

遠隔技術相談システムにおける動画像の優先制御方式

上野山真史† 奈良幸治† 井口信和‡ 内尾文隆†

† 和歌山大学システム工学研究科 ‡ 近畿大学理工学部情報学科

本論文では、インターネットを用いた動画像通信による遠隔技術相談システムにおいて、診断に必要な QoS を確保するための機能の実装および実験結果について述べる。技術相談の画像を注目領域と非注目領域に分け、階層型符号化で符号化する。符号化されたデータの領域と階層毎に、異なる優先度のポートで通信を行う。通信経路において輻輳が発生した場合、経路中のルータが、優先度の低いパケットから破棄し、優先度の高いパケットを優先的に転送する。受信側では、届いたパケットのみで画像を再構築する。これにより、輻輳発生時でも技術診断に必要な QoS が確保できる。種々の実験を行い、良好な結果を得た。

A priority Control Method for the Remote Technical Consultation System

Masafumi Uenoyama† Koji Nara† Nobukazu Iguchi‡ Fumitaka Uchio†

† Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University

‡ Department of Informatics School of Science and Engineering, Kinki University

This paper describes a implementation of the remote technical consultation system on the Internet .The image for technical consultation is divided into a region of interest and a region of no interest and then encoded using PVH(Progressive Video with Hybrid transform) .The encoded images are transmitted using ports with different priorities for each layer and region . When congestion occurs ,routers forward packets with a high priority preferentially at the sacrifice of packet with a low priority .

1 . はじめに

近年、情報通信技術の進歩に伴い、動画像通信を応用した多くのシステムが提案され、遠隔会議、遠隔教育、遠隔医療など様々な分野で始まっている。地方公設試験研究機関（公設試）では、中小企業を対象に技術相談を行っている。旧来の相談者の移動による技術相談の場合、来所にかかる交通費や移動時間の負担が大きい。特に和歌山県のように南北に広い場合、北部にある公設試に移動するための、時間的、コスト的な無駄が大きい。メールや電話での遠隔技術相談も行われている。しかし、技術相談を行うために、視覚情報は

多大な効果があり必要不可欠であるため、あまり利用されていなかった。動画像を送ることで、来所せずに遠隔地から技術相談を受ける事ができれば、移動にかかるコストが削減できる。しかし、ネットワーク上で動画像通信を行おうとした場合、広い帯域と安定した通信が必要とされる。著者らは、遠隔技術相談で用いる画像には、診断に必要な注目領域と、あまり診断には必要ないが全体を把握するのに必要な、非注目領域が存在する事に注目してきた。これらの特徴を利用した、ISDN等の地方でも利用が容易な狭い固定帯域の回線を用いた、動画像通信での技術相談を行う研究を行ってきた⁽¹⁾。

本研究では通信手段として、現在、広まっているインターネットを用いた動画像遠隔技術相談を考える。しかし、インターネットはベストエフォート型であるため、常に決まった帯域が保証されているわけでは無く、通信経路上で輻輳などが発生した場合、使用可能な帯域幅の変動や、送り出したパケットが破棄されてしまう事がある。そのため、輻輳時におけるパケットの遅延や破棄を考慮した、動的な QoS 制御の必要が出てくる。そこで、本研究においても、遠隔技術相談における注目領域と非注目領域の特徴を利用した通信を考える。注目領域には高い画質が要求されるが、非注目領域ではそれほど高画質でなくてもよい事に注目し、画像を2つの領域に分け階層型符号化で符号化する。注目領域や低い階層のパケットほど高い優先度を設け、途中通信路において輻輳が発生した場合、優先度の低いパケットから破棄する。それにより技術相談に必要な注目領域の画質を確保する。

2. 階層型符号化の遠隔技術相談への適応⁽²⁾

前述したように、遠隔技術相談の画像には注目領域と非注目領域が存在する。注目領域の画像に関しては高い画質が要求されるが、非注目領域においてはそれほど高い画質は要求されない。そこで、本研究では、ネットワークの状況に応じ、非注目領域の品質を変化させるため、画像の符号化に階層型符号化方と領域分割を組み合わせる。

