

高臨場感マルチメディア通信会議システム

並木育夫 野村知義 青木茂明 入江一成 黒田幸明

NTTマルチメディアネットワーク研究所 NTT入出力システム研究所 NTTヒューマンインタフェース研究所

NTT光ネットワークシステム研究所 NTTソフトウェア研究所

VI&P総合実験では、公衆網、構内網に使われるATM等の新しいネットワークシステムを用いて、映像通信サービスやインテリジェントサービス、パーソナルサービス等のシステムを構築し、画像、データ、音声等さまざまなメディアを駆使した各種システムのサービス実験と評価を行っている。その一環として高臨場感マルチメディア通信会議システムの構築を行った。本システムはお互いの距離を意識することなく、

3地点間の自然で円滑な対話が可能な会議環境を実現したものである。本報告では、まずシステムの全体構成を明らかにする。次にハードウェア要素であるHDTV映像符号化装置、超高精細大画面DP (Display) の特徴を述べる。さらに、本システムを構築する上で重要な音響系システム、ドキュメント共有システムについて説明する。最後に本システムとしてインテグレーションした内容を述べると共に本システムの有効性を述べる。

Development of Visual Collaboration Conference System

Ikuo NAMIKI Tomoyoshi NOMURA Shigeaki AOKI
Kazunari IRIE Kohmei KURODA

NTT Multimedia Networks Laboratories NTT Interdisciplinary Research Laboratories
NTT Human Interface Laboratories NTT Optical Network Systems Laboratories
NTT Software Laboratories

In the VI&P experiments, we are developing the visual, intelligent, and personal communication services for the ATM network. We are also evaluating these services and keep modifying our experiments accordingly. One part of these experiments is the Visual Collaboration Conference System. This conference system makes it possible to hold a conference from three different locations. The system gives the participants the feeling of actually talking to each other in the same room. In this report, I will explain the organization of system. I will also talk about high definition television CODEC and super-high-definition image displays. In addition, I will explain the important aspects of technology for image and sound systems and result of our studies. Finally, I will discuss the effectiveness of this conference system.

1. はじめに

21世紀に向けたNTTのサービスビジョンであるVI&Pサービスを実現するため、VI&P総合実験が平成3年(1991年)より研究所において開始された。

VI&P総合実験では、公衆網、構内網に使用されるATM等の新しいネットワークシステムを用いて、映像通信サービスやインテリジェントサービス、パーソナルサービス等のシステムを構築し、画像、データ、音声等さまざまなメディアを駆使した各種システムのサービス実験(1)と評価を行っている。

その一環として高臨場感マルチメディア通信会議システムの構築を行った。本システムはお互いの距離を意識することなく、3地点間の自然で円滑な対話が可能で会議環境を実現したものである。本報告では、まずシステムの全体構成を明らかにする。次にハードウェア要素であるHDTV映像符号化装置、超高精細大画面D.P.(Display)の特徴を述べる。さらに音響系システム、ドキュメント共有システムの構成を説明する。

最後に、本システムとしてインテグレーションした内容を述べると共に本システムの有効性を述べる。

2. システム構成

3地点間で構成された高臨場感マルチメディア通信会議システムの全体構成を図2-1に示す。ハードウェアとしては、映像を圧縮、伸長するHDTV映像符号化装置(2)、超高精細な映像を表示する大画面D.P.、立体感のある音響環境を実現する音響系装置(3)、ドキュメント共有パソコン及び離れた3地点を接続するATM等のネットワークから成っている。大画面D.P.では通常のHDTVプロジェクタの1画素分の面積中に4個分の画素をずらして重ね合わせる独自の重畳投射方式により、実現した。また、音響環境は、音像定位機能を適用した構成である。

本システムの特徴を表2-1のように3つに分けて示す。映像系(4)は2連の大画面D.P.、HDTV映像符号化装置及びNWから成っている。音響系は、マイク、スピーカ、音響処理装置及びNWで構成されている。ドキュメント共有系は、インターネット技術を活用した構成である。統合化は、映像系、音響系のインテグレーションと、机、カメラ、及び照明等臨場感を高める

