

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

池端 裕子 安達 理
立命館大学理工学部

本稿では, WWW ページ上で参加者が作業状況や意思の様々な変化に柔軟に対応できる「自由度の高い」, 統合型協同作業支援システム “UniversalCanvas” のデザインとそのプロトタイプの実装について述べる. UniversalCanvas は, (1) 静止画像による参加者のアウェアネスや存在の認識, (2) ビデオカメラによるゲイズアウェアネス及び周囲の状況把握, (3)Java を用いて WWW ページ上に構築することによる異種機間接続, (4)Java アプレットと WWW ブラウザとの連携によるプレゼンテーションの効率的支援, (5) デジタル美術館構築による異文化間交流の促進を目指しており, 参加者全体の一体感を実現させることを可能にしている. 我々は, 1995 年 11 月以来このシステムを公開した結果, 世界中の約 5 千人の人が利用しており, 高い評価を得た. 本稿では, 被験者の指摘に基づく評価についても述べる.

An integrated collaboration system that has greater flexibility in World Wide Web by using Java : UniversalCanvas

Yuko Ikehata Osamu Adachi

Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University

The paper describes the design and implementation of an integrated collaboration system “UniversalCanvas” which has enough “flexibility” that enables participants to deal with a variety of working conditions and exchange ideas. UniversalCanvas features (1)participants' awareness and considers member's spatial position by using still images, (2)participants' gaze awareness and circumstantial judgement by video camera, (3)generic and practical system implemented by using Java Applet on World Wide Web, (4)an efficient presentation by cooperation of Java Applet with a World Wide Web browser, and (5)further cross-cultural communication by implementing digital art museum. Hence, all participants can feel a certain sense of togetherness and unity can develop among them. About five thousand people all over the world used UniversalCanvas since November 1995 and our works are highly regarded. Our initial observations based on this experiment are also reported in this paper.

1 はじめに

近年、通信技術やパソコンの普及に伴い、協同作業支援システムの研究が盛んに行なわれている。Team-Workstation [1] や MERMAID [2], PMTC [3] などに代表される同期・遠隔型の協同作業を支援するデスクトップ会議システムでは、動画像を使用しており、参加者の端末同士が B-ISDN 等高速回線で接続される必要があるなど、限られた環境でしか使えない。また、シームレスな協同描画メディアである Clear-Board [4] の場合、偏光板、半透明スクリーンなどの高価で特殊な機器を使用しているため、現段階では一般的な環境での実用化は実現されていない。そこで WWW(World Wide Web) の普及に伴い、WWW をベースとした、処理能力の低いコンピュータでも動作可能なシステムの構築が求められている。

WWW ページ上に実現した同期・遠隔型の協同作業支援システムの一例として BrowserMagic [5] があげられる。これは、静止画像を用いて相手のアウェアネスを伝達する手法に着目している。また、Java を用いて WWW ページ上にシステムを構築することで「異種機間接続」の問題を解決しており、有効的な手法を提案していると考えられる。しかし、事前に用意した静止画像を使用するのみでは、相手やその周囲の雰囲気から成立する、「各個人の存在感」の伝達は不十分に思われる。従来の WWW 上での同期・遠隔型の協同作業支援システムの場合、協同作業結果の蓄積、再利用の支援に欠けている。

WWW 上での非同期・同期型の統合型の協同作業支援システムの一例としては、NEC 社によるマルチメディアグループウェアシステムがあげられる [6]。これは、デスクトップ会議システム (DTC) とビデオ・オン・デマンド (VOD) と WWW を統合したもので、会議や VOD へのアクセスが WWW ブラウザを操作するだけで可能で、DTC, VOD, WWW をシームレスに利用できる効果がある。しかし、ゲイズの伝達の観点からは困難に思われる。従来の非同期・同期型の統合型の協同作業支援システムの場合、ATM 網といたった限られた環境で高価な機器を揃えなければならないという問題がある。

