

コンピュータネットワークを用いたソフトウェア開発環境

村井 純 * 斎藤信男

慶応義塾大学理工学部

(* 現在 東京工業大学)

概要

慶応義塾大学理工学部では、計算機科学の研究環境にローカルエリアネットワークを中心としたネットワーク技術を導入し、よりよい環境の構築のために研究を行なっている。このような環境を提供するためには、どのようなローカルエリアネットワークをどのように利用し、どのようなオペレーティングシステムを用いて、どのような方法で環境を確立するかという多くの問題が存在する。計算機の資源が分散して存在する現在では、これらの問題を究明するのがコンピュータサイエンスの研究環境における一つの重要な課題となっている。本論文では、このような環境におけるローカルエリアネットワーク利用の考え方、ソフトウェアの考え方、具体的構成、効果と問題点などについて慶応義塾大学理工学部の環境に関する研究を、主に、数理科学科斎藤研究室における経験に基づき述べる。

1. はじめに

よい研究作業環境を構築することには、その目標とする環境を得ることのほかに、2つの意義がある。1つは、それ自体がよい研究目標になることである。既存の商用システムを適当に導入しても、決してよい環境は構築できない。計算機科学の歴史をみても、Multics(1)、UNIX(2)など高く評価されているオペレーティングシステムの最初の研究動機は、自分たちがもっとよい研究環境を作りたいということであった(3)。たまたま、その成果がよかったまでのことである。よい研究作業環境は、よいソフトウェア開発環境にもつながり、これは、十分研究の対象となりえる。もう1つの意義は、よい研究作業環境の上に、あたらしい研究課題を展開できることにある。

慶応義塾大学理工学部数理科学科では、1978年にPDP-11/60上にUNIXのバージョン6を導入し、計算機科学の研究基盤として利用を始めた。UNIXの提供する環境は、すでに、(3)などで述べられているようなオペレーティングシステムの機能としての特徴の他に、C言語によるソースコードが公開されていてオペレーティングシステムの学習や改造という点で有効であった。研究の成果として開発されるソフトウェアの規模が拡大するにしたがって、VAX-11/750や68000を用いたワークステーションにそれぞれUNIXを稼働し、利用してきた。

このような資源を最も有効に利用し、最適な研究環境を実現するためには、すべての資源を総合的に利用できるようなネットワークシステムを構築する必要がある。本論文では、慶応義塾大学理工学部において実現した研究環境の設計と実現の方法を紹介するとともに、それに伴う問題点を述べる。

2. 設計**2.1 ローカルエリアネットワーク**

オペレーティングシステムの提供する機能は、パッチ処理の形態によるものからオンライン処理(TSSや会話型処理)へと変化してきた。TSSの形態の環境は、次のような特徴をもっていた：

- (1) CPUの共有、
- (2) 2次記憶の共有。

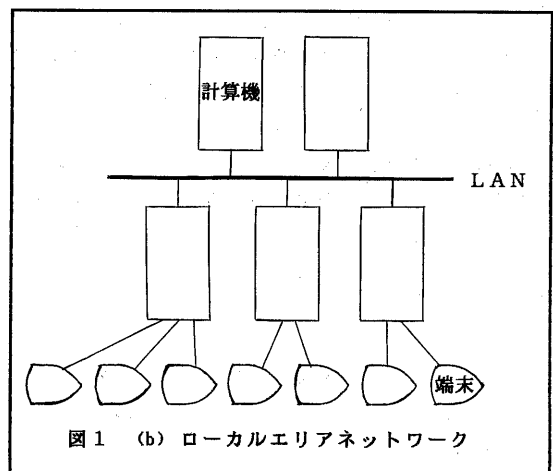
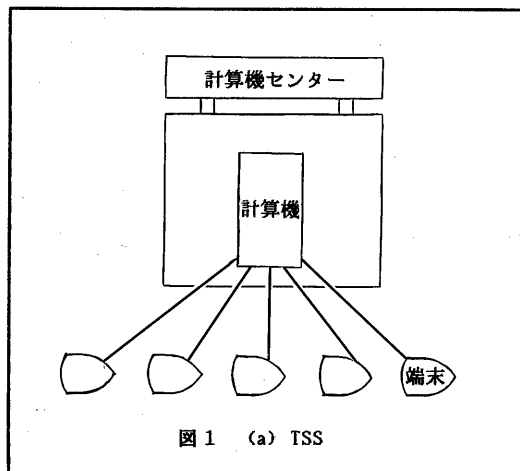
(1)の特徴としては、本来高価であったCPUを時分割して利用することによる経済面での効果が強調され

