

静止画像を用いて相手のアウェアネスを伝達する 協同作業支援システム: *MAJIC95*

田中 俊介 市川 裕介 栗原 主計 岡田 謙一 松下 温

慶應義塾大学 理工学部

本研究では、遠隔の協同作業を支援する新しいシステム *MAJIC95* の実装とその評価について報告する。遠隔の協同作業を支援するシステムにおける重要なテーマとして携帯性、簡易性があげられる。その実現には伝達する情報の取捨選択を行ない、不必要な情報の通信を切り捨てる必要があると考えられる。人間の関わりを階層化し、その関わりを深度を明確化することを試みた結果、協同作業に必要な情報は相手の視線の方向やアクションといったアウェアネスであることが分かった。そこで、*MAJIC95* では既存の在席会議システムで一般的に使われている「利用者の顔を映す動画像」を用いずに、「利用者の顔の複数枚の静止画像」を用いてアウェアネスを伝達する方法を用いた。この方法について報告する。

Collaboration Support System Based on the Consideration of Layered Structure in Human Relation: *MAJIC95*

Shunsuke Tanaka, Yusuke Ichikawa, Shukei Kurihara,
Ken-ichi Okada, Yutaka Matsushita

Dep. of Science and Technology, Keio University
3-14-1, Hiyoshi, Kouhoku-ku, Yokohama, JAPAN
E-mail: shun@myo.inst.keio.ac.jp

This paper presents a new tele-collaboration system named *MAJIC95*. For tele-collaboration system, portability and simplicity is an important problem. When we want to solve the problem, we must pick over information to transmit. And we must not transmit useless information. We tried to make layered structure in human relation and to realize the depth of human relation. Then we have known that gaze awareness and actions is necessary information for tele-collaboration system. *MAJIC95* is produced to transmit gaze awareness and actions with "some pictures of users" without "video image" which is used usual desktopconferencing system. This paper reports how to implement it.

1 はじめに

通信技術やコンピュータシステムの発達により、地理的に分散した会議室同士を結ぶ、TV 会議システムの臨場感を高める研究も飛躍的に発展してきた。しかし、どんなに技術が進んでも、人間にギャップをまったく認知させないほどの完璧な臨場感を実現することは不可能とまではいわないまでも、困難かつ極めて高価につく。人間の感覚器は非常に精巧にできている。どれだけ似せても現実との違いに気付く限り、その目標は逃げ水のようなものである [2]。

また、毎回会議の度に TV 会議システムの利用予約を行ない、会議室まで出向くのは面倒であり、電話をかけるような気軽さで各人の席から会議に自由に参加したいという要望は強い [2]。このような、携帯性や簡易性を上げる為には、伝達情報の取捨選択を行ない、要らない情報の通信をあえて切り捨てる必要があると考えられる。

そこで、本研究では人間の関わりを階層化することによって、その関わりの深度を明確化することを試み、人間の協同作業に必要な最小限の情報をそこから抽出し、通信コストを減らす効果を目指す。

2 人間の関わりの深さ

人間が協調するという事は非常に人間らしいふるまいであるので、それをコンピュータによって支援するという事は極めて難しいことである。我儘で個性的な人間を対象とするため、人間のもつ感性、曖昧さなどを取り扱わなくてはならず、これまでコンピュータが最も苦手としているものである。そこで、ここでは人間の行動科学や心理学的な考察から人間の関わりをモデル化することによって、その関わりの深度を明確化することを試みる。

2.1 ピラミッドモデルの提案

人間の関わりの深さを階層化モデルとして構築する試みは幾つか行なわれている [3, 4]。本研究では松下の階層モデル [1] と同じく、人間の関わりの深さは以下の 4 層で構成されていると考える。各

層はレイヤー的に存在するのではなく、それぞれに途中の状態が存在し、丁度ピラミッド状になっていると考える。

- 相手と同じ場所にいる (Copresence)
- 相手の存在に気付く (Awareness)
- 心のふれ合いを必要としない情報の伝達 (Communication)
- 協調する事によって価値を創造する行為 (Collaboration)

