

コンピュータ・ネットワーク

手塚 慶一*

ハードウェア、ソフトウェア、データをコンピュータの3資源という。これは、どの一つを欠いても、コンピュータ・システムは動作をしないからであり、また、コンピュータ・システムの価値は、これら3資源の性能を3次元空間の座標値に対応づけて評価できるからでもある。データとは、コンピュータが所用のジョブを遂行するために必要な諸情報のことであり、一般には、このデータの存在するファイルないしはデータ・ベースのことを指している。

今日のコンピュータ技術は、これら3資源のすべての面において大きな壁に突き当たっているといわれている。このことは、コンピュータの需要が広域的に急激に増加し、その内容も多様化してきた今日、この需要を十分消化しうる超大型のシステムのコストは極めて高価なものとなり、また広域性に原因する通信回線のコストもコンピュータの運用費を引上げる大きな要因となることに起因する。要は、コンピュータ・システムのコスト・パフォーマンスを極端に悪化させ、また、膨大な投資を行なうまで情報処理を行なう必要があるかどうかという問題であり、また本来合理化を目的とする情報処理システムに、高価な投資を行なうことは、その本質に悖るからでもある。コンピュータ・システムには、従来そのコストはシステムの持つ機能指数の平方根に比例するという、いわゆる Grosh の法則が適用されてきた。しかし、この概念は現在まで作られてきたシステムに適用できることであり、これ以上の規模をもつ超大型システムを従来と同じアーキテクチャで作ろうとすれば、Grosh の法則を上回るコストを必要とするのである。

たとえば、一つの広域企業が、各地域にこの

ようなシステムを設置すれば、たちまち重複投資に連ってくる。さらに、各地域のコンピュータが満足に動作するために必要なデータ・ベースは、ほぼ同じものを必要とし、このデータ・ベースのコストがハードウェア、ソフトウェア以上に高価につくのである。

上述のような諸要因から、これからのコンピュータ・システム技術は以下のような傾向を指向しようとしている。

- (1) 超大型コンピュータの製作は避け、従来の規模のシステムを複数個併用することにより、必要な機能を実現する。
- (2) 情報処理需要の多い各拠点に、相応のシステム（超大型ではない）を置き、これらのシステムを高速通信回線で結び、任意の端末からどのシステムをも利用できる共同利用・相互乗入れ体制をとることにより、重複投資を避ける。この方式は、各拠点システムのもつアプリケーション・ソフトウェア、データベースが、それぞれ異なる特長をもつ場合に大きな効果を発揮する。

(1)の目的に沿ったシステムには、すでにジュアル・システム、ジュプレックス・システム、並列処理システムなどがあり、複数個のシステムが一つの機能を分担するインハウス・システムもこの範疇に属する。さらに最近では、複数個の CPU（中央情報処理装置）、複数個のファイルバスラインと称する情報伝送路で連絡し、各端末がこれらを適宜動的に共同利用するコンピュータ・コンプレックスの概念も開発されつつあり、これも(1)の意図に沿ったものである。

(1)に対応するものが、単一システムの新しい傾向を示すものであるとするならば、(2)は広域システムの新しい方向を示唆するものであり、従来のタイムシェアリングシステムに代るもの

* 手塚慶一 (Yoshikazu TESUKA), 大阪大学工学部, 通信工学教室, 教授, 工学博士, 情報工学

である。(2)の意図に則して作られたシステムが、コンピュータ・ネットワークである。

コンピュータ・ネットワークの嚆矢は、1969年アメリカに作られた ARPA (Advanced Research Project Agency) システムにある。これは軍事研究を目的に、米国内の大学、研究機関の情報処理システムを高速通信回線で結び、参加機関のどの端末からでも、任意の大学の CPU、ソフトウェア、データを利用するように設計されたシステムであり、もちろん情報処理システムへの重複投資を避けることを目的に設計されたものである。最初、4研究機関 (UCLA, UCSB, SRI, UTAH) によって出発したシステムは、1975年には図1に示すように、約50機関の主たる大学、研究機関を包含するシステムに発展しており、衛星回線でハワイ、ロンドンにまで伸びている。今日、米国内では、それぞれ独立の目的、機能をもったコンピュータ・ネットワークが十数システム存在する。たとえば、北カロライナ大学が分散している系列大学のコンピュータ・システムを連結し

