

コンピュータ・ネットワークにおける諸問題†

大 泉 充 郎††

0. まえがき

コンピュータ・ネットワークの研究は近年米国を中心として盛んに行なわれ、ARPA Network を初めとして既に実用化の段階に入り、商業ベースのものも多数現われている。保守的なヨーロッパでも特に英国では盛んで、さらに国際化に進んでおり、米国を中心とするネットワーク化の波は日本にも押寄せている。一方わが国の現状をみるとかなりの立遅れがあり、わが国の文化の発展に大きな障害となる恐れがあるので、これを克服することは、わが国にとって緊急を要するものと思われる。

1. コンピュータ・ネットワークの必要性

1.1 大規模処理のための大型機の共同利用

近年情報処理の規模の大型化が著しく、またその応用分野がきわめて多方面となり、利用者は単に数がふえただけでなく地域的に拡がってきている。大型計算機はきわめて高価なため、共同利用が行なわれているが、利用者の地域的拡がりに対する対策としては、データ伝送回線によるオンラインサービスが必要で、コンピュータ・ネットワークは以上の要求を満足させるために必要である。データ伝送に要する費用を考えると小規模のデータの処理は、手許の計算機で行なった方が有利であるから、自然大小の計算機をデータ伝送回線で結んだ形となるが、その形としては一つの大型計算機を中心とする星形のネットワークから、最近では資源共有の方針にしたがい分業化の方向に向っている。

1.2 データバンクの共同利用

近い将来大きな発展が予想されるデータバンクを中心とする種々の情報提供サービスを、オンラインで行なうためにコンピュータ・ネットワークが必要である。学術上でも化学のようなデータに主体性をおく専門分野や学術情報などについては、データバンクを含んだ

コンピュータ・ネットワークはデータの検索ばかりでなく、データの作成蓄積にも利用されるであろう。専門家の分布について中心が複数存在する場合、あるいは国語の問題の解決などには、データバンクは複数箇所存在した方が有利であり、ネットワーク化はこれを可能にするものである。

1.3 コンピュータ・ユティリティシステムの実現

コンピュータの利用は、将来電話・電力・水道・ガスなどと同様に種々の事業所ばかりでなく、各家庭にも普及するものと考えられる。その利用形態は問い合わせ、依頼、指令などとその回答との形をとり、サービス側はデータバンクやシミュレータなどを用意することになる。CAI、計算機利用教育や種々のゲームはその例であるが、これらを実現するためにもコンピュータ・ネットワークは必要である。

2. 問題点

以上述べたようにコンピュータ・ネットワークは、将来のコンピュータ利用の基本的な形となるものと考えられているが、その実現には多くの難問題を克服して行かねばならない。その主なものについて述べよう。

2.1 高速データ伝送回線と効率的な使用

コンピュータ間の通信に使用されるデータ伝送回線の使用料はかなり高いので、コンピュータ・ネットワークの有用性は、この回線使用料によって限定されるといって過言でない。データの読み出し、伝送速度は数 mbps から 10 kbps にわたるものと見られるが、この速度はアナログ波形の伝送を主流とする今の電話伝送システムとしてはかなりの高速度である。しかもコンピュータ間のデータの授受はバースト的であるから、回線の利用効率を高めることは、回線使用料の切り下げのためきわめて必要である。

PCM (パルス符号変調) などのデジタル通信方式によれば、回線のコストは 1/10 以下になるものと期待されるが、PCM は、現在では未だローカル回線に使用されているに過ぎない。幹線も早く PCM 化するよう、電電公社は大いに努力して頂きたいものである。

† 第 11 回情報処理学会通常総会特別講演 (昭和 48 年 5 月 17 日)

†† 本会東北支部長、東北大学応用情報学研究所センター

長距離回線、特に日米、日欧回線ともなると、静止衛星を用いた回線が決定的に安くなる。

回線の使用効率を上げる方法としてデータ交換が考えられている。メッセージをある単位の長さのパケットに分割して一旦ミニコンピュータの記憶に保持してから、空いている回線を通じて相手先に送出する方法が行なわれているが、広大なコンピュータ・ネットワークとなると待行列の理論から最適解を求めることはきわめて困難となる。

2.2 異種計算機の結合

全く新たにコンピュータ・ネットワークを構成する場合は、計画性のある機器の配置ができるが、既設の計算機を結合する時は、機種によって語長、コード、命令などに大小の相違点があり、この難問題を克服するには非常な努力が必要である。現状では、例えば米国の ARPA Network では、IMP (interface message processor) と呼ばれるミニコンピュータでネットワークの節点を構成し、IMP 間は、予め定められた PROTOCOL にしたがってデータの授受を行なう。

