慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	臨場感通信における人のインターフェイス
Sub Title	
Author	安村, 通晃(Yasumura, Michiaki) 伊賀, 聡一郎(Iga, Soichiro) 坂巻, 資浩(Sakamaki, Motohiro) 相磯, 秀夫(Aiso, Hideo)
Publisher	慶應義塾大学湘南藤沢学会
Publication year	1994-05
Jtitle	リサーチメモ
JaLC DOI	
Abstract	本報告書では、臨場感通信におけるヒューマンインタフェイスに関する問題を取り上げ、具体的な実験を通してその問題点と可能性について掘り下げて検討している。特にここでは、臨場感通信におけるヒューマンインタフェイスの基本問題を明らかにするため、簡易型通信会議による問題点の検討と協調作業システムの試作を行い結果をまとめている。
Notes	Institute of Environmental Information
Genre	Technical Report
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=0302-0000-0555

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

INSTITUTE OF ENVIRONMENTAL INFORMATION

ISBN 4-906483-27-5

臨場感通信における人のインターフェイス

安村通晃・伊賀 聡一郎・坂巻 資浩・相磯秀夫

1994 年 5 月 11 日

KEIO-IEI-RM-94 – 007

慶應義塾大学
湘南藤沢学会
ENDO 5322, FUJISAWA, KANAGAWA 252, JAPAN

執筆者一覧

安村通晃
（慶應義塾大学環境情報学部）
伊賀聡一郎
（慶應義塾大学政策・メディア研究科）
坂巻資浩
（慶應義塾大学環境情報学部）
相磯秀夫
（慶應義塾大学政策・メディア研究科）

目 次

第 1 章 はじめに **3**
1.1 臨場感通信とは 3
1.2 臨場感をもたらすもの 4
1.3 臨場感通信の応用 5
1.4 関連研究 6
1.5 本研究の狙い 6

第 2 章 簡易型臨場感通信の実験 (1 対 1 の場合) **7**
2.1 簡易型臨場感通信実験 7
2.1.1 実験目的 7
2.1.2 実験内容 7
2.2 問題点 8
2.2.1 視覚 8
2.2.2 聴覚 9
2.2.3 意図伝達 10
2.2.4 認知 10
2.3 考察 11
2.4 まとめ 12

第 3 章 簡易型臨場感通信の実験 (多対多の場合) **13**
3.1 多対多での臨場感通信 13
3.2 実験 13
3.3 結果 14
3.4 分析 16
3.5 結論 16

第 4 章 遠隔協調作業環境の試作 **18**
4.1 協調作業について 18
4.2 これまでのネットワーク上でのコミュニケーション 18
4.2.1 write 19
4.2.2 talk 20
4.2.3 phone 20

4.3 これまでのツールの比較 21
4.4 これまでのツールの問題点 22
4.5 *COMTooL* の設計とプロトタイピング 22
4.6 コミュニケーションツールとしての評価 24
4.7 応用例(ディスカッション) 24
4.8 実験手順 24
4.9 実験結果 25
4.10 分析 26
4.11 考察 26
4.12 問題点 28

第5章 おわりに **29**
5.1 まとめ 29
5.2 今後の課題 30

第 1 章

はじめに

コンピュータネットワークの普及とともに臨場感をもった通信に対する関心を集まり、その研究が徐々に広がりつつある。この分野ではATRの臨場感通信会議の研究が特に先進的なものとして知られているが、他にもテレビ会議的なものからグループウェアに近いものまで含めれば、さまざまな研究が行われている。

ここでは、臨場感通信におけるヒューマンインターフェイスに関する問題を取り上げ、具体的な実験を通してその問題点と可能性について掘り下げて検討する。特に、ここでは、臨場感通信におけるヒューマンインターフェイスの基本問題を明らかにするため、

(1) 簡易型通信会議による問題点の検討と、

将来のマルチメディア化された通信における共同作業を支援するため、

(2) 協調作業支援システムの試作と、

を行なったのでここで報告する。

なお、本研究はATRからの委託研究として、1993年9月から1994年3月までの6ヶ月間行われた。本研究には、次の人々の協力を得た: 伊藤 博、井上晴生、織畑涼子。記して謝する次第である。

以下、本章では、研究の背景、臨場感通信の位置づけ、等を述べる。

1.1 臨場感通信とは

臨場感通信とは、離れたところにいる者同士がその場にいるかのような感覚、すなわち臨場感を持って、遠隔地との間での電子会議などの共同作業を行なうようなシステムである。臨場感通信においては、

(1) 離れた地点間での、

(2) 人と人との対話ないし共同作業を、

(3) できる限り臨場感をもたせて支援する、

という点に特徴がある。その応用としては、遠隔地間での電子会議があげられるが、会議だけに限るものではない。

臨場感通信では、臨場感を出すために多量のデータの転送と表示をいかに高速に行うかが技術的な課題であり、そのための圧縮技術や部分情報からの再現技術などが重点的に研究されている。本研究では、これらの技術的課題とは別に、臨場感通信のおける人と人とのインターフェイスの問題に焦点を合わせている。

なお、関連した研究テーマないしキーワードとしては、テレビ会議、電子会議、テレプレゼンス(遠隔臨場感)、バーチャル・リアリティ(VR)、CSCW、グループウェアなどがある。

テレビ会議や電子会議は、臨場感通信の応用としてはもっとも有力なものであるが、現状のテレビ会議や電子会議は制約が多く、とても十分な臨場感があるとは思えない。また、テレプレゼンスは、臨場感通信にかなり近い概念であるが、テレプレゼンスは、主に遠隔ロボットを人間が操る場合が多く、人と人とが通信しあう臨場感通信とはやや形態が違う。バーチャルリアリティは、技術的には共通する部分が多いが、現状のバーチャルリアリティは身体を拘束するタイプが多く、会議などの自由な場では使えないものが多い。CSCW やグループウェアは、通信を用いて協調作業を行なうという意味では、臨場感通信とも関連性があるが臨場感通信よりも広い概念である。CSCW やグループウェアも、研究は盛んに行なわれているが、実用的に使えるものはまだ少ない。CSCW とまではいえないかも知れないが、コンピュータネットワークにおける、phone やirchat などは、単なるおしゃべりとはいえ、非常に良く使われている。

1.2 臨場感をもたらすもの

ここでは、臨場感をもたらすものが、何かについて述べる。映像や動画についてはすでに多くの指摘があるので、それ以外について何が臨場感をもたらすかを考えてみよう。そうすると、次のような要素が浮かび上がる。

1. 聞いている人のフィードバック
2. 音の広がり
3. 共通の場、共通のもの
4. 雰囲気
5. 共時性
6. 主体感
7. 背景・状況
8. 仲間の様子

まず、共通の場とか、共通のものというのが、かなり重要な要素である、というのはいうまでもない。映像を除くと、音の重要性も極めて高い。さらに、見ている側に主体性が持てるのが望ましい。このように、ほとんどの内容が容易に納得できるものではあるが、「雰囲気」というのが一番分かりにくい。

雰囲気の中には、風、温度、香りなど、現在の電子・通信技術では実現が難しいものも含まれている。しかし、視線とか、参加者のしぐさ、音などは、ある程度取り扱いが可能なので雰囲気を伝える上で重要な要素になりうる。

