

ゼミ形式の共同学習を支援するシステムの設計

木村 拓広, 佐藤 義則, 布川 博士

宮城教育大学

コンピュータとネットワークを使用し,小人数で行われるゼミ形式の共同学習を支援するシステムの設計を行う. このシステムは発表者が HTML で書かれたプレゼンテーションシートを用いて複数の参加者に内容をプレゼンテーションするためのものである. また,司会者によるプレゼンテーションのコントロールが可能であり,プレゼンテーションの内容を記録して別時間にプレゼンテーションの内容を再現することができる.

A design of multimedia collaboration system for 'seminar-type' collaborative learning

Takuhiro Kimura, Yoshinori Sato, Hiroshi Nunokawa
Miyagi University of Education

We designed a multimedia collaboration system that is implemented as a set of Java Applets and modal-specific servers. In this system, presenter designs his presentation plan as a sequence of "multimedia (containing text, graphic and movie data) presentation sheets" (MMPS) in HTML, that is preserved in "presentation sheets server" in advance and transferred to other members' client computers when seminar starts. For real-time synchronization of presentation among clients, any actions (ex. typing, speech) that members occur are recorded and managed by modal-specific server. As they are stored in "presentation/discussion database", this system can represent the presentation for other person later on. This system has three advantages over other systems: (1)moderator: moderator can manage discussion in this system by controlling members' access permission for MMPS, (2)platform-free: this system works with WWW browser on any platform, no other additional tele-conferencing system is required, (3)well load-balancing: designed as a set of modal-specific servers, this system has potential for load-balancing over the network.

1. はじめに

近年,空間的に分散したユーザの共同作業をコンピュータで支援する CSCW(Computer Supported Cooperative Work)という分野での研究が盛んである.同時に,教育分野ではこれらの研究を背景とした,複数のユーザが共同で行う学習を支援するシステムである CSCL(Computer

Supported Collaborative Learning)の研究が注目を集めている.

これらのシステムではユーザ間のコミュニケーションに用いられるメディアの選択,評価が重要であるが,さまざまなメディアを利用した際の効果の評価を行っている研究は非常に少なく,また評価のためのシステム運用を行っている研究も少ない.ここでのメディアとは情報を受け渡しする際の媒体である.

我々は比較的小人数(5~6人程度)で行われるゼミ形式での共同学習を対象とした支援システムの構築とその運用を行うことで、さまざまなメディアを利用した際の効果を評価することを目的とした研究を行っている。

本稿ではこの支援システムへの要求とそれらを満たすための機能の検討を行い、検討した機能を実装したシステムの設計を行う。

2. 現在行われている研究

現在研究が行われている分散共同作業、協調作業を支援するシステムには表1のようなものがある。

(1)遠隔授業支援システム^[1]

生徒40名が電算機演習室にいて、遠隔地から教官が授業を行う形式の遠隔授業を支援するシステムである。

共有カーソル及び教材となるカード型データベースの表示連動機能によって授業の支援を行い、教官が入力した音声及び教官の画像はスピーカー、プロジェクターを通して生徒に伝えられる。また、質問などのやり取りの際には教官用計算機と生徒用計算機が一对一で通信を行う。このシステムでは非同期の利用は考慮されていない。

このシステムはMacOS上で動作するカード型データベースWadaman、テキスト専用通信アプリケーションNetGear、音声・画像通信アプリケーションを用いて実装されている。

(2)View Classroom^[2]

ネットワークを介して地域・時間的に分散した教育学習活動の協調ハイパーメディアによる支援を研究の目的としたシステムである。

このシステムは共有カーソル、共有ウィンドウ(自由に書き込みのできる共有ボードを含む)、対話内容及び表情(カメラ映像)のプロードキャストによって教師と学生の一連の活動を支援し、質問の自動生成、自動回答機能によって遠隔教育における質問回答における問題点を解消する。また授業中の生徒の反応を自動収集し、抽象表現による提示を教師に対して行うことで教師が対話を行う生徒の選択を支援する。

