

適応多値ランレングス符号化方式と マルチユーザコミュニケーションシステムの アプリケーション共有機能への適用

箕浦大祐[†] 石橋 聡[†] 加藤 洋一^{††}

遠隔会議や遠隔教育で利用できるデスクトップ型マルチユーザコミュニケーションシステムにおけるアプリケーション共有機能を開発した。このアプリケーション共有では、共有資料提供者の端末画面をキャプチャし、このキャプチャ画像を他の利用者に配信する手法を採用している。本論文では、配信される画像の画質を高く保ちつつデータ量を削減する画像符号化方式としてアプリケーション共有機能のために設計した、適応多値ランレングス符号化方式を提案する。画像をブロック分割し、ブロックごとに GUI あるいは文字的特徴と自然画像的特徴のいずれを強く有する領域が判別して、それぞれ適応多値ランレングス符号化と JPEG 符号化を適用するハイブリッド方式で符号化を行う。本論文では、提案方式を実装したシステムの構成およびアプリケーション共有機能の特徴について述べ、さらに ITU 標準規格 T.120 による従来システムのアプリケーション共有機能と比較した実験について述べる。その結果、配信速度を保ち、通信データ量を約 8%削減しながら閲覧側で再生される画像品質は 2 dB 以上高いことを確認できた。

Adaptive Multi-level Runlength Coding and Its Implementation into Application Sharing for a Multi-user Communication System

DAISUKE MINOURA,[†] SATOSHI ISHIBASHI[†] and YOICHI KATO^{††}

We have developed an application software sharing function for a desktop PC multi-user communication system, which can be used for teleconference and distance learning. This function is realized with a method to reproduce distributed frequently captured screen images of a documents provider's PC. We propose a coding method for the image distribution called adaptive multi-level runlength (MLRL) coding method, which effectively compresses the sending image data and suppresses deterioration of the reproduced images quality. Different coding methods, MLRL or JPEG are applied to every block area of the image according to judgment whether the block area has a GUI-like/literal feature or a photographic feature. This paper describes structure and features of the communication system with application sharing, in which the coding method is implemented, and the system evaluation on the points of network traffic, reproduced image quality and its presenting delay through comparison experiments with a popular teleconference system adopting the T.120 standard.

1. はじめに

マルチユーザコミュニケーションシステムを遠隔会議や遠隔教育で利用する場合、相手の顔をビデオ画像で見ながら音声でコミュニケーションする機能に加えて、資料共有が可能な環境であることは、利用者の意思伝達や意思疎通において重要な役割を果たす。グループウェア、あるいは CSCW の分野では、状況に適した資料の共有方法やそれにとともなう機能の研究開

発がさかんに行われている^{1)~3)}。

我々も HTML 文書と PowerPoint[®] 文書を共有できる機能を持つマルチユーザコミュニケーションシステム⁴⁾の開発をこれまでにやってきた。しかし、この共有機能は

- 共有可能な資料の種類がこの 2 種類に限定される、
- 共有資料は共有開始時にすべてが配信される設計のため、このときの待機時間が長い、
- あらかじめ全利用者の端末に資料閲覧のアプリケーションソフトウェア(以下 AP と記す)をイ

[†] 日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所
NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation

^{††} NTT-IT 株式会社
NTT-IT Corporation

PowerPoint[®]は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国の登録商標または商標です。

インストールする必要がある、

- 共有資料の編集を協調的に行えない、

などの課題があり、部分的に利用者のニーズを満たすにすぎなかった。

これらの課題を解決する方法の1つに、ITU 推奨のデスクトップテレビ会議システムにおけるデータ通信の標準規格 T.120 シリーズ^{5)~13)} を利用した AP 共有方法があげられる。資料提供者の端末画面を高い頻度でキャプチャし、このキャプチャ画像を他の利用者に配信することで複数利用者からの資料閲覧を実現する。また、資料を表示する AP に対する操作命令を、他の利用者からも受け付けることができるように設計することによって、この AP を共有して協調的な資料の編集が可能となる。この方法では、共有のリアルタイム性を高め、配信される資料の表現力を損なわないために、キャプチャされる画像の画質を保ちつつ配信データ量を低く抑える画像符号化方式が重要なポイントとなる。

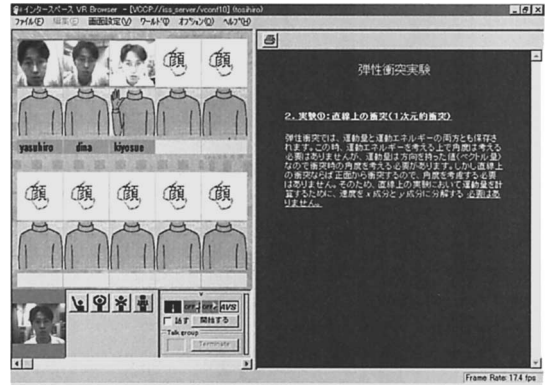
以上の背景をふまえて、我々はマルチユーザコミュニケーションシステムにおける AP 共有機能を開発した。本論文では、この AP 共有機能のために設計した、再生資料の品質を保ちつつ配信データ量を抑えることを特長とする適応多値ランレングス符号化方式を提案する。標準規格 T.120 を採用した従来製品と今回開発したシステムを比較し、配信データ量や配信速度、再生される画質の観点から評価実験を行った。実験結果の考察を通して、この符号化方式の有効性についてもあわせて述べる。

