

光ネットワークによるテレコラボレーション環境の構築

坂内祐一, 佐藤宏明, 高木常好, 岡崎 洋, 吉本雅彦, 田村秀行
キャノン (株) 情報メディア研究所

通信インフラの飛躍的な向上により, オフィスにおける様々なテレコラボレーションタスクをサポートするシステムが実現可能になってきている. 本論文では, デスクトップ会議システムや遠隔講演会システムなどリアルタイム・インタラクティブなテレコラボレーションシステムを構築するためのツールおよびフレームワークの要件をタスクのシームレス性の観点から整理した. また, 光ビーム通信装置やFDDI-LANで構成される実験用の高速ネットワークの概要と, それを用いたテレコラボレーションシステムの実現例についても述べる.

System Design for Tele-Collaboration Tasks on the Optical Network

Yuichi Bannai, Hiroaki Sato, Tsuneyoshi Takagi,
Hiroshi Okazaki, Masahiko Yoshimoto, Hideyuki Tamura
Media Technology Laboratory, Canon Inc.

Computer and network technology enable us to build a variety of tele-collaboration tasks such as collaborative design works, desktop conferencing, and remote presentation systems. We focus on the design concept for these systems and point out the importance of seamless design over tasks: seamless transition between tasks, seamless coexisting tasks, and seamless tools over tasks. From this point of view, requirements of tools and framework design are presented. We also show some prototype tele-collaboration systems on the optical broadband digital network.

1.はじめに

アメリカでの情報スーパーハイウェイ構想に触発されるように, 国内に於てもB-ISDNサービスに関する実験が開始され, 各家庭にまで光ケーブルを敷設するFiber To The Home計画などが本格的に検討され始めた. 筆者らは, 社内に実験用の広帯域の光ネットワークを構築し,

Fiber To The Homeより早い時期に実現されるであろう"Fiber To The Desk" (広帯域デジタルネットワークがオフィスのDesk sideまで敷設される)時代のオフィス実験を行っている. 以下に, このネットワークの概要と, 広帯域を利用したリアルタイムかつインタラクティブなテレコラボレーションタスクをサ

