

## 情報冷蔵庫システムのネットワーク構成に関する提案

五島 正浩 伊関 宏心 西川 雅英 前田 鏡二  
森 信和 八幡 賢 富永 英義

goshima@tom.comm.waseda.ac.jp

早稲田大学理工学部電子通信学科

〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1 55 号館 N06-02 号室

情報冷蔵庫システムは、デジタル化されたコンテンツデータを、情報提供者から各ユーザ端末まで非実時間に配送、蓄積し、ユーザが任意の時間にそのデータを視聴できるという特徴を持つシステムである。本稿では、コンテンツデータとして動画データを含めたパッケージ情報を対象にし、アクセス系に DAVIC1.0 の VoD の仕様を取り入れた情報冷蔵庫システムの一つのモデルを提案する。また、大容量のコンテンツデータを情報提供者からユーザのサーバまで配送する時に、ネットワークに要求される機能についてまとめ、衛星網と地上網の組合せによる配送ネットワークの構成について述べる。

## A Proposal of a Network Architecture for ATM Mini-Bar System

Masahiro GOSHIMA Atsumoto ISEKI Masahide NISHIKAWA Keiji MAEDA  
Nobukazu MORI Ken YAWATA Hideyoshi TOMINAGA

Dept. of Electronics and Communication Engineering, WASEDA University

55N-06-02 4-1 Ohkubo-3 Shinjuku-ku, Tokyo 169, JAPAN

The purpose of ATM Mini-Bar System (AMBS) is to provide multi-media environment in which a user can use digitized content, by non-realtime and end-to-end content delivery and storage. This paper proposes a model of AMBS whose content is digitized including video data and which is compliant for DAVIC1.0 in access networks. And this paper also describes the requirements in delivering huge amount of data and the network architecture which combines satellite and terrestrial networks.

## 1. はじめに

符号化技術の進歩により、さまざまな情報をデジタル化し蓄積することが可能になった。特に、動画像に関してはMPEG2の標準化により、デジタル動画像情報の符号化方式の規格が決まり、高品質の動画像をデータとして取り扱うことが本格的に行われるようになってきている。また、マルチメディアという言葉で象徴されるように、動画像、静止画像、音声、テキストなどの各デジタル化されたデータをまとめてパッケージ情報として取り扱うアプリケーションが普及している。

また、蓄積されたMPEG2等のオーディオ・ビデオデータをリモートからコントロールするためのプロトコルとしてDSM-CC(Digital Storage Media Command and Control)がMPEGにて標準化され、蓄積データを取り扱うマルチメディアシステムへの利用が期待されている。実際に、DAVIC(Digital Audio Visual Council)においてもMPEG2やDSM-CCの技術を導入したVoD(Video on Demand)システムの仕様が規定されている。

VoDのように、遠隔地のサーバに蓄積された動画像データをリアルタイムに再生するアプリケーションの場合、その情報を視聴するにあたり、広帯域のネットワークが要求される。現在のところその条件を満たすネットワークが十分に普及しているとは言えない。一方、衛星リンクと地上網の組合せによる非対称の通信網は、比較的安価に広帯域のダウンロード用のチャンネルを確保できるうえ、多地点への同報通信が可能という特徴を持つ。従って、動画像データを含めたパッケージ情報を多地点のユーザ端末に非実時間で配送、蓄積しておき、ユーザが任意の時間にそれを視聴するというシステムを構築できる。このようなシステムは、動画像を取り扱うマルチメディア通信のアプリケーションとして期待がもたれている。

このような目的のシステムとして情報冷蔵庫システムを提案し[1]、現在まで、メモリ構成ならびに端末システム構成を中心に検討を行っている[2][3]。本発表では、情報冷蔵庫システムにおけるシステムモデルを提案し、ネットワーク構成について述べる。

## 2. 提案モデル

### 2.1 情報冷蔵庫構想の概要

情報冷蔵庫システムは、マルチメディア時代における情報流通のインフラストラクチャの実現を目指しており、大容量記憶装置を備えたユーザ端末に対し、情報提供者が放送及び通信メディアを用いて、

