

マルチメディア応用システムと QoS

下條真司

大阪大学大型計算機センター
〒567-0047 茨木市美穂が丘 5-1
Tel: 06-879-8793 FAX: 06-879-8794
shimojo@center.osaka-u.ac.jp

PC のマルチメディア化に伴い、マルチメディアを利用した分散型アプリケーションが普及しつつある。それに伴い、アプリケーションの品質をどのように保つかが問題になり、ネットワーク側も ATM, RSVP, differentiated service のような様々な形で対応しようとしている。ここでは、品質の面から見た分散型マルチメディアアプリケーションのアーキテクチャについて述べる。

Virtual Reality, differentiated service, 品質保証, QoS, Internet, RSVP

QoS for Distributed Multimedia System

Shinji Shimojo

Computer Center, Osaka University
5-1 Mihogaoka, Ibaraki 567 JAPAN
Tel: +81 (6) 879-8793 FAX: 06-879-8814
shimojo@center.osaka-u.ac.jp

In this paper, we discuss QoS issues in distributed multimedia systems (DMSs). We categorize DMS into three types, batch, adaptive and non-adaptive types. We also categorize a network service into three, best-effort, compulsory, and guaranteed and show mapping between application types and network service types. We show two examples, distributed multimedia presentation system (SMIL) and networked virtual reality for adaptive type applications.

Virtual Reality, differentiated service, QoS, Internet, RSVP

1.はじめに

PC に代表されるように個人で使う計算機上で映像、音声などのマルチメディア情報が気軽に扱えるようになり、遠隔会議や放送などネットワークを介してマルチメディア情報を利用する応用システムが普及してきた。ここではそれらを総称して分散型マルチメディアシステム(Distributed Multimedia System)と呼ぶ。DMS もこれまでのような単一のメディアだけを扱うものから、複数のメディアを組み合わせたより高度なものに変化してきている。

これら DMS はネットワークが提供するサービスの影響を受けるため、ネットワーク側もそれに対応したサービスを提供しようと変化しており、ATM のようなデータリンクレベルで QoS を提供するもの、RSVP のようなトランスポートレベルで提供するものなどが登場している。さらに、最近では differentiated service (以下、DS と呼ぶ) と呼ばれるより Internet 向きの QoS 提供方法が検討されている¹。

しかし、ネットワーク側での QoS の考え方は比較的古典的な単一のメディアのみを利用するアプリケーションにあわせたものであるため、複数のメディアを組み合わせて扱うようなアプリケーションには対応できない。ここでは DMS における QoS を含めたアーキテクチャについて述べる。

2.ネットワークとアプリケーションのモデル化

DMS のアーキテクチャを考えると、ネットワーク側が提供可能なサービスのモデルとそれに対するアプリケーションのモデルを考える必要がある。ネットワーク側の提供可能なサービスモデルは大きく 3 つに分けることができる。

1) best effort 型

インターネットに代表されるサービスであり、あらゆるアプリケーションを区別なく公平に扱おうとする。逆に言うと何の保証もしないサービス¹。

2) 領域保証型

DS や ATM の ABR のようにある程度の幅を持って品質を保証しようとするサービス。

3) 保証型

ATM の CBR や回線交換のように利用者の申告した値を完全に保証するサービス。

これに対応して、アプリケーションは次の 3 つに分けることができる。

A) バッチ型

WWW で現在一般的に行われているように ftp などのファイル転送を用いて、映像や音声を含んだファイルとして転送する方法。インターネットではもともと効果的な転送方法であり、時間がかかってもいいから、提供者と受信者の間でベストと思われる品質のコンテンツを転送し、ローカルにディスクからネットワークを経由しないで再生する。ネットワークを利用しないため、実時間性や対話性は損なわれるが、受信者にとってベストな品質での再生が行える。

B) adaptive 型

ネットワークが提供するサービスの変化に応じて、アプリケーション側である程度対応しようとするもの。現在、インターネットで行われている映像のライブ配信などがこれに当たる。受信側でバッファを設けるなどして、ネットワーク側の帯域の変化などを吸収する。また、ネットワークが混雑した場合には、映像を間引くなどして、品質を落として対応する。

