

品質を考慮したマルチメディアプレゼンテーション のためのモデルの設計

島村 栄* 椿野 慎治†

藤川 和利† 下條 真司‡ 宮原 秀夫*

* 大阪大学基礎工学部情報工学科 † 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科
‡ 大阪大学大型計算機センター

Email: simamura@ics.es.osaka-u.ac.jp

従来のマルチメディアアプリケーションでは、プロセッサの性能やネットワーク帯域の不足による品質の劣化をうまくコントロールすることができず、アプリケーションによるサービスの目的を達成できないことがある。ここではアプリケーションのサービスの目的を達成することがアプリケーションレベルにおけるQoS(Quality of Service)だと考え、サービスの目的を個々のメディアや、その品質属性の優先度としてモデル化する。その上で、この優先度をもとに、さまざまな制限を考慮してメディアデータを適切な形式にして表示するプレゼンテーションシステムのためのモデルを設計する。

A Modeling of Multimedia Presentation with Quality Control

Hisashi Shimamura* Shinji Tsubakino†

Kazutoshi Fujikawa† Shinji Shimojo‡ Hideo Miyahara*

* Department of Information and Computer Science
Faculty of Engineering Science, Osaka Univ.

† Graduate School of Information Science,
Nara Institute of Science and Technology

‡ Computation Center, Osaka Univ.

Email: simamura@ics.es.osaka-u.ac.jp

Since current multimedia application couldn't keep a certain level of quality by the lack of processor power and/or network bandwidth, they can not achieve their goal. As we think to achieve a certain application's goal is considered as a QoS(Quality of Service) in application layer, we model the QoS as priority of each media and quality within the media. We apply this model to a multimedia presentation system and show a mechanism to keep the QoS in the presentation system.

生じる品質の劣化の問題について述べる。

1 はじめに

近年のデジタル信号処理技術の向上にともない、音声や画像などのマルチメディアデータが比較的手軽に計算機で扱えるようになった。これとネットワークの広帯域化により、ネットワークを介したマルチメディアアプリケーションの開発が盛んに行なわれている。

また、ネットワークにおけるサービスの品質(QoS)の研究も行なわれている。これらの研究ではデータの品質を保証するための研究などが行なわれている。[7]一方、アプリケーションにおけるサービスは best effort に行なわれる事が多く、サービスの品質に関して議論される事は少ない。このため、従来のマルチメディアアプリケーションでは、利用している環境によっては特定のメディアにおいて著しく品質が劣化したり、メディアごとに品質の優劣が著しくかたよったりするような事が起こっていた。

以上のことからマルチメディアシステムにおいてもアプリケーションレベルのQoSを保証する機構を考える必要がある。マルチメディアシステムは複数のメディアの組合せにより一つのサービスを行なうシステムである。よって個々のメディアのサービスの品質の合計でシステム全体のサービスの品質が決まるわけではない。それぞれのメディアの特質やシステムによるサービスの目的によっては、特定のメディアの品質は非常に重要であり、逆にそうでないメディアも存在する。

本研究ではとくにマルチメディアアプリケーションとしてプレゼンテーションシステムを取り上げ、アプリケーションによるサービスの目的をマルチメディアシステムにおけるQoSと考える。また、そのようなサービスの目的を損なわないような各メディアの品質制御を考慮に入れたマルチメディアプレゼンテーションシステムのモデルの設計を行なう。

2 従来のシステムの問題

この節ではまず、プレゼンテーションシステムのモデル化を行ない、それをもとに従来のシステムで

2.1 プレゼンテーションシステムモデル

まず本研究で扱うプレゼンテーションシステムのモデルとして、サーバクライアントモデルを用いる。このモデルではクライアントからの要求に対し、マルチメディアデータを、サーバからクライアントへネットワークを介して転送し、クライアント側で再生表示する。

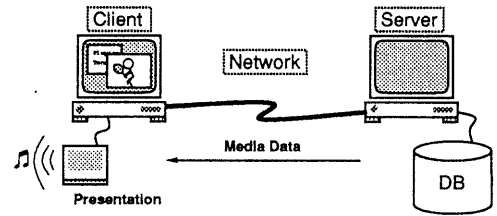


図 1: プレゼンテーションシステムモデル

また、それぞれのメディアデータは何らかの形式(例えば MPEG,H.261 など)で送信され、その再生表示のためにクライアント側のマシンに負荷がかかる。サーバクライアント間のネットワークは他の目的においても共有され、その負荷は時々刻々変化する。つまり利用できる帯域が変化する。また同様にクライアント、サーバともにマルチタスク型のマシンで、時々刻々負荷が変動する。

