

奥行きを利用した3次元協調作業空間

塩澤 秀和, 野田 純也, 岡田 謙一, 松下 温

慶応義塾大学 理工学部

E-mail: shiozawa@mos.ics.keio.ac.jp

現在, コンピュータ上で遠隔協調作業を支援するためのグループウェアシステムが数多く提案されている. 従来の同期型グループウェアシステムでは, 一般的に画面を分割することで個人空間と共有空間を同時に表示するが, これでは個人空間が狭くなってしまいう問題があった. そこで我々は, ウィンドウシステムに手を加え, 共有画面を個人画面の背後に多段に配置し, 奥行きを持った3次元作業空間として表示する手法を提案する. これによって, グループ空間と個人空間のシームレスな融合が実現できる. また, 共有画面を常に背景に表示させておくことで, アウェアネスの伝達を支援し, 他のユーザの共有空間での作業や, それによる共有情報の更新を自然なかたちで提示することができる.

3D Perspective Workspace for Collaborative Works

Hidekazu Shiozawa, Jun-ya Noda, Ken-ichi Okada, Yutaka Matsushita

Faculty of Science and Technology, Keio University

E-mail: shiozawa@mos.ics.keio.ac.jp

This paper describes a new technique to visualize a workspace for collaborative works as a set of piled screens in 3D. In conventional synchronous groupware, a user's workspace is tiled into some shared spaces and a personal space to show all of them simultaneously, so the size of a personal space is very restricted. We propose a new technique that shows group's shared space just behind its subgroup's (or personal) one repeatedly. This 3D perspective workspace realizes also supports awareness as it enables to show shared space always. Users can aware others' action in shared spaces and also aware modification of shared information.

1 はじめに

現在, コンピュータ上で遠隔協調作業を支援するための, 広い意味でのグループウェアシステムが数多く提案されている.

これらのグループウェアシステムの構成要素としては, データベース機能などを用いて実現された複数のユーザによる情報の共有管理機構と, その共有情報を画面に表示し, それに対する操作を提供するユーザインタフェースがある. 本稿では, 後者のユーザインタフェースの部分について着目する.

共同描画システムなどの同期型のグループウェアアプリケーションや, 統合的なグループウェアプラットフォームでは, 共有デスクトップ画面や, 共有キャ

ンバスなどといった, 複数のユーザがアクセスできる協調作業空間が提供される. その協調作業空間を各ユーザのコンピュータ上に画面領域として表示することで, 情報の共有および伝達を実現している.

本稿では, このようなシステムに適したグループウェアのための新しい視覚化手法を提案する.

2 従来の画面共有方式の問題点

従来, グループウェアを実現するために, 図1に示す画面共有方式が用いられてきた (例えば [4]).

(a) は, 画面分割型であり, 全画面または1つのウィンドウを分割することによって, 個人作業空間と共有作業空間と表示する. しかし, この方法では共有

作業空間のために相当の画面領域が使用されてしまい、個人作業空間が狭くなってしまいますので、共有アプリケーションを常に表示しておくのには適さない。

(b) は、ウィンドウ型であり、共有空間（アプリケーション）は個別にウィンドウとして表示され、自由に移動させることができる。しかし、この方法では、デスクトップ画面上に、個人で使っているアプリケーションと共有アプリケーションが混在してしまい、ユーザの操作の混乱の原因となる。

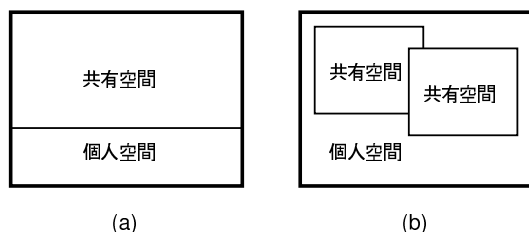


図 1: 従来の画面共有方式. (a) 画面分割型 (b) ウィンドウ型

3 奥行きを利用した作業空間

3.1 階層的な協調作業空間

協調作業空間は、図 2 に示すように、階層的な構造を取り得るものと考えられる。ユーザは主に個人作業空間において作業を行なうが、そのためには、グループ作業空間にある情報を参照する必要がある。また、同様にグループ作業空間での作業には、その 1 レベル上のグループの共有情報を参照する必要があると考えられる。ここでは便宜上、この図にある 3 層の共有レベルを例にして話を進める。

