

シームレスな協同描画空間を提供する

多地点遠隔会議システム：MAX

池端 裕子 才野 真 井上 祐子 岡田 謙一 松下 温

慶應義塾大学工学部

〒 223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1

電話：045-563-1141 (ext. 3568)

{ikehata,saino,yukko,okada,on}@mos.ics.keio.ac.jp

概要

近年、情報技術の進歩に伴い、ビジネスの拠点は分散する傾向にある。そのため、協同描画空間を提供する多地点会議システムに関する研究は、実社会でニーズのある重要な研究対象として盛んに行なわれている。対面環境の中でホワイトボードなどの共有描画空間を利用して会議を行なう場合、会議参加者とその前にいる話者を見ながら議論の理解を深めていく。特に、意見調整を必要とする創造型の会議の場合には、共有描画空間、ユーザーの声、表情、場の雰囲気、どれもが欠かすことのできないものである。そこで、本論文では作業空間におけるシームを解消し、多地点でも相手の表情がわかるような多地点遠隔会議システム MAX を提案する。

A seamless medium for shared drawing and conversation in multiparty conferencing system :MAX

Yuko IKEHATA, Makoto SAINO, Yuko INOUE, Ken-ichi OKADA, Yutaka MATSUSHITA

Faculty of Science and Technology, Keio University

3-14-1, Hiyoshi, Kouhoku-ku, Yokohama, 223-8522 Japan

telephone : +81-45-563-1141 (ext. 3568)

{ikehata,saino,yukko,okada,on}@mos.ics.keio.ac.jp

Abstract

Recently, the position of the business shows a tendency of dispersing caused by the progress of the information technology. Therefore, the multi point collaboraton system which offeres the conference space that the mutal one in a place geographically away is virtual mutually in the same place is developed. When a conference using the common drawing space such as whiteboard isheld in the interview environment, a conference participant deepens the understanding of the argument with seeing the common drawing space and the person who is speaking before that. Especially, in the conference case of the creative type which opinion adjustment should be necessary, the common drawing space, a voice and expression of users, the atmosphere of the place, All cannot be lacked. In this paper, we suggest the multi point remote conference system that the seam in the common drawing space is dissolved, opponnet's expression is understood even multiple points.

その結果、会議全体の連帯感というものが損なわれてしまう。会議に集中(出席)が大層の動機である。この方向を見ていて、会議に集中していないのではないかと示唆する。共有描画空間、声、表情、場の雰囲気、どれもが欠かすことのできないものである。そこで、本論文では作業空間におけるシームを解消し、多地点でも相手の表情がわかるような多地点遠隔会議システム MAX を提案する。

また、会議全体の連帯感というものが損なわれてしまう。会議に集中(出席)が大層の動機である。この方向を見ていて、会議に集中していないのではないかと示唆する。共有描画空間、声、表情、場の雰囲気、どれもが欠かすことのできないものである。そこで、本論文では作業空間におけるシームを解消し、多地点でも相手の表情がわかるような多地点遠隔会議システム MAX を提案する。

1. はじめに

人と人が直接出会う対面コミュニケーションにおいて、お互いの気持ちを理解するのに重要となるのは、顔の表情や身振りなどの言葉以外のノンバーバルな情報である[4]。

近年、地理的に離れた所にいるもの同士が仮想的に同じ場所にいるような会議空間を提供するシステム(多地点テレビ会議システム)を会社で取り入れ、実際に利用している例も見られる。しかし、既存の多地点会議システムは、相手の気持ちが伝わりにくく、意見調整を必要とする創造型の会議には適していない。

そこで、ノンバーバルな情報を伝達できるシステム[3]がいくつか提案されている。それらはあたかも対面環境で会議を行なっているような感覚をユーザーに与えるように設計されている。これらは、ユーザー同士が会話だけを行なうのには十分な対面環境を提供しているが、共有描画空間を用意して会議を行なうには、まだ改善されるべき余地がある。

例えば、実際の対面型の会議では、ホワイトボードとその前で話すユーザーを区別することなく同時に見ることができのに対して、多地点テレビ会議システムではホワイトボードのような共有描画空間と会話空間が別々になってしまうという「シーム」が存在する。そのため、会話空間の情報が共有描画空間で活かされにくい。