講義は別時間での再生が可能であり、講義の記録は自動回答などに利用される。

このシステムはUNIX上でプロトタイピングが行われており、Tel/Tk及びTel/Tkに対する分散プログラミングを行うための拡張であるTel-DP(Tel Distributed Programming)、グループウェアアプリケーションを開発するための環境を提供するツールキットであるGroupKitを用いている。

(3)遠隔ゼミ支援システム^{[3][4]}

ネットワークで接続されたパーソナルコンピュータと比較的安価な入力機器を用いて遠隔地間でのゼミを支援することを研究目的としたシステムである。

このシステムは共有カーソル、発表用テキストとなるカードめくり連動、音声と動画のプロードキャストによって遠隔ゼミを支援する。このシステムでは非同期の利用は考慮されていない。

このシステムはMacOS上で動作するカード型データベースWadamanにグループウェア機能を付加したRemoteWadaman、画像・音声コミュニケーションツールNetGearを用いて実装されている。

(4)UniversalCanvas^[5]

参加者が状況の変化に応じて柔軟に対応可能な「自由度」の高い共同作業システムの構築を目的としたシステムである。

共有ホワイトボード、カメラによる静止画像、テキスト入力による会話機能を用いて共同描画を支援する。また描画結果は保存され、後で結果を参照することが可能である。

このシステムはWWWブラウザ上で動作するJavaアプレットとして実装され、異機種間接続を可能としている。またHTTPサーバとしてJavaプログラムであるServletを用いている。

システム名称	遠隔授業支援システム[1]	View Classroom[2]	遠隔ゼミ支援システム [3][4]	UniversalCanvas[5]	郡元[6][7]	本システム
研究目的	遠隔地から生徒に対して行う遠隔授業の支援	ネットワークを介して地域・時間的に分散した教育学習活動の協調ハイパーメディアによる支援	ネットワークで接続されたパーソナルコンピュータと比較的安価な入力機器を用いた遠隔地間でのゼミの支援	参加者が状況の変化に応じて柔軟に対応可能な「自由度」の高いシステムの開発	グループによる知的生産活動である KJ 法を計算機上で模擬することでグループの発想を一貫して支援	分散共同学習支援システムの構築 さまざまなメディアを利用することによる効果の評価
利用対象	生徒 40 名が電算機演習室において遠隔地から先生が行う授業	空間的に分散した教師と学生による、ネットワークを介して行われる講義	900 キロあるいは 1500 キロ離れた 2 地点/3 地点を結んだ遠隔ゼミ	空間的・時間的に分散した利用者による共同描画	空間的に分散した学生による KJ 法学生実験	空間的に分散した学生によるゼミ形式の共同学習
使用計算機	MacOS	UNIX	MacOS	UNIX (サーバ) Netscape3.0 以降が動作する計算機(クライアント)	MacOS	UNIX(サーバ) Netscape3.0 以降が動作する計算機
開発言語 使用ソフトウェア 使用ツール	NetGear(画像/音声コミュニケーションツール) Wadaman(カード型データベース)×2	Tcl/Tk Tcl-DP(Tcl Distributed Programming)	NetGear RemoteWadaman (HyperTalk 使用)	Java Servlet(Java プログラム)	Wadaman 分散型 KJ 法支援ソフト	Java(クライアント) C (サーバ)
同期利用のための機能	共有カーソル カードめくりの連動 1対1での音声,カメラ映像のブロードキャスト グループ化 質問生成及び回答の自動化 反応の自動収集と抽象表現による表示	共有カーソル 共有ウィンドウ (共有ボード) 1対1での音声,カメラ映像のブロードキャスト グループ化 質問生成及び回答の自動化 反応の自動収集と抽象表現による表示	共有カーソル カードめくりの連動 音声,カメラ映像通信	共有ホワイトボード 静止画像通信 テキストによる会話	チャット (テキストベース) 共有画面(島/文章) 音声のブロードキャスト	共有カーソル ページ変更連動 音声のブロードキャスト 司会による入力の管理
非同期利用のための機能	なし	講義の再生 質問の自動回答	なし	共同描画データの蓄積と閲覧	KJ 法実行結果の保存と再利用	プレゼンテーション及びディスカッションの記録及び再生

