

HTTP プロトコルを対象にしたネットワークシミュレータの作成

00T245 武内優樹(最所研究室)

本研究では、我々の研究室で行っている複数のミラーサーバを用いた高信頼高効率 Web アクセス機構の研究で用いるネットワークシミュレータの作成を行う。本シミュレータは、Web サーバから送られてくるパケットに対し、遅延を変化させることができる。

1. はじめに

ネットワークアプリケーションを作成し、実際のネットワークを用いて評価を行う場合、様々な要因によってネットワークの状態が変化し、パケットの遅延時間が変化するので、信頼性の高い評価ができない。複数のネットワークアプリケーションの性能を比較する場合も、同じ環境で評価することができないのでその比較が難しい。信頼性の高い評価や比較を行うためには、同一のネットワーク環境で行うことが要求される。

そこで本研究では、我々の研究室で行っている複数のミラーサーバを用いた高信頼高効率 Web アクセス機構の研究で用いる HTTP プロトコルを対象にしたネットワークシミュレータの構築を行う。

2. 概要

ネットワークシミュレータはクライアントとサーバを中継する、プロキシサーバのような役割をする。

一般のプロキシサーバは、ネットワーク上の目的のコンテンツをクライアントの代わりに取ってくる時にキャッシュすることにより、データ取得の高速化、サーバ負荷の軽減、ネットワークトラフィックの軽減というような効果が期待できる。これに対し、本研究で作成するネットワークシミュレータにはキャッシュ等の機能はなく、ネットワーク上の目的のコンテンツをクライアントの代わりに取ってくる際に、サーバから送られてきたデータに遅延を発生させた後、クライアントに送信することにより、HTTP プロトコルにおける通信状態をシミュレートする。