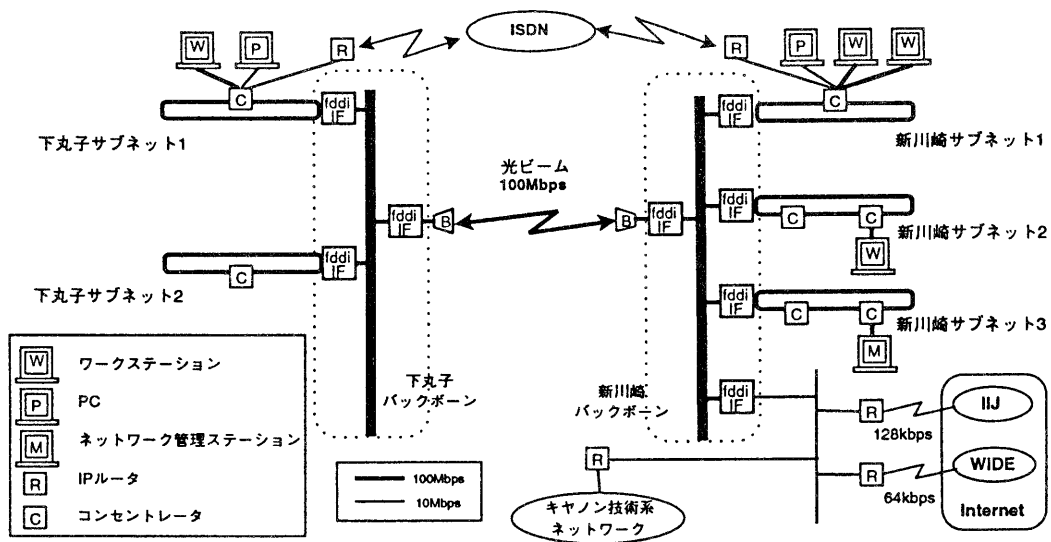


図1：実験ネットワーク構成図

ポートするシステムの要件を述べ、さらに開発されたシステムの紹介と今後の方向性について述べる。

2. ネットワーク構成

実験ネットワークは、図1に示すように新川崎事業所内（川崎市）と下丸子本社内（東京・大田区）に、端末まで100MbpsのFDDI-LANを敷設し、さらに約2km離れた両事業所間を光ビーム通信装置を用いてLAN間接続を行っている。実験ネットワーク全体で透過的な100MbpsLAN環境のFiber To The Deskを実現しているのが特徴である。両事業所のバックボーンは“Collapsed Backbone”で構成され、サブネットとの間はCisco7000のルータを用いて接続されており、サブネット間の通信も余裕を持って行なうことが出来る。一部のサブネットは、CDDIで構成され、FDDI (or CDDI) のポートの他にEthernetのポートも用意してある。

ISDN (INS64) は、基本的には光ビーム装置のバックアップ用であるが、ISDN対応機器を接続して使用する場合もある。また実験ネットワークは、社内の技術系ネットワークとは独立しており、実験により技術系ネットワークに負荷をかける事はない。試験ネットワークプロトコルはTCP/IPを用いている。光ビーム通信装

置（キヤノン製）の諸元を表1に示す。

標準伝送距	2 km
伝送帯域幅	~500MHz(~156Mbps)
伝送方式	双方向
方向調整	自動追尾機能付
使用条件	-10℃~40℃
寸法	306(W)X367(H)X454(D) mm
重量	約10 kg

表1：光ビーム通信装置の諸元

3. システムデザインコンセプト

3.1 コラボレーションタスク

リアルタイム系のグループウェアシステムについては文献 [1] に詳しく紹介されており、その後も多数の事例が発表されているが、本実験で用いている様な広帯域デジタルネットワークを前提としたものは少ない。Fiber to the Deskの実現により、より多くの参加者がより多くの情報を交換できることで、従来より幅広いリアルタイム系テレコラボレーションタスクのサポートが可能になる。図2は、各種のテレコラ

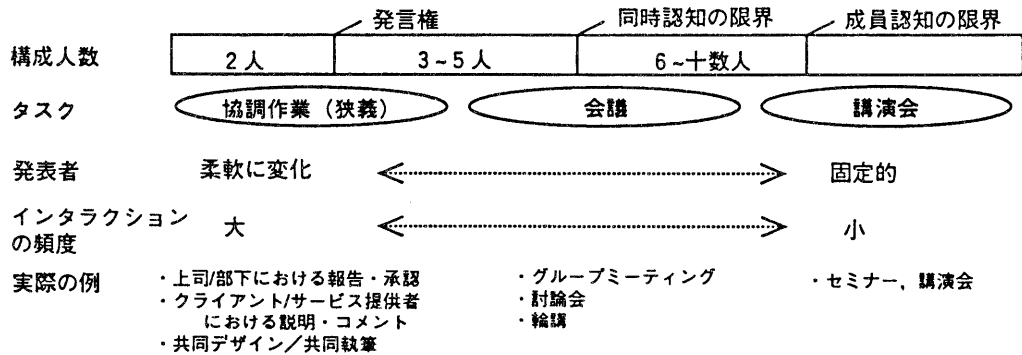


図2：構成人数を軸にしたコラボレーションタスク（一部文献 [2] より引用）

ボレーションタスクをグループの構成人数の観点から整理したものである。図の構成人数より上の部分は、文献 [2] に示されているグループウェアのスペクトラムの図から引用した。図2において、タスクを構成人数の少ない方から順に、(狭義の) 協調作業、会議、講演会に分類した。ここでの協調作業は上司と部下の間での報告/承認や共同デザインなど、密にインタラクションを必要とするタスクである。会議・講演会については、参加人数が狭義の協調作業より多く、しかもより広いスペクトルを有している。構成人数の違いによって、発言者の推移、発言の自由度、インタラクションの多寡などが変化するため、テレコラボレーションシステムの構築にあたってはこれらのタスクの特性を考慮しなければならない。

