

HITAC 8300/8400/8500 ディスク・オペレーティング・システム

Development of HITAC 8300/8400/8500 Disc Operating System

堂 免 信 義* 高 須 昭 輔* 服 部 陽 一*
Shingi Dōmen Akisuke Takasu Yōichi Hattori

要 旨

HITAC 8300/8400/8500 ディスク・オペレーティング・システム (DOS) は磁気ディスク記憶装置 (または磁気ドラム記憶装置) を主記憶装置とする適用分野の広いソフトウェア・システムである。DOS は TDOS (テープ・ディスク・オペレーティング・システム) から上向きの両立性があるうえ、種々の新しい機能が付加され、シリーズとして DOS 1, DOS 2, DOS 3 に分かれている。DOS 1 ではディスク・システムの有効性を、DOS 2 ではタスク概念の確立による多重処理の有効性を明確にし、効率の高いシステムを実現した。さらに DOS 3 は集団ディスク装置をサポートするために DOS 2 を拡張したものである。

1. 緒 言

システムを「特定の目的を達成するために組織された機能の配列」と定義するとき、オペレーティング・システムは最もシステムらしいシステムと考えられる。DOS の目的は一般的には情報処理活動のための有効な手段の提供であり、具体的には磁気ディスクの効果的な利用による処理量の増大である。計算機システムの利用目的は情報の変換と出力である。DOS では言語プロセッサがおもに変換処理を、ユーティリティ・プログラムが出力に関する処理を分担する。またシステム全体の各種資源の利用状態を調節し、有効に利用するものとして制御プログラムがある。このような構成 (図 1 参照) は TDOS でも同様であるが、変換と出力に関し DOS では磁気ディスク記憶装置が全面的にサポートされ制御プログラムについては多くの新しい機能が加えられた。システム全体の有効性は実用により確認された。以下にその概要を報告する。

2. 制御プログラム

制御プログラムの目的はシステム資源全体を管理し高度に利用することである。処理装置、ディスクなどの資源をできるだけ遊休時間を少なくして働かせる必要がある。資源としては処理装置、メモリ、プログラム、チャンネル、デバイス、ファイルなどがあり、管理の対象に応じて制御プログラムは三つに大別される。その 3 構成要素とはエグゼクティブ (EXEC)、モニタ、ファイル・コントロール・プロセッサ (FCP) である。

2.1 EXEC

DOS, 特に DOS 2 の EXEC は実時間処理能力を高めるために大いに強化された。主要機能は次のとおりである。

2.1.1 割込み制御と入出力制御

割込要因の分析、必要ルーチンへの分岐、チャンネルのスケジューリング、入出力動作の修了処理などを行なう。ユーザ、プログラムからの入出力動作に関する要求はそのほかの要求と同様にスーパーバイザ・コール命令により EXEC へ連絡される。EXEC は

