

通信衛星利用共有データ配信システムの設計と実装

柳生 理子* 秋山 康智* 田中 功一* 笠井則充**

*三菱電機(株) 情報技術総合研究所

**三菱電機(株) 通信機製作所

情報共有型サービスにおける情報の効率的な配布を目的として、通信衛星利用データ配信システムの設計、実装を行った。今回、従来の機能に加え、データ配信中断機能、DNSを用いたISP仕様への対応に伴う配信方式の設計と実装を行った。本稿では、これらの機能の設計する上で、検討事項となった事柄と解決方法について述べる。

Design and Implementation of Data Distribution System using Satellite

Riko Yagiu * Koji Akiyama* Kouichi Tanaka* Norimitsu Kasai**

*Mitsubishi Electric Corp. Information Technology R & D Center

**Mitsubishi Electric Corp. Communication System Center

We have designed and implemented a data distribution system using a communication satellite for attaining a high degree of efficiency. We have included two special functions in addition to standard ones for suspending data distribution and for adapting the system to servers specified by ISP using DNS. In this paper, we mainly explain those problems we have encountered during design and the approaches we have taken to solve them.

1. はじめに

近年、高速なネットワークによる情報通信システムの進歩が目覚ましい。特にインターネットなどの情報共有型サービスが、通信インフラの整備と共に伸びている。そこで、我々は共有される情報の効率的配布を目的として通信衛星利用共有データ配信システム[1]の開発、実装を行った。今回、ユーザからの要求に応えるために、従来の機能に加え、データ配信中断機能、DNSを用いたISP仕様への対応に伴う配信方式の設計と実装を行った。本稿では、本システムにおけるファイル転送について述べる。

2. 衛星利用共有型データ配信システム

2.1. 機能、特徴

本システムは以下の二つの特徴を持ったシステムである。

① 準双方向通信システム

送信するデータに応じ、以下の2つの物理的な

通信路を組み合わせた。

比較的低速な地上網：主に情報の要求など小さなデータ送信に用いる

衛星通信網：高速かつ大容量のデータ送信に用いる

② 高信頼でIP透過性の高いシステム

衛星の持つ同報性、大容量の配信に優れているという長所を生かしつつ、信頼性における短所を地上網で補う。具体的には以下の方法を取る。

- ・ 配信の成功・失敗を受信制御局からの送達確認でチェック
- ・ 配信に失敗した場合、受信制御局からの異常通知及び送達確認未到達により自動再送
- ・ 異常通知にて失敗したパケット番号を送信局に送付し、その番号のパケットのみを再送

2.2 システム構成と処理概要

2.2.1 ハードウェア構成

図1は、衛星利用共有型データ配信システムのハードウェア構成を示したものである。

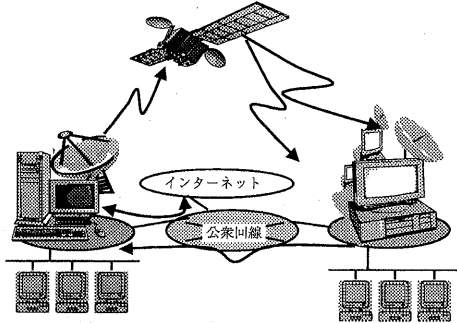


図 1

送信局側は、一つの送信制御局に複数の送信要求局が LAN などの地上回線で繋がっている。送信制御局は、送信要求局からの送信要求の管理、およびデータ配信の制御を行う。これらは、信頼性を重視した UNIX マシンを中心とした構成をとっている。

一方、受信局側は、複数の受信制御局があり、個々の受信制御局は LAN などの地上回線を介し、受信要求局と繋がっている。これら全て、合わせて数百から数万を想定しているため、設置コストを考え、PC (Windows NT) マシンを中心とした構成となっている。この他、送信局側と受信局側は、衛星ルーター、送受信アンテナ及び通信衛星を介して衛星回線、および公衆回線やイントラネットなどの地上回線で結ばれている。

2.2.2 ソフトウェアの構成と設計指針

ソフトウェアは送信管理局側、受信管理局側に大きく分かれ、それぞれ以下の機能から構成されている。

・送信側：

送信要求の管理、データ配信、配信結果の管理

・受信側：

受信要求の管理、受信要求送信、データ受信、受信結果の管理、送信局への受信結果の伝達

また、本システムは以下のポリシーを持って設計を行っている。

- ・送信制御局は送信制御局－受信制御局間の配信を管理し、受信制御局から受信制御局と結ばれている個々の受信要求局に対する転送は、受信制御局が管理する。
- ・送信制御局は、全ての受信制御局向けに配信を行い、受信制御局側で自宛でのデータのみ選択して受信処理を行う。

