

## インターネットに適した衛星通信リンクの制御方法について

5U-5

分島 繁 石田 慶樹† 牛島 和夫

九州大学大学院システム情報科学研究科, †九州大学大型計算機センター

### 1. はじめに

インターネットの発展とともに、通信量の増大に対応するかが問題となっている。また、テレビ会議システムやVAT(Visual Audio Tool)といったリアルタイム通信を行うシステムは、通信時の遅延や通信容量に対して一定の品質を要求する。これらの要求に対する解決策の一つとして、衛星通信システムが注目されている。衛星通信システムは遠隔地に対しても大容量かつ一定の遅延でパケットを転送することが可能であり、さらにマルチキャストに対応した一対多の通信形態をとることも可能である。

WISH(Wide Internet with Satellite Harmonization)<sup>[1]</sup><sup>[2]</sup>では、衛星通信とインターネットの共存を目指した実験が行われている。しかし、送信を行う地球局（以下送信局）と受信を行う地球局（以下受信局）の制御を集中的に行っているため通信形態の変更に時間がかかる。またパケット転送をIP層で行っているため通信の遅延が大きくなる。

本研究ではデータリンク層で衛星通信とインターネットを結合したネットワークを提案する。パケットの転送においては送信局と受信局の間を相互にVC(Virtual circuit：仮想回線)で接続し高速化を図る。さらに送信局を動的分散的に制御することにより、自律的な衛星ネットワークの構築を提案する。

### 2. データリンク層におけるパケット転送

現在普及しつつあるVAT(Visual Audio Tool)やテレビ会議システムといったリアルタイム通信を行うシステムは、遅延や通信容量に対して一定の品質を要求する。これに対する一つの解決策として、衛星通信システムをパケット転送に利用することが提案されている<sup>[1][2]</sup>。この研究では各地球局をIP層で結んでおり、以下に示す特徴を持つ。

- ブロードキャストが可能なデバイスドライバの開発により放送型の通信が可能である。
- IP層での経路制御を仮想ゲートウェイで行う。

しかし衛星通信はデータリンク層の媒体なので、パケット転送をデータリンク層で行った方がより適切であり、またIP層での経路制御の煩雑さも解消される。

本研究ではより高速なパケット転送を目指すためインターネットと衛星通信のデータリンク層での融合を考える。パケットを転送する際にはIP層で経路制御を行うかわりに、送信局と受信局のデータリンク層で相互にVCで接続しパケットを転送する。このためIP層で転送する場合と比較して高速なパケットの転送が可能である。

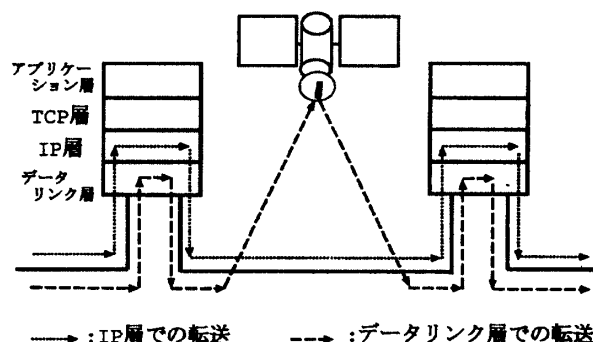


図1: データリンク層間でのVCを用いた結合

### 3. 衛星通信システム

衛星通信システムの特徴を以下に示す。

- VSAT(Very Small Aperture Terminal)と呼ばれる超小型の地球局を用いて通信を行う。
- 複数の地球局が同時に送信した場合、受信側では受信できない。
- 一対多の放送型通信が可能である。

パケットの転送は間欠的であるので衛星回線上でパケットを転送する場合、一つの回線を時間で分割する時分割多元方式を用いて、回線を有効に利用することが可能である。しかし衛星回線は上に示した特徴を持つため、パケット転送を行うには送受信局間のリンク制御、すなわち送信局の送信する権利（以下送信権）を制御することが重要である。また、これについて様々な研究がなされている。

### 4. 衛星通信リンク制御

衛星通信リンクの制御法は大きく分散型と集中型の二つに分けられる。

#### 4.1 集中制御

WISH<sup>[2]</sup>では衛星通信リンクを集中的に制御している。集中制御法の特徴を以下に示す。

Development of a management system of satellite communication link for the Internet.