我々は、1995 年に、Java による WWW ページ上でヒューマンインターフェースを考慮した遠隔協同作業支援システムを完成させた (1995 年 HotJava コンテスト実行委員会主催 HotJava コンテスト出品)。このシステムでは、複数の参加者間でのチャットや協同描画といった基本機能が存在する。

本研究では更に、各参加者間が状況の変化に応じて柔軟に対応可能な、「自由度」の高いシステムを開発した。

2 本研究の目的

本研究では、作業中の状況に応じて、「自由度」の高い協同作業支援システム、つまり、刻々と変化する参加者の状態と要求に柔軟に対応可能な協同作業支援システムを構築することを目的とする。また、低容量のネットワーク環境でも利用可能で、「いつでも」、「どこでも」、「誰とでも」使え、「どんな形式のコミュニケーション (非行式/公式)」でも可能なシステムを目標とする。

そのためには、

- 他の参加者の存在感やアウェアネスを考慮したシステム
- 映像を用いたゲイズアウェアネス及び周囲の状況の把握
- 非同期型と同期型を統合したシステム
- WWW の持つグローバルな情報が共有可能なプレゼンテーションの効率的な支援
- クライアントを Java で構築することにより異種機間接続の問題を解決
- 異文化間交流を考慮したデジタル美術館

を実現させることにより、参加者全体の一体感やシステムの自由度を高める。

3 非同期型・同期型の統合

協同作業支援システムの時間的特性において、非同期型の支援は、いつでもどこからでも欲しい情報入手し、蓄積されている情報の共有をはかるものであり、同期型は、画面共用や協同描画など、同時に行う作業を支援するものである。これらの間に存在する壁を取り外し、お互いの機能を持ち合わせ統合することにより、システム全体の自由度の高い支援が求められる。

そこで我々は、WWW ブラウザによる非同期型の情報の共有システムと、Java による WWW ページ上での同期型の遠隔協同作業支援システムを統合することで、これを実現する。

4 システムの概要

4.1 各参加者の実体に見立てたユーザ・ウィンドウ

現在多くの遠隔協同作業システムでは、参加者間の一体感や存在感の薄れ、疎外間の現われなどの問題がある。

そこで、会議に参加すると、各参加者のディスプレイ上に図 1 に示すような全参加者の各々の実体に見立てたユーザ・ウィンドウが開くこととする。この各ウィンドウにより、各ユーザの状態やアクション、その周囲の環境が動的に伝達可能なだけでなく、各参加者の存在が意識できるものとする。

4.1.1 非公式なコミュニケーションの支援

人は初対面の人とコミュニケーションをする場合、相手の表情や会話の内容などの断片情報を手掛かりとして、その人の性格・能力・背景・感情などを想像し、次に相手がどのような行動を取るかを予測している。(このようなプロセスを対人認知過程という) [7]. この後、相手に対する必要性があればコミュニケーションは更に発展する [8]. すなわち、非公式なコミュニケーションを支援するためには、相手の状態やその周囲の環境といった情報が、コミュニケーションの発展に極めて有効な役割を果たすことが分かっている。

4.1.2 公式なコミュニケーションの支援

企業組織内の公式なコミュニケーションでは、「上司は部下を監督する」、「ある事柄に対し誰が責任を負っているか」といった、職位相互の関係が明確となっている [8]. よって上司と部下は、お互いの意見を明確に聞きとり、判断することが必要となる。

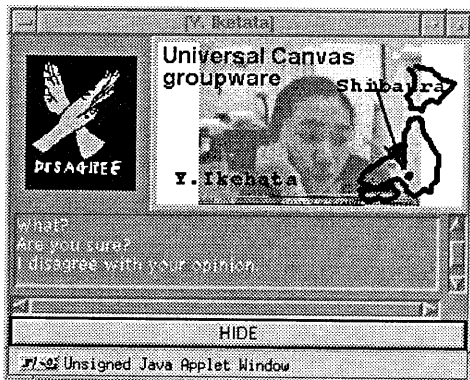


図 1: ユーザ・ウィンドウ

4.1.3 ユーザ・ウィンドウの各機能

- 映像によるゲイズ及び周囲の状況の伝達
映像は、相手の状況を確認するには、低い画像品質でも十分理解できることが期待できる。各参加者及びその周囲の状況を一見して把握が可能だけでなく、その場その場で予期していなかったことを表現する手段として効果的である [10].