* 日立製作所ソフトウェア工場

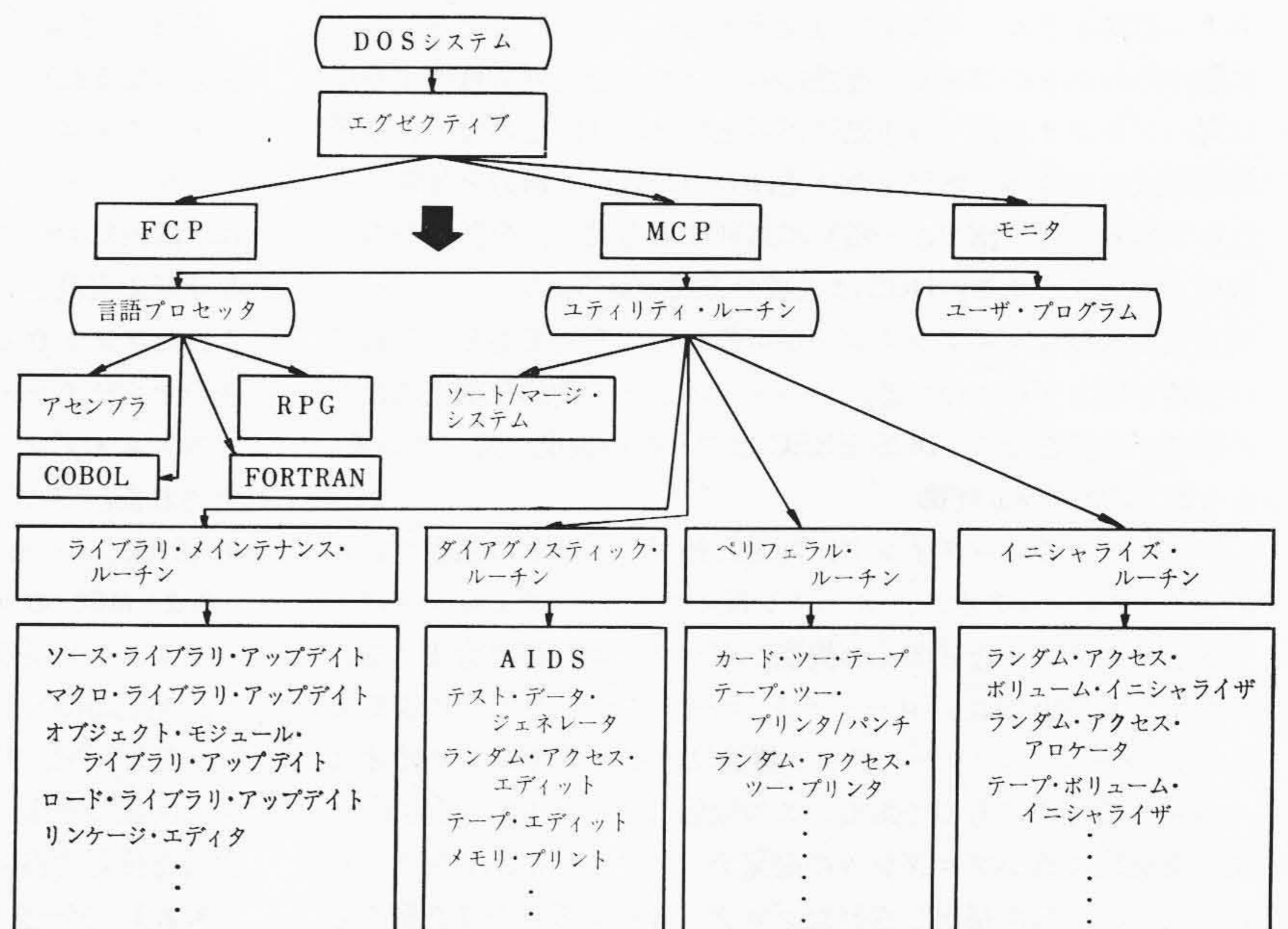


図 1 DOS システムの構成

連絡用テーブルを参照し、所要のチャンネルの待ち行列に要求を載せる。もしチャンネルがあいていれば入出力指令を発生し、この指令により入出力動作が行なわれる。入出力動作の終了は割込みによって、EXEC へ通知され、所定の後処理が行なわれる。もし入出力動作に誤りが検出されれば、標準的な回復手続きが一定回数だけ試みられる。

シークの先行制御も行なわれる。一般に磁気ディスク記憶装置の入出力動作はシーク (平均 70 ミリ秒) とサーチおよび読取り/書出しの 3 動作が 1 組になって実行される。連続した 1 組の指令すなわちコマンド・チェーンでこれを行なうとシーク中にもむだにチャンネルを占有してしまう。このむだを排除するために先頭のシーク指令だけを単発で先行させ、チャンネルは直ちに解放されるので、使用効率は大幅に向上できる。この先行制御により本来ならばチャンネルの数だけの、マルチ・プログラムしか意義のないものが、デバイス数までのマルチ・プログラムが有効になってくる。この制御は磁気ディスク記憶装置をファイルとする高トラヒックの実時間処理では不可欠のものである。