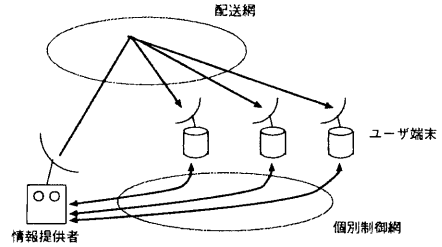


図1 情報冷蔵庫システム

さまざまなマルチメディア情報を配送し蓄積させるシステムである。ユーザは、必要に応じて、記憶装置から情報を取り出し、それぞれのアプリケーションに適した編集、加工、処理を行って情報を利用する。このとき、利用者は、利用した情報の料金のみを支払い、蓄積されたままの情報に対しては課金されないというシステムを想定する。

### 2.2 提案モデルの構成

2.1で示したように、情報冷蔵庫システムには、情報提供者がコンテンツデータを同報的に各ユーザ端末の蓄積装置に非実時間で配送、蓄積しておき、ユーザが任意の時間にそのデータを視聴する事ができるという特徴がある。この点に注目し、情報冷蔵庫システムの一つのモデルとして、動画像データを主としたパッケージ情報を配送するシステムを提案する。

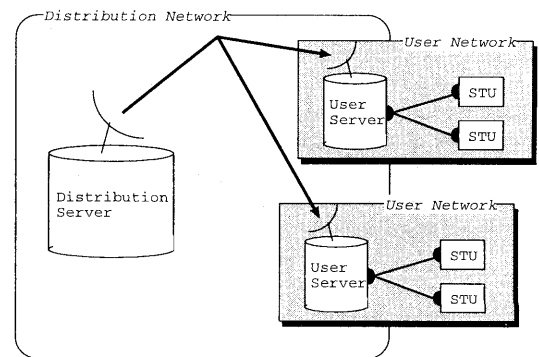


図2 提案モデルの構成

図2に示すように、提案モデルはユーザネットワークと配送ネットワークから構成される。ユーザネットワークは、各ユーザの設備内に構築されたネットワークを対象としており、ユーザサーバと

STU(Set Top Unit)から構成される(この部分をアクセス系と呼ぶ)。また、配送ネットワークは、配送サーバとユーザサーバから構成される(この部分を配送系と呼ぶ)。

本提案モデルでは、ユーザネットワークとして、LAN程度の規模のネットワークを対象とし、ユーザサーバは、電子メール用のメールサーバ、Net-News用のニュースサーバと同程度の割合で配置され、複数のユーザで共有されるものを想定している。また、STUに関してはSTB(Set Top Box)またはPCやワークステーションのようなコンピュータベースのものが考えられる。

ユーザネットワークであるアクセス系については第3章で、配送系については第4章で詳細に述べる。

### 2.3 処理フロー

本提案モデルの処理について、時間的な流れから、次の4フェーズに分けられる。

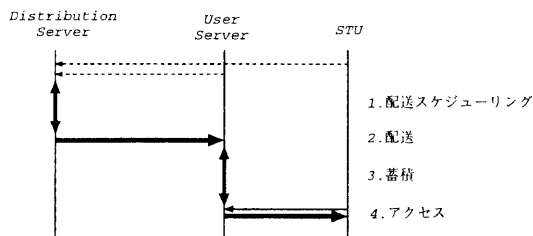


図3 処理のフロー

#### 1. 配送スケジューリングフェーズ

配送サーバにおいて、配送に関するスケジューリングを行う。配送の対象となるコンテンツデータは、配送サーバが先行的にユーザサーバに配送するものや、ユーザサーバや各ユーザが配送要求を出す事により配送されるものが考えられる。

#### 2. 配送フェーズ

コンテンツデータを配送サーバから各ユーザサーバに配送する。多数のユーザサーバに対して、効率良く配送するために、衛星をはじめとした同報可能なネットワークを利用して非実時間で配送される。

#### 3. 蓄積フェーズ

ユーザサーバに蓄積された後、ユーザのアクセスを待つ。

#### 4. アクセスフェーズ

ユーザサーバに配送・蓄積されたコンテンツデータに対して、ユーザが任意の時間にアクセスしそのデータを視聴する。

### 2.4 特徴

通常のVoDシステムとは異なり、コンテンツデータがリアルタイムに送出されるのではなく、配送サーバにおいて、配送のスケジューリングを行ったうえで、コンテンツデータがユーザサーバまで非実時間に配送される。このため、遅延放送(Delayed Broadcast)と呼ばれるカテゴリに属すると考えられる。

配送系では、非実時間のデータ転送となるため、ネットワークに対する要求条件が厳しくなくなり、コストの低減化が図れる。また、コンテンツデータを視聴する時には、広帯域なLANを利用することができるので、高品質な映像の再生が可能になるという利点がある。

