

メタデータによるネットワーク制御

新麗

独立行政法人 通信総合研究所 情報通信部門 非常時通信グループ

〒184-8795 東京都小金井市貫井北町4-2-1

Tel: 042-327-6243, Fax: 042-327-7941, E-Mail: ray@crl.go.jp

三宅 滋, 新 善文, 木谷 誠

株式会社日立製作所, E-mail: yake@sdl.hitachi.co.jp, atarashi@ebina.hitachi.co.jp,

kitanim@crl.hitachi.co.jp

下條 敏男

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科, E-mail: toshio-s@dl.aist-nara.ac.jp

概要

ネットワーク技術の進歩により、ネットワークサービスの数や種類が爆発的に増加し、管理技術が重要となってきた。また、これまでの技術では難しかったサービスの優先制御も可能になりつつある。これらのサービスを利用するのはコンテンツであり、流通するコンテンツが持つ内容、性質を記述するメタデータが、コンテンツとネットワークの仲介として重要な役割を果たす。本稿では、メタデータのネットワーク制御への応用方法を提案し、その有効性を実証する。また、ネットワーク制御において、メタデータに求められる役割をまとめる。

キーワード

メタデータ, インターネット制御, 通信品質保証

Network Control Using Metadata

Ray S. Atarashi

Emergency Communications Group, Communications Research Laboratory

4-2-1 Nukui-Kitamachi, Koganei, Tokyo 184-8795

Tel: 042-327-6243, Fax: 042-327-7941, E-Mail: ray@crl.go.jp

Shigeru Miyake, Yoshifumi Atarashi, Makoto Kitani

Hitachi, Ltd., E-mail: yake@sdl.hitachi.co.jp, atarashi@ebina.hitachi.co.jp, kitanim@crl.hitachi.co.jp

Toshio Shimojo

Nara Institute of Science and Technology, E-mail: toshio-s@dl.aist-nara.ac.jp

Abstract

New network technologies increase the number and kind of network services, network management technologies become important. Priority control of service is about to be implemented though it was difficult technology. Since the contents use these services, Metadata that describe subject and property is important to mediate contents between network. In this paper, we describe our architecture of metadata application for network control, evaluate usability of the architecture. We also clarify the role of metadata on the network control.

Keyword

Metadata, Internet Control, Quality of Service

※本論文は第23回デジタル図書館ワークショップの論文です。

1. はじめに

次世代インターネット技術が次々と開発される中で、インターネットの常識が変わり始めている。転送速度が早くなり、音声や画像などマルチメディアデータの転送が容易になったことで情報流通が増え、これまで容量の問題で転送できなかったあらゆる情報がインターネット上を流通するようになってきた。また、次世代のプロトコル技術 IPv6 [1] により、インターネットに接続できる機器の数も種類が増え、いずれ自動車や家電製品を接続するための研究も進んでいる。IPv6 は P2P などのサーバを介さない直接通信の実現にも役立つため、新しいネットワークアプリケーションの出現が期待されている。さらに新しい技術としては、これまでベストエフォートつまり、データが届く順番や時間のゆれが保障されなかったであったインターネットに、通信の品質を保障する QoS (Quality of Service), COS (Class of Service) が実現されようとしていることである。電話の通信保障とは違う概念で、ネットワークの特性を生かした帯域の確保や、転送の方法を工夫することによる転送時間のゆれの制御などの技術が開発されている [2]。

本来、これらのインターネット技術は、初期のインターネット技術に対するアプリケーションからの不満が動機となって開発が始まったものである。ところが、インターネットは初期技術のまま発展し、それに合わせたアーキテクチャがすでに構成されている。これらのネットワークに新しい技術を適用していくためには、アプリケーションも含めた新しいアーキテクチャが必要である。さらに、QoS/CoS を実現するためには、インターネットのポリシー制御が必要であるが、現在そのような仕組みは実現されていない。