表 1. 現在研究が行われている共同学習支援システム

(5) 郡元^{[6][7]}

グループによる知的生産活動である KJ 法を計算機上で模擬することでグループの発想を一貫して支援することを目的としたシステムである。

このシステムは空間的分散環境での KJ 法学生実験を行うためのシステムである。

共有画面, テキスト入力によるチャット, 音声のブロードキャストによって KJ 法を計算機上で実行することを可能とする。また作業終了時には KJ 法の実行結果がデータベースに記録され、後で参照することができる。

このシステムは MacOS 上で Wadaman 及び分散型 KJ 法支援ソフトを用いて実装されている。

3. 共同学習支援システムの設計

3.1 定義

本研究でいう共同学習支援システムとは「コ

ンピュータ及びネットワークを使用して、同期及び非同期での共同作業環境における学習を支援するシステム」のことである。またゼミ形式とは「発表者が事前に用意したテキストを用いてプレゼンテーションを行い、プレゼンテーションの後に参加者による質疑応答や討議が行われる共同学習の形式」をいう。

本研究で構築, 運用を行うシステムの具体的な利用対象としては研究室で行われる研究発表や論文紹介等のゼミ, 複数の遠隔地間を結んで行われる遠隔ゼミ等が考えられる。

3.2 システムへの要求

我々は以下の 4 点をシステムに対する要求とした。

(1) 既存のネットワーク及び計算機上で動作すること

高速な専用回線で接続されているなどの条件が必要である場合はシステムの利用環境が大きく限定されてしまうため、既存のネットワーク

(Ethernet 等)及び計算機環境で利用できることが必要である。

また通常の電話回線,ISDN 等を利用してダイヤルアップ形式でネットワーク接続された計算機や,PHS 等を利用した移動体通信が可能な計算機上からも本システムを利用できることが望ましい。

(2) マルチメディアプレゼンテーションシートが利用可能であること

発表者がプレゼンテーションに用いるテキストは現実のプレゼンテーションで用いるものと同様に図や表を利用可能でなければならない。

また効果的なプレゼンテーションを行うためには動画像,音声等を含むプレゼンテーションシートを利用できることが必要である。

(3) 司会者によるゼミのコントロールが可能であること

質疑応答や討議が適切な方向性を持って進行するためには,まとめ役的役割を持つ参加者による質疑応答や討議のコントロールが必要である。

本研究ではこのようなまとめ役的参加者を司会者と呼ぶ。

(4)ゼミの内容記録及び別時間での再生が可能であること

ゼミに参加できなかった人が,記録を利用して質疑応答,討議を含むゼミ全体を再現できる必要がある。別時間での再生は,本研究の目的である「メディアを利用した際の効果の評価」にも必要である。

3.3 実装機能の検討

3.2 項で述べた要求を満たすため,以下のような機能についての検討を行った。

(1) HTML を利用した図表の自由な挿入

発表用テキストとして HTML を使用し,プレゼンテーションシート内に図表等の文字以外のデータを自由に挿入することを可能とする。

また,HTML を利用することによって既存の HTML Editor をプレゼンテーションシート作成時に利用でき,このプレゼンテーションシートを参加者全員に配布することで画面の共有を実現することができる。

(2) 音声と共有カーソルによる発表,議論の支援
参加者の表情を表示するためのビデオ映像を

用いず,音声及び音声に同期して動作する共有カーソルを使用することによって発表及び議論の支援を行う。

共有カーソルは発言者の画面に表示されているマウスカーソルと同じ位置を指すカーソルを各参加者のウィンドウ上に表示するものであり,現実世界でプレゼンテーション等に利用されるポインタに相当する。