磁気ディスク記憶装置のバック・アップについてはトラック単位の交替使用とデバイスの切り換えが準備されている。

2.1.2 タスク制御

タスクの概念は現在ではかなり一般的になったが、その定義については必ずしもそうではない。仕事の実行単位とか資源の占有単位とかの定義もあるが、DOSでは「プログラム実行の軌跡」と定義している。定性的には「タスクは事象を待つことができるものであり、ほかの事象のため処理が中断される」ものである。タスクはプログラムではなくプログラムを実行する過程である。したがって2個以上のタスクが同一のプログラムを実行することがある。このようなプログラムを共用プログラムといい、同時に共用されることのできるプログラムをリエントラント(re-entrant)なプログラムと呼ばれる。DOS2では最高14ユーザ・タスクまでの多重処理を許している。多重処理の意義はたかだかチャンネル数だけであり14個という数は一般に無意味なように見えるかも知れないが、前述のシーク先行制御機能の活用により14タスクの多重処理が可能となる。

タスク制御機能とはタスクの割当て、起動、同期、停止、終了などを管理するものである。多重タスクの概念はオンライン・システムの高トラヒック情報を処理するという要請にこたえるために設けられたものである。複数個のファイルを並列に処理するには同一プログラム内で多重処理が可能でなければならない。多重処理方式には全体の処理をたとえば入力、処理、出力と分割しそれらを並列(各分割では一重)に処理する方式と、全体を多重に処理する方式がある。DOSは後者の方式である。このほうがバッチ方式と同様なプログラミングが可能なので簡便である。それには処理手順とデータの分離、ワーク・エリアの動的な割当てなどの機能が必要となる。DOS EXECはこれらの機能を持っている。

2.1.3 プログラム制御

プログラムのローディング、開始と終了、メモリの割当て、ロールイン/ロールアウト、ルーチン間のリンク、チェック・ポイントとリスタートなど多くの機能がプログラム制御に含まれる。中でも特長的な機能がロールイン/ロールアウトとリンク制御である。ロールイン/ロールアウト機能はメモリ資源をより効率よく活用するためのものである。この機能によりメモリの動的割当て、優先度の低いプログラムの磁気ディスクへの掃出しなどが可能となり、さらに掃出しされたプログラムを当該メモリが解放されたとき自動的に再びメモリに入れることも可能となる。

リンク制御機能は複雑なルーチンの結合処理を行なうためのものである。多重タスクにより高トラヒックな実時間処理を行なう応用例ではルーチン群もきわめて多種でありその制御ははん雑である。ルーチンにはそのタイプとしてリエントラブル、リユーザブル、非リユーザブルの3種があり、状態としてロード済み、ロード・エリアあり、ロード・エリアなしの3種がある。リユーザブル・ルーチンやエリアに対しては2個以上のタスクが要求を発生すると待ち行列ができることになる。このような状況下でルーチンのロードや制御の移行を統一的に処理するものがリンク制御である。

2.1.4 コンソール制御とキー・イン・シミュレーション

コンソール・タイプライタの入出力を制御するオペレータ・コマンドは、タイプライタ入力によりEXECへ通知される。タイプライタ入出力をプログラムで擬似するものがキー・イン・シミュレーションである。この機能によりユーザの定形化された業務についてはオペレーションの簡略化も可能となり、プログラムによるほかのプログラムの制御などが可能になる。

2.2 モニタ

モニタはEXECの非常駐部としてジョブの連続ラン・システム入出力の制御を行なう。TDOSではシステム入出力はカード、磁気

テープであったがDOSでは磁気ディスク記憶装置でもよい。ジョブ制御ステートメントを登録しておき名前呼び出すことができる。定形ジョブについては、カードを用意しなくてもすむわけである。これを登録手順というのである。

