

QoSマッピングに関する考察
(データFD付)

山崎 達也

1999. 6. 9

ATR環境適応通信研究所

目 次

あらまし	1
1. まえがき	2
2. QoSの定義	2
3. 階層QoSモデルにおけるQoSマッピング手法の提案	4
3.1 ユーザプロファイルを用いたQoSマッピング	4
3.2 スプライン関数を用いたQoSマッピング	5
4. ビデオQoSの測定実験	6
4.1 実験構成と方法	6
4.2 実験結果	8
5. スプライン関数を用いたQoSマッピング	12
6. 考察	13
7. おわりに	13
謝辞	13
参考文献	14

QoS マッピングに関する考察（データ FD 付）

A Study on QoS Mapping (with a data FD)

（株）エイ・ティ・アール環境適応通信研究所

第一研究室

山崎 達也

ATR Adaptive Communications Research Laboratories

Department 1

Tatsuya Yamazaki

あらまし

マルチメディア通信における QoS (Quality of Service) の概念は用いられる階層によって異なり、隣接する階層間でそれぞれの QoS を対応付けする QoS マッピングの機構が必要である。本レポートでは、まず多階層からなる QoS モデルを定義する。その最上位階層に位置するユーザ QoS のみ抽象的な表現を含み、それより下の各階層では 1 つ以上の QoS パラメータにより QoS が表現されるものとする。次に 2 つの QoS マッピング手法を提案する。1 つはユーザプロファイルを用いたユーザ QoS からその下位階層への QoS マッピングであり、もう 1 つはユーザ QoS より下の階層間で行われるスプライン関数を用いた QoS マッピングであり、これは従来手法のテーブルルックアップ方式と数式方式のハイブリットとして位置付けられる。その後、ビデオメディアの QoS を対象とした QoS 測定実験結果を示す。本レポートにはビデオ QoS の測定結果データ (Microsoft Excel 形式) のフロッピーディスク (DOS フォーマット) を添付する。

Abstract

Expression of QoS in distributed multimedia applications is different from level to level. Therefore QoS mapping mechanisms, which translate the QoS expression from level to level, is required. In this report, a multilevel QoS model is proposed. In this model, user level QoS can be specified abstractly in the highest level, and QoS in a lower level than the user level is expressed by one or more level-specific QoS parameter(s). Then two QoS mapping methods are proposed. One is a QoS mapping using user profile data, and the other is the one using spline functions. The former is used to map the user level QoS into a lower level QoS, and the latter performs mapping among lower level QoS parameters than the user level. The spline QoS mapping method, which is located as a hybrid of two conventional mapping methods, is applied to QoS mapping for videos. This report also provides experimental data of QoS mapping for videos.

1. まえがき

近年のコンピュータのダウンサイジングや通信ネットワークのデジタル／高速化の潮流に乗り、マルチメディア情報通信のモバイル化、パーソナル化が急速に進んでいる。そこで用いられる情報通信アプリケーションの動作環境はユーザの用いる端末やネットワークの種類に応じて変化し、それとともに使用可能な資源量も動的に変化する。またユーザのアプリケーションに対する要求もその時々で異なる。このような状況下で End-to-End でアプリケーションの QoS (Quality of Service) を保証したいという要求が高まってきており、そのためには使用可能な資源量およびユーザ要求に応じた QoS の適応制御が必要となる。その際、QoS の概念は用いられる階層によって異なり、隣接する階層間でそれぞれの QoS を相互に対応付けすることが必要であり、このような対応付けは QoS マッピングと呼ばれる[1]。

これまで大きくわけて二つの QoS マッピング手法が用いられてきた[2],[3]。一つはあらかじめ用意されたマッピング対応表を利用するテーブルルックアップ方式[3]-[5]であり、もう一つはマッピングパラメータの対応関係を示す数式からマッピング値を計算する数式方式[2],[6],[7]である。テーブルルックアップ方式では、あらかじめ用意した対応表上にある値しか扱えないため千差万別なユーザ要求が扱えないという欠点がある。一方、数式方式ではある特定の測定条件に合致するマッピング式をあらかじめ求めておくなどする必要があり、動的に変動する通信環境を想定していないように思われる。

本レポートでは、QoS の階層モデルとそこで用いられる 2 つの QoS マッピング手法を提案する。1 つはユーザプロファイルを用いたユーザレベル QoS からその下位階層への QoS マッピングであり、もう 1 つはユーザ QoS より下の階層間で行われるスプライン関数を用いた QoS マッピングである。特に後者の提案手法は、スプライン関数の補間特性により任意のユーザ要求に対するマッピングを行い、かつ動的な環境変動に対しても保持してあるデータの変更により対応することができる点が特徴であり、従来のテーブルルックアップ方式と数式方式のハイブリットとして位置付けることができる。

以下、まず 2. では本レポートで取り扱う QoS を定義し、3. でそれに対する二つの QoS マッピング手法を提案する。4. でビデオメディアの QoS を対象に QoS マッピングデータの測定実験ならびに実験結果について述べる。5. において実験データを提案するスプライン QoS マッピングに適用した例を示した後、6. で考察を行い、7. で本レポートのまとめを行う。

2. QoS の定義

QoS の概念は元来通信のトランスポートサービスの特性を記述するため議論されてきた。今日、分散マルチメディア技術が広く用いられてくるにつれ、QoS の概念のマルチメディア通信の各階層への拡張が論じられてきている。その結果、マルチメディア通信サービスにおける QoS パラメータとしてスループット、遅延、ジッタが重要である

ということは衆目の一致するところであるが、今もってその統一的定義はないのが現状である[1],[8]．というのもマルチメディア通信サービスの実装には、アプリケーションからネットワークや端末を含むシステムまでが広範に関わっており、ユーザ要求条件を含むそれらの多様性を統一的に扱うことが難しいためと考えられる．そのため、異なる階層間でそれらのQoSパラメータをどのようにマッピング（対応付け）するかを明らかにしていくことは、QoS保証可能なマルチメディア通信サービスを実現する上で重要な課題の一つであると考えられる．

本レポートで取り扱うマルチメディア通信サービスの階層QoSモデルを図1に示す．ユーザ階層ではQoSはユーザQoS (User QoS)として指定される．ユーザQoSはユーザインターフェースとの親和性を考えた場合、抽象的な表現を許容した方がいいと考えられる．アプリケーション階層ではアプリケーションパラメータによりメディアストリームのアプリケーションQoS (Application QoS)が指定される．アプリケーションパラメータとしては、例えばビデオストリームでは、空間解像度や時間解像度を表すパラメータが用いられる．端末QoS (Terminal QoS)はオペレーティングシステムが扱うパラメータにより定義され、プログラムスレッドのスケジューリング周期やタスク実行時

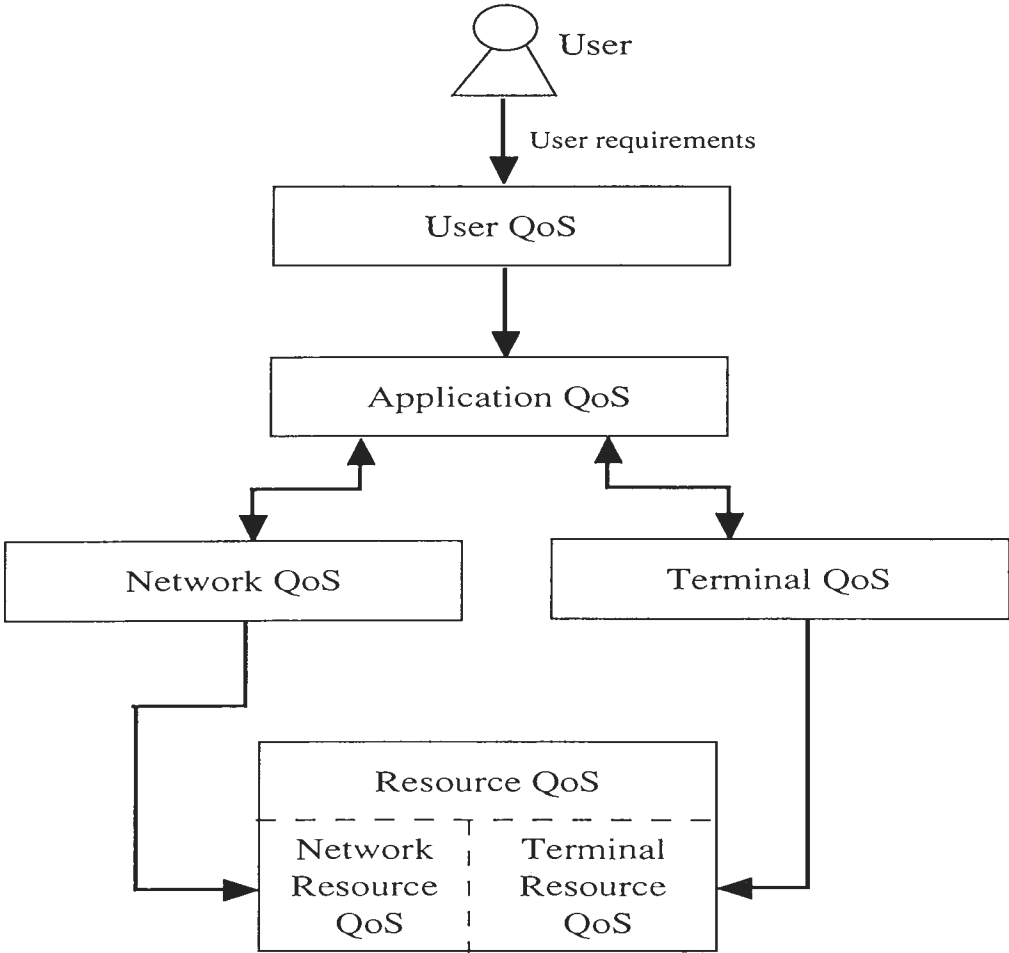


図1 マルチメディア通信における階層QoSモデル

間を含む。ネットワーク QoS (Network QoS)は各メディアストリームがネットワークに対し要求する QoS であり、スループット、遅延、ジッタ等のネットワークレベルのパラメータにより端末上で定義される。端末資源 QoS (Terminal Resource QoS)およびネットワーク資源 QoS (Network Resource QoS)は、端末上あるいはネットワークで実質的にメディアストリームに割り当てられる資源量で定義され、前者は CPU 使用率やメモリ量に相当し、後者は帯域やネットワークノードにおけるバッファサイズで表される。端末資源 QoS とネットワーク資源 QoS の両者を合わせて資源 QoS (Resource QoS)と呼ぶこととする。最上位層のユーザ QoS のみは抽象的な表現も許容するが、それより下の各階層における QoS 表現は 1 つ以上のパラメータによるものと仮定する。

3. 階層 QoS モデルにおける QoS マッピング手法の提案

3. 1 ユーザプロファイルを用いた QoS マッピング

最上位層のユーザ QoS の表現はユーザインターフェースとの親和性を考慮し、抽象的な表現を用いることがある。例えばビデオメディアに対しては「より小さな画像」や「もう少し動きの滑らかな画像」といった表現が、音声メディアに対しては「より鮮明な音質」といった表現が抽象的な表現である。このような抽象的な表現はユーザの主観に基づくものであり、ユーザの好みや習慣に左右される。

抽象的なユーザ QoS を下位層の QoS パラメータへマッピングする方式として、ユーザプロファイルを用いる手法を提案する。表 1 はビデオメディアに対するユーザプロファイルデータの例である。アプリケーションは事前にこのようなユーザプロファイルを保持しているものとし、抽象的なユーザ QoS の要求が生じた場合は該当するユーザプロファイルデータを参照することにより、下位層の QoS パラメータへユーザ要求をマッピングすることができる。その際に、抽象表現が必然的に内包する曖昧性を考慮して、マッピング先の QoS パラメータは特定の 1 つの値に決定するよりも、表 1 に示されるように特定値とそれを中心とする範囲によって表すべきであると考えられる。

Size	Small	Middle	Large
Specific value	160 x 120	320 x 240	640 x 480
Range	+/-10%	+/-10%	+/-10%
Frame rate	Slow	Middle	Fast
Specific value	3	8	12
Range	+/-2	+/-2	+/-2
Quality	Low	Middle	High
Specific value	50	70	90
Range	+/-10	+/-10	+/-10