2.2.3 処理概要

図2は、配信の処理の流れを、送信制御局および受信制御局の状態の変化と共に示したも

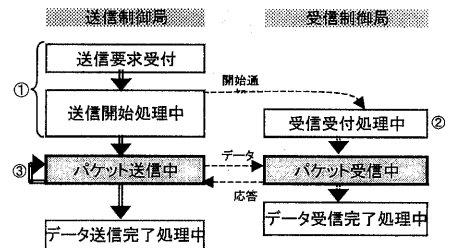


図 2

のである。図中、縦の矩形列のうち、左側の列は送信制御局の状態遷移を表し、右側の列は受信制御局の状態遷移を表す。縦の矢印は状態の遷移を表し、縦の矩形列間を結ぶ破線矢印は相互に交換されるパケット情報を表している。配信処理は以下の流れで行われる (①から③の番号は図中の番号と対応)。また、個々の処理の開始および結果は、各装置において記録されている。

- ①送信要求を受け、データ送信処理を開始した送信制御局が、データを受信制御局へと送信する。送信管理局における送信要求受付処理では、送信可能な状態かどうかの判断を行う。送信可能な場合は送信管理テーブルなどの準備を行い、送信開始処理状態へと移行し、受信制御局へ向けて開始通知パケットを送信する。
- ②一方、受信制御局は、開始通知パケットを受け取ると、自宛てかどうか判断し、受信受付処理を開始する。開始処理が終わると送信制御局はパケット送信中状態となりデータパケットを、受信制御局に向けて送信

し、受信制御局はパケット受信状態となる。パケットの受信を完了すると、受信制御局は送信制御局に向けて応答（到達確認あるいは異常通知）を送信する。

- ③送信制御局は、受信制御局からの応答を受け、送信完了処理中の状態へと移行（異常通知の場合はパケット送信状態へ戻る）する。受信が正常終了した場合、送信制御局へ到達確認を送信する。受信が以上終了した場合は到達確認の代わりに異常通知を送信する。さらに、受信制御局は自分が管理する受信要求局へとデータの転送を行う。

3. 拡張機能

今回、配信中断機能およびISP対応機能について新規設計し、実装した。

① 配信中断機能

配信中断は、以下のような場合に必要とされる。

- ・障害などによる受信制御局への配信が不能状態になった場合の再送の回避。
- ・誤ったファイルあるいは宛先を指定した、などの理由による配信の中止。

② ISP対応機能

インターネットを用いたシステムの普及により、ISP仕様の送信制御局への対応が求められた。配信は、2.2.2（ソフトウェア構成と設計指針）で示した様に、送信要求を受けた送信制御局は、要求元（受信制御局あるいはそこに繋がる受信要求局）へと配信を行い、要求元からの応答を受け取る。従来のシステムでは、この送信制御局と受信制御局とが相互に一对一に認識できるIPアドレスを用いて、データの送受信を行っていた。一方、インターネットを介した地上回線を用いて、配信要求を出す場合、クライアント側（受信制御局：配信要求を出してきたマシン）のアドレスは、サーバ（送信制御局）動的に割り当てられる、一時的なアドレスである。このため、地上回線にインターネットを介した構成で運用した場合、次の問題が起こり、対応が求められた。

- ・回線を切った時点で、サーバが割り振ったアドレスでは受信制御局を認識できなくなる。このため、要求元アドレスに、このアドレス

を指定したのでは、データ配信が出来ない。

- ・受信制御局から、送信制御局側に、到達確認などの応答を送る場合、送信制御局側で認識できる、発信元（受信制御局）アドレスが無い。発信元アドレスを、配信要求時に送信制御局から割り振られたアドレスに指定しても、送信制御局で認識できない。

4. 拡張機能の設計と実装

4.1 配信中断機能の設計と実装

先に2.2.3において正常系の配信処理の流れについて述べた。以下に、これらの処理を送信側、受信側別にまとめた。

◆ 送信側：

- ・送信管理テーブル処理（エントリと結果の書き込み）
- ・ログへの記載（配信開始と配信結果の書き込み）
- ・パケットの送信。

◆ 受信側：

- ・受信管理テーブル処理（エントリと削除）
 - ・ログへの記載
 - ・パケットの受信（中間ファイルの管理）
 - ・管理する受信要求局への転送処理
- 上記処理について、以下の検討を行った。

1. どのような状態の配信を中断の対象とするか
2. どのように中止する配信を指定するのか
3. 中断処理として、受信側、送信側それぞれでどのような処理が必要か

4.1.1 中断の対象に関する検討

配信の中断は、「配信中状態」である配信に対して行う処理である。従って、「配信中状態」を、送受信双方の制御局が、図2で示した一連の状態の中で、どの処理状態にある時とするかを定義する必要がある。各状態について検討した結果、以下の理由により、送信制御局がパケット送信中であり、かつ受信制御局がパケット受信中である状態（図2で網がけにした状態）に限って配信中断要求を受け付けることとした。