2. 本システムの研究開発背景

2.1 従来システムの機能

我々がこれまでに開発してきたシステムでは、利用者の顔を動画像で提供し、音声とテキストチャットを通して会話ができる機能をコミュニケーション機能として提供してきた。利用者の表示方法は、単純にそれらの顔の動画像を整列させる、いわばテレビ会議風のインタフェースや、コンピュータグラフィックで描かれた 3 次元仮想空間にアバタとして出現させるインタフェースをカスタマイズ可能である。これらの例を図 1 にあげるが、ここではこのシステムの資料共有機能に焦点をあてて述べる。コミュニケーション機能に関するシステム構成や、詳しい機能および性能については文献 4) および文献 14) を参照されたい。

図 1 の画面例それぞれの右半分に見られるのは、共有資料の表示領域である。この領域には、HTML 文書か、あるいは PowerPoint® 文書のいずれかを表示



(a) テレビ会議風の利用者表示方法による例

(a) Teleconference-like appearance.



(b) 3 次元仮想空間にアバタとして利用者を表示する方法による例

(b) Avatars appearing in a 3-D virtual space.

図 1 これまでのシステムの画面例

Fig. 1 Example of appearances of our previous system.

できる。しかし、共有可能な資料の種類はこの 2 種類のみであり、あらかじめ全利用者の端末に Internet Explorer と PowerPoint® の AP をインストールする必要がある。このように条件が多いと、設定が面倒なばかりか、資料作成者が自分の意図を最も表現しやすいと考える提示資料は、この 2 種類の AP では不十分である恐れがあり、システムの幅広い利用を期待するうえで望ましくない。また、共有資料は、最初に表示されるページに限らずすべてが共有開始時に配信される設計を採用している。この設計の意図は、一度に全データを配信するとページめくりを素早く行えるので、ページごとに配信時間がかかるより利便性が高まるという予想によるものであった。実際には、ページめくりは快適に行えるものの、共有資料のデータ量が多いほど待ち時間が長く、資料を介したコミュニケーションの中断時間が長引く結果となった。さらに、資料共有中の編集はできなかったため、協調作業とい

う利用分野には適用できなかった。

このようなシステム開発とその運用の背景から、利用環境のセッティングが容易で、かつ幅広い種類の資料を快適に共有できる機能の開発が求められてきた。次節では、会議システムにおける代表的な資料共有機能を検討し、上記課題の解決に最もふさわしいと考える手法の特徴について述べる。

2.2 AP 共有機能の標準規格

データ会議の通信方式として代表的な方法に、ITU、国際電気通信連合勧告の標準規格 T.120 シリーズがあげられる。この方式では、AP 提供者の計算機画面をキャプチャして作成される画像を同報することで画面共有が実現され、その AP に対する操作命令をネットワーク経由で行うことで協調作業が実現される。すでにこの規格は多くの研究システムや製品において採用されており^{15)~18)}、この方式の秀逸性をうかがい知ることができる。この方式の利用によって、AP の共有および制御が 1 系統のネットワークで可能であるうえに、異種計算機を端末とする会議システム¹⁹⁾への適用も可能であり、広範に利用できるシステムの構築が期待できる。

キャプチャ画面画像を同報先の計算機の画面にリアルタイムに伝達し、高頻度で更新するためには、この画像を高速にコンパクトに符号化する方法が重要となる。その一方で、医療画像の共有のように高品質な資料を共有する道具として会議システムを利用する要求²⁰⁾を鑑みると、再生されるキャプチャ画像の品質を高く保つことと両立できる符号化方式が望ましい。

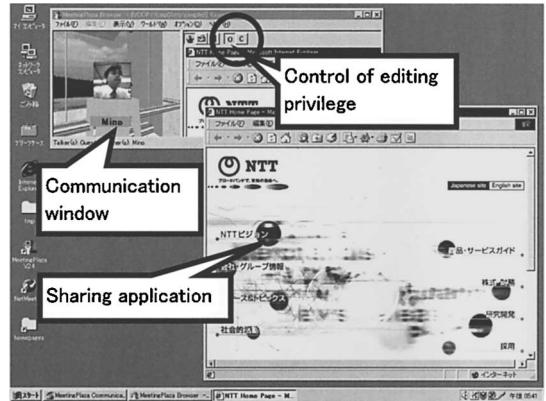
以上のような検討を通して、我々は幅広い利用者の支持を期待して、資料提供者の画面をキャプチャして生成される画像を符号化して配信することで AP 共有を行う手法を採用した。ただし、これまで我々のシステムで提供してきた VR 空間の共有制御などの、会議機能以外の独自の様々なサービスを損ないたくないので、T.120 に準拠せず、独自方式による実装とした。