表 1 ユーザプロファイルデータの例（ビデオ）

結果的にマッピング後の QoS パラメータはある幅を持つが、これをどう扱うかは各アプリケーションに依存する。

如何にしてユーザプロファイルをアプリケーション毎に用意するか、あるいはシステムが獲得していくかが今後の重要な課題の一つである。

3. 2 スプライン関数を用いた QoS マッピング

アプリケーション QoS 以下では QoS は各階層で 1 つ以上のパラメータにより表現されるものとする。ここでは一般的に階層 l における QoS を qos_l と表し、 qos_l から $qos_{(l+1)}$ へのスプライン関数による QoS マッピングを考える。 qos_l は m 個の QoS パラメータより、 $qos_{(l+1)}$ は n 個の QoS パラメータより構成されるものとする。すなわち、 $qos_l = \{q_{l1}, q_{l2}, \dots, q_{lm}\}$, $qos_{(l+1)} = \{q_{(l+1)1}, q_{(l+1)2}, \dots, q_{(l+1)n}\}$ と表せる。またアプリケーションには k 個のサンプルデータ対が用意されているものとする。 i 番目のサンプルデータ対を $(qos_l^i, qos_{(l+1)}^i)$ ($i=1, \dots, k$) と表すこととし、その QoS パラメータによる表現は

$$(qos_l^i, qos_{(l+1)}^i) = (\{q_{l1}^i, q_{l2}^i, \dots, q_{lm}^i\}, \{q_{(l+1)1}^i, q_{(l+1)2}^i, \dots, q_{(l+1)n}^i\}) \quad (i=1, \dots, k) \quad (1)$$

とする。

さてここで階層 l から階層 $(l+1)$ への QoS マッピングをスプライン関数を用いて行う。スプライン関数とは多項式を何らかの連続条件を満たすように接続した区分多項式であり、多項式のつなぎ目を節点（ふしてん）と呼ぶ。まず qos_l から $q_{(l+1)j}$ ($j=1, \dots, n$) への

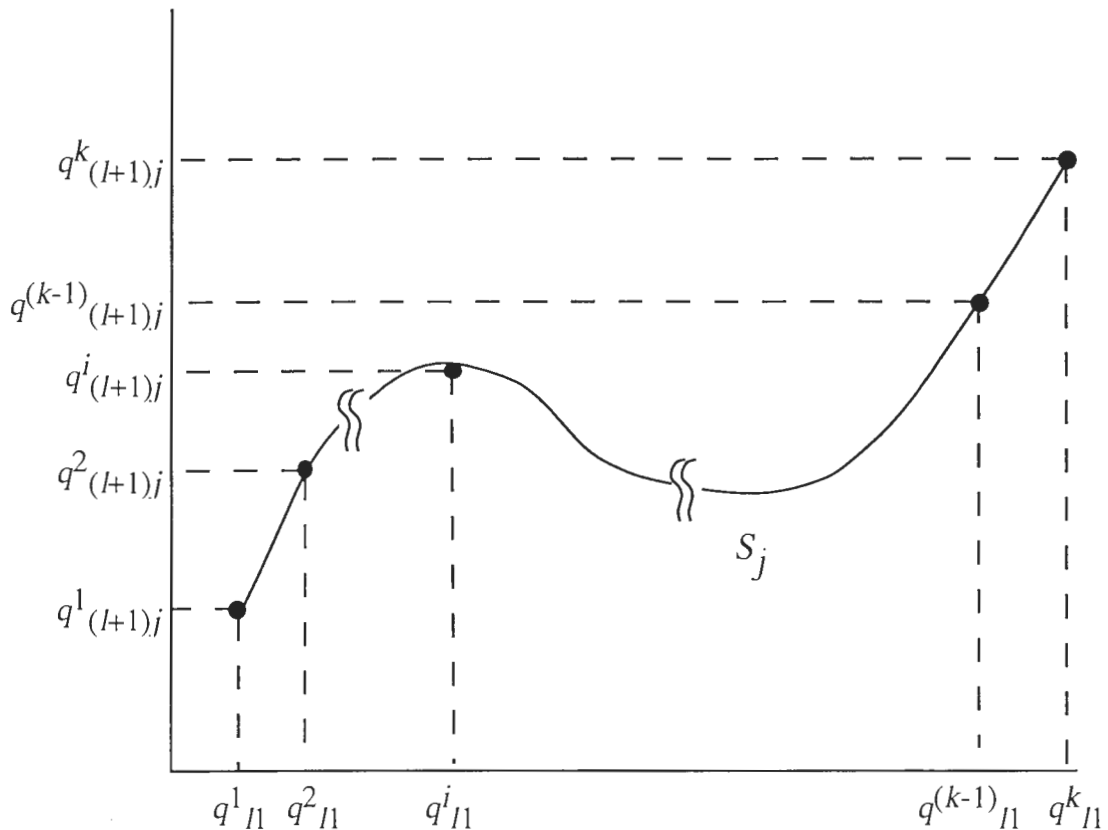


図2 サンプルデータとスプライン関数 S_j の関係 ($m=1$ の場合)

マッピング関数としてスプライン関数 S_j を用意する．ここで S_j のサンプルデータ $(qos_i^j, qos_{(i+1)}^j)$ ($i=1, \dots, k$) を節点として選ぶ． S_j はいくつかの未知パラメータを含むが，スプライン関数が満たすべき連続条件とサンプルデータ値および端条件を適切に設定し，連立方程式を解くことにより未知パラメータを設定することができる．最も簡単な $m=1$ の場合のサンプルデータと S_j の関係を図 2 に示す．端条件とは $(q_{\Pi}^1, q_{(\Pi+1)\Pi}^1)$ と $(q_{\Pi}^k, q_{(\Pi+1)\Pi}^k)$ の両端点においてスプライン関数が満たすべき条件である．スプライン関数の詳細な解説は例えば文献[9],[10]にある．

ここで提案するスプライン関数を用いた QoS マッピングは従来法の数式方式に区分されるかもしれないが，マッピングのための数式の形が陽に与えられているわけではなくサンプルデータより導出され，環境の動的変動によりマッピング結果と実際のモニタ値に隔たりが生じた場合でも，サンプルデータをその環境におけるモニタ値により置き換え，新たにスプライン関数を計算することにより，従来法よりも柔軟なマッピング法が実現できる．このような意味で提案手法は従来法の数式方式とテーブルルックアップ方式のハイブリットとして位置付けることができる．

またスプライン関数以外にもサンプルデータを補間する関数は存在するが，ここでスプライン関数を用いる理由は，パラメータの数がほぼ等しい一つの多項式で近似する場合よりも，近似の程度が同じならより滑らかであり，滑らかさの程度が同じならより近い近似となると考えられ，また余分な振動の少ない近似関数を与えると考えられているからである[10]．また補間関数として多項式が最も扱いが容易で，かつ 3 次のスプライン関数は歪みエネルギーを最小にする曲線[†]に近似的に等しくなることもこれまでの研究により明らかにされている[10]．

4. ビデオ QoS の測定実験

QoS マッピングの基礎データを収集するため，ビデオ（動画）メディアの QoS 測定実験を行った．ビデオを対象に選定した理由は，一つは将来の利用要求が最も大きいと考えられるメディアであるという点であり，もう一つは特にマルチメディア通信においてリソース量を消費するものであり，QoS マッピングの重要性が顕著なメディアであるという点である．

4. 1 実験構成と方法

本実験では対象とする QoS マッピングとして，図 1 におけるアプリケーション QoS とネットワーク QoS 間およびアプリケーション QoS と端末資源 QoS 間の QoS マッピングを選定し，ビデオ QoS の測定実験を行った．実験システムで用いたオペレーティングシステム(OS)はスケジューリング機能を備えていないため，端末 QoS は省略されている．実験システムは適応的情報通信アプリケーションのためのテストベッド[11]を

[†]自在定規で描かれる曲線はこの条件を満たすものと考えられる．従って 3 次のスプライン関数によって十分滑らかな補間ができるものと考えられ，実際最も実用的に使われているのは 3 次のスプライン補間である．

ベースとしており、図3に示すように送受信端末にPC (OS: Windows NT)を用い、その間をATMネットワークで接続した構成となっている。ATMはUBR (Unspecified Bit Rate)サービスクラスで運用されており、実質上155Mbit/sを占有できるため実験では帯域の制限は生じない。受信端末ではアプリケーションQoSを指定することができ、指定されたアプリケーションQoSは送信端末へ送られる。送信端末では、備え付けられたカメラよりリアルタイムで取り込まれた動画像が、アプリケーションQoSに従ってMotion JPEG符号化により圧縮され受信端末へ送られる。受信端末側では送られてきた画像を伸長し画面へ表示する。その時ビデオ伝送に消費された帯域とビデオの伸長および表示に費やされたCPU使用率を、ネットワークQoSと端末資源QoSとして測定する。この結果アプリケーションQoSとネットワークQoSおよび端末資源QoSとの対応関係が観測できる。送受信端末におけるビデオ圧縮、伸長はソフトウェア処理で行っており、帯域は自作のATMスループット測定ソフトウェアで、またCPU使用率は端末のOS付属のモニタ機能を利用して測定した。OS付属のCPUモニタ機能ではその端末上の全てのプロセスのCPU使用率を測定していることになるが、ビデオの伸長および表示プロセスを動作させていない時はこの表示は0であることを確認しており、ビデオの伸長および表示プロセス以外のプロセスによる影響は無視できるものと考えられる。また異常値は目視により棄却するようにした。

Motion JPEG 動画像アプリケーションのアプリケーションQoSとして、画像サイズ、フレームレート、量子化スケールの3パラメータを用いた。画像サイズは1フレーム内の画素数に相当し、ここでは 640×480 、 320×240 、 160×120 の値をとるものとする。フレームレートは1秒間に表示されるフレームの枚数であり、1以上の整数値を取り、その値が大きいほど動画像内の物体の動きは滑らかになる。量子化スケールはJPEG符号化で用いられている量子化のステップ幅に関連したパラメータであり、1以上100以下の整数値をとる。量子化スケールパラメータ値が小さいほど、量子化ステップ幅は大きく圧縮データ量は小さくなるが、場合によってはぼけや色落ちなどが生じユーザの主観評価は低くなる。

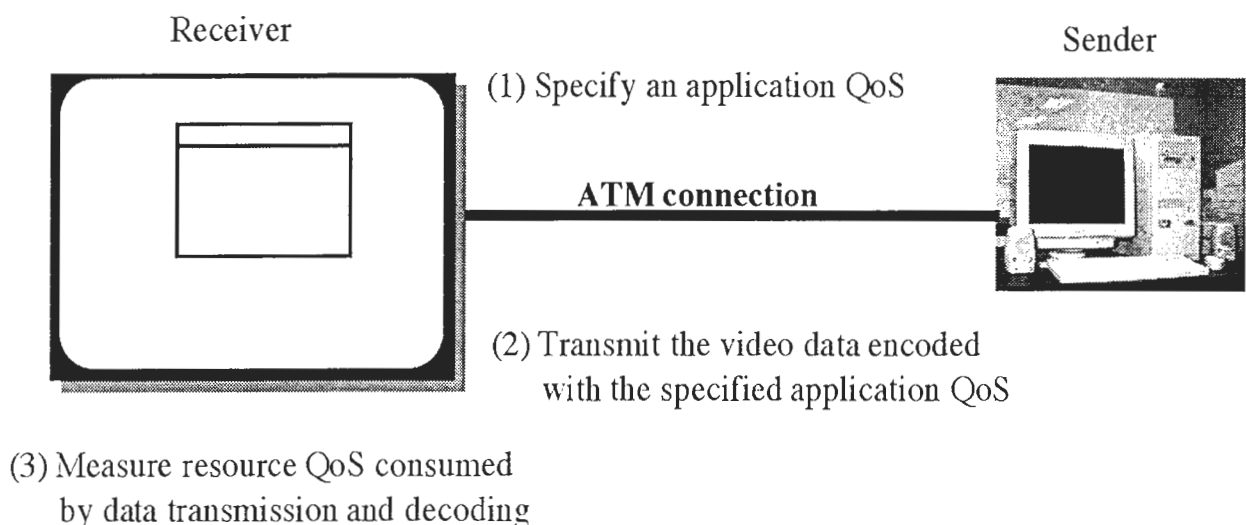


図3 QoS 測定実験構成

実験では各画像サイズに対し、フレームレートと量子化スケールを小さい値から順に大きな値へと、送信側の CPU 性能が飽和するまで変化させ、それぞれのアプリケーション QoS の組み合わせに対しネットワーク QoS および端末資源 QoS を測定した。なお、量子化スケールの値は 5 から 95 までの間の 5 ステップ毎の 19 点で測定を行っている。

4. 2 実験結果

表 2 ～表 4 6 に実験結果を示す（巻末）。表中のアプリケーション QoS は受信端末から要求した値を示し、（画像サイズ、フレームレート、量子化スケール）で表示されている。帯域と CPU 率は要求されたアプリケーション QoS に対する測定されたネットワーク QoS および端末資源 QoS を示しており、それぞれ 1 秒あたりの伝送データ量 (kbps: kilo bit per second) と百分率(%)で表されている。備考欄は受信端末に表示された画像に対する測定者の主観評価を表しているが、実験は数日に渡り、さらに複数の測定者が実験に加わっているため、参考データとしてのみ表記してある。