また、「ガラス版を挟んで、お互いの顔を見ながら協同作業を行う。」というコンセプトによる ClearBoard [4] では映像によるビデオアウェアネスの効果が報告されている。

そこで、カメラ・サーバから得られた参加者の静止画像を描画状況を示すキャンパスの背景として数秒毎に表示させることとする。これにより、同時に複数の参加者がお互いガラス越しに協同描画をしているような状態を得ることができ、一体感が増すことを可能とする。

- ジェスチャ、顔表情、状況の抽象的表現による意思及び状況の伝達
人は無意識のうちに、ジェスチャなどの非言語的な情報を多く利用している。そこで、あらかじめ用意しておいたジェスチャ(賛成、不賛成、OKなどのサイン)と顔の表情(笑っている、怒っている、泣いている)の静止画像を自動的/意図的に切り替えることとする。これにより、相手の状況や意思を視覚的、直観的に認識できる。
- 誰が何を描いているかの伝達
共有ホワイトボードを複数の参加者間で同時に利用する時、各参加者毎のマウスカーソルを一度に表示しても、誰が何を描いているか認識することは難しい。

そこで、各ユーザ・ウィンドウ上に各参加者の描画状況を示すことにより、即座に誰が何を描いているかを認識することを可能にしている。

- 誰が何を発言しているかの伝達
従来のチャットでは、一つのウィンドウ上にユーザの名前と発言が時系列に出力されるものであり、発言者が誰であるかの認識はその名前を目で追って見ることにより得ていた。しかし、現実の会話の中では発言者の視線、表情、口元の動き等の視覚的情報が付加される [9].

そこで、発言者のユーザ・ウィンドウ上に発言内容のみを表示することにより、誰が発言をしているのかという認識を即座に得られるようにする。発言中は、発言者のユーザ・ウィンドウ上で視覚的效果を与え、より認識効果を高める。

- 参加/退席の伝達
参加者の参加/退席は、ユーザ・ウィンドウが発生/消滅することにより、視覚的に伝達している。

4.2 Java アプレットと WWW ブラウザの連携によるプレゼンテーション手法

現在 WWW サーバは世界各地からグローバルな情報を提供している。また WWW ブラウザは、様々

なマルチメディアデータを取り扱うことが可能になっている。

そこで、遠隔会議において使用するプレゼンテーションの資料(データ)を効率的に相手に伝えるため、クライアントの Java アプレットとそれを起動している WWW ブラウザの 1 ウィンドウとを連携させる。

発表者は、あらかじめ用意しておいた資料のある URL、または参照したい URL を指定する。すると全参加者の新しい WWW ブラウザのウィンドウ上に、指定された URL が自動的に開かれる。これによりあたかも WWW ブラウザの 1 ウィンドウをお互いに共有し合っているような状態が実現可能である。このプレゼンテーション機能の流れを図 2 に示す。