次章以降では、この手法を実装したシステムの全体構成について述べ、その後キャプチャ画面の符号化手法の設計について触れる。

3. AP 共有機能を実装したマルチユーザシステム

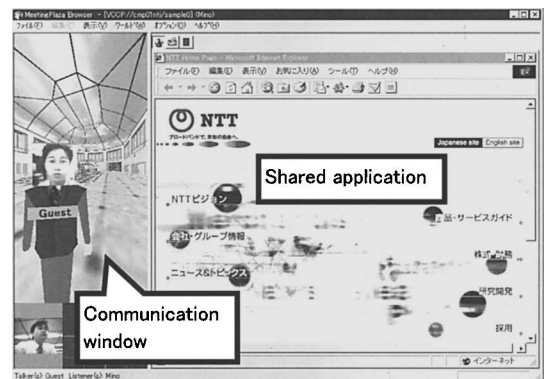
3.1 ユーザインタフェース

利用者端末のインタフェースは、図 2 に示すような外観である。資料共有が開始されると、資料提供者の本システムのウィンドウは、共有 AP の操作を妨げないように自動的に縮小表示される。資料提供者が関



(a) 資料提供者側の画面

(a) Document provider's screen.



(b) 資料閲覧者側の画面（編集権限なし）

(b) Observer's screen without an editing privilege.



(c) 資料閲覧者側の画面（編集権限あり）

(c) Observer's screen with an editing privilege.

図 2 本システムの利用者画面例

Fig. 2 Example of client PC screen images.

覧者に資料の編集を許可すると、全閲覧者のウィンドウに編集権限の取得用のアイコンが表示され、編集権限を取得した 1 人の閲覧者が資料を編集可能となる。編集権限を持つ利用者のマウスポインタの位置は、ク

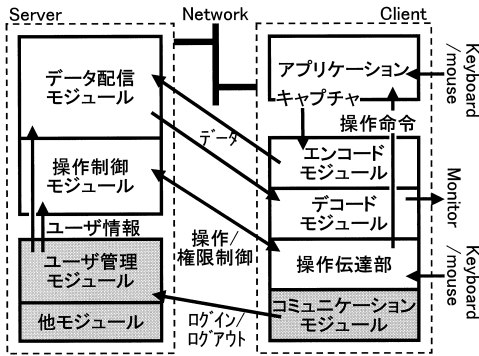


図 3 システム構成
Fig. 3 System structure.

リックされたときだけ共有される。これは、すでに実装されている共有資料への描画機能の併用により、移動中のマウスポインタを表示しなくても指示点を共有するという目的は達成できるのではないか、という開発コンセプトによるものである。

3.2 システム構成

これまでに述べた機能を利用者に提供するシステムの構成について図 3 を用いて述べる。システムの既存モジュールである網点部以外の部分が、今回の AP 共有機能のために開発されたモジュール群である。システムはサーバ・クライアント方式である。データ通信プロトコルは配送確認付の UDP/IP を用いるが、T.120 規格に準拠しない。理由は、本システムの既存部分から利用者情報を得るために、これまで利用してきたプロトコルを使う必要があることと、システム全体としてみたとき、共有 3 次元仮想空間が提供できるなどの、一般的な会議システム以上のサービスを提供することを目指しているため、これまで利用してきたプロトコルを変更する意図はないことによる。サーバは Sun OS のワークステーション、Linux、および Windows NT4.0/2000 の DOS/V PC のすべてで動作する。また、クライアントは Windows98/NT4.0/2000 の DOS/V PC 上で動作する。

資料提供者から受信した画面イメージは、データ配信サーバモジュールで同報すべき相手を選択して送信される。この選択のもととなる利用者情報は、コミュニケーション機能をつかさどる既存のサーバモジュールから知らされる。

編集の許可・非許可の命令や、キーボードやマウスからの入力操作に関わる命令は、操作制御サーバモジュールで管理・配信される。編集権限を有する閲覧者の共有 AP への操作が資料提供者の端末に伝達、実行され、キャプチャ画面に反映されてすべての閲覧者

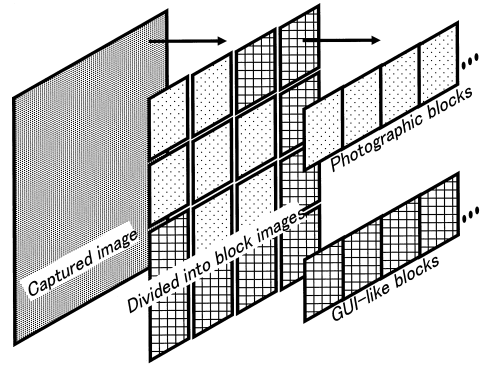


図 4 キャプチャ画面の画像処理
Fig. 4 Captured screen image processing.