表 2 ～表 3 5 までは測定者 A による実験結果であり、このうち表 2 ～表 3 4 は一面同一色の壁を被写体とし、表 3 5 は動作中の PC を被写体として測定した結果である。表 3 6 ～表 4 6 は測定者 B による実験結果であり、動作中の PC を被写体として測定した結果である。表 3 6 ～表 4 6 では同一のアプリケーション QoS が複数箇所で見られるが、これらは測定条件（日時）が異なっているのでネットワーク QoS あるいは端末資源 QoS も異なった測定値を示している。表 4 5、表 4 6 はフレームレートと量子化スケールの値の任意の組み合わせについて測定した結果である。

図 4 ～図 9 は測定結果に基づくアプリケーション QoS とネットワーク QoS あるいは端末資源 QoS の関係を示したものである。図 4、図 5 は表 2 ～表 2 0 の測定結果（画像サイズ 160 × 120）を、図 6、図 7 は表 2 1 ～表 3 0 の測定結果（画像サイズ 320 × 240）を、図 8、図 9 は表 3 1 ～表 3 4 の測定結果（画像サイズ 640 × 480）をグラフ化している。表 3 6 以降のデータのグラフは文献[12]で報告してある。これらの結果より一般的に以下のような QoS 間に定性的特性があることがわかる。アプリケーション QoS とネットワーク QoS の関係において、画像サイズおよびフレームレートの増加にともないネットワーク QoS はほぼ線形に増加するが、量子化スケールの増加に対するネットワーク QoS の増加は非線形である。またアプリケーション QoS と端末資源 QoS の関係において、画像サイズおよびフレームレートの増加にともない端末資源 QoS はほぼ線形に増加するが、量子化スケールの増加に対しては端末資源 QoS はほとんど変化がない。アプリケーション QoS と実際の画質劣化評価の関連を一概に述べることは難しいが、測定者 A の主観的評価によれば、画像サイズ、フレームレートに関係なく量子化スケールが 65 ～ 45 の範囲で受信画面にもやが生じ始め、量子化スケール 15 の段階で色落ちが始まりもやも黄緑やピンクがかかった色となることが、この実験を通して観察された。

表 2 ～表 4 6 の測定データは本レポートに添付のフロッピーディスクで提供されている。データの詳細は同フロッピーディスク内の README ファイルにある。

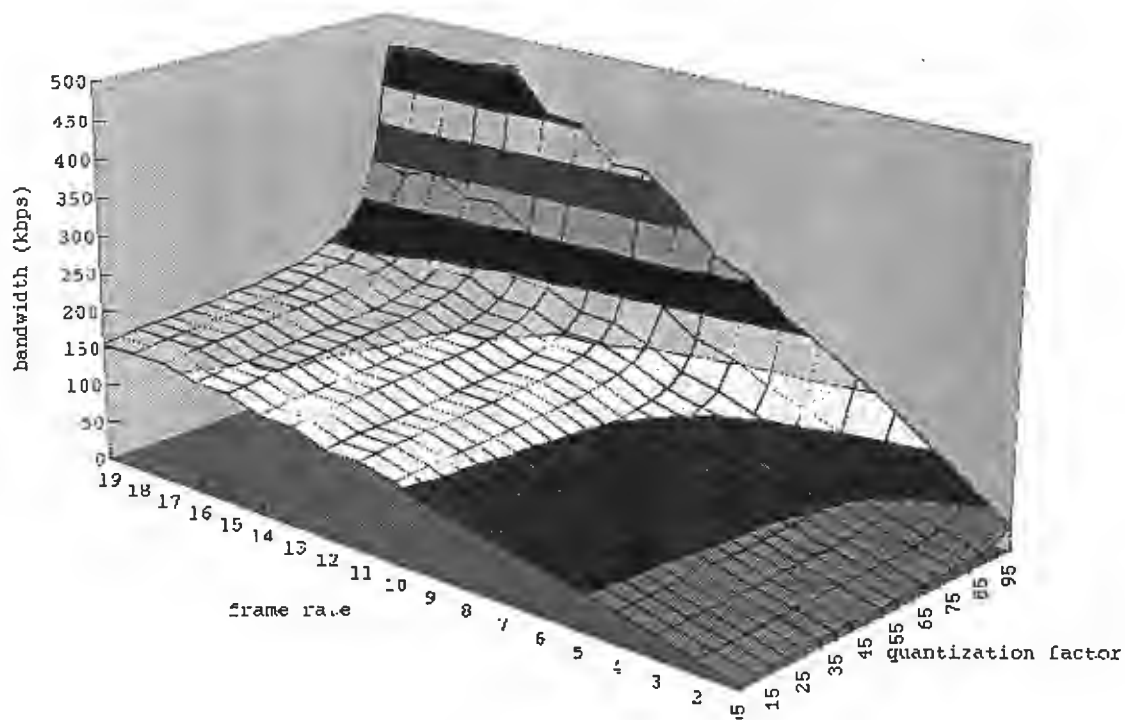


図4 アプリケーション QoS とネットワーク QoS の関係 (画像サイズ 160 × 120)

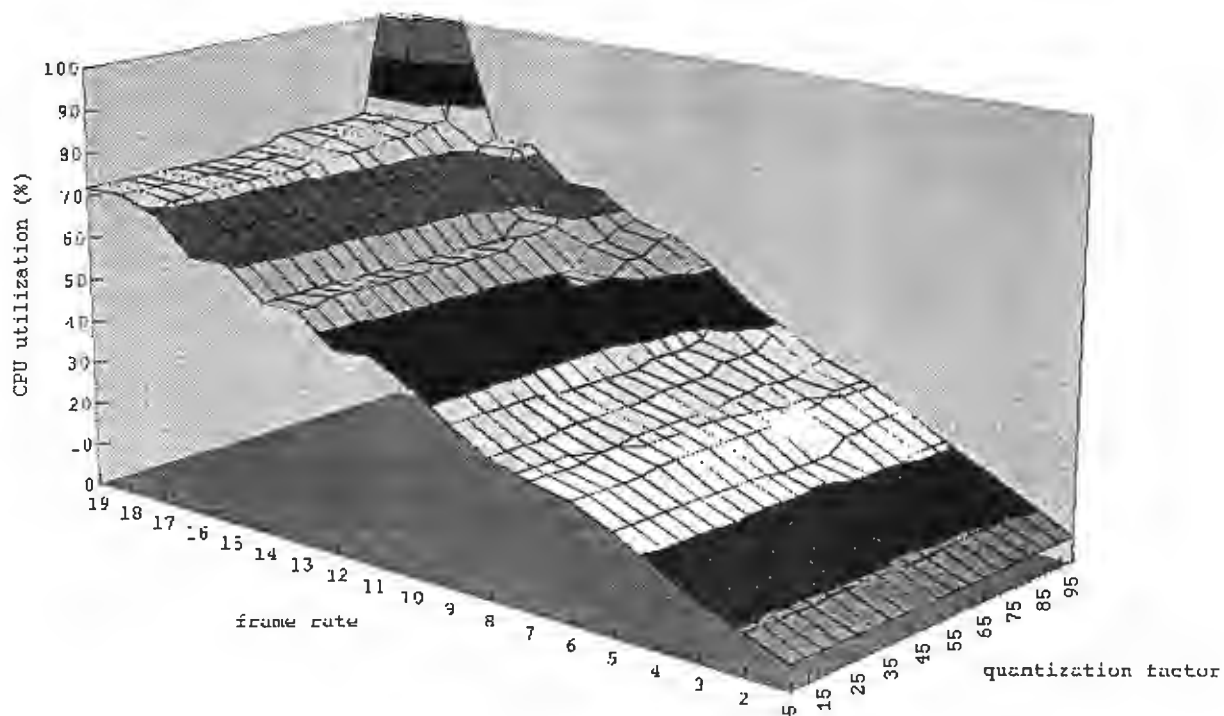


図5 アプリケーション QoS と端末資源 QoS の関係 (画像サイズ 160 × 120)

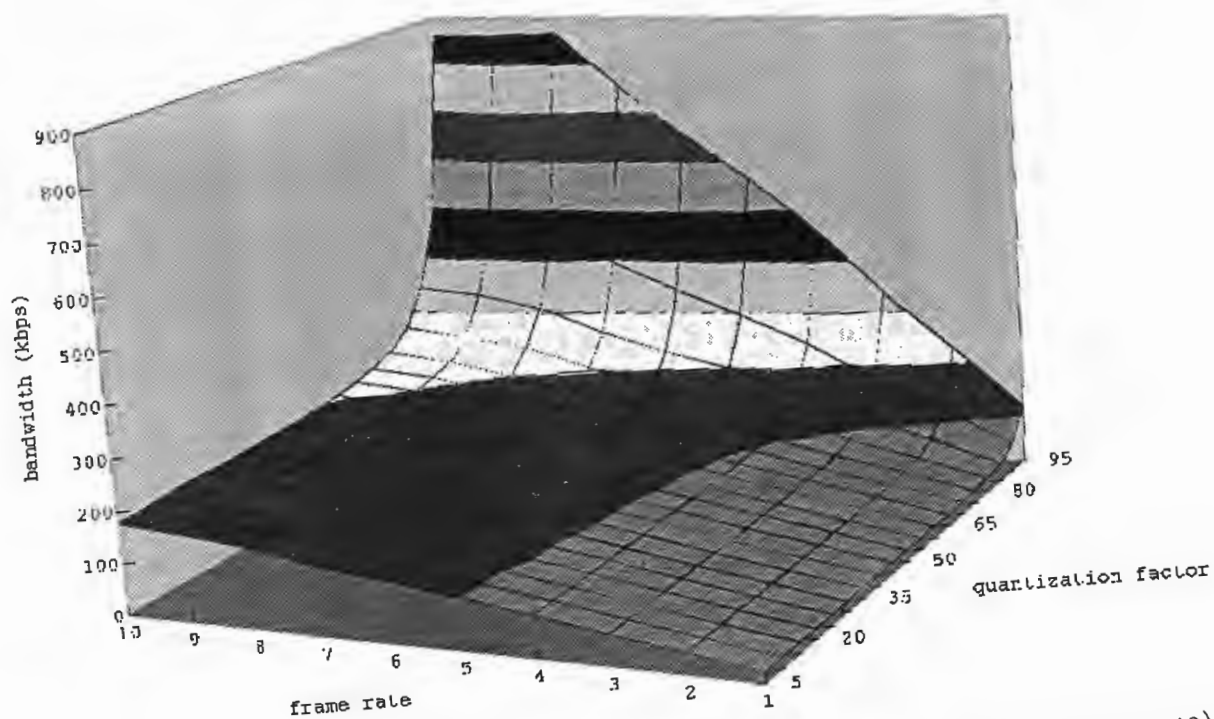


図6 アプリケーション QoS とネットワーク QoS の関係 (画像サイズ 320×240)

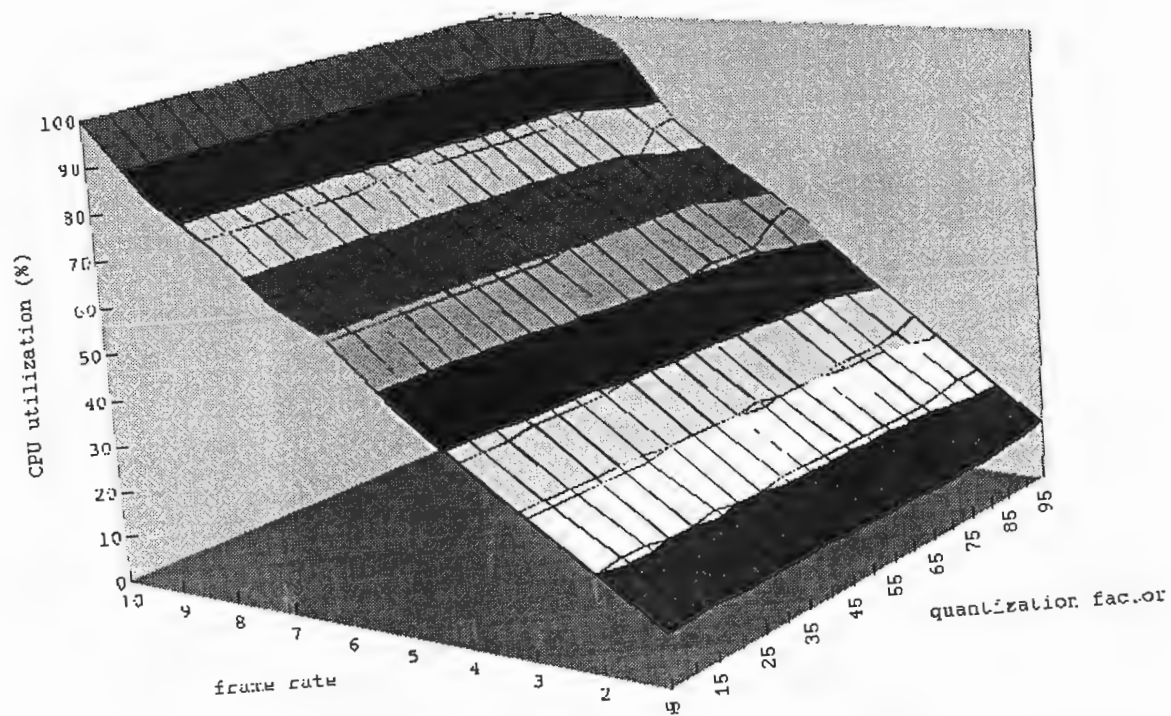


図7 アプリケーション QoS と端末資源 QoS の関係 (画像サイズ 320×240)