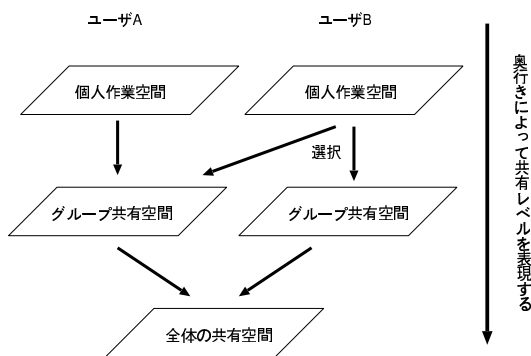


図 2: 階層的な協調作業空間

我々は、作業中であるユーザの視点で、この図を上から下へと見下ろすことによって、最も頻りに利用する個人作業のためのアプリケーションを最も手前に表示し、その奥にグループの共有情報を表示し、最も使用頻度と参照頻度の少ない全体情報を最も奥に表示するという作業空間の視覚化を提案する。

これは、共有レベルを表現するために奥行きというパラメータを用いた視覚化であると考えられる。3次元ではあるが、縮小表示と重ね合わせによる、疑似3次元表示によって実現可能である。

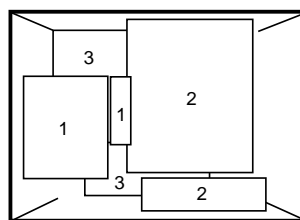


図 3: 奥行きを利用した作業空間. 1:手前（個人）2:中間（グループ）3:奥（全体）

3.2 関心度

使用頻度と参照頻度の高い情報をより手前に表示するという考え方は、情報視覚化においては、よく用いられる手法である。

情報視覚化では、種々の情報空間を限られた広さのスクリーン上に効率よく表示するための方法が数多く提案されている [3]。そこで重要となるのは、関心度 (DOI: Degree Of Interest) という概念である。表示すべき情報それぞれにユーザから見た関心度を推定し、その関心度の大きさに応じて、情報を目立たせたり、間引いたりすることによって、効率のよい表示を実現しようとする。

3次元表示では、ユーザにとって重要な情報ほど手前に表示するという透視法（遠近法）を利用することによって、関心度に応じた表示を可能にする [2]。また、3次元表示のバリエーションとしては、遠くのものほど色を薄めたり暗くするというものもある。

従来の 2次元型の画面共有方式では、共有情報を表示するか表示しないかの選択しかできないものがほとんどであった。奥行き情報を利用することによって、個人情報に比べて関心度の低い共有情報を、目立たない程度に常に表示しておくことができる。

3.3 アウェアネス

この関心度の概念は、グループウェアにおける、ウェアネスの伝達を支援する手段としても有効である。ウェアネスとは、他人の無意識の動作状況に気づくことである。

特に同期型グループウェアシステムでは、ユーザのウェアネスの伝達を支援することによって、必ずしも自分に対するコミュニケーションを意識していない相手の動作を、把握することができる。これによって、円滑なコミュニケーションができる。

例えば、共同描画ツールにおいては、他人のマウスポインタの位置を表示することによって、共同作業者ととの間で暗黙のコミュニケーションをとっているのと同じ効果が得られ、2人以上が同じ位置に同時に変更を加えたりすることが防止できる。

ウェアネスをシステムで支援する上では、実社会でのウェアネスと同様に適切な「強度」で情報を提示することが必要である [1]。視線や人の気配などの実社会でのウェアネスは、他の物事に集中している場合には、気づかないものである。

また、オフィスのような実社会の作業空間では、掲示板に新しい掲示が張り出されたり、共有スペースのテレビに映像が映しだされたりということも、情報のウェアネスと考えられる。コンピュータによる協調作業空間でもこれと同様に、共有情報の更新が、うるさくない形でなげなく提示されることが望ましい。