一方、インターネットアプリケーションは、メールやファイル転送の時代から World Wide Web の登場によって飛躍的に発展し、現在ではデジタルコンテンツに注目が集まっている。インターネットの新技术開発に取り組んだ時点では予期されなかったサービスやコンテンツが出現しており、インターネット技術に対する要求も多様化している。ところが、現在では、サービス単位程度の大まかな単位でしか制御する方法がない。その理由のひとつは、アプリケーションやコンテンツは無秩序で、情報の内容を人間が判断しなければならず、機械化が難しいと考えられていたことにある。

それを解決し、コンテンツの世界に構造を持ち込んだのがメタデータである。メタデータは、情報の内容を記述することで情報発見を容易にすることを目的とする技術である。同時に、情報の構造化を実現し、コンテンツを機械で効率的に扱うことを可能にする。メタデータには内容に関連する情報として、データの形式、エンコード方法や性質、作成者などの情報が記述されており、これらは、ネットワークのきめ細かい制御を行うにあたって必要な情報となる。例えば、途切れずに送りたい音声データを Web で配信する場合、従来のサービス単位のインターネット制御であれば、Web を利用する限り、テキストデータと区別する方法がないが、メタデータには音声データであることが記述されている。このメタデータ情報をネットワーク制御に伝達できれば、音声とテキストデータの区別が行われるため、音声は優先させ、テキスト情報は多少遅れても確実に転送する、などの制御が可能となる。

このように、ネットワークの制御にはアプリケーションやコンテンツからの情報が不可欠であるが、現在はこの情報を伝達するしくみが存在しない。本稿では、この情報としてメタデータを利用し、メタデータを利用したインターネットアーキテクチャを提案し、その応用を考察する。

メタデータをインターネット制御に応用する利点は次の通りである。まず、ユーザやアプリケーションがもつ転送への要求を、インターネットに伝えることが可能となることで、ユーザが要求するきめ細かな制御を行うことができる。次に、同一サービスによる通信においても、コンテンツやデータによって優先度を変えることができる。つまり、同じ Web サービスを利用して、テキストと音声とで優先度を変えることも可能となる。さらに、これまでネットワーク制御はネットワーク機能の中で行っていたため、管理者の違うネットワーク間で協調して同じような品質を保証する転送を行うのは困難で、このためには高性能のネットワーク機器とスキルの高い管理者が必要であった。メタデータを扱うコンテンツ、アプリケーションの世界では、ネットワークの層はシームレスな概念となって見えず、アプリケーションでの要求は一致

することが容易である。そこで、通信するアプリケーションからの要求を、互いのネットワークに対して伝達すれば、違うネットワーク間で同様の品質保証を実現することが可能となる。

本稿では、まず次世代インターネット技術としてIPv6による新しい可能性と、品質保証による新しいインターネットの概念をまとめる。次にメタデータによるネットワーク制御のアーキテクチャを提案し、

2. 次世代インターネットの技術

次世代インターネットを支える大きな技術には、インターネットプロトコルIPv6と、通信の品質保証技術とが挙げられる。本節では、これらの技術動向と応用について述べる。

2.1 IPv6 とアドレス

現在のインターネットは、IPv4と呼ばれるインターネットプロトコルで実現されている。IPv6は次世代のインターネットプロトコルとして研究開発と標準化が進められ、現在では実運用の段階に入ってきている。IPv4は、今後増え続けるネットワーク機器につけるだけの十分なアドレス空間がないことから開発が始まったIPv6であるが、単にアドレス空間が増えるだけでなく、様々な機能が盛り込まれている。特に、セキュリティ技術の組み込みは、現在のインターネットの状況を考慮すると最も重要なポイントとなると考えられ、現在、モデル作りが行われている。

アドレス空間が増えたことで、まずは接続できる可能性のあるネットワーク機器が爆発的に増加した。最近では、モバイル機器や家電などにインターネットを接続する実験が行われている。また、アドレス不足のためローカルアドレスを使用していた機器がすべてグローバルアドレスを持つと、P2P (Point-to-Point) と呼ばれる直接通信をしようとしたアプリケーションの増加も予想される。IPv6の実用化で、インターネットのアーキテクチャが変わりつつある。