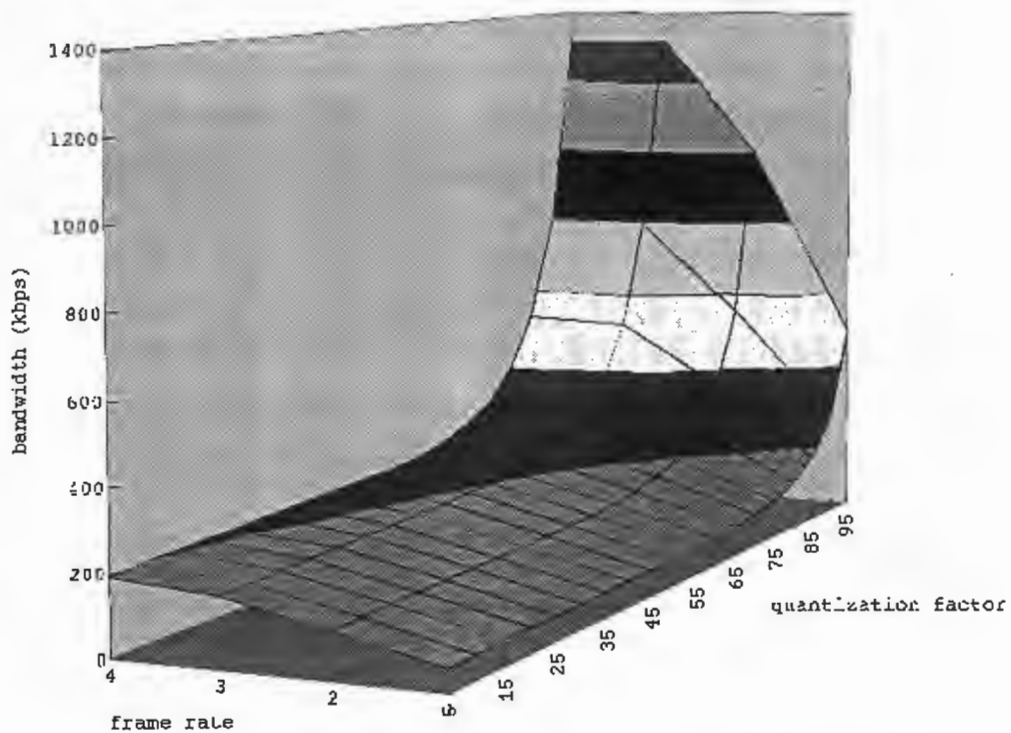


図8 アプリケーション QoS とネットワーク QoS の関係 (画像サイズ 640 × 480)

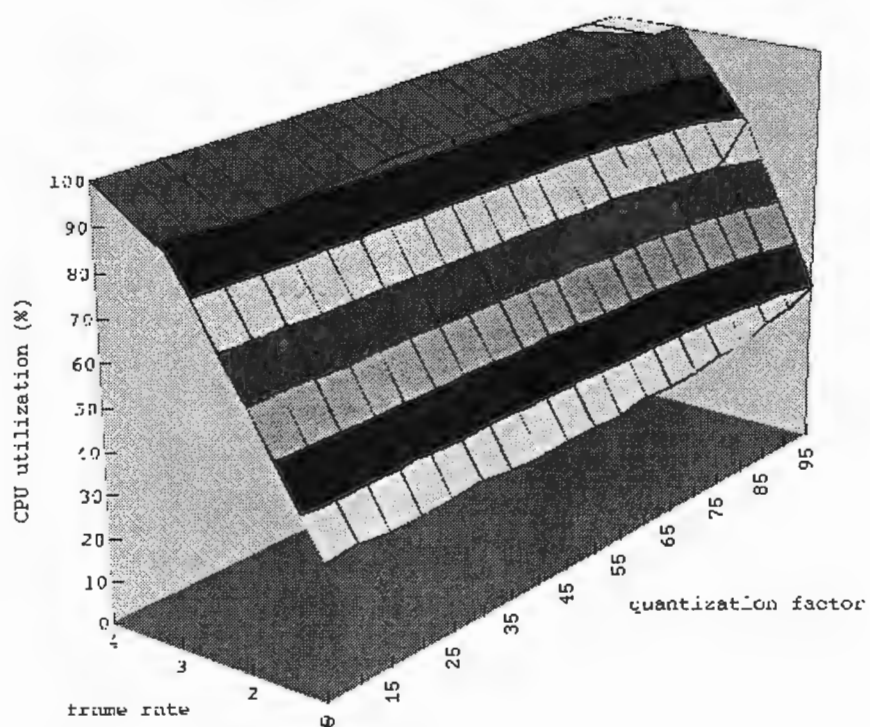


図9 アプリケーション QoS と端末資源 QoS の関係 (画像サイズ 640 × 480)

5. スプライン関数を用いた QoS マッピング

3. 2で提案したスプライン関数を用いた QoS マッピングの性能をビデオ QoS の実測データにより検証する。検証実験では前節で述べた QoS 測定実験の結果の一部をサンプルデータとし、残りを未知データとしてスプライン関数 QoS マッピングによる結果と比較した。図 1 0 に検証実験の一例として表 3 6～表 4 0 の測定実験結果を用いたスプライン関数 QoS マッピング結果を示す。

図 1 0 は画像サイズ 320 × 240 のビデオに対し、フレームレートと量子化ファクタのアプリケーション QoS からネットワーク QoS への QoS マッピングの対応関係を示したものであり、フレームレート{1, 2, 3, 4, 5}と量子化ファクタ{5, 25, 50, 75, 95}の 2 5 通りの組み合わせのサンプルデータだけを用いて、スプライン関数補間により QoS マッピング曲線を求めたものである。使用したスプライン関数は 3 次の自然スプラインである。

スプライン QoS マッピングの結果を評価するため、式 (2) で示される *ICR* という指標を定義し、スプライン QoS マッピングによる予測値と実際の QoS 測定実験による測定値との比較を行った。式 (2) 中で s_i はスプライン QoS マッピングによる予測値を表し、 m_i は QoS 測定値を表す。また N は全評価点数である。

$$ICR = \frac{1}{N} \sum_i \frac{|m_i - s_i|}{m_i} \times 100, \quad (2)$$

図 1 0 においてサンプルデータを除いた QoS 測定実験により測定値、すなわちフレームレート{1, 2, 3, 4, 5}と量子化ファクタ{10, 15, 20, 30, 35, 40, 45, 55, 60, 65, 70, 80, 85, 90}の 7 0 通りの組み合わせに対して、*ICR* は 12.1% であった。同様に表 3 6～表 4 0 の測定実験結果を用いてスプライン QoS マッピングにより端末資源 QoS を求めた場合、は 2.1% であった。

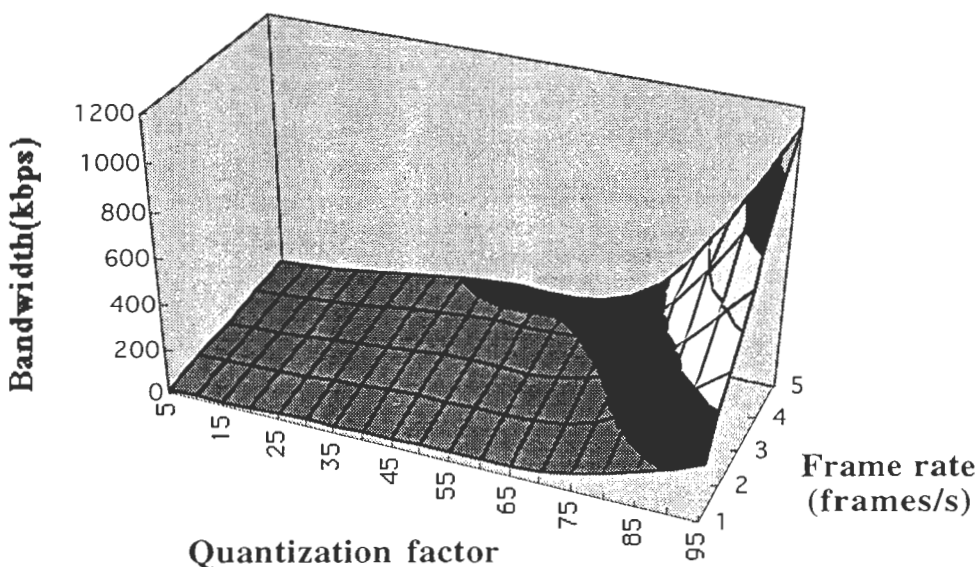


図 1 0 スプライン関数を用いた QoS マッピング結果の例

6. 考察

階層 QoS モデルの関連研究として、文献[2],[4]では類似の 3 層 QoS モデルが提案されている。これらの QoS モデルは最上位にユーザ階層を位置付け、最下位にリソース（システム）階層を位置付けている点から見ると、QoS の取扱いは基本的には共通していると言える。ここで提案する QoS モデルの特徴としてはアプリケーション QoS 層直下にネットワーク QoS 層ならびに端末 QoS 層を設けたことであり、これらは端末 OS がスケジューリング機能を持つ場合や端末とネットワークでの QoS 管理を明確に分離したい場合に有効であると考えられる。

スプライン関数を用いた QoS マッピングの結果を評価するため、ICR という指標を導入した。図 10 において ICR は 12.1% という比較的大きな値を示したが、これは量子化スケールが 5 以上の範囲における測定値と予測値の誤差が 10% 以上であったことに起因しており、それ以外の点での誤差は小さな値であった。量子化スケールが 5 以上の範囲ではネットワーク QoS が非線形に大きく変化するため予測誤差が大きくなるものと考えられ、急激に QoS が変化する範囲ではサンプルデータを密にとり、QoS の変化が少ない範囲ではサンプルデータを粗にとることにより、より精度の高い予測が可能となる。実際に図 10 においてスプライン補間のためのサンプルデータを、フレームレート {1, 2, 3, 4, 5} と量子化ファクタ {5, 50, 70, 85, 95} の 25 通りの組み合わせにした場合、ICR は 8.2% となり誤差が少なくなった。

7. おわりに

本レポートでは、マルチメディア通信サービスにおける QoS 階層モデルを提案し、そこで用いられるユーザプロファイルを用いる QoS マッピングと、スプライン関数を用いた QoS マッピングの 2 つの QoS マッピング手法を提案した。前者は提案する QoS 階層モデルの最上位のユーザレベル QoS からその下位階層への QoS マッピングを行い、後者はユーザレベル QoS より下の階層間での QoS マッピングを行う。さらにビデオメディアを対象とし、QoS マッピングの基礎データとなる QoS 測定実験を行い、この実験データを用いてスプライン QoS マッピング手法を評価した。

また環境の動的変動により QoS マッピングの対応関係は変動することがわかっており[13]、スプライン QoS マッピング手法では、サンプルデータをその環境におけるモニタ値により置き換え、新たにスプライン関数を計算することによりこのような環境変動に追従できるが、全てのサンプルデータがモニタ値に置き換えられるまでは、どうしても古いデータの影響を受けマッピングの予測値にずれが生じてしまう。できる限り古いデータの影響を軽減することを目的とし、ニューラルネットワークを用いたより柔軟なマッピング法を現在検討している[13]。

謝辞

日頃ご指導頂く、(株) エイ・ティ・アール環境適応通信研究所小宮山牧兒社長、松田

潤第一研究室室長，荻野長生主幹研究員，ならびに QoS 測定実験システムの構築にあたりご協力いただいた小菅昌克研究員に感謝致します。また QoS 測定実験を手伝っていただいた龍谷大学理工学部数理情報学科（当時）永井敦君に感謝致します。