本研究ではこのようなサーバ、クライアント、ネットワークの構成、およびその性能や負荷状態などをまとめて環境と呼ぶことにする。

2.2 品質の劣化

環境はユーザの利用するシステムや、ネットワークの種類などによって千差万別である。このため環境によっては提供されるマルチメディアデータをそのまま転送、再生することが不可能な場合がある。これはプロセッサやネットワーク本来の性能の不足が原因の場合と、それらの負荷が一時的に高いという原因があげられる。このような場合プレゼンテーションシステムはさまざまな影響を受ける。

例えば、ネットワーク帯域が小さかったり、プロセッサの処理能力が小さい場合を考える。この場合、一定時間に処理できるデータ量が少ないため、映像データなどの遅延がどんどん大きくなったり、データの取りこぼしを起こしてしまう。これを防ぐためには映像フレームを間引いたり解像度を変化させて、一定時間に処理すべきデータ量を減らす必要がある。

従来のシステムでは、この品質の劣化がプレゼンテーションの目的などを無視して行なわれることが問題となっていた。例えばインタビューのような音声重視のプレゼンテーションで映像に多くの資源をさき、音声パケットが落ちてしまい、結果として聞きとれなくなるようなことが起こる。また、テニスのスイングの解説映像のような動き重視の映像のフレームが著しく落ちて、動きがギクシャクしてしまうことも起こり得る。これらのようなことが起こるとプレゼンテーションの意味が失われることになる。

このようにシステム側の無作為な品質の劣化がひき起こすプレゼンテーションの意味の損失を防ぐためにプレゼンテーションの目的を何らかの形でシステムに与えることを考える。その上で、プレゼンテーションの目的と、環境を考慮して適当な品質の劣化を自動的に選択する仕組みを考える。以下の節ではそのためのモデル化について説明する。

3 適応のためのモデル化

環境とプレゼンテーションの目的を考慮しながら、適当に品質を劣化させたり、データの処理方法を変えることを適応と呼ぶ。この節では、環境情報と、プレゼンテーションの目的を表現するポリシーを考慮してシステムが環境に適応するためのモデルを考える。

3.1 環境情報

環境情報とは環境の状態を記述する情報で、プロセッサ性能のような静的なもの、ネットワーク負荷などのような動的なもの2種類がある。さらに、環境を構成する要素であるサーバ、クライアント、ネットワークに分類して考えることができる。それぞれの情報を、サーバ情報、クライアント情報、ネッ

トワーク情報とすると、環境情報は以下のように整理できる。

- サーバ情報
 - 静的な情報
 - 処理可能なメディアデータの型
 - サーバマシンの処理能力
 - 動的な情報
 - プロセッサ負荷
 - 送信バッファの利用状況
- クライアント情報
 - 静的な情報
 - 処理可能なメディアデータの型
 - クライアントマシンの処理能力
 - 動的な情報
 - プロセッサ負荷
 - 受信バッファの利用状況
- ネットワーク情報
 - 静的な情報
 - サーバクライアント間での帯域幅
 - 動的な情報
 - ネットワーク負荷

静的な情報はプレゼンテーション開始時に取り込み、動的な情報については随時取り込むことによって適応の際に利用する。

3.2 ポリシー

本システムではプレゼンテーションの目的をポリシーで表現する。ポリシーはそのプレゼンテーションにおいて重視されるメディアやその属性を数値で表された優先度で指定する。すなわちポリシーで与えられる優先度の低いメディアや属性を主体に品質の劣化を行なう。

ポリシーの体系は大きくデータ処理方法、優先メディア、優先属性の3つに分けられる。それぞれについて以下で解説する。

データ処理方法: メディアデータの転送順序や処理速度などを決定するためのポリシーパラメータ。

- 応答性 … クライアントからのプレゼンテーション要求から実際にプレゼンテーション開始までの時間などの反応時間を表す。この優先度が高ければ品質を落してでも逐次転送及び再生するが、低ければあらかじめメディアデータを転送してからまとめて再生するという適応を行なう。
- 実時間性 … メディアデータ本来の再生速度で表示することを表す。この優先度が高ければ表示品質を劣化させてでも実時間で表示を行なう。低ければ品質を劣化させることなく遅延を許して表示を行なう。

優先メディア: 同時に表示されるメディア情報それぞれについて優先度を設定する。優先度の低いメディアから品質が劣化する。

優先属性: 映像メディアなどにおいては、品質についていくつかの属性があるが、それらの優先度を指定するポリシーパラメータ。ここでは映像に関するものを挙げる。

- 画素の粒度
- 色数
- 画面サイズ
- フレーム … この優先度が高い場合は映像フレームの間引きを行なわない。低ければ積極的にフレームを間引く。

ポリシーはプレゼンテーションの手順を表現するシナリオの作者によりシナリオ内で指定され、プレゼンテーション場面の転換や、重視されるものの優先度が変わるたびに再指定される。