3.2 テレコラボレーションをサポートするツール

3.1 で述べたような様々なタスクをサポートするためのツールの例を図3に示す。図において、構成人数が多い場合には発言者は固定的になり、プレゼンテーションの比率が高まるためプレゼンテーションツールが重要である。逆に少人数の場合には発言者は流動的でインタラクションも増すため議論ツールが重要になる。またビデオフォンツールは、多くの場合に共通に必要と考えられる。

プレゼンテーションツールは、主に静止画 (View Graph) の View level での共有をテレ

ポイント機能を含めて行なう。また広帯域のデジタルネットワークを用いると、ビデオフォンツールを使用しながら、同時に蓄積された動画を遠隔再生する機能を用いてビデオでのプレゼンテーションも可能となる。

議論ツールの代表的な例は、共有ホワイトボードである。WSをベースに商品化された物として、Show Me や Communique などの White Board がある。

プレゼンテーションツールや議論ツールなど情報を共有するタイプのツールの実現の方法をまとめたのが表2である。表2において、データの抽象度が最も低いスクリーンレベルの共有から、ウィンドウ共有、専用ツール、および抽象度が高いオブジェクト共有まで4つの実現方式がある。スクリーンレベル共有は、フレームバッフ

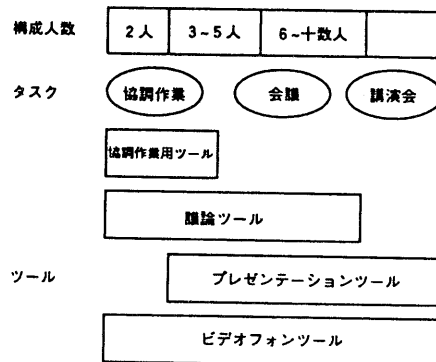


図3：タスクとツール

	スクリーンレベル共有	アプリケーション共有	共同作業専用ツール	オブジェクト共有ツール
ツールタイプ	汎用ツール	汎用ツール	専用ツール	専用ツール
共有対象	任意のウィンドウ	任意のウィンドウプログラム	専用プログラム	共有オブジェクト
ユーザ毎の別ビュー	WYSIWIS	WYSIWIS	一般にWYSIWIS	容易
通信量	大	中	小	小
実装	分散型	主として集中型	主として分散型	分散型
ヘテロ環境	不可	不可	可能	可能
例	画面共有ツール	SharedApp, Proshare, PictureTelのアプリ共有	ホワイトボード, 遠隔プレゼンツール	共同執筆エディタや共有データのブラウザ

表2：情報共有タイプのツールの実現方式

アのメモリコピーによる画面共有を行なうので、任意のプログラムの表示を共有することができるが、データ通信量が大きくなる欠点がある。アプリケーション共有では、原理的には任意のウィンドウプログラムの共有が可能であるが、実際には個々のマシン上でのウィンドウ資源の管理状態の差を吸収する必要がある。イベントレベルでの通信を行なうので、多数で共有する場合の処理速度に問題がある。共同作業専用ツールは、専用ツールを作り込むので処理速度を向上させる事はできるが、目的ごとにツールを作成しなければならない。オブジェクト共有は、最も抽象度の高いデータレベルの共有で通信量も小さく、さらにヘテロな環境で動作が可能、ユーザーごとのビューを容易に実現できるなどの長所があるが、オブジェクトの共有環境がまだ一般的ではなくこれからの研究／開発による部分が大きい。

3.3 タスク間のシームレス性

グループウェアシステムデザインにおいてシームレスの重要性が指摘されている [3]。この中では、個人作業空間と共同作業空間、多様なメディアやモード間の認知的シームなどの問題が取り上げられている。ここでは、今まで述べてきたテレコラボレーションタスクのシームレス性について考えてみる。タスク間のシームレス性は以下の3点があげられる。

(1)あるタスクから別のタスクへのシームレスな移行。

Awarenessで相手の所在を確認してからTV

会議を行なうなどタスクを移行する際に、接続の再設定等の複雑な手続きなしにスムーズに行なえることが必要である。

(2)複数タスクへのシームレスな参加。

遠隔講演会を聴講しながら他のメンバーと会話を行ったり、TV会議を行なっている間に別の用件での連絡が入って対応が必要になったなどのケースにも対応できることが望ましい。

