

ワイヤレス ATM による移動通信環境に関する考察

南方 伸哉†, 小林 和真†, 梅比良 正弘†, 山本 平一†,

†奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
‡NTT ワイヤレスシステム研究所

概要

現在普及している移動通信方式では、マルチメディアに対応する広帯域移動通信を実現することが困難である。この問題点を解決するために、ワイヤレス ATM などの広帯域移動通信方式が提案されている。ワイヤレス ATM をインターネットに適用するための技術として既存 ATM 環境で用いられている VLAN 技術が利用できる。本論文では、このワイヤレス ATM による移動通信環境を VLAN を用いて実現するネットワーク構成を提案し、その問題点について解決策を示す。

Consideration of Mobile Communication Environment using the Wireless ATM

Nobuya Minakata†, Kazumasa Kobayashi†, Masahiro Umehira†, Heiichi Yamamoto†

†Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
‡NTT Wireless System Laboratories

Abstract

It is difficult to realize the broadband mobile communication in today's environment. There are some solutions such as the Wireless ATM to solve this problem. To apply the Wireless ATM to the Internet, the VLAN technology can be used, which is used in today's ATM environment. In this paper, we propose the network structure which realize the mobile communication environment applying the VLAN to the Wireless ATM, and show the solution of its problem.

1 はじめに

近年、移動通信環境の発展に伴い、移動中のデータ伝送サービスの需要が高まりつつある。しかし、デジタル携帯電話 (PDC: Personal Digital Cellular) や PHS(Personal Handyphone System) などを用いた現在のサービスでは、映像などの大きなデータ伝送を行うための十分な通信帯域が確保されていない [1]。

一方、マルチメディア技術の実用化とともに、映像を含む大容量データの伝送を必要とするアプリケーションが出現してきた。移動通信環境においてもこうした大容量データを伝送する必要性が議論されている。

既存のネットワークでは、マルチメディア情報を伝送するインフラの一つとして ATM[2] が利用されている。このインフラとの整合性を考慮したワイヤレス ATM の研究が現在行われている。

PDCや PHS を拡張した無線方式は、有線 ATM との接続を考えた場合、インタフェース部分の処理が複雑で、実現の困難が予測される。しかし、ワイヤレス ATM では、VPI/VCI によるバスネットワークを有線 ATM 同様に構築でき、既存のインフラとの接続が容易に行える。このように、ワイヤレス ATM を用いれば、有線 ATM の技術をそのまま利用してマルチメディアに対応したネットワーク構築を行うことができる。

本論文では、既存の ATM 技術をどのようにワイヤレス ATM に用いれば、理想的なマルチメディア移動通信環境を実現できるかを議論し、その実現の可能性について述べる。

2 関連技術

2.1 端末の移動と TCP/IP

移動計算機環境において、端末の移動は最も大きな課題である。現在の広域ネットワークの多くは、TCP/IP プロトコルを用いて構築されている。このネットワークを利用する場合、移動計算機環境でも同様に TCP/IP プロトコルを用いた通信を

実現しなければならない。しかし、TCP/IP ネットワークは端末の移動に対応していない。この状況を改善するため、モバイル IP[3] や、VIP[4] が提案されている。これらの技術を用いても、移動計算機環境を実現することは可能であるが、既存の TCP/IP ネットワークに新たな機能を追加する必要があり、普及していないのが現状である。

2.2 LAN Emulation

LAN Emulation(LANE) は、ATM 上で TCP/IP プロトコルによる通信を行うために必要な技術で、現在標準化が行われている。LANE の主な機能は IP アドレスと VPI/VCI のアドレスの対応を解決することであり、そのために LES(LAN Emulation Server) と呼ばれるサーバが存在する。LES はクライアントのアドレス登録や、クライアントに相手先アドレスを伝える機能をもつ。また、LES にはどのクライアントが、どのネットワークに所属するかを物理アドレスレベルであらかじめ設定しておく。これにより、物理的な位置に依存しない仮想的な LAN 構成が可能となる。

2.3 VLAN

ATM を用いたネットワークでは、VLAN(Virtual LAN) 技術を用いて端末の移動に対応することができる。ATM では VPI/VCI により端末を特定することができるため、IP アドレスを利用することなく端末の位置情報を得ることが可能である。VLAN を用いた環境において、端末が移動した場合を考える。端末移動時には VPI/VCI が変更される。この場合、IP アドレスは変更されず、VPI/VCI と IP アドレスの対応関係のみが変更される。つまり物理的に端末が移動したとしても、IP アドレスが変更されないため、論理的には移動していないことになる。こうして VLAN では端末の局所的な移動に対応している。

