

インターネットを用いた研究支援システム

中澤 真†
会津大学短期大学部野村 亮
早稲田大学理工学部鴻巣敏之
大阪電気通信大学総合情報学部松嶋敏泰
早稲田大学理工学部平澤茂一
早稲田大学理工学部

1 はじめに

遠隔地にある大学・企業間の共同研究では、時間と空間という制約が円滑な研究活動を行うための妨げとなってしまう。このため、ネットワークを利用した研究支援システムの構築は極めて重要な課題である。既にネットワークを利用した教育支援システムは実用化されているものもあるが、教育システムの場合は情報がほぼ一方に伝搬されるのに対し、研究支援システムは情報を双方向でやりとりする必要があるため、教育支援システムをそのまま利用することはできない。研究活動におけるディスカッションの場を実現するためには双方向の情報交換手段が必要となり、音声はもちろんのこと、図表類などのデータの提示、データベースからの新たな資料の検索、アプリケーションを共有しての共同作業などを実現する仕組みを用意しなければならない。

我々が提案した研究活動支援システムは研究支援用データベースを共有しながら、安価で利用できるインターネットを用いて共同研究の場を実現しようとするものである。このシステムによる研究活動において問題となるのが情報、特に音声の遅延である。この原因の一つである「ネットワーク遅延」について、既にどの程度の回線品質でゼミが成立するか、ネットワーク回線シミュレータを用いてその成立条件を明らかにした。

本研究ではさらに「codec遅延」、「パケット化遅延」に着目し、利用するシステムにおけるソフトウェア・ハードウェアによる差違がこれらの遅延にどのような影響を及ぼすか測定し、研究支援システムに適した環境を明らかにする。

2 Net-conのQoS

本システム [3] は、1) ネットワーク型カンファレンスシステム (Net-con と略称)、2) 研究用プライベートデータベース検索システム (PDB と略称) から成り、研究者グループ間をインターネットで結び、学術論文・研究成果 (中間結果を含む) の各種ドキュメントを共有し、ゼミ・輪講・研究討論など (以下まとめてゼミと呼ぶ) を効率よく実施できる共同研究活動支援環境 (Net-semi と略称) を提供するものである。

本システムでは通信回線として、コスト・運用上の理由からインターネットを用いることを前提としている。しかし、インターネットはその回線品質が一定ではないため、回線状況によっては Net-semi が成立しない可能性もある。回線品質を左右するものとしては、遅延・ジッタ・パケット損失などが挙げられるが、その中でも遅延は Net-semi の成立条件に大きな影響を及ぼす。例えば、早稲田-UCLA間、早稲田-Cambridge間の回線品質を測定してみると、バースト的なものを除けばパケット

損失率は小さく、輻輳状態にならない限り影響は少ない。これに対し、平均ネットワーク遅延時間 (往復) はそれぞれ 150ms, 280ms であり、音声通信の遅延時間としては大きなものとなっている。一般に、End-to-End 遅延で音声通信の品質を考えた場合、固定電話は 100ms 以下、携帯電話は 150ms 以下となっており、最近普及しつつある IP 電話でも 200ms 以下となっている。また、我々が [2] で行った実験によると、300ms を超えるとゼミが成立しなくなることがわかっている。これらのデータから、遅延が Net-semi の成立条件に強く関わっていることは明らかであり、遅延時間を如何に抑えるかということが重要な課題となる。

遅延の要因として、送信側では codec の符号化時間、パケット化時間、受信側ではジッタ吸収バッファ時間、codec の復号化時間が挙げられる。これにネットワーク遅延時間が加わったものが End-to-End 遅延時間ということになる。ネットワーク遅延については、[2] においてネットワークシミュレータを用いた実験により、その影響を既に解析した。そこで本稿では codec 時間・パケット化時間といった PC 内の処理による遅延時間に着目する。本システムで用いている Netmeeting¹ では、G.711, G.723.1² [4] といった codec を利用できるが、これらの原理遅延時間はそれぞれ 0.125ms, 37.5ms である。さらに、10 ミリ秒間隔でフレームを生成し、2つのフレームを1つの音声パケットに格納するため、パケット化に少なくとも 20ms の遅延が生じることになる。出力キューへの転送作業なども遅延の要因となる。これら PC 内での遅延時間に対し、CPU や OS がどのように影響するのか実験によって測定し、Net-semi にとっての適正な QoS (Quality of Service) を確保するための適切な環境を明らかにする。

3 実験

3.1 実験条件

ネットワークの回線遅延の影響を極力排除するために、PC と PC はクロスケーブルを用いて直結し、ハブなどを介さずに接続する。これにより、ネットワーク遅延をほとんど無視できる理想的なネットワーク上で 2 台の PC が接続されていると仮定する。この条件の下で、End-to-End 遅延を測定することはネットワーク遅延以外の遅延、すなわちパケット化遅延を測定していることに他ならない。

実験のパラメータとしては OS による差違と CPU による差違の比較検討を行う。この際、通信を行う一方の PC 環境は変化させないものとし、CPU を Pentium4 (1.2GHz)、OS を WindowsXP に固定する。もう一方の PC の環境については、表 1 の通りである。

† 福島県会津若松市一箕町八幡字門田 1-1
TEL: (0242)-37-2472
FAX: (0242)-37-2472
E-mail: nakazawa@jc.u-aizu.ac.jp