1.3 臨場感通信の応用

我々の初期検討の結果、臨場感通信の応用として考えられるものとして、次のようなものがある。大きく、4 種類に分類してあるが、この分類は暫定的なものである。

1. 知識伝達型・相談型
    - テレビ会議 (電子会議)
    - テレビ講義 (電子講義)、電子塾
    - 電子人生相談
    - 電子スポーツ観戦、観劇、音楽会
    - 電子セールス
    - 電子健康相談
2. 芸術創造型
    - 電子ジャムセッション
    - 電子連歌
    - 電子インタラクティブアート
3. おしゃべり型
    - 電子井戸端会議
    - 電子面接
    - 電子占い
    - 電子試験
    - 電子結婚式、電子披露宴
    - 電子葬式
4. 対戦型
    - 電子将棋、電子囲碁
    - その他のゲーム

1.4 関連研究

臨場感通信の最も進んだ研究として、ATR の臨場感通信会議の研究をあげることができる。この研究では、主として、VR の技術を用いて、手振りや顔の動きを検出し、そのポイント情報のみを転送し、遠隔地でそれを３次元画像として再現する、というものである。現在、人物画像の実時間認識、レンチキュラーによる立体視、視線検出などの個別の技術開発が行われているが、特に、部分情報を転送して受け取り側で持っていたデータベースにより、全体像を再現する、という考え方は興味深い。

その他の関連研究としては、次のような例がある。

- テレビ会議システムに対する考察等 (田村研究室 (京都工繊大))
- 仮想音場に関する研究など (松下研究室 (慶應大理工))
- その他: やや実用的なテレビ会議や遠隔電子会議の実験など

1.5 本研究の狙い

以上のような基礎検討、研究の背景を踏まえて、我々の臨場感通信におけるヒューマンインターフェイスの研究においては、次の 2 点に特に、重点をおいて研究を進めることにする。

- 簡易型臨場感通信システムを実験的に設置し、基本的なインターフェイスに係わる部分を実験、検証する。
- ネットワークにおいて非常に根強い人気のあるチャット系のシステムをイメージなども扱えるように広げてみる。

引き続く二つの章では、簡易型臨場感通信会議のモデル実験についてその検討結果を 1 対 1 の場合と、多対多の場合とに分けて述べる。次の第 4 章では、協調作業支援システムの試作結果について述べる。

第 2 章

簡易型臨場感通信の実験 (1 対 1 の場合)

2.1 簡易型臨場感通信実験

2.1.1 実験目的

臨場感通信の前段階として、従来のTV会議が存在する。それと同時に、臨場感通信は時空系列が同時であり場所系列が異なるという点で、臨場感通信はTV会議の延長線上に位置すると考えられる。従って従来のTV会議の問題点を明らかにし、その解決法を見いださない限り、臨場感通信の発展は望めないと考えられる。そこで今回、従来のTV会議の問題点を明らかにし、その解決法を探るという目的で、市販の8ミリビデオやテレビなどのアナログ機器を用いて、簡易型臨場感通信を行った。本章では、簡易型臨場感通信のなかでも、1対1（自空間に一人、他空間に一人）の通信に限定して述べる。多対多の簡易型臨場感通信については次章において述べる。

2.1.2 実験内容

実験装置として図2.1に示すような構成で実際に実験を行った。今回の実験は有線ということもあり、10メートル程度離れた2つの部屋を結ぶにとどまった。しかしながら、完全に部屋として隔離されているので、カメラなどを通してのみしかお互いの空間の状況はわからないようになっている。また、カメラを相手空間の主体性にまかせる目的で、カメラを相手空間のリモコン操作によって動かすことにした。しかし、10メートル程度離れると、障害物などにより電波が届かないので、リモコン操作による主体的視点実験は壁を一枚隔てただけの環境で行った。しかし、視野そのものは壁によって完全に塞がれているため、主体的視線の考察には問題がないと考えた。これによってある程度の視線移動の自由が得られると期待される。

このような状況のなかで、ある特定の議題について議論を行った。図2.1に示した装置器具以外にも、音声入力装置としてマイクを、情報提示装置としてホワイトボードを同時に用いた。

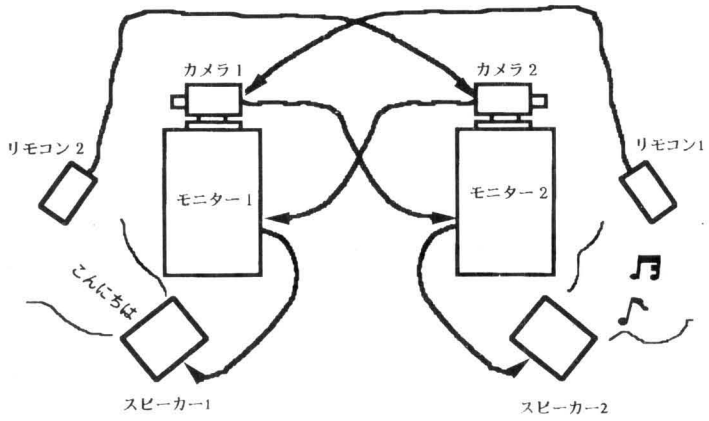


Figure 2.1: 簡易型臨場感通信システム概略図

2.2 問題点

以上のような実験風景を録画したビデオを分析した結果、いくつかの問題点が生じたることが判明した。得られた知見を視覚、聴覚、意図伝達、認知の４つの大きな項目に分類した上で、そのそれぞれについて簡単に述べる。

2.2.1 視覚

視覚の問題としては以下のような４点の問題が実験前に予測されていた。

- 視線は一致するのか
- 視線はどこを見ているのか
- 視野は充分にとれているか
- 文字情報などはどの程度見えるのか

やはり、この予想通り視線はほとんど一致しない。これは視線はどこを見ているのかという問題とも関連する。自然な感じを装えば装うほど、視線はモニターの方を向いてしまい、カメラの方に目線が会わない結果となってしまった。(図2.2参照) 視線の不一致は、自分がみられているという感覚を希薄にした。この結果、音声だけが互いの空間の雰囲気を伝えることになってしまい、互いの雰囲気の共有感を大きく阻害してしまった。したがって、カメラの位置とモニターの位置をもっと厳密に考える必要がある。また、文字情報などは細かい文字はなかなか読み取れず、情報を提示するのが大変であった。しかし、ホワイトボード上で5cm 四方程度の文字であれば今回の

実験ではまず読みとることが可能であった。今回の実験では視覚についてはほぼ予想通りの結果が得られた。

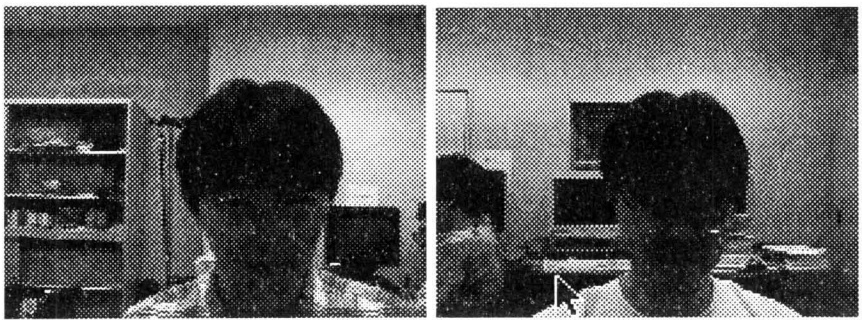


Figure 2.2: 目線の不一致

また、主体的な視点操作は1 対1 の場合ほとんど使用されることはなかったが、自分の見たいところがみられるという満足感は得ることができた。しかし、これは逆に自分が見られていないかもしれないという感覚をつくりだした。このため、会議中に自分がどういう風にみられているのかという不安感に常に襲われることになった。この結果、体を必要以上にさわったり、そわそわした態度がみられた。従って、この不安を除去するために自分がどう見られているのかがわかるモニタの設置が必要である。