ていたが、ハードウェア技術の発達に伴う安価で高性能のCPU が存在する現在では、むしろ、各利用者の作業が、他の利用者の作業に伴うシステムの負荷状態の変化により影響を受けるという問題点が指摘される。(2)により複数の利用者が共通のファイルシステムを利用することができる。このことは、利用者による共同作業の環境として非常に有効な環境を提供する。

現在では、画像や音声に基づいた高度な入出力機器を用いるために、CPU を独占する要求も高まっており、また、マイクロプロセッサによるパーソナルコンピュータの発達により計算機資源が分散している傾向がある。

このような傾向の中で、TSS の(2)の特徴を保つためにはパケット交換による高速のネットワークを用いた分散された資源の有効利用とともに共同作業環境の提供をはからなければならない。

利用者の端末が中央の計算機に結合されるTSS の概念と、分散された計算機に結合されるローカルエリアネットワークの概念を図1に示す。



2. 2 端末ネットワーク

図1で示したようなローカルエリアネットワークの結合は、分散された計算機を結合しており、適切なネットワークソフトウェアの開発により異なる計算機を利用している利用者間の共同作業や情報の移動を提供することができる。また、利用者は、利用しているシステムのネットワークソフトウェアにより、他のシステムを利用することもできる。

しかし、近來の大学環境における小型コンピュータの普及は著しく、その数は、1つの研究室でも複数存在することが一般的である。このような環境のなかでは、計算機間を結合するパケット交換の高速ローカルエリアネットワークとは別に、端末用の回線を多重化して用いることのできる、比較的低速のいわゆる端末ネットワークを設置することが必要となる。端末ネットワークは、通常、複数の端末と、複数のコンピュータシステムを結合し、端末からシステムを選択できる形式で利用を行なうが、低速の直列回線を用いた計算機間を結合するネットワークとして利用することもできる。端末ネットワークを用いた環境の概念を図2に示す。

端末ネットワークの特徴は、次のような項目である：

(1) 複数の計算機の利用が直接的に行なえる。

端末を用いた計算機システムの利用者が、複数のホストを利用するためには、(Ⅰ)各ホストへの回線を準備し、適宜切りかえて利用する、(Ⅱ)1つのホストから、高速のローカルエリアネットワークを用いた遠隔ログインの機能により利用する、(Ⅲ)端末ネットワークにより利用する、という3通りの方法が考えられる。(Ⅰ)の場合は各結合に対してそれぞれ結線が必要となり、また、ホスト側のインターフェースも各結合の分だけ用意しておかなければならない。これに対して、(Ⅱ)の方法では、ローカルエリアネットワークの利用効率を下げ、かつ、遠隔ログインならびにその基礎となる通信用のソフトウェアが必要となる。これに対

し、(Ⅲ)の方法を用いると、同軸ケーブル1本の敷設ですみ、シリアルラインのインターフェースの共用も可能となる。

(2) 特別なソフトウェアが必要ない。

端末の回線はどのようなコンピュータにおいても提供している。したがって回線に対する通信用のソフトウェアは特別には必要がない。また、アプリケーションレベルのソフトウェアも、端末との入出力のプログラムを作成すればよく、比較的簡単に開発することができる。さらに、高速のローカルエリアネットワークにすべてのコンピュータシステムを結合するためには各コンピュータに対してそのネットワークのインターフェースを用意し、かつ、共通のソフトウェアを作成しなくてはならない。このこと

