

ISDN通信会議システムに於ける動的帯域制御機能の開発と評価

田中徳幸 中屋敷進
(株)日立製作所システム開発研究所

ISDNを介してマルチメディア情報を交換する通信会議システムにおいて、会議中における利用者の映像への注目度が映像表示サイズに反映されることに着目し、回線の持つ限られた通信帯域の有効利用及び通信コストの削減を目的に、映像表示サイズの変更と連動した帯域制御機能を開発した。本稿では帯域制御機能の通信品質への影響を評価した結果につき述べる。通信帯域384kbps及び64kbpsで通信時における映像品質に関し、7種類の映像毎に主観評価を実施した。その結果、1)スポーツのような動きの激しい映像を除き、通信帯域を64kbpsに低下させた場合でも利用者の許容する映像品質を提供すること、2)384kbps通信時には64kbps通信時の約3倍の通信コストを要することを明らかにし、帯域制御機能を利用することにより、利用者の許容する範囲内に映像品質を維持しながら通信コストを削減できることを示した。

Development and Evaluation of Bandwidth Reallocation Control Functions for Multimedia Conferencing System Based on ISDN

Noriyuki Tanaka Susumu Nakayashiki
Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.

In a multimedia conferencing system based on ISDN, we developed bandwidth reallocation control functions with changing the size of video window. The functions have the object which is effective use of bandwidth and reduction of communications costs. In this paper, we describe a result of evaluation to the functions about a quality of communication media. We subjectively evaluated the quality of motion picture on 7 scenes in the case of 384kbps and 64kbps capacity. As a result, it was clear that : 1)user can permit the quality of motion picture more in the case of 64kbps, except active motion video ; 2)384kbps communications costs is three times as large as 64kbps. In conclusion, we showed bandwidth reallocation control functions save the quality of motion picture to some extent and reduce communications costs.

1. はじめに

ISDNの普及と端末の高性能化に伴い、映像・音声・データなどのマルチメディア情報を用いた通信会議システムの開発[1]-[3]及び評価[4]-[6]が進められている。しかし、大容量のマルチメディア情報をISDNのような狭帯域の網で伝送するには通信メディアの品質に限界があり、限られた通信帯域でマルチメディア情報を効率良く伝送する手法が求められる。そこで、利用者の要求する品質や回線の使用状況に応じて、各メディアの通信帯域を動的に変更する帯域制御が検討されている[7][8]。

一方、通信会議システムの端末の利用者は、会議開始時には参加者映像に注目するものの、会議進行に連れて文書などの資料情報に注目を移し、映像表示サイズを縮小表示させる傾向が見られる。

そこで、利用者の映像への注目度が映像表示サイズに反映されることに着目し、映像表示サイズの変更と連動させる帯域制御機能を提案した[9]。本稿では、この帯域制御機能を通信会議システムに適用して評価した結果について報告し、帯域制御機能によって、利用者の許容できる映像品質を維持しながら通信コストを削減できることを示す。

2. 帯域制御機能の概要

2.1 システム構成

帯域制御機能を提供する実験システムの構成を図1に示す。本システムの特徴は次の2点である。

- (1) 64kbpsあるいは384kbpsのISDN回線の提供。
- (2) AV蓄積再生装置を用いた任意の蓄積情報の伝送。

実験システムは、通信端末にWS3050/R、網にISDN-PRIを利用し、64kbpsあるいは384kbpsの通信帯域を持つ回線上に利用者の顔画像や会話音声を送信し、ビデオフォン機能を実現する。またAV蓄積再生装置にVTRを使用し、ビデオテープに録画した映像や音声を網上でリアルタイムに伝送する。映像及び音声はCODECとTAを介しISDN上で送信される。受信した映像はWSの画面映像と重ね合わせてディスプレイに表示され、音声はスピーカに直接出力される。

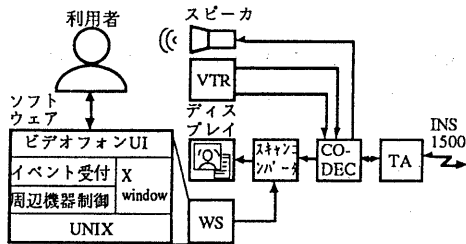


図1 システム構成

2.2 実現方式

(1) 目的

マルチメディア情報の中でも中でも映像は特に情報量の多い通信メディアであり、回線の通信帯域の違いが利用者から見た映像品質に及ぼす影響も大きい。このため通信帯域を変更する場合には、見かけの映像品質の低下を防ぐ工夫が要求される。