2.2 各層の質

関係が深くなる程、各層の質もより高いものが要求されるようになって考えられる。例えば、道順を教えるのに相手の視線などの様子をわざわざ知る必要はない。しかし、協調する行為では会話のコントロールが必要になってくるが、相手が何処を見ているのか、果して自分の話を聞いているのか、といった状況を知る事ができなければ自分が話して良いのかもわからず、会話のコントロールをする事ができない。つまり、意見調整等を含めた会議では、相手の表情や注意を向けている視線方向等の情報が非常に重要になってくるのである。

これを遠隔地を結んだシステムに置き換えて考えると、Communication では音声、文字等の情報伝達で十分であるが、Collaboration になると相手の視線やアクションといった質の高い Awareness を伝達できるシステムである必要があるといえる。これは視線一致が可能な会議システム MAJIC の実験でも明らかになっている [5]。この様に協調作業支援システムを構築する上で Awareness の層を意識して設計する事が大切であるといえる。

ここで疑問になってくるのが、Collaboration の質である。これは、連帯感の強さで示す事が出来ると考える。例えば、本を共同執筆する場合を例にとって考えてみると、連帯感が強い場合、お互いに相手の事を考えて執筆する事になるので良い本が出来上がるが、それが弱いとバラバラの内容になってしまいがちである。このような、連帯感の強い状態での協調作業 (Cooperation) では、心のふれ合いが生じており、相手の雰囲気や表情といっ

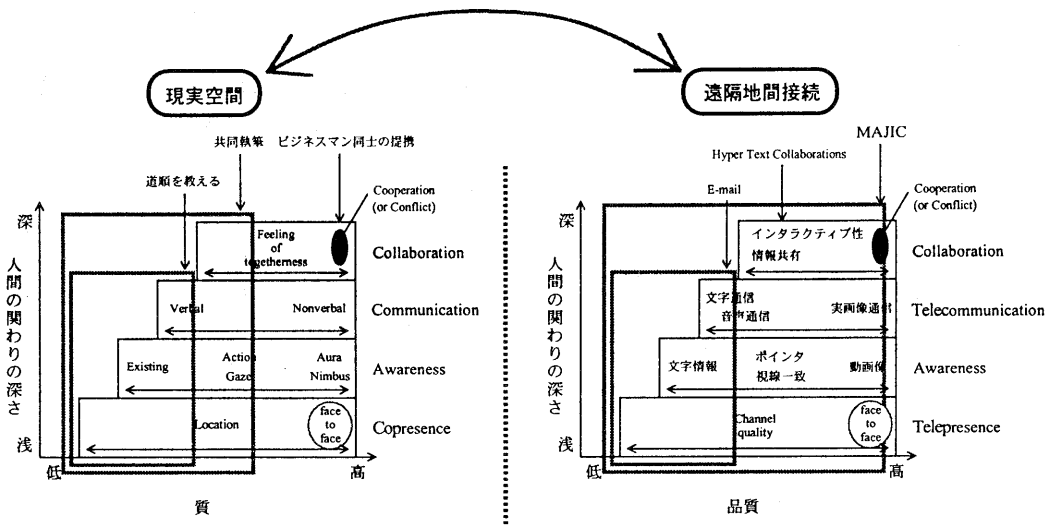


図 1: 人間の関わりの深さの階層化モデル

た特に質の高い Awareness の伝達が必要になってくる。

以上の内容を図示すると、図 1 に示されるようなモデルで表せる。これらの対面環境のモデルを遠隔環境に当てはめてみれば、人間同士の関係の深さによって必要な情報が自然と明らかになってくる。

2.3 Coordination

ところで、例えば「恋人同士の語らい」の様な場合、電話やファックス等の伝達情報量の少ないメディアを使用しているても、心を通じあえる事ができる。この様な例に示されるように、お互いの調整によって少ない情報通信でも、足りない情報を補って高品質な情報を伝達してくれるシステムを使用すると同じ効果をあげる事ができる。この様な状態が“Coordination”された状態である。

このように、Coordination された状態では、少ない情報量でもお互いに足りない情報を補い合う事で、高品質な情報を伝達してくれる通信システムを使用すると同じ効果をあげる事ができる。Coordination をうまく利用する事で効率の良い協調作業支援システムを構築する事も考えられるが、今回はそこには触れないことにする。