2.3 FCP

FCPは各種のファイル処理を行なうためのものである。DOSのFCPはリエントラントになっている。シーク先行制御、多重タスク、リンク制御などの特長を最終的に生かすものがリエントラントFCPである。FCPがリエントラントでなければこれら機能はむだなものとなってしまう。FCPの入口で待ちが多量に発生しFCPネックとなってしまう。DOS, FCPの主要な特長は多重タスク処理に対する適応、実時間処理でのファイル処理への対処、ISAM(インデクスト・シーケンシャル・アクセス・メソッド)でのレコード検索の効率化である。

3. 通信制御プログラム

3.1 概要

DOSの制御プログラムの制御下でオンライン・リアルタイム処理を行なうための標準システム・プログラムとして、マルチチャンネル・コミュニケーション・プログラム(MCP)が用意されている。オンライン・リアルタイム・システムの適用範囲はますます拡大され、国内においても国鉄の座席予約システム(MARS)をはじめ、各分野で実現されているが、従来これらのシステムは、専用に開発されたソフトウェアを使用したものであった。しかし、MCPは今後のオンライン・リアルタイム・システムの増加を考慮し、汎用のシステム・プログラムとして持つべき機能を備えるという方針で開発された。アプリケーションの型として、問合せ/応答、データ収集/分配、メッセージ交換およびこれらの混合型を前提としている。

3.2 MCPの機能

オンライン業務では、データの発生場所が遠隔かつ広範囲にわたり、発生時間もランダムであること、通信回線や端末装置の伝送速度、処理手順、伝送コードが違っていることなどから、MCPの機能は回線の多重入出力制御およびそれに付随するデータ処理機能が主要な位置を占めている。以下はMCPの機能の概要である。

3.2.1 データ送受信制御機能

遠隔地の端末装置と中央の処理装置との間で送受信されるデータの入出力を多重に制御する機能である。通信制御手順として端末起動方式、ポーリング/アドレッシング、相互起動などをサポートする。処理装置同士の通信も可能である。1システムに接続される回線数は240までである。

3.2.2 バッファリング

送受信データを一時的にコア・メモリおよび外部記憶装置にたくわえておく機能であり、回線対応にコア・メモリ上にバッファを固定にとるデディケート・バッファリングと多回線共用にコア・メモリ上のバッファと外部記憶装置をとるダイナミック・バッファリングがある。

3.2.3 キューイング

データの発生がランダムであるため、データ発生とその処理は非同期になり、待合せ制御が必要になる。MCPは入力キュー、出力キューを作り、エラー情報、インタセプト・メッセージなども含めて、キューの管理を行なう。出力キューは4レベルの優先順位を与え、これによって優先処理を行なうことができる。

3.2.4 そのほか

入力/出力メッセージの記録を行なうロギング、コード変換、インタセプト、エラー処理などの機能がある。さらにシステムの状態制御として、システム構成の変更、計画的停止、即時停止な

