

## 7D-2 コンピュータネットワークの性能評価のための確率モデルの検討

渡邊 裕一† 角山 正博†† 今井 博英††† 石井 郁夫††††  
 †新潟工科大学 大学院 ††新潟工科大学 †††新潟工科大学 †††新潟工科大学 自然科学研究科

### 1. はじめに

コンピュータネットワークの発展に伴ってネットワークの規模が増大し益々複雑化している。また、ネットワークを用いた遠隔教育や遠隔会議のようなリアルタイム性を有するアプリケーションが用いられるようになりつつある。このようなマルチメディアデータを扱うリアルタイムなアプリケーションにおいては、ネットワークのスループットだけでなく、データ配送の遅延時間やその変動の評価が重要になる。

ネットワークの性能を評価する方法には、実測やシミュレーション、あるいはモデルを用いて解析的に評価を行う方法等がある。しかしネットワークの大規模化に伴って実測やシミュレーションが困難になるためモデルを用いた解析が望まれるが、解析の精度の点で問題がある。特に解析を容易にするためにネットワークの種々のパラメータの値を決定する確率分布として指数分布が広く用いられているが、実際のアプリケーションでは必ずしも指数分布に従わない場合があるため指数分布を用いたことによる誤差を評価する必要がある。

本研究では、このようなネットワークのパラメータに用いる確率分布の影響を評価するために、先ずCSMA/CDにおけるフレームの発生間隔とフレーム長が指数分布に従う場合と一様分布に従う場合について、ネットワークのスループット、平均伝送遅延時間、及び遅延時間の変動であるジッタの変化、送信成功確率をシミュレーションによって評価した。

### 2. 対象とするシステム

本研究で解析の対象とするシステムの構成を図1に示す。ネットワークはCSMA/CD方式のLANであり、ここに複数台のホストが接続されている。



図1. 対象とするシステムの構成

### 3. 評価項目と評価方法

先に述べたように、リアルタイム性を有するマルチメディアデータを授受する場合には、データの遅延時間及びその変動が重要になる。ここではネットワークのスループットと共に、データの平均遅延時間とその変動であるジッタ、並びに送信成功確率について評価を行う。なお、平均伝送遅延時間はフレームが発生してから受信が

完了するまでの平均時間を、ジッタは伝送遅延時間の標準偏差を表し、送信成功確率は発生したフレームの中で正しく受信されたものの割合を表している。

評価は自作したシミュレータを用い、平均値を指定した指数分布または平均値と分散を指定した一様分布によって、ネットワークに投入されるフレームの量と長さを決定した場合について評価を行う。

今回のシミュレーションに用いる乱数は指数分布及び一様分布ともに平均値を1とし、一様乱数については表1のような最小値、最大値及び分散を持つ場合について評価した。

表1 一様乱数の分散と最大値及び最小値

分散	最小値	最大値
0.33	0.0	2.0
0.18	0.25	1.75
0.08	0.50	1.50

次に上記の乱数に基づいて決められるフレームの長さやフレーム発生間隔を表2に示す。但し、フレーム発生間隔はトラフィックが1である場合の値を示す。なお、フレーム長の最小値は規格から64バイトに設定している。

表2 フレーム長及び発生間隔

分散	フレーム長[byte]		発生間隔[μs]	
	最大値	最小値	最大値	最小値
0.33	64	814	0.0	651.2
0.18	102	713	81.4	569.8
0.08	204	611	162.8	488.4

### 4. 結果と考察

シミュレーションの条件を表3に示す。

表3 シミュレーション条件

伝送速度	ホスト数	平均フレーム長	シミュレーション時間
10[Mbps]	200[台]	407[byte]	10[sec]