て作った TUCC (Triangle University Computing Centre) も一つの例であり、大阪大学の情報処理システムの将来像を考える上で、参考になるのではないかと思う。

ヨーロッパにおいても、ARPA よりやや遅れて英国に NPL (National Physics Laboratory) システムをはじめ、フランス、ドイツなどにも、この種のコンピュータ・ネットワークが作られている。わが国では、いまだこれに類するものはなく、全国大学間ネットワークを意図した部分的な実験、ないしは電々公社のデジタル・データ・交換網 (D. D. X.) などに、今後のコンピュータ・ネットワークへの発展を期待することができよう。図1に示した IMP とは、Interface Message Processor の略で、これに接続されている大形コンピュータ (これをホスト・コンピュータという) と、高速通信回線網との間の交換、伝送制御を行なう小形コンピュータのことである。

コンピュータ・ネットワークに関する研究には、基本的に次の二つの立場がある。

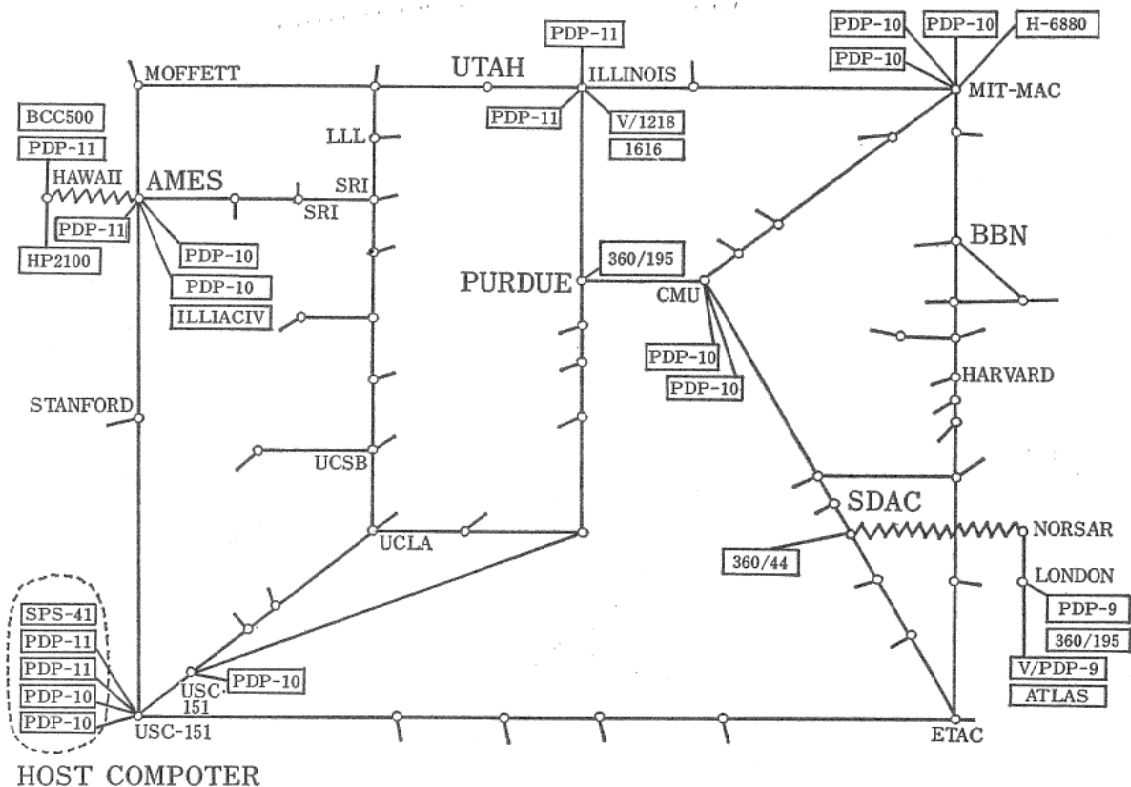


図1. ARPA NET (1975 June) ○印は IMP (Interface Message Processor) であり、各 IMP はそれぞれ HOST COMPUTER を通じて、端末に接続されている。