(3) 画面への書き込みとメモ

各参加者の画面に表示された発表用テキスト上に透明な仮想ウィンドウを重ねることによって,画面内への書き込みを可能とする。

画面への書き込み結果を全参加者に反映させることで書き込んだ内容の共有が行われる。このような書き込みは討議等を行う際に有効な補助となる。

また,書き込み結果を参加者個人のものとすることで,現実世界での配布物に書き込むものと同様のメモをプレゼンテーションシートに書き込むことが可能となる。

(4) テキスト変更連動

発表者のテキスト変更に関連して参加者の表示しているテキストを変更することによって発表者と参加者の情報共有を実現する。

(5) 司会による入力権管理

音声の入力及び共有カーソルの操作管理を行う司会用クライアントを作成する。この管理をここでは入力権管理と呼ぶ。

入力権管理方式を採用することで,司会者による質疑応答,討議のコントロールが可能となる。

(6) サーバによる音声,操作の記録と記録の再生による別時間利用

サーバにプレゼンテーション用テキスト及び音声,操作を記録し,後日テキストの参照及びゼミの再現ができるようにする。

(1)~(4)によって要求の(1)(2)が満たされ,また(5)によって要求の(3)が,(6)によって要求の(4)がそれぞれ満たされる。したがってこれらをシステムに実装することにより,システムに対する要求を全て満たすことができる。

3.4 システム設計

(1) 分散構造

本システムは音声,プレゼンテーションシート,共有カーソルの各サーバ及び参加者用,司会者

用の各クライアントからなる。図1に本システムの構成を示す。

サーバでは発表者や質問者から送信されたカーソル操作や音声、プレゼンテーションシート上のデータベースへの記録と各参加者への送信を行う。

メディアごとにサーバを独立動作させることで多数のコンピュータへの負荷の分散を可能とする。

司会者用クライアントは参加者の入力権切り換え要求を司会者に通知し、サーバに対して入力権の切り換えを指示する。また各参加者のデータ送受信状況等のゼミ進行に必要な情報の提供を司会者に行う。

参加者用クライアントは実際にプレゼンテーションシートを表示し、発表者や質問者のカーソルを音声出力と同期させて表示することで情報の共有を行う。

発表者を含む全参加者が同一の参加者用クライアントを使用し、司会者は参加者用クライアントに加えて司会者用クライアントを使用する。

(2)データ転送

本システムでは発表者及び質問者が入力した音声、カーソル操作、ページ切り替えのデータに同期番号をつけ、分割して各メディアを担当するサーバへ送信する。

音声の入力レベルをデータ分割の基準とすることで転送遅延による音声の途切れを防止する。

発表者、質問者以外の参加者用クライアントで

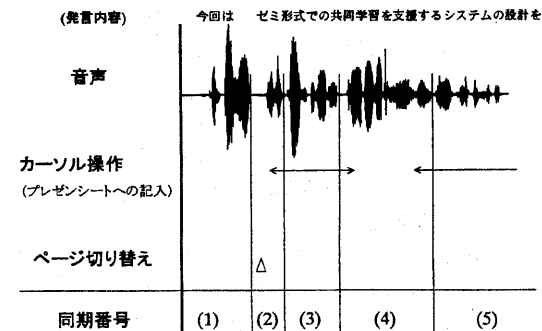


図2.転送データ分割例

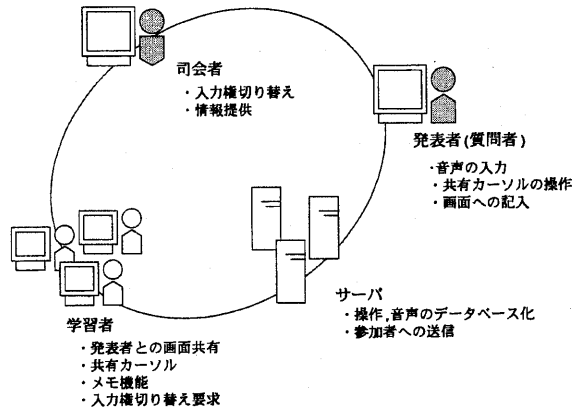


図1.システム構成

は、同一の同期番号を持つ全メディアを受信した時点で音声の再生及び共有カーソルの表示を開始することで各参加者の画面表示と音声出力との同期を取ることが可能である。

(3) プレゼンテーションシート

本システムでは発表者が HTML を利用して作成したプレゼンテーションシート原稿及び図表等からプレゼンテーションシートをサーバ上で生成して使用する。

プレゼンテーションシートの表示を全参加者で同一のものとするので、表示が一致しない場合と比較して容易に共有カーソル及びシート内への記入結果の共有を実現することができる。

