アナログ-ディジタル ハイブリッド映像通信システム

野島 晋二　西川 宏
松下電器産業株式会社

本論文は、映像通信とその通信路上での映像サービスを統合的に実現するシステムとして、アナログ-ディジタル・ハイブリッド映像通信システムを提案する。本システムは映像のサービスを提供する分散サービス層とアナログ映像やディジタル映像、その他のコンピュータ・データなどを伝送する、マルチメディア通信層より構成される。

分散サービス層では、通信路上の各種資源が協調的にサービスを提供するためのメッセージを分散処理のための処理手順として使用するメッセージ-プログラム分散処理方式を提供する。

また、マルチメディア通信層では、周波数多重方式を用いた通信路上にアナログ映像、ディジタル映像の映像系とその他データがそれぞれに適したアクセス方式を用いて通信を行なう、周波数多重マルチ通信方式を提供する。

Analog-Digital HybridVideoNetworkSystem

Shinji Nojima　Hiroshi Nishikawa
MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO.,LTD.

1.はじめに

今日、コンピュータ業界や放送業界など、様々な分野から魅力的なディジタル映像システムが提案され、製品化されている。これらの製品や各メーカの意気込みを見ると、近い将来、映像はアナログからディジタルに変わっていくだろうと確信させられる。現在は、その変化の過度期が始まりかけた時ではないだろうか。

また、映像がディジタルに変化していくのにともないディジタル映像や従来のコンピュータのデータなど、様々な情報を伝送するマルチメディア通信の必要性が叫ばれている[1]。

さらに、通信だけでなくサービスも含めてネットワークを考えようという動きも出てきた[2]。

本論文では、映像のサービスと通信とを統合的に提供する、アナログ-ディジタル・ハイブリッド映像通信システムを提案する。

本システムは、メッセージ-プログラム分散処理方式を用いた分散サービス層と、周波数多重マルチ通信方式を用いたマルチメディア通信層から構成される。

周波数多重マルチ通信方式は周波数多重を用いて、アナログ映像やディジタル映像、その他のコンピュータデータの伝送を可能としている。特にチャネルの割り当てと、チャネルへのアクセスを統合的に行なうことにより、映像系のデータとその他のデータを別々の方式で伝送している。

また、メッセージ-プログラム分散処理方式は、は通信路上にある各種の資源全体が協調して一つの映像サービスを実現する。

この方式は協調サービスを実現する時に、各資源が行なうメッセージのやりとりを処理処理手順として規定することにより、全体で一つの処理を実行する方式である。

ここでは、まず2章で、アナログ映像やディジタル映像の伝送容量、各種圧縮、変調方式について述べる。3章では、アナログ-ディジタル・ハイブリッド映像通信システムを提供し、4章では、メッセージ-プログラム分散処理方式を提供する。また、5章では周波数多重マルチ通信方式を提供する。

2ディジタル映像とアナログ映像

2.1アナログ映像と従来のディジタル映像

現在、テレビの映像方式には NTSC、PAL、SECAMなどがあり、それぞれ走査線数や必要な周波数帯域が異なる。ここでは、日本やアメリカで用いられているNTSC方式を中心に解説する。

NTSC信号はスタジオのディジタル規格で720*486 ピクセルの画面をもち（CCIR 勧告601)、毎秒３０フレームの表示を行なっているが、インターレース処理（走査線を１つおきに表示する方式）を行なうことにより見かけ上６０フレームの表示を行なっている。この信号を伝送するために必要な帯域は映像と音声を合わせて、地上放送で用いられる AM 方式で 6 MHz 必要となり、衛星放送で用いられる FM 方式では２７ MHz の帯域が必要になる。

