

構内型マルチメディア在席会議システムの実現とその評価†

阪田 史郎^{††} 上田 鉄雄^{†††}

ネットワーク技術やワークステーション (WS) 技術の進展に伴い、分散オフィス環境下における意思決定や問題解決などのグループ協同作業を支援するシステムの研究開発が盛んになっている。グループ協同作業を支援する通信手段としては、電話や FAX、電子メールをはじめとする WS を用いた様々な形態のデータ転送などがあるが、現状ではこれらが個別に実現され、統合した形での効果的な利用には至っていない。本論文では、これらの通信手段を結合した形態でのグループ協同作業の支援を目的として開発を行った在席会議システムについて述べる。本システムは、LAN に複数のパソコンを接続した構成により、多者間で自席にいながらにして打合せや協議を行うことを可能にする。各パソコンには電話機が結合され、音声で話をしながら、文字、図形、イメージ、手書きから構成されるマルチメディア情報の提示、同時参照を行うことができる。本論文では、本会議システム的设计基盤として採用した通信プロトコルについて述べた後、システムの特徴、利用機能、実現方式を説明する。さらに、実際のオフィスにおいて約1年間利用実験を行い、種々の観点から評価した結果とその考察を述べる。本システムを用いることにより、構内においても複数者間での会議・打合せ、ソフトウェアの協同開発、文書の協同作成・編集などの協同作業を効果的に支援することが可能である。

1. はじめに

近年、ネットワーク技術やワークステーション (WS) 技術の進展により、オフィス情報や文書の編集、保存、伝達などのデスクワークを支援するオフィスシステムの開発、利用が進んでいる。しかし、これらのシステムは、主として個人レベルの作業に対する支援を目的としており、会議や面談、共有情報を参照しながらの資料の作成や編集など人間の間のインタラクションを含めた協同作業に対する考慮が必ずしも十分に払われたものではない。一般のオフィスワーカーが机上での作業に費やす時間とグループ協同作業に相当するそれ以外の作業に費やす時間の割合がほぼ同等という調査結果も報告されており¹⁾、分散オフィス環境下における意思決定や問題解決などのグループ協同作業に対する支援は、今後ますます重要になると考えられる。

OSI においては、レイヤ 7 に位置づけられる DO-AM (Distributed Office Applications Model) の中で、複数のワーカーによる協同作業をとりあげ、グループ通信に関する標準化作業を開始している²⁾。研究開発動向としては、海外においては、AMIGO プロジェクトにおけるグループ協同作業の概念モデルの提案³⁾、XEROX⁴⁾、MIT⁵⁾ などにおける LAN を利用した会議支援を目的とする実験システムの開発が行わ

れ、国内においては、遠隔地間での会議・打合せを支援するシステムの検討が進められている⁶⁾⁻⁹⁾。しかし、いずれも動画や音声を中心とするリアルタイム通信、あるいはコンピュータによるデータの協同処理・利用の一方に重点が置かれており、また、3者以上を対象とした効果的な利用には至っていない⁶⁾。

本論文では、構内における3者以上を含む複数者によるグループ協同作業の支援を目的として開発を行った在席会議システムについて述べる。本システムは、LAN 上に複数台のパソコンを接続した構成により、自席にいながらにして打合せや協議を行うことを可能にする。各パソコンには電話機が結合され、音声で話しながら、文字 (テキスト)、図形、イメージ、手書きから構成されるマルチメディア情報の提示、同時参照・編集を行うことができる。電話とパソコン、LAN の結合による多者間のリアルタイム通信と、画面操作権の排他制御や同時編集機能の提供等による協同情報処理・利用の双方を実現している。

以下では、本システム的设计基盤として採用した通信プロトコルについて述べた後、システムの特徴、利用機能、実現方式を説明する。さらに、実際のオフィスにおいて約1年間利用実験を行い、種々の観点から評価した結果とその考察を述べる。本システムを用いることにより、構内においても複数者間での会議・打合せ、ソフトウェアの協同開発、文書の協同作成・編集などの協同作業を効果的に支援することができる。

2. 通信プロトコルとその考え方

会議をはじめとするグループ協同作業に対しては

† Development and Evaluation of an Inhouse Multimedia Desktop Conference System by SHIRO SAKATA (C&C Systems Research Laboratories, NEC Corporation) and TETSUO UEDA (C&C Systems Interface Engineering Laboratory, NEC Corporation).

†† 日本電気(株) C&C システム研究所

††† 日本電気(株) C&C システムインタフェース技術本部

様々な視点からその支援機能を分析することが可能であるが、本在席会議システムの設計に当たっては、作業空間の共有と情報の共有の双方の支援を基本要件と考え、機能の分類・抽出を行った。これらの要件をさらに図1のように分解し、①～④を満たすことを目標に以下のようなプロトコルの検討・設定を行った¹⁰⁾。