(4)参加者用クライアント

参加者用クライアントの画面例を図3に示す。参加者用クライアントの共有部分にはプレゼンシート及びプレゼンシートへの書き込み、共有カーソルが表示され、さらにこの上にはメモを書き込むことができる。

プレゼンシートへの書き込み、共有カーソル、記入したメモは表示非表示を切り替えることができる。

共有部分の下にはプレゼンテーションのページ数及び現在のページ番号が表示される。ページ自動変更は無効にして手動でページを切り替えることもでき、そのためのアイコン及びページ入力欄が表示されている。

質問等のために発言したい場合は入力権切り替え要求ボタンを押すことで司会者に対し切り替え要求を出すことができる。

操作権を持っている場合には操作権表示部が

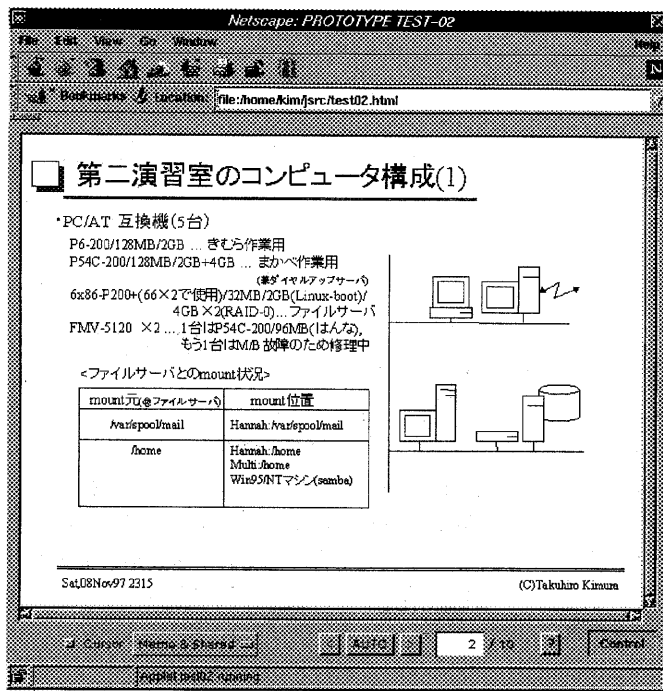


図 3.参加者用クライアント

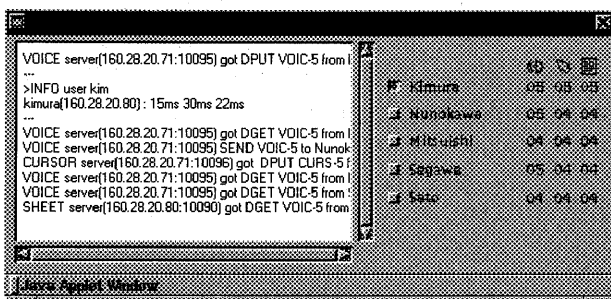


図 4.司会者用クライアント

ハイライト表示され、音声の入力、カーソル操作、画面への書き込みを利用して発言を行うことができる。発言内容はサーバへと送信され各参加者へ反映される。

発表者以外の参加者にはゼミ開始時にサーバからプレゼンテーションシートが送信される。また発表者はゼミ開始時にサーバへプレゼンテーションシートで利用する HTML や図表等を送信することができる。