VIC⁽⁴⁾の UCL⁽⁵⁾版では階層型符号化法として PVH が実装されている。PVH では、画像を 16×16 のブロックに分け、ブロック毎に空間周波数成分を基に階層的に分解し符号化する。階層化された画像情報は、空間周波数の直流成分を含むベースレイヤから N 個のレイヤに分けられる。0 から N 迄のレイヤが全て揃えば N レイヤ分の画質の画像が再構築可能である⁽³⁾。

図 1 は通信のイメージ図である。まず送信側で画像を注目領域、非注目領域に分け、それぞれ階層型符号化で符号化する。低いレイヤほど高い優先度を設定し、画像の領域については、注目領域に非注目領域よりも高い優先度を設定する。これによりパケットは領域と階層毎に優先度が分けられ通信路を通じて受信側へ送信される。通信路中のルータで輻輳が発生した場合、ルータは優先度の低い非注目領域のパケットから破棄する。受信側で

は届いたパケットのみで再構築可能な画像を再構築する．これにより、輻輳時に、非注目領域のパケットから犠牲となり、注目領域のパケットが伝送され、遠隔技術相談に適した画像を得ることができる．

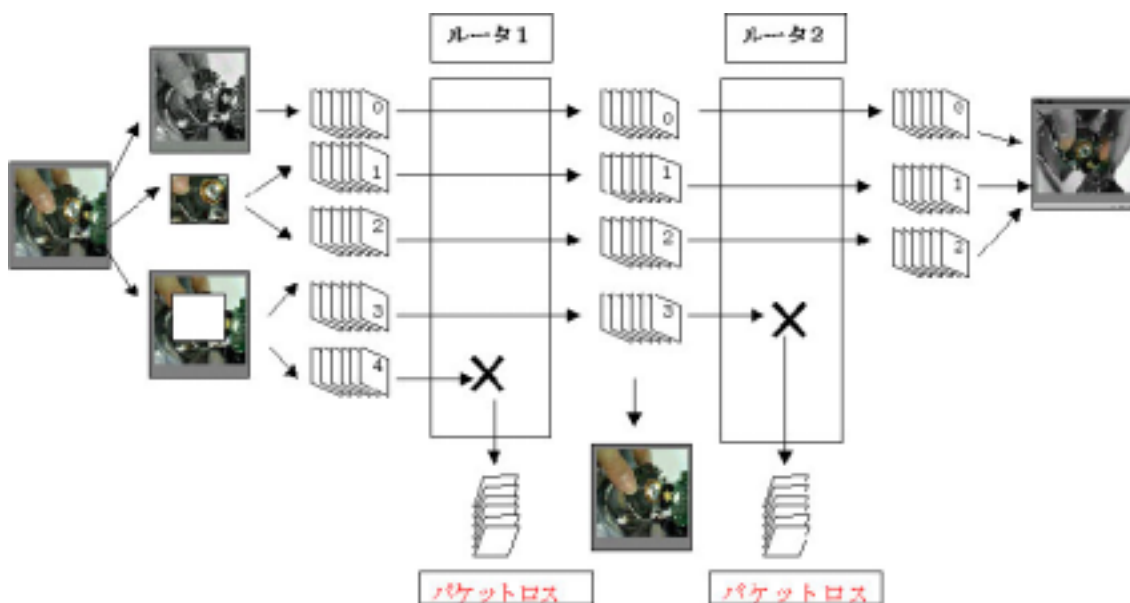


図1 通信のイメージ

3. 実装

実装は、階層型符号化コーデックである PVH が使用可能な、ビデオ会議ツール VIC の UCL 版を用い、技術相談システムに対応できるよう領域分割機能を拡張した．オリジナルの VIC では、パケットロスや遅延が発生した場合、画像全体の全てのレイヤが揃わなかったデータは破棄され、画像の更新が停止する．そこで以下のような実装を行った．

