

マルチメディア型技術相談における画像情報の有効性

井口 信和*、内尾 文隆**

和歌山県工業技術センター 研究開発部*
和歌山大学システム工学部**

本稿では、技術的な内容の相談、打ち合わせなどの技術相談における画像の有効性について述べる。技術相談には画像が有効であることを過去の技術相談事例の調査から確認した。この結果から、コンピュータネットワーク上で画像と音声による遠隔技術相談を実現するマルチメディア型遠隔技術相談システムを提案する。本システムを評価するための実験システムを構築し、どの程度有効であるのかを確認する予備実験を代表的な技術相談事例について静止画像および動画、顕微鏡画像を用いて行った。その結果、いずれも技術相談に十分有効であることが判明した。さらに、本システムを用いて本格的な遠隔技術相談を試行し、良好な結果を得た。

Effectiveness of Image data on Multimedia Type Technical Consultation

Nobukazu Iguchi*, Fumitaka Uchio**

Industrial technology center of Wakayama Prefecture*
Faculty of systems engineering, Wakayama University**

We describe an effectiveness of image data on technical consultation. Investigating conventional technical consultation, we found that images were, in particular, effective for remote technical consultation. From the results of the investigating, we propose a multimedia type remote technical consultation system which realizes remote technical consultation using images and real time voices. To estimate the proposed system, we constructed an experiment system; we performed some preliminary examinations and remote technical consultation about typical cases of technical matter by specialist. As a result of examinations, we verified that proposed system was effective for actual remote technical consultation.

1. はじめに

グループウェア、CSCWに関する研究により、離れた場所に存在する複数の利用者がコンピュータネットワーク上で共同作業を行う環境が実現されようとしている [1],[2]。

一方、製造業ではCALSに注目が集まっている。CALSの実用化により、製造工程の短縮化、合理化が一層加速され、新製品の開発時間の大幅な短縮が期待できる[3]。さらに、他人との差別化に価値を見いだす最近の消費者動向においては、多品種少量生産体制が要求される。したがって、製品開発時の各部門間の綿密な設計デザイン、あるいは購買者までを含めたよりきめ細やかなコンサルテーションが必要不可欠である。

このような製品開発をネットワーク上での確に行うためには、より正確で迅速なコミュニケーションの手段と環境が必要である。従来、ネットワークを利用した遠隔会議システムが考えられているが、これらは、事務的な会議や業務をネットワーク上で実現しようとするものであり、技術的な内容の相談、打ち合わせなどの技術相談に適した場合にはどのような機能が必要であるかはほとんど検討されていない[4],[5]。

このような背景から、本研究ではネットワーク上での技術相談の具体例として、公設試験研究機関（以下、公設試）で実施している技術相談を取り上げ、過去の技術相談事例からネットワーク上で技術相談を行う場合の画像情報の有効性を確認した。さらに、マルチメディア型遠隔技術相談システムの提案と実験システムを構築し、システムの評価を行う実験を行った。

2. 技術相談の現状

2.1 技術相談の概要

公設試では、中小企業からの技術相談を受け付けている。これは、相談者が公設試に来所して相談を進めるのが一般的である。しかし、公設試への来所には無駄な移動時間と費用が必要となる。そこで、公設試によっては、技術相談専用の電話、FAXを用意し対応している。さらに和歌山県工業

技術センター（以下、本センター）では電子メールで技術相談を受け付けている[6]。ここで、公設試へ相談者が直接来所せず、電話、FAX、電子メールによって実施する技術相談を遠隔技術相談とする。

2.2 技術相談で使用しているメディアの分析

本センターで実施した技術相談を例にとり、技術相談で使用しているメディアの分析調査をおこなった。本センターにおいて実施した技術相談の総数は1992年5045件、1993年5807件、1994年5921件であった。業種別の割合では、繊維・木工が42%、化学・食品が26%、機械・電子が26%、皮革が6%である。次にどの方法を使って技術相談を実施したかについて記録から分析した結果、来所による対応が約64%、電話による対応が約32%、FAXによる対応が約3%、電子メールによる対応が約1%であった。この結果より、現在の技術相談では来所による方法が全体の6割強も占めていることがわかった。

