

オンラインパーソナルコンピュータ用 コマンドシステム PULCOM の開発†

田中 哲男^{††} 川合 英俊^{†††} 大岸 洋^{††††}

パーソナルコンピュータ (PULMIC) を大型計算機に通信回線を介して接続し、大型計算機の資源を有効に活用してプログラミング環境を提供するコマンドシステム PULCOM を開発した。

PULCOM の利用者は、PULMIC のコンソールをもちいて、大型計算機上のクロスソフトウェアを利用し、PULMIC ヘッドラインロードして、デバッグをおこなう。またパッチを施した記憶装置上のイメージを、大型計算機のファイルに保存し、後刻再ロードすることもできる。また、大型計算機の任意の端末から PULMIC を利用することも可能である。

第2章では、PULCOM の仕様を定めるときの前提条件となった PULMIC ハードウェアおよびクロスソフトウェアを説明する。第3章では、PULCOM の仕様を説明し、第4章では PULCOM のために大型計算機側の実装されたプログラムについて述べる。第5章では、PULCOM の性能測定結果とその解析を述べる。得られた速度は、PULMIC に直接補助記憶等を設置した場合に較べて速いとはいえないが、研究システムの実験の道具としては充分実用的であると考えられる。また大型計算機の資源を直接利用することによる作業効率の向上は何ものにも替え難い。

今後ますます需要が増大すると思われるマイコン開発ツールのモデルともなると考える。

1. はじめに

コマンドシステム PULCOM (PULMIC Command System) は、電総研がマイクロコンピュータシステム PULMIC (Pips Universal Micro Computer) をパターン処理研究用共同利用システム EPICS^{*)}* のオンラインパーソナルコンピュータに仕立てるために、東芝総研の協力のもとに設けたものである。これは PULMIC の単一利用者用のオペレーティングシステムでもあり、EPICS の主計算機 TOSBAC 5600 (以下 T 56 と略記する) の TSS と通信しながら T 56 のファイルシステムをもちいて、プログラムやデータのダウンロード^{2) **}、保存、回復などを行うもので、デバッグエイド機能を兼ね備え、T 56 と協同してプログラミング環境を構成する。PULCOM によって PULMIC は、コンソールからも T 56 の任意の端末か

らも利用可能となる。PULCOM それ自身も PULMIC のコンソールオペレータによりインタラクティブにダウンロードされる。

このようなオンラインパーソナルコンピュータを設けた目的は、共同利用設備の効率を上げるために、EPICS と研究者とのインタラクションを大幅に局所化して、利用形態を高度化することにある。したがって、PULCOM の使命はこの目的に沿う応用システムを開発するための道具を提供することであり、応用システムの開発に先立って短期間に開発する必要があった。

PULMIC と同じワンチップ演算素子 PULCE^{3) *} を用いたマイクロコンピュータには、先に東芝総研の EPOS⁴⁾ や PMCS⁵⁾ があり、PULCOM の開発にはこれら先行システムのソフトウェアやドキュメントをできるだけ利用した。つづいて電総研では同じく PULCE をもちいたマイクロコンピュータシステムとして、データベースマシン、LISP マシン、光学的文字読取機などの開発計画が進行しており、いずれの OS 開発も PULCOM を利用しながらこれを拡張変更する方法をとっている。

PULCOM 完成後ただちに PASCAL 等の処理系が PULMIC に実装されたが、それに要した時間は、

† Development of a Command System PULCOM for an Online Personal Computer by AKIO TANAKA (Information Systems Lab., Research and Development Center, Toshiba Corporation), HIDEOTOSHI KAWAI (Information Sciences Division, Electrotechnical Laboratory), and HIROSHI OHGISHI (Computer Division, Electrotechnical Laboratory).

†† 東京芝浦電気(株)総合研究所

††† 電子技術総合研究所パターン情報部

†††† 電子技術総合研究所電子計算機部

* EPICS: Electrotechnical Laboratory's Pattern Information Computing System.

** 上位計算機から下位計算機へ通信回線を經由してシステムプログラム等のメモリイメージをロードすること。

* PULCE: Pips (Pattern Information Processing System) Universal Computing Element.