に配信される。資料を同報可能な人数は、システムの既存部分における音声コミュニケーションが可能な人数である 32 人までと設計されている²¹⁾。

キャプチャ画面は、資料提供者の端末で実行される本システムのクライアントプログラムで圧縮され、各閲覧者の端末で実行される本システムのクライアントプログラムで展開される。次章では、この符号化方式について述べる。

4. キャプチャ画面の画像処理

4.1 画面の特徴に応じた符号化の適用

画面をキャプチャした画像は、図 4 のように、まず 32×32 画素の広さのブロック領域に分割される。各ブロック領域の符号化は、特性を判別したうえで GUI/文字と見なされる領域には適応多値ランレングス符号化方式を、自然画像領域と見なされる領域には JPEG 符号化方式を適用するハイブリッド方式で行われる。適応多値ランレングス符号化方式については、次節で詳しく述べる。

共有画面の画像は、前回の更新から変更があったと判定されたブロック領域のみを符号化の対象と見なす。画面全体について更新の必要性をチェックした後、すべてのブロックについて更新の必要がないと判定された場合も、周期的に画面全体が更新される。

4.2 適応多値ランレングス符号化方式の原理と設計

最近の計算機は、ユーザインタフェースとしてウィンドウやアイコンなどの統一的なモチーフを採用しているものが広く一般的に利用されている。この表示画面を観察すると、メニューバーやウィンドウ枠のように AP 間で共通的に利用される部品と、コンテンツ表示領域に分かれている。これらの部品は限られた色数で表現され、しかも一様な色の領域がある程度連続的な広がりを持つ場合が多い。また、コンテンツ表示

領域についても、ワープロ文書における文字領域の場合などは、かなり限定的な色数で表現されている場合がよく見られる。

我々は、このような GUI や文字領域の特徴に着目して、効果的に符号化を行うことができるように設計した適応多値ランレングス符号化方式を提案する。符号化手順について図 5 を用いて説明する。まず、この符号化を適用する画像内の画素を RGB 各 4 ビットに量子化する。このとき、入力画像は RGB 各 8 ビットであるので、ヒストグラムを見たときに各色 16 階調ごとの平均値が代表値となるように量子化する。量子化された画像では、カラーテーブルを参照するインデックス値として各画素が表現される。

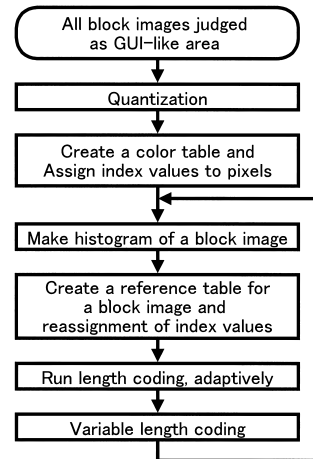
次に、各ブロック内において出現頻度順にインデックス値を振りなおす。あえて振りなおす理由は、先に述べたように GUI や文字領域が、局所的には限定された色数で表現されていることが多いため、ブロック内で出現頻度の高い色に短い符号を割り当てて可変長符号を施すことが効果的であるためである。このとき、ブロック内のインデックス値から画像全体に対するカラーテーブルへのインデックス対応表を作成する。そして、ある画素のインデックスが直前の画素と同値である場合は「直前の画素と同値である」という意味を表すインデックスを割り当てる。以上の過程を経たうえで、このブロックにランレングス符号を適用し、さらに可変長符号化を行う。このときのランレングス符号化は、符号長から判断して適応的に行う。

5. 評価実験および考察

5.1 実験概要

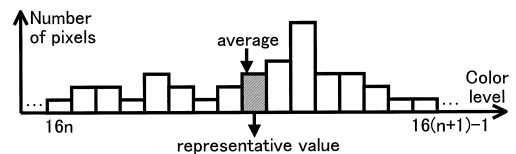
開発した AP 共有における画面共有機能を他システムと性能比較する実験を行った。比較対象は、T.120 を採用している Microsoft Corporation の NetMeeting[®]¹⁷⁾ をクライアントとし、同じく T.120 を採用する WhitePine Software, Inc. の MeetingPoint[™]¹⁸⁾ をサーバとして組み合わせたマルチポイント会議システム(以下、比較システム)とした。このシステムと本システムを LAN 上で稼働させ、配信データ量と、閲覧者の利用端末上に再生される共有資料の画質、そして表示速度について評価を行った。

NetMeeting[®]は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国の登録商標または商標です。
2001 年 4 月現在 CUseMe Networks, Inc. .
MeetingPoint[™] は、WhitePine Software, Inc. の商標です。



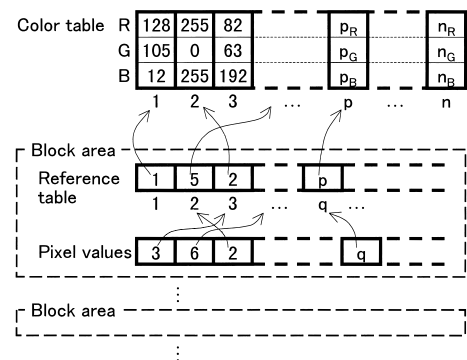
(a) 符号化手順

(a) Coding procedure.



(b) 量子化における代表値の決定

(b) Representative value decision in quantization.



(c) カラーテーブル参照方法

(c) Illustration of color table reference.

図 5 適応多値ランレングス符号化方式

Fig. 5 Adaptive multi-level runlength coding method.