実際にポリシーを指定する際にすべてのパラメータをセットする必要はなく、いくつかの典型的なポリシーセットのテンプレートを用意し、ユーザはそれを適当にカスタマイズするだけでポリシーを設定できる。たとえばポリシーセット [interview] の場合を以下にあげる。優先度は5段階で表しており、5が最も強く1が最も弱い。

[interview]

- データ処理方法
応答性 … 3, 実時間性 … 5
- 優先メディア
音声 … 5, 映像 … 3
- 優先属性
画素の粒度 … 4, 色数 … 3,
画面サイズ … 3, フレーム … 2

このポリシーセットの意味は、メディアはとくに音声を重視するということである。また、インタビューの際の映像の動きはそれほど重要ではないためフレームの間引きを主体に品質を劣化させて適応することも示している。

3.3 適応型プレゼンテーションシステムモデル

ここでは適応を行なうプレゼンテーションシステムモデルについて述べる。

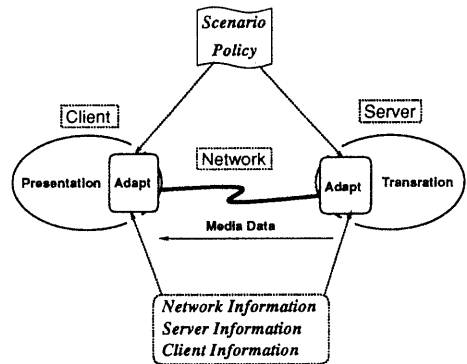


図 2: 環境適応型プレゼンテーションシステムモデル

適応はサーバ、クライアント両方で行なう。まずサーバ側では転送にともなう適応を行なう。ここでは、静的なクライアント情報としてクライアントのMIPS値をもとにあらかじめ用意されているテーブルをもちいて、クライアントが処理可能なデータレートを算出する。それをもとに動的なクライアント情報であるロードアベレージやプロセス数から、実際にどの程度のデータ処理が可能か見積りをたてる。同

様に静的なネットワーク帯域と、動的なRTT(Round Trip Time), パケット流量などから転送できるデータレートの見積りをたて、先のクライアント情報から見積もった値と比較して転送データレートを決定する。

次にシナリオから転送するメディア情報を取り出し、決定したデータレートで転送できるようにポリシーに基づいて適応を行なう。まず、データ処理方法のポリシーパラメータを参照して、データ転送のスケジューリングを行なう。次に優先メディアのポリシーパラメータを参照して優先度の低いメディアデータを選択する。そのメディアデータに対し、優先属性のポリシーを参照して優先度の低い属性を中心に品質を劣化させる。また、クライアント、ネットワークの状態の変化にともない適宜転送データレートは修正され、その都度上記のようなポリシーに基づくメディアデータの品質調整が行なわれる。

クライアント側での適応は、転送されてきたデータを一旦バッファにため、そのバッファの利用状況を見て適応を行なう。これは一時的な負荷の変動を吸収するための機構である。バッファがオーバーフローを起こす場合はクライアントの処理が追い付かないことを示す。よって、クライアントでポリシーに基づいてメディアデータの適応を行なう。この適応はおもに処理の間引きである。またこの時、同時にサーバ側に転送レートを下げる要求を出す。

逆にバッファがアンダーフローを起こす場合はクライアントの処理速度に余裕があることを示す。この場合クライアント側ではとくに適応を行なわない。ここでクライアント側でネットワーク情報を参照して、帯域に余裕がある場合はクライアントの処理速度がボトルネックになっていると考えられるのでサーバ側にクライアントの処理に余裕があることを通達する。帯域に余裕がない場合はネットワークがボトルネックになっているのでとくにサーバ側に通達は行なわない。

4 適応例

この節ではテニス教室をプレゼンテーション例として、プレゼンテーションシステムがさまざまな環境からの制限に対しどう適応するかを述べる。この

プレゼンテーションのシナリオはスイング教室、インタビューの2つの場面からなる。それぞれの場面ではビデオ映像、アニメーション、音声、テキストを用いてプレゼンテーションが行なわれる。