3 協同作業支援システムの構築

3.1 協同作業支援に必要な情報

これまでの動画像通信を用いた TV 会議システムについて考えてみる。これまでの TV 会議システムでは、ディスプレイの上にカメラを設置しているものが多く見られる。これでは、ディスプレイを見て、相手の顔を見ようとすると、下を向いている顔が相手に送られ、自分の顔を送ろうとすると相手の顔を見ることができない。当然、視線の一致もなされることはない。このため、お互いが何処を見ているか良く分からないということになってしまう。

対面環境で視線の一致をしないまま、会議をしたら、自分は会議の外側にいるような疎外感を感じるであろう。これは TV 会議でも当てはまると思う。本当は何処を見ているのだろうかというようなことを気にしながら作業をすれば、一体感は低下してしまう。視線情報が伝わらず、相手が何処に注目しているか分からないので、会議にぎこちなさを感じてしまうのである。せっかく動画像を用いて通信しているのにこれでは通信回線の無駄使いということになってしまう。

そこで、2章で述べてきたモデルを基に、Collab-

oration に必要な最小限の情報を考えてみる。図 1 より、協同作業支援の通信システムや端末に必要なになってくる機能は以下に挙げられるようなものであると考えられる。

- 相手が何処を見ているか (ゲイズ) の伝達
- 相手のジェスチャーやアクションの伝達
- 音声通信
- 共有作業スペースの確保 (情報共有を含む)

相手が何処を見ているか今何をしているかという事が分かるというのは基本的な Awareness であり、Collaboration で必要となる会話のコントロールをする為には最低限伝達しなければならない情報である。このような Awareness の維持は Communication の生起を促し、さらに Collaboration へと発展させるための前提条件となる。相手の状態がわからなければ、Communication やましてや Collaboration のための行動をとることは出来ないということである。

また逆に言えば、ゲイズやアクションが伝われば動画画像は必要ではないという仮説も成り立つ。つまり、静止画像の切り替えによるゲイズの伝達とマウスポインタによるアクションの伝達を行なう事で、動画画像通信を切捨て、より少ない通信量でも協同作業を行なう事が可能なシステムの構築が出来ると考えられる。

3.2 MAJIC95 の実装

そこで本研究では、動画画像通信を取って切捨て、静止画像を送ることにより、これらの Awareness の伝達の実現を図っている共同作業支援システム MAJIC95¹ を試作した。

3.2.1 ゲイズの伝達

人は(視線の方向もあるが)顔の向いている方向で、人の注目している方向をほぼ知ることが出来る。このことから動画でなくても顔の向いている方向が分かれば、人の注目している方向を可能である。今回は顔が向いている方向が注目している方向であると仮定した。この仮定から、様々な

方向を向いている顔の静止画像を切替えることによりゲイズの伝達を試みた。何処を向いているかという情報を得る方法は、動作をしている点が注目しているところであるという考え、マウスポインタの位置で検出した。つまり、ポインタが共有スペース上にあるか、相手の顔画像上か、などを判別し、顔画像とポインタの位置の関係から、その方向を向いている顔の静止画像に切替えている。この場合、個人の作業スペースに注目している状態を自分の机を見ているということで、下を向いている顔の静止画像で表現している。全員に話しかけるときは、ルートウィンドウにポインタを置くことで、全員に自分の正面の顔の静止画像が送られることになる。

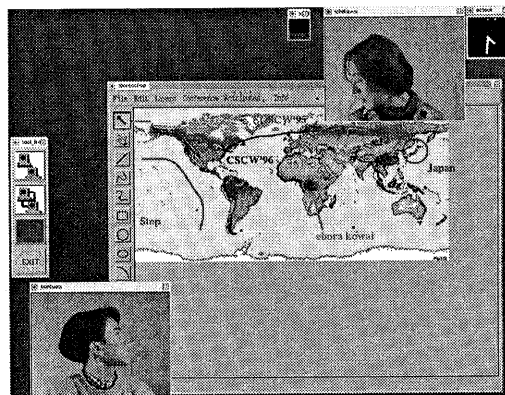


図 2: 遠隔の相手がお互いに向き合っている状態

3.2.2 アクション・ジェスチャーの伝達

対面環境で協同作業を行う場合、相手の顔に注目することに加え、手の動作に注目していることが多い。つまり、相手が何かを指しているということや、何かを書こうとしているということなど、手の動作に注目することにより、今から何をしようとしているか、今何をしているかを知ることが出来るのである。