我々の提案する、奥行きを用いた3次元協調作業空間は、まさにこのような目的に適していると考えられる。従来のシステムでは、共有アプリケーションを使うときだけ共有情報を参照するという方法が一般的であったが、我々の提案では、使用しないときにも背景的に（実際に背景画像として）、共有情報およびその更新を提示することが可能である。

3.4 3次元移動による作業の切替え

共有画面環境においては、個人作業と協調作業のスムーズな切替えが必要である。我々の提案する奥行きを利用した作業空間では、3次元空間における前後左右の（視点）移動によって、ユーザは直観的に個人空間と共有空間を切替えることができる。

図4に示すように、ユーザは主としてグループレベルの情報を扱うときは、3次元空間内を前に移動するればよい。すると、ユーザのコンピュータ上に個人

空間が表示されなくなり、グループ共有デスクトップ画面が全画面表示されるようになるので、グループレベルの情報が扱いやすくなる。

また、ユーザの左右の移動は、操作対象のグループデスクトップ画面を切替える意味を持つ。

このように、奥行きによって共有レベルを表すことによって、その切替えが直観的なユーザの（視点）移動操作によって実現できる。

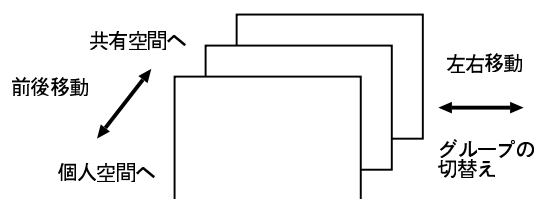


図4: 3次元移動による作業の切替え

4 試作システムの実装

4.1 システムの外観

我々は、以上で説明したような奥行きを利用したデスクトップ画面共有方式が、グループウェアを実装する上で有効であることを示すために、このコンセプトに基づいた協調作業システムの実装を進めている。

図5に示すのは、本システムの使用例である。ここでは、個人空間（全画面）背後に、2層の共有空間が重なっている。印刷の都合上、多少見にくいと思われるが、図3がそれぞれのウィンドウがどの層にあるのかの説明を兼ねている。

この例では、一番手前の層から、個人作業空間 (1)、グループ作業空間 (2)、全体の作業空間 (3) として利用されているものと想定し、それぞれ、画像処理ソフト (GIMP)、WWWブラウザ (Netscape)、カレンダーソフト (Plan)、を起動した。

4.2 視覚化手法

図5では、図全体が個人のデスクトップ画面であり、コンピュータのディスプレイの表示面の全面である。つまり、最も手前の層（個人作業空間）は、従来のGUIにおけるウィンドウシステムそのものである。