送信側において画像の符号化の際に、画像の中心部分を注目領域、その周りの部分を非注目領域に分けて符号化をする．画像はベースレイヤ、色差信号、輝度サブバンドの3つのレイヤに分け、それらを領域とレイヤ毎に、別々のポートから送信する．パケットは通信路で、ポート毎の優先度に基づき伝送され、輻輳が発生した場合は、優先度の低い物から破棄される．

このとき、受信側において、経路中での輻輳や遅延の程度を知ることはできないため、その時々受信されたパケットを再構築して表示する．このため、画像の即時性が保たれた、なめらかな画像が実現できる．しかし、パケットが安定して届かない場合、パケットロスや遅延が、ブロック毎の画質に直接影響し、画像がちらつくため、診断に影響を及ぼす．

そこで、画像受信側において、少の遅延やパケットロスを吸収し、ちらつきの少ない安

定した画像を表示するため、以下のような機能を追加した。まず全てのレイヤの packets が全て揃わなかった場合、遅延や packet loss に対応するため全てのレイヤが揃うまで 3 フレーム分待つ。それ以上待っても、レイヤが揃わなかった場合は、その領域の再構築する階層を下げ、以降は低い画質で再構築する。また現在、再構築している階層以上の packets が届いた場合も、すぐに高い画質で再構築せず、10 フレーム以上の間、高い階層の packets が安定して届いた場合のみ高い階層までの packets で再構築する。これら機能により即時性、連続性が犠牲になるが、観察に適した安定した画像が得られる。

4. 実験

送信側と受信側の間に Linux ルータを設け、優先制御は Tc⁽⁶⁾による CBQ(Class-Based Queuing)を用いた。

送信側の送信レートは平均 200kbps でフレームレートは 8fps である。2つのコンピュータ間の帯域は 128kbps とした。技術相談の VTR を用い、提案手法の優先制御を行った場合と、行わなかった場合のについて比較した。実験システムを図 2 に示し、CBQ の設定を図 3、領域・階層毎のクラスの対応を表 1 にて示す。