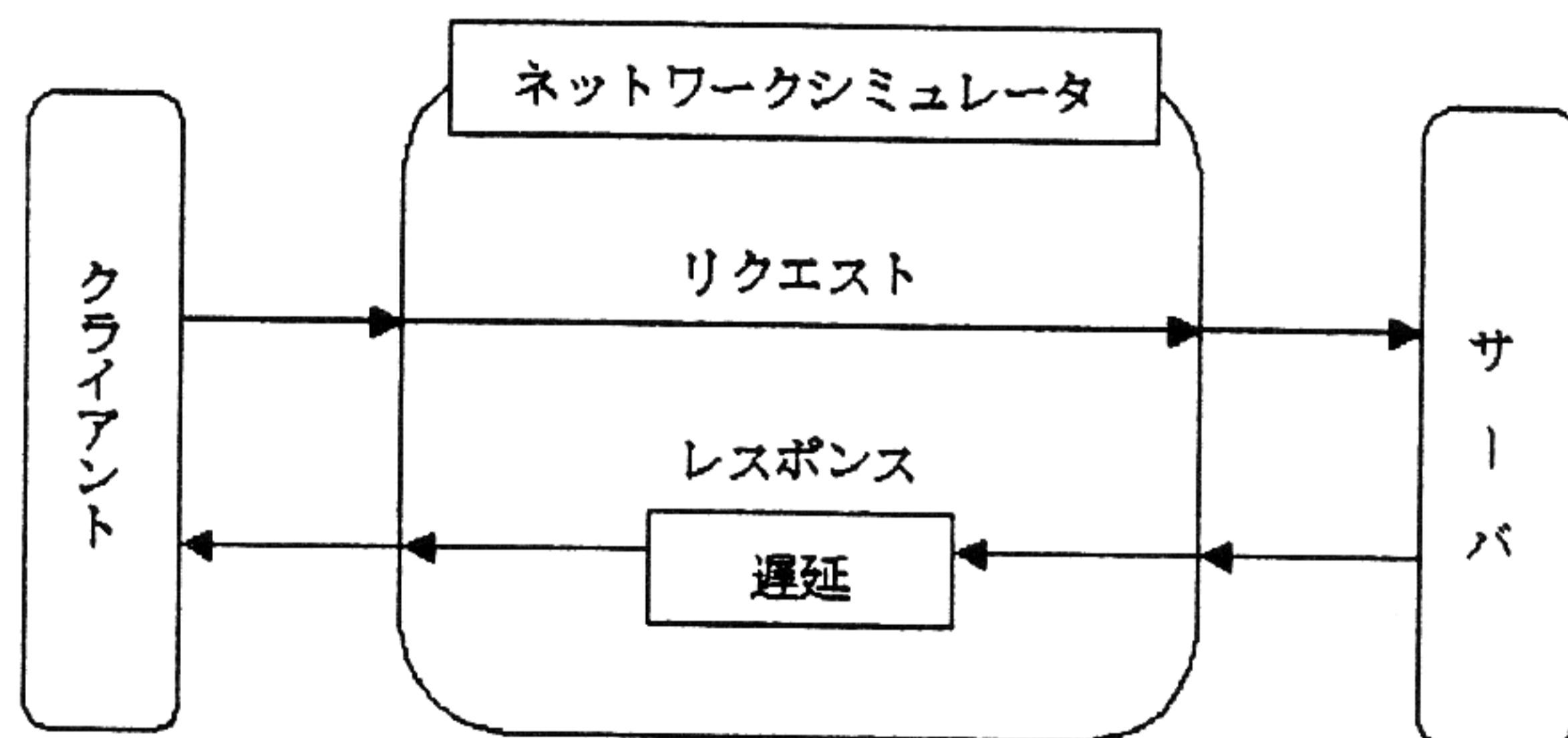


図1 ネットワークシミュレータの概念

3. 実装

実装したネットワークシミュレータの構成図を図2に示す。ネットワークシミュレータはメインスレッド、サーバスレッド、クライアントスレッドの3種類のスレッドから構成

されている。

メインスレッドは、クライアントからの接続を受け付ける。サーバスレッドは、サーバと通信を行い、パケットを遅延情報と共に送信時刻順にキューに入れる。クライアントスレッドは、先頭のパケットを監視し、送信時刻になったらパケットをキューから取り出し、クライアントに送る。