C) non-adaptive 型

アプリケーションの品質を完全に保証するために、必要とする帯域などを予約することを前提としたもの。

いうまでもなく、C は 3 に対応しており、A, B は 1, 2 に対応している。

3.Differentiated Service

回線交換や ATM の提供する QoS は元来コネクションに基づくもので、コネクションごとにサービスを提供する。パケット通信主体の Internet でもこれと同様な flow に基づく QoS を提供するため、RSVP が標準化されている。その上で提供されるサービスを総称して Integrated Service と呼んでいる。しかし、Integrated Service は以下の点でもととの Internet の設計思想になじみにくく、実現が難しくなってきた。

- バックボーンでは flow の数が莫大になり、それぞれの QoS を実現することが難しい。
- コストなど資源予約に対する負の力が働かない限り、ネットワークを効率的に利用することが難しくなる。

そのため、より Internet にむいた方法として DS が現在 IETF で検討されている。この DS では Ipv4 の TOS (Type Of Service)あるいは Ipv6 の Class フィールドを用いてパケットごとにクラス分けを行い、各ルータが

¹ 文献¹に指摘されているように実は Internet ではルーティング情報のような制御パケットと通常のパケットは区別され、制御パケットの方が優先される。

クラスに応じてスケジューリングの異なる別々の待ち行列にならべたり、混雑が起り始めると優先度の低いパケットから落とすなどして、サービスの差をつける。いわば、飛行機のエコノミー、ビジネス、ファーストクラスにも似たサービスである。ネットワークごとに各クラスの扱いを変えてもいいため、結果として end-to-end でどのようなサービスになるのかは予測しにくい。パケットごと、hop by hop の扱いでよいため、Internet にはなじみやすいサービスである。

4. アプリケーションの QoS

4.1. 単一メディアの場合

単一メディア（映像のみあるいは映像と埋め込まれた音声など）の non-adaptive 型のアプリケーションでは以下の3段階で実行されることになる。

1. 望ましいアプリケーション QoS を指定する。
2. それに必要なネットワークの資源量を計算する
3. ネットワークに要求する

ただし、3の要求が満たされない場合、要求が満たされるまで待つか、アプリケーション QoS を下げて、再要求が行われる。

これまで、VOD など単一メディアの QoS に関しては多くの研究が行われてきた。望ましいアプリケーション QoS が分かれば、それに必要なネットワークの資源量はある程度予測することができる。しかし、もっとも難しいのは利用者あるいはそのアプリケーションの提供者が望ましいアプリケーション QoS を指定することである。

Adaptive 型のアプリケーションの場合、与えられたあるいは現状のネットワーク資源に対して、最善のアプリケーション QoS を実現することになる。また、定期的にネットワークを監視し、利用できる資源量に応じて、QoS を上げ下げする必要がある。その場合、アプリケーションのどのような品質を上げ下げしたいかという方針(Policy)を記述しておく必要がある。

DS の登場により、adaptive なアプリケーションはますます重要になってきている。

4.2. 複合メディアの場合

ここに来て複数のネットワーク上のメディアを統合して扱うアプリケーション (Composite Media) が登場してきた。一つは W3C(WWW Consortium)の SMIL (Synchronized Multimedia Integration Language) ⁱⁱⁱ

であり、もう一つが VRML (Virtual Reality Modeling Language) である ⁱⁱⁱ。

4.2.1. SMIL

SMIL は WWW の XML に基づく拡張であり、ネットワーク上の複数のメディアを統合するマルチメディアシナリオ言語である。これにより、画面上に複数の映像を同時に表示したり、連続して表示したりということが行えるようになる。現在、W3C で標準化が進められており、すでにサンプルを含めて、いくつかの実装が登場している。

SMIL のような複合メディアを扱うアプリケーションは個々のメディアの品質を記述する以外に、新たに以下のような機能が必要になる。

1. 複数のメディアの同期を扱う機能
2. メディア間で品質を調整する機能

1 に関しては SMIL は hard synchronization (強い同期) と呼ばれるいわば LIP Sync のようなものと soft synchronization (弱い同期) と呼ばれる映像と BGM のようなものを用意している。個々のメディアの品質を記述するための程度のある程度のシンタックスも用意されている。たとえば、ネットワーク資源によって映像の解像度を変えるような場合、サーバー側で以下のように記述しておく。

```
<switch>
  <audio src="high.rm" system-bitrate="16000" />
  <audio src="low.rm" system-bitrate="8000" />
</switch>
```

ただし、2 に関しては何も用意されておらず、また品質を調整する方針も記述できない。したがって、現状の SMIL は adaptive 型のアプリケーションは記述できない。筆者らは、品質調整の方針も含めたシナリオ記述言語を提案している ^{iv}。