さて、このNTSC方式をディジタル化したときに、いったいどのくらいの伝送容量が必要になるのであろうか。スタジオではすでにディジタル化されており、規格が定まっている。これによると、１画素の色を８ビット表現（２５６色）したときに１８０ Mb/s (NTSC レベル) ～２ 70Mb/s 必要になる。家庭レベルの映像はこれより品質が落ちるが、それでも１００ Mb/s 程度以上になる。これを、そのまま伝送しようとすると現在の変復調技術をもちいても２０ MHz ～６０ MHz程度の帯域を必要とするだろう。

ハイビジョン信号はNTSC信号の約５倍の情報量をもっている。さらに、ハイビジョンでは輝度信号と色差信号を周波数多重せずに伝送することにより、NTSC信号の約６倍の周波数帯域、つまりAM伝送で３６

MHzの帯域が必要になる。そこで、HDTVではMUSE方式を採用し、３６MHzの帯域を８MHzまで圧縮している。これならば、FM伝送しても衛星放送の１チャネルの帯域である２７ MHz に収まることになる。MUSE方式とは、スタジオでディジタル信号の時に映像の圧縮を行ない、それをアナログ信号にもどして放送し、受信側ではアナログ信号を再びディジタル信号にし、圧縮をもどしてからディスプレイに表示する方式である。この方式は、画像のように特に正確な伝送を行なう必要がないときには帯域幅を節約でき、相対的に高画質を実現できる方法である。

それでは、HDTV信号をデジタル化するとどのくらいの伝送容量が必要なのだろうか。スタジオレベルでは約1.2Gb/s必要であり、家庭レベルでは約８００Mb/sというのが一般的である。

2.2映像圧縮技術

前章で述べたように、圧縮なしで動画像をディジタルで伝送する場合には膨大な帯域を必要とする。このため、スタジオレベルではディジタル化されているにもかかわらず、家庭までディジタルで伝送することができなかった。しかし、最近の圧縮技術の進歩によりアナログよりも少ない帯域でディジタル動画像を伝送できるようになってきた。アナログの１チャネル分（6MHz)の帯域で４～１０チャネルの動画像を送れるようになりつつあるのである。

それでは、動画像の圧縮方式にはどのような方法があるのか。代表的なものとして、ISO規格のMPEG1、MPEG2、CCITT勧告のH261などがある。

これらの方式が採り入れている圧縮アルゴリズムには、DCT（離散コサイン変換）やフレーム間予測などを組み合わせて使うものが多い。DCTによる圧縮は画像をあるピクセル毎（８＊８ほど）にくぎり、それを周波数成分に分解する。映像情報は一般に低い周波数に情報が偏る傾向があり、ベクトル量子化すると高い周波数成分の情報量は非常に少なくなる。これをハフマン符合化（０でない値とそれに続く０の個数を組み合わせた符合か）などで符合化することにより圧縮を行なうことができる。フレーム間予測はフレーム毎の変化（画像の動いている部分）を検出し、変化した部分だけ記憶することにより圧縮を行なう。動画像の場合、滑らかに動いて見えるのは隣あったフレーム間に同じ部分が多いためなので、フレーム間予測で相当量の圧縮が見込める。このとき、現在のフレームよりも前のフレームから、現在のフレームを予測する方式を前方予測、現在のフレームよりも後のフレームから、現在のフレームを予測する方式を後方予測、両方用いる方式を両方向予測という。後方向予測では、現在のフレームを予測するのに未来の情報まで用いるために、テレビ電話のようなリアルタイム性の必要な用途には不向きである。

2.3変復調方式

ディジタル伝送の鍵を握るのがディジタル変復調方式である。現在有力な方式は１６値QAMと４値VSBであり、いずれも６MHzの帯域で２１Mb/sの伝送速度が得られる。さらにC/Nが地上波よりも優れているCATV用としては１６値VSBがあり、こちらは６MHzの帯域で４３Mb/sの伝送容量が得られる。