IMP は、データ交換と符号その他の変換を HOST (ネットワーク参加者の計算機) と、ネットワークとの間で行なうインタフェイスの作用を併せ行なうもので、ネットワークの中心的存在である。現存するすべての計算機に平等にインタフェイスすることは困難で、かえって無駄が多くなることが考えられ、この点妥当な線を見出す必要があろう。

2.3 データベースの構成とデータの検索

データベースはコンピュータ・ネットワークにおける目玉的存在であって、ネットワーク参加者の第一希望は、ネットワークを通じて自分の欲しいデータが何時でも何処からでも引き出せることにある。したがって参加者の希望に適った内容が豊富で、引き易く、即応性のデータベースを作る必要がある。そのためには、まず大きな記憶容量のファイルが必要であるが、わが国の計算機ではファイルが概して米国に比べて少ないようである。次にデータ検索が速くできるようなデータベースの構成をとること、そのためには適当なデータの構造を求めると、また利用者が使って便利で、しかも検索効率のよい検索用の言語を開発することが重要である。

2.4 制度上、外交的制約

日本のコンピュータ・ネットワークが米、欧諸国に立遅れた原因は、計算機の持つ体質的なものもあるが、見逃してならないものは、データ伝送回線使用の法規

上の制約である。最近まで、公衆電話回線はデータ伝送に用いることが禁止され、専用回線も同一事業体内とそれに緊密な関係下にある関連事業体間とに限られていた。東北大学の例にとれば、国立大学間は文部省を一事業体として、早くから専用線が認められたが、公・私立大学との接続が許されたのは最近のことである。

通信回線の解放が進み、広域時分制が実施されるにおよんでコンピュータ・ネットワークの構成に対する主な法規上の障害は除かれたとみてよいが、運営上の具体的な点では疑問があり、有線通信法や郵便法などによる制約には注意する必要がある。

国際的なコンピュータ・ネットワークに参加することは、現在の特にソフトウェアの内外の格差からみて非常に望ましいことであるが、政治、経済、外交上の国際的な壁はきわめて厚く、この困難を突破するには多くの問題を解決しなければならない。

3. 現状

3.1 国内

わが国では、電電公社の DIPS や全国銀行をつなぐネットワーク、国鉄の座席予約、日本航空その他、また GE-電通の国際コンピュータ・ネットワークも既に発足し、さらに計画中のものはかなり多いと聞いている。

ここでは東北大学が電電公社および日本電気株式会社の協力を得て創設した東北地方の大学、高専をつなぐネットワークについて説明する。図1は東北大学大型計算機センタに設置されている機器構成の要点で、NEAC 2200-500 は TSS 専用で、280 M 字のファイルはそのバックアップに用いられている。NEAC 2200-70、2 台はバッチ処理用であるが、上記大容量ファイルを共用し、TSS の端末に対し remote job entry 方式による計算サービスを行なっている。図2

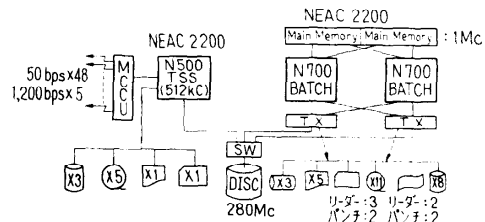
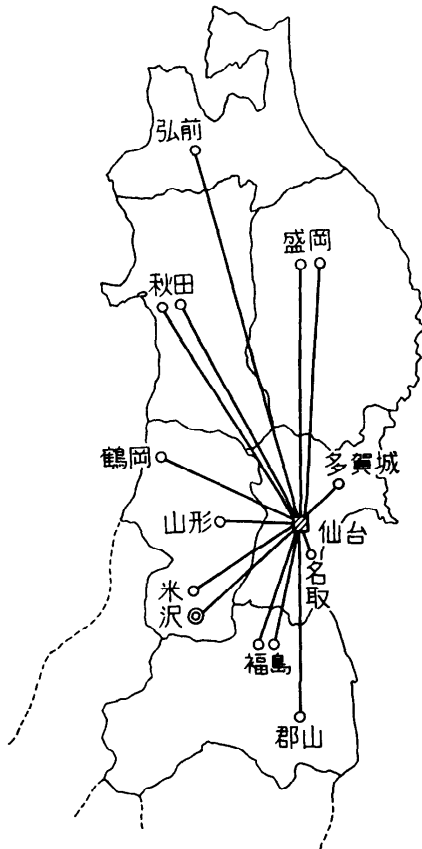


図1 東北大学大型計算機センターシステム構成略図
Fig. 1 Schematic diagram of computer system, Tohoku University