さらに、共有作業空間と個人作業空間を別々のウィンドウで表示しているシステムは、共有作業空間のデータを個人作業空間で利用するといったデータの受渡しが行なわれにくい。このように共同描画空間における「シーム」が会議を進行する上での妨げとなっている。

そこで、本論文ではユーザーの会話空間、共有空間、個人空間でのシームレス化をはかり、複数人がそこで同時に会議に参加することを可能にする多地点遠隔会議システムを提案していく。

2. システムの目標

我々は、多地点遠隔会議システム:MAXを構築するにあたって、作業空間のシームを解消し多地点に離れていながらも、相手の表情がわかるような協同作業を支援するために、以下のような目標を掲げた。

2.1. 多地点での会話空間と作業空間のシームレス化

既存の会議システムは、会議の参加者が会話をするために相手の映像を表示する会話空間と、実際に資料に書き込んだり、修正を加えるための協同作業空間が別々に存在していた。

物理的に連続している対面環境では相手の表情や反応を見ながら書き込みをしたり、ジェスチャを交えながら会話することが出来るが、既存の会議システムは会話空間と作業空間が別々に存在しているために会話空間で得るそのようなノンバーバルな情報を利用しながら作業空間に書き込んだり、修正したりといった作業が難しくなっている。そのために自然な協同作業の流れを妨げている。

ClearBoard[1]では、この2つの空間の統合というものがなされているが、2地点間に限られている。ClearBoard

を用いて多地点の会議を行う場合は、 n 地点では ClearBoard が 1 地点に $n-1$ 個必要になり、1対1の環境が増えるだけであり、実際に会議を行うには難しいと思われる。

そこで、本研究では多地点でも会話空間と作業空間を統合することを目指す。

2.2. 共有作業空間と個人作業空間のシームレス化

会議中に行なわれる作業を考えると、共有空間で行なうものと個人空間で行なうものがある。しかし、共有空間と個人空間はウィンドウで分けられているため、共有空間で作業をしている場合は良いが、個人空間で作業を始めると、相手が何をしているか(アウェアネス)が分からなくなってしまう。

協同で作業を行っている場合でも、自分のアイデアを練る等、個人空間で作業を行う時間もある。こうした時間は協同作業プロセスの一部と考えることが出来るため、会議の流れをつくる大事な要素で、個人だけのものではない。

WWW ページ上で会話空間と作業空間のシームレス化がなされている遠隔協同作業支援システムとして UniversalCanvas[6] があげられる。これは、共有空間と個人空間が同じ空間上に実現されていないが、相手が個人空間で作業を始めている場合は、抽象的なイメージ制御を用いてそのアウェアネスを伝達している。しかし、個人空間が共有空間と同じ空間上に実現されている方がより使いやすいという意見が多かった。

そこで、共有空間と個人空間を同じ空間上に実現し、個人空間で作業を行っている時でも、個人で何か作業をしていることが他のメンバーに伝わるようにする。

2.3. 自然な動きでの作業空間への入力

実際にホワイトボードを使用した協調会議を進める場合、図や線などを書き込むには、そのボードに直接書き込むのが普通である。

しかし多地点遠隔会議システムでは会話空間と共有空間が別々なので、話しを進めながら線を引いたり図を書き込んだりすることができない。つまり一度会話空間から視線を外して、マウスなどにより協同作業空間に書き込むということになる。また、マウスやキーボードからの操作は、日頃コンピュータに慣れ親しんだ人は抵抗が少ないが、接する機会が少ない人にとっては使いにくいと感じる所である。

そこで、会話空間と協同描画エリアを合成した映像の中に、マウスなどを用いずに、日頃使い慣れたペンを使って書くような自然な動きで、入力している感覚を持たせることにした。

2.4. ビデオ映像の等身大での利用

遠隔会議システムにおいて、会議参加者を表示する方法は2つある。それは、ビデオ映像をそのまま使うタイプと静止画像やアバタを使うタイプである。

ビデオ会議参加者を静止画像やアバタを使って表示する場合、多くは参加者の存在は判断できても、細かいリアクションなどは伝わらないため、わざわざ視線を移してまでも見ることが少なくなる。一方、ビデオ映像を用い

る場合、相手の映像をリアルタイムで見ることが出来るので相手の反応や、状況を把握することが出来る。

しかし、デスクトップ会議システムのように小さなウィンドウで会議参加者を表示する場合は、違った効果が現れる。例えば遠隔地の上司から怒鳴られるような状況を考えてみると、相手の画像が小さければ小さいほど気持ちは楽である。だが、このことは、自分が相手を説得するような場合、自分の画像が小さければ相手に及ぼす影響も小さくなるということを暗示している。