両システムとも、資料共有に関係しないビデオ配信や音声通信などの機能を停止させたうえで、インターネット上に公開されている 130 枚のホームページを順に共有し、5 秒間隔で次のホームページへと表示を更新した。ホームページを評価に利用した理由は、画像と文字の割合およびそれらのレイアウトが多様なため平均的な性能評価が期待できると考えたからである。ただし、サンプルの分布に偏りが生じるのを避けるため、含まれる画像と文字の割合ごとに使用枚数を均等

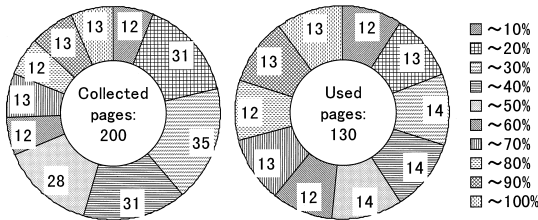


図 6 実験に用いた自然画像領域の割合別ホームページ数

Fig. 6 Number of homepages for experiments and their including photographic area ratio.

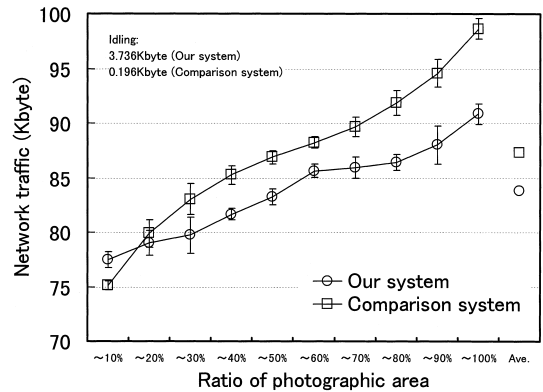
に抽出する調整がある程度必要と考えた。

そこで図 6 の左のグラフに示すように、まず 200 枚を収集し、各ホームページに含まれる自然画像と見なせる領域の割合を 10% 間隔で被験者 3 人に主観評価させる予備実験を行った。この結果、予想どおりグラフの項目ごとに示している枚数のような偏りが見られた。この結果をもとに、図 6 の右のグラフのように割合の偏りを調整して 130 枚を抽出した。ここで、この調整の被験者は 3 人と少ないが、次に行う実験の条件を明らかにするための予備調整であり、ここで厳密に割合を評価することが本来の目的ではないので十分であると考へた。

これらのホームページおよび各ページで利用される画像は資料提供側の端末にあらかじめ格納されている。提示資料のサイズは、縦 800 画素、横 600 画素に固定した。LAN は 10BASE-T、2 台のクライアント端末および 1 台のサーバ計算機に Windows NT を搭載した Pentium III 700 MHz PC を用いた。比較システムのソフトウェア設定では、10 Mbps の通信速度の LAN を利用する選択肢を選択した。ここで実験環境に 10 Mbps の LAN を選択した理由は、今後普及が見込まれる光ネットワークのような 10 Mbps のネットワークが想定する利用環境であることと、顔画像や音声配信、VR 空間の共有など、本システムの他の多様なサービスも同時に高品質に提供していきたいと考え、ネットワークの帯域が広がっても、個々のサービスが必要とする帯域は極力抑えたいので、想定する利用環境でも提案方式のような符号化技術が不可欠となるからである。

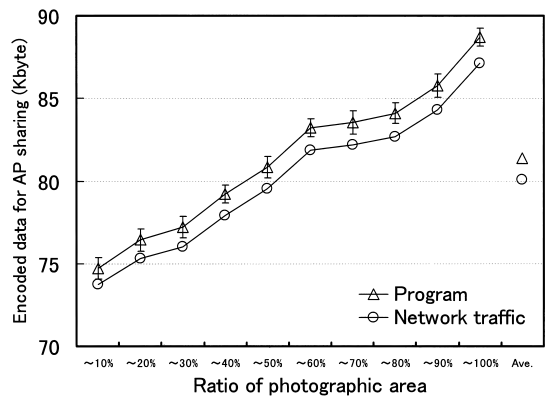
5.2 配信データ量の比較

図 7 に AP 共有おけるホームページ 1 枚あたりの平均配信データ量に関する結果を、画像が含まれる割合別に示す。同図 (a) のグラフは、が本システム、が比較システムのネットワークトラフィック測定値を表す。各システムの測定結果には、利用者の参加状態確認のための命令等の AP 共有に関係ないトラフィック



(a) ネットワークトラフィック

(a) Network traffic.



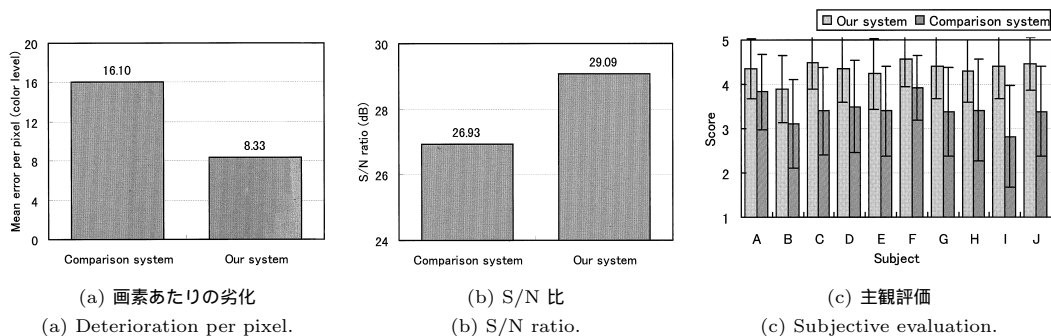
(b) 本システムのプログラム内で測定した送信データ量 (比較のため、ネットワークトラフィックと併記)

(b) Amount of encoded data in our system program (with network traffic for comparison).