参考文献

- [1] 市川忠男, 吉高淳夫編 "bit別冊マルチメディアコンピューティング-創造的活動の支援-", 共立出版, 1996.
- [2] A. Richards, G. Rogers, M. Antoniadis, and V. Witana, "Mapping user level QoS from a single parameter," Proc. Second IFIP/IEEE International Conference on Management of Multimedia Networks and Services '98 (MMNS '98), Versailles, Nov. 1998.
- [3] 河内谷清久仁, 徳田英幸: "MKng プロジェクトにおけるマルチメディア技術: 動的 QoS 制御のための資源交渉手法の提案", 第 55 回情処全大論文集, 2Z-4, 1997.
- [4] N. Nishio and H. Tokuda, "Simplified Method for Session Coordination Using Multi-level QoS Specification and Translation," in Building QoS into Distributed Systems, ed. A. Campbell and K. Nahrstedt, Chapman Hall, Tokyo, 1997.
- [5] K. Fukuda, N. Wakamiya, M. Murata, and H. Miyahara, "Effective Algorithms for Multicast Video Transport to Meet Various QoS Requirements," IEICE Trans. Commun., vol. E81-B, no. 8, pp. 1599-1607, Aug. 1998.
- [6] J.-F. Huard and A.A. Lazar, "On QoS Mapping in Multimedia Networks," Proc. 21th IEEE Annual International Computer Software and Application Conference (COMPSAC '97), Washington, D.C., Aug. 1997.
- [7] J.-F. Huard and A.A. Lazar, "On End-to-End QoS Mapping," Proc. IFIP Fifth International Workshop on Quality of Service (IWQoS '97), New York, May 1997.
- [8] A. Vogel, B. Kerherve, G. v. Bochmann, and J. Gecsei, "Distributed Multimedia and QoS: A Survey," IEEE Multimedia, vol. 2, no. 2, (Summer 1995), pp. 10-19, 1995.
- [9] H. Spath, "One Dimensional Spline Interpolation Algorithms," A K Peters, Welleslet, MA, 1995.
- [10] 桜井明編著 "スプライン関数入門 - 情報処理の新しい手法 -", 東京電機大学出版局, 1981.
- [11] 小菅昌克, 山崎達也, 荻野長生, 松田潤, "マルチエージェントによる適応的 QoS 制御方式," 信学論 B, vol. J82-B, no. 5, pp. 702-710, May 1999.
- [12] 山崎達也, 松田潤, "スプライン関数を用いた QoS マッピング," 1998 信学総大, SB-11-2, pp. 728-729, 1998.
- [13] 山崎達也, 松田潤, "スプラインニューラルネットワークによる動的 QoS マッピング," 1999 信学総大, B-11-16, p. 549, 1999.

表 2 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 1, 5)	10.00	5.5	もや, 色落ち
(160×120, 1, 10)	10.00	5.5	もや, 色落ち
(160×120, 1, 15)	10.00	5.5	もや, 色落ち
(160×120, 1, 20)	10.00	5.5	もや
(160×120, 1, 25)	10.48	5.5	もや少
(160×120, 1, 30)	11.00	5.5	もや少
(160×120, 1, 35)	11.00	5.5	もや少
(160×120, 1, 40)	11.00	5.5	
(160×120, 1, 45)	11.00	5.5	
(160×120, 1, 50)	11.00	5.5	
(160×120, 1, 55)	11.00	5.5	
(160×120, 1, 60)	11.24	5.5	
(160×120, 1, 65)	11.96	5.5	
(160×120, 1, 70)	12.00	5.5	
(160×120, 1, 75)	12.38	6.0	
(160×120, 1, 80)	13.32	6.0	
(160×120, 1, 85)	15.36	6.0	
(160×120, 1, 90)	20.18	6.0	
(160×120, 1, 95)	33.34	6.0	

表3 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 2, 5)	20.00	9.5	もや, 色落ち
(160×120, 2, 10)	21.00	9.5	もや, 色落ち
(160×120, 2, 15)	21.00	9.0	もや, 色落ち
(160×120, 2, 20)	21.00	9.5	色落ち
(160×120, 2, 25)	21.36	9.0	色落ち
(160×120, 2, 30)	22.00	9.5	色落ち
(160×120, 2, 35)	22.00	9.5	色落ち
(160×120, 2, 40)	22.00	9.5	色落ち
(160×120, 2, 45)	22.48	9.5	
(160×120, 2, 50)	22.88	9.5	
(160×120, 2, 55)	23.00	9.0	
(160×120, 2, 60)	23.04	9.0	
(160×120, 2, 65)	24.00	9.5	
(160×120, 2, 70)	24.42	9.5	
(160×120, 2, 75)	25.46	9.5	
(160×120, 2, 80)	27.22	9.5	
(160×120, 2, 85)	31.14	9.5	
(160×120, 2, 90)	40.02	10.5	
(160×120, 2, 95)	66.10	11.0	

表 4 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 3, 5)	30.24	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 10)	30.40	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 15)	31.26	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 20)	31.44	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 25)	31.46	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 30)	32.10	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 35)	32.42	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 40)	32.52	13.0	もや, 色落ち
(160×120, 3, 45)	33.32	13.0	
(160×120, 3, 50)	33.46	13.0	
(160×120, 3, 55)	34.02	13.0	
(160×120, 3, 60)	34.24	13.0	
(160×120, 3, 65)	34.92	13.0	
(160×120, 3, 70)	35.92	13.0	
(160×120, 3, 75)	37.50	13.0	
(160×120, 3, 80)	40.40	15.0	
(160×120, 3, 85)	46.08	15.0	
(160×120, 3, 90)	59.40	15.0	
(160×120, 3, 95)	98.42	16.0	

表 5 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 4, 5)	41.00	18.0	もや, 色落ち
(160×120, 4, 10)	41.98	19.0	もや, 色落ち
(160×120, 4, 15)	42.94	19.0	もや, 色落ち
(160×120, 4, 20)	43.00	19.0	もや, 色落ち
(160×120, 4, 25)	43.16	19.0	もや, 色落ち少
(160×120, 4, 30)	43.96	19.5	もや少, 色落ち少
(160×120, 4, 35)	44.04	19.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 4, 40)	44.98	19.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 4, 45)	45.40	19.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 4, 50)	45.92	19.0	もや少
(160×120, 4, 55)	46.14	19.0	もや少
(160×120, 4, 60)	46.92	19.0	もや少
(160×120, 4, 65)	47.92	20.0	もや少
(160×120, 4, 70)	49.34	20.0	
(160×120, 4, 75)	51.68	20.0	
(160×120, 4, 80)	55.08	20.0	
(160×120, 4, 85)	62.42	21.0	
(160×120, 4, 90)	79.90	21.0	
(160×120, 4, 95)	132.12	21.0	

表 6 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 5, 5)	51.82	23.0	もや, 色落ち
(160×120, 5, 10)	52.74	23.0	もや, 色落ち
(160×120, 5, 15)	53.64	23.0	もや, 色落ち
(160×120, 5, 20)	53.80	23.0	もや, 色落ち少
(160×120, 5, 25)	54.14	23.0	もや, 色落ち少
(160×120, 5, 30)	54.82	23.0	もや, 色落ち少
(160×120, 5, 35)	55.24	23.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 5, 40)	55.84	23.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 5, 45)	56.86	23.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 5, 50)	57.10	23.0	もや少
(160×120, 5, 55)	57.76	22.0	もや少
(160×120, 5, 60)	58.48	22.0	
(160×120, 5, 65)	59.90	22.0	
(160×120, 5, 70)	61.64	22.0	
(160×120, 5, 75)	64.06	25.0	
(160×120, 5, 80)	68.32	25.0	
(160×120, 5, 85)	77.28	26.0	
(160×120, 5, 90)	99.08	26.0	
(160×120, 5, 95)	164.24	26.0	

表7 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 6, 5)	60.74	27.0	もや, 色落ち
(160×120, 6, 10)	61.74	27.0	もや, 色落ち
(160×120, 6, 15)	62.84	27.0	もや, 色落ち
(160×120, 6, 20)	63.44	27.0	もや, 色落ち少
(160×120, 6, 25)	63.72	27.0	もや, 色落ち少
(160×120, 6, 30)	64.52	28.0	もや, 色落ち少
(160×120, 6, 35)	64.96	28.0	もや, 色落ち少
(160×120, 6, 40)	65.62	28.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 6, 45)	66.66	28.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 6, 50)	67.32	28.0	もや少
(160×120, 6, 55)	67.96	28.0	もや少
(160×120, 6, 60)	68.66	28.0	もや少
(160×120, 6, 65)	70.28	28.0	もや少
(160×120, 6, 70)	72.26	29.0	
(160×120, 6, 75)	75.14	29.0	
(160×120, 6, 80)	80.46	29.0	
(160×120, 6, 85)	90.86	31.0	
(160×120, 6, 90)	116.92	31.0	
(160×120, 6, 95)	191.48	31.0	

表 8 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 7, 5)	69.26	29.0	もや, 色落ち
(160×120, 7, 10)	70.14	29.0	もや, 色落ち
(160×120, 7, 15)	71.36	29.0	もや, 色落ち
(160×120, 7, 20)	72.02	29.0	もや
(160×120, 7, 25)	72.16	30.0	もや
(160×120, 7, 30)	73.06	30.0	もや
(160×120, 7, 35)	73.54	31.0	もや
(160×120, 7, 40)	74.42	31.0	もや
(160×120, 7, 45)	75.82	31.0	もや
(160×120, 7, 50)	76.38	31.0	もや少
(160×120, 7, 55)	77.02	31.0	もや少
(160×120, 7, 60)	77.76	31.0	もや少
(160×120, 7, 65)	79.48	32.0	もや少
(160×120, 7, 70)	81.74	32.0	
(160×120, 7, 75)	84.86	33.0	
(160×120, 7, 80)	91.02	32.0	
(160×120, 7, 85)	102.88	32.0	
(160×120, 7, 90)	132.22	33.0	
(160×120, 7, 95)	217.58	34.0	

表 9 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 8, 5)	79.72	32.0	もや, 色落ち
(160×120, 8, 10)	81.32	32.0	もや, 色落ち
(160×120, 8, 15)	82.40	32.0	もや, 色落ち
(160×120, 8, 20)	83.16	32.0	もや
(160×120, 8, 25)	83.96	33.0	もや
(160×120, 8, 30)	84.62	33.0	もや
(160×120, 8, 35)	85.36	33.0	もや
(160×120, 8, 40)	86.24	33.0	もや
(160×120, 8, 45)	87.40	33.0	もや
(160×120, 8, 50)	88.18	33.0	もや少
(160×120, 8, 55)	88.98	34.0	もや少
(160×120, 8, 60)	90.04	34.0	もや少
(160×120, 8, 65)	92.02	34.0	もや少
(160×120, 8, 70)	94.58	34.0	
(160×120, 8, 75)	98.14	36.0	
(160×120, 8, 80)	106.32	36.0	
(160×120, 8, 85)	120.70	36.0	
(160×120, 8, 90)	154.84	39.0	
(160×120, 8, 95)	255.74	39.0	

表 1 0 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 9, 5)	87.42	37.0	もや, 色落ち
(160×120, 9, 10)	88.58	37.0	もや, 色落ち
(160×120, 9, 15)	90.22	37.0	もや, 色落ち
(160×120, 9, 20)	90.38	37.0	もや, 色落ち少
(160×120, 9, 25)	91.36	37.0	もや, 色落ち少
(160×120, 9, 30)	92.26	37.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 9, 35)	93.26	36.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 9, 40)	94.28	36.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 9, 45)	95.88	36.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 9, 50)	96.62	36.0	もや少
(160×120, 9, 55)	97.36	36.0	もや少
(160×120, 9, 60)	98.50	36.0	もや少
(160×120, 9, 65)	101.04	37.0	もや少
(160×120, 9, 70)	104.04	37.0	もや少
(160×120, 9, 75)	108.22	37.0	
(160×120, 9, 80)	115.34	38.0	
(160×120, 9, 85)	130.50	43.0	
(160×120, 9, 90)	167.50	44.0	
(160×120, 9, 95)	274.50	44.0	