2.2 通信の品質保証

通信の品質保証 (QoS, Quality of Service) 技術の研究は古くから行われており、様々な解決の試みがある。ここでは、最近注目を集めている、ネットワークレベルでのQoS技術、Diffservを概観する。Diffserv [3] は、ネットワークにおける転送サービスに複数のクラスを設け、流通するデータの流れをネットワークの入り口でクラスに分類して、それぞれのクラスに応じたパケットの転送を行うことにより情報流通を制御する機構である。

各クラスごとに、バッファや帯域の割り当てなどがあらかじめ決められており、個々のアプリケーションの流れを集約したクラスに対して、QoSを制御する。これらのクラスは、IPパケットのヘッダに書き込まれ、ルータなどのネットワーク機器は、これに沿って転送を制御、区別する。

Diffservの簡単な仕組みは以上であるが、ここで問題となるのはクラスをどう決めるかである。IETF (Internet Engineering Task Force) [4] では、これまではこの点については議論されていなかったが、先日、ガイドラインの提案がなされた [5]。まだ議論中であるが、サービス単位でのガイドラインは規定される方向に動いている。しかし、これはあくまでもサービス単位であって、先に述べたような、アプリケーションからの細かい制御の要求ができるわけではない。そこで、メタデータによるネットワーク制御のアーキテクチャを提案する。

3. メタデータによるネットワーク制御

ネットワーク制御に関しては、現在、XMLを利用してネットワーク機器を制御するための開発と標準化活動に注目が集まっている。現状のネットワーク機器は、製品、製造者ごとに設定方法が異なり、管理が煩雑であるため、XMLを共通インタフェースとして、統合的に管理したいという動機によるものである。我々は、ネットワーク機器の種類が増大や、QoS制御を行うにあたっては、ネットワーク機器の設定だけをXMLに置きかえるのではなく、アプリケーションを含めた総合的なアーキテクチャが必要と考えた。まず、インターネットの利用、管理に関わる様々な立場から要求を洗い出す。

ネットワーク利用者としては、必要な情報が必要な時に入手できる、つまり、情報の検索機能と十分な帯域と制御されたネットワークが必要となる。これにはまず、検索が効率よく行えるようにコンテンツ、リソースのメタデータが記述されていることが必要である。また、このような要求は同時に、ネットワーク制御にも伝えられる必要がある。なぜなら、どのように転送するかという細かい要求は、利用者でなければ指定できなからである。しかし、利用するたびに意識して要求することは不可能なため、データ形式や優先度に関する情報を自動的に選択する機能が必要であり、また、これらをネットワークに伝えるためのアプリケーションインタフェースも検討しなければならない。

ネットワーク管理者からは、数多くのネットワーク機器を一括で管理したいという要求がある。また、接続されているネットワークの状況を確認したり、管理することも必要である。現在、ネットワーク接続図からネットワーク設定を行うには熟練した技術が必要であり、接続図には互換性もない、再利用と互換性に対する要求は強く、近年、このような接続図をXMLに変換するツールが開発される動きもある。またネットワーク機器が出力する管理用のデータを収集し接続図や状態を表すネットワーク管理ツールは多く開発されているが、これらは独自フォーマットであり、今後XMLなどで管理することを考えた場合には変換していく必要がある。これらのネットワーク管理機能の簡易化、明確化を実現するために必要となるのは、データ管理のためのデータベースであり、表現形式としては、XMLが上まっている。すると、データモデルとしてメタデータとRDFの概念が必要となり、アーキテクチャとして取り入れていく必要がある。さらに、ユーザからもネットワーク管理者からも必要な機能として、運用と転送のポリシーの管理がある。特に、品質保証や優先制御を行う場合、ポリシーを決定しそれをネットワーク制御に応用する仕組みは重要である。ネットワーク層におけるポリシーの定義に関しては、DTMF [6]等で議論されているが、コンテンツまで意識したモデルではないため、十分でない。

