限り、通信コストの小さい無線LANを使用するが、ケース1のように無線LANが混雑状態にあり、無線LANの帯域がアプリケーション継続に必要とされる帯域を満たさない場合、そのアプリケーション（図の例ではテレビ電話）に対しては無線LANへの切替えは行わない。一方、Webブラウジングに関しては無線LANへの切替えを行う。

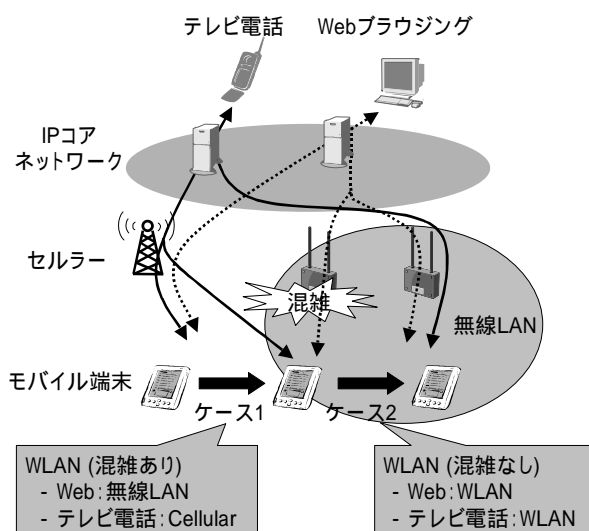


図-3 アクセスネットワーク選択例  
Fig.3-Example of access network selection.

このようにAoRMではアプリケーションごとに、その品質を満たしたアクセスネットワークを動的に選択することが可能となる。

## コアネットワークでの経路選択

モバイルコアネットワークでは、近年のパケットトラフィックの伸長に伴い、IPをベースとしたバックボーンネットワークが構築されつつある。コアネットワークは、アクセスネットワークのように多種多様な特性を必ずしも持っているわけではないが、モバイル端末の移動や大容量通信に伴い、ネットワークでのトラフィックパターンは時々刻々と変化する。したがって、コアネットワークにおいては、トラフィックの混雑度といったネットワークの状態に応じてそれぞれのトラフィック経路を制御し、動的にネットワークを最適な状態に保つことが重要である。

コアネットワークのトラフィックを監視し、トラフィックに応じた経路制御を行う技術としてIETF (Internet Engineering Task Force)などでTE (Traffic Engineering) が提案されている<sup>(3)</sup>。TEは、MPLS (Multi-Protocol Label Switching) などを利用してトラフィック経路を明示的に指定することによって、ネットワークの負荷分散を実現したり、障害時にはトラフィックを迂回経路に切り替えて障害回復したりすることを実現する技術であり、この技術を用いれば、ネットワーク資源の有効利用と信頼性のあるネットワーク運用を実現することができる。著者らは、このTE技術を拡張して、ネットワークの状態の変化に応じてトラフィックの経路を制御し、常にネットワークを最適な状態に保つ動的TEというコンセプトや、この動的TEに基づく動的QoS (Quality of Service) 制御を提案している<sup>(4),(5)</sup>。この動的QoS制御を行うことにより、ユーザに対し効率的に品質保証サービスを提供することが可能となる。

動的QoS制御の基本ネットワークアーキテクチャを図-4に示す。ネットワーク内には、ネットワーク内の各パスを管理制御するORRA (Optimum Route/Resource Allocation) サーバを設置する。ORRAサーバは品質保証要求を受け付けることによってネットワークの各リンクの割当て済み帯域を管理するとともに、負荷状態などの統計情報を収集

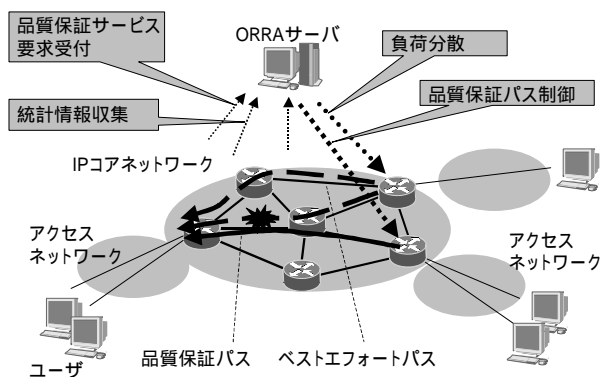


図-4 動的QoS制御  
Fig.4-Dynamic QoS control.

して実際のネットワークのトラフィック状況を常に把握している。ネットワーク上では、品質保証サービスとベストエフォートサービスが提供され、それぞれのサービスのトラフィックが品質保証パスとベストエフォートパスによって転送される。

ユーザは、アプリケーションを開始するときなど、コアネットワークで品質保証サービスを楽しみたい場合には、ORRAサーバに対して品質保証サービス要求を行う。ORRAサーバは、その受付要求を受け取ると、ユーザ要求品質を満たす最適な経路を選択する。その後、選択された経路において、このユーザ品質を提供するための資源を確保して、品質保証サービスを提供する。

一方、ベストエフォートサービスに対しては品質の保証は行わないが、可能な限り品質の低下を抑えるような制御を行う。すなわち、ベストエフォートトラフィックは通常は最短の経路を流れているが、ORRAサーバが統計情報収集によってこの経路が輻輳したと判断したときには、自動的に空いている経路を検索し迂回経路として設定する。もとの経路と迂回経路にトラフィックを動的に分散させることによって輻輳を解消し、ベストエフォートユーザに対しても極力品質を確保する。