(3)シームレスなツールの提供。

タスクが変わっても共通に用いることの出来るツールを利用したり、ツールのLook & Feelを統一的にして、異なるタスクに参加する時に大きく作業環境を変えないようにする事が大切である。

以上述べたようなタスク間のシームレス性を実現するテレコラボレーションシステムを構築するためには、システム全体の整合性をとりながらタスクの管理をしたり、各種システムで共通に使用されるサービスを提供したりするフレームワークが必要となる。図4にフレームワーク、ツール、アプリケーションとしてのタスクの関係を表したテレコラボレーションシステム階層図を示す。タスクは、様々なツールの組み合わせと、グループ管理機能から構成される。フレームワークはこれらに対する基本的なサービスを提供すると共に、上述したタスクの移行や複数タスク参加に関するタスク管理機能も提供する。このようなフレームワークの導入により、多種多様なテレコラボレーションシステムへ柔軟に対応できるものと考えている。フレームワークに関する研究としては、GroupKit [4] などの

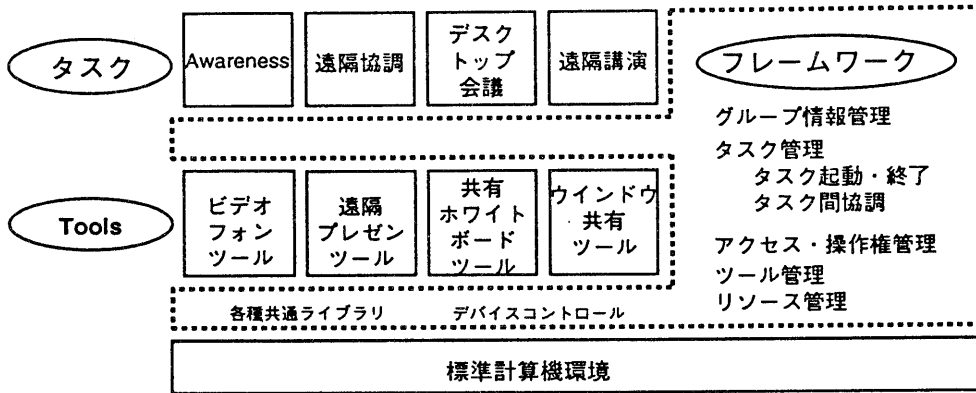


図4 テレコラボレーションシステム階層図

例がある。GroupKitは、会議の情報管理、分散プロセス間通信機能などを提供し、グループウェアアプリケーション開発用Tool kitとして提供されている。本論文で取り上げているような多様なタスクや複雑なメカニズムへ対応したフレームワークは今後の重要な研究課題である。

4. テレコラボレーションシステムの実現

実際のシステムの開発では、Awarenessのようなインフォーマルコミュニケーションから、図2に示すような各種のテレコラボレーションタスクへの推移を意識して、Awarenessシステム、2~3人で行なう狭義の協調作業システム、Desktop会議システム、遠隔講演会システムの開発を行なった。3.3で述べたフレームワークの実装は行なっておらず、各々単独のシステムとして実現した。

4.1 Awareness システム

これまで報告されているAwarenessシステムには、Portholes [5] や Montage [6] など様々なタイプがある。本実験で開発されたシステムは、広帯域デジタルネットワークをフルに活かし、カメラが設置してある地点（多地点）の映像を、多地点で一覧表示してブラウジングすることができるシステムである。また、遠隔操作可能なカメラを用い、カメラの配置を示すマップからカメラの選択（映像の切り替え）およびカメラのコントロール（パン、チルト、ズーム）可能なことを特徴とする。このシステムの詳細に関しては、文献 [7] を参照されたい。

4.2 デザイナー／クライアント作業システム

デザイナーとクライアントの間で、デザイン図を説明しそれに対するコメント・確認・修正などを行なえるシステムである。大型液晶ディスプレイとデジタルペンを用いてペンの作業が可能なハードウェアを机の形で試作した。（図5: Collaboration Desk）Xウィンドウ擬似サーバーを用いて、Xウィンドウアプリケーション共有とViewの共有を実現している。さらに共有されているXウィンドウ上に重畳できる透過型のDrawing Toolを開発し、Xウィンドウアプリケーションに対してペンを用いてアノテーションすることができる。