一方、会議開始時における利用者の注目は参加者映像に集まるものの、会議の進行につれ、画面上には映像の他、文書や図面などの資料も表示され、利用者の注目は映像から資料に移行する。また、端末のディスプレイでは表示領域には限界があるため、利用者は注目している資料を拡大表示する。すなわち、会議進行に伴う映像への注目度の減少と連動して映像の表示サイズは縮小される。

そこで、映像表示サイズを縮小すると映像品質の劣化が抑えられることに着目し、注目度の低い映像の場合、通信帯域を低下させても利用者の許容する映像品質が提供できれば実用上の問題はないと考え、映像表示サイズに応じて通信帯域を変更する映像サイズ連動帯域制御機能を提案する。映像サイズ連動帯域制御機能の目的は、ISDNのような公衆網でマルチメディア情報を伝送するために、限られた通信帯域を有効利用することである。

(2) 方式検討

本実験システムではISDNの回線交換サービスを利用している。回線交換では、網の利用状況によらず、ひとたび接続した回線の通信帯域は通信終了まで固定である。そのため、通信中の回線の通信帯域を直接変更することはできない。そこで、通信中の回線と別の回線に切り替えることによって通信帯域の変更を図る次の2方式を検討する。

(a) 切替接続方式

切替接続方式の概要を図2に示す。切替接続方式では、映像表示サイズの変更を契機に、通信中の回線を切断した後、別の通信帯域の回線を接続する。図2ではH0チャンネル(384kbpsの通信帯域を持つ回線)で通信中に映像表示サイズを縮小した後、H0チャンネルを切断し、Bチャンネル(64kbpsの通信帯域を持つ回線)を通信回線として接続する手順を示す。

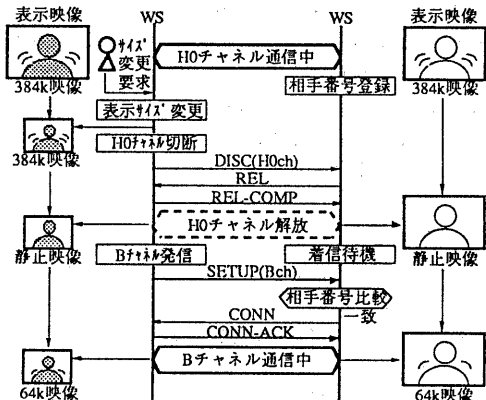


図2 切替接続方式による帯域変更シーケンス

(b) 予約接続方式

予約接続方式の概要を図3に示す。予約接続方式では、映像表示サイズの変更を契機とし、通信中の回線とは異なる通信帯域の回線を接続し、通信中の回線と切り替える。図2ではH0チャンネルで通信中に映像表示サイズを縮小した後、Bチャンネルを接続し、通信中の回線をH0チャンネルからBチャンネルに入替る手順を示す。

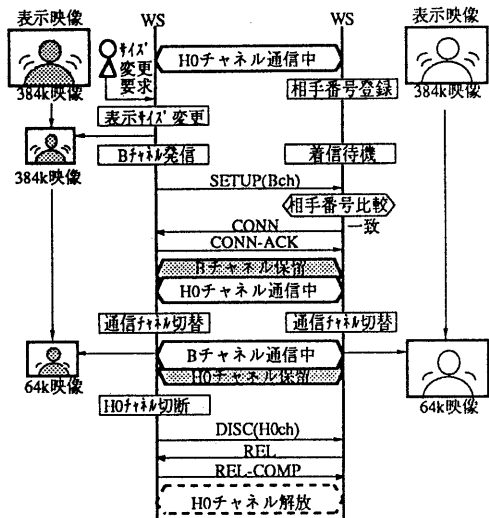


図3 予約接続方式による帯域変更シーケンス

切替接続方式の場合、映像表示サイズの変更後、回線の切断及び再接続の時間分通信帯域の切替に時間を要し、この間通信回線がなく通話が中断されるという問題がある。ISDNの通信品質に関する公表値からこの時間を試算した結果、通信帯域の切替時に約2秒通話が中断する試算を得た。

