

QoSに基づく帯域割り当て方式*

5G-5

井口 昭人 立川 敬行 桧垣 博章 滝沢 誠†

東京電機大学‡

e-mail{igu, tachi, hig, taki}@takilab.k.dendai.ac.jp

1 はじめに

分散マルチメディアの普及により、インターネットを用いて複数のプロセスが互いに協調動作を行なうようなシステムが実現されつつある。これらのシステムでは、映像や音声などの連続メディアデータを通信し合う応用が実現されてきている。これらの応用に対して利用者は様々な要求を持つようになって来ている。ここで、ネットワークは利用者の要求に対して一定の品質を保障して通信を行なう必要がある。このために各コネクッションに対して一定の帯域幅を確保する必要がある [1]。

そこで、本論文では利用者の要求するサービス品質の定式化とレベル分けを行なう。これにより、保障されている範囲内で帯域幅を変更する事によって、各利用者のサービス要求を満足させる帯域割り当て方式を考える。

2 システムモデル

2.1 通信形態

本システムは、複数のプロセス p_1, \dots, p_n が高速な専用線によって、図1に示すように接続されてグループを形成しているものとする。各プロセス $p_i (i=1, \dots, n)$ は、それぞれ中央にある管理プロセスと接続している。

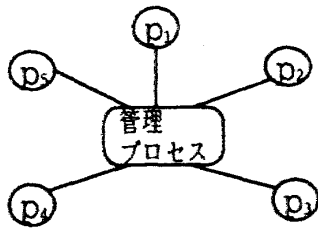


図1: システムモデル

管理プロセスは、各プロセスから送信されるデータを各宛先に送信する。また各プロセスとの間に接続されているネットワークの帯域を管理し、その情報を全プロセスに送信する。これにより、管理プロセスおよび各プロセスでは同じ状態情報を持つことになる。

2.2 サービスの定式化

電子授業や電子会議などといったグループ通信では、オーディオの音声やビデオの映像といった連続メディアの通信を行なっている。利用者は、これらの連続メディアが提供するサービス品質 (QoS) に対して様々な要求を行なうことができる。例えば、電子会議などで、ある人は話手の映像を高品質なもので受信したいが音声は低品質なものでかまわない、またある別の人は逆に音声は高品質なものを受信したいが映像は低品質なものでかまわないなどといった要求を行なうことが考えられる。このように利用者の出す要求は多種多様なものになって来ている。これらの要求を全て満足させることは不可能であ

る。そのため、本論文では、利用者の要求を定式化することによって、利用者の行なうことの出来る要求を制限することを考える。またこの時に、各要求を満足させるために必要な帯域を、ある程度の幅を持たせて与えることにより、利用者の要求が保障されている範囲内で帯域幅を変更し、それによってネットワークの帯域を十分に利用することを考える。表1に、サービスに対する利用者要求の定式化を行なった例を示す。

表1: 利用者の要求するサービス品質

オーディオ	ビデオ	伝送帯域
電話音声	ビデオクリップ 1 フレーム / 秒	9.6 ~ 14.4kbps
電話音声	準動画 ビデオクリップ	14.4kbps ~ 28.8kbps
AM 放送	1/4 画面 疑似動画	28.8kbps ~ 64kbps
AM 放送	1/4 画面 準動画	128kbps ~ 500kbps
FM 放送	1/4 画面 完全動画 VTR 画面 準動画	500kbps ~ 1.5Mbps
音楽 CD	完全動画	1.5M ~ 6Mbps
音楽 CD	テレビ放送	6Mbps ~

表内の動画の画素数、フレーム数は以下の通りである。

- ビデオクリップ: 80×60 画素
- 1/4 画面: 180×120 画素
- VTR 画面: 360×240 画素
- テレビ放送画面: 720×480 画素
- 疑似動画: 3 ~ 5fps
- 準動画: 10 ~ 15fps
- 完全動画: 24 ~ 30fps

2.3 帯域割り当ての目的

本提案方式では、コネクション時に利用者が要求するサービスに対する帯域の予約を行なうことにより、利用者に対して高品質なサービスを提供すると共に、帯域の有効的な利用を行なう。本帯域割り当て方式の目的は以下の3つである。

- サービスの保障されている範囲内で帯域幅を変更することにより各プロセスでサービス品質を満足させる。
- サービス品質が満足できる場合は、そのサービスに対して与える帯域幅を最大にする。
- サービス品質が満足できない場合は、可能な限りの帯域を与える。

*QoS Based Bandwidth Allocation

†Akihito Iguchi, Takayuki Tachikawa, Hiroaki Higaki, and Makoto Takisawa

‡Tokyo Denki University

3 帯域割り当て手順

グループ内における、各プロセスに対する帯域割り当ては、以下に示す手順を経て決定される。

- (1) 各プロセスは、自分の送信する宛先と自分の送信できるサービスの最大品質を管理プロセスと他の全てのプロセスに送信(送信者要求)。
- (2) 自分宛に来る要求に対して送信して欲しい最低品質を決定し、管理プロセスと他の全てのプロセスに送信(受信者要求)。

利用者は送信者要求として、宛先に対して自分の送信することのできるサービスの最大の品質を全てのプロセスと管理プロセスに送信する。サービスの最大の品質というものは、表1の例を用いると、プロセス p_i は p_j に対してビデオの映像を最大1/4画面疑似動画で送信することが出来る、という情報を送信する。これは、プロセス p_i は映像を送信するのに帯域を 28.8 ~ 64kbps 確保することが出来ることを意味している。