トラフィックが変化した時の各確率分布に対するスループットの変化を図2に示す。

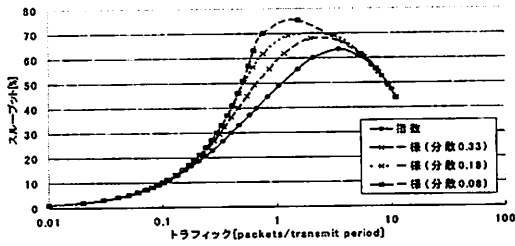


図2 スループット

図から明らかなようにフレーム長及び発生間隔が一定の値に近づくにつれて、スループットの最大値が増加すると共にスループットが最大となるトラフィックが低下している。分散が0.08である一様分布では同じ平均値を持つ指数分布に比べて、スループットの最大値が10%程度向上し、スループットが最大となるトラフィックは2から0.8程度に減少している。これはフレームの発生間隔が一定の値に近づくにつれて、フレームの衝突確率が減少することによるものと考えられる。

次に平均伝送遅延時間の変化を図3に示す。

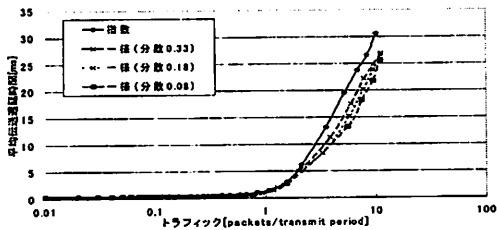


図3 平均伝送遅延時間

平均伝送遅延時間は確率分布によらずに、トラフィックが1を超えた点から急激に増加している。更にトラフィックが増加して行くと、トラフィックが7から8程度において、指数分布に較べて分散が0.08である一様分布は遅延時間が約20%程度減少している。これは、スループットと同様に、フレームの発生間隔が一定の値に近づくにつれてフレームの衝突確率が減少し、再送回数が少なくなることによるものと考えられる。

次にジッタの変化を図4に示す。

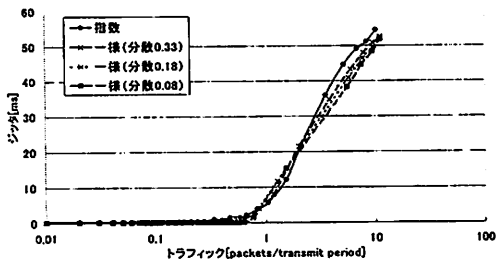


図4 ジッタ

ジッタについても平均伝送遅延時間と同様に、トラフィックが1付近から急激に増加するが、確率分布の違いによる変化はそれほど大きくない。

最後に送信成功確率の変化を図5に示す。

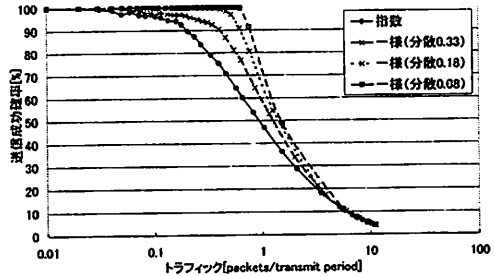


図5 送信成功確率

送信成功確率はトラフィックが1に近い値となる点から急激に低下している。また、確率分布の違いによる変化については、フレームの発生が一定の値に近づくにつれて成功確率が低下するトラフィックの値は増加し、指数分布ではトラフィックが0.2程度から低下し始めるのに対して、分散が0.08の一様分布ではトラフィックが1付近まで殆ど低下していない。

#### 4. むすび

コンピュータネットワークの性能評価を行う際に各種パラメータに用いる確率分布の影響を明らかにするために、CSMA/CDにおけるフレームの発生間隔とフレーム長が指数分布に従う場合と一様分布に従う場合についてシミュレーションにより評価を行った。ここでは、評価項目としてネットワークのスループット、平均伝送遅延時間、およびジッタをとりあげ、確率分布については指数分布及び平均値が指数分布と等しく分散が異なる3種類の一様分布を用いて評価した。その結果、フレーム発生間隔及びフレーム長が一定値に近づくにつれてスループットが向上し平均遅延時間が減少すること、及びジッタは確率分布の影響を受け難いことがわかった。

今後は、ここで取り上げたもの以外の確率分布について同様な評価を行うとともに、ここで得られた結果をモデルを用いたシステムの評価に反映させて行く予定である。

#### 謝辞

本研究は新潟大学、丸山純氏の作成したシミュレータを用いて行われた。ここに謝意を表する。

#### 参考文献

上谷晃弘, “ローカルエリアネットワーク ーイーサネット概論ー”, 丸善株式会社, 1989.