現在の仕様では、遅延情報は外部ファイルから時系列として与える。

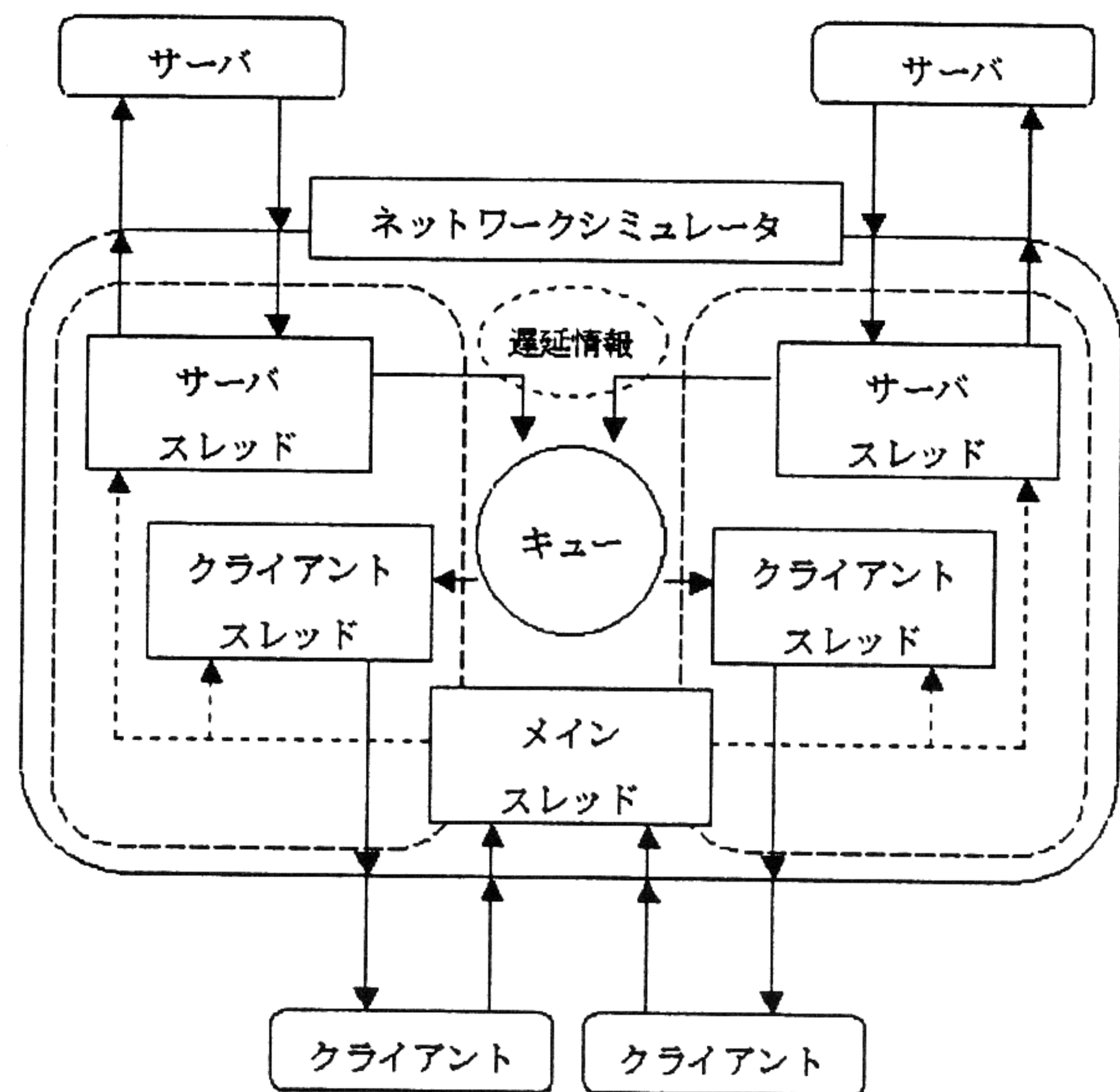


図2 実装したシミュレータの構成図

4. 実験環境

下記の計算機を100BASE-TのHUBで接続した環境で実験を行った。

| | OS 等 | CPU 等 |
|--------|--|------------------------------|
| クライアント | WindowsXP Sleipnir 1.42 | Celeron 1.7GHz メモリ 256MB |
| サーバ | Fedora Core Linux release 1 Apache | Xeon 2.4GHz×2 メモリ 512MB |
| シミュレータ | Fedora Core Linux release 1 | Pentium4 2.5GHz メモリ 512MB |

5. スループットの測定

どの程度までの通信速度のシミュレートが可能であるか調べるために、スループットを測定した。遅延を発生

させない状態で、15MB のファイルの取得にかかる通信時間を調べた。5 回の測定を行い、平均値が 10.320 秒であった。以下の式によりスループットを求めた。

$$(15,000,249[\text{バイト}] \times 8) \div 10.320 \approx 11.6[\text{Mbps}]$$

15,000,249 バイトになっているのはヘッダ部分のデータが含まれているからである。この結果から、10Mbps 程度までのシミュレートが可能なのことがわかる。

