

## LANにおける音声/静止画/データ複合通信の制御法\*

5T-10

菅原 智義

矢向 高弘

天野 英晴

安西 祐一郎†

慶應義塾大学‡

## 1 はじめに

イーサネットで代表されるCSMA/CD方式のLAN上のシステムで音声/静止画/データを組み合わせたテレビ電話等のアプリケーションを実装する場合、全てのパケットを平等に扱う方法では、音声パケットの遅延時間が大きくなり過ぎ、音声途切れるなどの問題が生じる。

パケットの遅延の要因としては、パケットの処理時間やネットワーク上での伝搬遅延が挙げられるが、これらの遅延時間は通常は一定であり許容できる範囲内である。むしろ、その時のシステムの状態によって大きく変化し予測の困難な遅延時間を生じさせる、送受信バッファやパケット衝突時の処理の方が問題である。そこで、このような要因に着目して、遅延時間を低減し実装が容易な方法を提案する。

## 2 従来の制御法の問題

予測が困難で場合によっては大きな遅延時間を生じさせる要因としては以下のものが考えられる。

1. 送信および受信バッファに対する処理  
送信あるいは受信バッファに処理待ちのパケットがたまっている場合、全てのパケットを平等に扱う方法では、前のパケットが全て処理されるまでパケットの送信(受信)が待たされる。

特にパケットの送信あるいは受信が集中した場合は許容できない遅延時間を生じさせる可能性がある。

2. パケット衝突時の再送処理  
CSMA/CD方式ではパケットの衝突を検出すると、決められた時間だけ待って再び送信する。(バックオフ) この待ち時間は2進指数(バイナリ・エクスポネンシャル)法で決定されている。

$$T = D \times 2^{(n-1)} \times (\text{乱数})$$

T:待ち時間 D:スロットタイム n:衝突回数

この方法ではパケットの衝突回数に対して待ち時間の最大値が指数関数的に増加していくため再衝突の可能性は低く抑えられるが、衝突回数とバックオフ時間が予測できないので、特に高負荷時には許容できない遅延時間を生じさせる可能性がある。

分散環境においてはパケットの送受信の集中は起こり得ることであり、静止画のような巨大なデータをやりとりする場合にはネットワークが一時的に高負荷になると考えられる。従って、これらの問題を解決しないことには、CSMA/CD方式のLAN上のシステムで実用的な音声/静止画/データ複合通信を行なうことはできないといえる。

## 3 問題の解決法

上記の問題点はいずれも、パケットのタイプによって処理の優先度をつけることによって解決できると考えられる。そこで、送受信キューとして優先度つきキューを使い、再送処理に再試行可変方式を採用することにした。

1. 優先度つき送受信バッファ  
パケットの種類はたかだか3つなので優先度も3つで十分である。そこで、パケットをバッファに入れる時点で最適な位置に挿入するという簡単な方法でバッファに優先度をつけることにした。
2. 再試行可変方式 [1]  
バックオフ待ち時間をパケットの種類によって変える方法である。音声に関してはバックオフ待ち時間の最大値を一次関数的に増加させ、データ、静止画に関しては2進指数法のスロットタイム(D)を  $D(\text{静止画}) = 2 \times D(\text{データ})$  とすることにより、再送処理に音声、データ、静止画の順に優先度をつけた。

この手法を用いることにより、静止画パケットによって高負荷になった状態であっても、音声パケットの遅延時間を低く抑え、データパケットの通信を損なわないようにできる。

## 4 シミュレーション

上記の解決法の有用性を確認するためにシミュレーションにより評価を行なった。

## 4.1 シミュレーションモデル

以下のモデルでシミュレーションを行なった。

\*A control mechanism for Voice/Image/data integrated communication on LAN

†Tomoyoshi SUGAWARA, Takahiro YAKOH, Hideharu AMANO and Yuuichiro ANZAI

‡Keio Univ.