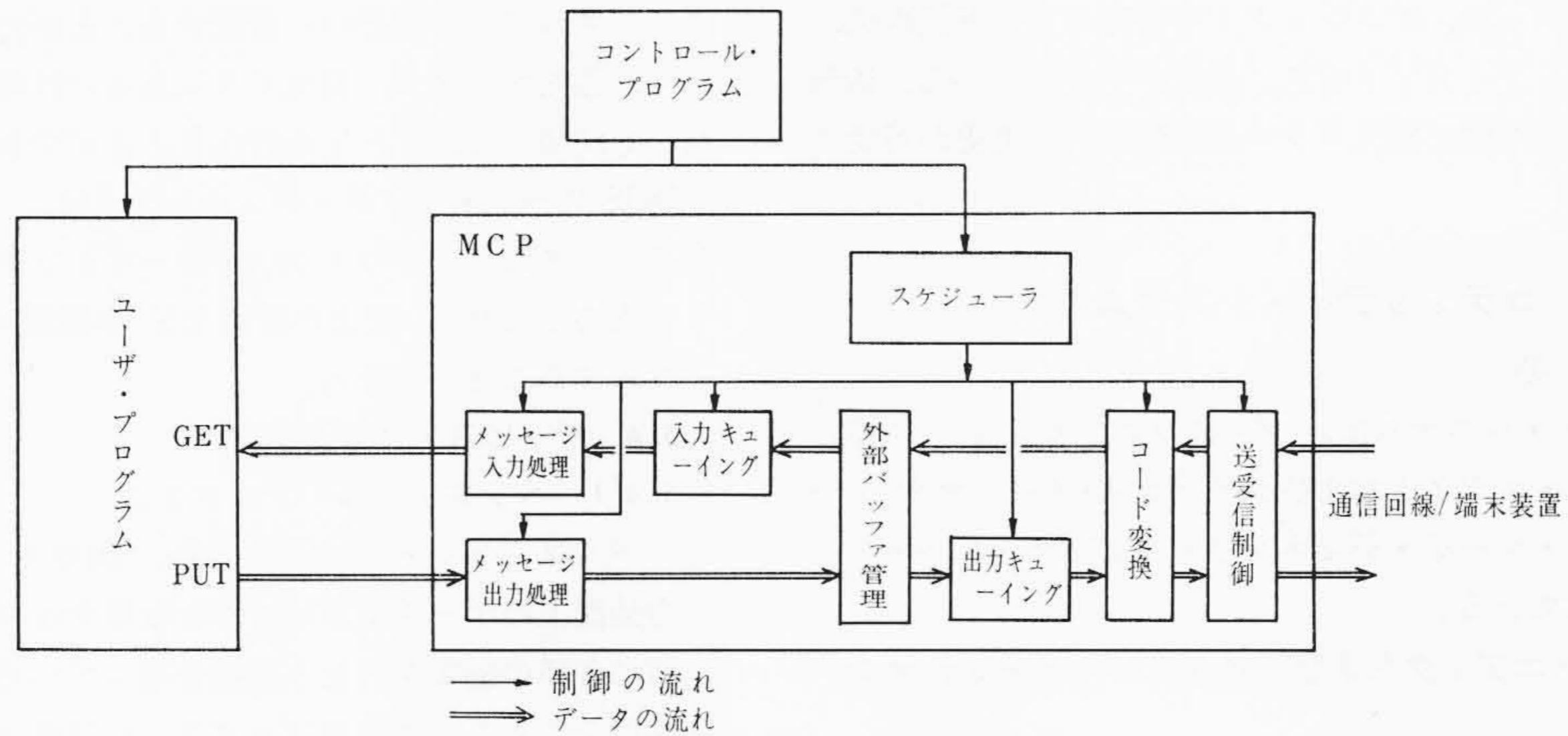


図2 MCP の 構 成

どの機能がある。

4. 言語プロセッサ

4.1 概 要

DOS 言語プロセッサ・システムは、アセンブリ・システム、RPG、COBOL、FORTRAN の4システムからなり、DOSの制御プログラムの制御下で実行される。

4.2 アセンブリ・システム

アセンブリ・システムは、マシン・オリエンテッドな記号表示のプログラム・システムであり、マシン命令、アセンブリ命令、マクロ命令、コメントから構成されている。マシン命令は、ハードウェアのマシン命令と1対1に対応しており、アセンブリ・システムは、ソース・プログラム中の各マシン命令ステートメントに対し、オブジェクト・プログラム中に等しいマシン命令が作り出される。アセンブリ命令は、ストレージの割当てを制御したり、プログラムをセクションに分割したりすることを指示する。マクロ命令は、アセンブリ・システムに対して特別にコード化された記号で書かれているルーチン呼び込ませたり、これらのルーチンを、そのマクロ命令の情報に従って修正したりする。コメント・ステートメントは、プログラムにコメントをつけるために使用される。

