

## マルチメディア分散在席会議システム (MERMAID) を利用した グループアプリケーションの分散協調制御方式とその実現例

大森 豊子 前野 和俊 阪田 史郎 福岡 秀幸 渡部 和雄  
日本電気株式会社 C&Cシステム研究所

マルチメディア分散在席会議システム (MERMAID) は、地理的に離れた利用者が自席の WS から会議を開催するなど、広域多者間のグループ協同作業を支援する為に開発されたシステムである。グループ協同作業の参加者は、音声、動画の共有のみではなく、テキスト、イメージ、図形、手書きなどから構成されるマルチメディア文書をリアルタイムで共有・編集できる。本稿では、MERMAID を基盤とした分散方式によるアプリケーションプログラムの協調制御方式とその実現例について述べる。分散方式とは、同一のアプリケーションプログラムが参加者の各 WS で起動され、それらのアプリケーションプログラムの処理の同期をとり、処理結果を共有する方式である。MERMAID は、アプリケーションの分散協調制御のために、広域多者間の通信機能および、データ同報制御機能を提供する。

### Distributed Cooperative Control for Sharing Applications Based on Multiparty and Multimedia Desktop Conferencing System: MERMAID and its Examples

T. Ohmori, K. Maeno, S. Sakata, H. Fukuoka, and K. Watabe  
C&C SYSTEMS RESEARCH LABORATORIES, NEC Corporation

A distributed multiparty desktop conferencing system, called MERMAID, was developed for supporting a wide range of group cooperative work. It allows a group of widely-dispersed users to conduct a meeting from their desktop workstations. Participants can jointly view and process multimedia conference documents, including text, scanned images, graphics, and hand drawn figures they are sharing. Also, they can simultaneously interchange voice signals and video images.

This paper describes a control scheme for sharing applications, based on MERMAID, and presents examples to which the proposed scheme is applied. The proposed scheme is designed, based on a replicated or distributed architecture, in which a copy of the application runs at every distributed site or workstation. MERMAID provides communication functions for maintaining an identical state across all copies of an application in a replicated environment.

## 1 はじめに

企業の分散化、国際化に伴い、人や情報の分散化が進展し、業務の形態の多様化に伴い、グループで遂行する作業が増加している。分散した人や情報を有効に利用するために、地理的に分散した人達と従来の電話やFAXを越えた密なコミュニケーションに対する要求が高まっている。コンピュータやネットワークを利用して、遠隔地の人達と情報を交換・共有し、互いに協力しながら様々な問題を解決し、業務を遂行することを支援するグループ協同作業支援システム（グループウェア）が注目されている [1] [7]。

マルチメディア分散在席会議システム：MERMAID<sup>1</sup>はネットワーク技術と情報処理技術を統合し、地理的に離れた人達が自席のWSから会議を行うなど様々なグループ協同作業を支援するシステムである。参加者は、音声、動画の他に、テキスト、イメージ、図形、手書きから構成されるマルチメディア文書を共有・交換できる。このシステムは約2年前に開発し、現在、技術会議、分散ソフトウェア開発、遠隔シミュレーションなど日常業務に使用している。

グループウェアでは、マルチメディア情報の共有・交換環境に加え、より業務に適したグループ協同作業をより効果的に支援するために、アプリケーション共有の実現は重要な課題である。アプリケーション共有（AP共有）とは、リアルタイムな会議システムにおいてアプリケーションプログラム（AP）に対してある参加者が入力を行った時、すべての参加者がその入力に対する実行結果を共有することである。本稿ではそのようなアプリケーションプログラムをグループアプリケーション（グループAP）と呼ぶ。AP共有により、参加者が同じスプレッドシートを見ながら計算を行ったり、エディタを共有して協同で文書編集を行ったりなど、様々な機能を柔軟に参加者へ提供することが可能となる。

APの処理過程に関しその結果を時々刻々同期をとることが必要な場合もあれば、あるまじった処理後にその結果の同一性が保証されればよい場合もある。このAPを共有する処理の単位は、データベースにおけるトランザクション