グループ作業空間は、個人作業空間の背景（壁紙）として実現されている。ユーザは当然、このグループ作業空間にあるウィンドウなども、通常のウィンドウ

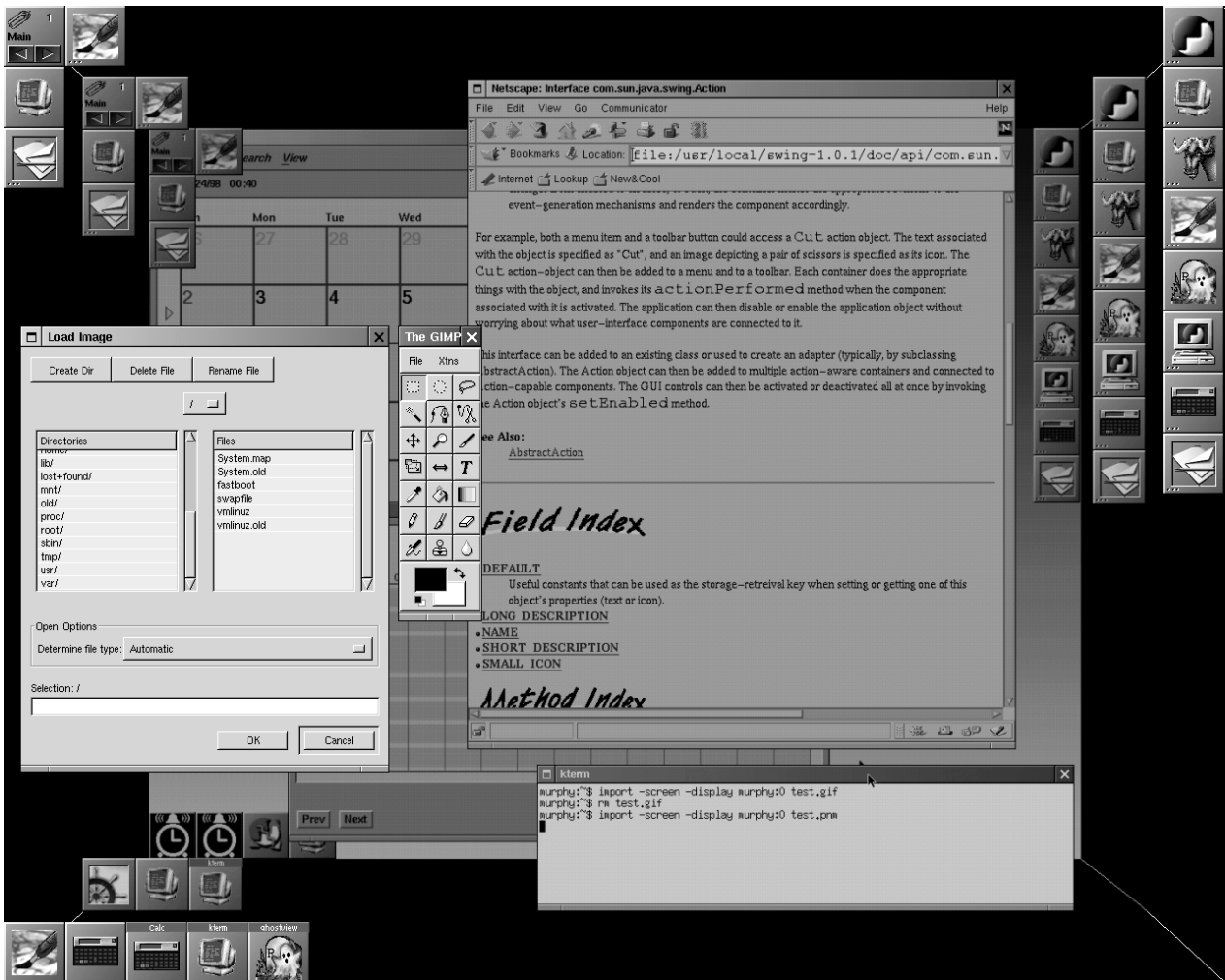


図 5: システムの全景

と同じように操作することができる。また、ここにあるウィンドウなどはネットワークを介して接続しているユーザ全員の共有オブジェクトなので、誰でもウィンドウを開いたり、移動したりすることができる。

本実装では、グループ共有空間の大きさは、個人空間に比べて縦横それぞれ $7/8$ であり、ウィンドウシステムのデスクトップ画像をメモリに展開し縮小することによって実現されている。また、印刷では分かりにくいのが、色も 20% 暗くすることによって、ユーザが画面上のウィンドウがどの層にあるものであるか、分かりやすいようにしている。

グループ共有空間の背後の全体の共有空間についても、まったく同じように実装されており、グループ共有空間の背景として実現されている。画像の縮小率、

色の暗さも同じように、グループ共有空間に対して、それぞれ、 $7/8$ 、 20% である。

このように実装上は、再帰的に無限に階層を重ねることが可能であるが、人間が使いやすく、必要にして十分なのは、 3 層程度であろう。

4.3 作業空間の連続的な切替え

作業空間を連続的かつ直観的に切替えることを可能にするために、既に説明した 3 次元空間での移動インタフェースを実現した。

ユーザは、作業空間を移動したい場合には、マウスポインタを画面上端まで持っていきクリックすれば、 1 レベル下の層に移動することができる。また、同じように下端でクリックすることによって、 1 レベル上