4.3 R P G

RPGは、マシン命令の知識がなくても、簡単にレポートを作成できるプログラム言語であり、コーディング用紙に書かれた入力データ、出力形式、実行すべき計算などの指定事項に従って、自動的に必要なストレージ・ロケーションを割当て、入出力オペレーションとのリンケージをとり、定数やそのほか指定された情報をジェネレートする。

4.4 COBOL

COBOLは、プログラム・オリエンテッドな言語であり、英語形式で表現されるので、わかりやすく、文書化に役立つ言語である。DOS COBOLは、ソート機能、レポート・ライター機能など、重要な機能をすべて含んでおり、通常のアプリケーションに対してじゅうぶんな機能を有している。

4.5 FORTRAN

FORTRANは、日常使用している数式に近い表現で処理手順を書き、科学技術計算などの問題処理に大きな威力を発揮する。DOS FORTRANは、FORTRAN IVの機能を有し、JIS FORTRAN 7000の機能をすべて含んでいる。特に、ランダム・アクセス・デバイスに対する処理が可能であることは、その応用範囲を、一段と広いものとしている。

4.6 DOSランゲージ・プロセッサの特長

DOSランゲージ・プロセッサは、入力、出力、作業用エリアとして、磁気ディスク記憶装置、磁気ドラム記憶装置などのランダム・アクセス・デバイスを使用しており、出力は、オブジェクト・モジュールとしてリンケージ・エディタ、オブジェクト・モジュール・ライブラリ・アップデート・ルーチンなどの入力となる。

DOSランゲージ・プロセッサは、以下に示すように、できる限り共通のルーチンを使用して作成されているため、その保守性、信頼性の向上に役だっている。

4.6.1 ワーク・デバイスのアクセス方法

アセンブル、コンパイル時に使用する作業用デバイスである磁気ディスク記憶装置、磁気ドラム記憶装置を、アクセスする方法として、ランゲージ・プロセッサは、エグゼクティブ連絡命令として用意されたディスク I/O ルーチンを使用している。

4.6.2 ワーク・エリアの分割方式

ユーザが指定した磁気ディスク記憶装置、磁気ドラム記憶装置上のワーク・エリアを、アセンブラ、コンパイラは、3~4分割して使用している。この磁気ディスク記憶装置または磁気ドラム記憶装置を分割するルーチンは、ユーザ・マクロの形で作成し、各ランゲージ・プロセッサは、同一マクロを使用している。このルーチンは、アセンブラ、コンパイラが、ワーク・ファイルをいくつかのワーク・エリアにわけて使用する際、できる限りデバイスのヘッドの動きを少なくして、効率を上げるように設計されている。

4.6.3 ソース・ライブラリ機能

DOSの全ランゲージ・システムには、ソース・ライブラリを処理する機能を設け、ソース・ライブラリのフォーマットもすべて同一のものとし、ソース・ライブラリ・アップデート・ルーチン (SLU) によって、統一的にソース・プログラムのメンテナンスが行なえるようになっている。したがって、アセンブラ、RPG、COBOL、FORTRANのソース・プログラムが磁気ディスク記憶装置または、磁気ドラム記憶装置上の同一ファイル中に混在することが可能である。また、1本の磁気テープ装置上に全ランゲージのソース・プログラムを記録しておくことも可能である。

4.6.4 オブジェクト・モジュールの作成デバイス

アセンブラ、コンパイラの出力であるオブジェクト・モジュール・ファイルは、磁気ディスク記憶装置、磁気ドラム記憶装置、磁気テープ装置、カード・せん孔機のいずれにも出力することができる。

