

大学間ネットワーク(N-1プロジェクト)における 京大TIPシステムについて

金沢正憲, 飯田記子, 桶谷猪久夫, 今城一夫, 山元伸幸
(京都大学大型計算機センター)
 山本彰, 今井恒雄
(京都大学工学部) (富エ通)

1. はじめに

ハードウェアおよびソフトウェアの各種リソースの共用を目的としたコンピュータ・ネットワークの開発実験が、最近、活発になっているが、ここで紹介する京大TIP(Terminal Interface Processor)システムは、京都大学、東京大学、日本電信電話公社の協同研究(N-1プロジェクト)として推し進めている幾多のコンピュータ・ネットワーク実験計画における一つであり、ネットワークを経由した会話型処理の利用を目的としたものである。

N-1プロジェクトにおける第1段階では、多くの報告書等で既に紹介されているように、^{1) 4)} 各レベル(DLC, FEP-FEP, HOST-HOST)のプロトコルの制定およびインプリメンテーションを行った。ネットワークとしては、電々公社のデジタル・データ網(DDX-2)の回線交換現場試験網を用いた。アプリケーションとして、バッチ・ジョブの入出力をネットワーク経由で行うRJE(Remote Job Entry)システムを開発し、去る11月に1ヶ月余り、京大・東大両大型計算機センターにおいて運用に準じたRJEサービスの試行を行い、成果を納めた。

つぎに、パケット交換方式(TL1[パケット交換第1次試験網 52年], TL2[同第2次試験網 53年])のデータ網を用い、会話型処理の利用を主要な目的とした通信のためのTELNETプロトコルを定め、インプリメンテーションを行っている。^{2), 3)}

2. TIPシステムの目的

会話型処理の利用を念頭に置いたTELNETシステムでは、多量のデータを連続的に送信または受信するRJEシステムとは異なり、端末からテキストが入力される毎に相手システムへ送信し、そのテキストに対する応答を受信することが多いために、データ網を通過するメッセージの時間間隔は人間の動作速度に依存することが大である。従って、専用回線、回線交換方式では経済的に問題がある。パケット交換方式では、同時に多数の端末と相手システムとの間でメッセージ交換が可能のため、TELNETシステムのためのデータ網としては適当な方式である。

ユーザHOST(利用者の端末が直接接続されているコンピュータ)のTELNETユーザ(TELNET利用のためのプログラム)を実現する方法は、つぎの2つが考えられる。

- ・TSSを有するシステムにおいて、TSSの下で動作する処理プログラムで実現する方法(ユーザ・ジョブ方式)
- ・専用のプログラム・システムを作成する方法(専用システム方式)

ユーザ・ジョブ方式は、大型コンピュータを有するセンターの場合には、オペレーティング・システムに備えられた豊富な機能を利用できるので、比較的実現し易い方法である。専用システム方式は、大型コンピュータで実現するには、他

の機能、特に、TSSと重複する部分が多くなる他に、実現にかかりの労力を必要とする。このような特徴を考慮し、専用システム方式の場合には、相手システムの会話型処理を専ら利用するために適したシステムとし、ユーザ・ジョブ方式の場合には、相手システムの会話型処理を利用する他に、自システムの機能（例えば、ファイル・システム）も利用でき、最終的には、プロセス間通信を含めた幅広い利用ができるシステムとし、それぞれ特徴を持たせようと考えている。

ユーザ・ジョブ方式では、利用に即した変更が比較的容易であるとともに、利用者が自分の利用に適したプログラムを各自作成できるという融通性がある。しかし、1回の会話において、会話型システムを3回（自システム2回、相手システム1回）通過するので、レスポンス時間が長くなる。自システムと相手システムが同規模の場合、約3倍以上になると推測されるだろう。また、単に相手システムの会話型処理を利用するだけの場合には、大型コンピュータをメッセージ交換的な意味で使用することの他に、ユーザHOSTで処理されているバッチ・ジョブ、TSSジョブの混雑に輪をかけることになる。

専用システムは、廉価なミニコンピュータで十分実現することができ、しかも、十数台のアクティブ端末を收容するのであれば、すべて主記憶上で消まされる。即ち、プログラムをセグメント構造にしたり、バッファ領域をファイル装置に確保したりする必要がないので、レスポンス時間の長くなるのを極力防ぐことができる。このような専用システムをTIPシステムと呼んでいる。

現在、TIPシステムの開発実験を終え、運用に供するためのアカウント等の機能追加を進めている。さらに、ユーザ・プロセス方式におけるTELNETユーザの仕様を検討中である。