VIDEOWHITEBOARD[2]でビデオ映像の等身大での利用を行なっているが、ユーザーの映像が影絵で表示されているので人物の特定ができず、細かい表情が伝わらないため、ノンバーバルな情報の伝達が難しくなってしまう。

このようなことから、会議参加者に余計な心理的負担を取り除くためにも会議参加者を表現するためにはカラーのビデオ映像を等身大で利用する。

2.5. 自分の動きの確認

テレビ会議システム利用者の多くは、画像の質や画面更新の頻度を考えずに対面対話の時と同じ感覚でコミュニケーションを進めていくために、お互いの気持ちなどが伝わりにくくなってしまふ。これは、対面対話の時は自分の姿が相手にどの様に写っているかというフィードバックがしっかりしているためである。

よってどの様な映像を相手が受け取っているかを知ることがコミュニケーションにおいて重要であると考え、自分の姿も画面上に表示することにした。また、普段自分の姿を見るのは鏡であり、自己像の動きの制御には、見慣れた鏡像の方が容易である [5] ので、自分自身の姿を鏡像で表示する。

2.6. 会話空間の入力面と出力面の方向の一致

既存の会議システムの多くは、会議参加者を撮影するためのカメラをディスプレイの上部に設置しているため、自分が相手を見ようとディスプレイを見ると、相手には下を向いているような映像が送られてしまう。

また、正面を向いている映像を送ろうとカメラの方向を向けば、当然相手の顔や、協同作業空間を見る事が出来なくなってしまう。よって、会議参加者は常に下を向いている相手の映像しか見る事が出来ない。このために相手が今ディスプレイを見ているのか、まるで会議に関係のないものを見ているのか全く把握できない。

その結果、会議全体の連帯感というものが損なわれてしまう。会議に集中しているにも拘らず、相手はあらゆる方向を見ていて、会議に集中していないのではないかというような余計な不安を抱かせてしまうのである。連帯感を損なった会議は、その会議の質を低下させてしまう。連帯感を保つためには、会議に集中している時には相手の正面の映像が見られる事が必要である。

そこで、本研究では、会話空間の入力面であるカメラと、会話空間の出力面であるスクリーンを同一方向に一致させることで、会議における連帯感を保つこととした。

3. システムの実現法

3.1. システムの構成

システムはスクリーン、プロジェクタ、入力ボード、カメラから成っている。入力ボードはRS232-CでPCに接続されている。プロジェクタは2台あり、片方のプロジェクタから、PCから出力する共有描画空間がスクリーンに投影される。

もう一つのプロジェクタから、ユーザの合成された映像がスクリーンに投影される。ユーザはスクリーンの裏から撮影しているため正面の映像を撮ることができる。そして、この2つのプロジェクタから投影される映像を重ね合わせる。その間に入力面であるボードを設置する。

通常は入力ボードは白板になっていてそこに写し出されたコンピュータの画面を専用のペンで操作する事が出来る。しかし、ボードが白いままでは後ろのスクリーンが隠れてしまうので、ボードを透明なアクリル板に置き換える事で後ろのスクリーンに写し出せるようにする。入力面と出力面が同じ方向にあるので、直接共有空間に入力している感覚が得られる。システム全体の構成は図1のようになる。

3.2. 多地点間の参加者の映像の合成

各地点で参加者の映像はクロマキーにより合成する。参加者の映像は、各参加者のスクリーンの裏からカメラで撮影したものを使用する。

スクリーンには半透明のシート（コントラビジョン）を用いる [3]。これは参加者の正面から撮った映像を送るため、もし横や上から撮影した映像を送っていたら、ユーザーが会話空間に注目していても他の参加者にはどこかほかの所に注目しているかのように伝わってしまうからである。

この各地点で撮影された参加者の映像はまずクロマキーに送られ、1つの映像に合成され、その合成した映像をプロジェクタから各参加者のスクリーンへ出力する。各参加者に出力する映像は、本システムでは自分自身の姿を鏡像として画面に映すので、左右反転したものにした。