PULCOM を用いない場合に比べて 1/2 ないし 1/4 であったと考えている。これらの処理系を例として PULCOM の性能を測定したので、その結果も報告する。

2. PULCOM の前提条件

本章では、PULCOM の前提となった PULMIC ハードウェアおよび、PULCOM 開発以前に整備されていたソフトウェアについてのべる。

2.1 ハードウェア

PULMIC の全景およびその構成図を図 1, 2 に示す。

① PULCE

PULCE は、パターン情報処理大型プロジェクトの一環として、飯塚、田丸らによって設計、LSI 化された、マイクロプログラム制御の演算素子である。16 ビットレジスタを 40 個内蔵し、最高 200 nsec で 16 ビット固定小数点加減算、論理演算をおこなうことができる。

② PULCE をもちいたコンピュータモジュール

PULCE を動作させるためには、PULCE に対して、マイクロ命令を供給する回路、マイクロプログラムメモリ (PM)、主記憶 (MM) とのインタフェース、入出力インタフェース等をつけ加えなければならない。PULMIC 以前に、いくつかのコンピュータモジュールが設計、実験されている。山崎らは、パイプライン方式によるマイクロプログラム供給、サブルーチンレンケージスタック等をもったマイクロプログラムシー



図 1 PULMIC 全景
Fig. 1 Overview of PULMIC.

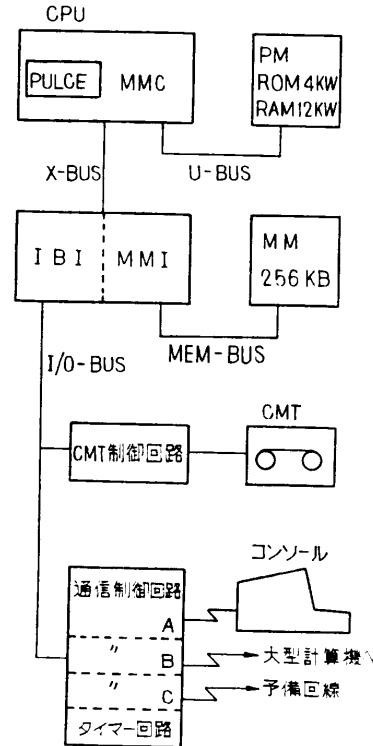


図 2 PULMIC システム構成図

Fig. 2 Configuration of the PULMIC system.

ケンスの制御回路、セグメント方式による主記憶インタフェースを備えたコンピュータモジュールを作成し、これらを多数接続したポリプロセッサシステム EPOS を開発している。花田らは、PULCE と制御回路で構成された基本 CPU ボードおよび各種インタフェース回路を設計し、標準マイクロコンピュータシステム PMCS を開発した。PMCS のマイクロ命令は、EPOS のマイクロ命令をほとんど含んでいる。

PULMIC は、PMCS を更に通信回線に接続できるように改良したものである。マイクロプログラムメモリ (PM) は、標準筐体で最大 16 K 語 (32 ビット/語) 実装でき、主記憶 (MM) は、インタフェース (MMI) を介して、256 KB 実装されている。入出力機器として通信回線が 3 回線用意され、コンソール (HP 2648)、および大型計算機などと接続される。回線速度は、300 ボーから 38,400 ボーまで可変である。また筐体内に、カートリッジ磁気テープを組み込むこともできる。

2.2 ソフトウェア

前述のように PULMIC 以前に、いくつかのシステムが開発されており、それらに対して多くの有用なソフトウェアが T 56 上に準備されていた。PULCOM

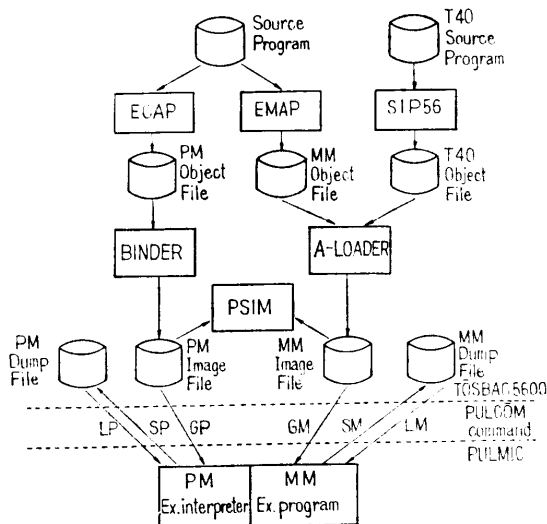


図3 クロスソフトウェアと PULCOM コマンドとの関係
Fig. 3 Relations between the cross softwares and PULCOM commands.