の概念に対応する。分散データベースにおけるデータ一貫性の管理に比べ、ここでの共有では、各サイトに利用者がいてインタラクティブに操作し参照するというリアルタイム性への要求から、極めて小さな単位（例えば、瞬時瞬時に変わるディスプレイへの表示単位）での一貫性の保証が要求される場合（リアルタイムトランザクション処理）がある点が特徴である。

AP共有の1つのアプローチとして、複数人で利用するAPを開発し、共有することが挙げられる。この場合、グループAPの同期についても設計段階から考慮することができる。しかし、より多種のグループ協同作業に対応するには、一人で利用するために開発された既存のシングルユーザAPをグループAPに変更して、共有することも必要である。

本稿では、グループAPの開発の支援だけでなく、APの種類に依存しない変更によってシングルAPをグループAPにすることを支援するために、グループAPに要求される基本条件を明らかにし、MERMAIDをプラットフォームとしたAP共有制御方式について述べ、方式に基づいたグループAPの共有例を示す。

## 2 グループウェアのプラットフォーム：MERMAID

MERMAIDは離れた場所にいる複数の人達がそれぞれ自席のPCやWSで会議などのグループ協同作業を行うことを支援するシステムである [2] [3] [4]。参加者間では、マルチメディア情報や画像の共有、交換が行え、マウスによる文書のポインティングや各種メニューの選択、図形の入力、ペンを使ってタブレットからの手書き入力、スキャナからのイメージ入力、ビデオカメラから参加者の様子や資料の送信などを行うことが可能である。音声は、会議用電話機などを利用し、参加者全員が同時に話すことができる。図1に会議中の画面の様子を示す。

MERMAIDは以下の基本機能を有する。

### (1) 広域多者間の

#### リアルタイム・マルチメディア通信

広域ネットワークを介し、多地点間でリアルタイムの情報通信が可能である。共有画面に表示されている文書に対し、周辺機器を利用し手

<sup>1</sup> Multimedia Environment for Remote Multiple Attendee Interactive Decision-making

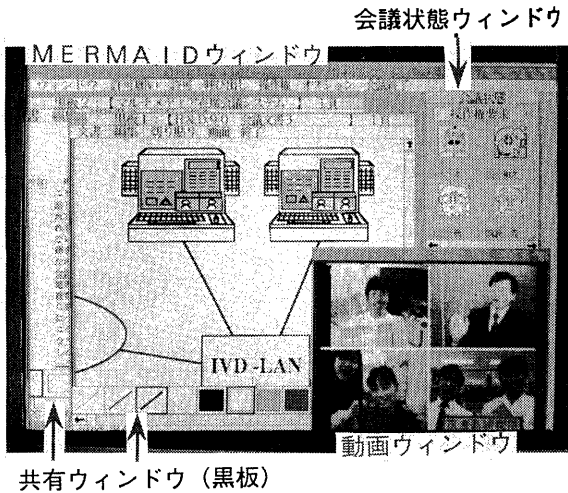


図 1: 会議中の画面の様子

書きでコメントを加えるなどマルチメディアを入力したり、マウス操作により文書のポインティングが行え、すべての参加者はその修正をリアルタイムで共有できる。また、音声、動画によって臨場感を創出し、ディスカッションやプレゼンテーションを促進している。参加者は、個人的にマルチメディア文書を作成し、その文書をすべての参加へ配布することも可能である。

### (2) マルチメディア情報の共有制御

共有画面に表示されているマルチメディア文書の一貫性を保つために操作権を設定している。操作権保有者は、新たに共有画面を開いたり、共有画面に文書を読み込んだり、マルチメディア情報の入力などの共有画面に関する各種操作を行うことができる。多様な利用形態に対応するために4つの操作権移行モード(議長指名、要求順、ボタン、非制御)を提供している。

- 議長指名：議長の指名により移行する。
- 要求順：操作権保有者が操作権を放棄した時に、現在操作権を要求している人の内、もっとも早く要求した人に移行する。
- ボタン：現在の操作権保有者が次の操作者を指名できる。
- 非制御：すべての人が常に操作できる。