3.3. 作業空間と参加者の映像の重ね合わせ

スクリーンに映すプロジェクタは2台用意する。1つは、クロマキーで合成された、自分も含めた参加者全員の映像の投影に使用する。そして、もう1つのプロジェクタから、協同作業空間の映像を映し、両者を同時に投影して重ね合わせる。

これにより、協同作業空間と相手の映像が一つの空間上に統合され、参加者の集中力をスクリーン一点に集めることが出来る。

3.4. ボード上からのペン入力

透明な入力ボードはスクリーンとユーザーの間に設置する。この入力ボード上で、奥のスクリーンに見える協同作業空間を見ながらペン入力を行なう。

ペン入力の位置検出は、ボードに備え付けられているレーザーで行なう。ボードで入力する位置と協同作業空

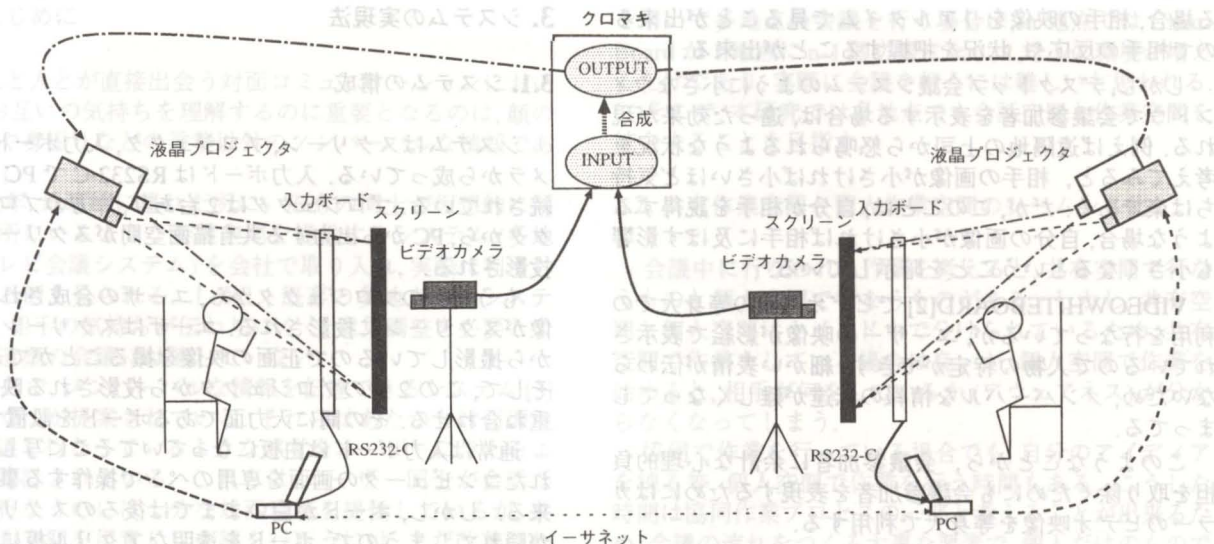


Figure 1. システムの構成

間に書かれる位置を一致させるために、はじめに、スクリーンに映る自分自身が指す点と協同作業空間の画面上の点を合わせるように調整を行なう。これにより、自分の鏡像を操りながら、確実に書き込みたい場所に入力を行なうことができる。

3.5. アプリケーション

図2に示すように、共有作業空間と個人作業空間をウィンドウで分けず、一つの作業空間内に設置した。共有作業空間での作業は参加者全員に伝送されるが、個人空間での作業内容は自分自身しか見ることが出来ないようになっている。よって、相手が個人空間で作業を行なっている場合は、その内容はわからないが動きは確認できる。

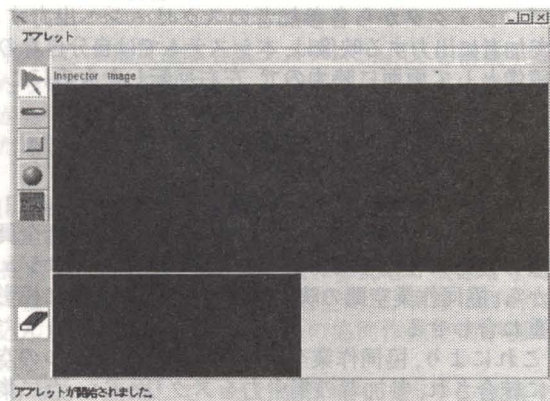


Figure 2. 共有描画ツール

4. システムの利用と評価

本システム：MAXのプロトタイプの利用風景は図3のようになる。実際には何地点でも可能であるが、今回の実験においては、2地点を結びMAXで会議を行なった。会議は3人で行なったが、1地点に2人、1人に分かれて