また、アクセス系ではLANなどのコンピュータネットワークを想定しているので、本提案システムはインターネット等の広域コンピュータネットワークのアプリケーションと位置付けることもできる。

### 2.5 アプリケーション例

この提案モデルのネットワークを用いる事で、次のようなアプリケーションが期待できる。

#### (a) 先行配送型

情報提供者が、大多数のユーザが視聴すると考えられるコンテンツデータを、先行的にユーザサーバに配送するアプリケーション。ニュース番組や電子新聞、電子出版物のほか、電子化されたパンフレット・カタログ・広告等のパッケージ情報が考えられる。

#### (b) 予約配送型

情報提供者が、事前にコンテンツデータのカタログをユーザに送付し、それに基づいた配送要求を受け付け、その要求がある一定量を超えた時に配送を行うアプリケーション。ビデオソフト、音楽ソフト、ゲームソフトなどのパッケージ情報が考えられる。

### 3. アクセス系

図2で示したユーザネットワークの部分は、ユーザサーバに蓄積されたコンテンツデータをユーザが視聴する部分に相当する。この部分に関しては、

ユーザネットワークが ATM LAN で構成されているものとし、ユーザサーバに DAVIC のサーバシステムとして機能をもたせることで、DAVIC1.0[4]で仕様が規定されている VoD のサーバシステム、デリバリシステムおよび STU の情報フローの関係を図 4 のように当てはめる事ができる。

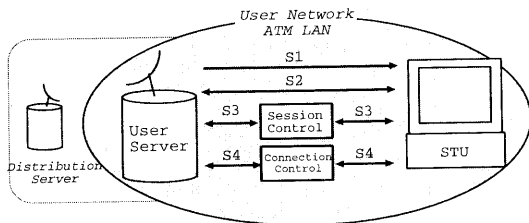


図 4 アクセス系の構成

ここで、S1 は映像・音声等のデータのフローを示し、MPEG2 TS over ATM で行われる。S2 は、コマンド等の制御情報のフローで DSM-CC UU が、また S3 はセッション制御用のフローで DSM-CC UN が用いられる。また、S4 はコネクション制御のためのもので、SVC 接続時に Q.2931 が用いられる。

## 4. 配送系

### 4.1 要求事項

図 2 に示したように、配送系では配送ネットワークを用いて、コンテンツデータを配送サーバからユーザサーバに配送する。

本提案モデルでは、コンテンツデータとして、動画データを含めたパッケージ化されたデータを想定している。そのため、コンテンツデータは大容量なものとなる。例えば、MPEG2 の 6Mbps 相当のレートで圧縮されたデータの場合は、映像のコンテンツの時間によって、数百 M バイトから数 G バイトぐらいのデータ容量になると考えられる。

配送系では以下の 3 つの条件が要求される。

- 配送サーバにおいて、コンテンツデータの配送スケジューリングを行った後、多数のユーザサーバへのデータの配送を開始する。このため、1対1の通信では非効率であり、衛星網や ATM 網等の広帯域でマルチキャストが可能なネットワークを利用し、効率のよい配送を実現する必要がある。
- コンテンツデータの配送は、非実時間でのファイル転送になる。ここで配送サーバに蓄積され

たコンテンツデータを、誤りなくユーザサーバに蓄積されなければならない。そのため、大容量データを多数のユーザサーバに対して信頼のある配送方式が必要になる。

- 多数のユーザに対して、マルチキャストでコンテンツデータを配送する場合、配送元の配送サーバが管理すべきユーザサーバ数が増えることを意味し、管理の負荷が配送サーバに集中すると考えられる。そのため、配送先のユーザサーバの管理の負荷分散を考慮したネットワーク構成にする必要がある。

### 4.2 配送ネットワークの構成

衛星網を利用し、データ転送を行う場合、コマンドの送受ならびに再送制御のために、双方向通信が可能でなければならない。

衛星網のみを用いて構成する場合、システム構成としてはシンプルなものになるが、受信側の端末にも送信可能な設備が要求されるため、端末が大規模なものになりコストも高くなるという問題点がある。