は、事実上、不可能な場合も多く、このような場合でも端末ネットワークは有効に利用することができる。

利用者が、端末を用いて作業を行なっている場合、簡単に接続ホストを変更できると便利ことが多い。特に、このような環境自体の開発、すなわち、各ホストにまたがったプログラムの開発途中には常に各ホストとの直接の接続が必要となる。

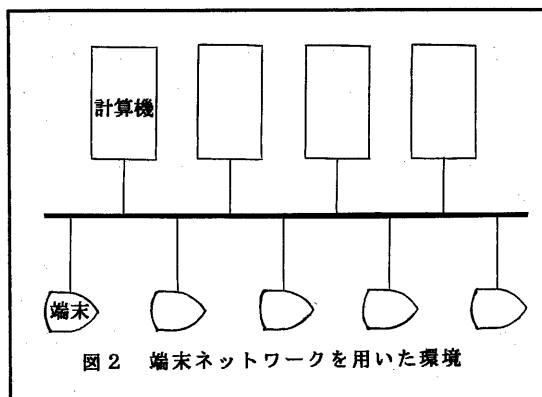


図2 端末ネットワークを用いた環境

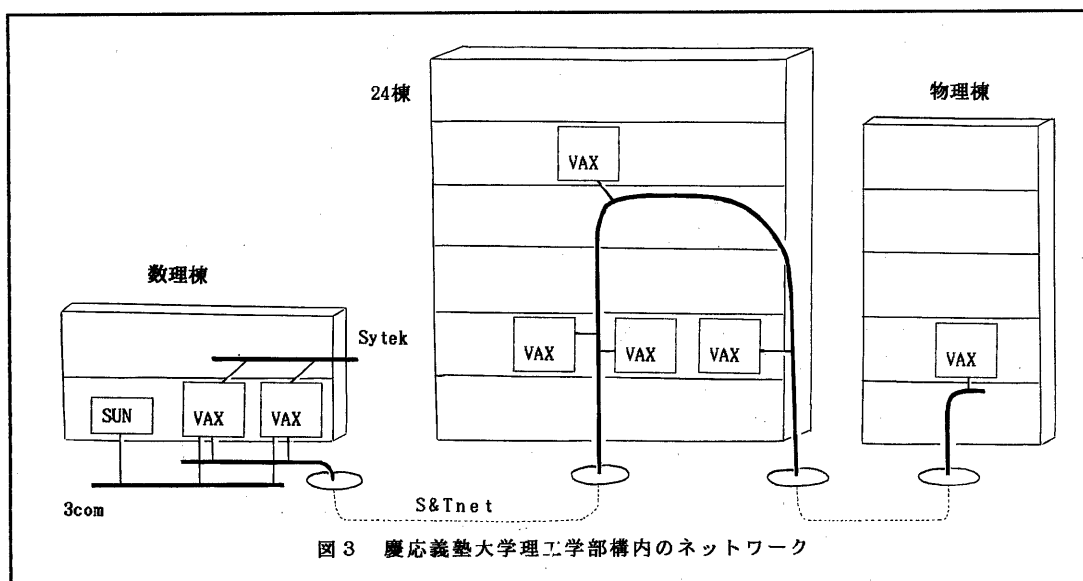


図3 慶応義塾大学理工学部構内のネットワーク

3. 実現

斎藤研究室では、前章で示されたように、ローカルエリアネットワークによる計算機間結合と、研究者の端末と計算機との結合のための端末ネットワークを併用し、新しいコンピュータの研究環境を構築した。用いたネットワークを表1にまとめた。表1で示したように、2種類の端末ネットワークと、3種類の計算機ネットワークである。慶応義塾大学理工学部の構内とこの3種類の計算機ネットワークとの関係を図3に示す。

3.1 KEIO S&Tnet

S&Tnetは、理工学部のキャンパス全体を結合するように構築されているローカルエリアネットワークで、1981年の秋に稼働を開始している。S&Tnetは、Ethernet(4)に確認応答機能を付加した、Acknowledging Ethernet

et方式(5)を用いて結合されている。Acknowledging Ethernet方式は、ハードウェアレベルでの信頼度が高く、各種の機械加工などの雑音源が存在する理工学部のキャンパスに張るためには最適であると考えられている。現在のバージョンの転送速度は、1Mbpsと比較的遅い。

