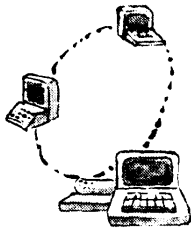


解説



通信網の変革と情報処理

パーソナルコンピュータ・ネットワーク†

鈴木 則 久††

1. はじめに

パソコンの能力が増大し、ソフトウェアが充実するにつれ、OA や大学・研究所用として大量に同一組織内に導入され始めている。このため、パソコン間の通信や高価な入出力機器の共用が重要な要求となってきた。パーソナルコンピュータ・ネットワークが重要な課題と成っている。

ネットワークを導入して得られる利点は大きく分けて2つ考えられる。ひとつは、資源を共用することによってシステム全体として能力を増すことが出来かつ値段が安くなることである。資源としては、高速レーザプリンタ、大容量ディスク、高速コンピュータ等がある。もうひとつの利点は、パソコン間で通信できるようになることであり、電子郵便、端末間通信、その他文章・図面・回路図の送受信が行われるようになる。

さて、パソコンのネットワークが普及するにはいくつか解決しなければならない問題がある。まず、ハードウェアの値段が高いことである。これには、パソコン内のコントローラ、トランシーバ、線路、敷設費の値段に分けられるが、このうち、コントローラとトランシーバは VLSI チップが出来て、大量に使われるようになればずっと下がる。線路自体はそれ程高いものではないので、これからは敷設費だけがコストの問題になる。特に既設の電話線や光ケーブルのようにコストの安い線路を考えなければならない。最後のもっとも重要な問題はソフトウェアをどうするかということである。これは、ソフトウェアを作ること自身大変であるが、また通信用ソフトはどうしても巨大に成るので、安いパソコンでは、はいりきれないという問題がでてくる。はいりきれない問題は、大容量半導体メモ

リとハード・ディスクが安くなればよいので、時間が解決してくれるが、ソフトを書くことは莫大な費用がかかる。これには標準化を待つが、政府主導の投資が望まれる。

ネットワークはパソコンの能力を革命的に高める。ここでは、その技術と応用分野・状況を見てみよう。

2. 代表的なパーソナルコンピュータ・ネットワークの方式

2.1 CSMA/CD

CSMA/CD 方式の代表的なネットワークはイーサネット¹⁾で、ゼロックス・パロアルト研究所で開発された¹⁾。その後 DEC-インテル-ゼロックス協同で標準が作られた。原理は既に広く紹介されているので²⁾、ここでは取りあげない。

イーサネットは上記3社で積極的に推進しているほか、数多くの会社で、VLSI チップ³⁾からソフトにいたるまで製作されているので、その普及は増々広がるだろう。日本国内での普及は遅れたが、現在はほぼあらゆるメーカーでサポートを始めたので、日本でも多く見られることになるだろう。

イーサネットで問題なのは、値段が高いこととカバーできる距離が短いことである。値段を構成する要素は、コントローラ、トランシーバ、ケーブル、敷設費であり、また長距離をカバーすると、リピータとゲートウェイが必要になる。このうち、コントローラとトランシーバは VLSI チップが出来れば急激に安くなるので問題がない。ケーブルはそれ程高くないが、敷設費は同軸ケーブルを使う限り安くはならない。安い線を使うためにはキャリア周波数を落とせばよく、そうするとカバーできる距離も増し、一石二鳥となる。

このように性能を落として、安くした CSMA/CD 方式のネットワークもぼつぼつ出はじめた。アップル社がリサ用に開発した A-ネットは並行線に 1 MHz

† Personal Computer Network by Norihisa SUZUKI (Faculty of Engineering, University of Tokyo).

†† 東京大学工学部計数工学科

の信号を送っている。このようなネットは爆発的に普及する可能性がある。

2.2 オムニネット (CSMA)⁴⁾

オムニネットはコルバス社で開発され製造されている。これは、より線 (twisted-pair) を媒体とし、1 MHz で信号を送るバス交換方式ネットワークである。イーサネットと原理的に違うところは衝突検出は行われない。よって、送信側はパケットを送ると、受信側から ACK が帰るのを待っている。衝突が起ると、チェックサムが合わないのでも受信側が Nak を送り初めて判る。よって、衝突が起ると性能がぐんと落ちる。

オムニネットは良く売れているが、これはコントローラ用のチップが作られており安価なこと、CP/M用のソフトがあること、より線を使っており敷設が楽なことによる。しかし、性能面で問題が多いので、CSMA/CD 型で、1 MHz かつより線を使った安価なシステムが出来れば対抗できないと思われる。