### (3) ウィンドウシステムを利用したユーザフレンドリーなインタフェース

マルチウィンドウ、メニュー表示、マウスを使ったメニュー選択を基本とし、理解し易く操作が簡便である。ウィンドウの位置や大きさ、動画の選択や表示方法は参加者の自由にできる。

## 3 AP共有制御方式

### 3.1 分類

一般に基本的なAP共有方式は、グループAPが起動されている場所によって、集中方式と分散方式の2つに大別される[10]。表1に各方式の長所と短所を示す。

集中方式と分散方式の大きな違いは、グループAPが起動されている場所である。集中方式はグループAPが一つのWSで起動され、分散方式は各WS上で同一のグループAPが起動されている。集中方式は、任意の参加者からの入力に従い一箇所のグループAPが処理を行い、実行結果をすべての参加者に同報することによって、同一の実行結果を得る方式である[11]。分散方式は、任意の参加者からの入力をすべての参加者に同報し、その入力に従い分散したすべてのグループAPが処理を行うことによって、同一の実行結果を得る方式である[8][9]。

分散方式は集中方式と比較して、ネットワークトラフィックが小さく、応答時間に優れている。このことは、リアルタイムのグループ協同作業の支援システムには重要な要素である。本論文では、将来における機能拡張性が高いと思われる分散方式を検討の基本とする。

### 3.2 分散方式における実現課題

分散したグループAPを協調制御するために解決すべき課題として以下の3つがある。

- (1) 初期状態の統一
- (2) ユーザ入力の同期制御
- (3) 外部資源へのアクセス制御

以下では、分散協調制御するグループAPの構造を明かにし、MERMAID上でのAP共有方式を示す。

## 4 グループAPの構造

複数人で実行結果を共有するグループAPに対して、スタンドアロンで利用されるAPのこ

表 1: 分散/集中方式の比較

	長所	短所	
分散方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 処理指示のみがWS間で送受信されるので、ネットワークトラフィックが小さい</li> <li>・ 実行結果を自WSのAPから受け取るので応答時間が短い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ すべてのWSが共有APを実行できる環境（ハードウェアソフトウェア）でなければならない</li> <li>・ 同一の処理指示がすべてのWSで同一順で処理される必要があるため同期制御が難しい</li> </ul>	
集中方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各WSに実行結果が同報されるので、APの同期制御が容易である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各WSに実行結果が同報されるので、ネットワークトラフィックが大きい。特にイメージなどの情報量の大きなデータを利用するAPの場合、遅延が生じる</li> <li>・ 高速伝送路を要する</li> </ul>	

とをシングルユーザAPと呼ぶ。グループAPの構造を検討するために、シングルユーザAPを論理的に、図2に示すようにOS、イベントディスパッチ部、イベント処理部の3つに分ける。OSはユーザ入力に従ってイベント（キーイベント、マウスイベント、再描画イベントなど）を生成し、そのイベントをアプリケーション毎に存在するアプリケーションキューに入力する。イベントディスパッチ部は、アプリケーションキューからイベントを取り出し、イベント処理部へ渡す。イベント処理部は受け取ったイベントに対応した処理を行う。イベント処理部は、各イベント毎に実行されるAP処理の集合である。

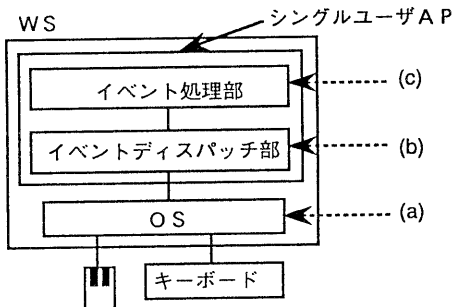


図 2: シングルユーザAPの構造

このようなシングルユーザAPの機能に加え、

グループAPにはユーザ入力を分散しているグループAPに同報する機能が必要である。表2にOS、イベントディスパッチ部、イベント処理部に同報通信機能を追加した場合の比較を示す。

