

## 遠隔技術相談システムに適した動的 QoS 制御

井口 信和<sup>†</sup> 内尾 文隆<sup>††</sup>

本論文では、狭帯域回線上でビデオ画像通信による遠隔技術相談システムに適した動的 QoS 制御機能を提案する。本研究で提案する機能の特徴は、画像の受信者側からの要求と技術相談の目的に応じて、注目領域の選択範囲と画像の量子化係数を動的に変更することである。提案する機能により、遠隔技術相談における QoS パラメータの調整作業が不要となる。さらに、使用している帯域を使い切るように、これらの値を動的に制御することで、与えられた帯域の中で可能な限り多くの情報の転送が可能となる。この機能を遠隔技術相談用ビデオツールに実装し、3つの帯域に対して遠隔技術相談に適用する実験を行った。実験結果より、いずれの帯域においても、提案した機能が有効に働き、与えられた帯域の中で可能な限り多くの情報が転送でき、ネットワーク帯域を有効に利用できることを確認した。

## Dynamic QoS Control for Remote Technical Consultation System

NOBUKAZU IGUCHI<sup>†</sup> and FUMITAKA UCHIO<sup>††</sup>

This paper proposes a dynamic QoS control function for remote technical consultation using video communication through narrow band networks. The main feature of the proposed function is that the function can dynamically control size and quality of video images according to user's demands and purposes. The proposed function does not need to adjust QoS parameters in remote technical consultation. Furthermore, the proposed function can transmit the video images effectively for an assigned network by controlling the QoS parameters to fit them into the network. We experimented on three different bandwidth networks using the proposed function. From experimental results, we verified that the proposed function works finely on any bandwidth and transmits the video images to the best on the assigned network bandwidth.

### 1. はじめに

遠隔地の利用者のコミュニケーションを支援する環境としてビデオ画像通信、ビデオ会議システムが注目されている。多くのシステムが提案され、遠隔会議、遠隔教育、在宅医療サービスなど各方面での利用が始まっている。ビデオ画像通信により画像情報を扱うことができ、音声や文字による情報伝達と比較して、より多くの情報を伝えることが可能となる。

製造業においても、ビデオ会議システムなどの利用が始まっている<sup>1),2)</sup>。たとえば、遠隔地に存在する技術者同士による設計作業や技術的なアドバイスをを行う遠隔診断などである。技術的な遠隔診断として機械の故障への対応を例にとると、故障の発生した機械が置

かれている現場とそこから離れた場所にある技術部署との間で、ビデオ画像通信が利用できれば、機械が故障した現場から、故障した部分の画像や操作の状況などの画像情報を、遠隔地にいる技術者に伝えることが可能となる。技術者はこの情報をもとに故障の診断を行い、現場に対して修理の指示などを的確に伝えることができる。画像情報を扱うことで音声や文字での説明以上に、相互の理解を高めることが可能となる。

我々は、技術的な内容の遠隔診断の具体例として、公設試験研究機関（以下、公設試）が中小企業の技術支援のために実施している技術相談を取りあげ、ビデオ画像通信による遠隔技術相談システム（以下、本システム）に関する研究を行っている<sup>3)</sup>。本システムの利用者は地方中小企業と公設試であるため、地方中小企業が導入しやすい ISDN (Integrated Service Digital Networks) やアナログ回線等での利用を考えている。さらに、技術相談が発生する現場が屋外にある場合などを考えると、PHS などからの利用も要求される。したがって、本システムは、28.8~128 kbps 程度の狭帯

<sup>†</sup> 和歌山県工業技術センターシステム技術部  
System Technology Department, Industrial Technology  
Center of Wakayama Prefecture

<sup>††</sup> 和歌山大学システム工学部  
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

域回線上で実用化しなければならない。これまでの研究において、狭帯域回線上でのビデオ画像通信を利用する本システムに適した機能を有するビデオツールを開発した。このビデオツールを用いた実験の結果から、狭帯域回線上で画像情報による技術相談が実施できることを確認した。しかしながら、相談対象および場面に適した画像を得るための QoS (Quality of Service) の設定作業の困難さなどが指摘された。この場合、画像の QoS を動的に制御する機能が有効である。これにより、通信開始時の QoS 設定や場面変更時の QoS 設定作業が不要となる。さらに与えられた帯域の有効な活用が可能となる。このような背景から、本論文では、狭帯域回線上でビデオ画像通信による遠隔技術相談システムのための動的 QoS 制御機能を提案する。