次に遠隔技術相談を行う場合の各メディアの有効性と問題点について、本センター研究員に対してヒアリングを実施した。

- ・電話の有効性は、相談者と研究員の対話による技術相談が実施できることである。問題点は、実物が見られないこと、触れないこと、画像、文字が扱えないこと、口答では物の形状、色、手触り、臭いを正確に伝えることが難しいことである。

- ・FAXの有効性は、文字、静止画が扱えることである。例えば、機械の扱い方や試験方法のスケッチ画、図面などが利用できる場合に有効である。問題点は、実物が見られないこと、触れないこと、一般に普及しているFAXでは、画質が悪いことである。

- ・電子メールの有効性は、文字、画像、音声が届えること、受け取ったメールの再利用が可能であることである。問題点は、実物が見られない、触れないことである。

ヒアリングの結果から、現在使用しているこれ

らのメディアに共通している問題点は、実物が見られないこと、触れないことであり、物の形状、色、臭いなどが相談の重要な要素になった場合には、十分な対応ができないことが指摘された。

次に、実物の静止画像および動画像が見られたとしたら、現在の技術相談のうち、どの程度の内容が画像による遠隔技術相談に代わるかについて調査した。その結果、繊維・木工分野において約50%、化学・食品分野において約30%、機械・電子分野において約50%の技術相談が画像による遠隔技術相談で対応可能な内容であることがわかった。

続いて、静止画像および動画像による遠隔技術相談が可能であると考えられる具体例を整理すると、以下ようになった。

静止画像：繊維に発生した傷の原因分析、顕微鏡画像によるカビや微生物の分析

動画像：繊維の組織分析、機械の稼働状態のチェック、加工技術の指導

以上から、約半数の技術相談が画像による遠隔技術相談で解決できるようになることがわかった。画像による遠隔技術相談の導入によって、相談者の無駄な移動時間と費用を省くとともに、地理的制約を克服することが期待される。

3. マルチメディア型遠隔技術相談システム

2章において遠隔技術相談には画像情報が有効であることが確認された。そこで、画像による遠隔技術相談を実現するシステムとして、マルチメディア型遠隔技術相談システムを提案する。

マルチメディア型遠隔技術相談システムは大きく以下の3つの機能を有するものである。

(1) 相談対象物の静止画像をイメージスキャナーから取り込む。または、ビデオカメラから入力した画像をキャプチャーして利用する。動画像はビデオカメラから入力する。

(2) 静止画像は適当な画像圧縮を施したのちネットワークを通じて送信する。動画像は映像会議ツールを使って送信する。

(3) 相談は同じ画像を見ながら、音声会議ツ

ルを用いて利用者の対話によって行われる。

また、このシステムをインターネット上のマルチキャストに対応させることで、同時に複数の人間との対話を可能にする。したがって相談内容によっては同時に複数の組織の専門家からの幅広いアドバイスを受けることも可能である。(図1参照)

機器構成は、ネットワークに接続したワークステーションにイメージスキャナー、ビデオカメラを接続し、技術相談の対象と内容によって適宜使い分けることとする。さらに音声入力のためのマイクロフォンを接続する。ネットワーク環境は、インターネットへの専用線接続はもちろんであるが、中小企業や一般消費者への展開を考えた場合、現在選択できるネットワーク環境としてN-ISDNがある。本システムはN-ISDNでの利用が可能であることが望まれる。