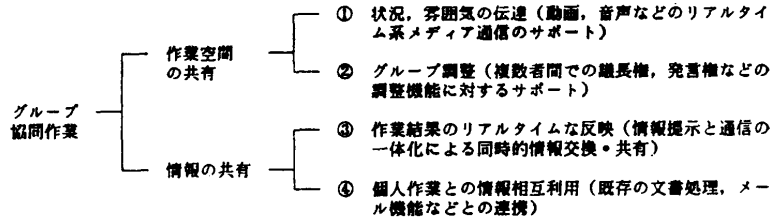


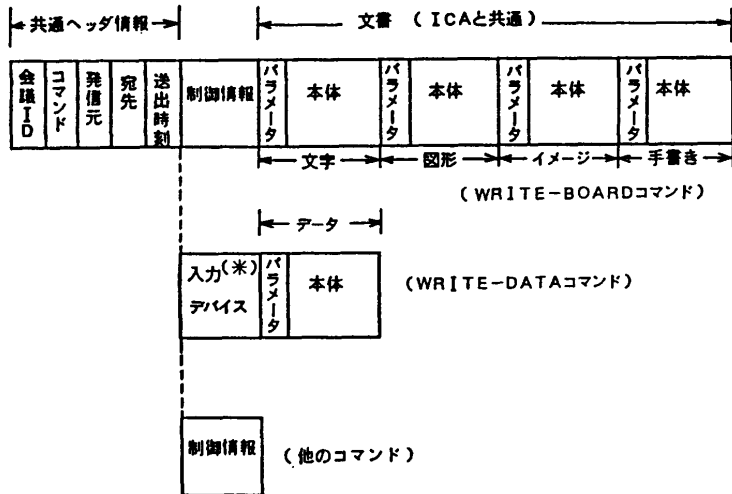
図1 グループ協同作業支援機能
Fig. 1 Cooperative work support functions.

図1の①については、オーディオグラフィック会議に関し検討がなされているが¹¹⁾、現状ではコンピュータ処理の対象となるメディア（文字、図形、イメージなど）と混在した形で扱えず物理的に独立した通信系を用いなければならない。このため、本システムでは図1の②～④の部分を対象支援機能とした。

図1の④の個人作業の支援に対応する部分については、蓄積型通信を基本とするマルチメディア文書通信プロトコルがすでに種々検討され、一部利用されている^{12),13)}。本システムでは、企業内での文書通信用に開発し、すでにLAN環境においてもパソコン間で利用されているIIA (Information Interchange Architecture)/ICA (Information Content Architecture)¹²⁾を使用し、以下に述べる②と③に対応する会議運営プロトコルと併用することにした。IIAは、電子メール、電子ファイルアクセスなどのサービス機能と通信制御手順を定義している。ICAは、文字、図形、イメージなどから構成されるマルチメディア文書の表現形式を規定している。

図1の②と③については、分散環境下での多者による在席会議の効果的な運営を可能にするため、

- (1) プレゼンテーションを支援する手書き、ポインティングの活用 (主に③に関連)
 - (2) 黒板に相当する共有画面へ書き込み、編集、消去などを行うための操作権 (以下単に操作権) の設定とその排他制御 (②, ③に関連)
 - (3) 会議中の参加・退席への対応 (②に関連)
- の各機能を支援することを基本方針とし、会議運営プロトコルとして表1に示す通信コマンド (各コマンド



(*) タブレット, 電子黒板, マウス, キーボード

図2 メッセージフォーマット概要
Fig. 2 Message format overview.

とこれらの支援機能との対応を同時に示した) と、これに対応する図2に示す3種類のメッセージ形式を定義した¹⁴⁾。表1の通信コマンドの識別子はメッセージ形式のコマンド部に挿入し、共有画面への書き込み、編集、消去などの操作はWRITE-DATAコマンドのパラメータ部で指示する。コマンドの交信については、会議において操作権の移行を制御する議長を設定した場合に、その議長を通して操作権が他の参加者に移行する時の例を図3に示す。

なお、本章で述べたマルチメディア文書通信プロトコルと会議運営プロトコルはともにその機能の性質からOSI参照モデルのレイヤ7に位置づけられており、図3のメッセージ形式はレイヤ6以下に相当するヘッダ、トレーラを除いた部分を示している。

3. マルチメディア在席会議システム

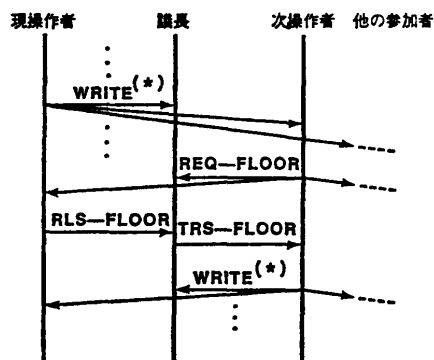
3.1 システムの特徴

システムの特徴を以下に挙げる。

表 1 会議運営プロトコルで使用するコマンド
Table 1 Commands defined in conference coordination protocol.

	機能	コマンド	内 容	支援機能との対応	
会議前	招 集	CONVENE	会議の呼出し		
		CONVENE-ACK	会議の呼出しに対する肯定応答		
		CONVENE-NAK	会議の呼出しに対する否定応答		
	開 始	OPEN	開催通知 (含. 画面操作権の設定)	(2)	
会 議 中	情 報 転 送	WRITE-DATA	リアルタイムの情報 (手書き, マウスなど)	(1), (2)	
		WRITE-BOARD	表示中の画面情報の転送	(1), (2)	
		READ-BOARD	表示中の画面情報の転送要求	(1), (2)	
		ERASE	画面情報の消去	(1), (2)	
		FILE (※)	画面情報/文書のファイルサーバへの保存		
		RETRIEVE (※)	ファイルサーバからの画面情報/文書の検索		
		DELIVER (※)	ファイルサーバからの画面情報/文書の転送		
	実 行 制 御	画 面 操 作 権	REQ-FLOOR	画面操作権の要求	(2)
			CAN-FLOOR	画面操作権の要求の取消し	(2)
			RLS-FLOOR	画面操作権の放棄	(2)
			TRS-FLOOR	画面操作権の移動	(2)
			TAK-FLOOR	画面操作権の強制停止	(2)
		参 加 / 退 席	REQ-JOIN (LEAVE)	参加 (退席) 要求	(3)
			ACC-JOIN (LEAVE)	参加 (退席) 要求に対する肯定応答	(3)
			REJ-JOIN (LEAVE)	参加 (退席) 要求に対する否定応答	(3)
	終 了		CLOSE	閉会通知	