2.3 トークンリング^{2),5)}

パソコン業界の動向も IBM の動きを抜いては語れなくなって来た。パソコン・ネットワークとして IBM がどんな方式を取るかが興味を持たれた点であるが、IBM はトークンリング方式を発表している。トークンリング方式は、リングの上をトークンが回っており、送信したい局はトークンをつかみ、送信が終わるとトークンを返す。この方式はどんな媒体でも使えるが、IBM の場合はより線に 1 MHz の信号を送る。さらに上位機種では、3~10 MHz の転送速度が予定されている。

3. 用 途

ネットワークにつながれることによりパソコンの機能は革命的に拡大する。こうしたパソコン・ネットワークの用途は主にリソース共用、使用者間通信、情報共用の3つである。

3.1 リソース共用

パソコンの本体は安い、その力を十分に発揮させるには多くの高価な入出力装置を付けなければならない。一台一台のパソコンにいろいろな装置を付けると、大変不経済である。それでネットワークを介して入出力装置を共用してシステム全体のコストを下げる事が考えられている。この場合、入出力装置は普通一台のパソコンを介してネットワークにつながれているので、これをサーバと呼ぶ。特によく使われている

のはレーザ・プリンタを付けたプリンタ・サーバと、大容量ディスクを付けたディスク・サーバである。

(1) ディスク・サーバ

パソコンでも大量のファイルを貯蔵したいとか、仮想記憶を持ちたいとかいう要求が出て来て、上位機種では大分ハードディスクを持つようになってきている。しかし、これらを統合してひとつの大きなディスクを付けて、皆でそれを使うようにすると、経済的である。またファイルの共有が出来るので、システム・プログラムをアップデートして皆に配ることなども楽になる。

(2) プリンタ・サーバ

高速レーザ・プリンタは印刷物や、コンピュータ出力の質を飛躍的に向上させている。これらをパソコンで使うには2つの問題がある。ひとつは高価であること、もうひとつは絵や図を自由自在に印刷しようとする複雑なプログラムを長時間動かさなければならぬことである。

そこで、プリンタ・サーバをネットワークにつけて共有して使うと、絵や図を印刷するための計算をサーバにさせることにより、パソコンの負担を軽減できる。ソフトをサーバに置く利点を考えるために、エディタの出力を多フォントを使って印刷する例で考えよう。レーザ・プリンタに出力するには最終的にはビットの列を作るのだが、パソコンで作るとデータが大きくなり、ネットワークでの転送量が増える。また多くのフォントを使うためには、パソコンのローカル・ディスクに大量のフォントを記憶しておかなければならない上、ネットワーク上に数種のプリンタがあり、用途別に使い分けるときには、プリンタごとのフォントを記憶しておかなければならない等の不利な点が出てくる。

3.2 使用者間通信

パソコンを持って使っただけでは、他の人と通信することは出来ない。そこでネットワークをつけることになるのだが、コンピュータを使うことにより、電子郵便が出来るようになる。さらにパソコン使用者の CRT に書いた字をそのままを相手方の CRT に送って書くことによって画面を通した通信ができる。一方音声ネットワークにのせて、電話や、音声ファイルも可能になる。

(1) 電子郵便

電子郵便というと、一般に現在の郵便のかわりに考えているかもしれないが、電子郵便の用途は大変広

い。電子郵便の特徴は、同時に複数、それもグループに属する人全部にグループ名を指定するだけで、同じ手間で送れることである。グループのディスカッションや議事録、会議の予定、講演の日程、はてまた宣伝などにも使える。

(2) 音 声

パソコン・ネットワークに音声のをせると、まず電話が出来るが、はてまたそれでは何故パソコンなどを使って電話をするのだろうかという人がいるだろう。しかし現在の電話はだんだん高性能化して情報検索機能とか自動転送装置などが付いてきているので、マイコンの中にはいるのは時間の問題である。それならばパソコンの中に電話がついてもおかしくない。声の手紙を送りたいとか、声と字とまざった文書を作りたいとなると、音声を貯蔵するファイルシステムが必要となる。

3.3 情報の共用

パソコンがネットワークにつながると、大規模ファイルシステムとかデータベースにアクセスできるようになる。大型計算機の TSS だとこのような情報の共用が楽であったが、パソコンではネットワークにつながって初めて外部と情報を共用できるようになった。現在データベースの使用は特殊に端末が無いと使えない等の不便があるが、誰でも持っているパソコンから使えれば、使用量も増してくるだろう。

4. ネットワーク OS

パソコン・ネットワーク OS の重要な問題点は、信頼性と資源の使い方である。信頼性では特にファイルの信頼性が問題である。数台のファイル・サーバが故障している時でもファイルを使えるようにするにはどうするかという質問に答える必要がある。資源の使い方というのは、1台のパソコン上でプログラムが走っているとき、他のパソコン上の資源を使いたくなるが、どのような機構を持てば、ソフトとしては容易に、高速に、そして信頼性高く資源を使えるかということである。現在はリモート・プロシージャ・コールを使うのが一番良いとされている。