4.2.2. VRML

VRML は三次元空間を記述し、ネットワーク上で共有するための言語である。VRML のビューアーは HTTP のサーバーから VRML で記述された空間を取得し、表示する。利用者はこの空間を自由にナビゲートすることができる。最近はこの空間に利用者自身をアバターとして登場させ、同じ空間にいる他の利用者との共有空間を実現するビューアーも登場している。さらに、映像や音声も利用できるようになっている。



図1 VR/QoS (背景は広島市立大学の仮想美術館)

ただし、現在のVRMLはAのバッチ型のアプリケーションであり、そのために巨大なファイルを取り込むために長時間待たされることになる。また、ライブ映像などの利用も考えられていない。

そこで、筆者らの研究グループではVRMLのビューアーにQoSの機構を組み込んでいる^v。VRMLをナビゲートしながら連続的に送ることにより、バッチ型のアプリケーションではなく、adaptive型のアプリケーションとしている。

さらに、われわれが行ったことは、QoSを利用者や空間の作成者が指定するのではなく、利用者の視点と行動の方向から重要な物体や映像を判断し、決定した。すなわち、利用者の正面にあり近い物体ほど重要であると判断し、ネットワーク資源を多く割り当てることによって高い品質を維持する。逆に、遠く、視点や進行方向からはなれている物体は低い重要度を割り当てられ、ネットワークが混雑するような場合には、品質を下げるという方法を取った。これにより、利用者はQoSを記述する必要がなくなる。

5. おわりに

上記のように複合メディアでは各メディアごとに要求するサービスが異なってくる。したがって、アプリケーションからは複数の異なる要求がネットワークに送られる。したがって、ATMやRSVPのようなコネクション/flowに基づくサービスモデルでは複数のコネクション/flowがアプリケーションに必要なことになる。このことは、アプリケーション側にとって非常に煩雑であり、ネットワーク側のサービスが使いにくい。実際、筆者の知る限り、複数のサービスクラスが異なるVCが扱えるNICカードはまだない。

その意味で、DSはアプリケーションがラベル付けをすだけでよく、また、ネットワークと交渉することなく、ラベル付けを変えられるので扱いやすい。DSの設

計の裏には再送や順序同期などの処理をアプリケーションで行おうという"Application Level Framing"という哲学がある^{vi}。この哲学はマルチキャストファイル転送や信頼性のあるマルチキャスト^{vi}、WB(ネットワーク上の共有黒板)、映像会議システムvic^{viii}などの設計に生かされている。アプリケーションとQoSの関係はもう一度考え直す時期に来ているのだろう。

謝辞: 本研究の一部は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「高度マルチメディア応用システム構築のための先進的ネットワークアーキテクチャの研究」(JSPS-RFTF97R16301)によって行われている。ここに記して謝意を表す。

ⁱ Kathleen Nichols and Steven Blake (eds.), "Differentiated Services Operational Model and Definitions," Work in Progress, Internet Drafts, Feb. 1998.

ⁱⁱ "Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL) 1.0 Specification", W3C Proposed Recommendation 09-April-1998. <http://www.w3.org/TR/PR-smil/>

ⁱⁱⁱ "VRML 97", ISO/IEC 14772-1, 1997.

^{iv} 呉 世雄, 藤川和利, 松浦敏雄, 下條真司, 宮原秀夫, <I>"分散型マルチメディアシステム Symphony におけるQoS 指定を含んだシナリオ記述言語の設計", 信学論 Vol. J79-B-I, No. 5, pp. 329-337, 1996年5月.

^v S.OH, D. KADO, T. TAIRA, K. FUJIKAWA, T. MATSUURA, S. SHIMOJO, M. ARIKAWA, and H. MIYAHARA, "QoS mapping for networked Virtual Reality System," Proceedings of SPIE Conference on Performance and Control of Network Systems, pp. 18-26, November, 1997.

^{vi} David D. Clark and David L. Tennenhouse, "Architectural Consideration for a New Generation of Protocols," Proceedings of ACM SIGCOMM 90, pp. 201-208, Sept. 1990.

^{vii} Sally Floyd, Van Jacobson, Steven McCanne, Ching-Gung Liu, Lixia Zhang, "A Reliable Multicast Framework for Light-weight Sessions and Application Level Framing," ACM SIGCOMM 95, pp. 342-356, August 1995.

^{viii} McCanne, S., and Jacobson, V., "vic: A Flexible Framework for Packet Video", Proceedings of ACM Multimedia 95, pp. 511-522, 1995.