(※) IIA コマンド



(*) WRITE: WRITE-DATA または WRITE-BOARD

図 3 会議運営プロトコルにおける操作権移行時のコマンド送信例

Fig. 3 Command interchange example for floor transfer in conference coordination protocol.

(1) LAN の利用によるデータの即時同報

LAN のもつデータの同時同報性を利用することにより, 3者以上の会議においても効果的なプレゼンテーションが可能である.

(2) 会議運営に関する柔軟な制御

操作権の排他・移動制御, 参加・退席の制御を行う. 前者は共有画面の内容同一性を保証するためであり, 後者は多者会議に特有の機能で在席という特性を生かした個人作業との融合という考えに基づく.

(3) 簡易な呼出し制御

物理的には電話 (音声) とパソコン (データ) の両方の接続が必要になるが, 人間をアドレッシングの対象とすることにより, 対応する参加者の画面領域 (顔写真, 氏名, 所属など) を 1 回操作するだけで呼び出すことを可能にしている.

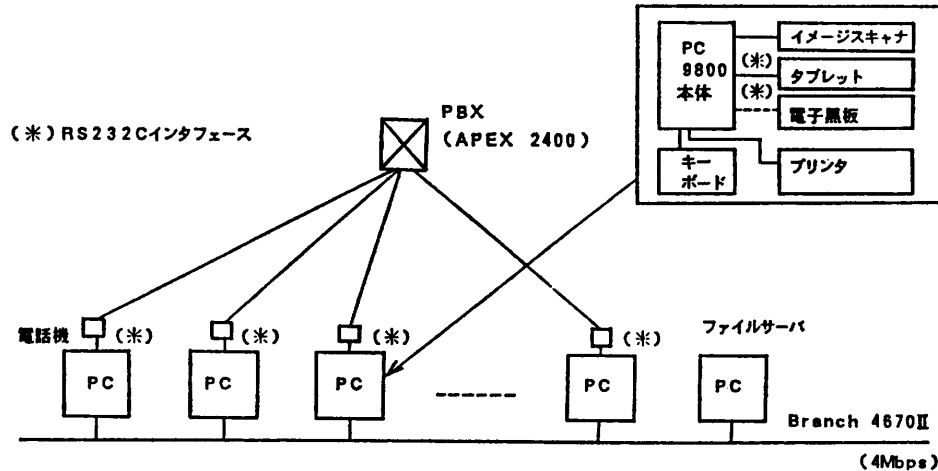


図 4 システム構成
Fig. 4 System configuration.

(4) 会議のトータルな支援

マルチメディア文書通信プロトコルを会議運営プロトコルと併用することにより、会議中の運営制御だけでなく、会議開催通知の配布、出欠確認、会議に先立っての資料の配布、会議中のキャビネ（文書ファイル）アクセス、議事録の配布など会議に関連する一連の文書通信機能を支援する。

(5) 導入の容易さ

パソコン、電話機、PBX、LAN などオフィスにすでに設置されている装置・機器群を用い会議用の特別な設備を必要としないため、コスト的にも導入の容易さを実現している。

3.2 システム構成

(1) ハードウェア構成と実装方式

システムの物理構成とインターフェースの概要は図 4 に示すとおりで、机上の各パソコンに電話機を接続し、音声を電話、データを LAN を用いて通信する。LAN は、ペア線、CSMA-ACK 方式、4 Mbps、1 セグメント最大 300 m などの特性をもつ。音声については PBX の会議トランクによる多者通話機能（発言権の制御はない）を用いる。ファイルサーバとして用いるパソコンには、共有情報や会議中に生成される情報を格納する。各パソコンに接続されたキーボード、マウス、タブレット/電子黒板、イメージスキャナ、プリンタは、それぞれ文字の入力、操作アイコンの選択とプレゼンテーションにおけるポインティング、手書きの入力、イメージの入力、画面コピーに用いられる。電子黒板はタブレットと同じ RS-232C インタフェースを備えた大型の手書き入力装置であり、利用ス

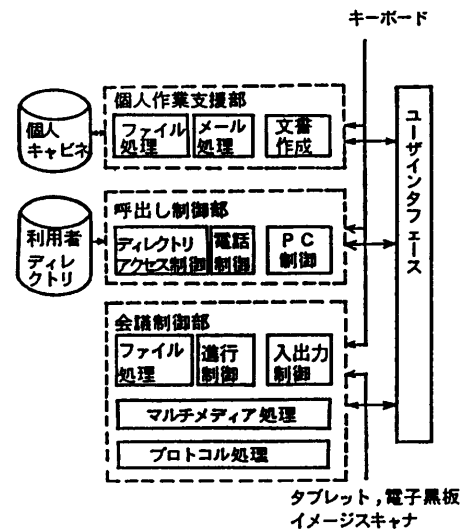


図 5 ソフトウェア構造
Fig. 5 Software structure overview.