また、利用者は受信者要求として、全てのプロセスから送信者要求を受信する。そのなかで、自分宛に来ているサービスの要求について、自分がこのサービスを最低限どの品質で受信したいかを全てのプロセスと管理プロセスに送信する。例えば、プロセス p_i から p_j に対して最大映像を1/4画面疑似動画で送信できるという送信者要求が来ていたとする。ここで、 p_j は最低限受信したい品質の準動画で受信したい、という要求を送信する。すなわち、プロセス p_j では 14.4 ~ 28.8kbps の帯域を確保することが出来ることを意味している。

全てのプロセスが送信者要求と受信者要求を受信した後に帯域の割り当てを行なう。帯域の割り当てを行なう際に、以下に示すことを満足させるように帯域を割り当てる。

- サービスを満足させる帯域がある場合 ... 与える帯域の最大化
- サービスを満足させる帯域がない場合 ... 可能な限りの帯域を提供

4 帯域割り当て例

プロセス p_i , p_j , p_k がそれぞれ 10Mbps の専用線によって接続されているモデルを考える。ここで、送信者要求と受信者要求が表 2, 3 のように出された場合について考える。

表 2: 送信者要求

送信元	宛先	要求
p_i	p_k	テレビ映像
p_j	p_k	完全動画
	p_i	FM 放送
p_k	p_i	音楽 CD

表 3: 受信者要求

	送信元	要求
p_i	p_j	FM 放送
	p_k	音楽 CD
p_j	—	—
p_k	p_i	テレビ放送
	p_j	完全動画

まず、プロセス p_i について考える。 p_i には、 p_k からテレビ放送で送信して欲しいという要求が来ており、さらに p_j と p_k に対して各々 FM 放送、音楽 CD で送信して欲しいという要求を出している。現在 p_i の使用できる帯域は 10Mbps である。いま、 p_i での要求を全て満足させる為に必要な最低帯域は 8Mbps(=6+0.5+1.5) である。そのため、これらの要求に対して与える帯域の最大化を行なう。つまり、テレビ放送は 7.5Mbps(=10×{6/(6+0.5+1.5)}), FM 放送と音楽 CD はそれぞれ 0.625Mbps、

1.875Mbps となる。

同様にして p_k について考える。 p_k には、 p_i から音楽 CD で送信して欲しいという要求が来ており、 p_i と p_j に対してそれぞれテレビ放送、完全動画で送信して欲しいという要求を出している。要求を全て満足させる為に必要な最低帯域は 9M(=1.5+6+1.5) である。このため、これらの要求に対して与える帯域の最大化を行なうと、音楽 CD, テレビ放送, 完全動画はそれぞれ 6.6Mbps, 1.6Mbps, 1.6Mbps となる。

全てのプロセスにおける帯域がわかっただけで、それぞれ同一の要求、例えば p_i が p_j に出す要求と p_j が p_i から出される要求について、比較を行ない値の小さい方が最終的に割り当てる帯域となる。つまり、この例の場合を考えると表 4 のようになる。

表 4: 決定された帯域割り当て

送信元	宛先	帯域
p_i	p_k	6.6Mbps(テレビ映像)
p_j	p_k	1.6Mbps(完全動画)
	p_i	0.625Mbps(FM 放送)
p_k	p_i	1.6Mbps(音楽 CD)

次に先の例と同様なシステムで送信者要求と受信者要求が表 5, 6 のように来た場合を考える。

表 5: 送信者要求

送信元	宛先	要求
p_i	p_k	テレビ放送
p_j	p_k	テレビ放送
p_k	p_i	音楽 CD

表 6: 受信者要求

	送信元	要求
p_i	p_k	音楽 CD
p_j	—	—
p_k	p_i	完全動画
	p_j	テレビ放送

先程の例と同様に p_i では、音楽 CD とテレビ放送に対して与える帯域はそれぞれ 2Mbps, 8Mbps となる。次に p_k では、音楽 CD と p_i からの要求であるテレビ放送と p_j からの要求であるテレビ放送の要求を全て満たす為に必要な最低帯域は 13.5Mbps(=1.5+6+6) となり、利用できる帯域の 10Mbps を超えてしまっている。このために、これらの要求を全て満たすことが出来ない為にくつかの要求のレベルを下げなければならない。ここで、受信者要求をみてみると、 p_k は p_i からの要求を最低完全動画で受信したいことになっている。この場合の帯域の割り当ては次のようになる。まず、音楽 CD と完全動画とテレビ放送という要求を全て満たす為に必要な最低帯域は 9Mbps(=1.5+1.5+6) である。そのため、これらの要求に対して与える帯域の最大化を行なうと、音楽 CD と完全動画とテレビ放送に対して割り当てられる帯域は、それぞれ 6.6Mbps, 1.6Mbps, 1.6Mbps となる。

5 まとめ

本論文では、映像や音声などといった連続メディアに対して、利用者が要求するサービスに割り当てる帯域の割り当て方式について論じた。帯域を割り当てるための手法として、利用者の要求するサービスを定式化する方法を述べた。

参考文献

- [1] Bolla, A., Davoli, F., and Marchese, M., "Bandwidth Allocation and Admission Control in ATM Networks with Service Separation," *IEEE Communications Magazine*, Vol.35, No.5, 1997, pp.130-137.