

教育システム用LANのトラヒック抑制

3C-1

松山 実 横井 利彰

武蔵工業大学 工学部

1. はじめに

情報教育やCAI用等の設備としてパーソナルコンピュータ(以下、パソコン)を導入する教育機関が多い。これらのパソコンは電子掲示板・レポート受付・教材配付などのため、LANに接続されることが多い。LANには設置が手軽で、端末増設が容易なCSMA/CD方式が多く採用されている。

これらの設備を用いて学生に実習をさせる場合、殊に授業形式での実習では同様な操作を一斉に行うため、LAN上のトラヒックが短時間に集中し、応答時間が劣化する。そのため、トラヒックの抑制が必要になる。この抑制にはブリッジやルータの適切な配置、すなわちハードウェアによる手法があるが、LANの構成あるいはプロトコルによっては、ソフトウェアで抑制せざるを得ない場合がある。ここでは、教育用システムという限定された場において、サーバと端末間のファイル転送で生ずるトラヒックを抑制するためのソフトウェア的手法について検討した結果を報告する。

2. ファイルの圧縮

転送するファイルの圧縮はトラヒック抑制における最も一般的な手法であろう。そこで、筆者等の所属部署で実現している電子掲示板システムで用意しているファイルについて圧縮効果を調べた。これらはファイルサイズが最小1314バイト、最大19658バイトの12種類のテキストファイルである。これらを2本の圧縮ツールで圧縮し、LANに送出した際のパケット数に換算した。すなわち、送信パケット数 p は、ファイルサイズを f としたとき、次式で表されるものとして算出した。

$$p = \lfloor f / 1024 \rfloor + 1$$

ここに $\lfloor x \rfloor$ は x を越えない最大整数を意味するものとする。結果を表1に示す。

表1 ファイル圧縮のパケット数削減への効果

	圧縮前	圧縮ツールa	圧縮ツールb
全パケット数	77	49	35
圧縮効果%	100	100 : 64 : 45 最悪:平均:最良	67 : 45 : 35 最悪:平均:最良

表1のように、ファイル圧縮はトラヒックの抑制効果が大きい。一方、圧縮率が高いほど圧縮・解凍に要する時間が長くなり、応答時間の面からは好ましくない。学生に高速なLANの使用を体感させられない。もっとも最近、ハードウェアとして圧縮装置が市販されているが、それが導入できるまでは、最後の手段であろう。

3. ファイル送信回数の抑制

教育システムという限定された場の特徴を活かすことにより、ファイル送信回数自体の抑制が可能になる。例えば、次のような手法が使える。

- (1) 予め、端末側にサーバと同じファイルを格納しておく。
- (2) サーバから端末に、サーバ側ファイルのファイル名・ファイル作成日時・ファイル属性などのディレクトリ情報を1パケットで送信する。
- (3) そのディレクトリ情報と、端末側ファイルのディレクトリ情報とを比べて、異なる場合のみ、端末からサーバにファイル内容の送信要求を出す。

この方法は、ファイル内容を直接送信する場合に比べて、ファイルサイズが1KB以上のものについてはトラヒックの抑制が可能となる。筆者等の所属部署で実現している電子掲示板システム^{[1]-[2]}では、学生がパソコン端末の電源を投入する度に、ニュースを表示するようにしている。そのファイルサイズは当原稿作成時点で11パケット相当分であり、端末の電源は、多い場合は1日に1500回以上投入される。したがって、上記の方法はトラヒック抑制には極めて有効となる。

上記の方法では、ディレクトリ情報を基にファイル自体の送信回数を抑制しているが、この他にも送

信ファイルが特定の条件を満たす場合のみ送信するようにすれば送信回数が抑制できる(5.に後述)。

4. ファイルの連結

例えば500バイトのファイルを2つ送信すれば、最低2パケットが必要になるが、これらを連結して1ファイルとすれば1パケットで済む。この手法が有効な例として筆者等の場合、レポート提出がある。学生は課題に沿ってプログラムファイルとデータファイルを作成し、レポート提出システム^[3]を使って、パソコン端末からレポートサーバへ提出を行う。このようなレポートでは通常、データファイルは小さく、数十～数百バイト程度である。そのため、端末からの送信前にデータファイルをプログラムファイルに連結すればパケット数が低減できる可能性がある。そこで、過去に提出されたレポート1037通について、プログラムファイルとデータファイルを別々に提出した場合と、1人の学生毎に両者を連結して提出した場合における送信パケット数の調査を行った。その結果を表2に示す。

表2 ファイル連結のパケット数削減への効果

レポート数 = プログラムファイル数 = 1037
データファイル数 = 457

別々の場合の 送信パケット数	連結した場合の 送信パケット数
2067	1646

表2では、プログラムファイルにデータファイルを連結した場合の送信パケット数の低減率は $(2067-1646)/2067=約20\%$ に過ぎない。しかし、ある特定の課題、殊にプログラミング初期の段階での課題では、プログラムファイルおよびデータファイルが共に小さく、1人分のファイルサイズは連結した場合でも1024バイトに満たないものが多く、このようなレポートでは、連結による送信パケット数はほぼ半減する。

なお、表2に示したパケット数とは、受け付けたレポートのファイルサイズから、それらを送信する際のパケット数として算出した値である。端末からサーバにパケットを送信した際には、Ackを返すようにしているので、実際のパケット数はこの2倍になる。また、提出したレポートがサーバに受け付け

られたかどうかを、学生が確認できるようにしており、その場合はサーバが受け取ったレポートファイルを端末に送信して端末画面上に表示する。そのためこの操作を1度行えば、提出時と同じパケット数がLAN上に生ずる。学生にはこの確認の操作を必ず行うように指示しており、また、1度提出した後、に再提出を行う場合もあるので、実際のパケット数は表2に示した値の4倍以上になっていると推定できる。

5. その他の手法

前述までの手法以外に、例えば前節のレポート提出において、ファイル送出前に端末側でファイルが特定の条件を満たしているかを調べ、満たしていなければ送出を行わない、という方法も採り得る。筆者等の場合、レポートとして受け付けるファイルをソースファイルおよびテキスト形式のデータファイルに限定しており、その検査を端末側で行っている。

また、ファイル送出前に、コンパイル・リンク・実行を行い、動作結果をディスプレイに表示し、提出するか否かを学生に選択させている。したがって結果によっては、提出を取り止めることもあり、その分ファイル送信回数が抑制される。

なお、教育機関では端末ディスクのファイルを保守する必要があり、サーバから同報通信を行えば多数の端末にファイルを一齐に送信できる。その際、LAN上での信号衝突を低減するため、端末毎にAck返送の時差を設ける等の工夫が必要になる^[4]。

謝辞

本研究の一部は五島育英基金教育研究奨励給費を受けて行われた。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1]松山, 横井「情報教育実習システムにおける効率的電子掲示板機能の実現」本学会全国大会, 1990.3
- [2]松山, 横井「教育用実習システムにおける効率的電子掲示板」日本産業技術教育学会誌, Vol.34, No.4, pp.245-251, 1992
- [3]松山, 横井「パソコン実習システム用サーバのフォルトトレラント性の実現」平成4年度科研費研究成果報告書(課題番号03680251), 1993.3
- [4]松山, 横井「実習システムにおける同報メッセージへの応答技法」本学会全国大会, 1993.3