の仕様を定めるにあたっては、これらのソフトウェアを最大限に活用するという方針をとった。また PULCOM 自身の開発作業にあたってはこれらのハードウェア、ソフトウェアを活用したことは、言うまでもない。ここでは、PULCOM の仕様に影響を与えたいいくつかのクロスソフトウェアについてのべる^{6),7)}。(図3参照)

① マイクロプログラムアセンブラ (ECAP)

EPOS のマイクロプログラムを記述するために作成されたマクロ機能をもつ汎用アセンブラである。汎用というのは、命令体系の定義とそれぞれの命令の記述方法を与えるだけで、それに対するアセンブラになり得るという意味である。

② データ記述アセンブラ (EMAP)

主記憶 (MM) におかれるデータ (ある PULMIC 応用システムにとっては、中間言語レベルのプログラムであるかもしれない) を記述するためのアセンブラである。EMAP のオブジェクトプログラムの形式はミニコンピュータ TOSBAC 40 (以下 T40 と略記する) に対するクロスアセンブラ SIP 56 のオブジェクトプログラムの形式を含んでいる。

③ シミュレータ (PSIM) およびその入力ファイル

PMCS 用のシミュレータ PSIM がある。PSIM は、PM, MM をシミュレートするために、PM イメージファイル、MM イメージファイルと呼ばれるランダムファイルをもっている。ECAP が作成したオブジェクトプログラムを連結編集して PM イメージファイル

を作成するソフトウェアとして BINDER が、EMAP あるいは SIP 56 のオブジェクトプログラムから、MM イメージファイルを作成するソフトウェアとして A-LOADER が用意されていた。

なおこれらのクロスソフトウェアの他に、EPOS 上で T40 のエミュレータが作成され⁸⁾ PMCS 用に変更を加えたうえで、BASIC システムも実装されていた。

3. PULCOM⁹⁾

3.1 ソフトウェア開発に必要な道具

PULCOM は、パーソナルコンピュータ PULMIC の応用システムを開発するのに必要な道具を提供することを目的とする。一般にそのような道具として要求されるのは、以下に列挙するようなソフトウェアである。

- a. ファイルシステム
- b. テキストエディタ, 言語処理プログラム
- c. 連結編集プログラム
- d. ロータ
- e. ランタイムサブルーチン
- f. デバッグエイド
- g. 上記の道具を利用するためのコマンド群

これらの道具を整え、プログラミング環境を提供する方法として従来採用されてきたものは次の2つに代表される。1つは、MDS (microcomputer development system, 例えば 10)) に代表される方法であり、これらのすべての道具を、フロッピディスク補助記憶、CRT キーボードを備えたパーソナルコンピュータ上に装備するものである。他の1つは、a, b あるいは c までのソフトウェアを共用の計算機設備上におき、紙テープまたはフロッピディスクを媒体として、d 以降を装備したパーソナルコンピュータに移す方法である。

第1の方法はパーソナルコンピュータ上ですべての作業がおこなえるという点で秀れたものであるが、ファイルシステムの大きさ、構造が必ずしも十分でなく、各パーソナルコンピュータごとにフロッピディスク等の設備が必要となる。また何人かで共同利用する際には、テキストエディタの利用等、直接そのパーソナルコンピュータを利用する必要がない作業のために、パーソナルコンピュータが占領されてしまう。さらに、PULMIC のような実験用パーソナルコンピュータにすべてのソフトウェアを装備するのに要するコストは膨大である。

第2の方法では、第1の場合とほぼ同等な設備をパーソナルコンピュータに装備しなければならないうえに、大型計算機、パーソナルコンピュータの双方において、紙テープ、ディスク等の媒体の管理、装置の操作が必要となる。また大型計算機から遠く離れた場所でソフトウェアを開発することが困難になる。