VLAN のメカニズムをワイヤレス ATM に適用し、広帯域な移動計算機環境の構築を目指す。ここでは VLAN の概要について述べる。

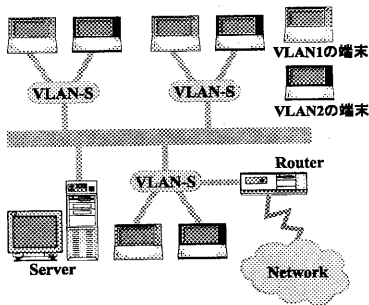


図 1: VLAN

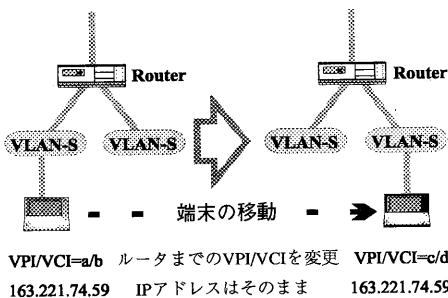


図 2: 計算機の移動

図 1 に VLAN によるネットワーク構成を示す。VLAN を用いたネットワークでは、端末は論理的にいくつかのグループに分けられる。そして、それぞれのグループごとに独立した仮想的なネットワークが構成される。図 1 では 2 つの仮想ネットワークからなる VLAN が構成されている。同じスイッチに接続されている端末でも、VLAN により異なるネットワークに所属するような構成が可能となる [5, 6]。

VLAN の特徴として以下の点があげられる。

- 端末の移動に対応可能

VLAN における端末の移動とは、端末に割り当てられていた VPI/VCI の変更を意味する。この場合 IP アドレスは変更されないため、TCP/IP ネットワーク上では移動したことがわからない。移動後に割り当てられた VPI/VCI と既に割り当てられている IP アドレスとの対応を行えば、通信は可能となる (図 2)。VLAN ではこの作業をスイッチ内で自動的に行う。このため、端末を利用するユーザ側では設定の変更を行う必要はない。

- 帯域の有効利用

VLAN 機能を持っていないスイッチがブロードキャストパケットを受けると、全てのポートにブロードキャストパケットを送出してしまう。そのため、頻繁にブロードキャストするプロトコルでは、LAN スイッチ内部の帯域が消費されてしまう。VLAN の機能をもつスイッチでは、このブロードキャストパケットを同じ VLAN 内に閉じ込めることができる。こうすれば、VLAN ごとに伝送帯域を確保でき、帯域をより効率良く利用できる。

3 VLAN 技術のワイヤレス ATM への適用

3.1 VLAN を用いる利点

VLAN 環境では、ネットワーク設計者は端末の物理的な位置にとらわれることなく、論理アドレスを用いてネットワークを構成できる。

ATM ネットワークは VPI/VCI を用いたバスネットワークである。一方、現在のインターネットは、TCP/IP プロトコルを用いたブーンネットワークである。TCP/IP プロトコルによる通信を ATM 上で実現するには、IP アドレスと VPI/VCI のマッピングを行えばよい。VLAN 側では、VPI/VCI を用いて仮想的なネットワークを構成するため、IP アドレスに影響を与えないネットワークが構築可能である。これによりユーザは ATM レイヤの

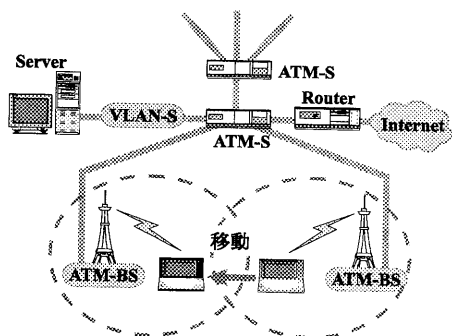


図 3: ネットワーク構成

VPI/VCIにとらわれることなく TCP/IP ネットワークを利用することができる。

移動計算機環境では、計算機の移動に対するアドレス変更処理が問題となる。しかし、前述のように VLAN は計算機の移動にも対応できるため、VLAN 技術を適用すればこの問題は解決できる。

