

IPv6 Flow Label を用いた優先度制御システムに関する研究 Research on a Priority Control System with IPv6 Flow Label

許 鑫†
Xu Xin

長坂 康史†
Yasushi Nagasaka

1. はじめに

近年、情報技術の発展により、多くのデータがネットワークを利用して通信されるようになってきた。これらのネットワークではデータの重要性は考慮されず、どのデータも平等に扱われている。しかし、インターネットサービスは多種多様であり、具体的なアプリケーションとしては、Web アクセスや電子メールなどのリアルタイム性が低い情報とともに、よりリアルタイム性の高い情報を送受信する必要がある IP 電話のようなアプリケーションが出てくるなど、それぞれ要求される品質が異なるトラフィックが混在してきた。このような状態から、データのリアルタイム性や重要度を考慮した優先度制御が必要であると考えられる。

従来 IPv6 の優先度制御は Traffic Class を用いて、データのクラスや送信アドレスによって、優先レベルを決める^[1]。しかし、データが同じクラスを持っていた場合の優先度制御が考えられていない^[2]。

そこで本研究では、IPv6 ヘッダ^[3]の一つである Flow Label に着目し、このフィールドを利用して個別パケットの優先度制御を実現することを目的とする。

2. 提案手法

本研究では、パケット通信の優先度を特定し制御するために、IPv6 ヘッダの Flow Label の値を利用することを提案する。

Flow Label^[4]は、RFC3697 により IPv6 に新たに追加されたフィールドである。このフィールドの使用方法は明確にされていないが、Flow Label フィールドは 20 ビット、そのデフォルト値は 0 になっている。



図1 Flow Label 構築

本提案の Flow Label フィールドの構築を図1に示す。最後の4ビットに優先度値を挿入する、優先度は高優先、中優先、低優先と非優先の四段階とする、Flow Label の値が0の時が非優先で、値が大きくなるにしたがって優先度が高くなる。提案手法を利用したシステム構築を図2に示す。送信ホストにおける送信パケットの生成には、Libnet ライブラリを用いる。各パケットの Flow Label に優先度値を付加し、ルータまで通信する。ルータでは、受信パケットのヘッダ部を Libpcap ライブラリを利用して読み取る。

† 広島工業大学大学院

その後、それぞれのパケットの持つ Flow Label の値に基づき、優先度を持った送信バッファに挿入する。

この方法では、既存の IPv6 ヘッダの Flow Label フィールドを利用し、ヘッダを拡張する必要がないため、余計な処理時間がかからないこと、また、システムに大きな変更を加える必要がないことが利点として挙げられる。

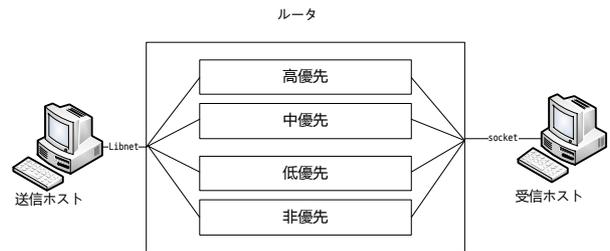


図2 システム構築

3. 提案手法

本研究の提案システム有効性と性能を検証するため、Libnet の通信速度、提案手法の有効性とルータでの処理時間の計測を行った。

3.1 測定環境

測定には2台のPCと1台のルータを使用した。その2台のPCと1台のルータのスペックを表1に示す。また、実験セットアップを図3に示す。

表1 マシンスペック

マシン	PC	ルータ
OS	Fedora 13	Fedora 13
CPU	Pentium4 2.4 GHz	Intel Core2Duo E4500 2.2 GHz
RAM	512 MB	3 GB
NIC	Intel Ethernet Pro 100	Intel 82566DC-2 Gigabit RTL-8169 Gigabit Ethernet
kernel	Linux 2.6.33.3-85.fc.i686.PAE	Linux 2.6.33.3-85.fc.i686.PAE

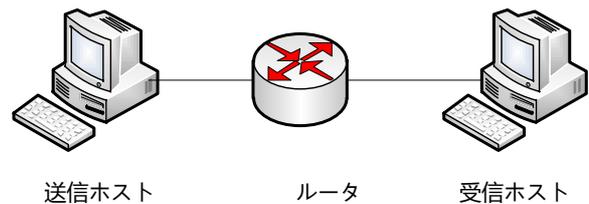


図3 実験セットアップ

3.2 Libnet の通信速度測定

本提案では、送信パケットを構成し、そのパケットを送信するためのライブラリとして Libnet を利用している。そのため、Libnet の通信速度を測定した。

図 4 に送信データサイズに対する通信速度の結果を示す。図よりわかるように、Libnet および socket を用いた通信速度を示す。1024 Kbytes 以下の通信データを送信した場合、Libnet の速度は Socket より速いことがわかる。この原因は Libnet がネットワーク層で、TCP プロトコルを使わないからであると考えられる。