2.2.2 聴覚

聴覚においてもいくつかの問題予測がなされた。

- どの程度、相手の発言を聞き取ることができるか
- 雑音はどの程度気になるのか
- 音声によってどの程度相手空間の雰囲気を察知することができるか

前項で挙げたように、目線の不一致は臨場感を阻害することになったが、音声はそれにも増して臨場感を伝える意味で大きな要因になっている。今回の実験では、話を聞き取ることが充分に可能であり、また雑音等などは逆に臨場感を増す意味で大いに必要なものであることがわかった。それ以上に音量の問題が大きかった。つまり、自然体で話すと少し声が聞こえにくく、逆にしっかり聞かせようとして大きな声を出すと、自然な感じが損なわれてしまう感じがあった。こういった現象が起きるのは、カメラで撮られているという感覚が大きく作用していると考えられる。普段の議論では会話の強弱は議論を盛り上げる上で必要なことであるが、カメラで撮られているという意識が話し方をより大げさにしてしまい、自然な感じを失わせているのである。この傾向はマイクを持つとさらに強くなっている。(ニュースのキャスターなどをすぐに意識してしまう) 従って、自然な会話を促進するために、カメラを意識させずに、これから会議をするのだという意識の創出が必要である。

2.2.3 意図伝達

簡易型臨場感通信ではどの程度の意志伝達ができるのだろうか。事前の問題予測は以下の通りである。

- 資料提示などはスムーズに行えるか
- ジェスチャーによる伝達はどの程度可能か

遠隔地での会議ゆえ、同一の資料を共有することは当然できない。従来のTV会議などでは人物を映すモニタのほかに、書画カメラを設置して資料共有用に別モニタで映し出すことが多かった。今回の実験ではこのようなモニタの設置を行わなかったが、やはり人物と同じモニタで資料を提供することは非常に困難であった。資料を提供すると人物の表情やその場の雰囲気、話題といったものが資料によって遮断され、互いのコミュニケーションがまったく行われない状態になってしまった。(図2.3参照) また、資料が回覧しなければならないような資料である場合にはさらに困難な状況になる。従って資料を提供する際に、資料を簡単に提示できるようなモニタあるいはコンピュータディスプレイ上の資料提示システムなどが不可欠であると考えられる。さらに、回覧物などはFAXなどを用いて相手側に送信する必要がある。また、ジェスチャーによる伝達はかなり有効であることがわかった。

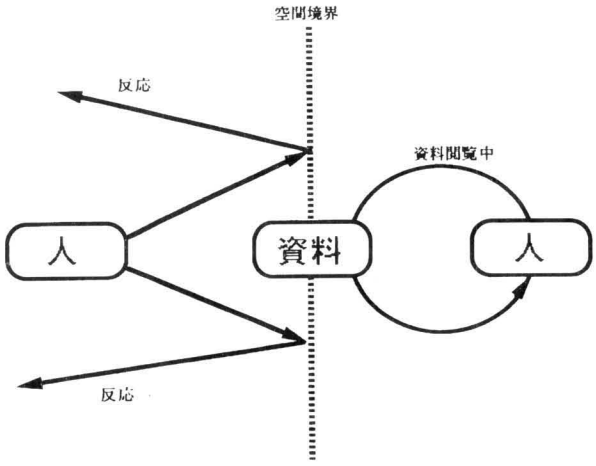


Figure 2.3: 資料提供中のコミュニケーションの断絶

2.2.4 認知

以上の点については問題予測が行えたが、これ以外にも様々なものを認知する段階でいくつかの問題が生じた。ここで生じた問題を以下に列記する。

- 「話しながら〜」のようにひとつのことをしながら違うことができない。
- 離れた場所同士では無駄話ができない。
- どうしてもカメラで撮られているということを意識してしまう。不自然。
- 相手にどの程度の情報が伝わっているのかというフィードバック不足から、不安感が生じる。
- テレビを見ている感覚で、会議そのものに集中しづらい。
- マイクを切っているときには、空間的な断裂が生じる。

これらの問題の共通したことは、これらの問題が自然な状況を作り出すことを阻害しているということである。これらの解決のためには、人間そのものに一層重点をおくことが必要である。また、情報のフィードバック不足などはTV会議特有のものである。直接顔を突き合わせて議論する場合には、こういったフィードバックは確定的な仕草や動作のみならず、その場の雰囲気で情報が伝わったかどうかによっても得られるものである。従って、臨場感通信ではこれらの場の生成を主眼におく必要がある。

2.3 考察

以上のような点から以下のような考察が得られる。

1. 共同開発等の相互理解を目的とした会議であれば、情報提示さえ行えればよく、視覚・聴覚等の情報よりも情報をいかに提示するかということに重点をおくべきである。

2. 商談等の相互理解のみならず、自分の意志を強調しなければならない会議では、適切な情報提示だけではなく、詳細な視覚・聴覚データ及び相手空間の臨場感を伝達する必要がある。

3. 人間の生体的・心理的なシステムを解明した上で、これらに負担をかけないシステムの構築が必要である。また、そのシステムは相互に協調作業をしているという自然な場の生成が不可欠である。

以上の点でもっとも重要な点は生体的・心理的システムの解明であり、これらを解決する技術的な進歩を図ると同時に、人間または人間によって生み出される場についての、何らかの定義を見いだすことが急務である。また、この定義は自分が見られている、あるいは撮られているという意識を取り除くものでなければならない。

2.4 まとめ

遠隔地で会議を行なうということは、コストや時間の節約という面で非常に有用である。今回行なったような単純な臨場感会議であっても、情報のやり取り程度ならば充分に可能であることがわかった。しかし、これはあくまで単なる情報のやり取りにすぎず、協調作業や共同作業にはあまり向いていない。また、場の自然な感じが得られないことから、弾んだ会話が阻害されている。従って、今後の臨場感通信は協調作業や共同作業を、自然な流れで行なうことに主眼をおくべきである。

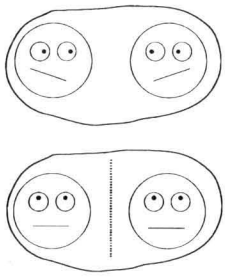
第 3 章

簡易型臨場感通信の実験 (多対多の場合)

前章では1 対 1 の臨場感通信の場合についてであったので、ここでは多人数、特に多対多の遠隔臨場感通信について述べる。簡易的な遠隔会議システムを用いて実際に会議を行ない、分析を行なった。