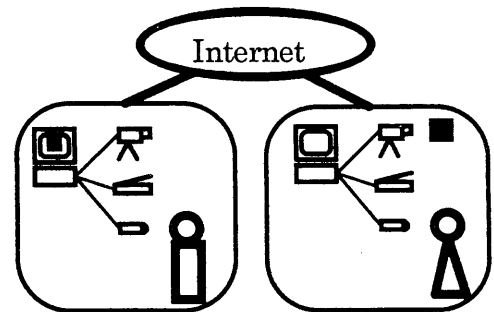


Fig.1 マルチメディア型遠隔技術相談システム

4. 実験

4.1 概要

3章で提案したマルチメディア型遠隔技術相談システムを評価するための実験システムを構築し、このシステムを遠隔技術相談に用いた場合、どの程度利用できるかを確認する実験を行った。実験には、本センターに持ち込まれた代表的な技術相談事例を用いた。今回は、遠隔技術相談における画像の有効性を確認するための実験とした。したがって、音声については特に扱わないこととする。

実験対象は、本センターにおいて木工分野と併せてもっとも技術相談が多い業種である繊維分野

とし、繊維の技術相談として持ち込まれている事例の中から、繊維分野の代表的な技術相談事例であるニット生地に発生した傷の原因分析および糸の種類判定について実験を実施した[7]。

4. 2 実験環境

実験環境としては以下の機器を利用した。画像入力用ワークステーションにはシリコングラフィックス社製 Indigo2 Extreme を使用した。これに、イメージスキャナー、3CCD ビデオカメラおよび CCD カメラ付き実体顕微鏡を接続した。画像出力用ワークステーションにはシリコングラフィックス社 INDY を使用し、2 台のワークステーションを Ethernet で接続した。

次に、実験に使用したサンプルについて説明する。一つは、糸はレーヨンで黒色のニット生地に白い横段（横すじ）が発生したもの（以下、サンプル A とする）であり、他の一つは、糸は綿で青色のニット生地に生地と同じ色の縦すじが発生したもの（以下、サンプル B とする）である。糸の種類判定実験に用いた素材は、綿、絹、羊毛、ポリエステル の 4 種類である。

4. 3 実験方法

ニット生地に発生した傷の原因分析について技術相談を行うにあたって、どのような画像情報が必要かを繊維担当の研究員にヒアリングした。その結果、(1) 生地の編みの状態（静止画）、(2) 糸をほぐす様子（動画）が必要であることが判明した。そこで、これらを入力する対象にして静止画像と動画像に分け 2 種類の予備実験を行った後、ネットワーク上での遠隔技術相談実験を行った。

糸の種類判定実験には、ビデオカメラ付き実体顕微鏡を用いた。このカメラからの画像をワークステーションに取り込み、映像会議ツールを用いて糸（繊維）の外観を観察した。（図 2 参照）

4. 3. 1 静止画像

サンプルの画像をイメージスキャナーから取り込む。画像取り込み時の色数と解像度を変更し、

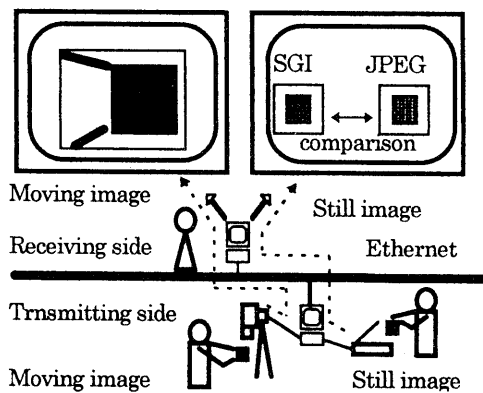


Fig.2 実験環境

出力した画像から画像による遠隔技術相談が可能かどうかの判断を繊維の専門家（繊維担当の研究員）に委ねた。ここで観察する内容は生地の組織の様子である。実験で変更した条件は、色数（カラー 8 bit、モノクロ 8 bit）、解像度（100dpi, 200dpi, 300dpi, 400dpi, 600dpi, 1200dpi）である。合計 24 種の実験を行った。ファイルフォーマットは SGI フォーマットとした。出力画面サイズは 500 画素 X 500 画素である。