ペースに応じ接続する。1台のパソコンにタブレットと同時に接続する場合は、制御装置のスイッチにより時間を分けて使う。

(2) ソフトウェアの構成と機能

ソフトウェアは MS-DOS 上に C 言語を用いて構築し、机上の各パソコンは図 5 のプログラム構造をもつ（矢印は制御と情報の流れを示す）。物理的にも個人作業支援部、呼出し制御部、会議制御部、ユーザインタフェースの 4 つのプログラムで構成し、プログラム間通信は RAM ディスク上のファイルを介して行う。

① 個人作業支援部

本システムではデータ通信上のオーバーヘッドを抑えるため、OSI 参照モデルのレイヤ 5~7 に相当する

データ通信制御については LAN 上で標準的に提供されている MS-Networks を用い、そのすぐ上位に 2 章で述べたマルチメディア文書通信プロトコル、会議運営プロトコルを実現している。本支援部はマルチメディア文書通信プロトコルでサービスされる部分に対応し、文書作成・編集、キャビネへのファイルアクセス、LAN を介したメールなど会議に限らない共通的な機能を提供する。会議の効率を上げるため会議に先立って資料を配布する場合には本メール機能を利用する。

② 呼出し制御部

会議参加者のパソコン、電話両系の呼出し制御のほか、呼出し時に利用するユーザの顔写真、名前・所属、電話番号などのディレクトリ管理を行う。

③ 会議制御部

入出力制御では、キーボード、マウス、タブレット、電子黒板(オプション)、イメージスキャナからの入力、画面、プリンタへの出力を制御する。

ファイル制御では、キャビネへのアクセス制御や 3.5 節で述べる会議中に生成される画面情報の一時的な蓄積・検索制御を行う。

進行制御では、会議の開始と終了、会議モード(3.4 節)に応じた操作権の排他制御、途中の参加・退席などの制御を行う。







マルチメディア処理では、文字、図形、イメージ、手書き情報から構成されるマルチメディア文書の参照・編集処理を行う。1つの文書は ISO で検討されている ODA (Office Document Architecture)¹³⁾ と同様に、文書、頁、領域の階層単位をもつ¹²⁾。図形とイメージは頁内に設定した各領域に、文字は頁単位に、手書き情報は文字と重ね合わせてそれぞれ配置する。このような階層単位の設定と各メディアの配置方法により文書の統一的表示・編集を行っている。各メディア情報は、各々独立したファイルに格納し管理する。文字ファイルの形式は MS-DOS の標準テキストファイル形式であり、各種ワープロなどの市販ソフトウェアで作成した内容を直接利用することができる。

プロトコル処理では、会議運営プロトコルの制御を行う。

④ ユーザインタフェース

会議中は入出力・送受信データの表示、および会議画面(図6)上のアイコン(表2)や参加者の顔への操作、共有画面と個人画面との切替えなどのインタフェースを提供する。会議中以外は、本システムで提供

表 2 共有画面のアイコンとその機能
Table 2 Icon list.

アイコン名	機 能
	黒板 会議中に生成された共有画面情報のファイルサーバから/への格納・検索
	共有 キャビネ 共有文書やプレゼンテーション資料のファイルサーバから/への格納・検索
	個人 キャビネ 個人用の文書やプレゼンテーション資料の机上のパソコンから/への格納・検索
	操作権 画面操作権に関する獲得要求、放棄通知、移動などの制御
	セッション 会議モードの選択、会議終了指示
	メンバ 会議参加者の呼出し、途中参加・退席の要求・通知

するコマンド以外はそのまま MS-DOS に渡す。

3.3 利用機能

システムの利用機能を利用手順に従って述べる。

① 参加者呼出し

参加者の呼出しは、招集者が利用者ディレクトリから検索・表示されたユーザリスト(顔写真、似顔絵、氏名、所属など)から参加者を選択することにより起動される。選択と同時に、V. 25 bis インタフェースによる電話の自動呼出し機能を利用して、参加者ごとの電話とパソコン同士の接続処理を行う。呼び出された側での受話器上げとパソコン上のリターンキー押下により、順次各参加者が接続状態になる。

② 会 議

会議モード設定と会議中の 2 フェーズからなる。

(a) 会議モード設定

会議には様々な目的や形態があり、参加者の画面情報の同一性を保証するために操作権の設定が必要な場合もあれば、ブレンスツーミングのように操作権の設定を行わず各自が同時に自由に書き込めるほうがよい場合もありうる。本システムでは多者会議におけるグループ調整の基本要素である操作権の移動に関して自由度をもたせるため、以下の 4 種類の会議モードの設定を可能にした。これらのモードに応じ、各パソコンは自身と他パソコンの状態(議長、現操作者、操作権要求者など)の監視とその状態の他参加者への通知など 3 者以上特有の制御を行う。

- 操作権制御・議長指名モード
- 操作権制御・現操作者による指名モード
- 操作権制御・操作権要求順モード
- 操作権非制御(書込み自由)

表 3 会議中の利用機能
Table 3 Available service functions.