3.1 多対多での臨場感通信

遠隔会議などを行なうには、多人数同士の臨場感通信システムを構築する必要がある。遠隔会議での臨場感とは、画像、音声の臨場感以上に、会議を進行させるというタスク遂行における臨場感が必要となる。会議の性質は様々であるが、その会議のゴールとなる目的を達成するのに適した形の臨場感通信システムを提供することが重要である。



そのような観点から、物理的に空間の離れた場所での遠隔会議を実際に行ない、どのような対話が起こっているのか、どのような要素が重要であるかについて分析を行なった。

3.2 実験

多人数の場合における臨場感通信についての実験を実際のミーティングを用いて行なった。実験はビデオカメラ、モニタ、マイクを用いて簡易的な遠隔会議システムによ

り行なった。ミーティングに参加した者は、すべてあるプロジェクトに関わる者であり、ミーティングの内容に関する知識を有している。ミーティングに参加している者には、あらかじめシステムについての説明を行ない、実際にモニタやカメラなどを用いて遠隔地との対話を行ない、システムに関する知識を与えるものとする。実際のミーティングにおける対話の進行やシステムの利用は、ミーティングに参加している者に任せることとする。

3.3 結果

ビデオに記録されたミーティングの様子を分析した。それぞれ物理的に離れた場所を空間 A と空間 B とする。その結果、対話の状況に 3 つの形態があることがわかった。

1. 空間 A と空間 B で個人同士の対話が発生し、空間同士の対話が途絶える。
2. 空間 A と空間 B とで参加者全員を含めた対話が発生する。
3. 空間 B で個人同士の対話が発生し、空間 A は聞き手となる。

この 3 つの形態を図に表わすと、以下のようになる (図 3.1、図 3.2、図 3.3参照)。

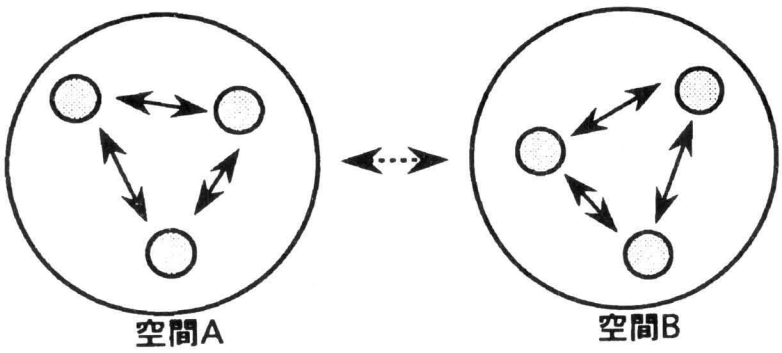


Figure 3.1: 対話の状況例 1

また、通常の物理的に同一の場所における会議と異なる点としては、

- 空間同士をはさんでの個人同士の対話が複数発生することがない。
- 自然な「私語」が発生しない。
- 対話をしないと「疎外感」を感じる。
- 視野の外で対話が起こると不自然であり、話しの内容を理解することが困難であった。

これらの特徴があることが分かった。

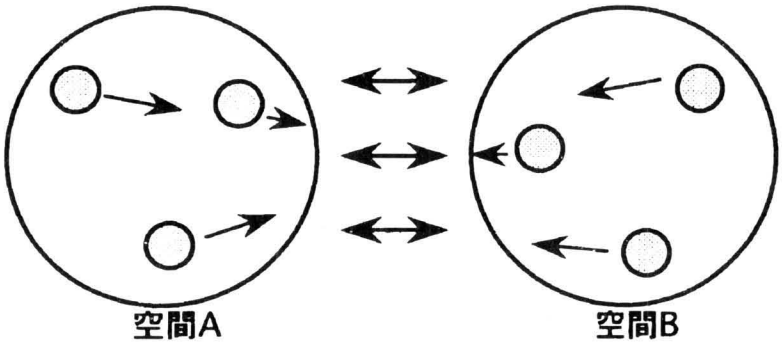


Figure 3.2: 対話の状況例 2

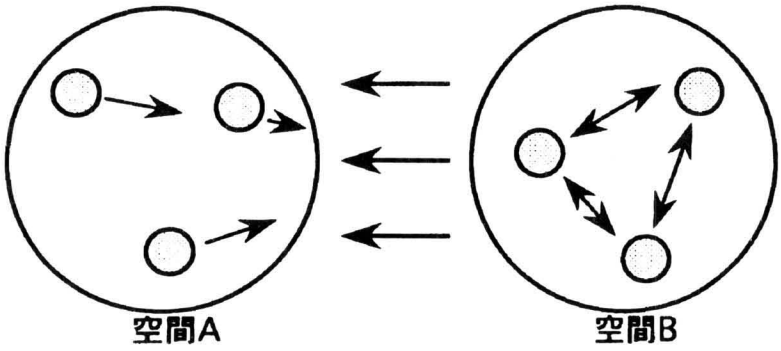


Figure 3.3: 対話の状況例 3

3.4 分析

以上の結果から、次のようなことがいえる。

- 一方の空間の中で対話が発生すると、空間をはさんでの対話のトラフィックが減少する。
- 一旦空間同士の対話が発生すると、それぞれの空間における対話が減少し、空間同士の対話のみとなる。その場合、個人同士の対話にはならず、空間同士での多対多の対話となる。
- 一方の空間で大きな対話が発生すると、もう一方の空間は聞き手となり、対話には参加しない。
- 自分のいない方の空間で視野にない人間の対話を認知することは困難である。

3.5 結論

実験の分析から、多対多の遠隔臨場感通信において会議進行に必要な大きな要素は、空間をはさんでの個人同士の対話を可能とし、ある一方の空間で対話が発生している時にも個人同士の対話が可能である状況を作ることであるということがいえる (図 3.4)。このような状況を作ることで、実際の会議のような臨場感を出し、「自然」な対話の流れを構築することが可能となる。

また、視野にない人間の対話を理解することが困難であることから、カメラなどで画像をとらえる場合、カメラを複数用いたり、カメラを移動できる手段を持つことで、とらえることのできる視野を広げ、対話が起こった方向をとらえることが重要である。カメラが 1 台の場合は、カメラの制御を行なえるようにし、対話が発生した方向に向けられるようにする必要がある。しかし、この場合ではカメラの方向を変えた場合、別の場所で対話が発生するため完全ではない。従って、複数のカメラやそれに代わるようなデバイスを用いることが望ましいと考えられる。複数のカメラを用いる場合は、全体をとらえるものと部分的にとらえるものなどに分け、対話が起こっている部分を常に把握できるようになっている必要がある。

さらに、相手の空間に存在する書類や書籍などを制御する手段、あるいは、それらを共有する手段が必要である。これには、コンピュータなどを利用し、ネットワークを介して行なうなど、電子的な操作が行なえるものが有効である。