会議環境が特徴である。

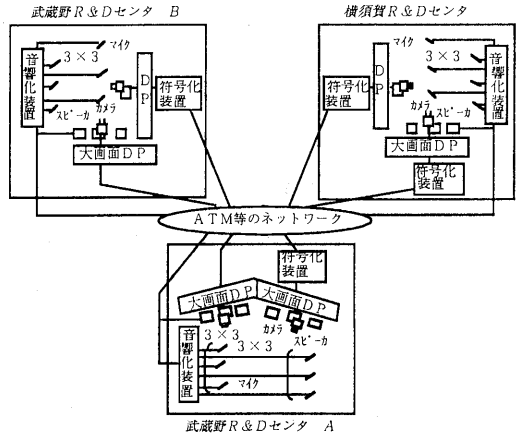


図2-1 システム全体構成

表2-1 システム特徴

| 項目 | 特徴 |
|-----------|--|
| 映像系 | ①映像系としては、ATM、STM両用150Mb/s HDTV-CODEC技術と超高精細大画面表示技術を利用し、画面間隔を減少したHDTV映像表示面の2連化により、シームレスな映像通信環境を構築した。 ②超高精細大画面は対角110インチ(画素数2880×2048)で、明るさが通常HDTV映像の4倍である。 ③映像符号化装置は1.2Gb/sの信号をサブバンド分割処理により、HDTV映像を4CHの音声信号と共に150Mb/sで伝送できる。 |
| 音響系 | ①音響系としては、音像定位技術を活用し、マイク、スピーカの経済的な最適構成により、シームレス音声通信環境を構築した。 ②音響系装置は各大画面表示当りマイク9本、スピーカ3つで構成されている。 ③音像定位技術は、スピーカから聞こえる話者音声で、発話の方向と距離を感じさせるものである。 |
| ドキュメント共有系 | ①インターネット技術を活用して構成 ②サーバに情報をあらかじめ格納しておくことにより、どこからでもアクセスが可能である。 |
| 統合化 | ①映像系と音響系ドキュメント共有系とのインテグレーション ②映像系、音響系ドキュメント共有系との統合化に加え、共有会議机形成法、カメラ位置特定方法、照明の最適化により、さらに一体感をもたせることができると高臨場感通信会議環境を実現した。 |

3. HDTV映像符号化装置

HDTV映像符号化装置の構成を図3-1に、諸元を表3-1に示す。本符号化装置は、BTA(放送技術開発協議会)規格に準拠したスタジオ素材用30MHz帯域のHDTV信号1チャンネルおよび20KHz帯域の音声信号4チャンネルをSDH階層のSTM-1(155.52Mb/s)で伝送する装置である。

ATMおよびSTMの両モード用ネットワークインタフェースを有し、CODECにRS232Cインタフェースで外部接続されている制御用パソコンから、CODEC立ち上げ時に設定することによりモードの切り換えが可能であり、何れのネットワークにも適用可能である。HDTV信号はアナログおよびデジタルインタフェースにより入出

力可能であり、輝度信号 (Y) と色差信号 (PB,PR) からなるコンポーネント信号を伝送する。音声信号は4チャンネルのアナログ入力信号をPCMで符号化する。

HDTV信号については、適応サブバンドDCT (DCT符号化: 離散コサイン符号化 (Discrete Cosine Transform)) 符号化アルゴリズムにより符号化している。サブバンドフィルタにより水平および垂直方向に周波数上で4分割した後、低域 (水平、垂直共に低域) 信号をフィールド内およびフィールド間とフレーム間の予測モードの適応的切換えを行う適応DCTで符号化し、高域信号についてはPCMで符号化する。さらに各々の信号を符号化する際、可変長符号化を適用することにより一層の冗長度抑圧を図っている。