動的 QoS 制御に関する研究は、ネットワークの帯域予約と QoS 保証に関する研究<sup>4)</sup>のほかに、CPU 資源への適用<sup>5)</sup>や資源管理モデルの提案<sup>6)</sup>がされている。メディアに適用した研究では、VOD (Video on Demand) などの連続メディアに動的 QoS 制御を適用した研究がある<sup>7)</sup>。これは、転送サービスが中断しないように、ネットワークの負荷の変動に応じて、QoS を動的に制御するものである。これに対して、本研究はビデオ画像通信を対象とし、与えられた帯域を使い切るように、受信者からの要求と技術相談の場面に応じて、QoS を動的に制御するものである。

また、エージェント指向の概念に基づいたやわらかいネットワークやビデオ会議システムに関する研究<sup>8)~10)</sup>が進められている。これらは利用者要求や資源状況の変化に応じて、自らの機能・性能を変化させるものである。これにより、安定したサービスの提供が実現できる。しかしながら、これらは QoS を動的に制御する枠組みを示すもので、アプリケーションに対応した動的 QoS 制御機能の活用技術について述べているものではない。動的 QoS 制御機能の活用技術は、各アプリケーションごとに対応した方式が必要となる。

本論文では、狭帯域回線上でビデオ画像通信による遠隔技術相談システムのための動的 QoS 制御機能を提案し、遠隔技術相談に適した実験結果を示す。本研究で提案する機能の特徴は、画像の受信者側からの要求と技術相談の場面に応じて、注目領域の選択範囲と画像の量子化係数を動的に変更することである。提案する機能により、通信開始時の QoS 設定や、場面変更時の QoS 設定作業が不要となる。さらに、使用している帯域を使い切るように QoS を動的に制御することで、与えられた帯域の中で可能な限り多くの情

報を利用者に提供することが可能となる。以下、2章で遠隔技術相談システムについて述べ、3章で遠隔技術相談システムに適した動的 QoS 制御機能の提案を行う。4章では提案方式の評価を行う実験とその結果を示し、5章で考察を述べる。

## 2. 遠隔技術相談システム

遠隔技術相談システム（以下、本システム）は、画像と音声による技術相談を実現するものである。技術相談とは、公設試が中小企業の技術支援のために実施している事業をいう<sup>11)</sup>。本システムのモデルを図1に示す。本システム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。

これまでの研究において、本システムに適した機能を装備するビデオツールを開発した<sup>12),13)</sup>。このビデオツールの特徴は、1) 特別な装置を利用しない注目領域の選択機能、および、2) 注目領域の選択範囲、画像の量子化係数 (quality) および色数 (カラーか白黒か) を画像の受信者側からコントロールできる機能である。さらに、注目領域と非注目領域の画像の QoS を独立に制御することができる。これらの機能を vic<sup>14)</sup>に追加し、このビデオツールを使用した実験結果から、狭帯域回線での画像を使った遠隔技術相談が可能であることを確認した。同時に以下の課題が指摘された。

- コントロールできる QoS のパラメータは複数あり、それらは互いに独立して変更できる。このパラメータをうまく組み合わせることで、そのときどきの技術相談の場面に適した画像を得ることができる。しかし、一般の利用者はもちろん、操作に慣れている利用者にとっても、QoS 設定作業は複雑で困難である。各 QoS パラメータを独立に操作しながら、それらをうまく組み合わせ、そのときどきの技術相談の場面に適した画像を得ることは難しい。
- 技術相談では、相談・指導を進めていく段階によっ

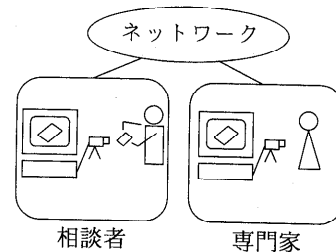


図1 遠隔技術相談システム

Fig. 1 Remote technical consultation system.