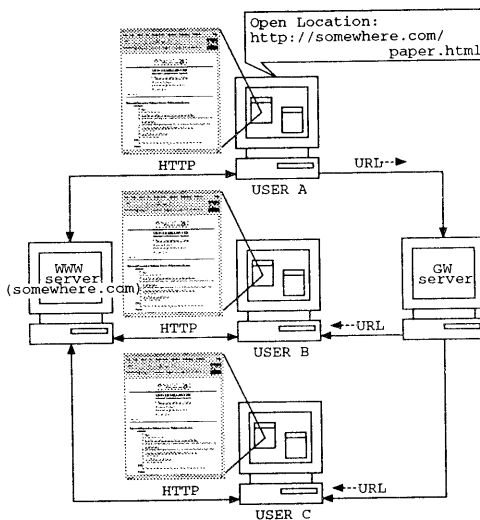


図 2: WWW ブラウザを利用したプレゼンテーション

4.3 蓄積・非同期型のシステム設計

協同作業では、結果を保存し、いつでも、どこからでも参照、再利用することが望ましい。

そこで、協同/個人での描画データや、電子掲示板によるデータの保存を可能にする。また、いつでもどこからでも WWW ブラウザさえあれば、目的とする共有データを参照することができ、再びそのデータを加工することも容易な柔軟性のある蓄積・非同期型としての共有システムを実現する。

- 異文化間交流を考慮したデジタル美術館: UniversalGallery
「絵画」を目的とした協同描画データは、WWW サーバ上に蓄積し、自動的にデジタル美術館 (UniversalGallery) に拡張させる。

これは、我々のもう一つの目的である、「異文化間での知識の共有と交流の促進」のためである。世界中の人々に、言葉やジェスチャの解釈だけでは伝えられない、文化や価値観に対する「相互理解」を感性や心理を自由に表現できる「絵画」を協同/個人で描くことにより実現させている。

5 プロトタイプの実装

本システムは、クライアントである Java アプレット、協同作業を実現するグループウェアサーバ、そして Java アプレットを提供する WWW サーバからなる。また、クライアントからの要求の処理は、WWW サーバにより実行される servlet という Java で記述されたプログラムにより行う。図 3 にシステムの概略を示す。

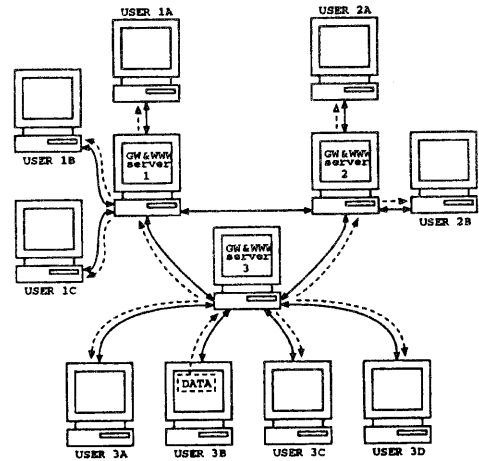


図 3: システム概略

5.1 汎用性のあるクライアント

このシステムを使う上でユーザーが必要とするものは、基本的には Java アプレットが動作する WWW ブラウザのみである。Java アプレットは、現在主流の WWW ブラウザで標準に動作するので、これを利用することにより異種機間接続の問題を解決することができた。

5.2 拡張性を考慮した分散型グループウェアサーバの設計

グループウェアサーバはクライアント同様 Java で実装した。これにより、サーバ自体のプラットフォーム

ム依存もなくし、システム全体としての汎用性を高めることができた。

しかし、参加者が多数の場合、グループウェアサーバ一つで各ユーザとのデータの送受信を処理すると、そのマシンへの負荷が問題となる。更に、クライアント側ではデータ受信の遅延が問題となる。

そこで、グループウェアサーバを複数に分散配置し、お互いが連携し合うことにより、この問題を解決することとした。また、Java アプリケーションとして実装したためグループウェアサーバ同士の異種機間接続を容易とした。

5.3 サーバとアプレット間の柔軟な入出力を可能にする WWW サーバ

本システムでは、Java で記述された WWW サーバである Jeeves(Sun Microsystems 社) を使用し、servlet という Java で記述されたプログラムをサーバ側で実行する。

そこで、CGI よりも柔軟な処理が可能である servlet プログラムを活用し、電子掲示板、描画データの保存などの蓄積・非同期型のシステムの機能を実現させた。更に、Java アプレットから直接アクセス不可能なサーバのデータの取得は、servlet を利用して中継することで解決した。

servlet の長所は、CGI のように呼び出される度に毎回処理が終了してしまうのではなく、次に呼び出されても以前のデータ(状態)を保持できるため、サーバ側のデータの共有を容易に実現できる点である。