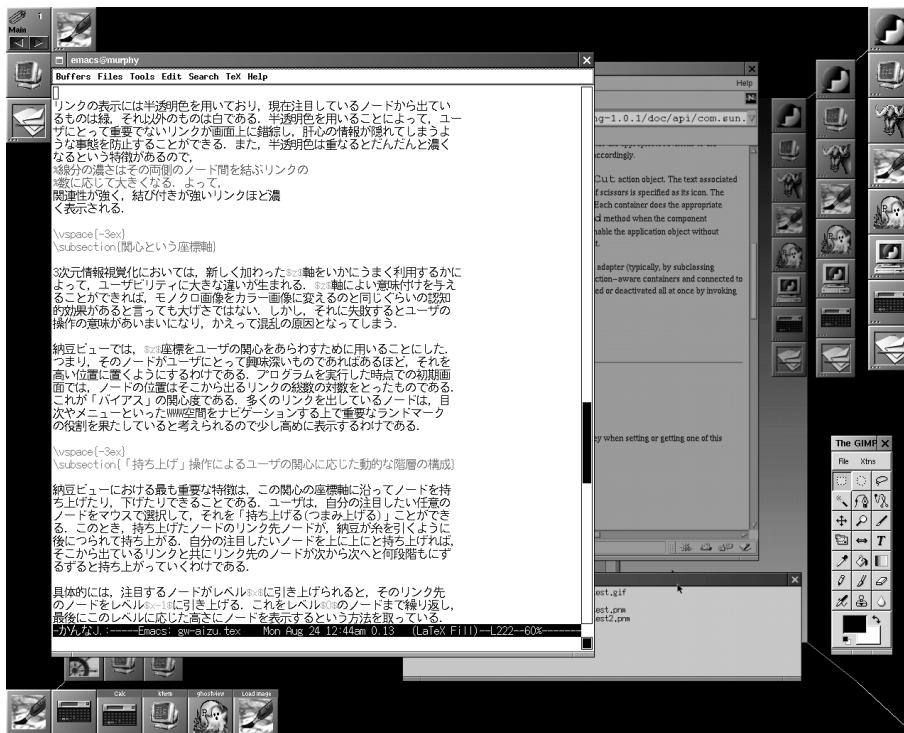


図 6: 通常の作業時、共有空間表示の上も画面を有効に活用できる

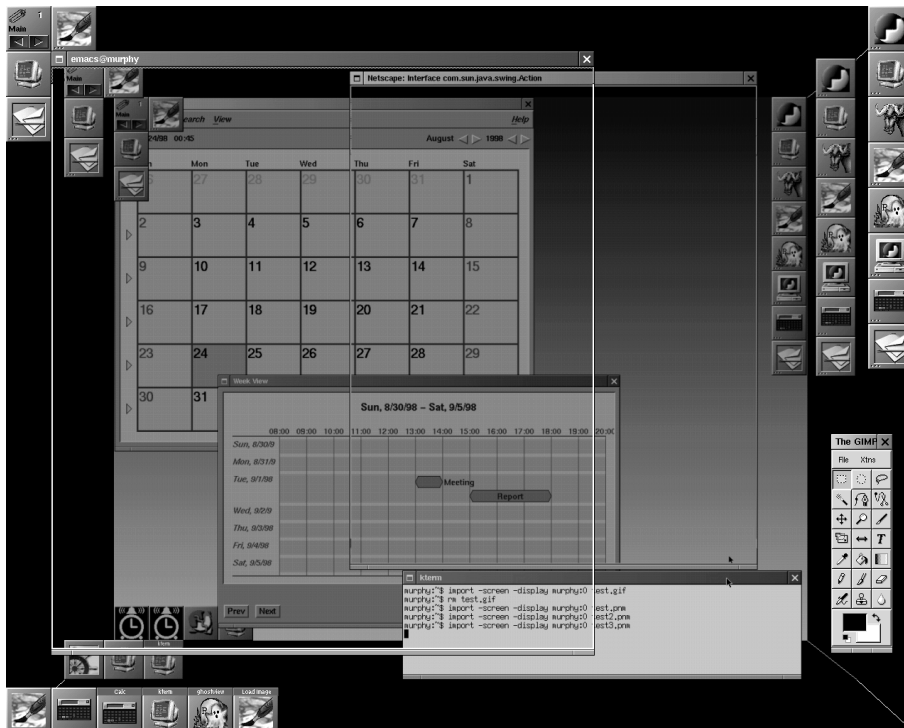


図 7: ウィンドウを枠だけにして、奥にある共有空間を参照する

の層に戻ることができる。

また、複数の個人空間を持っていたり、複数のグループ空間に所属している場合には、画面右端および左端にマウスポインタを移動してクリックすることにより、それらの間で移動することができる。