以下に、京大TIPシステムのハードウェア構成、ソフトウェアの構成を中心に、テバッグに用いた手法を紹介する。

3. TIPシステムのハードウェア構成

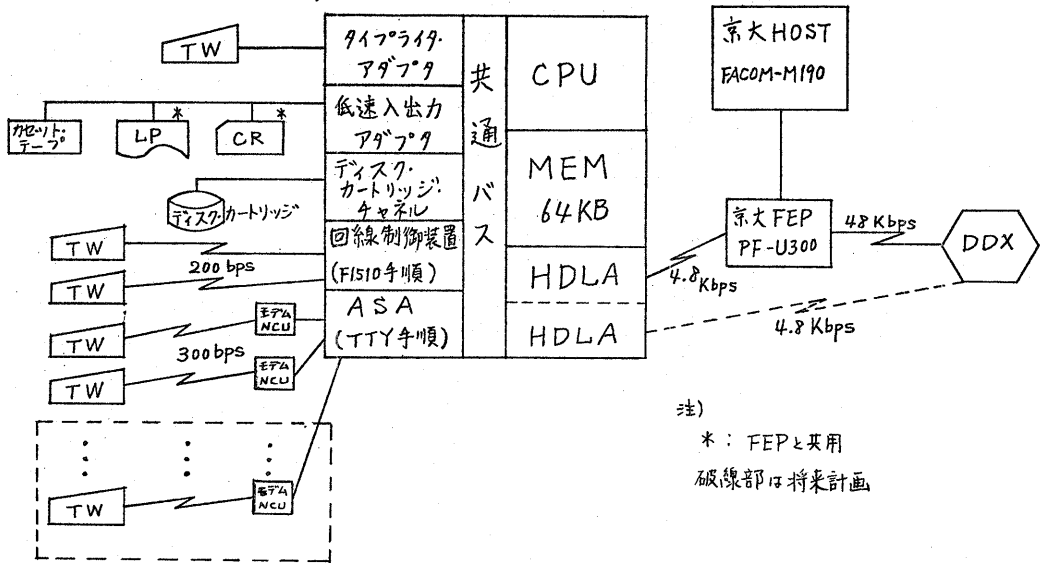
TIPシステムは、上に述べてきたように、数多くの端末と高速回線のデータ網との間を仲介するシステムであり、かつ、専用システムであるために、つぎのような条件を満たす必要がある。

- (i) できる限り数多くの端末を收容できること。
- (ii) 廉価であること。
- (iii) 将来の機能拡張に十分対応できること。

(i)に関しては、少ない回線数で数多くの端末を收容することが望ましい。幸いなことに、センターのTSS利用のために最近設置される端末は、交換（公衆）回線を使用する300ボアのTTY手順の端末が多いので、TIPでも同種の端末を收容することが適当と考えた。(ii)、(iii)に関しては、ミニコンピュータを採用すれば十分満足できると思われる。さらに、プログラムの開発を能率良く行うための入出力装置や各種データの収集のためのファイル装置も接続するのが望ましい。TIPシステムのハードウェア構成を図1.に示す。

現在は、データ網への回線数の制限、インプリメンテーションの工程促進等のために、TIPはFEPに一旦接続され、FEPからデータ網へ接続されているが、将来は、TIPから直接データ網に接続する形態を実験する予定である。

京大TIP (PF-U300)



注)
* : FEPと共用
破線部は将来計画

図1. TIPシステムのハードウェア構成

4. TIPシステムのソフトウェア

TIPシステムのソフトウェアは、各レベルのプロトコルに応じた処理を行うのであるが、相手システムの会話型処理を利用するという目的に合うように、利用者からできるだけ見えなくすることが望ましい。さらに、他の利用者の使用の有無によるレスポンス時間の遅れを最小限に止めるとともに、データの他人による破壊など他からの干渉を防がねばならない。そこで、ソフトウェアの構成も、利用者の作成するプロセスが入る余地のない完全な専用システムにし、干渉の防止をするとともに、TIPシステムとしての最適化を計ろうとしている。

TIPシステムのソフトウェアの構成を図2に示す。TIPは、データ網に直接接続されていなくてFEPに接続されているために、DLCおよびFEP-FEPプロトコルに対応する部分はFEPに、HOST-HOSTおよびTELNETプロトコルと端末制御に対応する部分はTIPにインプリメントされている。

FEPに関するプログラムは、回線交換からパケット交換に移行したための変更(KIOX → KIOX II)以外は、既に説明されたもの²⁾と大差ないので、ここでは、TIPのNCP, TELNETユーザ, 端末制御について説明する。