我々は、この両者の欠点を克服し、短期間のうちにPULMICの応用システム開発のためのプログラミング環境を整えるために、次の方式を採用した。

① PULMICに装備したコンソールCRTキーボードからa~cを含めて、大型計算機がもつすべての資源の利用を可能にする。

② ①で作成されたプログラム、データのダウンロードを可能にする。またPULMICのもつメモリイメージを大型計算機に保存することを可能にする。

③ PULMIC上でのデバッグ支援機能を提供する。この機能を利用している間は、大型計算機に負荷をかけることがない。

④ 遠隔地に居る共同研究者が、大型計算機の端末からPULMICを利用することを可能にする。

⑤ PULMICの上で走行する応用プログラムが、ファイルシステムに代表される大型計算機の資源を利用することを可能にする。

3.2 PULCOMの動作モード

PULCOMは以下のTOS, COM, DEB, Wの4つのモードで動作する。これらのモードは上で示した①~④のそれぞれに対応しており、オンラインで大型計算機に接続されたパーソナルコンピュータの4つの基本的な動作状態¹¹⁾、直通、仮想、孤立、結合に対応する。

TOSモードは、PULMICのコンソールCRTキーボードが、T56 TSSの端末として動作するモードである。このモードにおいて利用者は、2.2でのベタクロスソフトウェア、テキストエディタをもちいて、PULMIC記憶装置にロードされるべきプログラム、データの像をT56ファイルシステムに作成する。

COMモードでは、PM, MMの2種の記憶装置それぞれについて、ダウンロード、保存、回復の計6種の転送コマンドが基本的に必要である(図3, 表1参照)。

PMについては、連結プログラム: BINDERの出力であるPMイメージファイルの内容を、GPコマンドでダウンロードし、後述のDEBモードで修

表1 COMモード コマンド一覧
Table 1 COM mode command repertoire.

コマンド	パラメータ	機能
GP	<開始番地>	PMへPMイメージファイルの内容を転送
SP	<語数>	PMダンプファイル(テキストファイル)へPMの内容を保存
LP	<ファイル名>	PMへPMダンプファイルの内容を転送
GM	<開始番地>	MMへMMイメージファイルの内容を転送
SM	<バイト数>	MMダンプファイル(テキストファイル)へMMの内容を保存
LM	<ファイル名>	MMへMMダンプファイルの内容を転送
T	なし	TOSモードへ遷移
Q	なし	DEBモードへ遷移
W	なし	Wモードへ遷移
J	<実行開始番地>	利用者プログラムの実行開始

正されたPMの内容を保存し(SPコマンド)、回復する(LPコマンド)。MMについても同様に、GM, SM, LMコマンドが備えられている。保存用ファイル(ダンプファイル)は、T56端末からの参照変更を容易にするために、テキストエディタで取扱えるテキストファイルの形式を採用した。COMモードの転送コマンドは、次章でのべるような、T56 TSSのコマンドを用いることによって実現される。

DEBモードは、PULMIC上でプログラムのデバッグをおこなうためのモードである。レジスタ、記憶装置の内容の参照、変更および区切り点(ブレークポイント)を設定しながらプログラムのデバッグをおこなう。このDEBモードは、利用者プログラムがT56 TSSの資源の利用を要求しない限りT56に負荷をかけることがない孤立状態である。

Wモードは、他のモードの上位にたつモードである。Wモードに設定されたPULMICは、T56 TSSの任意の端末のうちの1つに対して、COMモード、DEBモードでの利用を可能にする。T56 TSSは端末とPULMICとの間の中継機として動作する。このモードを設けたことにより、遠隔地の共同研究者がPULMICを利用すること、あるいは、コンソールCRTキーボードをもたないPULMICの利用が可能となる。

3.3 ランタイムサブルーチン

動作中の利用者プログラムに対してPULCOMは、2つの機能をランタイムサブルーチンとして提供する。1つは、COMモードでのコマンドの機能を呼び出すことである。これにより、利用者プログラムの動作中に一部のモジュールをT56 TSSファイルシステムからロードすること、または保存することが可能に