非同期利用の際は再生、一時停止、終了、早送り/巻き戻しを行うためのボタンが質問ボタン及び

操作権表示部の代わりに表示される。

(5)司会者用クライアント

司会者用クライアントの画面例を図 4 に示す。

司会者用クライアントでは参加者の一覧と送受信の状況、操作権切り替え要求の有無、サーバの状態が表示される。

また、参加者名の前にあるボタンを押すことで操作権の切り替えを行うことができる。

(6)サーバ

音声、共有カーソルの各サーバはそれぞれデータベースを持ち、発表者などから送信された入力結果を保存する。また、入力結果は同時に入力者以外の全参加者に送信される。

非同期での利用時には参加者用クライアントからの要求に応じてデータベースの読み出しとクライアントへの送信を行う。

プレゼンテーションシートサーバではゼミ開始時に発表者から送信された HTML 及びプレゼンシート内に含まれる図や表などからプレゼンテーションシートを生成し、全参加者へのプレゼンシート配布を行う。また、同期利用時にはページ切り替え情報の通知及び司会者によるゼミ管理コマンドの参加者への送信を担当する。

1 つのサーバプロセスは 1 つのメディアを担当するが、クライアントから担当メディア以外のメディアの送受信要求があった場合にはそのメディアを担当する別のサーバと通信を行うことで仮想的に全てのメディアを送受信可能とする。

これはネットワークに問題が生じ、クライアントが直接あるメディアを担当するサーバに接続できなくなった場合などに有効である。

(7) 通信用コマンド

実際のサーバ-クライアント間の通信に用いるコマンドは表 2 のようなものである。これらを用いることで図 5,図 6 のような同期、非同期での利用が可能となる。

コマンド	内 容
ユーザ認証, 同期・非同期選択	
QUIT	接続を切る
USER <i>username</i>	ユーザ名
PASS <i>password</i>	ユーザ認証
MODE [<i>sync async</i>]	同期/非同期の選択
同期利用	
SPUT <i>page# filename</i>	プレゼンシートに必要なファイルのサーバへの転送
SGET <i>page#</i>	プレゼンシートを得る
DPUT [<i>curs voic page div#</i>]	カーソル操作/音声/ページ切り替えの送信
DGET [<i>curs voic page div#</i>]	カーソル操作/音声/ページ切り替え, 司会者からの操作権/ゼミ管理コマンド等の受信(引数でデータ, 分割番号の指定も可能)
BEGN <i>title reportername</i>	ゼミの開始
END	ゼミの終了
STOP	ゼミの中断
CREQ [<i>on off</i>]	操作権切り替えの要求/取り下げ
CCHG <i>username</i>	操作権の切り替え
INFO [<i>user sheet server error</i>]	現在のユーザ情報/ゼミのプレゼンシート枚数/サーバ情報/エラー発生状況を得る
QUIT	接続を切る
非同期利用	
LIST	保存されているゼミのリストを得る
DSEL	保存されているゼミのどれを再生するか選択
SGET <i>page#</i>	プレゼンシートを得る
DGET [<i>curs voic page div#</i>]	指定した分割番号のカーソル操作/音声/ページ切り替えを受信
INFO [<i>sheet server error</i>]	現在のサーバ情報/エラー発生状況を得る
RINF [<i>user sheet server error</i>]	保存されているゼミを行ったときのユーザ情報/プレゼンシート枚数/サーバ情報/エラー発生記録を得る
QUIT	接続を切る

表 2. コマンド一覧

(8)実装方式

マルチプラットフォーム化に対応し,多くの計算機環境で本システムを利用できるようにするには,Java Applet として参加者用クライアント及び司会者用クライアントを実装し,Netscape Navigator などの WWW ブラウザ上などで実行する方法が有効であると考えられる。

本システムでは WWW ブラウザ以外にビデオ会議システムなどを併用せず,全ての共同学習支援機能を Java Applet として実装することによってマルチプラットフォーム化へ対応し,ユーザインタフェースの統一及び音声とその他の支援機能の同期を実現する。

4. おわりに

本稿ではゼミ形式で行われる,計算機を利用した分散共同学習を支援するシステムの設計と通信プロトコルの定義を行った。

現在,本システムは JDK(Java Development Kit)1.1 を利用してクライアントの実装中である。今後,実利用を通して他のシステムとの比較検討を行う予定である。