6. 遅延の測定

送信間隔が 5msec までのときの通信時間を図3に示す。

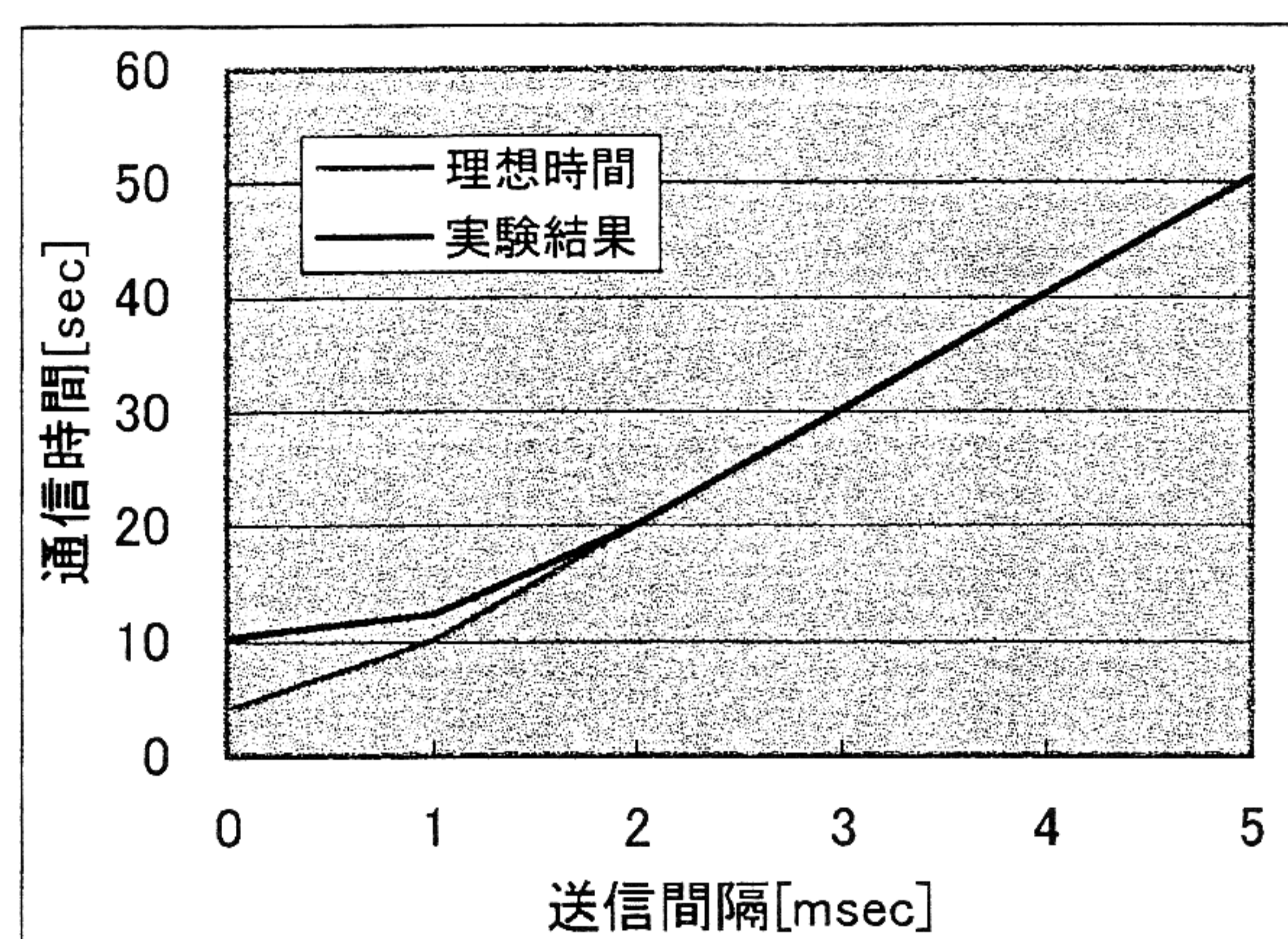


図3 実験結果

理想時間は遅延情報が正確に発生したときの理想的な通信時間を表しており、パケットを全て受け取るまでの時間を最低値として、パケットの送信間隔×パケット数という式で求めている。送信間隔が 0msec のときの理想時間は、シミュレータがサーバからデータを受け取る時間にしている。

図2を見ると、送信間隔が 2msec 以上のときにほぼ理想時間と等しい通信時間になり、遅延情報が正しく反映されていることがわかる。

7. 異なるスケジューリング間隔での比較

上記の実験を行ったときのパケットの送信予定時刻と実際に送信された時刻の差、つまり送信時刻の誤差を調べた。その結果 10msec 以上あった。通常の Linux のカーネルは 10msec 単位でスケジューリングが行われているため、10msec という誤差が発生したと考えられる。この影響を調べるために、スケジューリング間隔が短いカーネルを用意して、同様の実験を行った。具体的には、1msec 単位でスケジューリングを行った。スケジューリング間隔の影響で送信時刻の誤差が発生しているなら、この実験によって誤差が軽減できるはずである。

1msec 単位でスケジューリングを行うカーネルと、10msec 単位でスケジューリングを行うカーネルで実験したときの送信時刻の誤差を表1に、通信時間を図4に示す。

表1 送信時刻の誤差

| 送信間隔[msec] | 10msec 間隔時の誤差 [sec] | 1msec 間隔時の誤差 [sec] |
|------------|---------------------|--------------------|
| 0 | 4.045 | 3.999 |
| 1 | 0.453 | 0.564 |
| 2 | 0.082 | 0.003 |
| 3 | 0.013 | 0.003 |
| 4 | 0.018 | 0.009 |
| 5 | 0.010 | 0.001 |
| 6 | 0.015 | 0.002 |
| 7 | 0.010 | 0.001 |
| 8 | 0.010 | 0.001 |
| 9 | 0.011 | 0.001 |
| 10 | 0.010 | 0.001 |