なり、利用者プログラムの制御の下にオーバーレイを実現することができる。

他の一つは、T56 に結合された通信回線への文字列入出力ルーチンである。利用者プログラムはこのルーチンを用いて T56 TSS の諸資源を利用することができる。たとえば、現在までに TSS 側に GFAS (GFREC FILE ACCESS SUBSYSTEM)¹²⁾ が用意されている。GFAS を用いれば、端末から同時に複数個のファイルをオープンしてアクセスすることができる。PULMIC 応用システムは、この GFAS を利用することにより、TSS がもつファイルシステムを PULMIC の補助記憶として利用できる。したがってファイルシステムをもつ高級言語機械などを実現することもできる。

3.4 初期ロード

PULCOM 自身をダウンラインロードするために初期ローダ (IPL) が用意された。利用者はこの IPL を動作させたのち、TSS にログインし、PULCOM をダウンラインロードする。基本構成ではこの IPL だけが ROM 化される。

4. TOSBAC 5600 タイムシェアリングシステム

第3章でのべた PULCOM の仕様を実現するための T56 TSS との間での通信規約、および新設された TSS サブシステムについてのべる¹³⁾。

4.1 通信規約

① TSS から PULCOM への送信

TSS から送信される文字列は **①IC** でおわる。PULCOM は **①IC** までの文字列を無条件に受信しなければならない。

② PULCOM から TSS への送信

PULCOM は **①IC** を受信したのちにだけ **②R** で終る 1 行の文字列を TSS に送信する。

このような簡単な規約であるため、PULCOM は受信した可変長文字列を解釈しなければならない。しかし一方では、通信情報はすべて絵文字列であるため、TSS 側、PULCOM 側のデバッグが易くなるという利点もある。TSS 側は一般の端末に対する場合と同じ方法でソフトウェアを用意すればよく、本質的な変更の必要はない。

4.2 TSS 新設サブシステム

PULCOM を実装するために、TSS 側にいくつかのサブシステムが実装された。

① RRFL (Read Random File)

PM イメージファイルは、ランダムファイルである。RRFL サブシステムは、ランダムファイル中の各語を 4 bit ずつに区切り、それを 16 進文字コード列に変換して送信する。このサブシステムは、GP コマンドでもちいられる。また MM イメージファイルに対しては RMFL (Read MM random file) サブシステムが用意され、GM コマンドで用いられる。

② WRTX (Write Text) RDTX (Read Text)

WRTX は端末からテキストファイルへ 1 行ずつテキスト行を書き込むためのサブシステムである。SP、SM コマンドでは、各記憶装置の内容および番地情報を 16 進数字列に変換して、テキストファイルに書込む。RDTX はその逆にテキストファイルの内容を 1 行ずつ端末へ送信するもので LP、LM コマンドで用いられる。

③ CONS (Connect Subsystem)

TSS の端末相互が相手端末の識別コードを指定してこのサブシステムを呼び出すことにより、端末間の通信経路を確立する。このうち TRANS (Transfer) RECV (Receive) コマンドをもちいて文字列の通信をおこなう。W モードが指定されたときには、このサブシステムを用いて、本来 PULMIC のコンソールとの間で入出力する文字列の流れを他端末との通信に切替える。

これらの新設されたサブシステムのうち、②はテキストエディタで、①はファイルの内容を 8 進形式で印刷する FDUMP サブシステムという既存のソフトウェアで実現することも可能であったが、PULCOM の負担を減らすために取り入れた。

以上のべたように、TSS と PULCOM との間での通信はすべてテキストの形式による転送である。バイナリの形式による転送を採用すれば、転送に要する時間は半分になるが、一方では伝送の信頼性、転送終了の検出等に問題があり、PULCOM 側の処理、TSS 側の変更が複雑になる。デバッグのしやすさという観点からも、テキスト形式を採用した。

5. 性能の評価

5.1 各コマンドの実行時間

転送系の COM モードコマンドを PULCOM が処理するとき、T56 との通信手順はつぎようになる。

① PULCOM が T56 のサブシステム (RRFL, RMFL, RDTX など) を起動する。

② T 56 から準備ができた旨, % 応答文字が送られてくる。

③ 一定待合せ時間 (A—現行 5 ms) の後, PULCOM が T 56 に CR コードを送ってデータの送出手を要求する。

④ T 56 が 1 行分の送出データを準備する (B)。

⑤ 1 行分のデータが通信回線を通して送られてくる (C)。1 バイトのデータは 16 進数 2 文字で表わされ, これに若干の文字が付加されてくる。

⑥ PULCOM が送られてきたデータを, ワード単位に編集してメモリに格納し, コンソールに確認表示を行う (D)。そのうち③に戻るか, または終了する。

各コマンドにおける, 所要時間の上記手順別内訳を表 2 に示す。SP, SM コマンドは, データ転送方向がこれらと逆になるので省略したが, LP, LM コマンドと略同様と考えてよい。