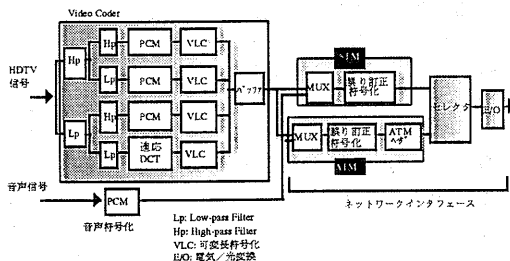


図3-1 HDTV符号化装置の構成

表3-1 HDTV符号化装置の諸元

| | |
|-----------------|---|
| 入出力 HDTV 信号 | スタジオ規格 (BTA規格) HDTV信号 - 8-ビットコンポーネント信号 (Y,PB,PR) - サンプリング周波数: 74.25 MHz (Y) - Y(C)有効領域: 1920 (960) sample x 1035 line / Frame - フィールド周波数: 60 Hz インタレース |
| HDTV 符号化 アルゴリズム | サブバンド符号化 - サブバンド分割数: 4 - 各サブバンド信号符号化: 適応DCTおよびPCM |
| HDTV 符号化 レート | ATM 映像: 108.9 Mb/s 誤り訂正符号: 3.7 Mb/s ヘッダ情報: 16.0 Mb/s |
| | STM 映像: 139.2 Mb/s 誤り訂正符号: 4.6 Mb/s |
| 音声信号 | 4チャンネル - サンプリング周波数: 48 KHz - 量子化精度: 16 bit - 符号化: PCM |
| 音声信号 符号化レート | 4.6 Mb/s |
| 装置サイズ | 符号器/復号器: 49.5 (W) x 60 (D) x 74 (H) cm |

4. 超高精細大画面表示装置

マルチメディア映像通信では広範なサービスを提供するため、等身大の表示ができ、至近距離で見ても画素が目立たぬことが重要である。さらに通常の照明下の会議室で使用できるような高い表示品質が要求され、表示装置の高精細化、高輝度化が必須条件となる。4台のHDTV液晶プロジェクタを互いに半画素ずらして画素間インターリーブするように、スクリーン上で映像を合成する重量投射方式の超高精細大画面表示装置 (画素数: 2880 (横) × 2048 (縦)、対角: 110インチ) を実現した。

4.1 重量投射の原理と光学構成

図4-1は重量投射の概念図を示す。液晶プロジェクタに使用されるアクティブマトリクス型液晶パネルは、スクリーン上で画素となる光を透過する領域と、液晶パネルの各画素を駆動するための薄膜トランジスタ (TFT) や配線からなる光を遮蔽する領域から構成される。アクティブマトリクス型液晶パネルでは、光が透過する画素の開口部の面積比率が低く、画素面積の6~7割が光を遮蔽する光遮蔽部である。この光遮蔽部に他の液晶パネルの開口部を重ねてスクリーン上で画像を合成することにより、画素数を倍加することができる。

図4-2は4台の液晶プロジェクタを適用した場合の重量投射画像を示す。例えば、スクリーン上に投射されたBの画像はAの画像において光が遮蔽され、画素とならない領域へ投射されることによって水平方向の精細度が2倍に向上される。液晶パネルC、Dについても同様であり、水平及び垂直方向に2倍の解像度を持つ高精細画像を形成できる。

図4-3は4台の液晶プロジェクタの配置を示す。4台のプロジェクタは、投射画像が台形表示とならないように平行に配置している。このため、スクリーン上で4つの画像が同一箇所投射できるように、投射レンズは液晶パネルの中心に対してずらしている。

4.2 ワイド型表示装置の構成

図4-4は超高精細大画面表示装置2台を水平方向に並べたワイド型表示装置の構成を示す。超高精細大画面表示装置は4台のHDTV液晶プロジェクタで構成され、各々の液晶プロジェクタはプロジェクタスタックに設置される。表示装置の設置スペースをコンパクトにおさめるため、全反射鏡1枚によって投射光を折り曲げている。