現在、1GHz に近い周波数帯域をもつCATVが開発されているので完全双方向性を実現しても、その伝送容量は2～3Gb/sは得られることになる。

3ハイブリッド映像通信方式

２章で述べたように各種のディジタル映像圧縮方式が提案され実用化されつつある。

しかし、ユーザの立場から見て重要なの

は、どの方式で圧縮を行なっているかや映像がアナログかディジタルかよりも、必要なサービスをどのくらいの品質、価格で提供できるかにある。つまり、いかにして、映像の種別意識せずに安く、高い品質の映像を多様なサービスで提供できるかが問題となる。

ここでは、サービス中心の映像システムを実現する一つの方法として、アナログ-ディジタル・ハイブリッド映像通信システムを提案する。

このシステムは、映像サーバや端末、映像方式の変換を行なうコンバータなどを統合的に利用し一つのサービスを実現する分散サービス層と、アナログ映像や各種ディジタル映像、制御信号などを効率的に伝送することを目的とするマルチメディア通信層から構成される(図1参照)。

従来、分散環境を用いてサービスを提供する通信方式としては"エージェント通信システム"[2]が知られている。この方式は幾つかのエージェントがネゴシエーション(相談)を行ない、求められたサービスを実現している。

本方式もこのエージェント通信指向を取り入れ具体的な映像サービスを実現している。

また、ここで実現するサービスはテレビ会議の様なリアルタイム系のサービスと、ビデオオンデマンドの様な蓄積系のサービス、ビデオメールの様な複合的なサービスなど、多様なサービスを想定している。

4 分散サービス層

4.1 メッセージ-プログラム分散処理方式

メッセージ-プログラム分散処理方式では、サービスの提供を行なう幾つかのサーバや端末が互いに通信しあい、一つのサービスを実現していく。

これまでの、センタ集中式のサービスでは、膨大な量の情報をすべて記憶し、時々刻々と変化する情報に対応していくことが困難であった。

それに対し、情報の検索や記録、管理を分散的に行なえば大規模で変化の激しいシステムに対応することができる。

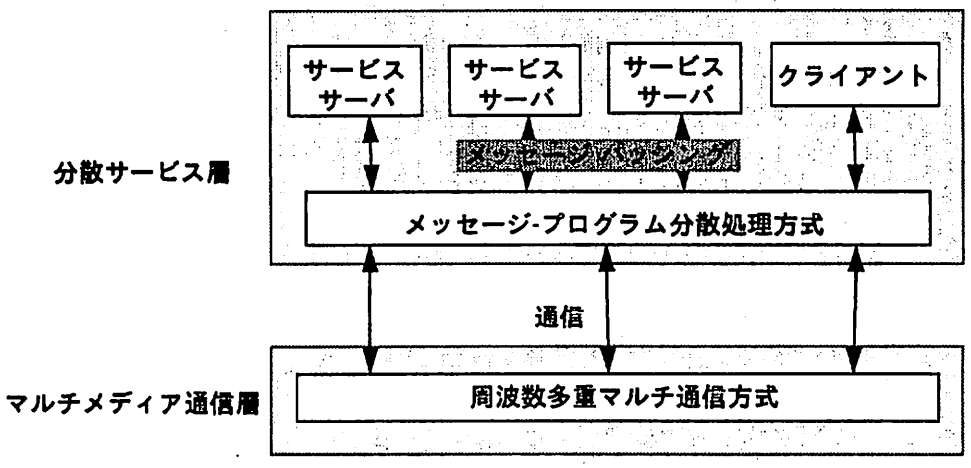

図1、アナログ-ディジタル・ハイブリッド映像通信システムの構成

また、サービスの形が複雑になると、単一の機能をもったサーバだけでは対応できない場合が生じてくる。たとえば、MPEG1でビデオサーバに記録されている映像を普通のテレビで見るためには、ビデオサーバとMPEG1-NTSCコンバート機能を持ったサーバが協調してサービスを行なう必要がある。また、ISDNと接続する場合はISDNコーデックを持つサーバも協調する必要がでてくる。