(i) NCP

HOST-HOSTプロトコルに従って論理リンクの制御や、エラー回復処理などを行うプログラムで、つぎの部分に細分される。

- (a) KIOX II 用事象待ちタスク : OPEN (リンク確立), SEND (送信), RECEIVE (受信), DISCON (リンク切断) の各事象の完了を待つ。
- (b) メッセージ受信部 : RECEIVEタスクから呼ばれ、メッセージの解析を行い必要ならば、返信用メッセージを送信依頼する。

- (c) メッセージ送信部：他からの依頼によりメッセージを送信する。
- (d) フェーズ制御部：KIOX IIへリンク確立・切断の処理依頼と制御を行う。
- (e) TELNET用インタフェイス部：TELNETユーザからの依頼により、メッセージ送信の依頼や、フェーズ制御部への依頼を行う。
- (f) タイマ管理部：HOST-HOSTプロトコルに基づく時間監視とメッセージの再送依頼を行う。
- (g) エラー回復処理部：HOST-HOSTプロトコルの違反の検出・回復処理と、回線エラーによる切断の復旧を行う。

(ii) TELNETユーザ

TELNETプロトコルは、相手システムとのデータの授受の規約を定める他に、TELNETコマンドと呼ばれる制御機能を有している。²⁾ TELNETユーザはTELNETプロトコルに対応した部分で、TELNETコマンドの処理(イニシヤル・コネクションを含む)とデータの転送を行う。さらに、利用者の入力するTIPコマンドを解釈し、TELNETコマンドに変換する。このTIPコマンドについては、後に説明する。

(iii) 端末制御

端末制御は、端末コードとNVTコード間の変換部分、端末との入出力の制御部分(Terminal Control Program)、コミュニケーション用入出力を行う部分(CIOX)とからなる。

サポートしている端末はキーボード・プリンタで、F1510手順とTTY手順の2種類である。F1510手順は専用線経由で、TTY手順は交換回線経由である。

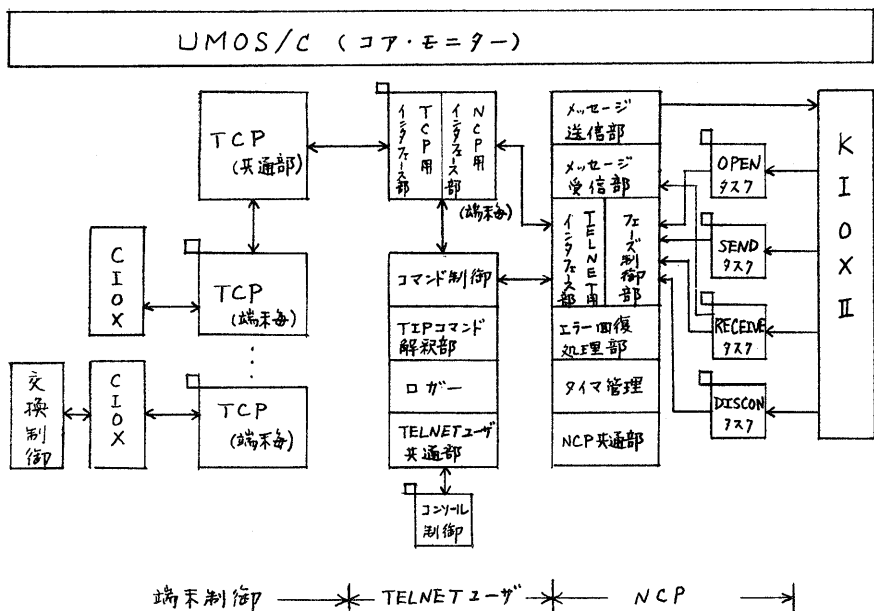


図2. TIPシステムのソフトウェア

5. TIEPコマンド

TELNETユーザには、TELNETコマンドの処理を行う部分があるが、TELNETユーザ自身が自らTELNETコマンドを送信することはなく、他からの依頼によって送信や処理を行う。相手システムから依頼されることもあるが、多くは端末の利用者から依頼される。この依頼のために、TIEPコマンドと呼ばれるユーザ向けのコマンドを用意している。TIEPコマンドも、データと同様に、端末から入力されるが、区別は最初の1文字により行う。特定の文字(標準的には、@)であれば、TIEPコマンド、それ以外であれば、データと見なす。

TIEPコマンドは、TELNETコマンドに対応していなければ、TELNETプロトコルの全機能をサポートできないが、最初に述べたように、このTIEPシステムの用途を限定しているので、現在は下のようなTIEPコマンドのみを用意している。端末間通信のために、リンクの確立方法に多様性を持たせているが、オプションに関するコマンドは検討中である。