4. 3 諸元

表4-1は超高精細大画面表示装置の主な諸元を示す。

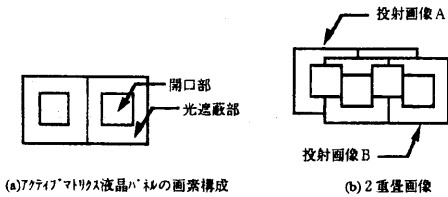


図4-1 重畳投射の原理

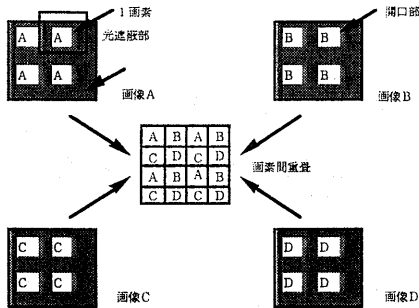


図4-2 重畳投射画像

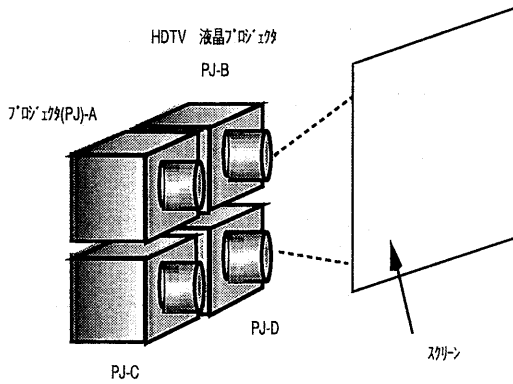


図4-3 液晶プロジェクタの配置

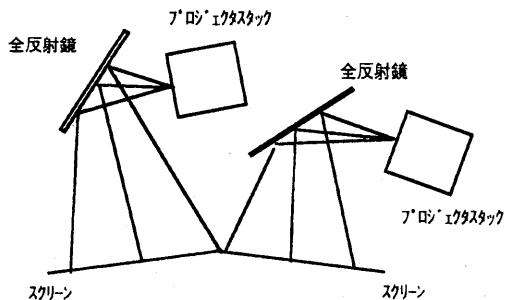


図4-4 ワイド型表示装置の構成

表4-1

| 項目 | 内容 |
|----------|------------------------|
| 投射方式 | 4ユニット重畳投射方式による背面投射方式 |
| 液晶プロジェクタ | ダイクロイックミラーによる3色分離・合成方式 |
| 画素数 | 2880(水平)×2048(垂直) |
| スクリーン寸法 | 対角110インチ |
| 解像度 | 水平2000TV本、垂直2000TV本 |

5. 音響系システムの構成法(5)、(6)、(7)

(1) 收音系

收音する会議エリアにおける人々の行動を妨げないマイクロホン配置場所として、天井または床が考えられる。設置場所が床の場合、踏まれることに対する耐久性と、足音・接触音等の雑音の混入が問題となる。そこで、足音、接触音の影響を除き、設置位置の自由度を確保するためにマイクロホンは天井に配置することにした。定位情報をもった音響信号を高S/N比で收音し、かつ再生スピーカからの回り込みの信号を少なくするためには、收音できる領域を限定する必要がある。そこで使用するマイクロホンは、指向特性の鋭いものとした。また、前後方向に並んだ複数のマイクロホンの收音信号をミックスダウンすることで、チャンネル数を大きく削減できる。その際、奥行き感の情報を保持したままにするため、実際にスクリーン面で收音した場合を模擬するように遅延時間、レベル差と周波数特性を電的に補正する。このようにして、マイクロホンの本数に比べてかなり少ないチャンネルの信号にミックスダウンすることで、音声・音響信号が現実の左右前後の定位感情報を保持した臨場感あふれる状態で、経済的に收音し、伝送・再生できる。