て、観察対象物の変更や観察するポイントの変更が頻繁に発生する。相談・指導を進めながら、同時に QoS パラメータをそのつど変更する作業は技術相談を進めるうえで負担となる。

- 相談開始時は、利用する帯域と相談対象物、観察するポイントなどから予測して、その技術相談・指導に適した画像が得られるようにパラメータをあらかじめ組み合わせることになる。しかし、技術相談は、対象物および観察するポイントが多種多様であるため、その技術相談・指導に適した画像が得られるようなパラメータの組合せをあらかじめ予測して見つけることは容易ではない。
- 開発した機能の効果により、狭帯域であっても相談内容の性質によっては帯域に余裕ができる場合がある。この場合には、帯域が許す範囲まで、QoS を操作し、注目領域の選択範囲を広げたり、画質をあげることが可能である。しかし、相談を進めながらの QoS の操作は面倒であるため、最初に設定した QoS のまま相談を進めることが多い。この場合、帯域を使い切らないため、ネットワークの利用が非効率となってしまう。

### 3. 動的 QoS 制御

2章で述べた課題を解決するために、動的 QoS 制御機能を開発し、遠隔技術相談用ビデオツールに実装した<sup>15)</sup>。本論文で提案する機能の特徴は、画像の受信者側からの要求と技術相談の場面に応じて、注目領域の選択範囲と画像の量子化係数を動的に変更することである。図 2 にビデオツールの概観を示す。

#### 3.1 動的 QoS 制御機能の動作

本論文で提案する動的 QoS 制御機能の動作を以下に述べる。まず、画像送信側のプロセスに対して、あらかじめシステムが接続しているネットワークの帯域、およびフレームレートの最大値と最低確保値を設定しておく。動的 QoS 制御機能の利用が開始されると、送信側プロセスは、そのときどきのフレームレートの値が、あらかじめ設定した最低確保値以上あるか否かを判断する。これにより以下の処理のいずれかを実行する。

- (1) フレームレートが最低確保値以上ある場合。  
接続しているネットワークの帯域（以下、設定帯域）と、送信する画像が必要とする帯域（以下、必要帯域）の比較を実行し、必要帯域が設定帯域に対してある割合未満の場合に、あらかじめ利用者が選択した QoS パラメータを決められた手順に従って変更する。すなわち、

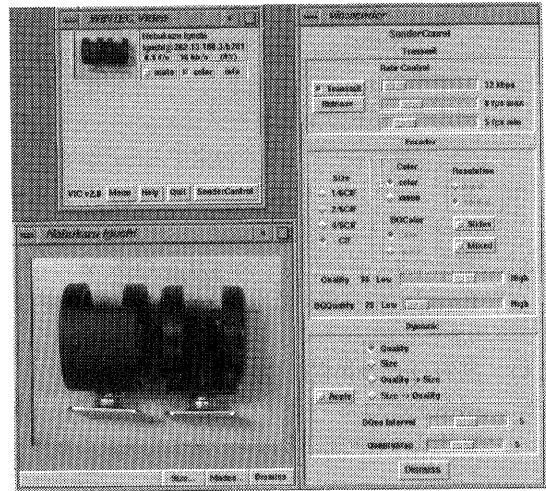


図 2 開発したビデオツールの概観（受信側）  
Fig. 2 Overview of the developed video tool (receiver side).

必要帯域  $< \alpha \times$  設定帯域

ただし、 $0 < \alpha < 1$

- を満たすとき、QoS の変更を行う。この場合、QoS は必要帯域を多くするように変更される。たとえば、注目領域の選択範囲が選択されている場合、選択範囲を広くするように変更される。
- (2) フレームレートが最低確保値未満の場合。  
あらかじめ利用者が選択した QoS パラメータを決められた手順に従って変更する。この場合、QoS は必要帯域を少なくするように変更される。たとえば、注目領域の選択範囲が選択されている場合、選択範囲を狭くするように変更される。QoS の変更は、フレームレートが最低確保値以上になるまで続く。