(i) OPENコマンド

HOST番号nnnnのTELNETサーバとの接続要求、または、マニュアル・モードでの接続要求を行う。

[形式]

@0 { nnnn }
M

[注 TIEPコマンド識別文字は@と仮定している]

(ii) MY-PORTコマンド

任意(A)の、または、特定番号(#M)の自己ポート番号の確保を要求する。

[形式]

@M { A }
#M

(iii) YOUR-PORTコマンド

相手ポート番号を設定する。送信側と受信側毎に設定もできる。

[形式]

@Y { B #P }
S #P
R #P

(iv) HOSTコマンド

相手HOST番号を設定する。

[形式]

@H nnnn

(v) INITコマンド

TELNETリンクの確立を要求する。

[形式]

@I B

(vi) SENDコマンド

TELNETコマンド(Abort-output, SYNCH信号, Break, are You there, Go ahead, Interrupt)の送信を要求する。

(相手システムの制御を目的としたTELNETコマンドはすべて、SENDコマンドに集約されている。)

[形式]

@S $\left\{ \begin{array}{c} A \\ S \\ B \\ Y \\ G \\ I \end{array} \right\}$

(vii) ATMARK-CHANGE コマンド

TEIP コマンド識別文字を別の文字(*)に変更する。

[形式]

@A *

(viii) CLOSE コマンド

TELNET リンクの切断を要求する。

[形式]

@C B

(ix) END コマンド

TEIP に対する処理終了を指示する。

@E

(x) 特殊コマンド (割込み)

TEIP に対する処理開始の要求, または, TEIP との交信要求を行う。

TEIP システム経由で東大大型計算機センターの TSS を使用した例を, 最後に示した。この例を見て分るように, 直接に TSS を使用する場合と殆んど同じである。違いは, 割込みの方法が, 割込み鈕を押す他に TEIP コマンドを入力することである。なお, 端末としては, 東大大型計算機センターではサポートされていない F1510 手順の端末を使用している。

6. デバッグの方法について

ネットワーク・システムのデバッグには, 単一システムの場合と異なる難しさがある。N-1 プロジェクトでは, 大きく3つの開発グループに分類され, さらに, グループ内でもいくつかのサブ・グループに細分されている。このような状況において, いかに関係工程に遅れを生じないで, しかも, 予定どおりにデバッグを済ませていくのが大きな問題となる。

京大 TEIP システムの開発では, グループ内でのテストの充実に考慮し, ハードウェア的には同規模のミニコンピュータを3台用意し, ソフトウェア的にはプロトコルの階層構造をインプリメンテーションに十分活用できる構成にした。デバッグ中のシステム構成図(概略)を, 図3に示す。

FEP では, DLC, FEP-FEP プロトコル, メッセージ交換機能を実現しているが, パケット交換方式が定められると直ちに, 開発済みのシステム(回線交換方式用)に変更の手が加えられた。当然, TELNET プロトコルの制定とは無関係である。

TEIP では, HOST-HOST, TELNET プロトコル, 端末制御を実現している。TEIP システム内での各部分のデバッグは, 通常システム・テストと同様の方法で行ったが, 総合テストは, 時期的に早く開発済みの FEP を十分に利用して行った。TEIP 1 および TEIP 2 にテストすべきシステムを入れ, 両者の間で端末間通信を行い, その時のメッセージの流れの様子を FEP でトレースして, ラインプリンタに出カさせた。この結果, 効率良くデバッグを行えるとともに, い

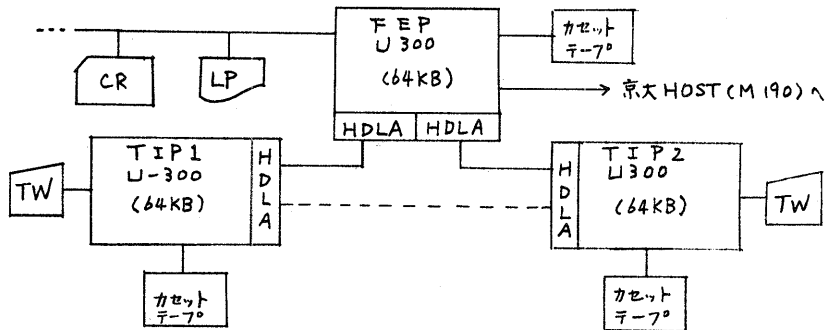


図3. デバッグ用システム

かなる時侯でバグが発見されても、データ網とのインタフェイス上の問題でなければ、独自に修正および確認ができた。実際、京大と東大がデータ網を介して、デバッグする時間を縮小することができ、このようなデバッグ方法は十分効果があると思われた。