(2) 再生系

スクリーン前方に配置された各スピーカは、收音マイクロホンの前後方向の各列に対応する。すなわち、1個のスピーカがその方向の前後感を再生し、横方向に並べた複数個のスピーカによって左右方向感が再生される。このような再生法は、実音源再生の利点である聴取範囲が広いことを基本的には継承することになる。再生スピーカの設置位置はスクリーンの設置場所が優先的に決まることから、スクリーンの上方または下方に限定される場合が多い。一般にスピーカ再生の音像は上昇する傾向があるので、スクリーンの下方に設置した場合、補正が不要に

なる場合があり有利である。また、スクリーン
の下方に設置する利点として、マイクロホンへ
の回り込み量を抑えることができ、ハウリング
マージンを稼ぐことができる。さらに、上下方
向に指向特性の鋭いスピーカを用いることで一
層のマージンを稼げる。

6. ドキュメント共有系システム

(1) 概要

ドキュメント共有システムは、会議等におけ
る情報共有による協調作業の効率化を図るた
めのもです。会議卓には使用者それぞれにネッ
トワーク化したパソコンが設置されており、デ
ータの共用とインターネット等ネットワークへ
の自由なアクセスを可能としました。構成を図
6-1に示す。WWWサーバから会議机上に資
料、情報を取り出すことができる。また、We
bBASEによりデータベースとの連携もとれ
るようになっている。

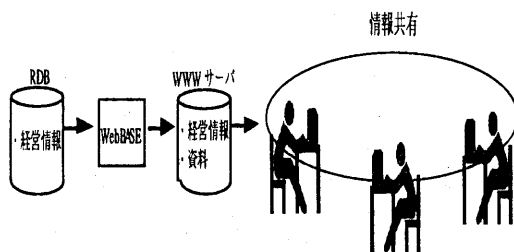


図6-1 ドキュメント共有システムの構成

(2) 機能と特徴

このシステムには、NTTのイントラネット
の技術 (WebOfficeと呼ぶ) を利用し
ている。WWWとそのブラウザをベースに構築
しているので、マシンフリー、OSフリーなグ
ループウェアフリーになっている。さらに、W
ebBASEを使っているので、データベース
フリーにもなっている。

今回構築した機能とその特徴は、次の通りで
ある。

①外部環境とのシームレスな接続

文書情報の通信手段として、インターネット
のプロトコルを用いているので、会議中に必要
な情報は、席を立たなくても、自席のパソコン
から入手できる。

②ペーパーレス会議機能

会議に用いる資料は、事前にWWWサーバに
登録しておき、会議ではWWWサーバにアクセ
スして資料を説明する。これにより、ペーパレ

スで会議ができ、かつ、会議資料のデータベ
ース化も実現できている。さらに、会議後の資料
の閲覧もWWWサーバで行っている。

③WWWのブラウザから既存のデータベースに アクセスする機能

WebBASEを使い、既存のデータベース
の検索結果をWWWのブラウザで参照できるよ
うになっている。これにより、会議中に、予算
の消化状況や、成果の情報を、その場で参照す
ることができる(8)。

7. 高臨場感マルチメディア通信会議システムの 構築

7.1 システムインテグレーション

インテグレーションの内容を図7-1に示す。

インテグレートしたシステムの要素としては、
超高精細大画面DP、HDTV映像符号化伝送
装置及びNWから成る映像系システム、マイク、
スピーカ、音響処理装置及びNWから成る音響
系システム、共有機等会議環境系がある。この
ようなシステム要素をインテグレートすること
により、高臨場感マルチメディア通信会議シ
ステムを実現した。

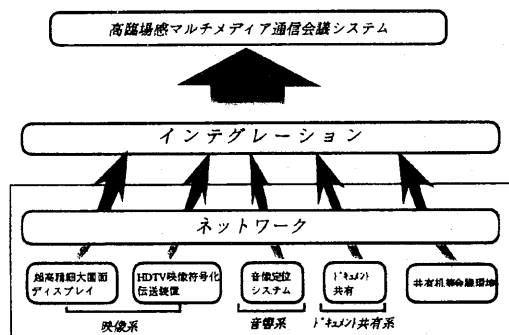


図7-1 システムインテグレーション

7.2 高臨場感マルチメディア通信会議シ ステムの構築

武蔵野R&Dセンタ内の2ヶ所と約100k
m離れた横須賀R&Dセンタ内の1ヶ所をAT
Mにより接続し、写真のような3地点高臨場感
マルチメディア通信会議システムを構築した。
ここで会議環境として考慮し、実現した具体的
内容は、3地点間において①共有した円卓机と
して構成する、②背景カーテンの色等を統一す
る、③樹木、花等による一体感雰囲気作り、で
ある。