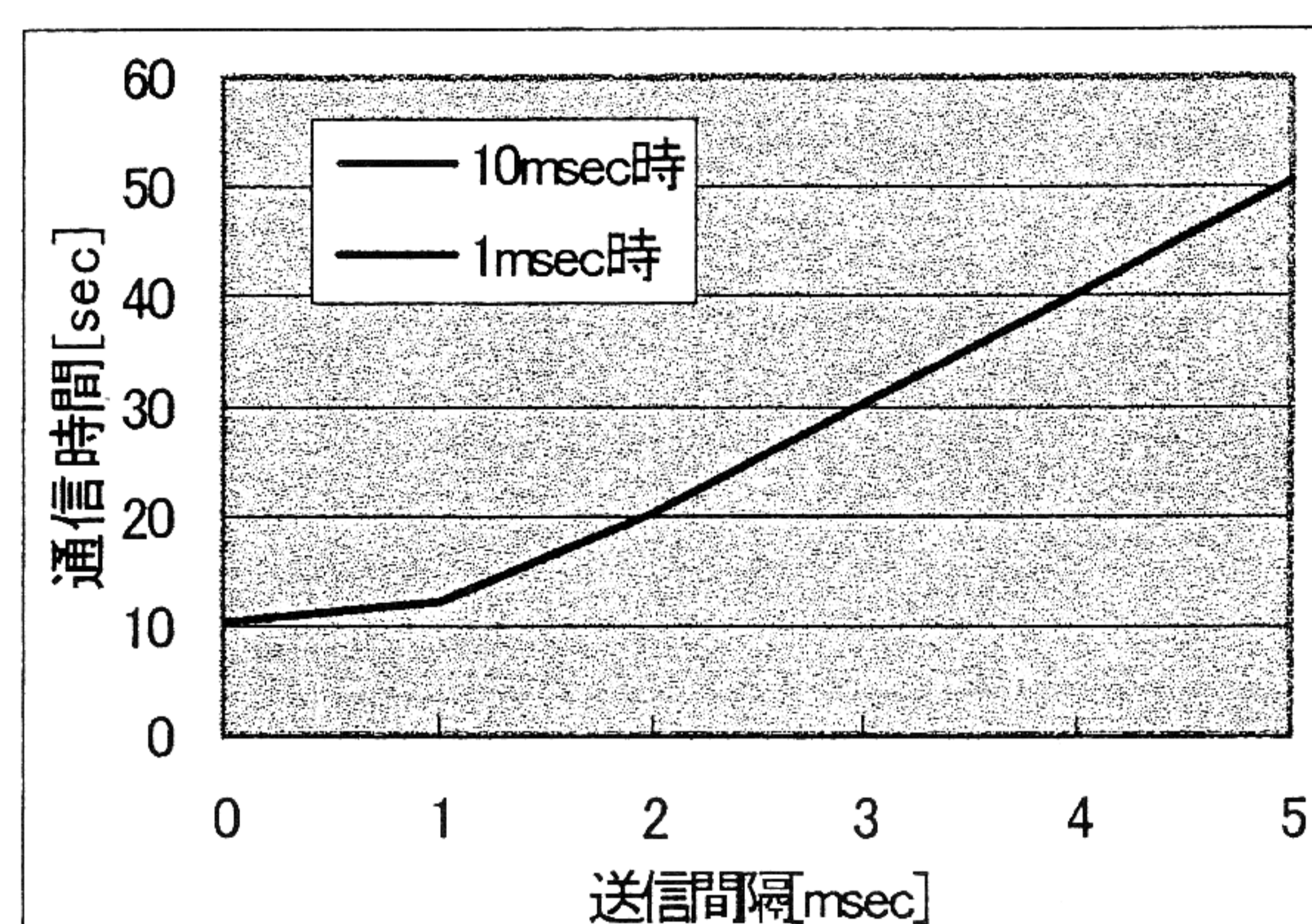


図4 通信時間の比較

実験の結果、パケットの送信予定時刻と実際に送信された時刻の差は 1msec 程度まで減らすことができたが、スループットと通信時間に大きな差は見られなかった。スケジューリング間隔はスループットには影響しないが、送信時刻の誤差は大きく影響することがわかった。

8. 結論

カーネルのスケジューリングの間隔が短くなれば、送信時刻の誤差を軽減することができた。このことから、スケジューリング間隔を 1msec 程度まで短くすることにより、本シミュレータはパケットの送信間隔が 2msec 以上の時系列を与えたとき、遅延を正確に反映することができると考えられる。

参考文献

- 1) 藤澤弘: 複数のミラーサーバを用いた高信頼高効率 Web アクセス機構の設計(香川大学 信頼性情報システム工学科 2002)
- 2) 塚越一雄: Linux システムコール(技術評論社 2000)