

ATM網におけるバーストレベルのトラヒック制御のモデル化

5C-8

高橋 淳一 和田 光弘 相田 仁 齊藤 忠夫

東京大学 工学部

1. はじめに

B-ISDNおよび高速LANを実現するATM網では、バースト性を持つトラヒックを伝送路に多重収容し、統計多重効果を得ることによる網資源の有効利用が期待されている。しかし、ユーザの申告するトラヒック特性により呼設定時にのみ使用帯域の割り当てを行うコールレベルのトラヒック制御では、ユーザの要求するQOS(Quality of Service)を保証するためにセルの廃棄、遅延の生じる可能性がある。

本稿では、呼接続中に帯域割り当ての変更を行うバーストレベルのトラヒック制御の一方式について、セル廃棄率、遅延時間等の特性の検討を行い、制御方式の簡単な近似モデルとの比較を行う。

2. バーストレベルのトラヒック制御

大容量ファイル転送のような高速データ通信では、データ転送時のトラヒックをバーストとみなすと、バーストごとに帯域の割り当てを行わなければ網の使用効率が大きく低下してしまう。このため高速データ通信では、バーストごとに帯域の割り当てを行うバーストレベルのトラヒック制御を用いることにより、網の使用効率の向上が期待できる。バーストレベルのトラヒック制御方式としてはFRP(Fast Reservation Protocol)が知られているが、ここではFRPを高速データ通信に適用した制御方式を提案する。以下にこの制御方式について述べる。

まず呼設定時の制御は、論理的なVC(Virtual Channel)の設定のみで帯域の割り当ては行わない。次にバーストが発生した場合の制御は、端末が交換機に対してバーストの特性を示す情報を送り、バーストの転送に必要な帯域の確保が可能であるかどうかの問い合わせを行う。帯域の確保が可能な場合は、帯域の確保を行った後バーストの転送を行う。帯域の確保が不可能な場合は、バーストに遅延を与える。ここで帯域の確保が不可能であると判定した交換機は、ユーザの申告するバーストの特性の情報により使用中である帯域が解放される時刻を求めることが可能である。したがって、交換機は端末に対して帯域の確保が不可能であるという情報と共に帯域が使用可能となる時刻を知らせ、その時刻までバーストに遅延

を与えることができる。すなわち帯域の確保が不可能な場合は、帯域の使用が可能となる時刻になれば瞬時に帯域の確保を行えるように予約を入れておけることにする。この場合バーストには遅延が与えられるが、遅延時間の大きい場合はバースト単位でセル廃棄を行うものとする。ここで、セル廃棄を行わない最大の遅延時間を許容最大遅延時間とする。

3. シミュレーションによる性能評価

3.1. シミュレーションモデル

バーストレベルのトラヒック制御方式の基本的な性能を評価するため、一つの伝送路にトラヒックを多重する最も単純な場合について検討してみることにする。ATM網のUNI(User Network Interface)の伝送速度は156Mbpsまたは622Mbpsであるので、伝送速度622MbpsのUNIの伝送路においてトラヒックを多重する場合のセル廃棄率特性についてシミュレーションを行うことにする。シミュレーションモデルを図1に示す。このモデルでは、加入者交換機と端末の間でマルチプレクサによりトラヒックを多重する。また、制御情報のやりとりは端末と加入者交換機間でのみ行われるので、制御情報の伝搬遅延時間は無視することにする。

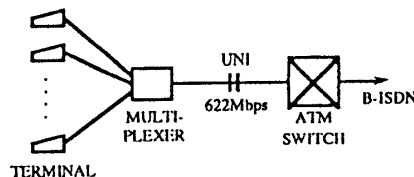


図1 シミュレーションモデル

3.2. トラヒックモデル

端末において発生するトラヒックには2状態ON/OFFモデルを用いた。このトラヒックモデルを図2に示す。このモデルはバースト転送時がON状態、それ以外がOFF状態で、バースト長(バーストの総データ量)、バースト発生間隔時間、ピークセル速度の三つのパラメータによってトラヒック特性が定義されるものとする。ただし、バースト長、バースト発生間隔時間は指数分布に従うと仮定し、ピークセル速度は一定とする。また、高速データ