次に取り込んだ画像データに画像圧縮を施した。今回は JPEG フォーマットとした。続いて圧縮した画像を解凍してディスプレイに表示し、元の画像との比較を行った。

4. 3. 2 動画像

サンプル A の糸を一本ずつほぐしていく様子の画像をビデオカメラから入力し、Ethernet を介して接続した INDY のディスプレイで観察した。この時、色数、画像の解像度を変更し、出力画像から先程と同様にその有効性を専門家に判断してもらった。実験で変更した条件は、色数（カラー画像、モノクロ画像）、解像度（QCIF サイズ 176 画素 X 144 画素、CIF サイズ 352 画素 X 288 画素）である。合計 4 種の実験を行った。映像会議ツールは画像符号化方式として H.261 を使うことができる vic(Video Conference)を使用した。

4. 3. 3 遠隔技術相談実験

今回の実験に使用した環境を用い、サンプル A および B に発生した傷について、専門家による遠隔技術相談を試行し、その原因の判断と本システムの利用評価を行った。

4. 3. 4 顕微鏡画像実験

4 種類の糸の画像を、ビデオカメラ付き顕微鏡から入力し、映像会議ツールを用いて専門家に観察してもらい、糸の種類判定ができるかの評価をしてもらった。顕微鏡の倍率は400倍とした。

5. 実験結果および考察

5. 1 静止画像

サンプル A では、400 dpi 以上のカラー画像があれば技術相談に利用でき、サンプル B では1200 dpi のカラー画像が技術相談に利用できることが判明した。ニットに発生した傷の原因分析では、編みの状態の観察が必要となる。今回の実験によって、ニット生地の編みの状態の観察には、イメージスキャナーから取り込んだ静止画像が十分利用できることが分かった。サンプル A とサンプル B の編みの状態の観察に利用できる画像の解像度の違いは、糸の太さと編み方の粗密さによる違いである。糸の太さは番手と呼ばれる規格で定められており、編み方も規格によって規定されている。したがって、あらかじめ、糸の太さ、編み方が分かっているならば、適切な解像度を指定することは容易である。カラー画像とモノクロ画像では、カラー画像の方が実体のイメージをつかみ易いという指摘があった。

次に、JPEG 圧縮を施した画像と元の画像との比較を行った。サンプル A は400 dpi のカラー画像について、サンプル B は1200 dpi のカラー画像について比較した。その結果、圧縮を施した画像は画質の劣化は見られるが技術相談には十分な画質が確保されていることが分かった。したがって、画像を転送する場合には、JPEG 圧縮を施したのち送信すれば、回線容量の少ない環境においても実用に耐えうると考える。

5. 2 動画像

CIF サイズのカラー画像であれば、サンプル A の糸を一本ずつほぐす様子を観察できることが分かった。さらに、ISDN での使用を考慮し、画像の転送帯域を128 kbps にしたところ十分観察できることが判明した。

今回は、一般に普及しているビデオカメラによって撮影した画像を入力画像としたが、糸をほぐす様子の観察には十分活用できることが分かった。図3に糸をほぐす実験の一例を写した画像を示す。

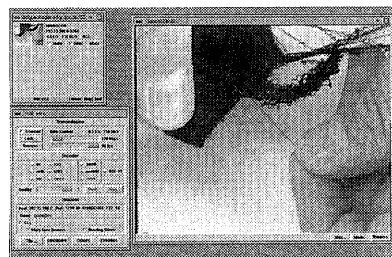


Fig.3 実験例

5. 3 遠隔技術相談実験

予備実験で判明した遠隔相談で有効となる画像条件を有する環境を設定し、実際に遠隔技術相談を試行し、サンプル A および B に発生した傷の原因の判断と本システムの利用可能性の評価を行った。実験の結果、現行のシステムによって、サンプル A および B に発生した傷の原因を特定することができた。しかし、次に述べる問題点が指摘された。