これを解決する方法として、衛星網と地上網を組み合わせて利用する方法がある。送信データはマルチキャストネットワークである衛星網を利用し、制御情報のやりとりならびに送達確認・再送要求は、個別に電話網、ISDN 網、インターネット等の地上網を利用して行う。この場合、受信側の装置は、衛星への送信機能を必要としないため、受信専用の端末となり機器にかかるコストを抑える事ができる。

提案モデルの配送系に相当する部分にも、このように衛星網と地上網を組み合わせたものが有効だと考えられる。この場合、図 5 に示すような構成となる。

実際のコンテンツデータが流れるフローは、マルチキャスト時に衛星網を用い、個別再送時に地上網が使われる。制御用コマンドのフローは、全ユーザサーバに対するコマンドは衛星網を用い、1対1のコマンドでは地上網が使われる。また、セッション制御用のフローは、基本的に地上網を用いて行う。

### 4.3 セッション管理

配送を行うに際し、配送元である配送サーバと配送先である各ユーザサーバ間でセッションを確立しておく必要がある。配送サーバのみで管理すると、ユーザサーバの数の増加に伴い負荷が増加することが考えられる。

このような理由から、大多数のユーザサーバに配送を行う事を前提としている本システムではユーザサーバの管理について負荷分散ができる仕組みが必

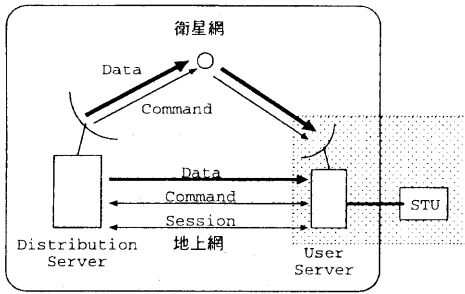


図5 配送ネットワークの構成

要であると考えられる。そこで図6に示すように、配送サーバとユーザサーバ間に、ユーザ管理サーバを設置し、配送サーバ、ユーザ管理サーバ、ユーザサーバでツリー構造を形成させる。

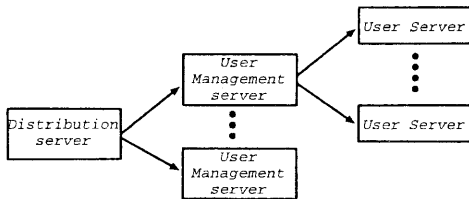


図6 ユーザ管理サーバ

図7に、一つのユーザ管理サーバに注目した場合のセッション確立のフローを示す。

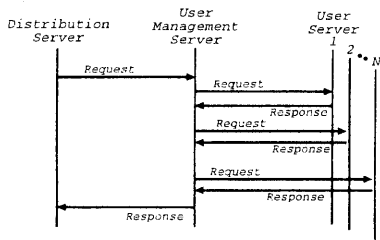


図7 セッション確立のフロー

ユーザ管理サーバが、セッションの確立の要求を配送サーバから受けた場合、そのユーザ管理サーバが管理すべきユーザサーバ全てに対して、セッションのセットアップの要求を送信し、その返答を待つ。全てのユーザサーバからのセッション確立についての返答を受信後、はじめて配送サーバに対してセッション確立の返答を送信する。実際には、こ

のフローが各ユーザ管理サーバに対して行われる事により、全ユーザサーバへセッションの確立ができる。

このような構造をとることにより、配送サーバはユーザ管理サーバだけを管理し、各ユーザ管理サーバは配下のユーザサーバのみを管理することになり、大規模な配送の時に際しても、配送先の管理が分散できる。

#### 4.4 再送制御

図5で示したような、衛星網と地上網の組合せによるネットワーク構成において、多地点へマルチキャストでファイル転送を行う方法としては、マルチキャスト網でデータ送信をした後、個別に送達確認・再送要求を行い、再送を行う方法がある[5][6]。この場合、受信端末の増加にともない送信端末の再送制御に関する処理が集中するため、再送処理の機能に関しても処理を分散させることが必要になる。再送処理の負荷分散としては、受信端末の構成を多段化することが考えられる[7]。

本提案モデルの配送系においては、図7で示したユーザ管理サーバを用いて受信端末の構成を多段化し再送処理の負荷分散を行うものとし、図8にその構成を示す。また、図9に一つのユーザ管理サーバに注目した時のフローを示す。