送信側プロセスは、上記の動作を繰り返し、QoS を動的に制御する。

#### 3.2 動的 QoS 制御機能の実装

前述の動作を満足する機能を開発し、遠隔技術相談用ビデオツールに実装した。今回開発した機能では、受信側プロセスから動的 QoS 制御に関する要求をすべて設定することができる。受信側プロセスの要求を送信側プロセスに伝えるために、RTCP (Real-time Transport Control Protocol) を利用した<sup>16)</sup>。受信側から設定できる項目を以下に述べる。これらの項目は、動的 QoS 制御機能の利用が開始された後においても変更が可能である。

- (1) システムが接続しているネットワーク回線の帯域（設定帯域）。

- (2) フレームレートの最大値と最低確保値。最大値は vic がもともと有している項目である。これを受信側から設定可能とした。最低確保値は、利用者が最低必要とするフレームレートを設定する。最小値として 0 を設定することができる。標準設定では、最大値を 8 fps, 最低確保値を 5 fps とした。
- (3) 前述の 3.1 節の (1) で述べた  $\alpha$  の値。  $0 < \alpha < 1$  の範囲で自由に設定できる。標準設定では、0.8 とした。
- (4) 動的 QoS 制御機能の動作の開始・停止。
- (5) 制御する QoS パラメータの選択。今回は、注目領域の選択範囲と画像の量子化係数の 2 つとした。
- (6) QoS の変更を判断する間隔。今回は、一定時間ごとにフレームレートの値を監視する。時間間隔は、約 1 秒に 1 回から約 10 秒に 1 回まで、1 秒間隔で自由に設定できる。標準では、5 秒に 1 回とした。
- (7) 量子化係数を変更するステップ間隔。量子化係数は 30 (最低) から 1 (最高) まで 30 ステップの変更が可能である。変更する間隔を 1 ステップごとに変更する設定から 10 ステップごとに変更する設定まで、1 ステップ間隔で自由に設定できる。標準では、5 ステップずつ変更する。

次に、今回設定した QoS 変更のルールを示す。以下に示す (1), (2) では、選択したパラメータのみを変更させる。(3), (4) では、2 種類のパラメータに優先順位を決め、その順位に従って QoS を希望値まで変更する。量子化係数の希望値は 1, 注目領域の選択範囲の希望値は CIF (Common Intermediate Format) とした。

- (1) quality  
量子化係数を 30 (最低) から 1 (最高) までの範囲で変更する。変更するステップ間隔は、受信者側から設定する。標準設定では 5 ステップずつ変更する。
- (2) size  
注目領域の選択範囲について、1/6 CIF, 2/6 CIF, 4/6 CIF, CIF の 4 段階の変更を行う。1/6 CIF とは、CIF に対して画像の中心部分の約 1/6 の範囲の画像をいう。2/6 CIF, 4/6 CIF も同様の画像を示す。
- (3) quality  $\rightarrow$  size  
まず、量子化係数を 1 まで変更し、次に注目領域の選択範囲を CIF まで変更する。例とし

て、量子化係数を 30, 注目領域の選択範囲を 1/6 CIF に設定して始めた場合、量子化係数を 1 まで 5 ステップずつ変更し、さらに帯域に余裕があれば、注目領域の選択範囲を CIF まで変更する。

- (4) size  $\rightarrow$  quality  
上記の順序を逆にしたもの。

## 4. 実 験

### 4.1 実験環境

提案した動的 QoS 制御機能の動作と有効性の確認を目的として、利用実験を行った。相談者側 (送信側) に SGI Indy (200 MHz MIPS R4400SC) を用い、画像入力用のビデオカメラを接続した。専門家側 (受信側) には SGI Indy (150 MHz MIPS R5000) を使用した。実際の運用に近いネットワーク環境で評価するために、2 台のワークステーションは ISDN シミュレータを介して ISDN による接続を行い、PPP (Point to Point Protocol) および MP (PPP Multilink Protocol) を用いて通信した。

### 4.2 実験方法

ネットワーク帯域として 32 kbps, 64 kbps, 128 kbps の 3 種類について実験した。32 kbps および 64 kbps の場合には、ISDN の B チャンネル 1 本を利用し、PPP を用いて通信した。128 kbps の場合には、ISDN の B チャンネル 2 本を利用し、MP を用いて通信した。