(1) 分散形情報処理システムとして、コンピュータ・ネットワークを捉え、各ホスト・コンピュータの適正規模、アプリケーション・ソフトウェアの性格、データ・ベースの性格、規模などを決定し、総合システムのコスト・パフォーマンスの最適性を図る。

(2) コンピュータ・ネットワークを広域デジタル・データ交換網として捉え、任意の一つの端末と、任意のホスト・コンピュータとの間を往復する情報の交換・伝送方式を論じ、ネットワークの使用効率を最適化し、所用伝送コストを適正化できるように、システム構成を考える。

筆者らの研究室では、(2)の問題を主対象に研究を行なっている。これは、網を媒介として捉えたデータ伝送、データ交換の問題であり、以下のようなサブテーマが存在する。すなわち、ARPA などのコンピュータ・ネットワークでは、情報を単位長（たとえば1000 bits）ごとに分割し、各単位長情報（これにアドレスなどを付したものをパケットという）ごとに、独立に伝送・交換する、いわゆるパケット交換方式が採用されている。われわれが現在手がけている問題は、このパケット交換網に関連したものである。

③ 網形態の決定

各地点のホスト・コンピュータに連なっている端末から発生するジョブ・トラヒックの行先（他ホスト・コンピュータ）別分布が判明している場合、これらのジョブから作られるすべてのパケットを伝送しえて、しかもネットワークの敷設コストを最少にするためには、ネットワークにいかなるトポロジーを与え、またブランチごとの回線容量をいかに決定すればよいか。

④ IMP のもつべき交換アルゴリズムの決定

各地点のホスト・コンピュータを連結するネットワークと、各ホスト・コンピュータに発生するジョブトラヒックが与えられている場合、各 IMP は

(i) それぞれのジョブ・パケットを網内に送り込むために、いかなるフロー・コントロール・アルゴリズムを採用すべきである

か。

(ii) 送り込まれてきたパケットを次段に送出するためには、複数個の出線（経路）の中からどの出線を用いるべきであるか（経路選択アルゴリズム）。

などの問題を解決するソフトウェアを持たなければならない。この場合、アルゴリズムの“良さ”は、ネットワークに入るすべてのジョブが全体として、いかに速く目的ホスト・コンピュータに到着するかという、平均アクセス・タイムによって決定される。

(iii) 伝送制御のためのプロトコルの決定と評価。

ジョブ・メッセージより作り出されたパケットは、いくつかの地点（IMP）を通過して、目的ホスト・コンピュータに送られ、ここで編集されて、もとのメッセージに変換される。したがって、目的地で正しいメッセージを受信するためには、伝送途中にうける雑音などによる情報の誤りを除去し、またパケットの消失を防がねばならない。このように信頼性向上を目的として、IMP—IMP 間とか HOST—IMP 間などの間に設定される伝送規約をプロトコルと呼んでいる。この伝送制御プロトコルは、情報・パケットの授受に関するきめの細かい一連の操作ステップからなっているが、ネットワーク全体の伝送処理能力を可及的に大きくし、各ジョブ・メッセージをできるだけ早く目的地に送り届けるには、いかなるプロトコルを設定すればよいか一つの課題となるのである。この種のプロトコルに関する基本的思考は、コンピュータネットワークの基礎理念を与えるものであり、これをネットワーク・アーキテクチャと呼んでいる。

以上は、われわれが現在取り上げているコンピュータ・ネットワークに関する研究テーマについて述べたものであるが、前にも述べたように、分散形処理システムとしての、コンピュータ・ネットワークをハードウェア、ソフトウェア、データベースの各面から追及していく問題も今後に残された重要な課題である。