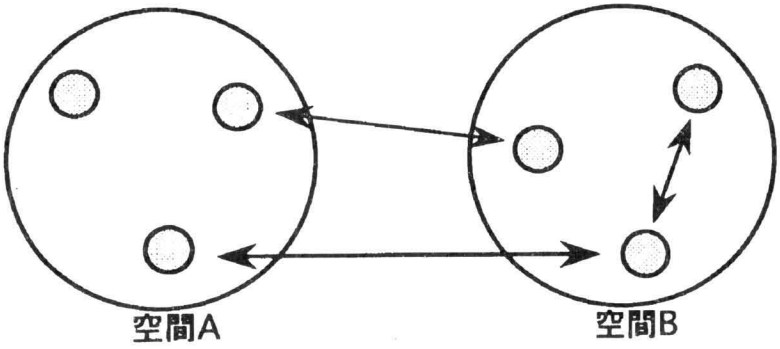


Figure 3.4: 必要な要素

第 4 章

遠隔協調作業環境の試作

4.1 協調作業について

ヒューマンインターフェイス分野においてコンピュータ支援共同作業 (*computer-supported cooperative work*) に関する種々の研究が行なわれはじめており、CSCW という略語が一般的になってきている。これまでのヒューマンインターフェイスの研究ではマルチメディアを多く扱ったものが多い。また、ネットワーク上でのコミュニケーションも盛んになってきている。ところが、これまでの研究ではコミュニケーションチャネル[1]が**認知過程・創造過程・意思決定**において重要であるにも関わらず、その違いが意識されているものがあまり多くない。

物理的な距離が離れた人間同士がコミュニケーションをはかりながら協調作業を行なう場合に重要となってくるのは、

- **コミュニケーションチャネルの多様性**
- **マルチモーダル性**
- **臨場感**
- **同時性・共時性**

などの項目であると考えられる。

そこで、これまでのネットワーク上での主なコミュニケーションツールの紹介と評価を行ない、これらの項目に則ったツールを作成し、応用例により評価を行なう。

4.2 これまでのネットワーク上でのコミュニケーション

標準的なワークステーション環境で用いられるコミュニケーションツールとして、write、talk、phone について紹介し評価、分類を行なう。評価及び分類は以下のような項目で行なう。

[1] 複数の人間がコミュニケーションを行なう上でのコミュニケーションの手段

1. 空間: 固有空間、他者空間、共有空間

2. 時間: 同時、時間差有

3. 場所: 同一場所、遠隔地

また、時間と場所との関係から、

1. 対面型: 通常の教室、会議室、など

2. 同期分散型: 1 つの文書を複数のユーザが同時に編集、など

3. 非同期対話型: プロジェクト計画や協同作業ツール、など

4. 非同期分散型: 電子メール、電子黒板、電子会議、など

の 4 つの項目についても評価及び分類を行なう。

4.2.1 write

他のユーザにメッセージを送るコマンドである。write コマンドでは、1 行ごとに標準入力された文字列を他のユーザのスクリーンに書き込む。この場合は、デーモンプログラムはなく、他者の端末への書き込みとなっているため、同じホストに入っていることが使用条件となる。図 4.1は write の実行例である。

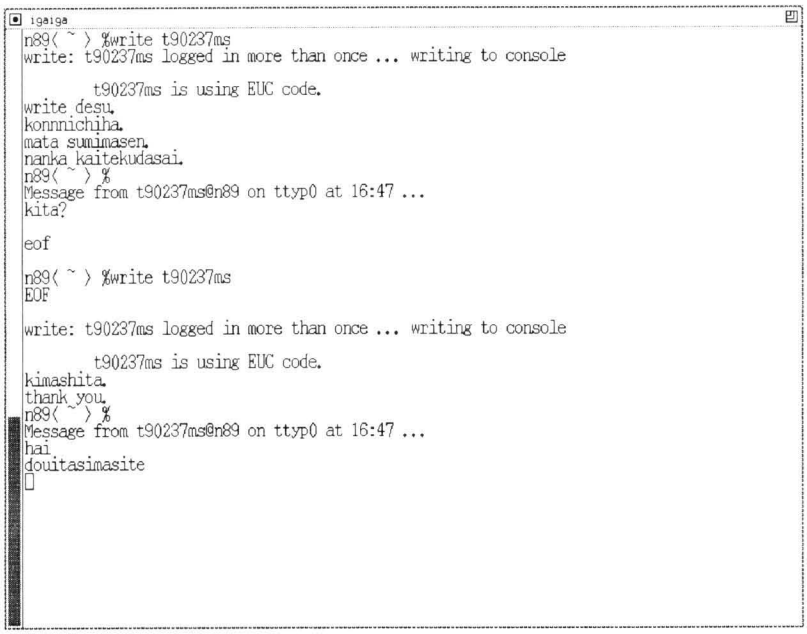


Figure 4.1: write 実行例

4.2.2 talk

talk コマンドは他のユーザとテキストベースで会話するためのプログラムである。talk はネットワークに対応しているので、他のホストにいるユーザとも会話することができる。talk にはデーモンプログラムがあり、これがユーザへのコネクトを行なう。図 4.2は talk の実行例である。

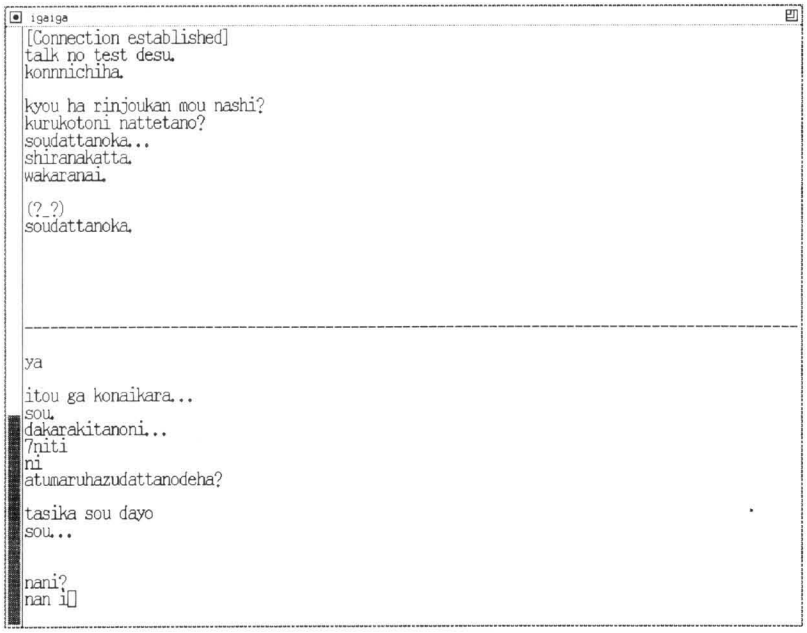


Figure 4.2: talk 実行例

talk コマンドは以下のようにまとめることができる。

- 空間の利用: 端末を上下 2 つに分割し、自己の領域を上、他者の領域を下とする。
- 時間: 相手が talk を受ける必要があるので同時の場合がほとんどである。
- 場所: 同じホスト、異なるホストのどちらでも可能なので、遠隔地でのコミュニケーションが可能である。

4.2.3 phone

phone コマンドも他のユーザとテキストベースで会話するためのプログラムがある。これは 3 人以上のユーザで会話ができる。入力サーバの問題を除けば、日本語も出力できる。phone もネットワークに対応しており、デーモンプログラムによりコネクトを行なう。分類は talk コマンドとほぼ同じである。図 4.3は phone の実行例である。