実験の対象には、本センターに技術相談として実際に持ち込まれた標準的な技術相談事例を用いた。今回は、椅子のキャスター (樹脂製) の破壊部分の外観観察とした。観察したい部分が画面中央になるように撮影する。いずれの実験においても、QoS の初期設定値は、size は 1/6 CIF, quality は 30 とした。その他の項目については、標準値を用いた。動的 QoS 制御機能の動作と同時に必要帯域と size および quality の値を測定した。また、相談場面の変化に対する効果を確認するために、動的 QoS 制御機能の動作開始から 60 秒後に観察するポイントを変更する実験もあわせて行った。

### 4.3 実験結果

実験した環境の中で最も帯域が狭い 32 kbps の場合の実験結果を示す。図 3 は、動的 QoS 制御機能によって制御する QoS パラメータとして quality を選択した場合の実験結果である。quality の値が 5 秒間隔で 5 ステップずつ変化していき、これにともない必要帯域が 32 kbps に近づいていく様子が分かる。動的 QoS 制御機能を動作させてから 25 秒後に quality は 10 ま

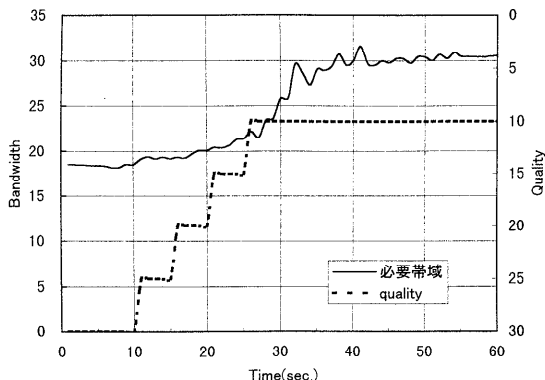


図3 実験結果 1

Fig. 3 Experimental results 1.

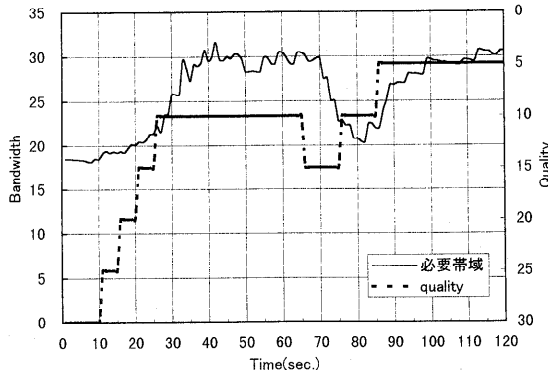


図5 実験結果 3

Fig. 5 Experimental results 3.

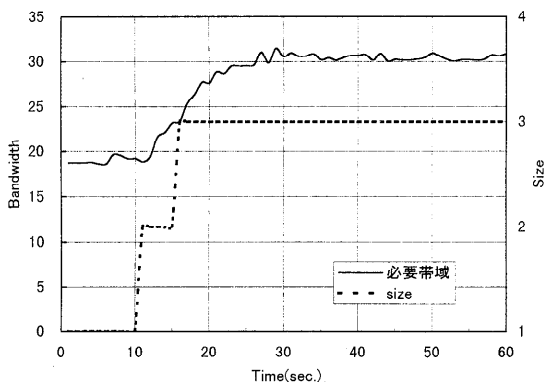


図4 実験結果 2

Fig. 4 Experimental results 2.

である。送信側プロセスでは同時に必要帯域が設定帯域の80%未満(この場合には25.6 kbps 未満)であるか否かの判断を行っているが、動作開始から30秒後の判断時に、必要帯域が25.6 kbps 以上になっているのでQoSの変更は行われていない。この後、図3に示すとおり、帯域をほぼ使い切った状態で安定していることが分かる。

図4は、動的QoS制御機能によって制御するQoSパラメータとしてsizeを選択した場合である。ここで、size 1を1/6 CIF、size 2を2/6 CIF、size 3を4/6 CIF、size 4をCIFとする。sizeが5秒間隔で1段階ずつ変化していき、これにともない必要帯域が32 kbpsに近づいていく様子が分かる。動的QoS制御機能を動作させてから20秒後の判断時に、必要帯域が設定帯域の80%以上(この場合には25.6 kbps以上)あるため、この後、QoSの変更は行われていない。図4に示すとおり、sizeに4/6 CIFが設定され、帯域をほぼ使い切った状態となっていることが分かる。