- ケーブル長 2.5Km (リンクケーブル含む)
- 伝送容量 10Mbit/sec
- 最大パケット長 584 バイト (ヘッダ長含む)
- 音声 周期 50msec サイズ 400 バイト
- データ ランダム発生 サイズ 平均1000 バイト
- 静止画 ランダム発生 サイズ 500K バイト

#### 4.2 シミュレーション結果

以下に、音声/静止画/データ複合通信を行なうノードを増やしていった場合の音声パケット、静止画パケット、データパケットの遅延時間についてのシミュレーション結果を示す。

Fig.1 は音声パケットについての遅延時間を示している。これから分かるように従来の方法に比べて、本手法では音声パケットの遅延時間が3分の1程度に抑えられており、高負荷状態においても音声通信を行なうことができるものと考えられる。

Fig.2、Fig.3 は静止画パケット及びデータパケットの遅延時間を示している。本手法では音声パケットを優先させると共に、通常データの遅延時間もできる限り低く抑えることを目的としているため、静止画、データパケットの遅延時間に改善は見られない。しかし、従来の方式と大差のない結果が得られており、音声を優先させることによるオーバーヘッドは最小限に抑えられている。

#### 5 おわりに

以上のように、本手法は非常に簡単な方法ながら、静止画パケットが送られる等の高負荷状態において音声/データを適切に送信することができることが分かった。

#### 参考文献

- [1] G. J. Nutt, and D. L. Bayer, "Performance of CSMA/CD Networks Under Combined Voice and Data Loads," *IEEE Trans. on Comm.*, vol. COM-30, no. 1, 1982

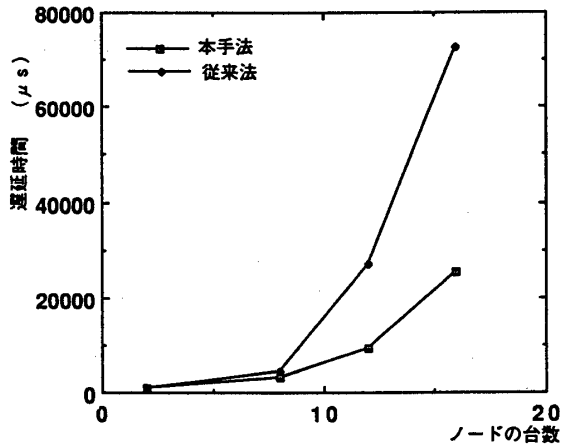


fig.1 音声パケットの遅延

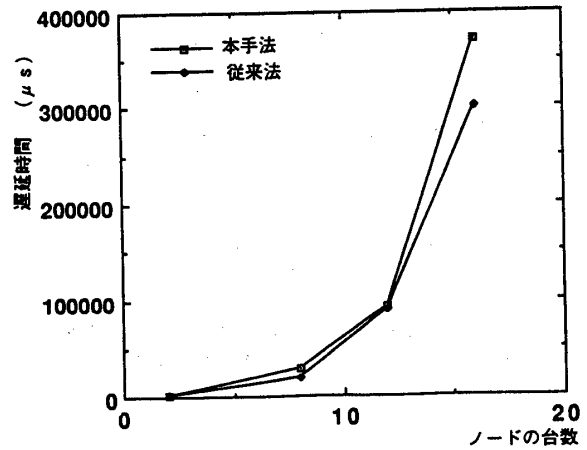


fig.2 静止画パケットの遅延

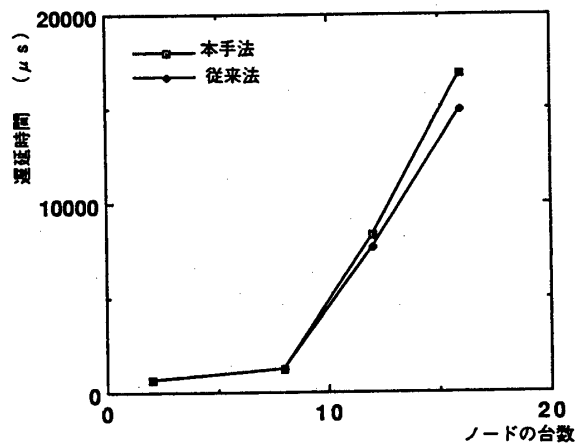


fig.3 データパケットの遅延