6 実験

これまで世界中の数千人の人が本システムを使用している。その時の被験者の意見と各機能の使用量に基づき本システムの各機能についての有用性、心理的効果について評価した。このシステムを利用しているユーザの実行状況を図 4 に示す。

7 評価

7.1 相手の存在感の認識

被験者は、協同作業空間だけでなく、他の参加者のユーザ・ウィンドウを注視することで、相手のアウェアネスや存在を認識可能なことが報告されている。

これは、各ユーザ・ウィンドウが参加者の実体を表しており、ビデオ画像、描画状況、発言内容、ジェスチャ等による相手の状況が判断可能なためである。

更に、途中から参加/退席した場合、各参加者のディスプレイ上に新しいユーザウィンドウが発生/消滅し、誰がいつ参加/退席したのか視覚的に認識できる。

すなわち、ユーザ・ウィンドウが、個々の存在を明確にするため、参加者は会議での疎外感を持つことなく、参加者全員の一体感を高めることができた。

7.2 静止画像の効果

我々は、「日本人は考えを直接的に表明することを好まない傾向にあり、遠回しな表現を利用する機会が多い [11]. よって、絵によるジェスチャを利用して反対意見などを直接的に表現することは困難であろう。」と予測していた。しかし、実際に反対意見などを表明するジェスチャを利用する日本人の被験者は 7 割で、「外国人や友人とコミュニケーションする時は、ジェスチャの画像を利用して、意見を明確に表現している」という意見の人が 8 割以上であった。

また、欧米人はビデオカメラに映った実際のジェスチャと、抽象的な絵によるジェスチャが一致していることが多い一方、日本人は絵によるジェスチャの静止画像は利用するが、実際にはジェスチャをしていない傾向にあることが判明した。

日本人の場合、実際自分の手でジェスチャを表現することは躊躇するが、絵による静止画像の場合は「軽い感じで気楽に」利用できることが報告されている。すなわち、抽象的な絵を利用したジェスチャや顔表情で意思伝達する方法は、日本人においても有効な手法であるといえる。

また、ビデオカメラの画像解像度が低くても、相手や周囲の雰囲気、及びゲイズの伝達には有効的であるという結果がでている。更に、相手の描画状況やジェスチャなどと組み合わせることで、より高度なアウェアネスが伝達されていることが判明した。

7.3 同期型・非同期型の統合による効果

我々は 4 名の被験者によるゼミのプレゼンテーションを行った。その結果、「自分が URL を指定すると、他の参加者側の新しい WWW ブラウザで指定された URL が自動的に開く」という機能が効率的なプレゼンテーションを支援していることが報告された。更に、WWW ブラウザを利用するのみで、協同描画や、チャットだけでなく、データを保存、即座に参照可能であり、ユーザに対して簡易性の高い蓄積・非同期型のシステムを実現していることがわかった。

8 おわりに

本稿では、相手の実体に見立てたユーザウィンドウを用いる手法で、参加者のアウェアネスや存在の認識を、ビデオカメラによるガラス版の両側から作業をするような手法で、ゲイズアウェアネス及び周囲の状況把握を可能にした。また、Java により異種機間接続の問題を解決し、Java アプレットと WWW ブラ