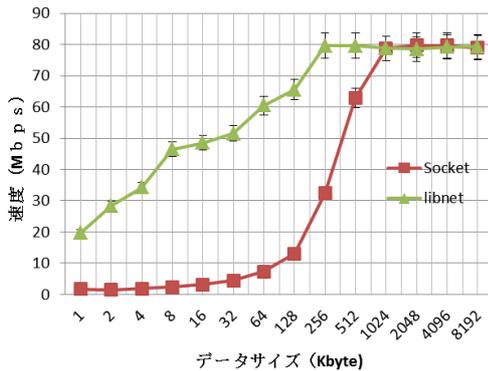


図 4 Libnet と Socket の通信速度

3.3 優先度制御の有効性

提案した優先度制御の有効性を検証するため、パケットのルータで転送時間の測定を行った。通信パケットのうちヘッダ部分を除いた、本来転送したいデータ本体である Payload が同じであり、優先度が違う二つのパケットを構成し、二つのパケットを同時に送信する。その後、二つのパケットのルータで転送時間を測定する。測定はルータ内で行い、パケット受信時間からと送信時間の差を測るをことで行う。優先度レベルが高いパケットより低いパケットの方の転送時間が長いことがわかる。また、後から到着した優先度レベルが高いパケットが、先に送り出されていることがわかる。

図 5 の測定結果を見ると、100 Byte 時は優先度が低いパケットの転送時間は 220 us、高い方が 250 us である。優先度の高いパケットの転送時間の方が 30 us 速く、提案した優先度制御が有効であることがわかる。

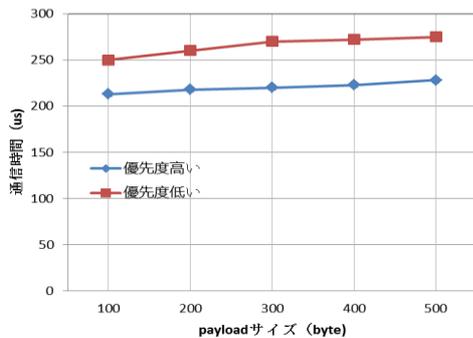


図 5 優先度の違うパケットの通信時間

3.4 ルータの処理時間測定

本研究で提案した手法の効率を検証するため、ルータでの処理時間の測定を行った。送信側で生成されたパケットがルータで受信されてから送信されるまでの時間を測定した。測定結果を図 6 に示す。図では研究で提案した優先度制御を行った場合を処理あり、また行わなかった場合を処理なしルータでの処理時間としてを表して。この図からわかるように、両者の処理時間はほとんど同じである。この結果から、ルータに Flow Label の処理を付加したとしても、通信速度に大きな影響を与えないことがわかる。

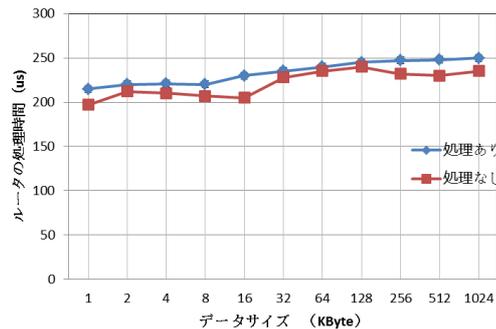


図 6 Flow Label を用いた優先度制御を実現したのルータ処理時間

4. まとめ

本論文では、個別パケットの優先度制御を実現するために、IPv6 のヘッダ情報の一つである Flow Label に着目し、このフィールドを利用して優先度制御を実現した。その結果、IPv6 のヘッダの Flow Label 値を利用することによって、パケット通信の優先度を制御できることがわかった。また、性能評価試験を行ったところ、提案システムを導入したとしても、通信速度に大きな影響を与えないことがわかった。これらのことから、本研究で提案した Flow Label を利用した優先度制御が有効であることがわかった。今後、優先度制御を広域ネットワーク上で利用した場合の問題などについて検討するとともに、優先度の低いパケットの効率的な制御についても考えなければならない。

参考文献

- [1] R. Guerin et al., "Quality-of-Service in Packet Networks: Basic Mechanisms and Directions", Invited Paper. Computer Networks 31:169-179, (1996)
- [2] 山内 長承, 河内谷 清久仁, 串田 高幸. "インターネット上の動画転送を意識した動的 QoS の制御", 情報処理学会研究報告, 96(20), 19-24, (1996)
- [3] R. Hinden, S. Deering, "IP Version 6 Addressing Architecture;" RFC2373, (1998)
- [4] J. Rajahalme, A. Conta "IPv6 Flow Label Specification;" RFC3697, (2004)