

ネットワークの動的階層化による移動体通信プロトコル

50-7

萩野浩明 塚本昌彦 西尾章治郎

大阪大学大学院 工学研究科 情報システム工学専攻

1 はじめに

近年のネットワーク技術の発展や端末の小型化、軽量化によって移動可能なホスト、すなわち移動体がさまざまな場所、用途で利用されるようになってきたため、移動体通信をサポートする技術に対する要求が高まってきている。移動体通信をサポートする上では、移動体の位置管理およびデータパケットの転送を効率的に行わない、ネットワーク資源を有効に利用することが重要な問題となる。これまでに提案されているプロトコルにおいても、この問題を解決するために、さまざまな方法がとられている。しかし従来のプロトコルでは、ネットワークの一部で移動が頻繁で、それ以外の場所では移動があまり起こらないような場合でも、移動にともなう制御パケットがネットワーク全体に配送されるため、効率的とはいえない。そこで本稿では、ネットワーク内にドメインという部分集合を動的に構成し、ドメイン間とドメイン内に対して、移動体をサポートする方法を階層的に適用する、移動体通信プロトコルを提案する。さらに、ドメインを動的に構成することによって、ネットワークパラメータの時間変化にも対応することができる。ドメインとして、例えば移動体の移動頻度がまわりより大きい部分を選ぶことによって、ドメイン内の移動にともなう制御パケットの配送を、そのドメインの中だけに抑えることができ、ネットワーク全体のトラフィック量が軽減される[2]。

以下では、まず2章で議論の対象となるネットワークのモデルについて説明する。3章では本稿で提案するプロトコルの詳細について述べる。最後に4章で本稿のまとめとする。

2 ネットワークモデル

2.1 ルータとドメインの状態

本稿ではルータのうち、移動体ホストと直接通信可能なルータをカレントルータと呼ぶ。また、ある移動体の位置情報を常に保持しているルータをデフォルトルータと呼ぶ。

いくつかのルータからなるネットワークの部分集合をドメインと呼ぶ。各ドメインには、代表となるルータがひとつ存在する。ドメインにもデフォルトドメインとカレントドメインを定義する。デフォルトドメインとは、移動体がどのドメインにいるのかを常に把握しているドメインのことで、実質的には、その代表ルータが位置情報を保持する。また、カレントドメインとは、カレントルータを含むドメインのことである。

2.2 ルータの構成

本プロトコルで用いるルータの構成を図1に示す。図のように、コネクションレス型ネットワークプロトコルをベースとして、ドメイン内におけるプロトコル(以下、L1プロトコル)、ドメイン間におけるプロトコル(以下、L2プロトコル)、およびその間のL1/L2インタフェースにモジュール化する。

3 プロトコルの詳細

本プロトコルでは、移動体をサポートする手法として、ドメイン内およびドメイン内のそれぞれに[1]のBN, DF, DQのいずれかを使用する。以下ではそれぞれの手法と、動的な

階層化を実現するためのプロトコルについて説明する。このプロトコルはIP, OSIのCLNP, IPv6などのネットワークプロトコルにおいて実現可能である。

3.1 L1プロトコル

3.1.1 移動通知

L1プロトコルでは、ドメイン内の移動体の移動を通知するために次の3つの制御パケットを使用する。

L1BN: ドメイン内のすべてのルータに移動体の移動を通知するときに用いる。移動体の移動にともなう新旧のカレントルータがドメイン内全体にこの制御パケットを送信する。