このように、動的TEを用いれば、刻々と変化するコアネットワークに応じて、品質保証サービスとベストエフォートサービスを提供することが可能となる。

## 3GPP標準化に向けた活動

このようなアクセスネットワーク選択機能やコアネットワークの経路選択機能は、モバイル端末と

表-1 3GPP TSG-SA WG1に対する寄書一覧

寄書	S1-040748 (会合中S1-040789に改版)
タイトル	Advanced access network selection function for AIPN
1 内容	ALL-IPネットワークの要求条件として、アプリケーションのサービス要求に基づくアクセスネットワークの選択が必要と提案
結果	採用
寄書	S1-040749 (会合中S1-040780に改版)
タイトル	Text for advanced mobility management function
2 内容	ALL-IPネットワークの要求条件として、アプリケーション特性に基づくハンドオーバー方式の提供が必要と提案
結果	採用
寄書	S1-040866 (会合中S1-040915に改版)
タイトル	Drivers From Technical perspective - Traffic Engineering
3 内容	ALL-IPネットワークの要求条件として、トラフィックエンジニアリング (MPLS, QoSルーティング, 動的負荷分散など) の提供が必要と提案
結果	採用
寄書	S1-040867 (会合中S1-040916に改版)
タイトル	New Capabilities for AIPN - QoS/Traffic Engineering
4 内容	ALL-IPネットワークの要求条件として、ネットワークやエンドシステムの負荷状態を考慮しQoS保証サービスを提供する必要があることを提案
結果	採用
寄書	S1-040868 (会合中S1-040917に改版)
タイトル	New Capabilities for AIPN - load balancing in AIPN
5 内容	ALL-IPネットワークの要求条件として、複数クラスのQoSをサポートし、さらに低クラストラフィックに対しても、動的負荷分散などにより輻輳を回避する必要があることを提案
結果	採用

ネットワークが連携しアプリケーションに応じて最適な経路を選択するとともに、端末がアクセスネットワークを変更した際にも、QoSを提供するフレームワークとして有効である。著者らは、第3世代移動通信システムに関する技術仕様を作成するフォーラムの一つである3GPPにおいて、とくに、サービス仕様を扱うTSG-SA WG1に対して、このようなネットワーク選択・コアネットワーク経路選択の必要性 (要求条件) の提案を行った。

3GPPでは、現在、今後の移動通信ネットワークの発展としてALL-IPネットワークの検討が進められている。検討は、まず、要求条件やネットワーク能力の定義 (Stage1)、続いて、ネットワークアーキテクチャの定義 (Stage2) を行っている状況で

ある。

3GPP TSG-SA WG1（要求条件とネットワーク能力検討作業部会）では、移動通信でのALL-IPネットワークの要求条件と必要なネットワーク能力を検討し、ALL-IPネットワークの実現性を見極める作業を行い、この検討作業の結果は、技術報告書（TR: Technical Report）<sup>(6)</sup>にまとめられた。

今後のALL-IPネットワーク環境では、UTRAN（UMTS Terrestrial Radio Access Network）や無線LANだけでなく、無線MANやBluetooth、固定網など様々なアクセスネットワークとのインタワークやユーザに対するQoS提供が必要となってくる。前述のアクセスネットワーク選択機能やコアネットワークの経路選択機能を用いれば、このようなALL-IP環境下で端末がアクセスネットワークを変更した際にも、QoSを提供することが可能となる。

ネットワーク経路選択に関して3GPP TSG-SA WG1に対して行った提案寄書を表-1に示す。アプリケーションに基づくアクセスネットワーク選択に関して2件、動的TEなどコアネットワーク経路選択に関して3件の寄書入力を行い、いずれの寄書もALL-IPネットワークへの要求条件として採用された<sup>(6)</sup>。

現在、3GPPでは、アーキテクチャ・方式担当グループであるTSG-SA WG2において、ALL-IPネットワークに関するアーキテクチャ（ネットワークでの機能配備など）の検討を行っており、このような経路制御技術に関しても、ALL-IPアーキテクチャ上での機能実現に向けて検討を進めていく。

## む す び

本稿では、複数の通信インタフェースを持つモバイル端末に対し、アプリケーションに適した通信品

質を効率良く提供するためのアクセスネットワーク、およびコアネットワークの経路選択方式を紹介した。また、このようなアクセスネットワークの選択機能、およびコアネットワークの経路選択機能に関し、3GPP-SA WG1で仕様策定中であるAIPN標準化に対して行った活動について紹介した。今後は、具体的なプロトコル確立に向けて検討を進めていく。

本研究の一部は、総務省「ユビキタスネットワーク制御・管理技術の研究開発」の一環である。最後に、関係各位に感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- (1) 小野英明ほか：モバイルアダプティブ経路切り替え制御方式の検討．信学技報，Vol.103，No.690，NS2003-349，p.279-282，Mar. 2004．
- (2) H. Takusagawa et al. : Development of Application-oriented Routing and Mobility (ARM). The 19th World Telecommunications Congress (WTC/ISS 2004), Seoul, Korea, Sep. 2004．
- (3) D. Awduche et al. : Overview and principles of internet traffic engineering．RFC3272，IETF，May 2002．
- (4) K. Takashima et al. : Dynamic traffic engineering: creating new services．4th Asia-Pacific Symposium on Information and Telecommunication Technologies (APSITT2001)，p.238-241，Atami, Japan，Nov. 2001．
- (5) 岡村亜紀子ほか：トラヒックエンジニアリングに基づくQoS制御方式についての考察．電子情報通信学会 全国大会，B-6-128，Mar. 2003．
- (6) 3GPP，TR22.978v7.0.0：All-IP Network (AIPN) feasibility study．March, 2005．