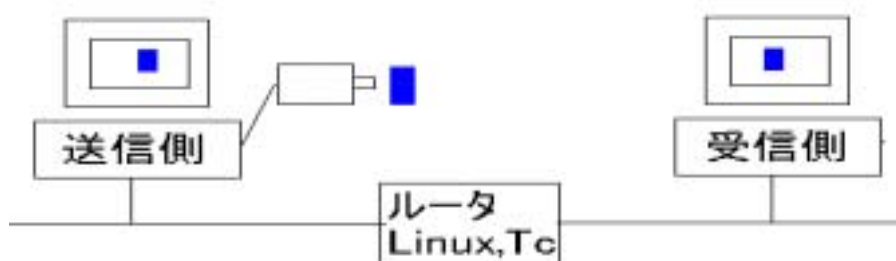


図 2 実験システム

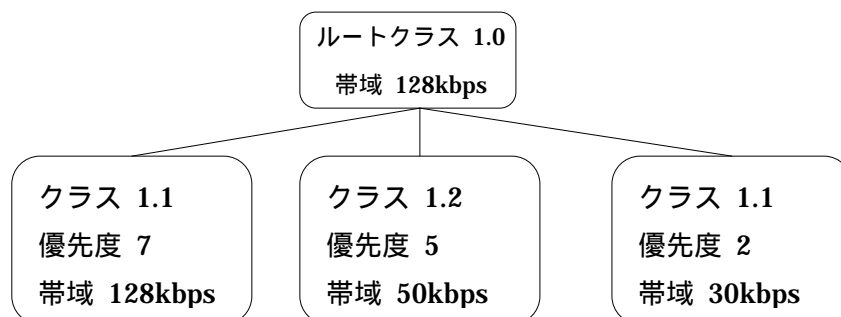


図 3 CBQ のクラス図

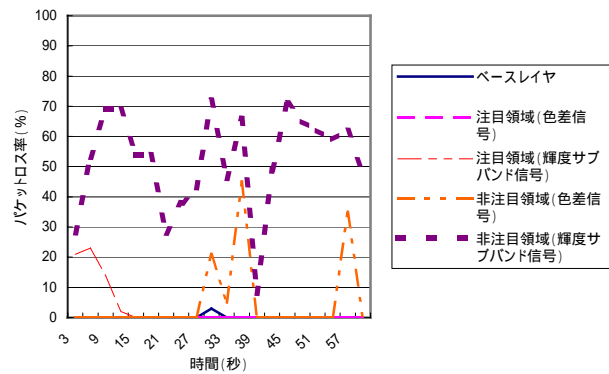
表 1 領域・階層とクラスの対応

	注目領域	非注目領域
ベースレイヤ	クラス 1.1	クラス 1.1
色差信号	クラス 1.1	クラス 1.2
輝度サブバンド	クラス 1.1	クラス 1.3

実験結果を図 4, 5 に示す。図 4 (a), 5(a)は、動画の変化が激しく、パケットロスが一番大きかった 39 秒時点のものである。



(a)観察された画像

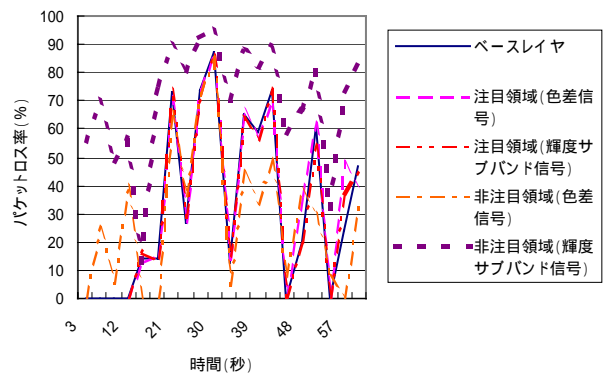


(b)パケットロス率

図 4 優先制御を行った場合



(a)観察された画像



(b)パケットロス率

図 5 優先制御を行わなかった場合

実験の結果、提案手法では対象画像の動きが安定しており、画質の変化も緩やかであることが確認できた。

また、優先制御の有効性について、以下のような結果が得られた。優先度を設けていない場合の受信画像、図 5(a)では、パケットロスが、どのレイヤもほぼ同じ割合で発生している。そのため、パケット損失の影響が画面全体に及び、技術診断をする事は困難である。

優先制御を行った場合の受信画像、図 4(a)では、周りの画像(非注目領域)に多くのパケット損失の影響が見られる。しかし、技術診断に必要な、中心部分(注目領域)はパケットの損失がほとんど無い。そのため非注目領域の画質は著しく劣化した物となっているが、しかし、注目領域の画質は高く安定しており、技術診断をするために必要な品質が、確保されていることが確認できた。

5. まとめ

インターネットを用いた遠隔技術相談のための動画像通信方式として、階層型符号化と優先制御を利用したシステムを提案した。これにより、優先制御が行われるネットワーク上で、診断に必要な QoS を保つことができる。また、実験により、輻輳が発生した場合にも、遠隔技術診断に十分な画質が確保され、提案手法の有効性を確認した。

今後は、さらに本研究に適したキューイング方式および画像を再構築する階層の変更をするタイミングについて検討する予定である。

参考文献

- (1) 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) .
- (2) Nobukazu Iguchi、Fumitaka Uchio、Tadahiro Kitahashi "A video communication method using layered coding and packet priority for remote technical consultation on the Internet" The 2001 IEEE Pacific Rim Conference on Communications、Computers and Signal processing ,Proc . of PACRIM' 01,pp . 102-106(2001) .
- (3) Steven Ray McCanne .: Scalable Compression and Transmission of Internet Multicast Video、Report No . UCB/CSD-96-928 December 16(1996) .
- (4) Jacobson、V . and McCanne、S .: video conferencing tool . Lawrence Berkeley Laboratory . Software on-line . <http://www-nrg.ee.lbl.gov/vic/>
- (5) Software on-line . <http://www-mice.cs.ucl.ac.uk/multimedia/software/vic>
- (6) Software on-line . <http://snafu.Freedom.org/linux2.2/iproute-notes.htm>