表中, T 56 内処理時間 (B) は TSS の混み具合によって, 大幅に異なる。表に示した値は実測で得た最小値であるが, この値で連続して動作することを期待するのは無理で, 実用的には空いているときで 100 ms, 混雑時には 300 ms ぐらいが加わると考えなくてはならない。なお, 最大値は数十秒に達することもある。文字転送時間 (C) は実測値であるが, 毎秒 960 字転送の割合で計算したものと大体合っている。

これらの値から, 1 KB のデータを転送するに要する時間 (H) を計算すると表のようになり, 実測値ともよく対応がとれている。GP, GM に比較して LP, LM

では同じ 1 KB あたりの転送時間が約 2 倍かかるのは, 1 行中に含まれる有効データ量が少ないためである。TS 回線の使用効率を, データ内容を表わしている 1 行の有効文字数 (F) の転送時間を 1 行当りの転送時間合計 (E) で除したものと定義すると, GP, GM で 44~47%, LP, LM で 23~24% となる。ちなみに, GP で 1 回の転送データ数を 4 倍に拡張すると 60% になるが, それだけバッファを多く必要とするのでここでは採らなかった。ただ IPL は, エラー監視などの複雑な処理を省略し, バッファをもちいずに処理することにより, 高速化をはかっている。

5.2 主なプログラムのローディング時間

(1) PULCOM の初期ロード

2.8 K 語の PULCOM を IPL で初期ロードする。この初期ロードに要する時間は 40~60 秒である。

(2) BASIC システム

BASIC システムは, TOSBAC 40 の機械語体系のサブセットで記述されている。これを動作させるためには, TOSBAC 40 エミュレータ (2.6 K 語) を PM にロードし, BASIC 用 OS (5 KB) および BASIC 本体 (28 KB) を MM にロードしなければならない。それぞれに要する時間は, 50~80 秒, 55~80 秒, 約 300 秒である。なお BASIC 本体を, PULMIC 付属のカートリッジ磁気テープからロードした場合は, 約 60 秒であった。

(3) PASCAL システム

現在 PASCAL は T 56 上でクロスコンパイルがおこなわれる。PULMIC 上には, 中間言語インタプリタ (PM), オブジェクトプログラム (MM) がロードされる。プログラムの大きさによって所要時間は異なるが, コンパイル (およそ 2 分程度) 後, ローディングするのに約 2 分程度を要する。

このように, システムのセットアップに数分を要するが, 大型計算機のファイルを利用することができ, システムの開発にも大きな融通性が得られるので, 研究用のシステムとして十分な速度であると考えられる。

6. む す び

オンラインパーソナルコンピュータの OS としての PULCOM の技術的特長は, プログラムライブラリやファイルシステムを大型機に寄生することにある。その動作速度は十分に大きく実用に適する。BASIC 等を動作させるとき, PULMIC の動作速度は一般のパーソナルコンピュータの 2 倍程度である。これに較べ

表 2 コマンド別データ転送時間 (通信回線は 9600 ボー)
Table 2 Measurements of data transfer time and their analysis.