4.1 ファイルの信頼性⁶⁾

まず小さなパソコンでは、ファイルはフロッピか取り出し可能なディスクにはいっているので、パソコンやサーバが故障しているからといって使えなくなることはない。空いているパソコンを見つけてそこに自分のフロッピを入れて使えばよい。

ウィンチェスタ・ディスクを内蔵した計算機になると問題が出てくる。自分のパソコンがダウンしてしまうと使えなくなる。そこで自分の所のウィンチェスタ・ディスクの中のファイルはあくまで、性能を高めるためのキャッシュであり、ファイル・サーバに真実があるという方針を取るようになる。自分のパソコンがダウンした時は、他のパソコンへ行って、ファイル・サーバにある自分のファイルを読んで仕事をすればよい。しかし、こうして使っているときに書き込みがおこると、やっかいなことになる。ファイル・サーバにあるコピーの方が、自分のパソコンの中にあるファイルより新しくなる。そこで自分のパソコンを動かした時は、システムは必ずファイル・サーバのコピーとローカル・ファイルの書き込み時間を比較して、ローカル・ファイルに最新のものがあるようにしなければならない。また、使いおわったら、変更した部分は必ずファイル・サーバに書き込むようにしたい。実際には使っている途中で故障することもあるので、トランザクションというものをもうけて、トランザクションをコミットする時に書き込むようにしたい。

これで大部信頼性もあがったが、ファイル・サーバがダウンした時どうするかという問題が残る。信頼性をあげるには、ファイル・サーバも複数おき、ファイルも数カ所にコピーを作る方がよい。何か所かが故障している時、ファイルを変更しても矛盾がおきないよう論理的に注意深くシステムを設計しなければならない。まだ実際にこれほどファイル・サーバの信頼性を考えたパソコンの分散 OS はないので、これを作るのは一つの重要な研究課題である。

4.2 リモート・プロシージャ・コール⁷⁾

他のパソコンなりサーバの資源はコマンド・レベルでもプログラムの中からでも自由に、同じ方式で使えるようになってほしい。これを可能にする方法で一番強力なものが、リモート・プロシージャ・コールである。これは、サービスをする側がプロシージャの本体と同じ機能を持ち、サービスを受ける側は、普通のプロシージャを呼ぶのと同じ形で呼び、結果を待つという方法である。この方法は、ストリームでネットワーク通信をするプロトコルと対をなすものである。ファイル転送にはストリームがよく、短いデータを交換するにはリモート・プロシージャ・コールが良いとされている。

文献 7) で紹介されているリモート・プロシージャ

ャ・コールの実例は高速で、3 MHz のイーサネットを使っていながら、呼んでから返事が返るまでに、150 μ s しかかかっていない。

5. 導入例

パソコンのネットワークは既に広く導入され、急速に広まりつつあるが、ここではいくつか例をあげてみよう。

5.1 オフィス・オートメーション

ゼロックスのパロアルト研究所は早くからオフィス・オートメーションの研究を始め、アルト¹⁰⁾と呼ばれる高性能パソコンとイーサネット¹¹⁾を開発して、オフィス・オートメーションに使っていた。ここでは特に、文書作成に力を入れていた。アルトにはビットマップ・ディスプレイと呼ばれる高解像度で各点の輝度が他の点とは独立にソフトで変更することの出来るディスプレイ装置が付いていて、この上に種々のフォントを自由に表示出来るようになっていた。こうして作った文書をそのままレーザ・プリンタに印刷出来るようにしてあるので、きれいな文書の作成が自由自在に出来るようになった。

このもう一つの重要な機能は電子郵便である。オフィス内の通信はかなり電子郵便で取って変わられたほか、大部分の文書は最初電子郵便として作成され、何人かの間を送られて変更されて完成するという形を取っている。

しかしながら、データベースとかカレンダーとか一般にオフィス・オートメーションに欠かせないと思われる物は作られたが、ほとんど使われないで終わっている。データベースの場合は、研究所においては文献・特許以外はあまり用がないこと、カレンダーの場合は、プライバシー等複雑な問題が多くまだ良いシステムが出来ていないことによるのだろう。

5.2 大学・研究所用

スタンフォード大学⁹⁾ではキャンパスの一部に3 MHz のイーサネットを張り、この上で文書作成・印刷・その研究、VLSI・CAD システムに使われていて、このネットワークは SUN と呼ばれている。さらに、このネットワーク上につけるパソコンとして SUN ワークステーションというのも開発した。

また、カーネギー・メロン大学では全学の学生にパソコンを持たせ、電子郵便と教育用プログラムを使って勉強する計画である。このため 8,000 台のパソコンが繋げるネットワークを作り、また学外でも、ケー

ブル TV の線を使ったり、マイクロ波を通して、このパソコン・ネットワークに接続していく予定である。この計画で使用されるパソコンとネットワークは IBM が供給することになっているが、使用される製品の開発はまだ完了していない。