(a) OSにおける同報

入力イベントが発生したときに、OSがその入力イベントをすべての分散したグループAPに同報する。この場合、既存のシングルユーザAPを修正せずに共有できるが、OSをAP共有に変更する必要がある。

(b) イベントディスパッチ部における同報

イベントディスパッチ部がアプリケーションキューからイベントを取り出したとき、そのイベントをすべての分散したグループAPに同報する。イベント取り出し処理はすべてのAPに共通なので、イベント同報機能の追加処理はAPの種類に依存しない。

(c) イベント処理部における同報

イベント処理部は、イベントによって行われる処理の集まりである。処理毎にメッセージを定義し、そのメッセージをすべての分散したグループAPに同報する。APの処理依存のメッセージを同報できるので、一貫性の維持が容易であるが、シングルユーザAPを修正しグルー

表 2: 同報通信機能の比較

ユーザ操作 同報機能	APへの変 更	OSへの変 更	同報メッセ ージ	特徴
(a)OS	無	無	OSで発生する イベント	OSがメッセージを同報するため、シングルユーザAP を変更せず共有できる。
(b)イベント ディスパッチ部	小	無	OSで発生する イベント	イベントを解析せずにメッセージを同報するため、AP への変更点が様々なAPに対して共通である。
(c)イベント解析部	大	有	AP独自の メッセ ージ	イベントを解析後、メッセージを同報するため、共有A P間の同期制御が容易である。

ブAPとする場合、修正部分がAP毎に異なる。

OSを変更する方法は、既存のAPをそのままグループで共有できるため有効であるが、汎用的なOSと異なってしまうため現在は考えない。グループAPの開発を支援するだけではなく、シングルユーザAPに必要最小限の修正を加えて、グループAPにすることを考慮すると、多様なAPに共通に対応できる同報処理が望ましい。イベントは、OSで提供する形式であるため、APに依存せず、APへのイベント入力方法は、すべてのAPで共通であるので、(b)のイベントディスパッチ部にユーザ入力の同報部を設ける。図3にグループAPの構造を示す。イベント同報部は、分散したグループAPの一貫性を保つために、APへの入力イベントをすべてのグループAPに同報する機能を提供する。

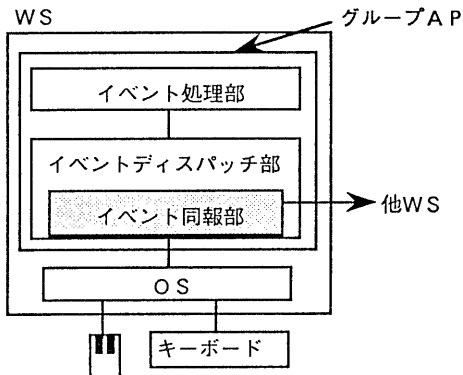


図 3: グループAPの構造

## 5 MERMAIDを基盤としたAP共有制御方式

MERMAIDの情報通信同期制御に関する基本的な機能は、広域多者間の通信機能および、操作権移行制御機能である。3.2において示した実現課題を解決し、分散したグループAP間で入力情報を同報し、処理の一貫性を維持するためにこれらの機能は有効である。

MERMAIDの基本機能をグループAPに提供するために、MERMAIDとグループAP間の情報通信のインタフェースを管理する機能が必要である。図4が示すMERMAIDを基盤とするAP共有制御方式において、イベント同報部およびAPマネージャがその機能を有する。イベント同報部およびAPマネージャが提供する機能について説明する。

### 5.1 イベント同報部

イベント同報部は、分散したグループAPが同一の入力イベントを処理することを保証するために以下の機能を提供する。

#### (1) 多地点間の入力イベントのリアルタイム同報通信

イベント同報部は、MERMAIDとグループAP間の通信路を管理している。その通信路を通じてMERMAIDの広域多者間の情報通信機能を利用し、入力イベントの多地点リアルタイム同報を実現している。

#### (2) イベントの処理

ユーザ入力の一貫性を維持するためには、OSがアプリケーションキューに入力するイベントをすべて同報する必要はない。イベントはグループAPの同期をとるために送受信する必要がある