我々が提案するメタデータによるネットワーク制御のアーキテクチャを図1に示す。リソースはメタデータをもち、Dublin CoreにおけるFormatなどにあたる、データ形式などをネットワーク制御機能に伝える。ネットワーク管理機構は、音声データなど他のデータと区別して転送する場合には、その情報を得て、必要であれば機器の設定変更を行うかを決定する。その際は、ポリシーの情報、つまり設定変更が可能かどうか、との連携が重要である。これらの情報をもとに、XMLを使用して、ネットワーク機器を設定する。ネットワーク機器は、現状ではバックボーンを支える大型のルータを想定しているが、いずれSOHOルータやモバイル機器なども対象になると考えている。ルータなどが出力するネットワーク管理情報は、SNMP (Simple Network Management Protocol) などを用いて収集される。これらもXMLで管理できれば、ポリシー情報へのフィードバックも可能になる。

4. アーキテクチャの評価

以上のように、メタデータをインターネット制御に応用したアーキテクチャに移行すると、これまでのインターネットに比べて以下のような利点がある。

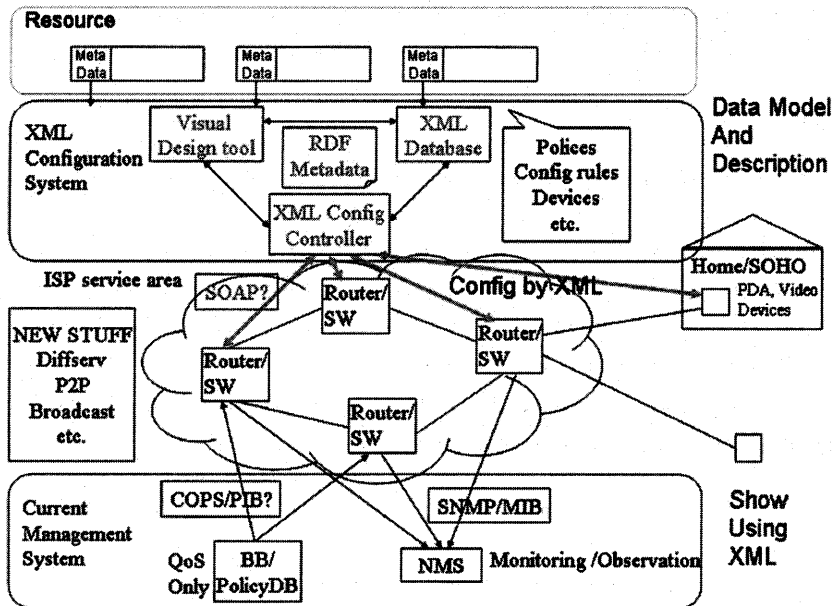


図 1. メタデータによるネットワーク制御のアーキテクチャ

まず、これまでは転送のポリシーはネットワーク層で判断されてきたが、メタユーザやアプリケーションがもつ転送への要求を、メタデータを使って、インターネットに伝えることによって、ユーザが要求するきめ細かな制御を行うことができる。

次に、同一サービスによる通信においても、コンテンツやデータによって優先度を変えることができる。つまり、同じ Web サービスを利用して、テキストと音声とで優先度を変えることも可能となる。これに関しては、シミュレーションと実験を行った。用意された帯域(10Mbps)以上のデータ(100Mbps)を流した場合、メタデータを持たない 1Mbps の通信は輻輳し、(図 2)、メタデータで優先度を指定した 1Mbps 通信は問題なく転送される(図 3)ことが確認された。

さらに、これまでネットワーク制御はネットワーク機能の中で行っていたため、管理者の違うネットワーク間で協調して同じような品質を保証する転送を行うのは困難で、このためには高性能のネットワーク機器とスキルの高い管理者が必要であった。メタデータを扱うコンテンツ、アプリケーションの世界では、ネットワークの層はシームレスな概念となって見え、アプリケーションでの要求は一致することが容易である。そこで、通信するアプリケーションからの要求を、互いのネットワークに対して伝達すれば、違うネットワーク間で同様の品質保証を実現することが可能となる。