このような各種の機能を、ビデオサーバなどの単一のサービスを実行する装置毎に内蔵するのは非効率的であり、通信路上に配置された各種サーバの機能を効率的に使用できる分散処理機構が重要になる。

4.1 メッセージ-プログラム法

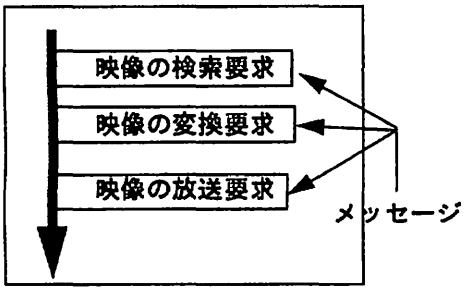

図2、メッセージの組

以上のように分散処理を用いることにより、各種サーバ資源を共有し効率的な映像サービスが可能となる。

この時、重要となるのは、どの様にして複数のサーバを効率よく動作させるかということであり、そのために必要なのは各種のサーバで共有できるメッセージである。このメッセージの構築方法により処理の効率が変化してくる。

ここでは、メッセージの組で一つのプロセスを表現する、メッセージ-プログラム法を提供する。

この方法は各サーバになんらかの処理を要求するメッセージを実行する順序にならべて一つのメッセージの組を構成する。各サーバはこのメッセージの組の構成順序にしたがいメッセージをやりとりし協調的に目的のサービスを達成していく。

ここでは例として、MPEG形式で蓄積されている映像の中から求められたものをNTSCの映像で提供するサービスを考える。

まず、映像サービスを要求するクライアントは図2に示す様な、メッセージの組を生成する。ここでは、メッセージは映像の検索、映像の変換、映像の放送からなる。各サーバは自分がサービスできる処理を順に実行することによりクライアントの求めるサービスを提供する。最初のメッセージにより映像サーバはリクエストされている映

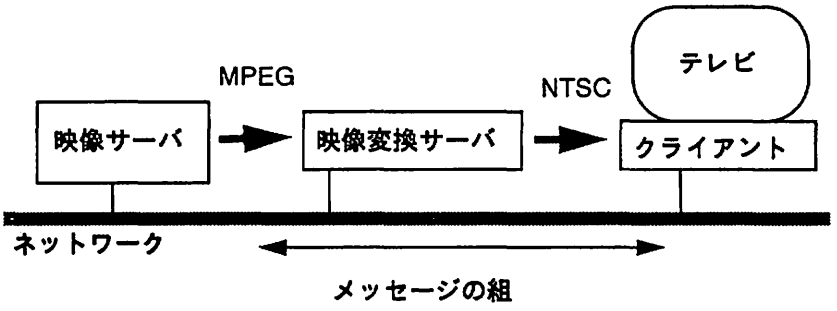

図3、情報の流れ

像を検索し、次のメッセージにより映像をリクエストした端末で見れるように、つまりMPEGからNTSCへ変換できるサーバを検索し(サービスの検索を行なう)、最後のメッセージで放送を開始する。

5マルチメディア通信層

5.1 周波数多重方式とATM

次にマルチメディア通信層を形成する、周波数多重マルチ通信方式について述べる。

映像統合サービスを実現するのに、この通信層に求められることは、性質の異なる複数の情報をどのようにして効率的に伝送するかということである。アナログ映像の伝送を諦めれば有力な方式としてATMがある。ATMを用いればバースト的な情報から、帯域の確保が必要な情報までも効率的に伝送することが可能となる。

しかし、ここではATMではなく、周波数多重を用いたブロードバンドLANを基にした方式を新たに考える。

なぜ、今、周波数多重方式を用いるのかは以下の3つの理由による。

(1)アナログとディジタルの融合

2章で述べた様にディジタル映像機器は急速に進歩し、価格的にアナログ映像機器に追い付くのも時間の問題のように思われる。将来的にはディジタル映像はアナログ映像に変わり普及するだろう。