端局数 (昭和 48 年 3 月末)
 ○市外回線区間
 50 bps×13
 1,200 bps×1
 ●市内・構内回線区間
 50 bps×35
 1,200 bps×4
 総計 53 端末
 ◎ OKITAC 4300

図 2 端局設置状況 (市外回線区間, 48 年 3 月末現在)
 Fig. 2 Map of terminals of computer, Tohoku University

は端末の配置図で、図中米沢の山形大学工業短期大学部は、OKITAC 4300 を端末とし、1,200 bps 回線で結ばれているが、他はすべてタイプライタと 50 bps 回線による端末である。50 bps 回線を選んだのは、全く経済的な理由によるもので、このような低速のものが一体役に立つのかとは多くの方々からよく質問され

表 1 代表的な端末の使用状況 (昭和 47 年 8 月)
 Table. 1 Table of usages of terminals, Tohoku University

設置部局	USET	CPUT	会話数	コマンド / 会話	USET / 会話
①東北大・工データステーション (1,200ボ)	115 : 38'11"	5 : 0'3"	177	9	39'11"
②東北大・工・精密	122 : 36'11"	7 : 32'15"	43	25	2 : 51'4"
③弘前大・理	57 : 28'16"	4 : 55'57"	26	15	2 : 12'37"
④東北大センタデバック室 No.4	104 : 22'2"	2 : 20'25"	109	13	58'31"
⑤平均	60 : 17'8"	1 : 38'52"	69.2	10.8	52'16"

通信速度 ① 以外は 50 ボ.

るが、その回答となるのが表 1 である。表 1 は、昭和 47 年 8 月の TSS 使用状況表の一部で、次に注目すべき点を述べるが、この特徴はこの月だけでなく永続的なものである。

すなわち 50 bps の利用者の中には、1,200 bps の利用者よりも多く、または同程度に CPU を使っている者の存在することである。主な入力センター入力とし、端末入力は変更分だけ、出力は真に必要なデータだけをプログラムで選びだして最小限度に止める等、非常な苦心を払っておられるようである。特に弘前は計算機事情のよくない所なので TSS にかける期待は大きい。また大型計算機センター・デバック室の端末タイプライターは、バッチ処理の I/O 受付からわずか 20 m 以内の近距離にあるにも拘らず、利用率がきわめて高く、順番をとるのに苦労している状態である。

図 3 は TSS による 1 会話の中の平均的な処理の進行状況を示したものである。逆向のパスはエラーによる再試行や、データを変更して繰返し計算が行なわれていることを示す。線の傍に記されている数は、HELLO コマンドの回数を 1 としたときそのパスを通る割合を示したもので、図から 74% がコンパイルエラ

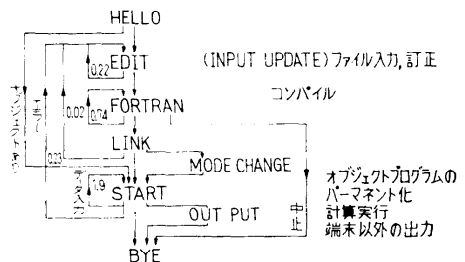


図 3 会話形式による計算状況
 Fig. 3 User's processing diagram in conversational mode, Tohoku University

一でやり直し、また1.9倍が繰返し、計算を行なっているものと見られる。いい換えれば、1会話中に利用者はデバックを1回、実行を3回程平均して行なっている。このことは、1会話に含まれるコマンドの数からも推定されることであるが、前述の CPUT の特に大きい利用者では、1会話中 10~20 ジョブに相当する計算が行なわれているものとみられる。

東北大学大型計算機センターにおける処理量は、1月当りバッチ (N700・2台) 4~5,000 件に対し TSS (N 500・1台) による会話数は、2~3,000 会話である。1会話を4件とすれば、TSS はバッチに比べて遙かに多くの件数を処理していることになるが、真の比較は実情を考えると困難である。

3.2 米国における状況

米国においては、ARPA (Advanced Research Project Agency) が全米の non profit の大学、研究所等を結ぶ、資源共有を実現するためのコンピュータ・ネットワークの研究サービスを数年前から始め、現在では主な大学、研究所はほとんど加入している。商業ベースのネットワークも負けずに開発が進められており、GEの世界ネットワークは前述したが、TYMSAT その他の多くのシステムがある。