実際には適用しなかったが、TIP1, TIP2を直接結ぶことも可能であり、FEP経由で京大HOST (M190システム) を利用することもできる。さらに、データ網に直接接続されるTIPシステムの場合には、FEPにパケット網シミュレータを作成すれば、十分なテストグループ内でできるであろう。

7. 終りに

大学のように構内に多数の端末がある場合、各々に回線に接続するよりも、TIPを設置した方が経済的であると推測されよう。さらに、TIPを設置すれば、あたかも多種類の大規模なTSSを導入したかのような効果が得られるので、データベースや特徴あるソフトウェアが各センターに備えられようとしている今日、TIPの意義は大きいと考える。

今後の開発計画は、データ網TL2用への変更、直接接続タイプのTIPの開発、新しいFEP (Communication Control Processor) の開発等がある。これらの開発を終え、54年度のデータ網の商用サービス開始とともに、センターの運用に供したいと考えている。

最後に、日頃ご指導を頂いている京大坂井利之教授、北川一助教授、田畑孝一助教授に厚く感謝致します。さらに、共同研究としてご指導を頂いた東京大学の関係諸先生方、電々公社の関係者各位、ご助言を頂いた富士通、日本電気、日立製作所の関係者に厚く感謝致します。

〔参考文献〕

- 1) 「広域大量情報の高次処理 - 総合報告」, 東大出版会, 1976.
- 2) 坂井他: 大学間コンピュータ・ネットワークにおけるTELNETプロトコル, 情報処理学会コンピュータ・ネットワーク研究会資料 CN9-2, 1977
- 3) 浅野他: N-1プロジェクトにおけるTIPシステムの開発, 同上CN13-1, 1977
- 4) 猪瀬他: 大学間コンピュータ・ネットワークのRJE実証実験, 同上CN7-4, 1976.

実行処理下
WELCOME TO KYOTO TIP SYSTEM*
PLEASE TYPE IN TIP COMMAND*

00 0101
OPENED*
OPENED*

注.[0101は東大HOST番号]

WELCOME TO HITAC S700/8800 TIME SHARING SYSTEM (TODAI CENTRE) AT 21:02:18 ON 77-11-25
#EG304R4 TYPE IN 'JOB' COMMAND, PLEASE
//K5:JOB 0034900000,N349,E

YOUR LAST USE WAS ON 11-25 21:01 WITH #3013
#EG330I 'JOB' COMMAND ACCEPTED ; READY AT:21:02:54JSN= P00002SYSTEM=057-06-00-TC
//SYSSSL:DTF FN=%0277999999,TELS1

#EG436I DTF-SYSSSL ; FNAME ALREADY CATALOGED:
//SYSMAC1:DTF FN=%0275999999,NTMCS

#EG436I DTF-SYSMAC1 ; FNAME ALREADY CATALOGED:
//AS

#EG436I DTF-SYSMAC ; FNAME ALREADY CATALOGED:
#EG163W 01 NULL PARAMETER IN PARENTHESES
057-06-00-TC ASSEMBLER LISTING

TODAI C

ASSEMBLER OPTIONS SPECIFIED ARE AS FOLLOWS—

NONE

THE COMPLETE LIST OF OPTIONS USED DURING THIS ASSEMBLY IS

ESD,MAP,PMF,DEBUG,OPLIST,LIST,LINECNT= 60,SIZE= 25,D1AG=0

0*STARTC R
*STARTC TEL1

*STARTC TEL1

VER=TOOL#3 CDATE=77-01-11 UPDATE=77-08-31

実行処理下
05 I

#EG307I QUIT IS ACCEPTED
1/TERM

#EG191X 01 'RUN' ABNORMAL TERM AT:0104E0C6COND=0256(DF1)
//END

#EE360I &SYS0003 DELETED:
#EE360I &SYS0002 DELETED:
#EE360I &SYS0001 DELETED:
#EE360I &SYS0000 DELETED:
#EE360I &GOFIL DELETED:

FILE=154-KB KAKIN=#79 RUISEKI=#3092 PRINT=0 PUNCH=0

***JSN=P00002,RUN=210254-210752,CTIME=00320+00000,MPG=(00036,080),SWAP=000033+000040,FILE
0C E
CLOSED*
CLOSED*
WELCOME TO KYOTO TIP SYSTEM*
PLEASE TYPE IN TIP COMMAND*

注[下線部は入力
*印はTIPからのメッセージ]

例. TIP に 対 し TSS 使用例.