- ・送信制御局が送信要求を受け付けてから開

始するまでの間は、非常に短い。

- 受信制御局がパケット受信を完了後は、受信制御局が管理する受信要求局へと転送される。この受信要求局への転送を中止する、あるいは受信要求局まで到達したデータを削除することは、先に述べたシステムのポリシーに反する。

4.1.2 中断する配信の指定に関する検討

中止する配信の指定方法として、以下について検討を行った。

- 配信しているファイル名で指定
- 配信IDで指定
- 宛先で指定

今回は最も基本的な単位でかつ、一意に個々の配信を指定できる配信IDによって指定する仕様を実装した。この仕様における処理については4.1.3にて述べる。特定宛先への配信中断および特定ファイルに関する配信の中断に関しては、以下の大まかな仕様検討のみを行った。これらは配信ID指定仕様の応用で実装可能である。

◆ 特定宛先への配信中断：

配信毎の中断処理の中で、送信側での中断を行わず、指定された受信制御局のみで受信中断処理を行う。従って、配信中断指示が来た受信制御局のみが、受信中断終了する。この時、マルチキャストで指定した配信に関しては、中断指示を受け付けるか、再送時に限定等の条件付きで受け付けるか、などの仕様は実装時に顧客要求と併せて検討する必要がある。また、送信制御局におけるログ等など配信結果の残し方も顧客要求と併せて検討する必要がある。

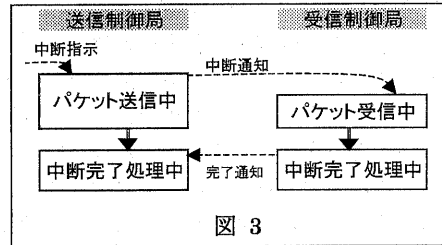
◆ 特定ファイルに関する配信の中断：

配信IDによる指定方法の応用で実現可能である。具体的には、配信中のデータのうち、指定されたファイル名を持つ全ての配信に対し、配信IDによる中断を繰り返す。

4.1.3 行うべき処理に関する検討

先に4.1で列挙した各装置の処理に対し、中断機能として、加えるべき処理とその流れについて検討を行った。

図3は、処理の流れを、送信制御局および受信制御局の状態の変化と共に示したものである。各矩形や矢印が表すものは、図2と同様である。パケット送信中状態にある送信制御局は、



中断指示パケットを受け取ると、パケット送信を取りやめ、送信の中断完了処理状態へと移行する。また、並行して受信制御局に対し中断通知を送信する。正常系の配信においては、送信制御局の処理は大きく以下の4つから構成される。

- A) 一時ファイルおよび送信管理テーブルなどの準備
- B) パケットの送信
- C) 一時ファイルおよび送信管理テーブルなどの後処理
- D) (ログファイルなどへの) 結果の記述

これらに対応させて、送信側が行う中断完了処理は、パケット送信の中止を追加しCおよびDの処理の変更を行う事とした。

一方、図3にある様に受信制御局側は、中断通知パケットを、受信すると中断完了処理状態へと移行する。正常系の配信においては、受信制御局の処理は大きく以下の4つから構成される。

- E) 一時ファイルおよび受信管理テーブルなどの準備
- F) パケットの受信
- G) 一時ファイルおよび受信管理テーブルなどの後処理
- H) (ログファイルなどへの) 結果の記述

これらに対応させて、受信側が行う中断完了処理は、パケット受信の中止処理を追加し、CおよびDの処理の変更を行う事とした。中止によって配信による配信の完了を伝達(完了通知を送信)する。

この仕様では、個々の配信を一意に指定でき

また、受信制御局から送信制御局へ向けた応答に対しても同様に、「①からA宛ての応答である」と言う情報を添付する。

この方法を用いると、以下の改修のみで対応できる。

- ・送信制御局が持っている受信側の宛先およびルーティングを管理している情報テーブルの変更
- ・受信制御局の環境変数として衛星系アドレスを登録し、受信開始時に行う自宛てのデータかどうかの判定は衛星系アドレスとの比較で行う。

送信制御局へ応答を送る際に、データの一部に受信制御局の衛星系アドレスを入れ、送信制御局側で配信の宛先からの送達確認と比較し認識を行う。

5. まとめと今後の課題

今回、我々が開発を行ってきた、衛星利用共有データ配信システムに対し、データ配信中断機能の実装およびDNSを用いたISP仕様への対応に伴う配信方式の再設計、実装を行った。

今回は、試験環境として、数台の受信制御装置および受信要求装置を用意し検証を行った。今後、衛星通信事業の拡大に伴い、大容量、多拠点に向けた配信の実運用が見込まれる。従って試験環境の整備が必須となってくる。特に、想定している受信制御局の数があまり大きいため、実際の機器を配しての試験が難しい。このため、試験用システムの早期の開発が必要とされている。今後、この試験用システムを開発し、実運用における検証を行って行く予定である。

Reference

- [1]秋山他：衛星利用共有型情報配信システムの実装と評価、情処学会マルチメディア通信と分散処理研究会
No.91, 1999