利用機能	編集項目と内容	
作成・修正・削除	文字	文字列挿入, 削除, 移動, 複写, 置換
	図形	移動, 複写
	イメージ	入力, 削除, 移動, 複写
	手書き	入力, 色/線種指定, 削除
表示	画面切替え(共有画面と個人画面), 頁めくり, スクロール	
検索・保存	共有/個人文書および会議中に生成される画面情報(3.5節)の検索・保存, 相手パソコンへの転送	
印刷	画面のハードコピー	

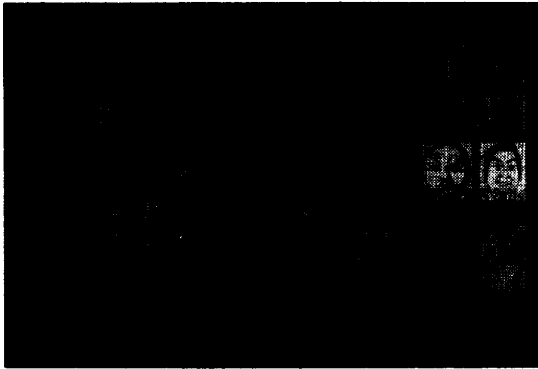


図 6 会議中の画面例
Fig. 6 Display example in presentation phase.

招集者は, いずれかのモードを指定し会議開始を通知する. モードの情報は OPEN コマンドのパラメータとして付加される.

(b) 会議中

各参加者が同時に音声で話をしながら, マルチメディア文書の参照・編集, マウス指示(ポインティング)によるプレゼンテーションを行うことができる. 機能の詳細を表 3 に示す.

図 6 に会議中の画面例を示す. 画面右側の各アイコンは表 2 に示す操作に対応する. 画面右下のメニューは共有画面と個人画面の切替えのために用い, 会議場, 個人機の部分をマウスでクリックするとそれぞれ共有画面, 個人画面に切り替わる. 会議中に操作者が新たに情報を取り出し他の参加者に配布したい場合には, 共有キャビネ(ファイルサーバ上)または個人キャビネ(各参加者のパソコン上)から検索後, 参加者の顔アイコンと入れ替わって表示される操作メニューを選択することにより行う. 参加者の顔アイコンは以

下のように使用する. 参加者が 5 名以上の場合は顔の代わりに利用者名リストを表示し利用者名をクリックすることにより同じ指定を行う.

- アイコンの色により現在の操作者(黄, 他は白)を識別する.
- 操作権要求中や退席要求中などの各参加者の状態を重畳表示し他の参加者に知らせる.
- 議長あるいは現操作者が次操作者を指名する場合, 次操作者の顔アイコンを直接クリックする.

途中参加についてはセキュリティの問題から会議の中(議長が設定されている場合は議長)から新しい参加者を呼び出す制御にし, 退席については同様に議長との要求・許可の交信により行うこととした. 新しい参加者に対しては, 参加時点以後の最初の操作権移行時に新操作者の画面情報を転送・表示する.

③ 会議後処理

セッションアイコンの操作(制御モードの場合は議長か操作者)によって会議は終了し, 会議時に生成された情報の共有/個人キャビネへの保存が行える. 保存されなかった情報は自動的に消去される.

3.4 マルチメディア通信処理

本システムでは, 音声に加え,

- ① 英数字, 日本語などの文字
- ② 描画コマンドで表現された図形
- ③ イメージスキャナから入力されたイメージ
- ④ タブレットまたは電子黒板から入力された手書き
- ⑤ マウスから入力されたポインティング

からなるマルチメディア情報をリアルタイムに通信しながら会議を行う. 一般にパソコンの通信処理の効率を上げるためには, マルチメディア情報をできるだけ大きな単位にまとめて処理するほうがよい. しかし, このような単位で通信処理を行うと, 利用者から見たリアルタイム性が損なわれる場合がある. 例えば, イメージの場合, 1 枚の図を入力・通信するのに要する時間(十数秒)だけ操作者と非操作者との表示時間が食い違うことになる.

そこで, 本システムでは WRITE-DATA コマンドで転送する際の単位として, ①と②のコード情報についてはそれぞれ文字, 描画コマンド単位, ③の非コード情報については走査線単位, ④と⑤のベクトル情報についてはストローク単位に分割して, 通信と画面表示などの処理を並行して行うことによりリアルタイム性を確保している.

3.5 情報管理方式

会議においては、あらかじめ準備した資料の説明に加え、会議中にエディタを用いて修正したり、手書きでコメントを書き加えたりして、次々に新しい情報が生成される。さらに、作成・修正された情報を一時的に保存し会議中の後の討議で再利用したり、議事録を作成するために保存したりする場合もある。このような情報の扱いに関するダイナミックな作業環境に柔軟に対応するため、本システムではファイルサーバ上のファイルを2種類の論理的なファイルに分類し管理している。

1つは通常の共有キャビネに相当する文書ファイルであり、もう1つは会議中に次々に作成、保存、再利用する情報を格納するためのテンポラリファイルである。テンポラリファイルは、一次元のスタック構造(FILO)を有し、共有画面領域に表示された情報単位を1頁として管理する。テンポラリファイルは会議終了時に初期化(消去)されるが、ファイルの内容を保存したい場合は初期化の前に必要な頁のみを選択してファイルサーバ内の文書ファイルまたは個人キャビネに移送する。スタック構造の採用により、会議中に次々に生成される情報へのリアルタイムアクセスと、議事録作成などのための資料整理が容易に行える。