5. まとめ

次世代ネットワーク技術を生かすには、コンテンツの流通情報を得ることが不可欠である。このためには、コンテンツがメタデータを持ち、それが機械によって制御可能であり、適切なインターフェースを使用し

てインターネット制御に生かされる必要がある。今後、現在欠けているアプリケーションインタフェースの開発にあたりとともに、ネットワークシステムとしての動作を定義していく。

参考文献

- [1] クリスチャン・ウイテマ: "IPv6 次世代インターネット・プロトコル", プレンティスホール出版, Jan., 1997.
- [2] 小島 稔, 三宅 滋, 平島陽子: "ポリシーベースによる QoS 制御", オーム社, Sep., 2001.
- [3] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss: "An Architecture for Differentiated Services", RFC2475, IETF, Dec., 1998.
- [4] Internet Engineering Task Force, (<http://www.ietf.org/>)
- [5] Fred Baker: "Recommended Packet Marking Policy", Internet- Draft, IETF, July, 2002.
- [6] DMTF: Distributed Management Task Force, (<http://www.dmtf.org/>)

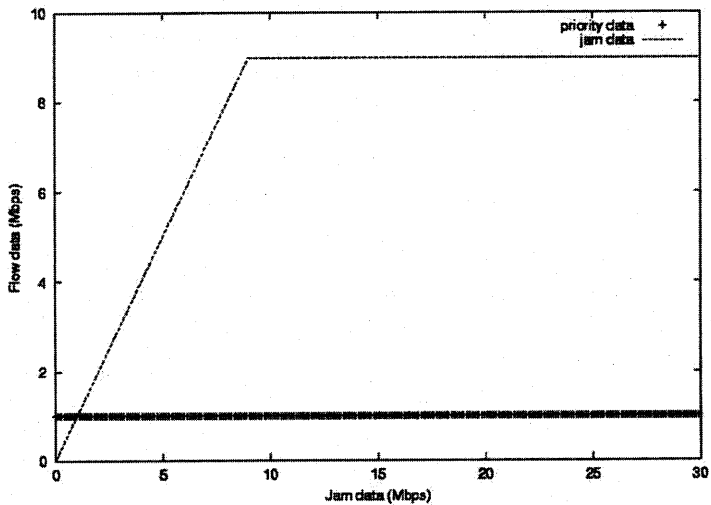


図2. メタデータによる優先制御を行わない通信

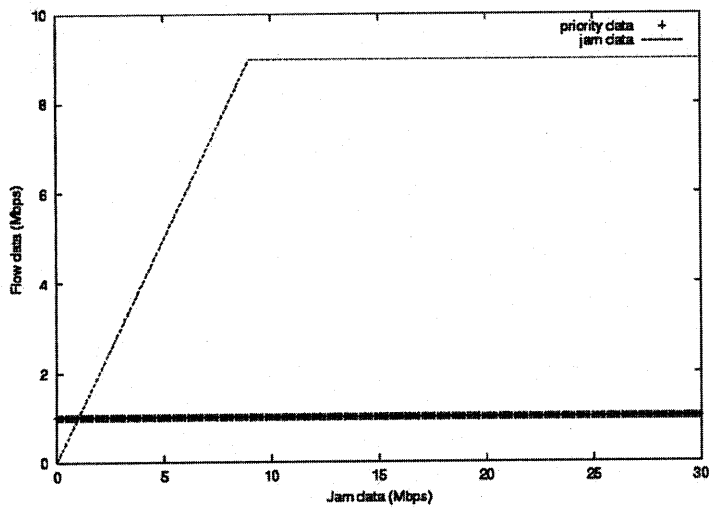


図 3. メタデータによる優先制御を行った通信