Shigeru Wakeshima, Yoshiki Ishida and Kazuo Ushijima  
Kyushu University

- 送信局制御を一台の計算機（トポロジーコントローラ）に依存する。
- 送信局を一括管理しているので同時送信がない。
- 障害の発見、管理が容易である。

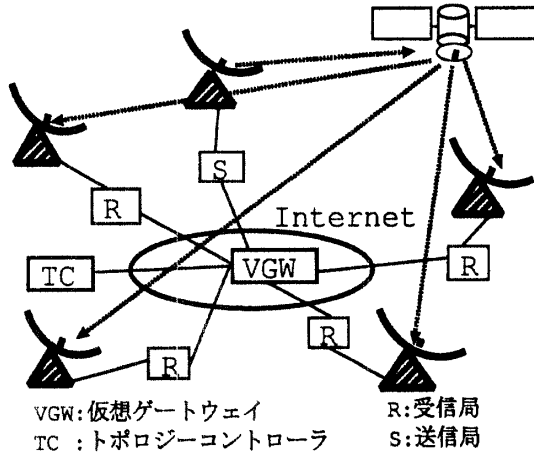


図2：集中型通信リンク制御

集中制御法では、一台の計算機が送信局を管理しているので管理が容易であり、複数送信を抑制できる。しかし送信局変更に時間がかかることや、規模が大きくなった場合の送信局への負荷の増大といった問題がある。

4.2 分散制御

分散制御では、集中制御の場合と比較して大規模なネットワークに適応できる一方、以下のような問題点を持つ。

- 同時送信が発生する可能性がある。
- 障害の発見や復旧が困難な場合がある。
- 送信権の公平な分配が行われない可能性がある。

これらの問題点を考慮してリレー方式を提案する。

4.3 リレー方式

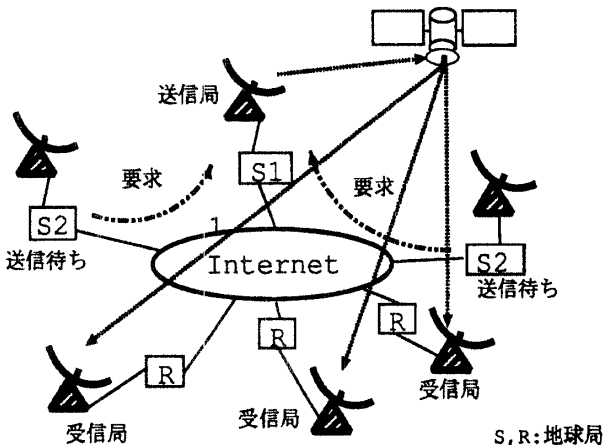


図2：分散型通信リンク制御（リレー方式）

衛星通信では、各地上局は衛星を通じて送られてくるパケットを受信することで、現在の送信局を知る事ができ

る。また現在の送信局は、送信待ちのどの地球局へも送信が可能である。これを利用した以下の方式を提案する。

- (1) 送信待ちの地球局が現在の送信を行っている送信局へ地上網を使って送信要求を送る。
- (2) 現在の送信局が送信要求を出した送信待ちの地球局の中から次の送信局を選択アルゴリズムで選択する。
- (3) 現在の送信局は自局の送信の最後に次の送信局に送信権を通知する。
- (4) 次の送信局が送信を開始する。

各送信待ちの地球局が現送信局に対して地上網で送信要求を行い、現送信局が次送信局を選択する。この際、現送信局が現在の送信および次送信局の選択を行うため現送信局に権限が集中する。このため権限の抑制が必要である。権限の抑制を行うには、(1)各送信局が送信を行う時間の上限、(2)次送信局選択アルゴリズム、といったことを規定することが必要である。これらの規定が守られているかを地球局が相互に監視し、障害発生時には障害の発生した地球局にこれを通知し衛星への送信を制御するよう相互に連絡を行う。

4.4 次送信局選択アルゴリズム

現在の送信局は送信待ちの地球局から送られた送信要求の中から、以下の優先度を基に次の送信局を決定する。

- プロトコルの種類
- 送信権の占有時間
- 資源予約プロトコル
- 送信の待ち時間、および待ち局数

衛星ネットワーク資源を有効に利用するためのアルゴリズムを考案する必要がある。

5. おわりに

本稿では、我々が開発している衛星通信システムにおける通信リンク制御方式の概要について述べた。今後はこの制御方式にもとづいてプロトコルの実装と実験および評価を行う。また資源予約、大規模ネットワークへの対応も検討する予定である。本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進「衛星通信を利用した新しい情報通信ネットワーク構築技術の開発」による。

参考文献

- [1] 西田佳史、中村修、楠本博之、村上純：“衛星通信を利用した放送型ネットワークに関する研究”、情報処理学会オペレーティングシステム研究会 (1995)
- [2] 坂章弘、西田佳史、楠本博之、村上純：“WISH ネットワークにおける動的トポロジ制御システムの構築”、情報処理学会マルチメディアと分散処理研究会 (1995)
- [3] 飯田尚志著：“衛星通信”、オーム社 (1997)