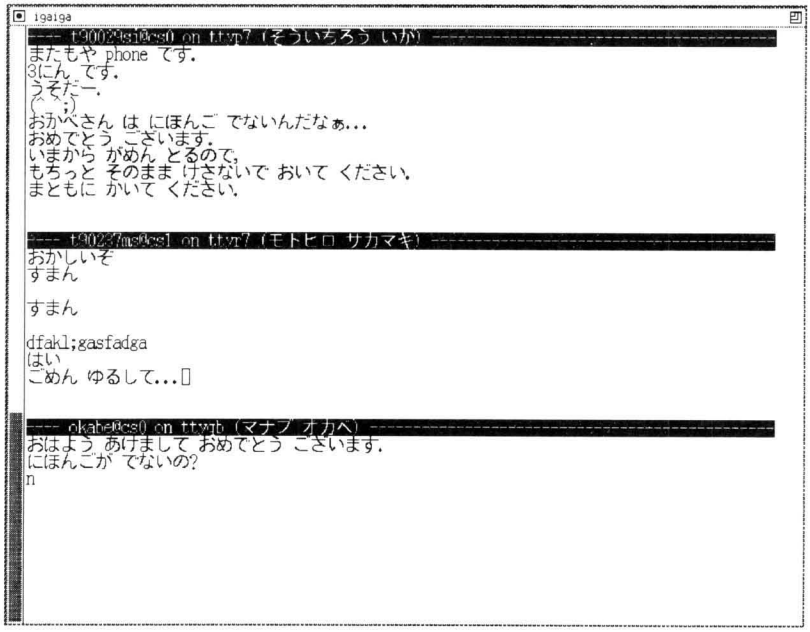


Figure 4.3: phone 実行例

また、このほかにも IRC(Internet Relay Chat) と呼ばれるものもある。これは、Internet を利用して遠隔地からの複数の人間が会話を行なうもので、一般的なエディタ (emacs など) をインターフェイスとして用いている。

4.3 これまでのツールの比較

これまでのツールを比較すると、表 4.1のようにまとめることができる。この表からもわかるように、現時点での一般的なコミュニケーションツールは、同期分散型が主流であり、人数はアプリケーション毎に様々であるが、1 対 1 の対話が主流である。

Table 4.1: これまでのツールの比較

	時間と場所	人数
write	非同期分散型	不特定
talk	同期分散型	2 人
phone	同期分散型	2 人以上
IRC	同期 (非同期) 分散型	多数

4.4 これまでのツールの問題点

これまで述べてきたツールは標準的なワークステーション環境で一般に用いられているものがほとんどである。今のところテキストベースのものが多く、コミュニケーションチャネルとしては、テキスト・テキストによる簡易的な表情の表現・ビープ音程度であり、グラフィックスや音楽的な音は用いられていない。従って、今後のコミュニケーションに求められる要素は以下のようなものになる。

1. テキスト
2. 絵
3. 図形
4. 音、音楽
5. その他の表現媒体

また、ネットワークを用いた非同期な協調作業に関する研究も行なわれているが、協調作業におけるコミュニケーション・臨場感を求めるには、同時性・共時性が重要になってくると考えられる。

様々なコミュニケーションチャネルを取り込んだ上で物理的に離れた人間がコミュニケーションをはかり、協調作業を行なうことのできる *COMTooL* の設計とプロトタイピングを行なう。また、それらを用いたアプリケーション例についての提案を行ない、評価を行なう。

4.5 *COMTooL* の設計とプロトタイピング

ネットワークを用いて複数のユーザがコミュニケーションするためのツールのプロトタイプ「*COMTooL*」を作成した。システムはUNIX ワークステーション、X-Window(Xlib) 上で作成した。今回のプロトタイプではすべて X-Window を利用しており、複数のディスプレイ上でのイベントはすべて一括して扱っている。クライアントプログラムとサーバプログラムを用いたバージョンも作成したが、コミュニケーションのリアルタイム性とネットワークのトラフィックの実状を考慮し、実際に使える形のものをめざしたため、今回の形になった (図 4.4)。

本ツールは大きく分けてドローエリアとチャットエリアの 2 つの部分から構成されている。ドローエリア (draw area) は、主に図形や絵を描く領域であり、チャットエリア (chat area) は、テキストによる会話を行なう領域である。以下にそれぞれについて述べる。

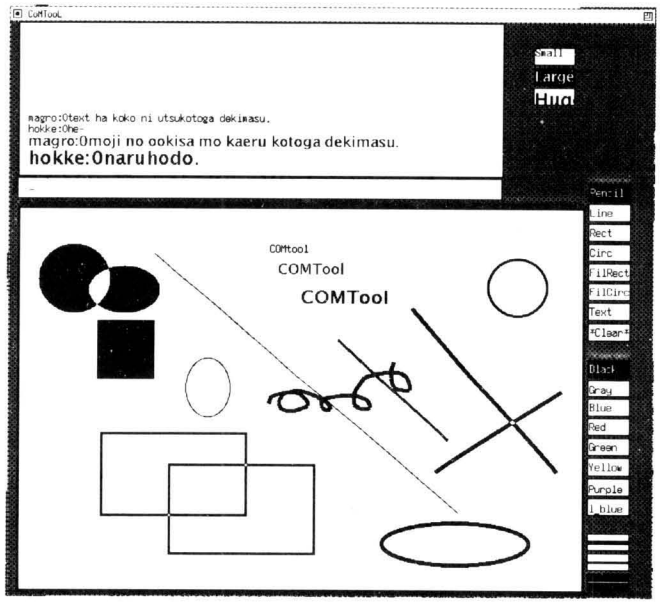


Figure 4.4: *COMTooL* 実行画面例

ドローエリア

ドローエリアでは、直線、曲線、長方形、円、テキスト(ASCII) などを表示する。それぞれには色を付けることができる。描きたい図形を選ぶには、図形選択のためのラジオボタンをクリックすることで行なう。色を選択する場合も同様なボタンがあり選択する。テキストはフォントのサイズも選択することができる。これらの選択に関してはすべてボタンで行なうが、すべてのボタンはウィンドウ上に配置してあるため、複雑なメニュー操作を行なう必要がなく、コミュニケーションにとって重要な同時性が実現される。ユーザ間での操作の排他処理は行なっておらず、すべてのユーザのイベントは均等に評価される。

チャットエリア

チャットエリアでは、それぞれのユーザがテキストによる会話を行なう。ここでは、前に述べたように「フォントサイズ」・「色」もコミュニケーションチャネルとして用いることができる。会話は時系列の流れ通りになっており、会話の流れは上から順になっている。フォントの選択、色の選択に際しては、前述のボタンを用いて行なっている。ユーザにはそれぞれニックネーム的な文字列を付加することができ、それによりどのユーザの発話であるかを識別する。

4.6 コミュニケーションツールとしての評価

本ツールをコミュニケーションツールとして分類すると、表4.2 のようになる。

Table 4.2: コミュニケーションツールとしての分類

時間・場所	同期分散型
人数	多数
チャネル	テキスト、図形、絵

このように会話に関しては、既存のネットワークコミュニケーションツールと同じ形態をとっており、さらに、それにくわえて、コミュニケーションチャネルが複数設けてあることが特長である。

その他、問題点としては、描いた図形などをファイルにセーブする機能、分散協調作業を実現するには、お絵書きの部分に様々なページが分かれていること、画像ファイルや、テキストファイルなどの取り込みも行えることなど、機能的な問題がある。今後の課題としたい。

4.7 応用例 (ディスカッション)