図 7 AP 共有おける配信データ量

Fig. 7 Measurement of sending data at application sharing.

も含まれる。参考のため、AP 共有しない定常状態で同じ時間測定したトラフィック (グラフ左上の Idling が示す値) を示す。さらに、測定トラフィックの信憑性のために、同図 (b) に本システムのプログラム内で測定したキャプチャ画面の平均符号量を、画像が含まれる割合別に示す。このグラフでは、AP 共有機能だけによる符号量の比較のために、同図 (a) で示した本システムのトラフィックから Idling の値を引いたデータをあわせて示した。これらの結果には、トラフィック測定とプログラム内測定に平均約 1.6% の測定誤差は見られるが、両システムの AP 共有データを比較すると、本システムのトラフィック量に平均 8.1% 程度の優位性が見られる。共有資料に含まれる画像の割合別に見てもほとんどの場合で本システムのトラフィックのほうが少ない。含まれる画像領域の割合が 10% 以



(d) 共有資料の自然画像領域 (左からオリジナル, 比較システムで再生, 本システムで再生)

(d) Shared photographic area (from left: original, reproduced by the comparison system, reproduced by our system).

図 8 再生画質に関する評価

Fig. 8 Evaluation of decoded image quality.

下のホームページを共有する場合には、比較システムのトラフィックのほうが少ないが、Idling の値を引いて比較すると、本システムでは 73.7 キロバイト、比較システムでは 74.9 キロバイトと、本システムによる共有資料のデータ量のほうが若干少ない。

この測定では、ホームページに含まれる画像の割合が恣意的に均一になるように収集したため、標本の無作為抽出にあらず、有意差検定は適当ではないと考える。しかし、個々の対応するホームページの配信時のトラフィックどうしの比較でも、定常状態におけるトラフィック分を差し引けば、つねに本システムによる配信データ量のほうが少なかったことを考えると、本システムの方が符号化効率が良いと考えられる。

5.3 再生される画像品質の比較

図 8 は、閲覧側端末で再生される共有資料の画像品質に関する結果を示す。同図 (a) は、提供資料と再生資料の画像間の、1 画素あたりの平均誤差階調値を示す。この平均誤差は、各画素の RGB 各色ごとに算出されるオリジナルと再生画像の誤差の総和を平均して得ている。同図 (b) はオリジナルと再生画像の S/N 比で

表 1 主観評価の基準

Table 1 Criteria for the subjective estimation.

得点	基準
5	原画像と遜色なく十分満足できる
4	画質の低下は見られるが我慢できる品質である
3	満足とはいえないが不満ともいえない
2	画質の低下が著しく、かなり不満である
1	画質がひどく、提示資料として使える品質ではない

ある。いずれの結果からも比較システムと比べて、本システムは画質の劣化を抑えて共有資料の再生を行っていることが分かる。これらの定量評価に加えて、同図 (c) に主観評価の結果も示す。自分が作成した資料を共有する状況を想定したとき、再生画像の品質に満足できるかどうかを、表 1 に示す基準で 5 段階の主観評価を行った。10 人の被験者にオリジナルと再生画像を並べて提示して実験を行った。結果を見ると、どの被験者も本システムによる再生画像の品質のほうが良いと回答しており、比較システムによる再生画像との間に有意な差が見られる (危険率 $p > .01$)。オリジナルと再生画像を観察した結果、同図 (d) に示すよ

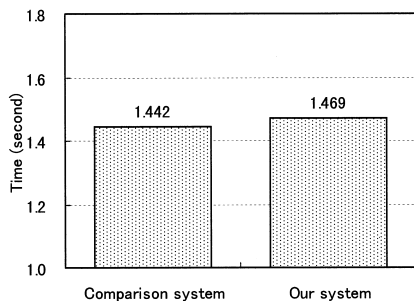


図 9 資料共有速度

Fig. 9 Document sharing delay.

うに、本システムは、特に写真などの自然画像領域で視覚的にも明らかな再生品質の優位性が観察された。

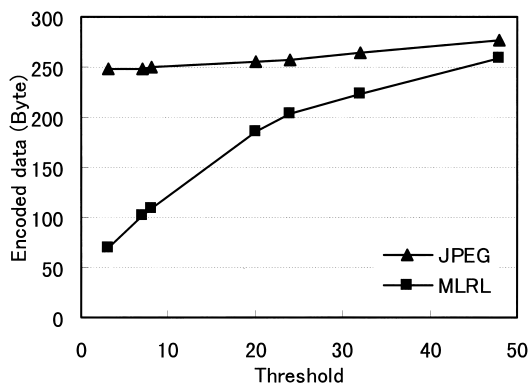
5.4 表示に要する速度の比較

提供側の資料共有開始から閲覧側で再生されるまでに要する時間について測定した結果を図 9 に示す。測定は、資料提供側の PC の画面と閲覧再生側の PC の画面を並べ、デジタルビデオカメラで記録して行った。ただし、撮影は毎秒 30 フレームであるため、約 33 ミリ秒の測定精度である。共有される資料によって異なるものの、比較システムと本システムともに平均 1.4 秒程度であり、ほぼ同等の性能であるといえる。多人数での高頻度の編集は困難であるが、この程度の時間であれば提供された資料の再生を待つ時間としては問題ないと考えられる。また、この測定は共有資料全体を更新する場合であり、部分的な更新はさらに短い時間で行われる。