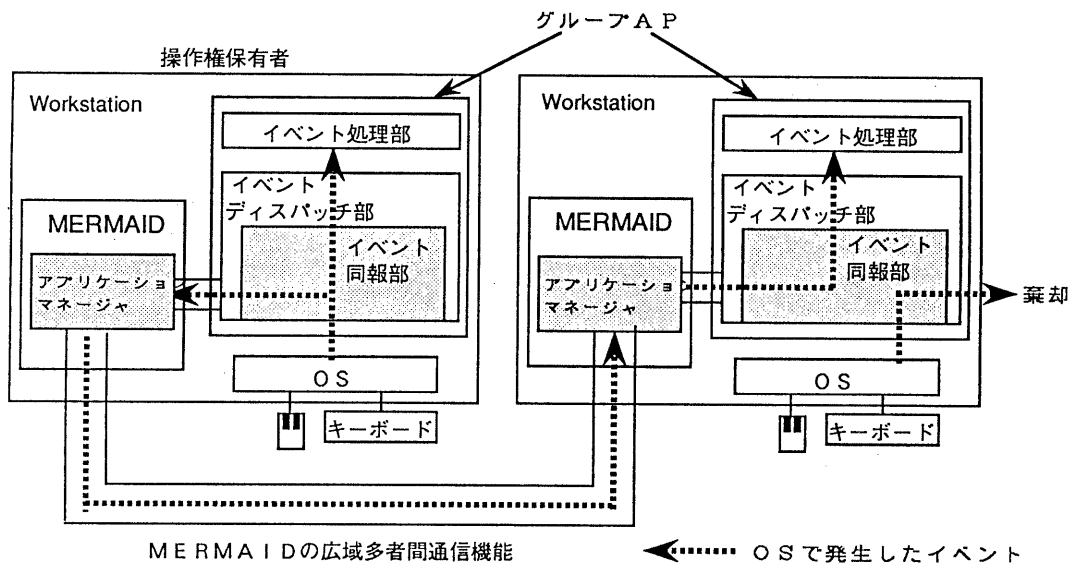


図 4: 分散制御による A P 共有方式

るグローバルイベントと自WSのみで処理されるローカルイベントの2つに分類できる。例えば、参加者がウィンドウをスクロールした時、スクロールイベントが発生し、スクロール処理によって再描画イベントが発生する。スクロールイベントはグローバルイベントであり、再描画イベントはローカルイベントである。

分散したグループ A P で発生したグローバルイベントを同時に交換すると、各サイト毎に異なった順番で届く場合が起こる。入力イベントの一貫性を保証するために、操作権を設定する。操作権保有者のグループ A P においてイベントが発生すると、イベント同報部はグローバルイベントをすべてのサイトに同報する。操作権を保有していない場合、自WSで発生したグローバルイベントは、イベント処理部の処理の対象からはずされる。

操作権の管理、移行制御はMERMAIDの操作権移行制御機能を利用し、MERMAIDにおいて操作権が移動すると、移動情報がグループ A P に通知され、イベント同報部はその通知に従ってグループ A P の操作権状態を変更する。

### (3) ウィンドウ管理

一般に、OSはAPが生成するウィンドウにローカルなウィンドウ識別子 (WinID) を割り当てることによって複数のウィンドウを管理している。WinIDはOSがイベントの発生

したウィンドウを識別し、そのウィンドウでイベントが処理されることを保証するために、イベント中の情報として含まれる。WinIDは同じAPが生成したウィンドウであっても、サイト毎に異なる。分散したグループ A P でグローバルイベントが送信元のウィンドウに対応するウィンドウで処理されるように、一意な (グローバルな) ウィンドウ名を設定する。イベント同報部は、グローバルウィンドウ名を割当て、ローカルなWinIDとの対応を管理する (図5)。