図5: Collaboration Desk

4.3 デスクトップ会議システム

LANベースの多地点デスクトップ会議システムで、ビデオフォンツールによりH261で規定さ

れているCIF画像より大きな640X480画素までの動画をMotion JPEG符号化方式で通信する。また、このビデオフォントールの他に、蓄積された動画の遠隔再生機能も有しているのので、動画を用いたプレゼンテーションも行なうことができる。この他、5.2のシステムと同じくXウィンドウの擬似サーバーを用いたアプリケーション共有と透過型Drawing Toolにより共有ホワイトボードツールを実現した..

4.4 遠隔講演会システム

一口に遠隔講演会システムといっても様々なタイプのものが考えられる。ここでは、講演者と聴講者の状態によって、表3に示すように4タイプに分類した。タイプ1は講演者がいて講演会を行なっているホールから別のホールへの実況中継して別のホールでも聴講できる型、タイプ2は講演者がデスクトップのWSから講演を行い聴衆がホールで聴講する型、タイプ3はホールでの講演をデスクトップの聴講者が受講する型、タイプ4は講演者も聴講者もデスクトップの型である。

タイプ	講演者	聴講者
1	ホール	ホール
2	デスクトップ	ホール
3	ホール	デスクトップ
4	デスクトップ	デスクトップ

表3 遠隔講演会システムのタイプ

最近の研究例としてFORUM [8] があり、タイプ4をLAN (Ethernet) と専用線を用いて実現しているが、映像品質は限られている。現状の通信インフラでは、マルチキャスト機能を必要とするタイプ3、4を広域で実現する事は難しい。本実験ではタイプ1および2のシステムを実際に講演会に使用した。タイプ1、2については、講演会ホールのAV機器と講演会システムとの連動が必要で、今回システムにAV機器制御機能も持たせた。また使用したツールはビデオフォントールと遠隔ビデオ再生ツールで、ウィンドウ共有機能によりView Graphを実現した。

5. まとめと今後の展開

Fiber To The Deskによって実現されるオフィスにおける多様なテレコラボレーションタスクをサポートするシステムに要求される項目を整理した。特に、タスクのシームレス性の観点から、必要なツールの機能と実装、およびシステム全体で中心的役割を果たすフレームワークについて述べた。今後の展開として、ネットワークではNTTマルチメディア利用共同実験への参加により、FDDI-LANからATMへの対応を行なうことにより広域での実験環境を構築すること。テレコラボレーションシステムの開発では、未実装のツール類の整備とともに、本稿で述べたフレームワークを具体化して、タスクへの途中参加、複数タスクへの同時参加、およびAwarenessから会議を開始するなどタスクの移行などを可能とするシステムの実現を目指す。

参考文献

- [1] 石井裕：リアルタイムグループウェアのデザイン、情報処理、Vol.34, No.8, pp101-1027, 1993.
- [2] 山上俊彦：グループウェアの定量評価：長期挙動からのアプローチ、グループウェア'94シンポジウム論文集、pp13-18, 1994.
- [3] Ishii, Kobayashi, Arita: Interactive Design of Seamless Collaboration Media, CACM, Vol.37, No.8, pp83-97, 1994.
- [4] Roseman, Greenberg: GROUPKIT: A Groupware Toolkit for Building Real-time Conferencing Applications, CSCW'92, PP43-50, 1992.
- [5] Dourish, Bly: Portholes: Supporting Awareness in a Distributed Work Group, ACM CHI'92, pp541-547, 1992.
- [6] Tang, Isaacs, Risa: Supporting Distributed Groups with a Montage of Lightweight Interactions, CSCW'94, pp23-34, 1994.
- [7] 河合智明他: Active Awareness: 遠隔操作可能なカメラを用いた能動的状況把握, 情報処理学会論文誌95-GW-11, 1995.
- [8] Isaacs, Morris, Rodriguez: A Forum for Supporting Interactive Presentations to Distributed Audiences, CSCW'94, pp405-416.