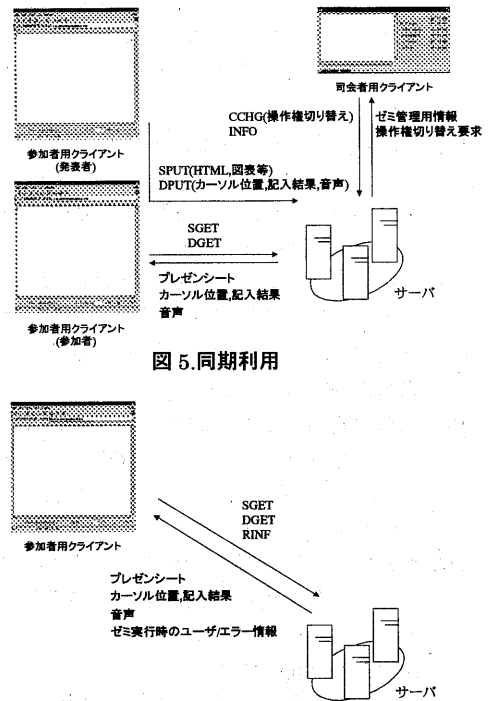


図 6. 非同期利用

5. 参考文献

- [1] 宗森純, 由井園隆也, 井上穰, 長澤庸二: 遠隔授業支援システムの提案, 情報処理学会研究報告 96-GW-17, 1996, pp.25-30.
- [2] 香川修見, 神谷泰宏, 今井裕之, 上林彌彦: 遠隔教育システムにおける効率的な質問回答の支援, 情報処理学会研究報告, 96-GW-17, 1996, pp.49-54.
- [3] 吉田尅, 宗森純, 首藤勝: 遠隔ゼミ支援システム RemoteWadaman の開発と適用, 情報処理学会研究報告 97-DPS-82, 1997, pp.39-44.
- [4] 吉田尅, 宗森純, 首藤勝: 遠隔ゼミ支援システムの3地点運用を考慮した改良, 情報処理学会研究報告 97-GW-22, 1997, pp.1-6.
- [5] 池端裕子, 安達理: Java を用いた WWW ページ上での自由度の高い統合型協同作業支援システム: UniversalCanvas, 情報処理学会研究報告 97-GW-22, pp.43-48.

- [6] 由井 薫隆也,宗森純,水野和生,長澤庸二:発想支援グループウェア郡元の機能実現とその評価, 情報処理学会研究報告 97-DPS-82,1997,pp.45-50.
- [7] 杉野陽一,宗森純,由井 薫隆也,首藤勝:インターネットを介して実施した分散協調型 KJ 法に関する考察. 情報処理学会研究報告 97-GW-23,1997,pp.43-48.
- [8] 井口信和,高坂知子,内尾文隆,津田達: マルチメディア型遠隔技術相談システムにおける QoS コントロール機能,情報処理学会研究報告,96-GW-17,1996,pp.7-12.
- [9] 二階堂義明,下田宏,高橋信,吉川榮和: WWW を用いた CAI システムの構築と評価実験, ヒューマンインターフェース vol.12,1997,pp.325-332.
- [10] 大林史明,石村英樹,下田宏,吉川榮和: インターネットを用いた教育環境の構築と評価, ヒューマンインターフェース vol.12,1997,pp.319-324.
- [11] 炭野茂男,三村到,亀山達也,鈴木敏明,伊達哲:議事推移モデルを用いた知的遠隔会議支援に関する検討, 情報処理学会研究報告,95-GW-11,1995,pp.13-18.
- [12] 由井 薫隆也,宗森純,長澤庸二:発想一貫支援グループウェア郡元の学生実験への適用, 情報処理学会研究報告 ,95-GW-11,1995,pp.43-48.
- [13] 河合智明,大矢崇,波瀾健,坂内祐一,田村秀行:Active Awareness:遠隔操作可能なカメラを用いた能動的状況把握, 情報処理学会研究報告,95-GW-11,1995,pp.49-54.
- [14] 樋口文人,伊賀聡一郎,安村通晃: 留学生のための World Wide Web 上での学習支援システム, 情報処理学会研究報告 97-HI-72,1997,pp.49-54.