L1DN: そのドメインの代表ルータに移動体の移動を通知するときに用いる。

L1DN_ACK: 代表ルータがL1DNに対する確認に使用する。

3.1.2 パケットフォワーディング

データを送信するときに用いるパケットとして以下の3つを使用する。

L1DQ: 移動体あてのデータパケットを受けとったルータが、代表ルータに移動体の位置を問い合わせるためにこのパケットを送信する。

L1ANS: 代表ルータがL1DQに回答するために使用する。

L1FD: ルータがドメイン内の他のルータへデータパケットを送信するときに使用する。

3.1.3 ドメインの構成

ドメインを構成するためにドメイン内で交換するパケットとして以下の4つを使用する。

BN_LV_REQ: ルータが属しているドメインから離脱することをドメイン内の全ルータに知らせるときに使用する。

DN_LV_REQ: ルータが属しているドメインから離脱することを代表ルータに知らせるときに使用する。

LV_ACK: DN_LV_REQもしくはBN_LV_REQを受けとったルータが確認するために用いる。

L1CHG: ドメイン内で使用している手法を変更するときに代表ルータがブロードキャストする。

3.2 L2プロトコル

3.2.1 移動通知

L2プロトコルでは、移動体がドメイン間を移動したときの通知に用いるパケットを以下のように3種類用意する。ドメイン間における移動体の位置情報の交換は各ドメインの代表ルータが行ない、ネットワーク全体で同じ方法を用いる。

L2BN: カレントドメインの代表ルータが他の全てのドメインの代表ルータに、移動体が自ドメイン内にいることを通知するために用いる。

L2DN: カレントドメインの代表ルータがデフォルトドメインの代表ルータに、移動体が自ドメイン内にいることを通知するために用いる。

L2DN_ACK: デフォルトドメインの代表ルータがL2DNに対する確認に用いる。

3.2.2 パケットフォワーディング

データを送信するために、以下の3種類のパケットを使用する。

L2DQ: 通信を行ないたい代表ルータがデフォルトドメインの代表ルータに移動体のいるドメインを問合わせるために用いる。

L2ANS: デフォルトドメインの代表ルータがL2DQに応えるために使用する。

A Mobile Communication Protocol using Dynamical Construction of Network Hierarchies

Hiroaki HAGINO, Masahiko TSUKAMOTO, and Shojiro NISHIO.

Department of Information Systems Engineering, Faculty of Engineering, Osaka University.

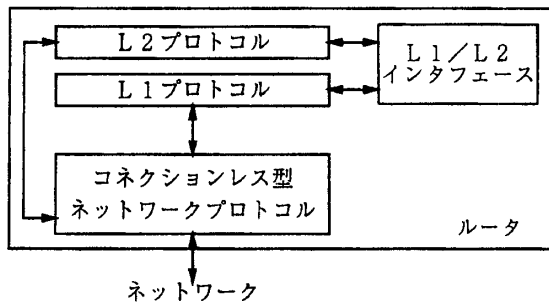


図 1: ルータの構成

L2FD: ルータが他のドメインの代表ルータにデータパケットを送信するために使用する。

3.2.3 ドメインの構成

ドメインを構成するためにドメイン間で交換するパケットとして以下の5つを使用する。

JOIN_REQ: 自身だけでドメインを構成していたルータが、あるドメインに加わることを代表ルータに知らせるのに用いる。

JOIN_ACK: JOIN_REQを受けとった代表ルータが確認に使用する。

CREATE_DM: ルータがドメインから離脱して新たなドメインを生成したことを他の代表ルータに知らせるときに用いる。

RM_DM: ルータがドメインに加わることによって元のドメインがなくなるとを他の代表ルータに知らせるときに用いる。

L2CHG: ドメイン間で使用している手法を変更するとき使用する。

3.3 L1/L2 インタフェース

本プロトコルでは、L1プロトコルとL2プロトコルのインタフェースを用意し、L1プロトコルとL2プロトコルの間に独立性を保っている。以下では、このモジュールの動作について説明する。

3.3.1 位置管理とデータ通信

移動体の移動が発生すると、カレントルータはL1BNもしくはL1DNでドメイン内に通知する。ドメイン間における移動通知を行なうのは、各ドメインの代表ルータである。代表ルータがL1DNもしくはL1BNを受けると、代表ルータのもつドメイン内の移動体の位置情報にその移動体の情報が含まれているかどうかを調べる。もし、含まれている場合、移動体はそのドメイン内で移動したということなので、他のドメインに移動を通知する必要はない。しかし、情報が含まれていない場合は移動体が他のドメインから移動してきたということなので、L2DNもしくはL2BNを用いて他のドメインの代表ルータに通知する。ただし、L1DNとL2DNを用いて移動の通知を行なう場合、ドメイン間移動が発生すると、元のカレントドメインの代表ルータでは移動体はそのドメイン内にいる情報が残っているため、不都合が生じる。そこで、この場合は元のカレントドメインでも、代表ルータに移動体がいなくなったことを知らせる必要がある。