行なった。しかし、1人である地点では、3地点に1人ずついた映像と変わらない映像を見ることができるので、多地点の会議でも同じ効果が得られると考えられる。図3は真ん中の人が1人で書き込みを行なっており、両側の2人は、もう1つの地点で会議に参加している様子である。

4.1. 会話空間と作業空間の統合について

本研究の目標の一つは多地点での会議システムで会話空間と作業空間を統合する事であった。試作したシステムでは実際に別々のプロジェクタで各々の空間を写して重ね合わせることで、統合することが出来た。これによって相手の表情を見ながら誰が描いているかなどが、分かることが確認出来た。

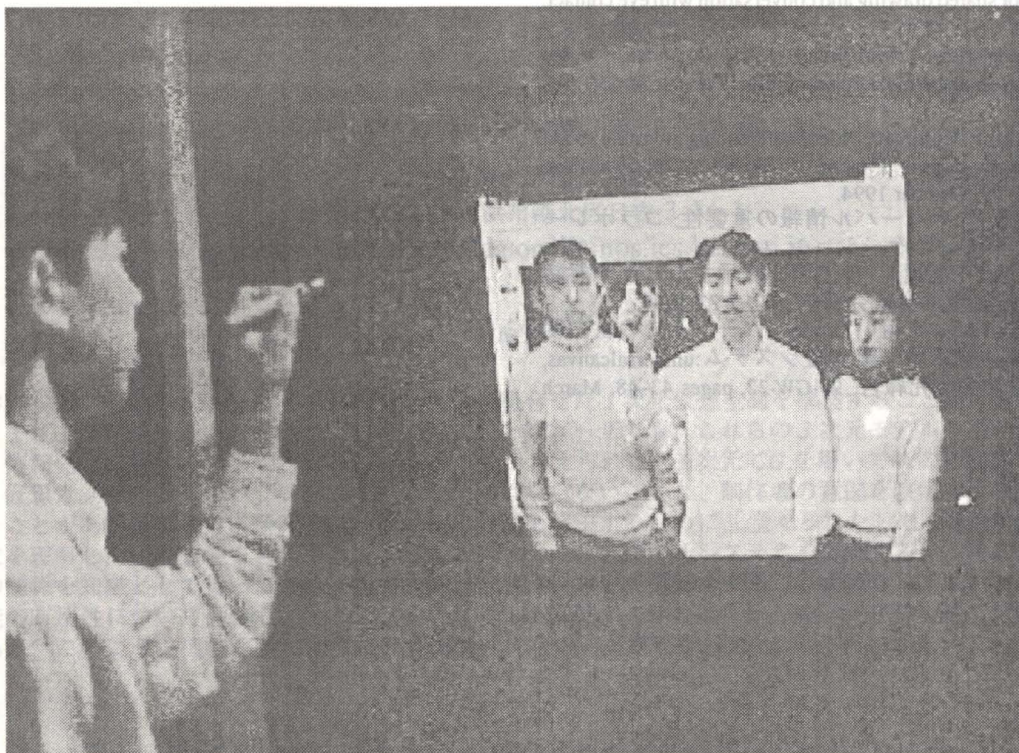
しかし、クロマキーの状態やスクリーンに写った画面が多少暗かったため、相手を確認することに集中し、自分の発言や描写が疎かになっていることが時々見られた。

これは照明のとり方にも問題がある。カメラが撮影しやすいように利用者の周辺を明るくすると、その明るさのためにスクリーン上に投影された画像が不鮮明になってしまうのである。

相手の画像については、スクリーンに写る人物の姿は実物大よりも多少小さかったが、自分の姿も相手と同じ大きさで写っているので、写っている人物の大きさによるコミュニケーション時の心理的な負担はほとんど無かったようであった。

今回の方法では、フロントプロジェクション方式を用いているため、システムが大きくなってしまい、どうしても人間の影ができやすくなり、プロジェクタをカメラから写らない高さに設置しなければならない。バックプロジェクション方式のプロジェクタを利用すれば、このような問題も解決できると考えられる。