在席会議システムのように、物理的に離れたユーザが会議を行なうシステムは多々研究されているが、自由な発想によるブレインストーミング的な部分での研究はまだ少ない。そこで、*COMTooL* を用いたブレインストーミングによる評価実験を行なった (図4.5)。実験は、本ツールのみを利用した場合と、音声と併用した場合について行なった。実験内容は、あるプロジェクト遂行に関するものである。

4.8 実験手順

実験は、あるプロジェクトに関わる2 人によって行なった。本システムの利用方法について説明した後に、実際にプロジェクトの内容についての打ち合せを行なった (図4.6)。実験は2 つの場合について行なった。

実験1(音声なし)

ユーザは本システムのみを用いてディスカッションを行なう。その際、他のコミュニケーションチャネルは用いない。

実験2(音声あり)

ユーザは本システムと音声を用いてディスカッションを行なう。ユーザは、本システムと音声を自由に利用することとする。

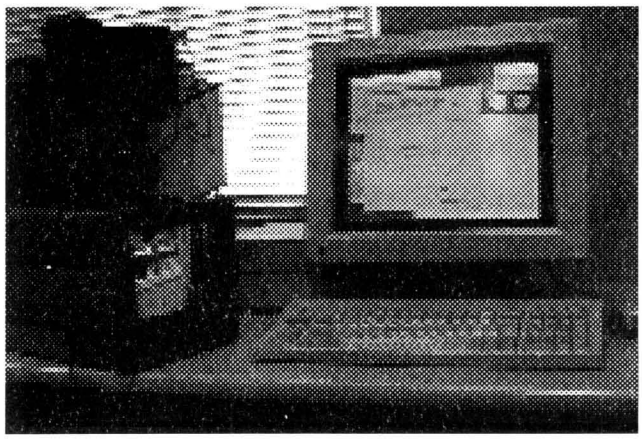


Figure 4.5: システム全景

Figure 4.6: システム実験風景

4.9 実験結果

実験は、タスクが切り替わったところと切り替わるまでの時間について分析した。タスクは、

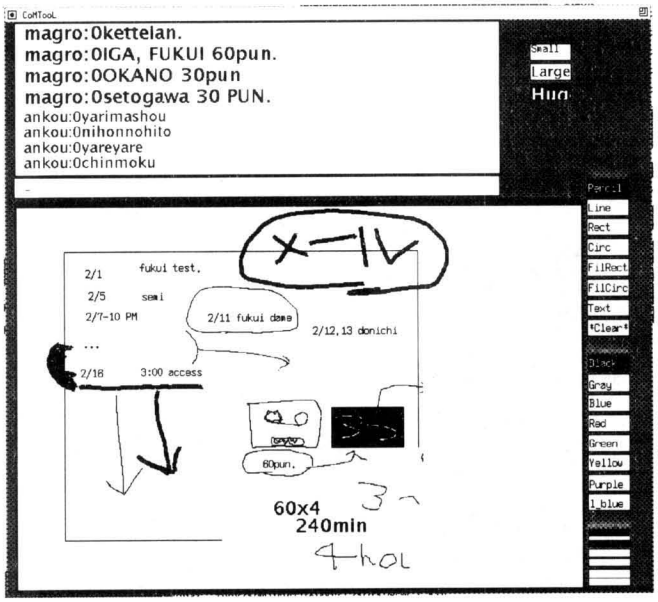


Figure 4.7: 実験中の *COMTooL* の画面例

1. テキスト (*Text*)
2. 絵 (*Picture*)
3. 音声 (*Voice*)

にわけた。

実験の結果、図4.8、図4.9のようなグラフが得られた。グラフは、あるタスクが次のタスクに切り替わるまでの時間の比率で表されており、横軸はタスクの切り替わり、縦軸は時間の経過の割合を表している。

4.10 分析

実験1のように、*COMTooL* ツールのみを利用して実験を行なった場合、図4.8から、チャットエリアでのテキストの対話に多く時間がとられていることがわかる。また、実験2のように音声チャネルを加えた場合では、図4.9から、チャットエリアでのテキストの対話は減少し、音声とドローエリアでの対話が主になっていることがわかる。また、音声を利用した場合、ドローエリアで描きながら音声が利用されていることが多かった。

4.11 考察

以上の分析から、以下のことがいえる。

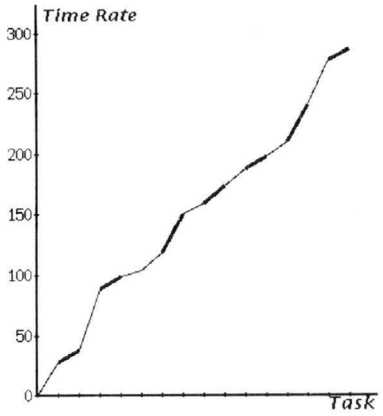


Figure 4.8: 実験 1(音声なし) の結果

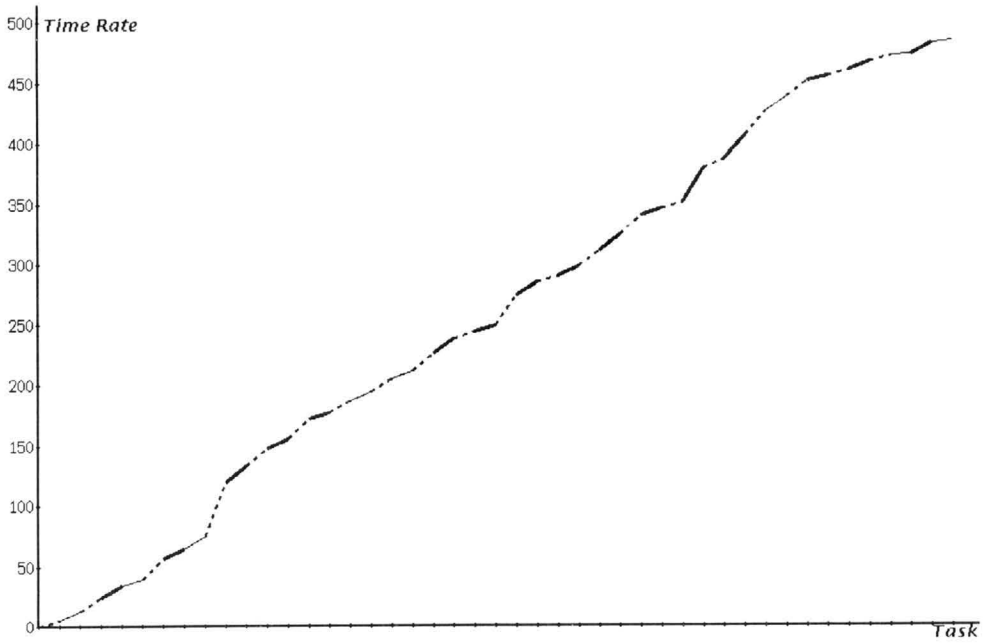
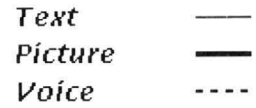


Figure 4.9: 実験 2(音声あり) の結果



1. 音声チャネルがない場合、主な会話はチャットエリアで行われた。
2. 音声チャネルが存在する場合、チャットよりも音声の方が利用頻度が多い。
3. 音声チャネルが存在する場合、チャットを利用しないため、ドローエリアでの並行作業が可能であった。
4. スケジュールなどのように時間的な流れ、空間的な流れを表現する場合、ドローエリアで描かれる場合が多かった。