3.2.1 ARPA Network

ARPA Network については、前にも触れた既に多くの方々によって、紹介されているので簡単に述べる。

図4は昨年3月の加入者の分布地図、図5はその構成を示す。図5からまた前にも述べたように、ネットワークは IMP または TIP (terminal interface message processor) を、高速データ伝送回線 (50 kbps) で結んだネットワーク (Subnet) を核とし、参加者の Host Computer, Terminal, NTS (Network Terminal System=mini Host) などは、すべて IMP または TIP を通じてネットワーク (Subnet) に接続される。Subnet 内には、共通な PROTOCOL (約束) があって、すべての HOST, 端末などが送受する message は、IMP または TIP によって Subnet 内の PROTOCOL にしたがうように変換、翻訳される。

1 message の大きさは約 8 kbit を限度とし、これは約 1 kbit の packet に分割して送られる。packet は宛先で誤りが、発見されれば再送が要求され、正しい packet は宛先の IMP (TIP) で組み立てられて message が再生される。message が正しく送られたことが確認されるまでは発信側の IMP は、その message

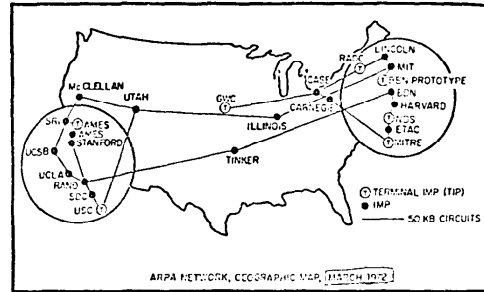


TABLE1-Site Abbreviations

NCAR	National Center for Atmospheric Research
GWC	Global Weather Central
SRI	Stanford Research Institute
MC CLELLAN	McClellan Air Force Base
UTAH	University of Utah
ILLINOIS	University of Illinois
MIT	Massachusetts Institute of Technology
LINCOLN	M. I. T. Lincoln Laboratory
RADCLIFF	Rome Air Development Center
CASE	Case Western Reserve
AMES	N. A. S. A. Ames Research Center
USC	University of Southern California
UCSB	University of California at Santa Barbara
STANFORD	Stanford University
SDC	Systems Development Corporation
BBN	Bolt Beranek and Newman
CARNEGIE	Carnegie University
MITRE	MITRE Corporation
ETAC	Environmental Technical Applications Center
UCLA	University of California at Los Angeles
RAND	Rand Corporation
TINKER	Tinker Air Force Base
HARVARD	Harvard University
BURROUGHS	Burroughs Corporation
NBS	National Bureau of Standards

図4 ARPA ネットワーク

Fig. 4 ARPA network

を消去しない。IMP は、一種の packet switching を行なうことになるが、デッドロックを避ける方法など種々問題があるようである。図5以後いくつかの IMP-HOST が新たに参加しているが、NASA Ames Res. Center の HOST として ILLIAC-4 が接続されることには非常に大きな期待が寄せられているようである。

ARPA Network による資源共有方式によって生じた大きな効果は、分業化の著しい促進であろう。すなわち各センタは、それぞれ処理能力またはデータの種類について専門化し、自己の専門以外については他のセンタを利用し、また自己の専門について、能力に余裕のある場合はそれを他に利用させることで、使用率の低い設備を設けることの無駄を省き自己の設備の使

学と共に製作中で、今秋には接続が期待されている。

ARPA Networkは図5によって明かなようにハワイまで延びており、ハワイ大学の計算機は当然ARPA NetworkにIMP(図5ではTIP)を通じて接続されるものと予想される。したがってALOHA Systemの加入者がARPA Networkを使う可能性が考えられるが、両者のPROTOCOLが違うのでALOHA Systemの加入者でARPA NetworkのPROTOCOL使用の許可を得られるかどうか、問題となるであろう。これには外交上の大きな制約があり、実現は疑問である。

4. 将来性

4.1 応用面の拡大

コンピュータ・ネットワークの応用はその分野の拡大と普及に近い将来大々的に行なわれるものと予想される。情報処理および情報提供サービスは各種サービ

ス業(第3種、第4種産業)その他の産業、金融、行政、医療、科学技術、教育などのあらゆる分野に浸透し、各事業体はもちろん、各家庭も少くとも1台ほどの種類かの端末を持つようになるものと考えられる。

4.2 発展の規模の予想

近い将来の発展の規模を予想することはきわめて困難であるが、OECDに近い筋から伝えられる所によれば、コンピュータ・ネットワーク産業は、石油、自動車と並ぶ三大産業の一つとなり、その売上げのGNPに対する比率は日本において次のようになるものと予想している。

1977年	2.6%
1985年	6.0%

その内訳について、コンピュータと通信回線費との比は3:2である。これらの数字は一昨年(1972年)の電話事業収入がGNPの約1.4%であったことを考えるとその見込額が如何に大きいかが了解されよう。