表 1 1 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 10, 5)	103.86	43.0	もや, 色落ち
(160×120, 10, 10)	105.22	43.0	もや, 色落ち
(160×120, 10, 15)	107.50	43.0	もや, 色落ち
(160×120, 10, 20)	107.76	43.0	もや少
(160×120, 10, 25)	108.76	43.0	もや少
(160×120, 10, 30)	109.72	43.0	もや少
(160×120, 10, 35)	110.78	43.0	もや少
(160×120, 10, 40)	111.96	43.0	もや少
(160×120, 10, 45)	113.72	43.0	もや少
(160×120, 10, 50)	114.84	43.0	もや少
(160×120, 10, 55)	115.80	43.0	もや少
(160×120, 10, 60)	116.96	43.0	もや少
(160×120, 10, 65)	119.84	45.0	もや少
(160×120, 10, 70)	123.16	47.0	もや少
(160×120, 10, 75)	127.96	47.0	
(160×120, 10, 80)	136.66	48.0	
(160×120, 10, 85)	154.46	49.0	
(160×120, 10, 90)	198.34	51.0	
(160×120, 10, 95)	325.00	51.0	

表 1 2 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 11, 5)	114.96	48.0	もや, 色落ち
(160×120, 11, 10)	116.98	48.0	もや, 色落ち
(160×120, 11, 15)	118.88	48.0	もや, 色落ち
(160×120, 11, 20)	119.54	48.0	もや, 色落ち少
(160×120, 11, 25)	120.60	48.0	もや, 色落ち少
(160×120, 11, 30)	121.30	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 11, 35)	122.46	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 11, 40)	123.94	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 11, 45)	125.54	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 11, 50)	127.02	48.0	もや少
(160×120, 11, 55)	127.94	48.0	もや少
(160×120, 11, 60)	129.38	48.0	もや少
(160×120, 11, 65)	132.46	48.0	もや少
(160×120, 11, 70)	135.94	50.0	もや少
(160×120, 11, 75)	141.54	50.0	もや少
(160×120, 11, 80)	152.00	53.0	
(160×120, 11, 85)	171.84	53.0	
(160×120, 11, 90)	220.50	56.0	
(160×120, 11, 95)	362.00	56.0	

表 1 3 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 12, 5)	114.80	47.0	もや, 色落ち
(160×120, 12, 10)	116.66	47.0	もや, 色落ち
(160×120, 12, 15)	119.00	47.0	もや, 色落ち
(160×120, 12, 20)	119.46	47.0	もや, 色落ち少
(160×120, 12, 25)	120.50	48.0	もや, 色落ち少
(160×120, 12, 30)	121.30	48.0	もや, 色落ち少
(160×120, 12, 35)	123.18	48.0	もや, 色落ち少
(160×120, 12, 40)	124.20	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 12, 45)	126.16	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 12, 50)	127.32	48.0	もや少, 色落ち少
(160×120, 12, 55)	128.60	48.0	もや少
(160×120, 12, 60)	130.00	49.0	もや少
(160×120, 12, 65)	133.10	49.0	もや少
(160×120, 12, 70)	136.96	50.0	もや少
(160×120, 12, 75)	142.86	50.0	もや少
(160×120, 12, 80)	152.46	55.0	もや少
(160×120, 12, 85)	171.78	55.0	もや少
(160×120, 12, 90)	219.56	57.0	
(160×120, 12, 95)	360.00	58.0	

表 1 4 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 13, 5)	129.46	54.0	もや, 色落ち
(160×120, 13, 10)	131.50	54.0	もや, 色落ち
(160×120, 13, 15)	134.02	55.0	もや, 色落ち
(160×120, 13, 20)	134.84	55.0	もや
(160×120, 13, 25)	135.64	55.0	もや
(160×120, 13, 30)	136.78	55.0	もや
(160×120, 13, 35)	138.44	55.0	もや
(160×120, 13, 40)	139.80	55.0	もや
(160×120, 13, 45)	141.90	55.0	もや
(160×120, 13, 50)	143.40	55.0	
(160×120, 13, 55)	144.56	55.0	
(160×120, 13, 60)	145.98	55.0	
(160×120, 13, 65)	149.38	55.0	
(160×120, 13, 70)	153.80	57.0	
(160×120, 13, 75)	159.68	57.0	
(160×120, 13, 80)	171.10	58.0	
(160×120, 13, 85)	193.08	64.0	
(160×120, 13, 90)	247.54	64.0	
(160×120, 13, 95)	406.68	64.0	

表 1 5 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 14, 5)	130.36	54.0	もや, 色落ち
(160×120, 14, 10)	132.16	54.0	もや, 色落ち
(160×120, 14, 15)	134.86	54.0	もや, 色落ち
(160×120, 14, 20)	135.62	54.0	もや
(160×120, 14, 25)	136.66	54.0	もや
(160×120, 14, 30)	137.76	54.0	もや
(160×120, 14, 35)	139.18	54.0	もや
(160×120, 14, 40)	140.58	54.0	もや
(160×120, 14, 45)	142.98	54.0	もや
(160×120, 14, 50)	144.00	54.0	もや少
(160×120, 14, 55)	145.54	54.0	もや少
(160×120, 14, 60)	146.96	54.0	
(160×120, 14, 65)	150.00	54.0	
(160×120, 14, 70)	154.40	54.0	
(160×120, 14, 75)	160.50	54.0	
(160×120, 14, 80)	171.50	58.0	
(160×120, 14, 85)	194.08	58.0	
(160×120, 14, 90)	249.00	64.0	
(160×120, 14, 95)	409.68	64.0	

表 1 6 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 15, 5)	144.24	61.0	もや, 色落ち
(160×120, 15, 10)	146.04	61.0	もや, 色落ち
(160×120, 15, 15)	149.38	61.0	もや, 色落ち
(160×120, 15, 20)	150.18	62.0	もや, 色落ち
(160×120, 15, 25)	151.62	62.0	もや
(160×120, 15, 30)	152.54	62.0	もや
(160×120, 15, 35)	153.14	62.0	もや少
(160×120, 15, 40)	155.52	62.0	もや少
(160×120, 15, 45)	157.66	63.0	もや少
(160×120, 15, 50)	159.48	63.0	
(160×120, 15, 55)	160.52	63.0	
(160×120, 15, 60)	162.46	63.0	
(160×120, 15, 65)	166.50	63.0	
(160×120, 15, 70)	170.74	63.0	
(160×120, 15, 75)	177.86	65.0	
(160×120, 15, 80)	192.04	66.0	
(160×120, 15, 85)	215.00	66.0	
(160×120, 15, 90)	280.40	72.0	
(160×120, 15, 95)	463.60	72.0	

表 1 7 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 16, 5)	144.44	61.0	もや, 色落ち
(160×120, 16, 10)	146.12	63.0	もや, 色落ち
(160×120, 16, 15)	149.66	65.0	もや, 色落ち
(160×120, 16, 20)	150.00	65.0	もや
(160×120, 16, 25)	151.24	65.0	もや
(160×120, 16, 30)	152.68	65.0	もや
(160×120, 16, 35)	153.84	65.0	もや
(160×120, 16, 40)	155.14	65.0	もや
(160×120, 16, 45)	157.78	65.0	もや
(160×120, 16, 50)	159.00	65.0	もや少
(160×120, 16, 55)	160.66	66.0	もや少
(160×120, 16, 60)	161.96	67.0	
(160×120, 16, 65)	166.02	67.0	
(160×120, 16, 70)	171.58	67.0	
(160×120, 16, 75)	177.46	67.0	
(160×120, 16, 80)	190.50	67.0	
(160×120, 16, 85)	214.78	67.0	
(160×120, 16, 90)	276.58	71.0	
(160×120, 16, 95)	454.50	72.0	

表 1 8 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 17, 5)	156.20	69.0	もや, 色落ち
(160×120, 17, 10)	158.90	71.0	もや, 色落ち
(160×120, 17, 15)	162.02	71.0	もや, 色落ち
(160×120, 17, 20)	163.00	72.0	もや
(160×120, 17, 25)	164.24	72.0	もや
(160×120, 17, 30)	165.80	72.0	もや
(160×120, 17, 35)	168.00	72.0	もや少
(160×120, 17, 40)	169.24	72.0	もや少
(160×120, 17, 45)	172.02	72.0	もや少
(160×120, 17, 50)	172.58	73.0	
(160×120, 17, 55)	174.50	73.0	
(160×120, 17, 60)	176.50	73.0	
(160×120, 17, 65)	187.20	73.0	
(160×120, 17, 70)	187.50	74.0	
(160×120, 17, 75)	191.34	74.0	
(160×120, 17, 80)	211.34	74.0	
(160×120, 17, 85)	238.86	76.0	
(160×120, 17, 90)	303.60	76.0	
(160×120, 17, 95)	450.00	100.0	

表 1 9 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 18, 5)	156.32	72.0	もや, 色落ち
(160×120, 18, 10)	159.14	72.0	もや, 色落ち
(160×120, 18, 15)	162.04	72.0	もや, 色落ち
(160×120, 18, 20)	163.46	72.0	もや
(160×120, 18, 25)	165.04	72.0	もや
(160×120, 18, 30)	168.14	72.0	もや少
(160×120, 18, 35)	168.00	72.0	もや少
(160×120, 18, 40)	169.46	72.0	もや少
(160×120, 18, 45)	172.18	73.0	もや少
(160×120, 18, 50)	173.24	73.0	もや少
(160×120, 18, 55)	175.40	73.0	もや少
(160×120, 18, 60)	182.52	73.0	
(160×120, 18, 65)	189.22	75.0	
(160×120, 18, 70)	189.76	75.0	
(160×120, 18, 75)	202.50	75.0	
(160×120, 18, 80)	215.88	76.0	
(160×120, 18, 85)	246.00	76.0	
(160×120, 18, 90)	288.00	100.0	
(160×120, 18, 95)	460.00	100.0	

表 2 0 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 19, 5)	156.32	72.0	もや, 色落ち
(160×120, 19, 10)	159.00	72.0	もや, 色落ち
(160×120, 19, 15)	162.04	72.0	もや, 色落ち
(160×120, 19, 20)	163.14	72.0	もや
(160×120, 19, 25)	164.14	72.0	もや
(160×120, 19, 30)	166.00	72.0	もや
(160×120, 19, 35)	167.76	72.0	もや
(160×120, 19, 40)	169.35	72.0	もや少
(160×120, 19, 45)	172.40	72.0	もや少
(160×120, 19, 50)	173.10	73.0	もや少
(160×120, 19, 55)	178.24	73.0	もや少
(160×120, 19, 60)	181.84	75.0	
(160×120, 19, 65)	183.50	75.0	
(160×120, 19, 70)	190.50	75.0	
(160×120, 19, 75)	201.00	75.0	
(160×120, 19, 80)	213.24	75.0	
(160×120, 19, 85)	240.00	76.0	
(160×120, 19, 90)	299.78	100.0	
(160×120, 19, 95)	454.00	100.0	

表 2 1 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 1, 5)	19.00	11.0	もや, 色落ち
(320×240, 1, 10)	20.00	11.0	もや, 色落ち
(320×240, 1, 15)	20.00	11.5	もや
(320×240, 1, 20)	20.00	11.0	もや
(320×240, 1, 25)	20.50	11.0	もや
(320×240, 1, 30)	21.00	11.0	もや
(320×240, 1, 35)	21.00	11.0	もや少
(320×240, 1, 40)	21.00	11.5	もや少
(320×240, 1, 45)	21.00	11.0	
(320×240, 1, 50)	22.00	11.0	
(320×240, 1, 55)	22.00	11.0	
(320×240, 1, 60)	22.50	11.5	
(320×240, 1, 65)	23.00	11.0	
(320×240, 1, 70)	24.00	11.0	
(320×240, 1, 75)	26.00	11.0	
(320×240, 1, 80)	30.00	11.0	
(320×240, 1, 85)	38.50	12.0	
(320×240, 1, 90)	58.00	12.0	
(320×240, 1, 95)	110.80	13.0	

表 2 2 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 2, 5)	39.00	20.0	もや, 色落ち
(320×240, 2, 10)	40.00	21.0	もや, 色落ち
(320×240, 2, 15)	40.00	21.0	もや, 色落ち
(320×240, 2, 20)	41.00	20.0	もや, 色落ち
(320×240, 2, 25)	41.00	20.0	もや
(320×240, 2, 30)	42.00	21.0	
(320×240, 2, 35)	42.00	20.0	
(320×240, 2, 40)	43.00	20.0	
(320×240, 2, 45)	43.00	21.0	
(320×240, 2, 50)	44.00	21.0	
(320×240, 2, 55)	45.00	21.0	
(320×240, 2, 60)	45.00	21.0	
(320×240, 2, 65)	47.00	21.0	
(320×240, 2, 70)	49.00	21.0	
(320×240, 2, 75)	53.00	21.0	
(320×240, 2, 80)	61.00	21.0	
(320×240, 2, 85)	79.08	22.0	
(320×240, 2, 90)	119.12	23.0	
(320×240, 2, 95)	227.90	23.0	