共有の様子を観察すると、文字領域が多い場合に比較システムの表示が速く、画像領域が多い場合には本システムの表示が速い傾向が見られた。

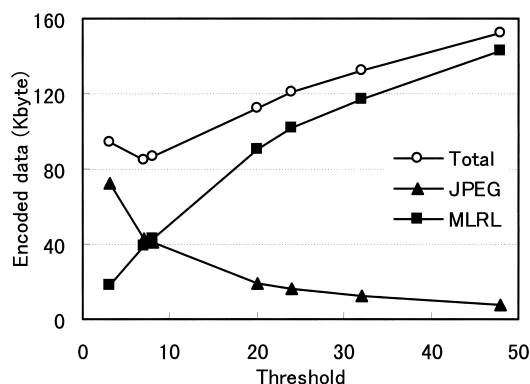
5.5 システム運用に関する考察

以上の実験の結果と考察から、共有する画面データの符号化において、本システムは比較システムより符号量と再生品質の点で優れていると考えられる。先に述べたように、本システムは JPEG と適応多値ランレングス符号を組み合わせたハイブリッド符号化方式を実装している。各ブロック画像領域にいずれの方式を適用するかどうかによって、画像全体の符号量は大きく影響を受ける。いずれの方式を用いるかの判定は、ブロック画像領域内を等間隔にラスタスキャンして得られる標本画素値のうち、何種類の異なる画素値が含まれているかどうかによって判断している。すなわち、閾値画素数未満の場合は適応多値ランレングス符号、それ以上の場合は JPEG を該当するブロック画像に適用する。図 10 は、今回の実験で用いたホームページに対して、この閾値を変えて判定された方式別に符号



(a) ブロック画像領域あたりの平均符号量

(a) Mean amount of encoded data per block area.



(b) ホームページあたりの平均符号量

(b) Mean amount of encoded data per homepage.

図 10 適用方式判定閾値と符号量の関係

Fig. 10 Amount of encoded data depending on threshold to judge coding method to be applied.

量を調べたものである。同図 (a) は 1 ブロック領域あたりの平均符号量を示す。この結果から考えると、グラフの横軸である閾値が低いほど、適応多値ランレングス符号を適用したブロックの符号量である MLRL が示す値も JPEG が示す値も低く抑えられるため、効果が高いと考えられる。しかし実際には、同図 (b) が示すようにホームページ 1 枚あたりの平均符号量は、閾値が低いほど符号量が少ないわけではない。閾値が低すぎると JPEG を適用すべきだと判断されるブロック数が極端に多くなり、ページ全体としての符号量は増えてしまうためである。

今回の実験では、この両者の符号量の和が最小となるときに閾値を採用して実装しているが、これは共有資料に含まれる自然画像と GUI/文字領域の割合が多様な場合に、平均的に良好な結果を提供するための設定であると考えられる。すなわち、画像ばかり共有する会議に適用したい、あるいは逆に、画像を含まない資料

しか共有しないなどと、あらかじめ本システムの適用分野が分かっている場合には、この閾値を変更することで、最適な設定を得ることができるだろう。

6. おわりに

本論文では、遠隔教育や遠隔会議を目的としたマルチユーザ・コミュニケーションシステムの機能として開発した AP 共有機能について述べた。資料提供者の端末画面に表示される AP を画像としてキャプチャして同報することで、資料表示ソフトウェアの自由な選択と、リアルタイムの AP 共有を実現している。この共有機能のために開発した、GUI 画面をキャプチャした画像の符号化に適した適応多値ランレングス符号化方式と JPEG 符号化方式を、適用する画像の特徴に応じて選択するハイブリッド符号化方式についても、その設計について述べた。

標準規格 T.120 を用いた既存システムにおける AP 共有機能と比較した実験において、本システムの共有機能は、配信データ量および再生画質について良好な結果を得ることができた。共有速度は、ほぼ同等の性能であった。