予約接続方式の場合も同様に、映像表示サイズの変更後、新たな回線の接続及び通信中の回線との入替の時間分通信帯域の切替に時間がかかる。しかし、通信中の回線は常に接続されたため、通信帯域の切替時に通話の中断は起こらない。

以上検討の結果、映像及び音声の通話を中断させることなく、通信帯域をスムーズに変更する予約接続方式を採用することにした。

3. 帯域制御機能の評価

映像表示サイズの変更と連動させた帯域制御機能に対し、主観評価に基づく評価実験の方法を述べ、被験者に提示した映像別の評価結果を示す。

3.1 評価方法

前述のように、回線の通信帯域の違いは見かけの映像品質に影響を及ぼす。そこで、異なる通信帯域で伝送される映像の品質に対する主観評価を実施し、帯域制御機能を利用した場合の通信帯域の変更が利用者から見た映像品質に与える影響を評価する。

(1) 前提条件

評価実験の前提条件を表1に示す。網として利用するISDN-PRIは、64kbps単位で最大1.5Mbpsの通信帯域を持つ回線を提供する。我々は、この中で64kbpsと384kbpsについて、見かけの映像品質に著しい差があることを経験的に確認している。そこで前記2種類のどちらか一方を映像サイズ連動帯域制御機能を用いて切り替え、通信帯域を384kbpsから64kbpsに低下させた場合にとどの程度の映像品質が利用者に提供されるのかを評価することにした。なお、映像表示サイズについては、25%、50%あるいは100%の3種類の倍率に変更可能とした。

表1 評価実験の前提条件

項目	内容
通信帯域	384kbpsまたは64kbps (内訳：16kbps音声，残り映像)
映像表示サイズ	倍率100% 画面比で、縦100%横70%
	倍率50% 画面比で、縦50%横35%
	倍率25% 画面比で、縦25%横17.5%
符号化方式	独自モード (解像度256×240，最大15frame/sec)
モニタ	17インチカラー(解像度1280×1024)
被験者	10名(通信ソフトの開発担当者)

(2)被験者に提示する映像

ISDNを介して被験者に提示する映像を表2及び表3に示す。提示する映像の内容と各通信帯域における評価結果との関係を見るため、静止画3種類及び動画4種類の計7種類の映像を用意した。表3では絵柄の複雑さ、表4では動きの激しさの順に各映像を並べてある。これら7種類の映像の提示時間は各々1分間である。

表2 被験者に提示する映像（静止画）

表示映像	内 容	絵柄
文字	字幕レベルの文字の提示	単純
写真	植物の写真の提示	↑
グラフ	棒グラフ及び円グラフの提示	↓ 複雑

表3 被験者に提示する映像（動画）

表示映像	内 容	動き
風景	石油コンビナートの全景パニング	小
講演	壇上の講演者及び聴衆者の様子	↑
群衆	雪かき等のイベントの参加者の様子	↓
スポーツ	フィギュアスケート選手の演技	大

(3)評価尺度

主観評価に用いる映像品質の評価尺度を、表4に示す5段階の評点で定義した。被験者はこの評点を基準に、提示される映像の品質を評価する。

表4 映像品質の評価尺度

評点	内 容
5	映像は自然である。
4	少し不自然に感じるが気にならない。
3	気になるがこの程度なら許せる。
2	許し難いが短時間なら我慢してもよい。
1	あまりにも不自然である。

(4)評価実験の手順

評価実験の手順は次の通りである。評定者はISDNを介して評価用の映像を受信先のデ

スプレイに提示する。被験者は384kbpsまたは64kbpsの通信帯域の回線を利用し、映像表示サイズの変更操作を行いながら、提示されている情報を1分間モニタする。被験者はその後、映像品質に対する5段階評価を行い、1～5の評点をつける。尚、ここで提示する映像は7種類、通信帯域は2種類あるため、本評価実験では上記手順をこの組合せで計14回繰り返した。