現行のシステムは、画像を送る側が送信画像の解像度、フレームレート、画質を決めており、受信側でそれらを選択することができない。しかし、遠隔技術相談システムでは、画像を見たい側(相談の受け手)が相談内容によって QoS(Quality of Service)をコントロールしながら原因を究明することが必要である。さらに、煩雑な操作は画像の受信側、すなわちシステムの熟練者が行えば、画像を送る側の作業を減らすことができるため、利

用者が本システムの操作に不慣れであっても、技術相談に支障をきたさない。

5. 4 顕微鏡画像実験

繊維の専門家の判断によって、糸の種類判定には、顕微鏡に取り付けたビデオカメラからの画像が十分活用できることが分かった。

図4に、実験の一例を示す。サンプルは羊毛である。

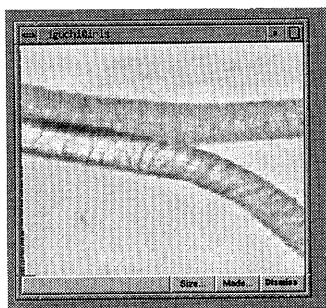


Fig.4 顕微鏡画像実験例 (羊毛)

顕微鏡画像が扱えることによって、本システムの応用範囲が広がる。例えば、食品に発生したカビ、微生物の判定、微小機械部品の観察に応用できるであろう。マルチメディア型遠隔技術相談システムは、画像の入力装置を必要に応じて用意し、相談内容によって使い分けることが必要である。

6. おわりに

本研究では、過去に実施した技術相談の調査から、遠隔技術相談には画像が有効であることを確認した。続いて、画像による遠隔技術相談を実現するためのモデルを考え、予備実験システムを構築し、遠隔技術相談にどの程度利用できるかの実験を代表的な技術相談事例を用いて行った。その結果、ニット生地に発生した傷について有効であることが判明した。さらに、実用実験としてこの実験環境を用い遠隔技術相談を行った結果、本システムによるネットワーク上での技術相談が相談

者が実際に来所して行う相談とほぼ同じ結果を得ることができることが判明した。本システムは音声、文字、静止画、動画に対応したマルチメディア型コンサルテーションシステムであるため、企業間あるいは消費者を含めた一般の製品開発およびデザインへの利用が可能であり、この種のシステムの基本的な機能を有するものと考えられる。

今後は、本システムを多くの分野に適用し、さまざまな内容の技術相談について実験を行い、得られた知見をシステムに反映させ、マルチメディア型遠隔技術相談システムに追加すべき機能およびパーソナルコンピュータへの実装などを検討していく予定である。

参考文献

- [1]松下温, ``グループウェア実現のために'', 情報処理, Vol.34, No.8, pp.984-993, 1993.
- [2]石井裕, ``CSCW とグループウェア'', オーム社, 東京, 1995
- [3]通産省情報政策企画室, ``産業情報ネットワークの将来'', 日刊工業新聞社, 東京, 1995
- [4]小泉寿男, 鈴木昌則, 土井日輝, 白鳥則郎, ``強調作業用マルチメディア遠隔会議システム: その1 コンセプトと基本設計'', 情処学マルチメディア通信と分散処理研報 67-71, 1995.
- [5]小泉寿男, 鈴木昌則, 土井日輝, 白鳥則郎, ``強調作業用マルチメディア遠隔会議システム: 意志決定プロセス支援への適用'', 情処学マルチメディア通信と分散処理研報 70-5, 1995.
- [6]井口信和, 渡辺健次, 内尾文隆, ``和歌山県工業技術センターにおけるインターネット活用事例'', 信学技報, OFS95-13, 1995.
- [7]日本繊維機械学会, ``メリヤス技術必携'', 日本繊維機械学会, 大阪, 1973