3.2 ネットワーク構成

本論文では、ワイヤレス ATM を用いた移動計算機環境の構築法について考察する。この節ではまず、そのネットワーク構成法(図3)を提案する。

ワイヤレス ATM は端末と基地局 (ATM-BS) 間の無線伝送部分に用いられる。既存の ATM ネットワークにワイヤレス ATM 基地局を接続することにより、広帯域通信が可能なワイヤレス ATM ネットワークが構築される。さらに、ATM ネットワークはルータを介してインターネットに接続される。

端末は、TCP/IP プロトコルを用いて通信を行う。このとき、IP アドレスと VPI/VCI のアドレス間対応に用いられるのが VLAN である。ATM ネットワーク中に VLAN スイッチを配置し、その先にサーバを用意する。移動端末はサーバと同じ VLAN に所属している。

端末の移動に対応できる VLAN の特徴から、図3のようなネットワーク構成においても

の特徴が活用できる。すなわち、端末が基地局の無線エリア間を移動した場合も、TCP/IP ネットワーク側から見ると移動していないように見えるため、移動通信が可能となる。

3.3 VLAN への接続手順

移動計算機環境におけるネットワーク使用要求は、ネットワーク側から発信されることはなく、端末側からのみ発信される。端末への着信は、端末がネットワークと接続完了後に行えばよい。すなわち、端末がネットワークとの接続を行えば、発着信は自由に行うことができる。このため、電話のような発着信を考える必要はなく、端末からの発信要求についてだけ考えればよい。

通信を開始しようとする端末はまず、到達電波レベルのもっとも高い基地局と接続される。この時、サーバから基地局までの VPI/VCI はすでにわかっているため、基地局から端末までの VPI/VCI がサーバに登録される。また、IP アドレスは端末に一意に割り当てられている。この IP アドレスと VPI/VCI とのマッピングが VLAN サーバで行われる。

端末が、同一の基地局の電波の届く範囲 (サービスエリア) 内にいる間はそのまま通信が行われる。

端末がサービスエリア外に移動した時、VPI/VCI が変更される。このときサーバは新しい基地局から端末までの新たな VPI/VCI を認識する。VLAN を用いているため端末側の IP アドレスは変更されず、ATM で VPI/VCI とのマッピング変更処理が行われる。したがって、端末側からみると何も変更点はない。仮想的には、端末は常にサーバのある VLAN に所属した状態でインターネットに接続されていることになる。

4 広域ネットワークへの拡張とその問題点

将来、広域ネットワークが構成されることを考えると、図3に示したようなサーバが1つしかない状況では、多くの端末を収容することができな

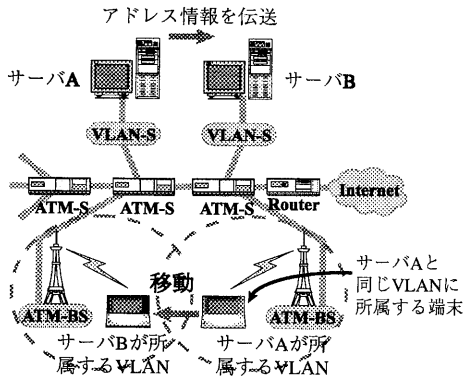


図 4: サーバが2つ存在するネットワーク構成

い。そこで、複数のサーバが存在するネットワークが必要となる。

前述の VLAN を用いて実現したネットワークを相互接続することで、広域ネットワークの実現が可能となる。

4.1 広域ネットワーク構成と接続手順

図4に広域ネットワーク構成を示す。図3のネットワーク同様、端末はサーバを介してインターネットに接続される。しかし、広域ネットワークの場合、端末が移動した先で接続されるサーバが、端末の所属する VLAN のサーバでないという状態が発生する。図4では、サーバAと同じVLANに所属する端末が、サーバBの接続されているVLANに移動した状態を示している。

この場合の端末が通信を再開するための接続手順は以下になる。しかし、この手順を実現する方法はまだない。

まず、端末は IP アドレスをサーバ B に伝送する。サーバ B は IP アドレスから、端末の所属する VLAN のサーバは A であることを認識し、移動先の基地局からサーバ A までの VPI/VCI パスを端末に通知する。端末はこれを利用して、サーバ A との通信を行う。

4.2 問題点と解決法

現在の VLAN 環境では、端末が所属する VLAN と異なる VLAN に移動した場合、通信ができなくなる。この問題を解決するために、移動先のサーバから端末が所属するサーバに、端末の位置情報を伝送する必要がある。