表 2 3 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 3, 5)	57.84	29.0	もや, 色落ち
(320×240, 3, 10)	58.92	29.0	もや, 色落ち
(320×240, 3, 15)	59.24	29.0	もや, 色落ち
(320×240, 3, 20)	60.96	29.0	もや
(320×240, 3, 25)	60.74	29.0	もや
(320×240, 3, 30)	61.34	29.0	もや少
(320×240, 3, 35)	62.64	30.0	もや少
(320×240, 3, 40)	63.10	30.0	もや少
(320×240, 3, 45)	63.96	30.0	
(320×240, 3, 50)	64.86	30.0	
(320×240, 3, 55)	65.92	31.0	
(320×240, 3, 60)	66.94	30.0	
(320×240, 3, 65)	70.00	30.0	
(320×240, 3, 70)	71.80	30.0	
(320×240, 3, 75)	76.85	31.0	
(320×240, 3, 80)	89.84	31.0	
(320×240, 3, 85)	115.80	31.0	
(320×240, 3, 90)	175.15	32.0	
(320×240, 3, 95)	332.50	34.0	

表 2 4 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 4, 5)	78.86	38.0	もや, 色落ち
(320×240, 4, 10)	80.06	38.0	もや, 色落ち
(320×240, 4, 15)	80.92	38.0	もや, 色落ち
(320×240, 4, 20)	83.00	39.0	もや, 色落ち
(320×240, 4, 25)	83.78	39.0	もや少
(320×240, 4, 30)	84.90	39.0	もや少
(320×240, 4, 35)	85.36	39.0	
(320×240, 4, 40)	85.92	40.0	
(320×240, 4, 45)	86.66	40.0	
(320×240, 4, 50)	88.18	40.5	
(320×240, 4, 55)	90.00	40.0	
(320×240, 4, 60)	91.00	40.0	
(320×240, 4, 65)	93.44	40.5	
(320×240, 4, 70)	97.78	40.5	
(320×240, 4, 75)	104.36	41.0	
(320×240, 4, 80)	124.42	41.0	
(320×240, 4, 85)	160.56	41.0	
(320×240, 4, 90)	241.42	42.0	
(320×240, 4, 95)	461.58	45.0	

表 2 5 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 5, 5)	98.32	47.0	もや
(320×240, 5, 10)	100.74	47.0	もや
(320×240, 5, 15)	100.94	47.5	もや
(320×240, 5, 20)	103.76	47.0	もや
(320×240, 5, 25)	103.76	48.0	もや
(320×240, 5, 30)	104.76	48.0	もや
(320×240, 5, 35)	106.68	48.0	もや
(320×240, 5, 40)	107.76	49.0	もや
(320×240, 5, 45)	108.78	49.0	
(320×240, 5, 50)	110.76	50.0	
(320×240, 5, 55)	112.66	50.0	
(320×240, 5, 60)	113.90	50.0	
(320×240, 5, 65)	117.06	50.0	
(320×240, 5, 70)	123.46	50.0	
(320×240, 5, 75)	132.44	51.0	
(320×240, 5, 80)	156.72	51.0	
(320×240, 5, 85)	200.00	51.0	
(320×240, 5, 90)	244.34	55.0	
(320×240, 5, 95)	567.20	57.0	

表 2 6 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 6, 5)	115.76	59.0	
(320×240, 6, 10)	118.06	59.0	
(320×240, 6, 15)	120.00	59.0	
(320×240, 6, 20)	121.86	59.0	
(320×240, 6, 25)	122.62	59.0	
(320×240, 6, 30)	123.86	59.0	
(320×240, 6, 35)	125.46	59.0	
(320×240, 6, 40)	126.80	59.0	
(320×240, 6, 45)	128.44	59.0	
(320×240, 6, 50)	129.68	59.0	
(320×240, 6, 55)	131.04	60.0	
(320×240, 6, 60)	133.34	60.0	
(320×240, 6, 65)	138.52	60.0	
(320×240, 6, 70)	144.14	60.0	
(320×240, 6, 75)	154.14	60.0	
(320×240, 6, 80)	178.86	60.0	
(320×240, 6, 85)	228.20	60.0	
(320×240, 6, 90)	343.00	64.0	
(320×240, 6, 95)	654.20	66.0	

表 2 7 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 7, 5)	131.28	66.0	もや, 色落ち
(320×240, 7, 10)	134.38	66.0	もや, 色落ち
(320×240, 7, 15)	136.38	66.0	もや, 色落ち
(320×240, 7, 20)	138.58	66.0	
(320×240, 7, 25)	139.38	66.0	
(320×240, 7, 30)	140.36	66.0	
(320×240, 7, 35)	142.32	66.0	
(320×240, 7, 40)	144.26	66.0	
(320×240, 7, 45)	146.10	66.0	
(320×240, 7, 50)	147.26	67.0	
(320×240, 7, 55)	148.84	67.0	
(320×240, 7, 60)	151.00	66.0	
(320×240, 7, 65)	156.72	66.0	
(320×240, 7, 70)	163.56	67.0	
(320×240, 7, 75)	174.14	67.0	
(320×240, 7, 80)	205.46	67.0	
(320×240, 7, 85)	262.98	68.0	
(320×240, 7, 90)	394.42	75.0	
(320×240, 7, 95)	754.00	76.0	

表 2 8 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 8, 5)	151.32	77.0	もや多
(320×240, 8, 10)	155.12	77.0	もや多
(320×240, 8, 15)	156.98	77.0	
(320×240, 8, 20)	159.12	77.0	
(320×240, 8, 25)	160.58	77.0	
(320×240, 8, 30)	161.84	77.0	
(320×240, 8, 35)	164.10	77.0	
(320×240, 8, 40)	165.86	78.0	
(320×240, 8, 45)	168.20	78.0	
(320×240, 8, 50)	169.56	78.0	
(320×240, 8, 55)	171.36	78.0	
(320×240, 8, 60)	174.30	78.0	
(320×240, 8, 65)	180.98	78.0	
(320×240, 8, 70)	188.54	78.0	
(320×240, 8, 75)	200.88	78.0	
(320×240, 8, 80)	242.22	78.0	
(320×240, 8, 85)	308.32	78.0	
(320×240, 8, 90)	467.00	85.0	
(320×240, 8, 95)	867.00	94.0	

表 2 9 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 9, 5)	166.12	85.0	もや, 色落ち
(320×240, 9, 10)	169.54	85.0	もや, 色落ち
(320×240, 9, 15)	172.14	85.0	もや, 色落ち
(320×240, 9, 20)	174.62	85.0	もや, 色落ち少
(320×240, 9, 25)	176.44	85.0	もや, 色落ち少
(320×240, 9, 30)	177.56	85.0	もや, 色落ち少
(320×240, 9, 35)	179.96	85.0	もや少, 色落ち少
(320×240, 9, 40)	182.42	85.0	もや少, 色落ち少
(320×240, 9, 45)	184.80	85.0	もや少, 色落ち少
(320×240, 9, 50)	185.98	85.0	もや少
(320×240, 9, 55)	188.26	85.0	もや少
(320×240, 9, 60)	191.02	85.0	もや少
(320×240, 9, 65)	199.74	87.0	もや少
(320×240, 9, 70)	207.82	87.0	もや少
(320×240, 9, 75)	223.02	87.0	
(320×240, 9, 80)	257.16	87.0	
(320×240, 9, 85)	329.96	87.0	
(320×240, 9, 90)	486.96	100.0	
(320×240, 9, 95)	858.96	100.0	

表 3 0 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 10, 5)	176.44	100.0	もや, 色落ち
(320×240, 10, 10)	180.04	100.0	もや, 色落ち
(320×240, 10, 15)	181.78	100.0	もや, 色落ち
(320×240, 10, 20)	185.96	100.0	もや
(320×240, 10, 25)	186.96	100.0	もや
(320×240, 10, 30)	187.86	100.0	
(320×240, 10, 35)	189.96	100.0	
(320×240, 10, 40)	193.26	100.0	
(320×240, 10, 45)	195.96	100.0	
(320×240, 10, 50)	196.88	100.0	
(320×240, 10, 55)	199.72	100.0	
(320×240, 10, 60)	201.98	100.0	
(320×240, 10, 65)	211.16	100.0	
(320×240, 10, 70)	219.66	100.0	
(320×240, 10, 75)	236.70	100.0	
(320×240, 10, 80)	271.16	100.0	
(320×240, 10, 85)	341.50	100.0	
(320×240, 10, 90)	470.86	100.0	
(320×240, 10, 95)	858.00	100.0	

表 3 1 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(640×480, 1, 5)	57.00	31.0	もや, 色落ち
(640×480, 1, 10)	58.00	32.0	もや, 色落ち
(640×480, 1, 15)	60.00	31.0	もや, 色落ち
(640×480, 1, 20)	61.00	31.0	もや
(640×480, 1, 25)	61.48	31.0	もや
(640×480, 1, 30)	62.00	32.0	もや
(640×480, 1, 35)	63.00	31.0	もや
(640×480, 1, 40)	64.00	31.0	
(640×480, 1, 45)	65.00	31.0	
(640×480, 1, 50)	66.00	31.0	
(640×480, 1, 55)	67.14	31.0	
(640×480, 1, 60)	69.64	32.0	
(640×480, 1, 65)	75.06	31.5	
(640×480, 1, 70)	84.18	32.0	
(640×480, 1, 75)	97.24	33.0	
(640×480, 1, 80)	126.90	33.0	
(640×480, 1, 85)	176.70	35.5	
(640×480, 1, 90)	269.08	36.5	
(640×480, 1, 95)	492.00	40.0	

表 3 2 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(640×480, 2, 5)	115.06	61.0	もや, 色落ち
(640×480, 2, 10)	118.00	61.0	もや, 色落ち
(640×480, 2, 15)	121.20	61.0	もや, 色落ち
(640×480, 2, 20)	122.00	62.0	もや少
(640×480, 2, 25)	124.00	61.5	もや少
(640×480, 2, 30)	126.00	61.0	もや少
(640×480, 2, 35)	126.92	61.0	もや少
(640×480, 2, 40)	128.08	61.0	もや少
(640×480, 2, 45)	130.96	62.0	もや少
(640×480, 2, 50)	132.00	61.5	
(640×480, 2, 55)	135.00	62.0	
(640×480, 2, 60)	139.86	62.0	
(640×480, 2, 65)	150.56	63.5	
(640×480, 2, 70)	168.56	63.0	
(640×480, 2, 75)	195.10	64.0	
(640×480, 2, 80)	260.66	66.0	
(640×480, 2, 85)	361.60	68.0	
(640×480, 2, 90)	554.00	71.0	
(640×480, 2, 95)	1000.50	79.0	

表 3 3 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(640×480, 3, 5)	170.32	89.0	もや, 色落ち
(640×480, 3, 10)	172.50	89.0	もや, 色落ち
(640×480, 3, 15)	177.98	90.0	もや, 色落ち
(640×480, 3, 20)	178.36	90.0	もや
(640×480, 3, 25)	180.92	90.0	もや
(640×480, 3, 30)	184.94	91.0	もや
(640×480, 3, 35)	187.10	91.0	もや
(640×480, 3, 40)	190.00	92.0	
(640×480, 3, 45)	193.62	92.0	
(640×480, 3, 50)	196.42	92.0	
(640×480, 3, 55)	199.70	92.0	
(640×480, 3, 60)	205.96	92.0	
(640×480, 3, 65)	221.98	92.0	
(640×480, 3, 70)	249.00	92.0	
(640×480, 3, 75)	291.42	93.0	
(640×480, 3, 80)	377.78	97.0	
(640×480, 3, 85)	521.70	98.0	
(640×480, 3, 90)	794.68	100.0	
(640×480, 3, 95)	1317.50	100.0	

表 3 4 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(640×480, 4, 5)	192.58	100.0	もや, 色落ち
(640×480, 4, 10)	195.90	100.0	もや, 色落ち
(640×480, 4, 15)	202.28	100.0	もや, 色落ち
(640×480, 4, 20)	202.98	100.0	もや, 色落ち少
(640×480, 4, 25)	203.40	100.0	もや, 色落ち少
(640×480, 4, 30)	209.32	100.0	もや, 色落ち少
(640×480, 4, 35)	210.68	100.0	もや, 色落ち少
(640×480, 4, 40)	213.35	100.0	もや, 色落ち少
(640×480, 4, 45)	218.38	100.0	もや, 色落ち少
(640×480, 4, 50)	220.62	100.0	もや
(640×480, 4, 55)	224.42	100.0	もや
(640×480, 4, 60)	233.38	100.0	
(640×480, 4, 65)	249.40	100.0	
(640×480, 4, 70)	275.18	100.0	
(640×480, 4, 75)	314.20	100.0	
(640×480, 4, 80)	397.00	100.0	
(640×480, 4, 85)	531.80	100.0	
(640×480, 4, 90)	787.50	100.0	
(640×480, 4, 95)	1310.00	100.0	