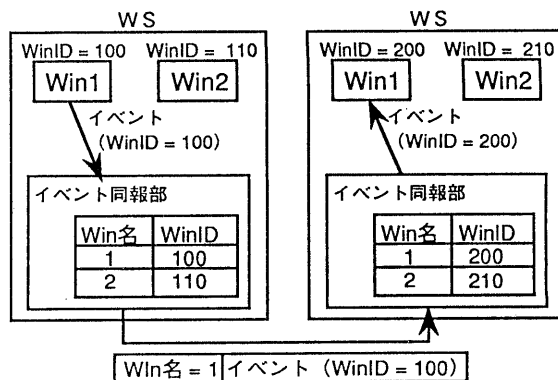


図 5: ウィンドウ識別子の変換処理

## 5.2 アプリケーションマネージャ

MERMA IDの基本機能である広域多者間のリアルタイム通信機能、操作権移行制御機能をグループAPが利用するためのインタフェースをアプリケーションマネージャは提供する。アプリケーションマネージャの機能を以下に示す。

### (1) グループAPの利用環境の統一・管理

すべてのWSでは、グループAPが実行できる環境でなければならない。イベント同報によって、分散したグループAPを協調制御させる場合、グループAPが起動時、実行時に利用する環境（ファイル名、環境変数など）が参加者毎に異なっていると、同一の実行結果を得ることができない。利用環境はユーザ毎に異なっている場合があるため、グループAPが利用する環境を一元管理し、要求に応じて各WSにコピーを行い、実行環境を統一する。

### (2) 複数のグループAPの管理

複数のグループAPの共有を可能とするために、アプリケーションマネージャはグループAPを識別し、管理するためにグローバルなAP識別子（APID）を設定する。

### (3) グループAPの起動

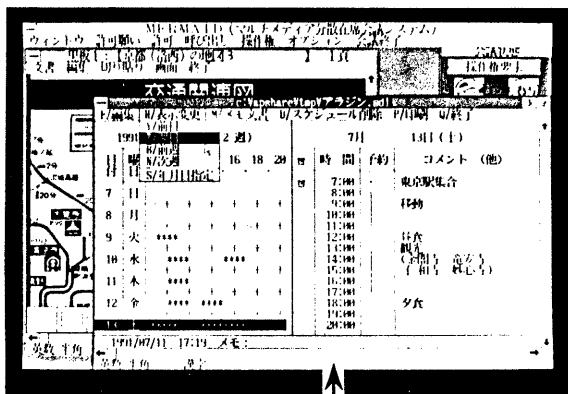
操作権保有者はグループAPを起動することができる。

## 6 AP共有制御の例

5章で述べた方式に従って、シングルユーザAPである文書編集APを修正し、グループAPとして共有した。グループ文書編集APによって、利用者は相談しながらリアルタイムで文書を編集を行うことが可能となり、協同文書編集の効率が向上する（図6）。

## 7 外部資源の制御

データベースプリンターなどの外部資源を利用しないグループAPの場合、5章で述べた方式によって分散したグループAPの協調制御が可能である。イベント同報部はイベントによって行われるグループAPの処理に関係なく、グローバルイベントを同報している。この方式を外部資源を利用するグループAPに適用すると、



協同文書編集APの画面

図6: 協同文書編集集中の画面

外部資源へのアクセスに関するグローバルイベントも同報され、分散したグループAPすべてが同じ外部資源へのアクセスを行う。外部資源への多重アクセスは、外部資源からの入力データの不一致、外部資源への冗長な出力などの問題を引き起こす場合がある。

例えば、操作権保有者がグループAPにおいて外部データベースから文書を読み込む操作を行った場合、その操作によってイベントが生成される。イベント同報部は、そのイベントをすべてのサイトに同報するため、各サイトのグループAPが同じデータベースへアクセスする。データベースが多重アクセスを許可していなかったり、すべての参加者がアクセス権を保有していない場合、すべてのサイトで同じ文書を読み込むことができなくなり、入力データの不一致が起こる。また冗長な出力の例として、グループAPからメールを出す場合が挙げられる。操作者がグループAPにおいてメールを出す操作を行うと、その操作によって発生したイベントがすべてのサイトに同報されるため、複数の同一内容のメールが届いてしまう。