Acknowledging Ethernetのハードウェアは、AEIU(Acknowledging Ethernet Interface Unit)と呼ばれる、NIUに収納されていて、各ホストとの結合は、GPIBバスにより行なう。このため、接続の一般性があり、キャンパス全体のネットワークとして適している。

現在のところ、結合されているホストは、すべてVAX-11/750で、オペレーティングシステムは、UNIXを使用している。S&Tnetのネットワークソフトウェア(6)は、4.1BSD版のUNIX(7)を改造し、ファイル転送、電子郵便、遠隔ログイン、利用者のプログラムによる遠隔プロセス間通信などの各機能を提供している。

ネットワークソフトウェアの特徴は、処理効率を低下させないように階層構造に基づいた構築を行なっている点で、ネットワークソフトウェア内でのデータの移動を最小限に留めるためのパケットマネージャと呼ばれる方式を用いて実現している(6)。S&Tnetのソフトウェア構造を図4に示す。

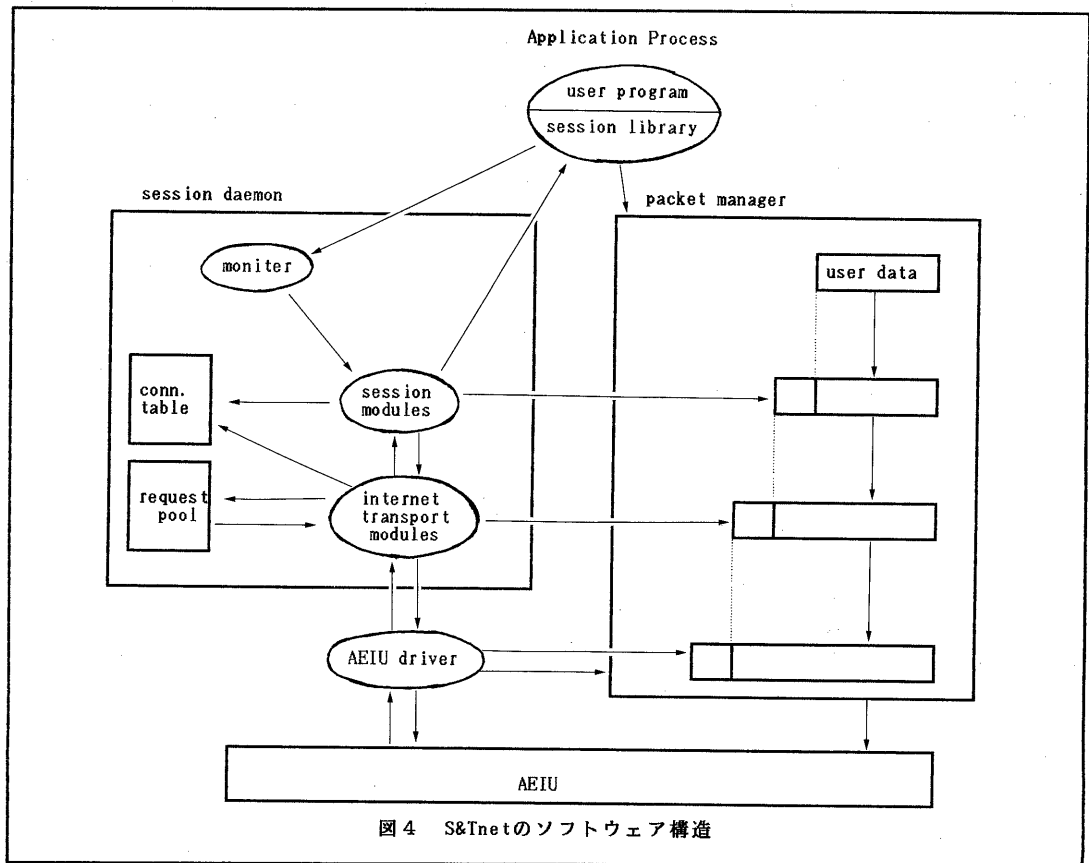


図4 S&Tnetのソフトウェア構造

本ネットワークは、キャンパス全体の計算機を結合しているもので、他学科の計算機の利用や、ソフトウェアの配布、電子郵便などの目的で利用され、また、公衆パケット網との結合ノードの設置が計画されており、斎藤研究室の環境としては、外部との窓口の役割をはたす。