4. システムの利用実験と評価

4.1 実験システム環境

本システムの評価、および評価を通じた在席会議システム特性、要件を明らかにすることを目的として、以下のシステム環境において約1年間にわたって利用実験を行い、様々な統計情報を収集した。

- パソコンの接続台数：21台(机上19台、ファイルサーバ用2台)
 - LANの総延長：約450m(2フロア)
 - 利用者：27名(事務部門4名、技術部門23名、技術部門の主業務はソフトウェア開発)
- 各パソコンに接続する電話にはマイクロホン付きへ

ッドセットを用い、各入力装置からの入力操作をできるだけ自由に行えるようにした。対象とした会議(グループ協同作業)については特に制限を設けず、日常業務の中で本システムを使える作業を利用者に自由に選択させた。事務部門の利用者が1人以上参加する会議では業務連絡と帳票記入上の指示・確認、技術部門の利用者のみの会議ではプログラムの仕様書とリストの確認がそれぞれ大部分で、その比率は約1:3であった。

4.2 評価結果

性能、利用特性の両面に分けて行った。LAN上のトラフィック特性によって性能が変動するため、以下の測定値(転送時間)は会議を単独で行う場合の結果を示す。実際には本評価中もファイル転送など他の利用と並行して複合的にLANを利用しており、その影響については4.3節で触れる。

① 性能

操作者からの画面情報転送に関し、表示中の情報をWRITE-BOARDコマンドによって一括転送する場合と、キーボード、タブレット、マウスなどから入力しながらWRITE-DATAコマンドによってリアルタイムに転送する場合に分けて示す。

●一括転送

送信側の送信指示操作から受信側での表示終了までの所要時間の値を、代表的な画面の例で測定した結果を表4に示す。

●リアルタイム転送

送信側での入力/描画/マウス移動を行いながらの通信処理となる。3.4節で述べたようにメディアごとに転送単位が異なり、表5に測定結果をまとめて示す。手書きとポインティングについては、途中の各処理を図7のように時間軸に対応づける形で測定した。

② 利用特性

会議の参加人数(開始時)、会議時間(開始から終了)、会議モード、操作権の移動に関する測定を行った。

●参加人数と時間間隔

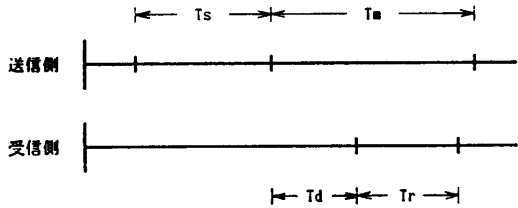
開催された会議全体の中での参加人数別の構成比率

表4 一括データ転送の性能
Table 4 Measured batch data transfer rate.

画面情報例	総ヘッダ長 (Kバイト)	各メディアのデータ量 (Kバイト)				総メッセージ長 (Kバイト)	所要時間 (秒)	通信処理速度 (Kビット/秒)
		文字	図形	イメージ	手書き			
文字+手書き	0.05	3.73	0	0	2.81	6.59	0.43	122.6
イメージのみ	0.03	0	0	78.30	0	78.33	6.56	95.5
図6の例	0.08	1.16	1.96	31.96	4.29	39.45	3.60	87.7

表 5 リアルタイムデータ転送の性能
Table 5 Measured realtime data transfer rate.

メディア	転送単位	一転送単位に関する性能	連続入力・描画に関する性能
文字	操作 (文字入力, 挿入, 削除など)	送信側での操作と受信側での表示との時間差: 0.16 秒	人間の入力操作は通常 10 回/秒以下であり, ほとんど遅延なく追従可能.
手書き	ストローク	$T_d=0.18$ (文字) ~ 0.28 (線画) 秒	文字の場合は, $T_s=0.40$ 秒, $T_m=0.14$ 秒, $T_r=0.11$ 秒, $T_s+T_m > T_d+T_r$ のため書きはじめの $0.40+0.18=0.58$ 秒の時間差以降は十分に追従可能. 線画の場合は, $T_s=0.63$ 秒, $T_m=0.22$ 秒, $T_r=0.19$ 秒, $T_s+T_m > T_d+T_r$ のため文字の場合と同様書きはじめの $0.63+0.28=0.91$ 秒の時間差以降は十分に追従可能.
ポインティング	ストローク	$T_d=0.36$ 秒	$T_s=0.80$ 秒, $T_m=0.23$ 秒, $T_r=0.27$ 秒, $T_s+T_m > T_d+T_r$ のためマウスの移動開始時の $0.80+0.36=1.16$ 秒の時間差以降は十分に追従可能.
イメージ	走査線	送信側でのスキャナからの入力開始と受信側での表示開始との平均時間差: 0.81 秒	平均通信処理速度 (データ量/入力開始と受信側での表示終了との時間差) = 64.1 Kビット/秒



T_s : 送信側での平均一転送単位描画/移動時間
 T_d : 送信側での一転送単位描画/移動終了と受信側での表示開始との平均時間差
 T_m : 送信側での転送単位間の平均停止間隔
 T_r : 受信側での平均一転送単位の表示所要時間

図 7 手書き, ポインティングにおける時間単位
Fig. 7 Time units for handdrawn and pointing information transfer.