5.3 VLSI 設計者用

VLSI の設計は高価なディスプレイを使って行われているが、どんどん安く成りまた性能も向上しているパソコンを使えば、高価なシステムに匹敵できるシステムが安価で手にはいる。アポロとか SUN ワークステーションと呼ばれる安価な高性能パソコンが出て来たので、これらにのるソフトを作る CAD 会社が増えて来て、VLSI 設計者用のパソコンとそのネットワークは急激に増えつつある。

既成のシステムの導入例としては、フェアチャイルド社で SUN ワークステーションを大量に導入している。

スタンフォード大学では SUN ワークステーションで LSI のレイアウト、サーキット・エクストラクション、論理シミュレーション等を行っている。

6. 動 向

6.1 ネットワーク・プロトコル

イーサネットは最も広く使われているパソコンのネットワークであるが、その上に乗るプロトコルはどうなるだろうか。

現在イーサネット用として多く使われているプロトコルには、ARPA の TCP/IP¹⁰⁾、DEC の DEC ネット¹¹⁾、ゼロックスの NS¹²⁾がある。このうちどれかが標準になることはあり得ないと思われる。どの会社も新しいプロトコルの開発はどんどん進んでおり、その投資も巨大に成ったからである。しかしながら、大学・研究所では UNIX が広く使われており、その標準版である UNIX 4.2bsd はイーサネットをサポートしており、プロトコルとして TCP/IP を使っていることから、これがかなり広く使われると思われる。

他のパソコン用ネットワークでもプロトコルの標準は無い。個々のメーカーのプロトコルがそのまま使われていくだろう。

6.2 高性能ワークステーション用ネットワーク

高性能ワークステーションでは現在は大部分がイーサネットであるが、いつ光ネットが出てくるかという点が最大の関心事である。現在までイーサネット

で通信線路がボトルネックに成っている使用例は無い。通信速度の限界は、各パソコン、特にパソコンのプロセッサの速度とディスクの速度、その上にあるソフトの複雑さと不能率による。であるから、いかに高速の光ケーブルを持ってきても通信速度は一向に上がらない。しかし、光ケーブルには、電気・電波障害がない、盗聴が困難であるという利点がある。結局システム全体としてどちらが安価で便利であるかということであろう。

7. 結 論

パソコンのネットワークはこれからのコンピュータ社会で最も重要な物のひとつである。そのハードとしては、イーサネットに代表される CSMA/CD が主流であり、トークン・リング方式も出てくると思われる。しかし、なんといっても日本でその普及が遅れている理由はソフトが無いことである。現在日本にあるネットワークのソフトの大部分は IBM の SNA 系統であり、これをパソコン・ネットワークにのせるのは大変難しいからである。米国で、政府の援助で TCP/IP が出来たように、日本でも公的機関がパソコン・ネット用のプロトコルを作製し、ソフトを作って無料で配る必要があるだろう。

プロトコルが出来れば、あとはアプリケーション・ソフトの充実が問題に成る。これからはなんといってもソフトの発展がパソコン・ネットワークを充実させる原動力である。

参 考 文 献

1) Metcalfe, R. and Boggs, D.: Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks, Comm. ACM, Vol. 19, No. 7, pp.

- 395-404 (1976).
- 2) 高木, 菅原: バス型ローカルエリアネットワーク, 情報処理, Vol. 23, No. 12, pp. 1137-1145 (1982).
- 3) 日経エレクトロニクス: イーサネットの普及を促すネットワーク・コントローラ LSI, Vol. 1, No. 3, pp. 81-104 (1983).
- 4) 日経エレクトロニクス: パーソナル・コンピュータを単純なより対線で結ぶローカル・ネットワーク, Vol. 12, No. 21, pp. 110-115 (1981).
- 5) 矢田, 八星: リング型ローカルエリアネットワーク, 情報処理, Vol. 23, No. 12, pp. 1146-1153 (1982).
- 6) Gifford, D. K.: Information Storage in a Decentralized Computer System, CSL-81-8, Xerox Corporation (1982).
- 7) Nelson, B. J.: Remote Procedure Call, CSL-81-9, Xerox Corporation (1981).
- 8) Thacker, C. P. et al.: Alto: A Personal Computer, CSL-79-11, Xerox Corporation (1979).
- 9) Bechtolsheim, A. et al.: The SUN Workstation, Stanford University (1981).
- 10) Internet Protocol Transition Workbook, Network Information Center, SRI International (1982).
- 11) DECNet, DIGITAL Network Architecture (Phase IV) General Description, Digital Equipment Corporation (1982).
- 2) Internet Transport Protocol, Xerox System Integration Standard, Xerox Corporation (1981).

(昭和58年6月1日受付)