図4を例にとる。端末がサーバBの所属するVLANに移動した場合、サーバAとは通信できなくなる。サーバBは端末からサーバAまでのパスを確保し、そのVPI/VCIを、サーバAに伝送しなければならない。

そこで本論文では異なるVLANのサーバ間で、移動した端末の位置情報を伝送する方法を提案する。

(i) マッピングテーブル法 各サーバに、接続する可能性のあるすべての端末の IP アドレスと所属する VLAN サーバとのマッピングテーブルを用意しておく。

(ii) 隣接サーバ問い合わせ法 端末は移動先のサーバに IP アドレスを伝送する。この IP アドレスから、サーバは端末がそのサーバとは異なる VLAN に所属していることを認識すると、隣接するサーバに端末の IP アドレスを伝送する。この伝送作業を、その端末が所属する VLAN のサーバに到達するまで繰り返す。

(iii) (i)、(ii) の融合法 端末にもっとも近いサーバが、アドレス情報をマッピングテーブルとして一定時間保存する。この期間内に、再び同じ端末の接続がある場合、その保存された情報を用いてルーティングを行う。すなわち、使用頻度の高い端末はマッピングテーブル法で、その他の端末は隣接サーバ問い合わせ法で、所属する VLAN サーバに接続するという方式である。

各方式の比較 マッピングテーブル法は実現が比較的簡単であるが、ユーザ数が増加するとテーブルデータが膨大となり、広域ネットワークでの利

用には向かない。隣接サーバ問い合わせ法は制御が複雑であるが、ユーザ数の増加に影響されないため広域ネットワークにも対応可能である。融合法は隣接サーバ問い合わせ法よりもネットワークへの負荷が少なく、効率もよいが、制御がさらに複雑になる。

将来、広域ネットワークを構築することを考慮すると、ユーザ数の増加に対応できる、隣接サーバ問い合わせ法、または融合法が適していると考えられる。

4.3 ワイヤレス ATM ネットワークの課題

提案したネットワークにワイヤレス ATM を用いるための必要な機能を述べる。

端末と基地局が通信を行うためにはその間に通信路を確保する必要がある。端末がどこに移動しても、通信を開始できるようにするためには、基地局は端末の位置を常に知っている必要がある。この機能を位置登録機能という。ワイヤレス ATM にはこの機能が必要となる。このためにネットワーク内には制御情報が伝送されている。

これらの制御情報は端末の移動のたびに伝送される。このため、ユーザ数が増加して端末が頻繁に移動した場合、ネットワーク内に伝送される制御情報が増大し、情報が正確に伝達されない可能性がでてくる。このような環境では、制御方法も含めた、総合的なトラフィック量の評価も必要となる。

またワイヤレス ATM 伝送技術は、現在実験段階にあり実用化されていない。現段階では、数 10cm～数 m の短距離伝送に利用が限定される。携帯電話や PHS のような広いサービスエリアを提供するには、最低でも半径 50～100m の伝送を可能にする必要がある。

5 まとめ

本論文では、ワイヤレス ATM を用いた移動通信環境の実現性について考察した。

まず、この環境を実現するためのネットワーク構成を提案した。提案したネットワークでは、VLAN

技術を用いることにより、ユーザは TCP/IP プロトコルを用いて通信を行うことができる。

しかし、提案したネットワークは、異なる VLAN 間の移動に対して通信ができなくなるという問題がある。本論文では、この問題点について解決法を提案した。

6 今後の課題

ネットワークを広域に拡張した時の問題点について、さらなる考察を行う。また、この問題点の解決策として提案した 3 つの方式について、実装の実現性を評価する。

参考文献

- [1] 安田 (編): “ISDN 時代の移動体通信”, オーム社 (1992).
- [2] M. de Prycher Ed.: “ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE”, PRENTICE HALL, third edition (1996).
- [3] C. Perkins: “Ip Mobility Support ,draft-ietf-mobileip-protocol-17” (1996).
- [4] F. Teraoka: “Virtual Internet Protocol version 2(vipv2) ,draft-teraoka-mobileip-vip-01” (1995).
- [5] 林, 和田: “突入バーチャル LAN”, 日経コミュニケーションズ (1994).
- [6] C. Feltman: “Virtual LAN, real performance”, LAN THE NETWORK SOLUTION MAGAZINE (1996).