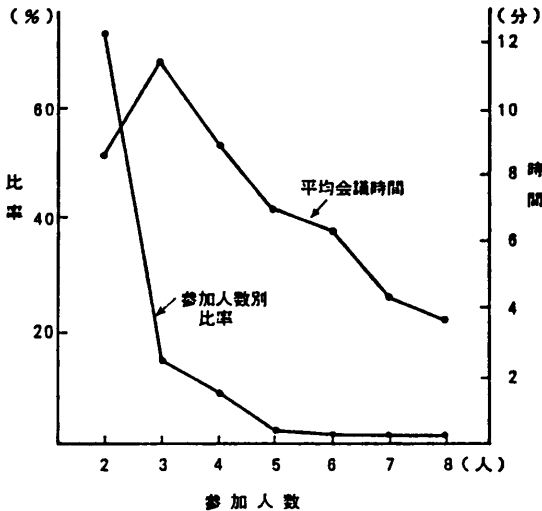
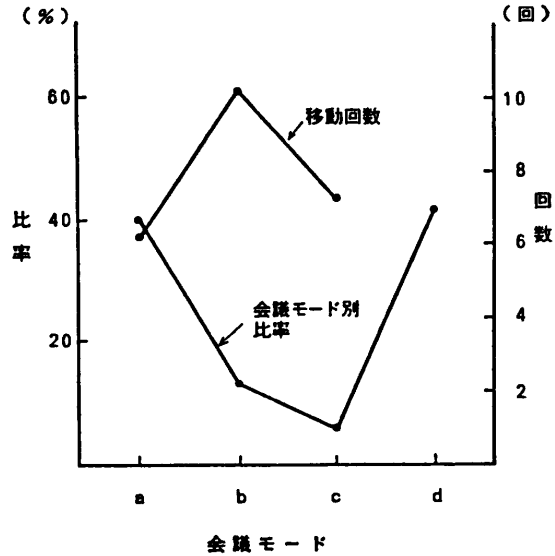


図 8 参加人数別の比率と平均会議時間
Fig. 8 Ratio of number of participants and average meeting period.

と参加人数別の平均会議時間の測定結果を図 8 に示す.

● 会議モードと操作権の移動

会議全体の中での会議モード別の構成比率と 1 つの会議中での平均移動回数の測定結果を図 9 に示す. 参加人数との関係では参加人数が多いほど議長指名モードが多く, 操作権が比較的一人 (議長) に集中し移動回数が減少する傾向が見られた,



会議モード
 a: 操作権制御・議長指名
 b: 操作権制御・現操作者による指名
 c: 操作権制御・操作権要求順
 d: 操作権非制御

図 9 会議モード別の比率と平均操作権移動回数
Fig. 9 Ratio of each meeting mode and average number of floor transfer.

全般的な評価として操作権、音声の調整（参加者に任される）に関する使い勝手についてはともに、参加人数の少ないほどよく、特に3～4人までは使用に耐えるとの回答が得られた。

4.3 考 察

① 性 能

●一括データ転送

実行通信処理速度が100 Kbps 前後であり、会議資料の1頁に相当する1画面の情報にイメージが含まれると、受信側の表示終了まで3～7秒程度の時間を要する。会議の中での通信という点では速度に対する利用者からの不満が多く挙げられた点である。測定できた範囲では、現状では通信の2～3倍の時間を表示に費やしており、当面はパソコンの表示速度向上が性能改善に寄与すると考えられる。

●リアルタイムデータ転送

文字、手書き、ポインティングについては、はじめの1秒程度の遅れの後は連続入力に十分追従でき、会議におけるコメントの書込みや強調箇所の通知、協同資料編集などが円滑に行えることが確認された。また、 $(T_d + T_m)/(T_d + T_r) < 2$ より、手書きとポインティングにおけるストローク単位の転送が効率的であることが認められる。イメージについては、一括データ転送の場合と同様、入力操作から受信側での表示終了までに5～10秒要し、改良が望まれる点である。

なお、一括データ転送、リアルタイムデータ転送ともにその性能値は上記のように他の利用の影響を除いた値であるが、今回の評価では文字、手書き、ポインティングについてはほぼ入力に追従する形で受信側に表示されることが確認された。

② 利用 特 性

参加人数については5人以上の会議が全体の6～7%であり、現状のシステムでは4人以内での効果がより大きいことが判明した。5人以上でのこの低い値は、操作権制御の使い勝手の問題に加え、同時に全員の声が聞こえるため4者以上で急激に他の参加者の声が聞き分けにくくなること（多数のユーザの意見）も要因の1つと考えられる。会議時間が2～4人のほうが5人以上より長いのも同様の原因が考えられる。しかし、2者の場合には通常の電話の2倍の時間を費やしており、電話にないマルチメディアデータの相互交換の効果が現れていると考えられる。発言に関する調整の手段として、動画のサポートによる各参加者の表情の表示が有効との意見が多く出された。

会議モードについては操作権非制御モードが4割強あるのは、2人の会議のほとんどが双方で自由に書き込みながら議論する形態であったことによる。この場合、表示情報の消去も自由に行えるため画面の同一性は少し失われたが、問題点としてそれほど大きくは挙げられなかった。これは、議論の中心となる画面部分についてはほぼ同一で、2人のため音声による確認も容易であったことによると思われる。本システムに関しては、2～4人では操作権非制御モードか操作権制御モードでも移動回数の多いブレンストレーミングの利用、4人以上では操作権の制御、非制御に関係なく業務連絡、一斉通知など比較的一方向的通信を主とする利用に二分される傾向が見られた。上記のように5人以上の会議は相対的に少なかったが、一方向的な通信を主体とする場合は有効との意見が多く出された。