本システムでは、相手がマウスポインタを共同作業ウィンドウ上を持ってくるとそれが自分の画面に表示される。マウスポインタの表示には、相手のポインタに指している状態、書いている状態、掴もうとしている状態の三つの状態を表示すること

¹Multi-Attendant Joint Interface for Collaboration

ができる。マウスのボタンを押す事によってそれを切り替え、ジェスチャーを伝える事が可能である。

また、誰がどのポインタであるかを判別するために相手の顔画像のウィンドウからポインタに腕のように線をひいた。これにより、会話空間と作業空間のシームをなくし、どれが誰の手であるか混乱をなくす効果がある。よって、対面環境で共有スペースをみんなで囲んでいるような感覚も実現することができる。

3.2.3 音声通信と口の動き

音声通信はヘッドホンとマイクにより、通信している。音声は繋げているだけで、顔画像が口を閉じたままでは、口が閉じているのに話しているということになり、違和感を感じてしまう。また、三人以上になった時、誰が話しているか分からなくなるといことがある。本システムでは、あらかじめ、各方向の口を閉じている画像と、口を開けている画像をもっている。話していることを感知すると、口を閉じている画像と、口を開けている画像を一定の間隔で切り替え、話している状態をアニメーションのように表現している。このことと、顔の方向を合わせることによって、誰が話しているということだけでなく、誰に話しかけているかということがわかる。

3.2.4 共有作業スペース

現在、複数の人がアプリケーションを共有して使用する事を可能にする共有アプリケーションは、幾つか実用化/実装されている。しかし、ユーザによって好みのアプリケーションというものがあ、それを共同作業支援システムが限定し強要するのは、ユーザに無用な負担をかける事になる。

本システムではユーザの好みのアプリケーションを自由に利用できるようにした。ユーザが共有スペースのツールを立ち上げた後、そのウィンドウをボタンにより共有スペースに指定している。途中で共有スペースのウィンドウを変更することも可能である。このことから分かるように、MAJIC95は基本的に何を見ているか、アクションやジェスチャー、音声を伝えるアプリケーションに徹しており、非常に自由度の高いシステムになっている。実装の画面を図3に示す。

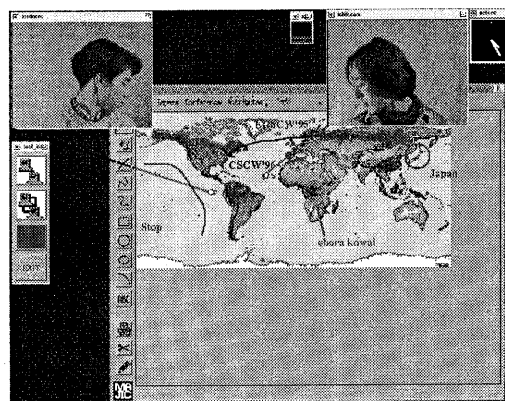


図 3: MAJIC95 の画面イメージ

4 評価実験

この試作システムを評価する為に他のシステムとの評価実験を行った。

4.1 実験手順

評価実験に用いた環境は、(1)対面環境、(2)MAJIC95、(3)ゲイズのみを伝達する MAJIC95(ジェスチャーの伝達機能を外したもの)、(4)ジャスチャーのみを伝達する MAJIC95(ゲイズの伝達機能を外したもの)、(5)映像通信を用いて会議を支援する市販のデスクトップ会議システム、の5種である。

本実験では従来のTV会議システムの例として、本実験では Apple 社の QuickTime Conferencing²を使用した。これは Macintosh 上で動くデスクトップ会議システムである。画面表示例を図4に示す。

議題には参加者間の意見調整を必要とする、5種類の協調作業を用意し、各々の環境で15分程度行ってもらった。それぞれの作業に必要な図はあらかじめ用意しておき、共有作業ツールでその図に書き込みながら作業を行ってもらった。

作業終了後、20問のアンケートに1(そう思わない)~7(そう思う)の7段階評価で解答してもらった。アンケートの質問項目は主に4つの分野に関する質問をそれぞれ4~6問程度用意し、実際にア

²©1995 Apple Computer, Inc.