3. 2 数理科学科3Comイーサネット

S&Tnetがキャンパス内の各計算機を結合していたのに対して、更に局所的な高速の結合が必要となる。これは、図3にも示されるように、2台のVAX-11/750と、1台のSUNワークステーションが同一の建物の中に存在

し、プリンタ、磁気テープなどの周辺機器を極めて高い頻度で共有するためである。この、数理科学科内のネットワークには、米国3Com社のイーサネットを利用している。同社のイーサネットは、UNIBUS、Q-bus、MULTI BUS などのミニコン向けの標準的なバスにそれぞれ直結型のインターフェースが用意されているので、採用した。

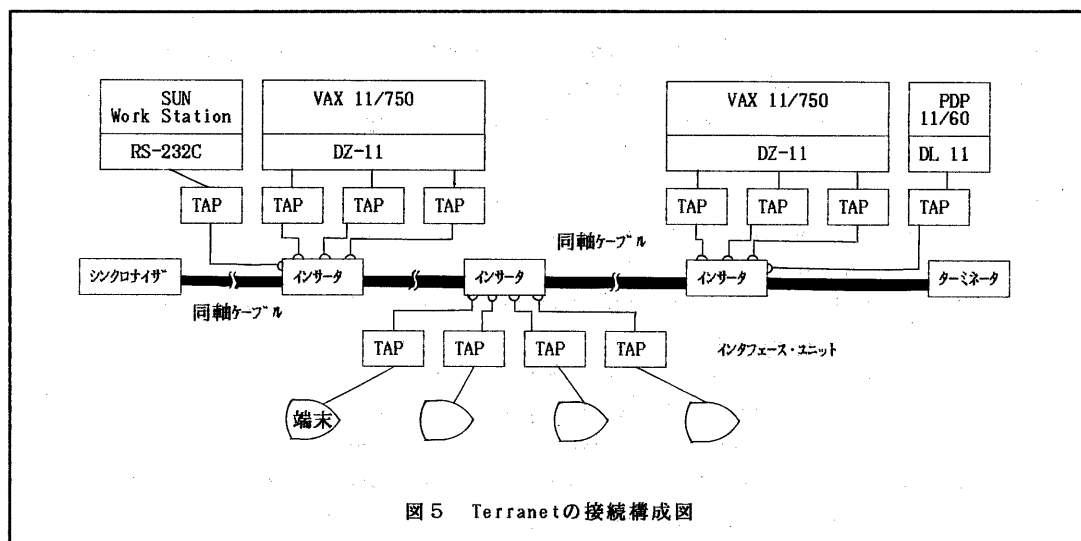
結合されている3つのホストは、すべてUNIXの4.2BSD(8) が稼働しており、ネットワークソフトウェアとしては、同オペレーティングシステムに採用されている米国国防総省の提唱するプロトコルであるTCP/IP(9) に基づいたソフトウェアを利用している。

3. 3 数理科学科LocalNet40

LocalNet40は、斎藤研究室で実験のために結合しているブロードバンドのネットワークで、2Mbps のチャンネルが5本使用できるようになっている。このネットワークの特徴は、ハードウェアで提供する機能が強く、ネットワークソフトウェアの負担を軽くするという点で期待されているが、現在のところ評価の結果をまとめるに至っていない。画像情報などに積極的に利用する際など、ブロードバンドの特徴を生かせるような応用には向いていよう。

3. 4 数理科学科端末ネットワーク

Terranetは、もともと米国ワシントン大学において開発され、それをコンピュータサービス社が改造し商品化した端末ネットワークである。通信方式は時分割スロット方式で、9,600bps迄の通信を実現する。Terranetの利用は、図5に示すように、端末と各システムの端末用のポートをTAP と呼ばれるハードウェアを介して結合している。