また、参加・退席機能はほとんど使われなかったが、これは画面の切替えにより画面に関しては会議に関係なく自由に作業が行えたこと、退席・再参加において幾つかのアイコン操作と通信コマンドの発信が必要でやや繁雑であったことによる。マルチウィンドウによる共有画面と個人画面の同時表示などにより、参加・退席を含めたさらに使いやすいユーザインタフェースの提供が今後必要と思われる。

5. お わ り に

本論文では、マルチメディア情報の共有・交換によるグループ協同作業の支援を目的として開発を行った構内型在席会議システムについて、その設計基盤として採用した通信プロトコル、システムの特徴、利用機能、実現方式、およびシステムの利用実験の評価結果、考察を述べた。

評価の結果、構内での利用環境においては、文字、手書き、ポインティング情報の転送・表示に関する性能、ユーザインタフェースの面で、ある程度利用に耐えることが確認された。さらに主な評価、考察結果として以下が挙げられる。

●イメージのプレゼンテーションについては現在の性能では不十分で主に表示性能の向上が必要である。

●4人以上の会議では何らかの音声の調整機能も必要であり、動画のサポートも有効なインタフェースの1つと考えられる。

●密な情報交換によるブレンストレーミングの利用と、制御権の排他制御を基本とする一斉通知的利用に二分化する傾向が見られた。

現在も事務部門においては簡単な打合せ、技術部門においては仕様書やプログラムの同時参照によるソフトウェア協同開発などに本システムを使用している。

謝辞 ご討論ならびにシステムの開発、評価作業に当たって多大なご協力を頂いた東浩氏（日本電気技術情報システム開発(株)）に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 未来工研：オフィス情報通信ネットワークに関する調査研究報告書 (May 1985).
- 2) 井手口, 春田：分散オフィスアプリケーションモデルの標準化, 情報処理, Vol. 29, No. 1, pp. 42-48 (1988).
- 3) Danielsen, T. et al.: The AMIGO Project—Advanced Group Communication Method for Computer-Based Communications Environment Architecture, *Proc. Computer Supported Cooperative Work*, pp. 115-142 (Dec. 1986).
- 4) Stefik, M. et al.: Beyond the Chalkboard: Computer Support for Collaboration and Problem Solving in Meetings, *Comm. ACM*, Vol. 20, No. 1, pp. 32-47 (1987).
- 5) Sarin, S.K. and Greif, I.: Computer-Based Real-Time Conferencing Systems, *IEEE Comput.*, Vol. 13, No. 10, pp. 33-45 (1985).
- 6) 鳩野, 上田, 阪田：グループ協同作業支援のためのマルチメディア在席対話システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 30, No. 4, pp. 527-535 (1989).
- 7) 谷川, 中根, 酒井, 松本：オーディオグラフィック通信会議における多地点間通信制御法, 信学論 (B), Vol. J70-B, No. 3, pp. 316-325 (1987).
- 8) 有川, 小寺, 高橋, 野村：パソコンを用いた電子 OHP 通信会議装置, 信学オフィスシステム技報, OS 87-19, pp. 31-36 (1987).
- 9) 阪田, 上田, 縄田：マルチメディアドキュメント通信システム—個人作業環境（電子メール）とグループ作業環境（会議）との統合—, 信学オフィスシステム技報, OS 86-2, pp. 9-16 (1986).
- 10) 上田, 阪田：パソコン在席会議システム, 信学情報ネットワーク技報, IN 86-115, pp. 17-22 (1987).
- 11) 遠藤, 中尾, 田中：多対地オーディオグラフィックコンファレンスの基本機能とそのプロトコル

アーキテクチャ, 信学オフィスシステム技報, OS 88-25, pp. 23-30 (1988).

- 12) Sakata, S. and Ueda, T.: A Distributed Interoffice Mail System, *IEEE Comput.*, Vol. 18, No. 10, pp. 106-116 (1985).
- 13) 春田：文書転送と交換, 情報処理, Vol. 28, No. 4, pp. 505-509 (1987).
- 14) Sakata, S. and Ueda, T.: Multiparty Desktop Conference System Based on Integrated Group Communication Protocols, *Proc. Int. Zurich Seminar on Digital Communications*, pp. 21-28 (Mar. 1988).

(平成元年 4 月 6 日受付)

(平成元年 10 月 11 日採録)



阪田 史郎 (正会員)

昭和 24 年生。昭和 47 年早稲田大学理工学部電子通信学科卒業。昭和 49 年同大学院修士課程修了。同年、日本電気(株)入社。以来同社 C & C システム研究所にて、コンピュータネットワークアーキテクチャ、オフィス情報システム、マルチメディア分散会議システムをはじめとするグループウェア、ネットワーク管理システムなどコンピュータと通信の統合領域に関連する研究開発に従事。共著「マルチメディア情報通信」(オーム社)。現在、C & C システム研究所・応用システム研究部に勤務。電子情報通信学会会員。



上田 鉄雄 (正会員)

昭和 29 年生。昭和 52 年北海道大学理学部物理学科卒業。昭和 54 年同大学院情報工学専攻修士課程修了。同年、日本電気(株)入社。以来、コンピュータネットワーク、オフィス情報システム、マルチメディア文書アーキテクチャなどの研究開発に従事。現在、同社 C & C システムインタフェース技術本部に勤務。