PULCOM コマンド名	GP	GM	LP	LM
T 56 側サブシステム名	RRFL	RMFL	RDTX	RDTX
(A) PULCOM 待合時間 [msec]	5	5	5	5
(B) T 56 内処理時間 実測最小値 [msec]	95	95	75	75
1 行転送文字数	151	167	47	53
(C) 同上転送時間 [msec]	160	177	50	56
(D) PULCOM 内処理時間 [msec]	22	25	8	9
(E) 1 行当り転送時間合計 $E = A + B + C + D$ [msec]	282	302	138	145
(F) 1 行内の有効文字数	128	128	32	32
回線使用効率 $G = F \div 0.96 \div E$ (%)	47.3	44.2	24.2	23.0
1 KB 当り最小転送時間 (計算値) $H = E \times 1024 \div 2 \div F$ [sec]	4.5	4.8	8.8	9.3
1 KB 当り 転送時間実 測値の例	最小値 [sec]	4.6	5.0	9.2
	閑散時 [sec]	6.0	6.5	13.0
	混雑時 [sec]	10.0	11.0	22.0

て PULCOM 自身を含めエミュレータや BASIC 処理系のダウンラインロードは、9600 ボーで T 56 に接続したとき、5~6 分でおわる。38400 ボーで接続した例では約 1 分であり、研究システムの実験の道具として十分実用的であるという成果が得られたので、ここに報告した。

もし PULCOM のように大型機に寄生するという方法をとらずに、入出力機器を PULMIC の周辺に設ける形態をとれば、費用がかさむだけでなく、応用システムの開発にあたってそれらの機器を制御するために OS の拡張を要することになる。PULCOM はこれらのおかげで大きな労力を省いてオンラインパーソナルコンピュータの応用処理系を開発する手段を提供した。

今後の課題として次の点が指摘できる。オンラインパーソナルコンピュータは、TSS のようなオーバヘッドの大きなインタフェースを介して寄生するのではなく、たとえばデータチャネルのような転送速度の大きいインタフェースを介して寄生するのがのぞましい。オンラインパーソナルコンピュータからみると、大型機の TSS がコマンド処理をしているときには、TSS 待ち合せ時間があるのはやむをえないが、ファイル転送中にはデータブロックごとの待ち合せ時間がないのが理想的である。オフィスオートメーションなど端末のパーソナルコンピュータ化の動向に対処して、大型機からそれにみあった新しいインタフェースが提供されることが望まれる。

PULCOM のうち PULMIC 上に実装された部分は、日本ビジネスオートメーション(株)武井均氏が、T 56 上に実装された部分は、日電東芝情報システム(株)の鈴木英夫、田中秀明、山田馨子の諸氏がそれぞれ分担作成した。電総研の渡辺定久氏には PULMIC の製作について、東芝総研の花田正幸氏には PMCS の利用について尽力を仰ぎ、プログラミング技法につ

いても多くの示唆をいただいた。またこの仕事は大型プロジェクト「パターン情報処理システム」の一環としておこなわれたもので、電総研西野博二、東芝総研下村尚久の両氏は、この研究の機会を作って下さった。これらの諸氏に謝意を表わしたい。

参 考 文 献

- 1) 川合：パターン情報処理研究システム：EPICS、情報処理、Vol. 16, No. 2, pp. 145-158(1975)。
- 2) RSX-11 DECNET-11 Programmer's Guide and Reference Manual Chap. 7, Down Line System Loading (DEC 社)。
- 3) Iizuka, H., et al.: Development of a high performance universal computing element—PULCE, AFIPS Proc. NCC, Vol. 47, pp. 1255-1264 (1978)。
- 4) 田丸ほか：実験用ポリプロセッサシステム EPOS-1 について、信学技報、EC 75-67(1976)。
- 5) 花田ほか：SOS/LSI PULCE をもちいた PMCS マイクロコンピュータシステム、信学技報、EC 80-50 (1978)。
- 6) 東芝総研：EPOS システムプログラミング説明書 (1977)。
- 7) 電子総研：PULMIC 用ソフトウェア操作説明書 (1978)。
- 8) 田中ほか：汎用マイクロプロセッサによるエミュレータの試み、情報処理学会 18 回全大、219 (1977)。
- 9) 東芝総研：PULCOM 外部仕様書 (1978)。
- 10) Intel Japan：ISIS-II システムユーザーズガイド、619-J (1977)。
- 11) 川合ほか：オンラインパーソナルコンピュータ用コマンドシステムにおけるダウンラインロード、情報処理学会研資、分散処理 1-3 (1979)。
- 12) 電子総研：GFAS 説明書 (1978)。
- 13) 東芝：TOSBAC 5600 サブシステム間通信機能仕様書 (1978)。

(昭和 54 年 2 月 26 日受付)

(昭和 54 年 12 月 20 日採録)