以上の結果から、ネットワークにおけるコミュニケーションでは、音声チャネルがない場合は、チャット機能を充実させ、ドローイングとの組合せをうまく設計する必要があるといえる。

音声チャネルが存在する場合、コンピュータ内でのテキストによる対話よりも音声が多く用いられるため、音声チャネルに関する伝達方法の研究が重要である。また、音声チャネルが存在する場合は、ドローイング機能において、音声による対話との並行作業がしやすいものを設計することが重要であるといえる。つまり、音声を用いることで、コンピュータ上でのタスクの作業を行ないながら対話を行なうことができるようになるといえる。

4.12 問題点

今回のディスカッションの実験では、被験者は物理的に距離が離れているとはいえ、実際は2つの場所は近いため、実験の説明や問題が起きたときの対処は容易であった。しかし、実世界で遠距離のコミュニケーションが行なわれるときには、これらの対処は可能でない。従って、実際に距離の離れた場所での実験が必要であると考えている。今後の課題としたい。

第 5 章

おわりに

臨場感通信は、実用的にも研究面でも非常に重要なテーマであるが、現状の研究では、技術面の研究が先行していた。今回の我々の研究は、臨場感通信における人のインターフェイスに焦点を当てたものである。

具体的には、臨場感通信のヒューマンインターフェイスに関して、基本的な検討と簡易実験システムによる問題の摘出とシステムの試作を行なった。

臨場感通信に関する基本的な検討に関しては、臨場感通信に関する簡単な定義づけと臨場感を生み出すものについての検討を行ない、さらに、臨場感通信の応用例を列挙した。関連研究については、ごく簡単に紹介した。

簡易型臨場感通信システムについては、1 対 1、および多対多の二つのケースについて具体的な実験を行ない、ビデオに収録し、その結果を分析し、インターフェイス上の問題点を明らかにした。特に、1 対 1 の場合には、(1) 視線を一致させる必要性、(2) 適度な音量の必要性、(3) 資料提示の際や自分自身のモニター用に複数のビデオカメラが必要となることなどが分かった。多対多の場合には、会話ベクトルの向きにより、空間間コミュニケーションと空間内コミュニケーションなどにより、3 種類のコミュニケーションパターンが発生することが分かった。また、特に多人数の場合には、発言者を視野に入れることや資料の共有の仕方などが重要であることも分かった。

チャット系の通信システムを拡張し、遠隔協調作業システムを試作したが、これまでの文字のみから、イメージや音などを作成・編集の共有が可能となるだけでなく、音声を付加的に利用することにより、コミュニケーションがより円滑に行なえることも分かった。これは、将来における本格的な遠隔協調作業システムのベースにもなりうるものである。

具体的な応用例に即した評価は今後の課題である。また、臨場感における音の役割、あるいは、カメラを受け取り手が制御する主体性に関しても、今後明らかにして行く必要がある。遠隔協調作業システムも具体的な応用の中で定量的な評価をさらに行なっていきたい。

5.1 まとめ

今回の研究においては次のものを実験・評価・試作した。

- 臨場感通信に関する基本的検討
- 簡易型通信会議 (1 対 1 および多対多) におけるインターフェイス上の問題点
- *COMTooL* による遠隔協調拡張チャットシステムのプロトタイプ

今回の臨場感通信における人のインターフェイスの研究の結果、明らかとなったのは次の通りである:

- 共同作業における共有物と共有知識の重要性
- 臨場感における視線と視野の役割
- 臨場感における音の重要性
- グループ間の会話ベクトルの方向性
- 協調作業における音声の役割、など。

5.2 今後の課題

今後の課題として、主なものに次の事柄がある。

- 音に関する臨場感の実験とその評価
- 主体感をもった臨場感システムの試作
- マルチメディア協調作業支援システムの評価

臨場感通信は、CSCW とも関連が深い。ネットワークでコンピュータが結ばれた環境下では、臨場感通信の利用は今後、ますます広がるものと期待される。臨場感通信のヒューマンインターフェイスの研究をさらに進めると同時に、単なる電子会議に留まらず、臨場感通信の新しい応用の開拓や新しいコンセプトへの展開に向けて今後努力していきたい。

Bibliography

[1] 安村通晃編, 慶應・CMU「分散処理とマルティメディア環境」海外研修報告書, 1991, Oct.

[2] 岸野文郎, 臨場感通信, in バーチャル・テック・ラボ, 舘・広瀬監修, 工業調査会, 1992.

[3] 廣瀬通孝, 何が臨場感をもたらすのか、日経サイエンス, 1993, Oct.

[4] M. W. クルーガー著, 下野隆生訳, 人工現実, アジソン ウェズレイ・トッパン, 1991.

[5] 寺島信義, 臨場感通信・バーチャルリアリティ, 1993.

[6] Ellis, C.A., Gibbs, S.J. and rein, G.L., Groupware: Some issues and experiences, Communications of the ACM 34, 1(January 1991), 680-689.

[7] Wiener, Earl L., Nagel, David C.(Editors), Human Factors in Aviation, Academic Press, New York, 1988.

[8] Shneiderman, B., Designing the User Interface, 2nd ed., Addison-Wesley, 1992.
邦訳: 東・井関監訳, ユーザーインタフェースの設計, 日経BP 社, 1993.

[9] 大須賀節雄 編, 知識工学講座 10 ヒューマンインタフェース, オーム社, 1992.

[10] Conklin, J., Hypertext: An Introduction and Survey, IEEE Computer pp.17-41, 1987.

[11] 大森豊子・前野和俊・阪田史郎・福岡秀幸・渡部和雄, 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, 情報処理学会研究報告,1992.

[12] 金子恵季・三沢基宏・金谷悦己・ミヘリチ ゲオルグ・佐久嶋ひろみ・中村学・加藤磨々名, 在席会議システム (2)〜会議アプリケーションソフトウェア開発〜, 情報処理学会第 45 回 (平成 4 年後期) 全国大会 (329-330), 1992.

[13] 石澤秀樹・加藤初美・松田元男, 協調作業に必要なコミュニケーションに関する考察, 情報処理学会第 45 回 (平成 4 年後期) 全国大会 pp.305-306, 1992.

[14] 木下凌一・林秀幸, X-Window Ver.11 プログラミング (第 2 版), 日刊工業新聞社, 1993.

[15] 松田晃一, X ウィンドウ実践技術講座, ソフトリサーチセンター, 1992.

[16] Nye, A., Xlib プログラミングマニュアル, ソフトバンク, 1993.

[17] Nye, A., Xlib リファレンスマニュアル, ソフトバンク, 1993.

[18] 廣瀬通孝, バーチャルリアリティ応用戦略—人工現実感の産業応用最前線—, オーム社, 1992.

[19] 宮本加久子, 電子メディア社会—新しいコミュニケーション環境の社会心理学—, 誠信書房, 1993.

[20] 清水康敬, 城間真, ハイビジョンによる遠隔講義実験の評価, テレビジョン学会誌, 1990.

[21] 島村和典, テレビ会議からグループウェアへ, テレビジョン学会誌, 1991.

慶應義塾大学　湘南藤沢学会

Keio University Shonan Fujisawa Gakkai