4.1 スイング練習

この場面では手本の映像と、説明の音声、テキストを用いて、テニススイングの教習を行なう。この場合、スイングの動きを伝えることが重要であるため、ポリシーではこの優先度を高く設定する。音声で伝えられる内容はポイントの注意点のみで、同じ内容がテキストで表示されるため、音声はそれほど優先されない。また、優先される映像でも動きが優先であるため色数、解像度はそれほど重要でなく、単位時間当たりの表示フレーム数が優先となる。このような場合のポリシーセット [motion_lecture] を以下にあげる。

[motion_lecture]

- データ処理方法
応答性 … 4, 実時間性 … 5
- 優先メディア
音声 … 2, 映像 … 5, テキスト … 5
- 優先属性
画素の粒度 … 3, 色数 … 2,
画面サイズ … 4, フレーム … 5

環境からの制限によりすべてのデータ処理が不可能な場合を考える。このポリシーから、まず音声の品質を劣化させる。音声はある程度劣化させてもまだデータ処理が不可能な場合、映像で優先されない属性である色数について品質を劣化させる。このように優先度の低い順に品質を劣化させていく。一通り品質を劣化させてもデータ処理が不可能な場合、始めに戻ってさらに音声から品質を劣化させていく。品質の劣化の度合は優先度の値の割合と、メディアの特性に応じて決定される。

4.2 インタビュー

この場面では教官に対する質疑応答という形でプレゼンテーションが進行する。使用されるメディア

は音声、映像である。この場合、質疑応答の音声が必要であるのでポリシーではこの優先度を高く設定する。このような場合のポリシーセット [interview] がある。これは3.2節で述べたポリシーセットである。しかし、ここではとくに映像に対しても高い品質を要求するようにカスタマイズしたポリシーセット [interview+] を以下にあげる。

[interview+]

- データ処理方法
 応答性 … 4, 実時間性 … 5
- 優先メディア
 音声 … 5, 映像 … 5
- 優先属性
 画素の粒度 … 5, 色数 … 4,
 画面サイズ … 4, フレーム … 3

このポリシーにおいてデータ処理が追い付かない場合、応答性を犠牲にして、プレゼンテーションを中断し、ある量のデータをあらかじめクライアントへ転送してしまう。次にスムーズなプレゼンテーションが可能な程度にデータが格納されたらプレゼンテーションを再開する。あらかじめ送るデータは、音声については品質を劣化させず、映像はフレームを中心に品質を劣化させる。この場合も劣化の割合は優先度の値の割合から決定される。

5 おわりに

本研究では、環境に対して適応できるプレゼンテーションシステムのモダル化を行なった。従来のシステムでは適切な品質制御ができないという問題があった。これに対して、環境情報を用い適切な品質の制御を行なうために、アプリケーションの目的を品質に対する優先度で表現したポリシーという概念を導入した。このポリシーを参照することにより、プレゼンテーションシステム全体としてのサービスの質をできるだけ損なわないような適応が可能となる。

今後の課題としては、環境情報とポリシーから、実際の品質のコントロールを行なう部分の詳しいアルゴリズムの決定、とくに優先度をきちんと反映できる品質劣化のアルゴリズムが問題である。また、

プロセッサやネットワークの負荷検出などの基礎的な技術に関する調査も必要であると考えられる。さらにその上で、実際にこのような適応メカニズムを採用したシステムの実装が課題である。

参考文献

- [1] 藤川 和利, 下條 真司, 松浦 敏雄, 西尾 章治郎, 宮原 秀夫, “分散型ハイパメディアシステム Harmony における情報間同期機構の実現”, 電子情報通信学会論文誌 (D-I), J76-D-I, 9, p473-483, Sep.1993.
- [2] D.C.A. Bulterman, “Specification and support of adaptable networked multimedia”, ACM/Springer Verlag Multimedia Systems Journal,1(2), p68-76, Sep.1993.
- [3] D.C.A. Bulterman, “Retrieving (JPEG) Pictures in Portable Hypermedia Documents”, Proceedings of the First International conference on Multi-Media Modeling, Singapore, p217-226, Nov.1993.
- [4] G.v.Rossum, J.Jansen, S.Mullender, D.C.A.Bulterman, “CMIFed: A Presentation Environment for Portable Hypermedia Documents”, Proceedings of ACM Multimedia '93, Anaheim, p183-188, Aug.1993.
- [5] G.Blakowski, J.Hubel, and U.Langrehr, “Tool support for the synchronization and presentation of distributed multimedia”, Computer Communications 15, 10, p611-618, Dec.1992.
- [6] G.Blakowski, “High level services for distributed multimedia applications based on application media and environment descriptions”, Proc. ACSC-15, Hobart, Australia, p93-109, Jan.1992.
- [7] C.Topolcic, “Experimental Internet Stream Protocol, Version 2 (ST-II)”, RFC1190, Oct.1990.