しかし、ここで問題となるのは、いかにスムーズにアナログ映像からディジタル映像に移行していくかである。現在は一家族に数台のテレビがあり、ビデオデッキが数台ある家も珍しくない。ディジタル映像の時代になってもこれらのアナログ映像機器をすてることはできない。

ディジタル映像サービスが始まっても、最初の内はアナログ映像との混合にならざる得ないのではないか。

(2) CATVの普及率

現在、アメリカでは 80%以上の世帯がCATVに加入している。つまり同軸を用いた周波数多重伝送ならば、新たに線を引き直す必要がない。また、現在の映像の供給元であるCATV事業者がディジタル映像の供給を行なう可能性が大きく、CATV線をいかに有効活用できるかが、マルチメディアサービスの重要な鍵になっている。

(3)伝送容量

2章で述べたように周波数多重を用いてディジタル伝送を行なうときのCATV同軸ケーブルの容量は非常に大きい。また、光伝送を行なう時も周波数多重を用いることにより大容量の伝送を実現することができる。これからの大容量データ伝送の時代では、周波数チャネルの効率的な割り当て方法などが重要に成ってくると思われる。

5.2 周波数多重通信方式

以上の様に周波数多重通信の方式はこれからのマルチメディア時代では重要な通信方式になる可能性が高い。しかし、これまで周波数多重を用いたマルチメディア通信とよべる研究はあまり行なわれていなかった。ここでは、まず、従来の周波数多重通信、主に衛星通信やブロードバンドLANで用いられた方式について述べる。

5.3 従来の周波数多重通信

従来の周波数多重通信の方式は、大きく分けて端末がアクセスするチャネルをどう割り当てるかという方式と、そのチャネルにどうアクセスするかという方式に分けられる。

周波数チャネルへのアクセスの方式にはCSMA/CDなどのコンテンション方式やMAPなどのポーリング方式、また、周波数チャネルの中をさらに時間分割多重する方式などがある。

チャネルの割り当て方式には、センタがチャネルの割り当てを行なう方式と、各端末が共通線を用いてチャネルの予約をブ

ロードキャストする方式、また、固定的にアクセスするチャネルが決定している方式がある。特にセンタを用いる方法はMCA/C[3]やアナログ通信方式[4]などで広く使われている。

これらの方式を見ると、チャネルの割り当てを行なうか、決まったチャネル内でチャネルアクセスを工夫するかは、伝送する情報の性質によって使い分けていた。衛星通信のようにチャネルを占有している時間が比較的長い場合はチャネルの割り当てを行ない。LANの様に比較的短いパケットが多い場合にはチャネルを固定して、そのなかで各種のアクセス方式を採用していた。

5.4 マルチメディア周波数多重通信

マルチメディア通信の場合はこれらの長さや性質がことなる情報を同時に伝送する必要がある。ここではマルチメディア通信として以下の情報を伝送することを考える。

(1)アナログ映像

アナログ映像の場合は一つの周波数チャネルを占有することが必要になる。通信装置においてはアナログとディジタルの差は明確であるが通信方式においては帯域を占有する長いディジタルデータと本質的な差異はない。