3.2 評価結果

通信帯域384kbps及び64kbpsで映像を伝送した場合において、7種類の映像別に映像品質を5段階で主観評価した結果を図4に示す。図4の縦軸は5段階で定義した映像品質の評点を示す。図4の横軸は被験者に提示した静止画3種類及び動画4種類の映像を示し、静止画の場合は絵柄の複雑な映像、動画の場合は動きの激しい映像を順に右へ並べた。丸印は被験者10名による映像品質の評点の平均値であり、384kbpsの場合を黒、色は64kbpsの場合を白で区別してある。

映像品質を映像別に見た場合、通信帯域384kbps及び64kbpsの場合とも、右側の映像、即ち静止画の場合は絵柄の複雑な映像、動画の場合は動きの激しい映像ほど映像品質が品質は低くなる傾向が見られた。これを通信帯域別に見ると、通信帯域384kbpsの場合には、64kbpsの場合に比べていずれの場面においても映像品質が上回っており、5段階評価の結果で約1～2もの品質の違いがあることがわかった。

5段階の評点を基準に利用者の見た目の品質を評価した結果、利用者の許容できる品質を評点「3」とすると、通信帯域384kbpsの場合はいずれの映像においても品質に問題はなかった。一方、通信帯域64kbpsの場合には、「グラフ」と「スポーツ」の映像以外ではほぼ許容できる品質が得られた。但し、「グラフ」の映像も評点の平均は「2」であり、短時間なら我慢できる品質であった。従って、帯域制御機能を利用して通信帯域を384kbpsから64kbpsに変更した場合、スポーツのような動きの激しい場面を除き、利用者の許容する品質を維持できることを確認できた。

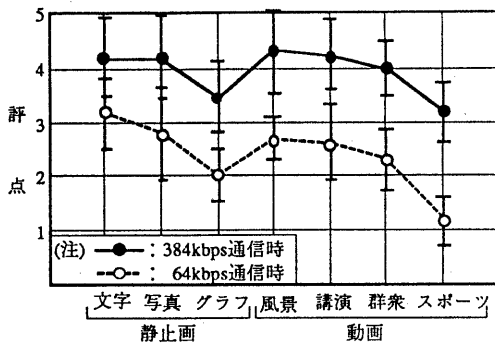


図4 映像品質の場面別評価結果

4. 考察

4.1 映像品質への影響

映像の種類別に映像品質を評価した結果、同一の通信帯域においては動きの激しい映像ほど品質が低下する傾向があった。今回の評価実験では、時間的に冗長な部分—静止部分や動きのゆっくりした部分—を取り除くフレーム間相関による符号化方式を採用し、映像情報の圧縮を行った。そのため、動きの激しい映像ほど送信すべき情報量が多くなり、同じ通信帯域においてもその分だけ情報量を圧縮する割合が高くなることから、見かけの映像品質も一層低下したと考えられる。

通信帯域を低下させた場合の映像品質が利用者の許容範囲にあるかどうかを評価した結果、‘スポーツ’の映像を除き、64kbpsの通信帯域に低下させた場合にも映像品質は許容範囲内にあった。このため、通信会議で参加者映像を表示している場合においては、参加者の動きは特に激しくないため、参加者映像を注目していない場合には、帯域制御機能を利用して通信帯域を落しても品質に問題はないといえる。逆にスポーツのような動きの激しい映像を64kbpsで伝送するのは映像品質の上で問題がある。しかし、通信会議において、スポーツ等の映像は資料映像として一時的に送信される情報と考えられる。そのため、利用者にとっては注目すべき情報であり、表示サイズを拡大して一時的に見る情報であると予想すれば、通信帯域を変更する必要はないと考える。

4.2 通信コストの削減効果

平成5年9月現在のISDN(INS1500)の料金体系に基づき、384kbps及び64kbpsの通信帯域利用時の通信コストを試算した。東京—大阪間の通信コストを図5で示す。1日1時間の通信と仮定して20日間の通信コストを試算した結果、通信帯域64kbpsの場合に約14万円であるに対し、通信帯域384kbpsの場合には約41万円と約3倍のコスト高であった。このことから、映像サイズ連動帯域制御機能を用い、通信帯域を384kbpsから64kbpsに変更することによって、通信コストを削減する効果が期待できる。