また、LocalNet40と共通の媒体を利用するLocalNet20も同様の端末ネットワークとして利用している。

Terranetの利用者は主に次の2点の方法で利用する：

(1) 端末と計算機の接続

利用者が作業を開始する際には、break キーの打鍵によってTerranetのコマンドモードに設定し、接続ノードのアドレスを指定して、結合することができる。このような環境においては、利用者は自由に各自の端末を利用するホストに接続することができる。もちろん、計算機間を直接結合している高速のローカルエリアネットワークを利用しても遠隔ログインを行なうことができるので、端末ネットワークなしでも各ホストを利用することができるが、特定のホストの状態にかかわらず作業を行なえる点で、端末ネットワークを介した方が信頼性が高い。また、複数ホスト上のプロセスが通信をするような分散アプリケーションやネットワークソフト

ウェアの開発作業においても、接続の切りかえによって効率的な作業環境を提供することができる。

(2) 計算機間の接続

利用者が接続を切りかえたように、計算機間でもプログラムによって接続を指定することができる。これにより、uucp (10) などの端末回線用の通信機能を用いたファイル転送などの機能を実現することができる。

4. むすび

ここで示したように、慶応義塾大学理工学部では、目的に応じた特徴をもつネットワークを使用して、複数の計算機を有効に利用できるような研究環境を構築している。ネットワークのソフトウェアを構築する作業においては、現在ほとんどの計算機でUNIXが稼働している状況が多大な助けとなっている。ここで、VMSのような異なるオペレーティングシステムのシステムは、端末回線を利用することにより、ファイル転送と遠隔ログイン程度の通信を可能としている。

計算機を結合する際に一般的に注意を必要とするのは、システムの安全保護の問題で、本研究では、システムの利用者の照合だけでなく、回線と利用者の照合を行なう機能を追加することなどにより、改善をはかっている。

今後の課題として、近距離のシステムを高速のネットワークで結合しているものに関しては、さらに有効な研究環境を提供するための分散環境に関する研究を進めている。また、他大学や、他国との情報交換を実現するための広域ネットワークとの接続に関する研究も進行中である。

謝辞

本研究の進行にあたり、慶応義塾大学理工学部電機工学科相磯秀夫教授、並びに、所真理雄助教授をはじめとするS&Tnetプロジェクトの方々、同数理科学科のネットワークグループの方々にも助言と助力をいただいた。また、数理科学科の関係者の方々の協力をいただいた。これらの方々に感謝する。

参考文献

- (1) F.J. Corbato, C.T. Clingen, and J.H. Saltzer, "Multics - The First Seven Years," Proceedings, AFIPS, 1972, SJCC, vol. 40, pp. 571-584.
- (2) D.M. Ritchie, and K. Thompson, "The UNIX Time-Sharing System," The Bell System Tech. Journal, Vol. 57, No. 6, pp. 1905-1930, Aug. 1978.
- (3) B.W. Kernighan, "Unix Environment," Prentice-Hall, 1983.
- (4) R.M. Metcalfe, and D.R. Boggs, "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks," Communications of the ACM, Vol. 19, No. 7, pp. 395-404, July 1976.
- (5) M. Tokoro, K. Tanaka, F. Teraoka, and T. Saito, "The development of The Acknowledging Ethernet," Proc. of COMPCON Fall, Sep. 1983.
- (6) Jun Murai, Mario Tokoro, and Fumio Teraoka, "Keio S&Tnet: A Unix Campus Network," Proc. of The 8th Conf. on Local Computer Network, pp. 14-23, IEEE Computer Society, 1983.
- (7) CSRG, UC Berkeley, "Unix 4BSD Manual," 1980.
- (8) CSRG, UC Berkeley, "4.2BSD System Manual: Draft of September 1, 1982," 1982.
- (9) J. Postel, ed., "DOD Standard Internet Protocol," Internet Working Group, IEN 129, Jan. 1980.
- (10) D.A. Nowitz, and M.E. Lesk, "A Dial-Up Network of UNIX Systems," Bell Laboratories, Murray Hill, N.J., Aug. 1978.