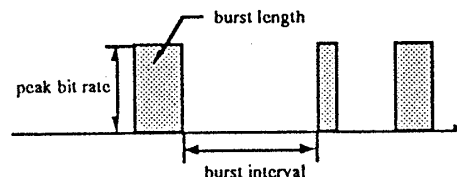


図2 トラヒックモデル

Modeling of burst level traffic control in ATM networks

Junichi Takahashi, Mitsuhiro Wada, Hitoshi Aida,
and Tadao Saito

Faculty of Engineering, The University of Tokyo

通信ではデータ転送時以外はデータ転送量を0Mbpsとみなすことができるので、OFF状態でのトラヒックは0Mbpsとする。

3.3. 結果及び考察

呼接続中である端末数をパラメータとし、端末において発生するトラヒックの平均バースト長=1.0MByte,平均バースト発生間隔時間=1.0s,ピークセル速度=50Mbpsとした場合のセル廃棄率特性のシミュレーション結果を図3に示す。呼接続数が50~60では許容最大遅延時間の増加に対してセル廃棄率は大きく減少している。しかし、呼接続数が70からグラフの傾きが緩やかになり始め、呼接続数が80~90で急激に許容最大遅延時間の増加に対してセル廃棄率の減少が小さくなる。これは、バースト1個あたりの平均転送時間が $8[\text{Mbit}]/50[\text{Mbps}]=0.16[\text{s}]$ 、平均バースト発生間隔時間が1.0[s]より1.0sに発生するバーストは平均で $1.0[\text{s}]/0.16[\text{s}]=6.25$ 個となり、伝送路に同時に多重収容できる呼数は $622[\text{Mbps}]/50[\text{Mbps}]=12.44$ より12なので、 $6.25 \times 12=75$ で呼接続数が限界になるためと考えられる。呼接続数が60で十分に通信品質が保証されるとするならば、ピークセル速度で帯域を割り当てる場合の同時に接続できる呼数12であることから、この制御方式では $60/12=5$ 倍の呼を多重できることになる。

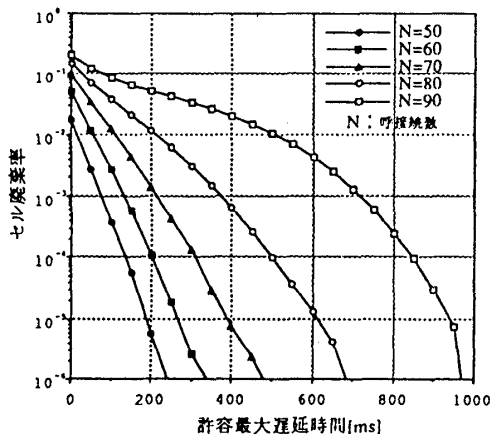


図3 許容最大遅延時間-セル廃棄率特性

4. 近似モデルによる性能評価

4.1. 近似モデル

バーストレベルのトラヒック制御方式についてシミュレーションを行ったが、この制御方式を図4に示すモデルによって近似し、このモデルを用いた場合の計算結果との比較を行った。このモデルについて以下に述べる。

このモデルでは、バーストは発生したらまずキューに並べられる。キューに並べられたバーストはサーバにFIFOで送られて処理される。伝送速度622Mbpsの伝送路においてピークセル速度50Mbpsでバーストの転送を行う場合、 $622[\text{Mbps}]/50[\text{Mbps}]=12.44$ より同時に12個のバーストの転送が可能であるので、交換機は12個の並列に動作するサーバでモデル化する。また、バーストのサービ

ス時間はバースト時間長とする。このモデルではキューにおいてセルの廃棄は行わず、セル廃棄率の計算はセルの遅延時間の分布の計算結果から遅延時間が許容最大遅延時間を越えるセルの割合として求めた。

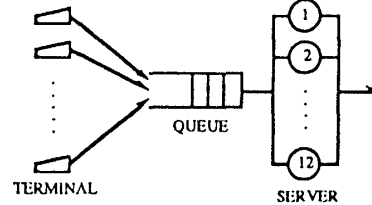


図4 近似モデル

4.2. シミュレーションとの比較

シミュレーションと同様のトラヒックを入力した場合の近似モデルによるセル廃棄率の計算結果とシミュレーション結果の比較を図5に示す。近似モデルによる計算によっても呼接続数が70を越えると許容遅延時間の増加に対するセル廃棄率の減少が小さくなり、シミュレーションと同様の傾向が見られる。許容最大遅延時間が小さい範囲では近似モデルとシミュレーションではグラフの傾きが同じとみなせ、近似モデルによるシミュレーション結果の傾向の把握は可能といえる。

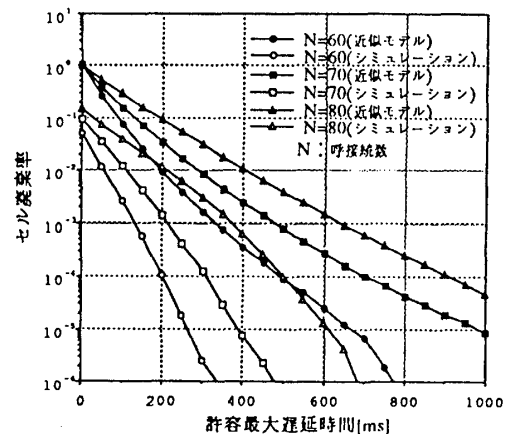


図5 近似モデルとシミュレーションの比較

5. まとめ

ATM網における高速データ通信では、コールレベルのトラヒック制御に比べてバーストレベルのトラヒック制御の方が網資源を有効に利用できることをシミュレーションによって示し、簡単な近似モデルによってシミュレーション結果の傾向がつかめることを示した。

今後は、様々なトラヒック条件、多ノードネットワークでの特性の検討を行うと同時に、制御方式のより正確なモデル化を行いたい。

参考文献

- [1] P. Boyer, D. Tranchier: A reservation principle with applications to the ATM traffic control, Computer Networks and ISDN Systems, Vol.24, No.4, pp.321-334 (1992)