代表ではないルータがデータパケットを受けると、まず自局のもつ位置情報を調べる。そこに宛先移動体の位置情報があれば、それに従ってデータパケットを送信する。もしなければ代表ルータに送信するか、代表ルータに位置情報を問い合わせる。データパケットの送信にはL1FDを用い、問合せにはL1DQを用いる。ただし、問い合わせるのはL1DNを用いて移動通知を行なった場合のみである。L1DQの結果、目的となるルータがドメイン内にある場合はL1FDを生成して

送信し、他のドメインの代表ルータである場合はL2FDを生成して送信する。

代表ルータがデータパケットやL1FDを受けると、自局のもつ位置情報を調べてL1FDを組み直して送信するか、デフォルトドメインの代表ルータに問い合わせるかのいずれかの動作をする。ただし、後者はL2DNを用いて移動通知を行なっている場合に限る。いずれの場合も、目的となるルータが明らかになると、L2FDを生成して送信する。

代表ルータがL1DQを受けるとまず、自局のもつドメイン内位置情報を調べる。そこに宛先移動体の位置情報が含まれているならば、その情報からL1ANSを作成して返信する。ドメイン内位置情報に含まれていない場合、ドメイン内の移動通知にL2BNを利用しているときも同様にドメイン外の移動体の位置情報をもとにL1ANSを生成して返信する。また、L2DNを用いている場合はさらにL2DQを用いてデフォルトドメインの代表ルータに移動体の位置を問い合わせ、その結果得られたL2ANSからL1ANSを作成して返信する。

代表ルータがL2FDを受けると、移動体の位置情報がドメイン内位置情報に含まれているなら、L1FDを生成して目的のルータへ送信する。含まれていないときはドメイン外位置情報をもとに再びL2FDを生成して送信する。

3.3.2 ドメインの動的構成

ルータがあるドメインに加わるとき、その代表ルータにJOIN_REQを送信する。ふたつのルータが新たなドメインを生成する場合や新たに構成されたドメイン内で用いる手法を変える時は、JOIN_REQの中で手法を指定する。代表ルータがJOIN_REQを受けるとそれに対してJOIN_ACKを返す。JOIN_ACKには新しいドメインで使用する手法も記述する。ドメイン内で用いる手法が変更される時は、L1CHGを用いてドメイン内のすべてのドメインに通知する。JOIN_ACKを受けとったルータは、RM_DMを生成して自局のドメインがなくなるとを他の代表ルータに送信する。以上の手続きの後、このルータはドメインに加わって位置情報の交換を行なう。

ルータがあるドメインから分けられるときは、そのドメインでL1BNを使っている場合BNLV_REQを、L1DNを使っている場合はDNLV_REQを用いてドメイン内に通知する。ルータがこれを受けるとLV_ACKを返す。LV_ACKを受けとったルータはドメインから分かれて新たなドメインを生成する。CREATE_DMを用いて、新しいドメインの生成を他の代表ルータに通知する。以上の手続きの後、通常的位置情報の交換を行なう。

4 おわりに

本稿では、移動体の移動や通信によるトラフィック量を軽減することを目的として、ネットワークの部分集合であるドメインを動的に構成し、ドメイン間とドメイン内に独立にプロトコルを適用する移動体通信プロトコルを提案した。

今後はどのような基準でドメインを構成し、どの方法を適用すべきかを判断するためのより具体的な運用方針を与える必要がある。

謝辞 本研究の一部は、文部省科学研究費補助金重点領域研究(1)「高度データベース」(課題番号08244103)によるものである。ここに記して深謝の意を表す。

参考文献

- [1] Kadobayashi, R. and Tsukamoto, M.: "Traffic-based performance comparison of mobile support strategies," ACM-Baltzer Mobile Networks and Nomadic Applications(NOMAD): *Topical Journal on Mobility of Systems, Users, Data and Computing*, Vol.1, No.1, 1996 (to appear).
- [2] 萩野浩明, 塚本昌彦, 西尾章治郎: "モバイルコンピューティングのための階層的な位置管理手法について," 情処研報 DBS-109, 1996 (掲載予定).