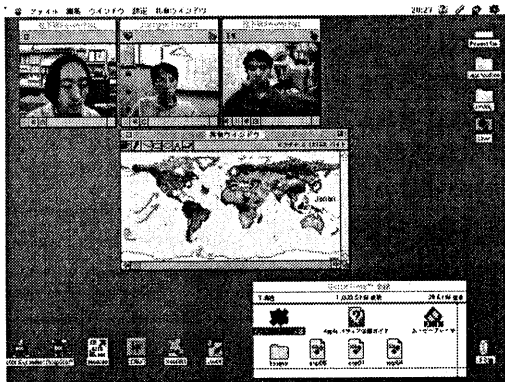


図 4: QuickTime Conferencing

アンケートに使用する際には質問意図を悟られない様に、質問順序をランダムに入れ換えて使用した。

4.2 実験結果

「自分の呼びかけに対して相手が答えてくれたか」という質問に関しては、ジェスチャーが伝わるよりも動画像があった方が答えてくれるという解答が出たが、実際は動画像よりもジェスチャーや顔向が伝わる方が自己表現はしやすいようである。

また、動画像やゲイズよりも、作業空間上で手によってジェスチャーをされた方が、相手のアウェアネスに気がつきやすいという結果がでている。これは、作業中は相手はあまり見ず、作業空間を注視しているため、相手の様子はまず手のジェスチャーを見て、それから次に相手の顔の向きから判断している為であろう。

コミュニケーションのやりやすさという点に関しては全体的に QTC よりも MAJIC95 の方が良い結果を示している。これにより、コミュニケーションには手やゲイズの表現が大きく関与しており、動画像の効果は思ったよりも少ない事がわかった。

しかし、対面環境に比べて遠隔会議システムはどちらも疲労感が大きく、この問題をどう解決していくかという点がこれからの課題といえる。

4.3 結論

以上の結果によりゲイズとアクションの伝達が協同作業を行う上で役立っている事がわかった。こ

れは、視線を伴わない動画像を伝達するよりも有効な情報であることもわかった。実験で使用した市販のデスクトップ会議システム (QTC) が遠隔の相手 1 人分 (1 画面) の動画像当たり約 80kbps の情報伝送を要するのに対し、MAJIC95 では最大でも 1.2kbps しか必要とせず、情報コストの面でも MAJIC95 は非常にすぐれてたシステムであるといえる。

5 まとめ

MAJIC95 では、共同作業に必要な最小限の情報のみを伝達する事によって、「通信コストを減らす効果」をもたらすことが出来る。また、一般的な画像通信システムでは伝達されていないゲイズアウェアネスの伝達を支援する事によって、あるいは一般的な画像通信システムよりも使い勝手の良いシステムであるといえるかも知れない。

今回の評価実験ではアンケートによる定性的な解析しかできなかったが、今後はシステム使用者の発言量や視線移動量のような定量的な面から解析していきたい。

参考文献

- [1] 松下温: “人間のかかわりの階層化の試み”, 情報処理学会, グループウェア研究会, 93-GW-4, 1993 年 10 月.
- [2] 石井裕: “CSCW とグループウェア - 協創メディアとしてのコンピュータ”, オーム社, 1993 年.
- [3] 村瀬一郎: “CW (Cooperative Work: 協調行動理解) の研究動向”, グループウェア '94, 1994 年 11 月.
- [4] Malone, T. W., Crowston, K.: “The interdisciplinary study of coordination”, In *ACM Computing Surveys*, Vol. 26, Iss. 1, pp. 87-119, March 1994.
- [5] Ichikawa, Y., Okada, K., Jeong, G., Tanaka, S. and Matsushita, Y.: “MAJIC Videoconferencing System: Experiments, Evaluation and Improvement”, In *Proceedings of ECSCW'95*, Sept. 1995, pp. 279-292.