ここで通信コストの削減効果を特定の操作モデルで検証する。映像サイズ連動帯域制御機能は映像表示サイズに応じて384kbpsあるいは64kbpsの通信帯域に切替る。一方、ISDNの通信コストは通信時間に応じて課金され、東京—大阪間の場合、通信帯域64kbpsの場合で9秒毎、通信帯域384kbpsの場合で6秒毎にそれぞれ課金される。以上を考慮し、利用者が映像を表示している時間1に対し、利用者が映像に注目している時間を2/3、注目していない時間を1/3と想定し、384kbpsの映像を拡大表示する時間が64kbpsの縮小映像を縮小表示する時間の倍になるような操作モデルを仮定した。この操作モデルによる通信コストを試算した結果、映像サイズ連動帯域制御機能利用時の20日間の通信コストは約32万円であった。従って、通信帯域64kbpsの通信コストを基準にした場合、映像サイズ連動帯域制御機能は、通信帯域384kbps固定の場合に比べ、通信コストを約1/3削減する試算を得た。

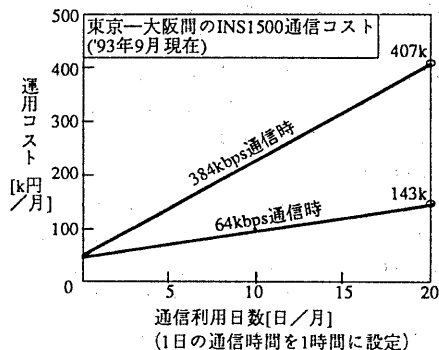


図5 東京—大阪間のISDN通信コスト試算結果

5. おわりに

映像表示サイズに応じて回線の通信帯域を変更する映像サイズ連動帯域制御機能を開発し、映像サイズ連動帯域制御機能による通信品質への影響と通信コストの削減効果を評価した。

- (1)384kbps及び64kbpsの通信帯域で伝送した映像に対する見かけの品質に関し、7種類の映像毎に5段階で主観評価を実施した。
- (2)通信帯域を384kbpsの場合は、映像の種類によらず利用者の許容以上の品質を提供し、通信帯域を64kbpsに低下させた場合もスポーツ以外の映像で許容できる範囲の品質を得た。
- (3)INS1500の料金体系に基づき、東京—大阪間の通信コストを試算した結果、384kbpsで通信時には64kbpsで通信時の約3倍のコスト高になる試算を得、帯域制御機能を利用して通信帯域を384kbpsから64kbpsに変更することによって、通信コストを削減する効果があることを確認した。

以上の結果、映像サイズ連動帯域制御機能は、利用者の許容する映像品質を維持しながら通信コストを削減できることを示した。

[参考文献]

- [1]島村和典, 正木茂樹, 谷川博哉: “B-ISDN用多地点マルチメディア通信会議システムPMTC”, 信学技報, OS90-34, pp.31-36(1990-09)
- [2]渡部和雄, 阪田史郎, 前野和俊, 福岡秀幸, 大森豊子: “マルチメディア分散在席会議システムMERMAID”, 情処論, 32,9, pp.1200-1209(1991-09)
- [3]W.J.Clark: “THE EUROPEAN “MIAS” SYSTEM FOR ISDN MULTIMEDIA CONFERENCING”, Multimedia'92
- [4]S.Gale: “Desktop video conferencing: technical advances and evaluation issues”, Computer Communicatinos, vol.15, No.8, pp.517-546(1992-10)
- [5]M.A.Broner: “Stand UP and Be Heard”, IEEE Transactions on Engineering Writing and Speech, pp.25-30(1964-12)

- [6]A.Obata: “VIDEO AND SHARED WHITE-BOARDS FOR COOPERATIVE PROBLEM SOLVING”, Multimedia'94(1994-05)
- [7]篠崎雅英: “マルチメディア会議システムにおけるバンド幅の動的割り当てと動画像の画質制御”, 情処研報, 93-DPS-60-9, pp.67-72(1993-05)
- [8]正木茂樹, 西村孝, 山口博幸, 市原英也, 高田久靖, 吉村寛: “N-ISDN用マルチメディア通信会議システムにおけるサービス実現方式の検討”, 信学技報, IE93-63, pp.1-7(1993-11)
- [9]田中徳幸, 中屋敷進, 木元寿憲: “ISDN応用マルチメディア通信会議システムにおける帯域制御方式の提案”, 情報処理学会第48回全国大会, 7C-1, pp.189-190(1994-03)