図5は、場面の变化に対する動的QoS制御機能の有効性を確認するための実験結果である。32 kbpsでの結果を示す。この実験は、動的QoS制御機能の動作を開始してから60秒後に観察対象であるキャスターの観察ポイントを変更したものである。制御するQoSパラメータにはqualityを選択した。図5に示すとおり、動的QoS制御機能の動作開始から25秒で、qualityに10が設定され、安定した状態となっている。この後、動作開始から60秒後に観察ポイントの変更を行った。この結果、動作開始から65秒後の判断時に、qualityを15まで下げている。これは、フレームレートの最低確保値が5 fpsを下回ったためである。その後、動作開始から75秒後には、qualityが10にあがり、さらに5まであがっている。この後、必要帯域が25.6 kbps(設定帯域の80%)以上であるのでQoSの変更は行わない。この実験結果から、開発した動的QoS制御機能は、相談場面の変更に対しても有効に機能していることが分かる。

図3から図5において32 kbpsでの実験結果を示したが、他の帯域についても同様な結果が得られ、いずれの帯域においても開発した機能の効果は十分に実証できる。

### 5. 考 察

提案した動的QoS制御機能は、狭帯域回線の上で有効に機能することが示された。通信開始時のQoS設定値が適当な値であっても、利用者の要求に応じて選択されたQoSパラメータを、ルールに従って変更し、可能な限り多くの情報を転送している。これにより、QoSパラメータの設定作業が不要になり、利用者の作業が軽減される。さらに相談場面の变化に対しても有効に機能していることが確認できた。提案機能を有し

ていないビデオツールを用いた遠隔技術相談の場合、利用者がビデオツールを操作し、相談場面と帯域に応じた画像が得られるように、QoSの設定・変更作業を行う必要があった。技術相談を進めながら、QoS変更作業を同時に行うことは複雑で困難であるため、最初に設定したQoSの値をそのまま使い、この結果、接続している回線の帯域に対して、設定が適切でなく、帯域が大きく不足する、または、逆に帯域が余るといった状況が発生していた。提案機能により、QoSの設定・変更作業を省き、かつ帯域を有効に利用した遠隔技術相談が実現できる。

また、本システムでは、注目領域と非注目領域の画像のQoSを別に設定することが可能であるため、注目領域はカラーで高品質な画像とし、非注目領域は白黒で低品質な画像を得ることができる。この画像に対しても動的QoS制御機能は有効に機能する。この場合、注目領域のQoSについて動的QoS制御機能が働く。たとえば、変更するパラメータにsizeを選択すると、帯域とフレームレートが許す範囲まで、カラーで高品質な画像（注目領域）の範囲が広くなり、利用者により観察しやすい環境の提供が可能となる。

今回の実験では、QoSを変更する時間間隔を約5秒に1回としたが、この時間間隔は自由に設定することができる。この時間間隔を短くすることにより、相談場面の变化などに迅速に対応できる。また、qualityの変更のステップを、今回の実験では5ステップずつとしたが、このステップ間隔を小さな値にすることで、より細かな設定が可能となる。sizeについても同様に、ステップの間隔を細かくしステップ数を増やすことで、よりスムーズな画像の表示が可能となる。

## 6. おわりに

本論文では、狭帯域回線上でビデオ画像通信による遠隔技術相談システムに適した動的QoS制御機能について述べた。この機能を遠隔技術相談用ビデオツールに実装し、3つの帯域に対して遠隔技術相談に適用する実験を行った。実験結果より、いずれの帯域においても、提案した機能が有効に働き、与えられた帯域の中で可能限り多くの情報を利用者に提供することができ、ネットワーク帯域の有効な利用が可能であることが示された。この機能は、RSVPやIPv6などの帯域予約ができる環境において、確保した帯域を有効に利用する手段としても期待できる。さらに、通信開始時のQoS設定や場面変更時のQoS設定作業が不要となるため、利用者の作業の軽減が図れることを確認した。今回は、注目領域の選択範囲と量子化係数を動