(2)ディジタル映像

ここでは、ディジタル映像を帯域を確保して伝送することを考えている。つまり、動きの激しさによるバースト性などは考慮していない。

(3)リアルタイム系のデータ

X-Windowの制御データの様にバースト的であり、リアルタイムでの伝送が必要なデータ

(4)非リアルタイム系のデータ

ファイル転送などの大量だが、時間的な保証がいらないデータ

5.5 周波数多重マルチ通信方式

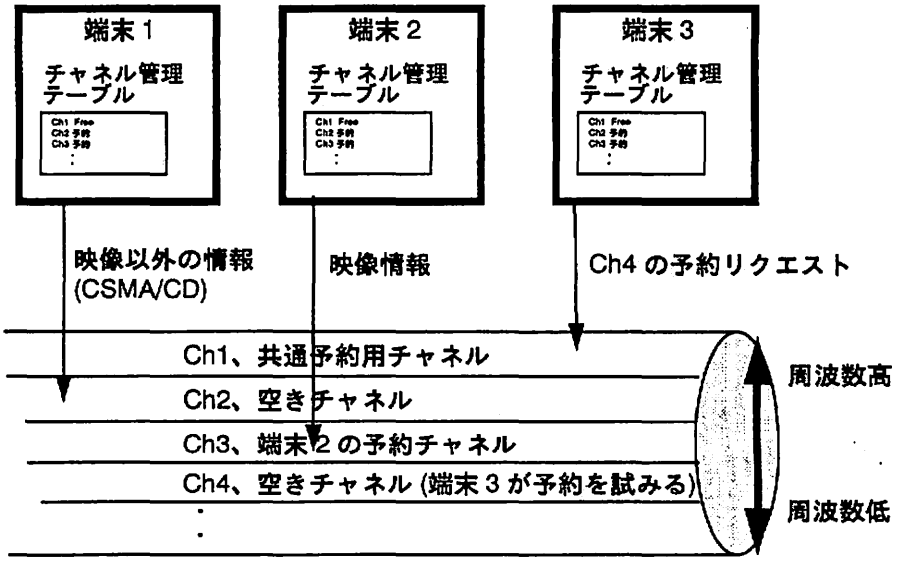

図 4、周波数多重マルチ通信方式

前記の様な多様な情報を効率良く伝送するためには、チャネルの割り当て方式と、チャネルへのアクセス方式をただ単に組み合わせるのではなく、トータルで考えて効率的な伝送を行なう方式を考える必要がある。

その様な伝送を可能にする一つの方式として、ここでは周波数多重マルチ通信方式を提案する。

この方式は共通線を用いてチャネルの割り当てを行なうのは今までの方法と同一であるが、割り当てられていないチャネル、つまり占有されていないチャネルの情報を各端末が独自に記憶し、そこへランダムアクセスを行なう。つまりデータの種別により伝送する方式を切替えるのである。以下に情報毎の伝送方式を示す。

(1)映像情報

アナログ映像、ディジタル映像の様にチャネルの確保が必要な情報は共通線を用いてチャネルの確保を行なう。この時、アナログ映像ならば一つの周波数チャネルを占有し、ディジタル映像ならば、その伝送容量によって、周波数チャネル内の一部の時間分割チャネルか、幾つかの周波数チャネルを一つのチャネルとして確保する。

(2)その他の情報

リアルタイム系、非リアルタイム系のデータはCSMA/CDの様なコンテンション方式を用いてチャネルにアクセスする。この時アクセスするチャネルは映像情報用として確保されていないチャネルであり、全ての端末が独自に空きチャネルの情報を持っているものとする。また、各端末が空きチャンネル情報の他に各空きチャネルのトラフィック状況を保持することにより、トラフィックの分散を実現することができる。

6 むすび

本論文では、アナログ-ディジタル・ハイブリッド映像通信システムを提案した。

また、その分散サービス方式として、メッセージ-プログラム分散処理方式を提供し、マルチメディア通信方式として、周波数多重マルチ通信方式を提供した。

今後の課題としては、これらの方式の評価と、さらに優れた方式の開発があげられる。

参考文献

[1]米田健、松下温:"分散モードチェンジ方式を用いた統合サービストークンリングLAN"、情処論文誌、 Vol.34 ,No 6,p1417-1425,June1993

[2]岸本了造:"エージェント通信システムの実現",信学技報,CS93-128,p29-36,1993-10

[3] 柳田 全俊:"MCA/Cシステムの開発の経緯と今後の発展性",NEWMEDIA,p33-38, 9-1992

[4]山口一晃、井上あきの、三沢基宏:"在席会議システム (1) ～映像ネットワークシステムの実現～",,情報処理学会 第45回全国体会 1-327-328,平成4年