表 3 5 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 5, 5)	130.50	51.0	もや, 色落ち
(320×240, 5, 10)	163.72	51.0	もや, 色落ち
(320×240, 5, 15)	195.00	51.0	もや
(320×240, 5, 20)	220.26	51.0	もや
(320×240, 5, 25)	245.16	51.0	
(320×240, 5, 30)	265.16	51.0	
(320×240, 5, 35)	285.50	51.0	
(320×240, 5, 40)	302.10	52.0	
(320×240, 5, 45)	324.50	52.0	
(320×240, 5, 50)	340.74	52.0	
(320×240, 5, 55)	355.74	53.0	
(320×240, 5, 60)	376.32	53.0	
(320×240, 5, 65)	401.74	55.0	
(320×240, 5, 70)	433.20	56.0	
(320×240, 5, 75)	468.00	56.0	
(320×240, 5, 80)	515.00	56.0	
(320×240, 5, 85)	598.74	56.0	
(320×240, 5, 90)	747.76	61.0	
(320×240, 5, 95)	1095.00	61.0	

表 3 6 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 1, 5)	20.0	9.0	もや, BN, 白黒
(320×240, 1, 10)	23.0	9.0	もや, BN, 白黒
(320×240, 1, 15)	26.0	9.0	もや, BN, 色落ち
(320×240, 1, 20)	29.0	9.1	もや, BN, 色落ち
(320×240, 1, 25)	32.0	9.1	もや, BN
(320×240, 1, 30)	35.0	9.1	ちらつき少
(320×240, 1, 35)	39.0	9.3	ちらつき少
(320×240, 1, 40)	42.0	9.2	ちらつき少
(320×240, 1, 45)	45.2	10.2	ちらつき少
(320×240, 1, 50)	49.1	10.2	ちらつき少
(320×240, 1, 55)	54.1	10.1	ちらつき少
(320×240, 1, 60)	59.8	10.1	
(320×240, 1, 65)	65.9	10.0	
(320×240, 1, 70)	74.6	10.0	
(320×240, 1, 75)	84.0	10.1	
(320×240, 1, 80)	98.6	10.4	
(320×240, 1, 85)	119.5	10.7	
(320×240, 1, 90)	158.7	11.5	
(320×240, 1, 95)	259.2	12.1	

表 3 7 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 2, 5)	38.2	17.6	
(320×240, 2, 10)	44.2	17.9	
(320×240, 2, 15)	50.1	17.7	
(320×240, 2, 20)	56.0	17.7	
(320×240, 2, 25)	61.4	17.7	
(320×240, 2, 30)	68.0	17.8	
(320×240, 2, 35)	74.4	17.9	
(320×240, 2, 40)	81.6	18.9	
(320×240, 2, 45)	90.1	19.6	
(320×240, 2, 50)	96.7	19.5	
(320×240, 2, 55)	105.1	19.3	
(320×240, 2, 60)	114.5	19.3	
(320×240, 2, 65)	127.2	19.3	
(320×240, 2, 70)	145.0	19.7	
(320×240, 2, 75)	163.6	19.6	
(320×240, 2, 80)	189.5	19.5	
(320×240, 2, 85)	232.5	21.1	
(320×240, 2, 90)	306.6	21.5	
(320×240, 2, 95)	498.0	23.1	

表 3 8 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 3, 5)	54.0	24.5	ちらつき, BN
(320×240, 3, 10)	63.1	24.6	ちらつき, BN
(320×240, 3, 15)	70.9	25.0	ちらつき, BN
(320×240, 3, 20)	78.9	25.4	ちらつき
(320×240, 3, 25)	86.6	25.0	ちらつき
(320×240, 3, 30)	97.2	25.5	ちらつき
(320×240, 3, 35)	108.9	26.6	ちらつき
(320×240, 3, 40)	114.0	26.7	
(320×240, 3, 45)	126.9	27.4	
(320×240, 3, 50)	138.5	27.6	
(320×240, 3, 55)	149.2	27.4	
(320×240, 3, 60)	163.4	27.3	
(320×240, 3, 65)	183.5	28.0	
(320×240, 3, 70)	201.6	27.2	
(320×240, 3, 75)	231.9	28.3	
(320×240, 3, 80)	272.6	28.6	
(320×240, 3, 85)	329.3	31.6	
(320×240, 3, 90)	447.9	31.1	
(320×240, 3, 95)	704.5	34.7	

表 3 9 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 4, 5)	75.8	34.5	ちらつき
(320×240, 4, 10)	84.4	33.4	ちらつき
(320×240, 4, 15)	95.5	33.7	ちらつき
(320×240, 4, 20)	108.4	34.0	ちらつき
(320×240, 4, 25)	117.9	34.9	ちらつき
(320×240, 4, 30)	132.9	34.6	ちらつき
(320×240, 4, 35)	143.7	36.4	ちらつき
(320×240, 4, 40)	159.3	36.9	
(320×240, 4, 45)	175.5	37.8	
(320×240, 4, 50)	188.3	37.9	
(320×240, 4, 55)	205.3	38.0	
(320×240, 4, 60)	224.5	37.4	
(320×240, 4, 65)	246.9	37.6	
(320×240, 4, 70)	281.3	38.0	
(320×240, 4, 75)	317.4	37.8	
(320×240, 4, 80)	357.6	37.0	
(320×240, 4, 85)	421.3	38.6	
(320×240, 4, 90)	552.4	39.3	
(320×240, 4, 95)	969.8	45.9	

表 4 0 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 5, 5)	88.0	39.5	ちらつき
(320×240, 5, 10)	101.0	39.9	ちらつき
(320×240, 5, 15)	114.0	40.7	ちらつき
(320×240, 5, 20)	127.2	41.0	ちらつき
(320×240, 5, 25)	141.8	40.1	ちらつき
(320×240, 5, 30)	157.3	39.6	ちらつき
(320×240, 5, 35)	169.7	40.6	ちらつき
(320×240, 5, 40)	187.6	42.6	
(320×240, 5, 45)	203.6	43.6	
(320×240, 5, 50)	220.5	44.1	
(320×240, 5, 55)	235.7	43.6	
(320×240, 5, 60)	257.9	43.3	
(320×240, 5, 65)	289.7	44.4	
(320×240, 5, 70)	325.8	45.8	
(320×240, 5, 75)	365.6	44.1	
(320×240, 5, 80)	435.7	46.9	
(320×240, 5, 85)	561.4	51.1	
(320×240, 5, 90)	741.1	56.2	
(320×240, 5, 95)	1119.7	53.4	

表 4 1 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(160×120, 1, 5)	11	5.0	もや, BN, 色落ち
(160×120, 1, 10)	13	5.0	もや, BN, 色落ち
(160×120, 1, 15)	15	5.0	BN, 色落ち少
(160×120, 1, 20)	16	5.0	色落ち少
(160×120, 1, 25)	17	5.0	色落ち少
(160×120, 1, 30)	19	5.0	色落ち少
(160×120, 1, 35)	20	5.0	全体的不明瞭
(160×120, 1, 40)	21	5.0	
(160×120, 1, 45)	22	5.0	
(160×120, 1, 50)	23	5.0	エッジ不明瞭
(160×120, 1, 55)	23	5.0	
(160×120, 1, 60)	24	5.0	
(160×120, 1, 65)	26	5.0	
(160×120, 1, 70)	28	5.0	
(160×120, 1, 75)	30	5.0	
(160×120, 1, 80)	34	5.6	
(160×120, 1, 85)	39	5.4	
(160×120, 1, 90)	49	6.0	
(160×120, 1, 95)	70	6.0	

表 4 2 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 1, 5)	21	10.0	もや, BN, 色落ち
(320×240, 1, 10)	25	10.0	もや, BN, 色落ち
(320×240, 1, 15)	29	10.0	もや, BN
(320×240, 1, 20)	32	10.0	もや
(320×240, 1, 25)	35	10.7	もや
(320×240, 1, 30)	38	10.0	もや
(320×240, 1, 35)	41	10.0	もや
(320×240, 1, 40)	43	10.1	もや
(320×240, 1, 45)	46	10.0	
(320×240, 1, 50)	49	10.1	
(320×240, 1, 55)	52	10.1	
(320×240, 1, 60)	55	10.2	
(320×240, 1, 65)	60	11.0	
(320×240, 1, 70)	66	11.0	
(320×240, 1, 75)	73	11.0	
(320×240, 1, 80)	85	11.0	
(320×240, 1, 85)	102	11.1	
(320×240, 1, 90)	130	11.1	
(320×240, 1, 95)	201	12.0	

表 4 3 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(640×480, 1, 5)	56	28.9	もや, BN, 色落ち
(640×480, 1, 10)	67	29.0	もや, BN, 色落ち
(640×480, 1, 15)	76	29.0	もや, BN, 色落ち
(640×480, 1, 20)	84	29.0	もや, 色落ち
(640×480, 1, 25)	92	29.3	もや
(640×480, 1, 30)	99	29.8	
(640×480, 1, 35)	106	29.9	
(640×480, 1, 40)	113	29.9	
(640×480, 1, 45)	122	30.0	
(640×480, 1, 50)	131	29.8	
(640×480, 1, 55)	140	30.0	
(640×480, 1, 60)	153	30.0	
(640×480, 1, 65)	169	30.1	
(640×480, 1, 70)	192	31.0	
(640×480, 1, 75)	216	31.0	
(640×480, 1, 80)	257	32.2	
(640×480, 1, 85)	319	33.7	
(640×480, 1, 90)	428	34.3	
(640×480, 1, 95)	657	37.1	

表 4 4 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(640×480, 2, 95)	1001	60.5	
(640×480, 3, 95)	1005	60.4	
(320×240, 2, 95)	364	23.0	
(320×240, 3, 95)	532	33.1	
(320×240, 4, 95)	706	47.8	
(320×240, 5, 95)	870	54.1	
(320×240, 6, 95)	871	54.1	
(160×120, 2, 50)	131	11.0	
(160×120, 3, 95)	193	15.9	
(160×120, 4, 95)	263	21.0	
(160×120, 5, 95)	327	26.0	
(160×120, 6, 95)	379	29.8	
(160×120, 7, 95)	428	33.6	
(160×120, 8, 95)	488	38.2	
(160×120, 9, 95)	534	41.7	
(160×120, 10, 95)	633	49.0	
(160×120, 11, 95)	630	48.9	

表 4 5 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 2, 1)	34.8	18.2	
(320×240, 3, 1)	50.0	26.0	
(320×240, 4, 1)	66.2	34.6	
(320×240, 2, 11)	46.5	18.5	
(320×240, 3, 11)	64.7	26.1	
(320×240, 4, 11)	88.7	36.2	
(320×240, 2, 22)	58.3	18.6	
(320×240, 3, 22)	83.1	25.7	
(320×240, 4, 22)	110.5	34.3	
(320×240, 2, 33)	73.4	18.8	
(320×240, 3, 33)	105.4	26.6	
(320×240, 4, 33)	141.7	36.6	
(320×240, 2, 44)	88.7	18.9	
(320×240, 3, 44)	128.4	26.7	
(320×240, 4, 44)	173.2	38.3	
(320×240, 2, 66)	133.2	20.5	
(320×240, 3, 66)	191.0	28.5	
(320×240, 4, 66)	254.0	38.2	
(320×240, 2, 77)	175.0	20.6	

表 4 6 ビデオ QoS 測定実験結果

アプリケーションQoS	帯域(kbps)	CPU率(%)	備考
(320×240, 3, 77)	256.0	30.2	
(320×240, 4, 77)	338.1	40.1	
(320×240, 2, 88)	275.5	21.7	
(320×240, 3, 88)	400.1	31.7	
(320×240, 4, 88)	505.5	40.4	
(320×240, 2, 99)	919.2	26.5	
(320×240, 3, 99)	1263.3	38.8	
(320×240, 4, 99)	1818.0	54.6	
(640×480, 2, 20)	161	55.9	
(320×240, 6, 65)	299	53.3	
(320×240, 4, 30)	147	36.7	
(320×240, 3, 11)	75	27.6	
(320×240, 2, 78)	150	23.0	
(160×120, 2, 88)	84	10.3	
(160×120, 7, 88)	276	33.3	
(160×120, 9, 41)	169	34.9	
(160×120, 3, 14)	42	12.9	
(160×120, 2, 6)	24	9.0	