また、クロマキーで合成する順番、つまりどの地点の映像にどの地点の映像を重ねるかという順番が決まってしまう。そのため、重ねられている地点では、相手の映像に隠れてしまうということが時々発生する。そのため、発言していたり、書き込んでいても、全く分からなくなってしまう。これを発言していたり、書き込んでい



The automatic image creative uses the knowledge of the image **Figure 3.** 実装画面

3次元CG
都市などを
制作し、
点として、
困難である
象的な要求
性と映像の
できる機能
なことであ

る人がいる地点を一番前に持ってきてクロマキーで合成するようにすれば、常に発言している人を見ることができると考えられる。

4.2. 協同作業空間内の個人作業空間について

もう一つの目標は協同作業空間と個人作業空間のシームレス化であった。個人作業空間で描いたものは、相手に見えず、協同作業空間で描いたものは同じものが見えていることが確認された。さらに、個人作業空間で描いている時は描いたものは見えないが、そこで手が動いているので何か描いていることは把握できることも確認した。

しかし、個人作業空間については利用する人と利用しない人が同数程度見られた。これは会議の議題と、その会議に参加する人達の関係に大きく依存するようだ。会議の議題が、自分の意見を言うというよりも、皆で書き込んでいくようなものは個人作業空間があまり利用されなかった。しかし、先輩など遠慮するような人がいたり、議題が、クロスワードの作成など、とりあえず書いてしまうと、消したり、修正が面倒な時は、一度自分の作業空間に書くということが見られた。

現在、協同作業空間と個人作業空間の大きさは決まっている。今後、これを自由に大きさを変えられるようにすれば、作業空間がもっと使いやすくなると考えられる。また、解像度の問題から作業空間が小さくなってしまっている。スクリーンの形、大きさから考え直し、レイアウトを変えるとより作業空間が使いやすくなると考えられる。

5. 今後の展望

本システムを実システムとして考慮した場合、比較的煩わしさや、圧迫感を感じずに使用することができたといえる。これは、大型ディスプレイを用いたことを除き、HMD(Head Mounted Display)といった各種の感覚チャネルに対応したディスプレイを使用していないからである。しかし、感覚ディスプレイを使用することで、より没入感のあるシステムに発展させることも望ましい。

例えば、今回は音像の定位を行っていないので、1つのスピーカーで出力するようにしているが、今後は音場についても考慮したい。

6. まとめ

本論文では、作業空間におけるシームに着目し、そのシームを解消する遠隔協同作業支援システムの提案と実装について述べた。本システムによって、多地点間における会話空間と作業空間の統合、ホワイトボードを使っているような自然な入力、協同作業空間と個人空間のシームレス化が可能となった。

今回のシステムが協同作業システムにおいて最善のものであるとは言えないが、少なくともこのような環境を実現したことで、遠隔地間の作業の幅が広がっていくと考えられる。

References

- [1] Hiroshi Ishii, Minoru Kobayashi. Clearboard: a seamless

medium for shared drawing and conversation with eye contact. *Proc.ACM CHI '92*, 1992.

- [2] John C.Tang, Scott L.Minneman. Videowhiteboard: Video shadow to support remote collaboration. *Proc.ACM CHI '91*, 1991.
- [3] K.Okada, et al. Multiparty videoconferencing at virtual social distance:majic design. *Proc.of CSCW '94*, ACM, New York, pages 385-39, October 1994.
- [4] 松下, 岡田. ノンバーバル情報の重要性: コラボレーションとコミュニケーション. 1995.
- [5] 森川, 前迫. 「超鏡」: 自己像を表示するビデオ対話方式. 情報処理学会研究報告, 97-HI-72, 1997.
- [6] 池端, 安達. 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, pages 43-48, March 1997.



図に書かれた... リーンに映... の点を合わ... の鏡性を発... 行なうこと...

一人ずつ... のので、多... れる。図3... の2... 子である。

Figure 3. ...

3.5. アプリケーション

3.5.1. 製品の設計

図2に示すように、共有作業空間と個人作業空間を...

図2. ...

の予、「日本...」...

References

[1] Hiroshi Imai, Minoru Kobayashi. Clearboard, a simple...

4.1. 会話空間と作業空間の統合について

統合... ママ... 点... 他人... 点... 他人... 点...

画面... スクリーン... 画面... スクリーン... 画面...

の予、「日本...」... 画面... スクリーン... 画面... スクリーン... 画面... スクリーン...