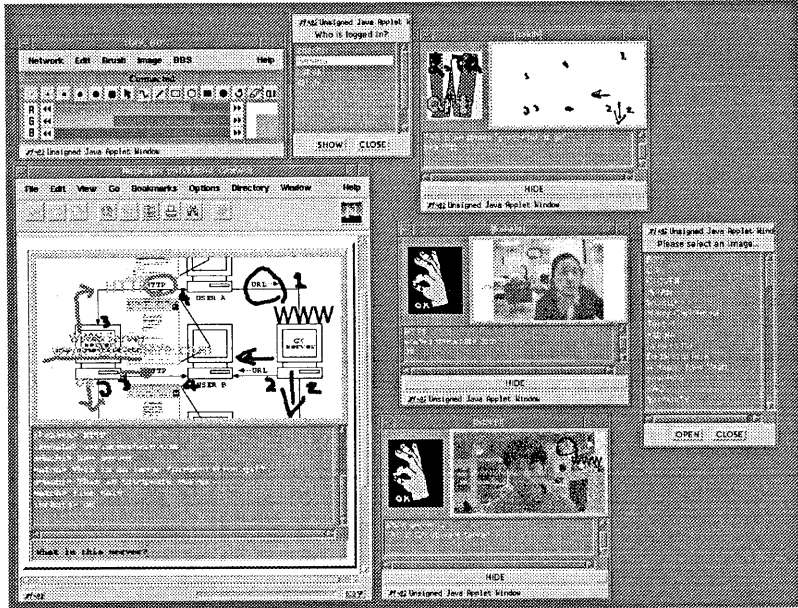


図 4: 実行画面

ウザとの連携により、プレゼンテーションの効率的支援を実現させた。更に、デジタル美術館の構築により異文化間の交流を促進させた。これにより、参加者全体の一体感があり、しかも自由度の高い協同作業支援システムの実現を試みた。今後は、音声やセキュリティなどの機能を検討する。今回は、会議の形態に基づいたデザイン設計を行ったが、今後はそれに捕らわれない設計を進める。

最後に本システムへの URL をここに記す。

<http://jeeves.hayalab.cs.ritsumeai.ac.jp:8080/unicanvas/>

9 謝辞

本論文の検討について多大な御指導を頂いた林恒俊教授及び田中弘美教授に深く感謝します。

参考文献

- [1] 石井裕: TeamWorkStation; Towards a Seamless Shared Workspace, Proceedings of CSCW 90, Oct., pp.13-26, (1990).
- [2] 渡部和雄, 阪田史郎, 福岡秀幸, 東浩, 中島次男, 桐葉佳明, 大森豊子: マルチメディア分散在籍会議システム MERMAID, 電子情報通信学会技術報告, OS 89-27, (1989).
- [3] 島村和典, 正木茂樹, 谷川博哉: B-ISDN 用多地点マルチメディア通信会議システム PMTC, 電子情報通信学会技術報告, OS 90-34, (1990).
- [4] 小林稔, 石井裕: ClearBoard: シームレスな協同描画空間のデザイン, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会資料, 92-HI-41, (1992).
- [5] 田中俊介, 栗原主計, 岡田謙一, 松下温: インターネット上で実用可能な遠隔協同作業支援システム: Browser-MAJIC, 情報処理学会グループウェア・シンポジウム, (Nov. 1996).
- [6] 水野浩三, 倉島顕尚, 福岡秀幸, 前野和俊: DTC, VOD, WWW を統合したマルチメディアグループウェアシステム, 情報処理学会グループウェア研究会, 18-9, pp49-54(1996).
- [7] 原岡一馬 編: 人間とコミュニケーション, ナカニシヤ出版, (1990).
- [8] 松下温, 岡田謙一, 勝山恒男, 西村孝, 山上俊彦 編: 知的触発に向かう情報社会 グループウェア 雑新, 共立出版株式会社, (1995).
- [9] 稲葉晶子, 岡本敏雄: 分散協調学習環境における学習者間のコミュニケーションの検討, 情報処理学会グループウェア研究会, 17-6, pp.31-36 (1996).
- [10] 小幡明彦, 佐々木和雄, 佐藤義治, 上野英雄: コミュニケーション行動モデルに基づく偶発的会話支援, 情報処理学会グループウェア研究会, 19-1, pp.1-6 (1996).
- [11] 石井裕: 情報フロンティアシリーズ (3) グループウェアのデザイン, 共立出版株式会社, (1994).