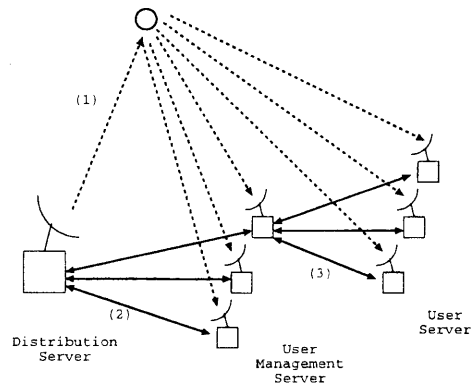


図8 再送処理の負荷分散

- (1) 衛星網を用いて、全ユーザ管理サーバならびに全ユーザサーバにコンテンツデータをマルチキャストで配送する。
- (2) 配送サーバが各ユーザ管理サーバに、地上網を用いて個別に送達確認・再送要求をい、個別にデータの再送を行う。

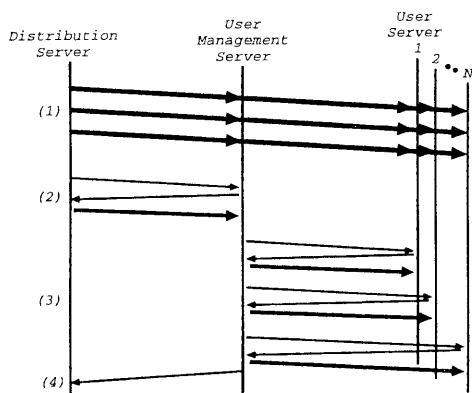


図9 再送処理のフロー

- (3) ユーザ管理サーバは、再送によって誤りのないコンテンツデータを得た後、(2)と同様、地上網を用いて、管理をしている各ユーザサーバに対して個別に送達確認・再送要求を行い、個別にデータの再送を行う。
- (4) ユーザ管理サーバは、配下の全ユーザサーバへの再送処理が終了後、配送サーバへ配送完了を伝える。

データの再送処理については、地上網を用いて個別に再送を行う方式の他に、データ送信後に、各受信端末から再送が必要なデータに関する情報を集め、それをもとにマルチキャストネットワークを利用して再度全端末に送信する方式が考えられる。文献[5]で詳しく解析されており、受信端末数が多い大規模な配送時に有効であることが示されている。

本提案システムのように、動画像を含めた大容量データを想定している場合、受信端末数や再送されるデータ容量によっては、マルチキャスト網を利用した方が効率が良い場合も考えられる。地上網を用いた再送制御とマルチキャスト網を利用した再送制御について、大容量データを対象にした場合の特性を評価する必要がある。

また、図8のように、受信端末の多段化を行った場合、ユーザサーバへ全データが配送を完了するまでに、多くの時間を必要とする可能性がある。多段化した場合の、配送網の構成と転送時間との関係について検討する必要があると思われる。

## 5. むすび

動画像を含むパッケージ情報を、非実時間で配送、蓄積し、ユーザが任意の時間に視聴できるシステムのネットワーク構成に関する提案を行った。

現在、アクセス系の DAVIC1.0 の仕様に関して、DSM-CC UU と DSM-CC UN の部分を中心に実装を行っている。

配送系については、大容量のデータを信頼性のあるかたちで転送する必要があり、その配送ネットワークの構成について提案を行った。今後、大容量データを配送する場合の特性について、シミュレーションにより検証して行く予定である。

謝辞 日頃から御指導を頂いている早稲田大学工学総合研究センターの浦野義頼教授、松本充司教授に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 富永,小菅: "情報冷蔵庫システム",情報処理学会研究会報告,93-AVM-2-1(1993)
- [2] 小菅,富永: "巨大論理アドレス空間を用いた情報提供システム",情報処理学会研究会報告,94-AVM-4-9(1994)
- [3] 小菅,富永,伊藤,小松,金: "情報冷蔵庫システムとその構成",情報処理学会論文誌, Vol.36, No.3, pp.1023-1032(1995)
- [4] "DAVIC 1.0 Specifications"(1996)
- [5] 城下,高橋,山下,山内,串田: "高信頼マルチキャスト通信プロトコル(RMTP)の各種ネットワークへの適用性",信学技法, SSE95-196, IN95-140(1996-03)
- [6] 石倉,伊藤,三宅,浅見: "単方向衛星回線を用いたマルチキャストファイル転送システムの評価",信学ソ大, B-689, pp.173(1996)
- [7] 野原,井上,佐藤,原: "受信確認機能付き衛星FAX同報システム",信学全大, B-203, pp.203(1994)