外部資源を利用するグループAPの場合、グローバルイベントを同報するだけでは分散したグループAPの一貫性を維持できない。外部資源へのアクセスに関するイベントは同報せず、操作権保有者のグループAPにおいてのみ処理を行い、外部資源からデータを受け取った場合はそのデータをすべてのサイトに同報することによって一貫性を制御する。外部資源の種類や

アクセスの形態はグループAPによって様々である。従って、イベントの同報機能に加え、外部資源へのアクセスのイベントを識別し、AP毎の外部資源へのアクセス制御が必要になる。

図7に外部資源であるハイパーメディアデータベースへのアクセスを行うグループAP（シングルユーザAPの簡単な修正による）の例を示す。ハイパーメディアデータベースからのデータ読み込み処理のイベントは同報せず、操作権保有者のグループAPのみがデータを読み込み、その結果をすべてのサイトに同報し、分散したグループAP間の一貫性を制御している。この方法により、参加者全員が協調し、討議しながらデータベースを次々に検索し、共有することができるようになった。



ハイパーメディアAPの画面

図7: ハイパーメディアAPの共有

## 8 おわりに

本稿では、広域多者間分散在席会議システム：MERMAIDを基盤としたAP共有分散協調制御方式について述べた。グループAPの構築および既存のシングルユーザAPを簡単な修正のみでグループAPに変更することを支援するために、グループAPの構造および機能を検討した。MERMAIDを利用してAPを共有するために、イベント同報部をシングルユーザAPに、アプリケーションマネージャをMERMAIDに付加した。さらに、外部資源を利用するグループAPの制御方法について述べた。

MERMAIDの持つ基本機能である広域多者間のリアルタイム通信機能、操作権移行制御

機能は、分散したグループAP間の同期制御に有効であり、MERMAIDのグループウェアのプラットフォームとしての有効性が実証された。また本方式を様々なAPに適用することにより、広範囲のグループ協同作業を支援することが可能になった。

## 参考文献

- [1] 阪田, “CSCWにおけるマルチメディア技術” 計測自動制御学会 計測と制御 Vol.30 No.6 pp497-504 (1991).
- [2] 渡部他, “マルチメディア分散在席会議システムMERMAID” 情報処理学会論文誌 Vol.32 No.9 pp1200-1209 (1991).
- [3] K. Watabe, et al., “Distributed Multiparty Desktop Conferencing System: MERMAID,” *Proc. Conf. on Computer Supported Cooperative Work*, pp.27-36, October 1990.
- [4] K. Maeno, S. Sakata, T. Ohmori, “Distributed Desktop Conferencing System(MERMAID) Based on Group Communication Architecture,” *Proc. Conf. on ICC'91*, June 1991.
- [5] 大森, 前野他, “マルチメディア分散在席会議システム: MERMAID 一分散制御によるアプリケーション共有” 情報処理学会第43回全国大会 1-253.
- [6] 大森, 前野他, “マルチメディア分散在席会議システム: MERMAID 一分散制御によるアプリケーション共有” 電気情報通信学会技術研究報告 OS91-12.
- [7] C. A. Ellis, et al., “Groupware - Some Issues and Experiences,” *Communications of The ACM*, No.1, Vol.34, pp.38-58, January 1991.
- [8] J. C. Lauwer, et al., “Replicated Architecture for Sharing Window System: A Critique,” *Proc. Conf. on Office Information Systems*, pp.249-260, April 1990.
- [9] T. Crowley, et al., “MMConf: An Infrastructure for Building Shared Multimedia Applications,” *Proc. Conf. on Computer Supported Cooperative Work*, pp.329-342, October 1990.
- [10] S. R. Ahuja, et al., “A Comparison on Application Sharing Mechanisms in Real-Time Desktop Conferencing Systems,” *Proc. Conf. on Office Information Systems*, pp.238-248, April 1990.
- [11] S. Greenberg, “Sharing views and interactions with single-user applications,” *Proc. Conf. on Office Information Systems*, pp.227-237, April 1990.