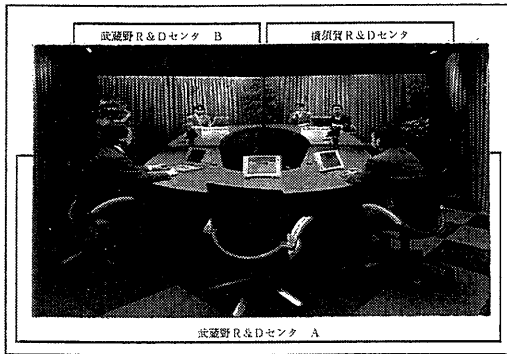


写真 高臨場感マルチメディア通信会議システムの実現

8. 評価実験

構築した高臨場感マルチメディア通信会議システムの有効性を確認するため評価実験を行った。

(1) 実験方法

- ① 3地点に5名ずつ配置し、①自己紹介、②自由会話、③シナリオ読みを行い、あらかじめ用意した質問に回答してもらう。
- ②被験者は各ロケーション計25名である。

(2) 実験結果

- ①映像系としては、会議相手がそこに同席し、存在しているような高い臨場感があります。(評価者の8割)
- ②音響系としては、音声のみで評価者の8割、映像と合わせればほとんどの評価者は話者の特定が明確であり、聞き取り易く、話し易いという意見が得られました。
- ③会議システムとして使いたいという意見がほとんどの被験者から得られました。

9. まとめ

高臨場感マルチメディア通信会議システムについて、音響系、映像系のシステム構成、及びドキュメント共有システムの内容を説明した。さらに本システムを用いて、評価実験を実施した結果、3地点の会議システムとして臨場感の高い会議環境であるということが確認できた。

<謝辞>

日頃から御指導頂く研究開発本部VI&P総合実験推進室 中谷室長、村瀬元室長、大山主幹研究員、新居主幹研究員、インテグレーションサービス研究部 木下部長、竹田I実グループリーダーに感謝します。また、本実験にご協力を頂いたインテグレーションサービス研究部の関係各位に深謝します。

<参考文献>

- (1)Ikuo NAMIKI, Yuji OHBA, Mitsuru MIYAUCHI, Yoshihiro JIMBO : "Multimedia Service System Experiments as part of VI&P Comprehensive Experiments", MULTIMEDIA'94 in Kyoto Japan IEEE, May 1994
- (2)Irie, et Al : "ATM/STM Selectable HDTV Codec and its Performance", PCS'96
- (3)Shigeaki AOKI, Ikuro NAMIKI : "Sound system for Communication with a Large screen display", AES 7th Regional Convention, Tokyo
- (4)目黒、斉藤、並木他 : 「VI & P 総合実験における高臨場感通信会議システムに関する検討」、1996年電子通信情報学会D-255
- (5)斉藤、目黒、並木他 : 「VI & P 総合実験における臨場感通信会議の音響系構築に関する検討」、1995年電子通信情報学会D-254
- (6)斉藤、目黒、並木他 : 「VI & P 総合実験における高臨場感通信会議音響系構築に関する検討」、1996年電子通信情報学会秋季大会
- (7)斉藤、並木他 : 「大画面用音像定位通信システムにおけるサービス実験」、1994年電子通信情報学会秋季大会D-139
- (8)山本 : 「イントラネット構築の現状と実際」、ビジネスコミュニケーション、1996年7月号、pp.62~67。