¹ Microsoft 社製

² ビットレートは G.711 が 64kbps, G.723.1 が 6.3kbps である。

表 1: 実験条件

Case	比較項目		固定項目
1	Windows98	Windows2000	Celeron (400MHz)
2	WindowsXP	Windows2000	Pentium3 (1GHz)
3	Pentium4 (2GHz)	Pentium3 (1GHz)	Celeron (400MHz) / Windows2000

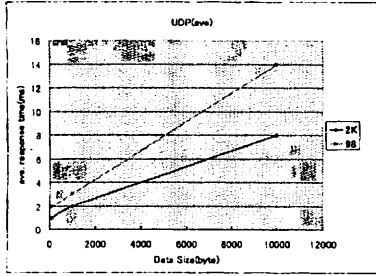


図 1: Windows98 と Windows2000 の UDP 遅延の比較

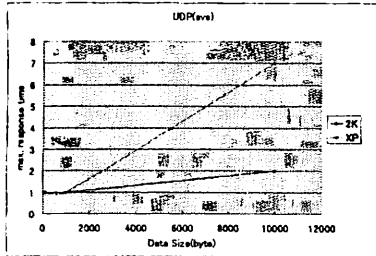


図 2: WindowsXP と Windows2000 の UDP 遅延の比較

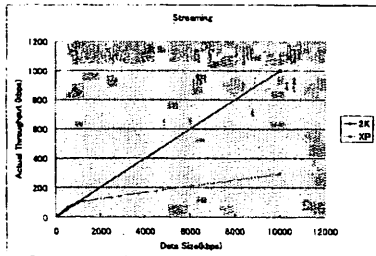


図 3: WindowsXP と Windows2000 の実効スループットの比較

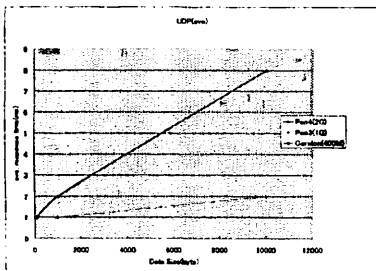


図 4: CPU の差違によるの UDP 遅延の比較

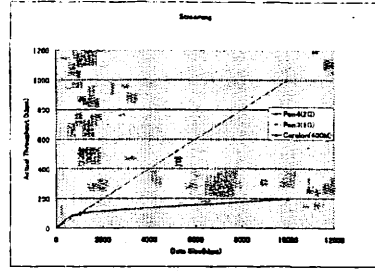


図 5: CPU の差違によるの実効スループットの比較

能力的に劣るのは開発年を考えても当然のことであるが、MTU(Maximum Transit Unit)のデフォルト値が OS によって異なり、このため Windows98 は他の OS に比べてフラグメンテーションを生じやすいことが原因の一つとして考えられる。

興味深いのは、新しい OS である WindowsXP が旧バージョンの Windows2000 より性能が劣ることである。確認のため、実効スループットも測定したが、結果は変わらなかった。これについてははっきりとした原因は未だ掴めていないが、OS の性能は処理速度より安定性が重視されるため、XP の設計思想によりこのような結果になった可能性がある。また、新しい OS ほどマシンパワーを必要とするため、今回の比較実験で用いた Pentium3(1GHz) では CPU パワーが不十分であった可能性も考えられる。ただし、OS のアプリケーション動作速度比較については、「Microsoft Word」や「Microsoft Excel」を用いたベンチマークテストにおいて、ローエンド構成のマシンとハイエンド構成のマシンのいずれの場合でも、Windows2000 が WindowsXP を上回ったという報告 [5] もあるので、実験条件をより細かく設定して検証する必要がある。

図 4・図 5 からは、CPU の性能が十分でない場合、遅延時間・実効スループットの両方に悪影響を及ぼすことが実験結果から読みとることができる。また、ある程度の性能を持った CPU であれば、パケット化遅延の問題は解決できることが示された。しかし、codec 遅延については CPU の性能のみでは問題の解決が十分とは言えない。これは G723.1 は固定小数点 DSP(Digital Signal Processor) 向きに設計されているため、汎用プロセッサ向きには作られておらず、CPU の性能を十分発揮することができないからである。高価な DSP を用意することなくシステムを構築するためには、使用するプロセッサに合わせて codec を最適化しなくてはならない。

5 むすび

本報告では Net-semi の QoS を確保するための適切な環境について、一つの指針を示すことができた。codec 遅延についての測定は残された課題である。

参考文献

- [1] 平澤, 松嶋, 鴻巣, 酒井, 中澤, 李, 野村, “「インターネットを用いた研究活動支援システム」システム構成”, 2001PC カンファレンス予稿集, pp.60-61, 金沢, 2001. 8.
- [2] 野村, 中澤, 鴻巣, 松嶋, 平澤, “「インターネットを用いた研究活動支援システム」システム構成評価, 日本経営工学会平成十三年度秋期研究大会, pp.252-253, 福岡, 2001.11.
- [3] 野村, 中澤, 松嶋, 平澤, “「インターネットを用いたゼミと研究指導」実用化報告”, 2002PC カンファレンス予稿集, pp.60-61, 東京, 2002.8.
- [4] (財) 日本 ITU 協会, <http://www.ituaj.jp/>
- [5] (株)@IT, “Windows XP 性能評価”, <http://www.atmarkit.co.jp/fwin2k/xp-feature/index/>

3.2 実験結果

紙面の関係上、代表的な結果のみを図 1 から図 5 に示す。

4 考察

OS の選択が遅延時間に影響を及ぼすことは図 1 から図 3 によって確認することができる³。Windows98 が最も

³紙面の都合上、TCP に関してのグラフは省略したが、これもほぼ UDP の場合と同じ結果となる。