さらに我々は、画面に表示されるウィンドウを枠だけの状態にすることによって、下に表示されたウィンドウを透過して見ることでできる仕組みを実装した。個人作業空間を全面に利用して作業を行っているユーザ(図6)が、一時的に共有情報を参照したいときには、じゃまになっているウィンドウを枠だけにすることによって、下の層の情報にアクセスすることができる(図7)。

4.4 プラットフォーム

本システムの実装には、フリーソフトであるVNC[5]を利用している。VNCは、UNIX/X-Window版、Windows版、Java版があり、それぞれのOSの画面を相互に遠隔操作するためのソフトウェアであるが、本システムは、そのUNIX版クライアントを改造することによって実現した。

なお、VNCでは、WWWのプロトコルであるHTTPを用いることにより、ファイアウォールを越えた利用が可能であるなど、いろいろな機能がある。本システムでも、それらの機能はそのまま利用することができる。例えば、VNCの機能によって、共有作業空間はすべてのユーザが接続を断っても状態を保存し続けるので、再接続すると前の画面状態のまま継続して利用することができる。

まだ、枠だけのウィンドウは、X-Window上のウィンドウマネージャであるWindowMakerを改造することによって実装した。

5 今後の実装

本稿の執筆時点では、本システムは基本的な画面の共有と視覚化の枠組を実現した段階である。今後、更に以下のような問題点について実装を進め、統合的な協調作業環境を構成して行きたい。

専用アプリケーションの実装 現在のところ、既存のX-Window用アプリケーションを表示するだけであるが、層から層への情報のやりとり(ドラッグアンドドロップ?)を実現するような具体的なグループウェアアプリケーションを実装したい。

統合的なグループウェア環境 上記と同じであるが、さらに押し進めて、実際にデータベースなどを活用した統合的なグループウェア環境を、この視覚化インタフェースを考慮した上で構築し、実際の作業環境として使用して実験を行ないたい。

より簡便な操作性の実現 3次元空間内での移動や、アプリケーションの選択をより簡単に操作できるようにインタフェースを開発する必要がある。

処理速度の改善 画像を縮小したり、色に手を加えるなどしているため、どうしても描画速度がもたつくので、可能な限り改善していきたい。

6 おわりに

本稿では、奥行きを利用した3次元表示によって、従来のグループウェアにおける画面分割方式の弱点を克服した、新しい協調作業空間の視覚化手法とその実装について述べた。本手法では、協調作業空間を階層的なモデルで考えることによって、共有レベルを3次元空間内の奥行きに対応させ、共有度の高い情報ほど奥に表示する。

今回、我々が提案した手法は、他のユーザの作業動作や、共有情報の更新などのアウェアネスを適切に伝達することが可能であるので、円滑な協調作業を支援するグループウェアのためのユーザインタフェースとなり得ると考える。

参考文献

- [1] 本田, 富岡, 木村, 大澤, 岡田, 松下. 作業者の集中度に応じた在宅勤務環境の提供 — 仮想オフィスシステム Valentine —. 情報処理学会論文誌, 39(5):1472-1483, 1998.
- [2] J. D. Mackinlay, G. G. Robertson, and S. K. Card. The perspective wall: Detail and context smoothly integrated. In *Proc. ACM CHI'91*, pp. 173-179, Apr. 1991.
- [3] 塩澤, 西山, 松下. 「納豆ビュー」の対話的な情報視覚化における位置づけ. 情報処理学会論文誌, 38(11):2331-2342, 1997.
- [4] M. Sohlenkamp and G. Chwelos. Integrating communication, cooperation and awareness: The diva virtual office environment. In *Proc. ACM CSCW'94*, 1994.
- [5] The Olivetti and Oracle Research Laboratory. VNC. <http://www.orl.co.uk/vnc/>, 1998.