的に変更するQoSパラメータとし、動的QoS機能を実現した。今後は、これらの値を変更するステップ数やQoS変更のタイミングなどについての検討、およびその他のパラメータについての検討を進めるとともに、多くの分野の技術相談に適用し、相談対象ごとに対応した動的QoSのポリシーの提案とシステムの評価を行っていく予定である。

謝辞 本研究を進めるにあたり、システムの開発に協力いただいた和歌山大学の高坂知子君（現NTT）に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 社会を変える情報通信技術, 日本機械学会誌, Vol.98, No.919, pp.451-487 (1995).
- 2) 情報ネットワークとマルチメディア, 日本機械学会誌, Vol.99, No.937, pp.974-1018 (1996).
- 3) 井口信和, 内尾文隆: マルチメディア型遠隔技術相談における画像情報の有効性, 情報処理学会グループウェア研究会, 14-6 (1995).
- 4) Chung, I. and Nakajima, T.: A Continuous Media Network System Supporting Dynamic QoS Control, *Proc. Multimedia Japan '96*, pp.6-13 (1996).
- 5) Lee, C., Rajkumar, R. and Mercer, C.: Experiences with Processor Reservation and Dynamic QoS in Real-Time Mach, *Proc. Multimedia Japan '96*, pp.22-31 (1996).
- 6) Kawachiya, K. and Tokuda, H.: QoS-Ticket: A New Resource-Management Mechanism for Dynamic QoS Control of Multimedia, *Proc. Multimedia Japan '96*, pp.14-21 (1996).
- 7) 山内長承, 河内谷清久仁, 串田高幸: インターネット上の動画転送を意識した動的QoSの制御, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会, 75-4 (1996).
- 8) 藤田 茂, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: 分散処理システムのエージェント指向アーキテクチャ, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.5, pp.840-851 (1996).
- 9) 野村尚央, 知念 正, 柴田義孝: エージェント指向に基づいたやわらかいビデオ会議システムの研究, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会, 81-4 (1997).
- 10) 菅沼拓夫, 勝倉 誠, 菅原研次, 木下哲男, 白鳥則郎: やわらかいビデオ会議システムにおけるエージェント組織再編成による動的QoS制御, 第54回情報処理学会全国大会論文集 (1997).
- 11) 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).
- 12) 井口信和, 高坂知子, 内尾文隆, 津田 達: マルチメディア型遠隔技術相談システムにおけるQoS

コントロール機能, 情報処理学会グループウェア研究会, 17-2 (1996).

- 13) 井口信和, 内尾文隆: 遠隔技術相談システムに適した画像制御機能, 情報処理学会論文誌, Vol.38, No.10, pp.1937-1944 (1997).
- 14) McCanne, S. and Jacobson, V.: vic: A Flexible Framework for Packet Video, *Proc. ACM Multimedia '95* (1995).
- 15) 井口信和, 高坂知子, 内尾文隆: 遠隔技術相談システムにおける動的 QoS 制御, 情報処理学会グループウェア研究会, 20-9 (1996).
- 16) Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R. and Jacobson, V.: RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications, Internet Engineering Task Force, Audio-Video Transport Working Group, RFC1889 (1996).

(平成 9 年 5 月 8 日受付)

(平成 9 年 9 月 10 日採録)



井口 信和 (正会員)

昭和 63 年三重大学大学院修士課程農業機械学専攻修了。同年 (株) 豊田自動織機製作所入社。平成 4 年より和歌山県工業技術センター研究員, 現在に至る。CSCW, コンピュータネットワークの研究に従事。著書「絵ときインターネット TCP/IP バイブル」(オーム社)。電子情報通信学会会員。



内尾 文隆 (正会員)

昭和 57 年大阪電通大学工学部電子工学科卒業。同年大阪大学工学部研究生。昭和 59 年名古屋商科大学助手。昭和 61 年大阪大学産業科学研究所教務職員。昭和 63 年大阪大学工学部通信工学科助手。平成 2 年和歌山大学経済学部講師。平成 4 年同助教授。平成 7 年同大学システム工学部助教授, 現在に至る。CSCW, コンピュータネットワークの研究に従事。工学博士。電子情報通信学会会員。