また、適応多値ランレングス符号化と JPEG 符号化のどちらを用いるか判定する閾値を変化させることで、より用途に適した設定を提供できる可能性についても示した。

今後は、会議などに適用して利用評価を行い、マウスポインタは移動中も共有したほうがよいかなど、グループウェアとしてのユーザインタフェースの評価を進めていきたい。

参 考 文 献

- 1) 速水治夫, 勝間田仁, 世古将洋, 提箸公代, 渋谷亮一, 石丸知之, 大南正人, 岡田謙一: 商用ワークフロー管理システムと連動するインターワークフロー支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2708-2718 (2000).
- 2) 浅井紀久夫, 大澤範高, 近藤喜美夫, 結城皖曠, 吉田勝昭: 大学間衛星ネットワークにおけるデータ共有, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2782-2793 (2000).
- 3) 敷田幹文, 門脇千恵, 國藤 進: フローに連携した組織内インフォーマル情報共有手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.10, pp.2731-2741 (2000).
- 4) Minoura, D., Kato, Y., Masaki, S. and Ichinose, S.: A Shared Distance Learning Environment in 3-D Cyber Space with 2-D Teaching Material Integration, *IIEEJ*, Vol.29, No.3, pp.197-213 (2000).
- 5) ITU-T recommendation T.120: Data protocols for multimedia conferencing (July 1996). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t120.html> (2001 年 4 月現在).
- 6) ITU-T recommendation T.121: Generic application template (July 1996). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t121.html> (2001 年 4 月現在).
- 7) ITU-T recommendation T.122: Multipoint communication service—Service definition (Feb. 1998). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t122.html> (2001 年 4 月現在).
- 8) ITU-T recommendation T.123: Network-specific data protocol stacks for multimedia conferencing (May 1999). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t123.html> (2001 年 4 月現在).
- 9) ITU-T recommendation T.124: Generic Conference Control (Feb.1998). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t124.html> (2001 年 4 月現在).
- 10) ITU-T recommendation T.125: Multipoint communication service protocol specification (Feb. 1998). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t125.html> (2001 年 4 月現在).
- 11) ITU-T recommendation T.126: Multipoint still image and annotation protocol (July 1997). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t126.html> (2001 年 4 月現在).
- 12) ITU-T recommendation T.127: Multipoint binary file transfer protocol (Aug. 1995). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t127.html> (2001 年 4 月現在).
- 13) ITU-T recommendation T.128: Multipoint application sharing (Feb. 1998). <http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/t/t128.html> (2001 年 4 月現在).
- 14) 松浦宣彦, 松本敏宏, 清末悌之, 菅原昌平, 正木茂樹: 簡易型多地点テレビ会議システム NetForum の開発と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.41, No.11, pp.3142-3151 (2000).
- 15) Orvalho, J., Andrade, T., Figureiredo, L. and Boavida, F.: CONCHA—CONFERENCE system based on java and corba event service CHannels, *Proc. SPIE's symposium*, pp.406-415 (1999).
- 16) Li, W., Wang, W. and Marsic, I.: Collaboration Transparency in the DISCIPLE Framework, *Proc. ACM International Conference on Supporting Group Work*, pp.326-335 (1999).
- 17) Microsoft Corporation: NetMeeting®. <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/> (2001 年 4 月現在).

- 18) White Pine Software Inc. (現 CUseeMe Networks, Inc.) : MeetingPointTM. <http://support.cuseeme.com/mpoint4/docs/mp405rn.htm> (2001 年 4 月現在).
- 19) Marsic, I.: Real-Time Collaboration in Heterogeneous Computing Environments, *Proc. International Conference on Information Technology*, pp.222-227 (2000).
- 20) Markris, L., Kamilatos, I., Kopsacheilis, E.V. and Strintzis, M.G.: Teleworks: A CSCW Application for Remote Medical Diagnosis Support and Teleconsultation, *IEEE Trans. Information Technology in Biomedicine*, Vol.2, No.2, pp.62-73 (1998).
- 21) 箕浦大祐, 山名岳志, 正木茂樹, 一之瀬進: 多人数参加型 3 次元仮想空間における大規模人数表示方法, *電子情報通信学会論文誌*, Vol.J81-D-II, No.5, pp.962-971 (1998).

(平成 13 年 4 月 10 日受付)

(平成 13 年 10 月 16 日採録)



箕浦 大祐 (正会員)

平成 5 年東京工業大学工学部情報工学科卒業, 平成 7 年同大学院修士課程修了. 同年日本電信電話株式会社入社, ヒューマンインタフェース研究所入所. サイバースペースシ

ステムにおけるシステム設計およびヒューマンインタフェースの研究開発に従事. 現在, NTT サイバースペース研究所メディア通信プロジェクト社員. 電子情報通信学会会員.



石橋 聡

昭和 55 年徳島大学工学部情報工学科卒業, 昭和 57 年同大学院修士課程修了. 同年日本電信電話公社入社, 電気通信研究所入所. 動画像符号化および映像通信システムの研究開発に従事. 現在, NTT サイバースペース研究所メディア通信プロジェクト主幹研究員. 工学博士. IEEE, 電子情報通信学会, 映像情報メディア学会, パーチャルリアリティ学会各会員.



加藤 洋一

昭和 57 年千葉大学工学部電子工学科卒業, 昭和 59 年同大学院修士課程修了. 同年日本電信電話公社入社, 電気通信研究所入所. 主に, ビデオ符号化, インタラクティブ・マルチメディアシステムの研究開発に従事. 現在, NTT-IT 株式会社 IT ソリューション事業部第 4 技術部長. 博士(工学). IEEE, 電子情報通信学会, 映像情報メディア学会各会員.