4.6.5 デバイスの互換性

RPGおよびCOBOLによってコンパイルされたオブジェクト・プログラムは、汎用ファイル・コントロール・プロセッサ (FCP)

を使用する。したがって、オブジェクト実行時のカード読取機、カード・せん孔機、ラインプリンタ、磁気テープ装置から、磁気ディスク記憶装置または、磁気ドラム記憶装置への変更が可能である。

5. ユティリティ・システム

5.1 概 要

DOS ユティリティ・システムは、プログラムのモジュール結合を行なうリンケージ・エディタおよびライブラリ・メンテナンス・プログラム、ソート・マージ・ジェネレータおよびサービス・プログラムから構成されている。

5.2 リンケージ・エディタおよびライブラリ・メンテナンスプログラム

DOS リンケージ・エディタは、ランゲージ・プロセッサの出力である。オブジェクト、モジュールを結合し、実行可能なロード・モジュールを作成するためのプログラムである。入力、出力およびワーク・エリアは磁気ディスクを使用し、マルチタスク処理に必要なセグメント・テーブルの修正やマルチタスク・リンク・コントロール (MTLC) ・ルーチンの結合などを行なう。

ライブラリ・メンテナンス・プログラムはDOSシステム内の各種ライブラリの作成および、更新を行なうためのプログラムであり、ソース・ライブラリ、マクロ・ライブラリ、オブジェクト・モジュール・ライブラリ、ロード・モジュール・ライブラリの4種に分かれている。入力、出力およびワーク・エリアには磁気ディスクを使用するが、ユーザの指定によって、入力/出力は磁気テープ上にも作成できる。

ソース・ライブラリの更新を行なうソース・ライブラリ・アップデート (SLU) ルーチンは、DOS内のすべてのランゲージ・プロセッサのソース・ライブラリ更新機能はもちろん、モニタのジョブ・コントロール言語やランタイム・パラメータを磁気ディスクやドラムに作成し、これを修正しながらジョブを実行するカタログド・プロセデュアおよびインライン処理機能をもっている。

5.3 ソート・マージ・ジェネレータ

データ・ファイルの分類/併合を行なうソート・マージ・プログラムは、ユーザの与えるパラメータによって、ソート・マージ・ジェネレータが、業務に最適なプログラムを作成する。ユーザはデータ量やシステム・リソース (磁気ディスクや磁気テープの使用可能数) によって、テープ・ソートあるいはディスク・ソートのどちらでも選択して、ジェネレートすることができる。

テープ・ソートは外部ソートにバックリッド・ポリフェーズ方式を採用しており、12個のコントロール・キーを指定することができる。内部ソートは置換選択方式であり、入力データがテープ2巻以上にわたる場合でも、マルチサイクル・ソートが可能である。磁気テープには、7トラックあるいは9トラックのいずれも使用可能であり、また800 BPI/1,600 BPIのどちらでも、テープ1巻分の最大収容量をソートする。

ディスク・ソートはバランス・ソート方式であり、使用可能なエリア・メモリ容量によって、ダイナミックにソートのウェイ数を変更して処理する。入出力ファイルは、磁気テープあるいは磁気ディス

クのいずれでも、実行時に変更することができる。外部記憶装置として、磁気ディスク、磁気ドラムあるいは集団磁気ディスクのいずれをも使用して、ソートを行なうことができる。

DOS ソート・マージ・ジェネレータは、ソートおよびマージの各フェーズにユーザのOWN・コーディングを許しており、レコードを入力した直後、出力の直前など10数種に、ユーザのロジックをそう入することができる。

5.4 サービス・プログラム

5.4.1 ペリフェラル・プログラム

ペリフェラル・プログラムは、DOSがサポートする標準入出力装置上のデータ・ファイルを転写するプログラムであり、転写時に各種の編集を行なう機能を持っている。ランダム・アクセス装置を含めて、10個のプログラムが用意されている。

5.4.2 ダイアグ/スティック・プログラム

プログラム・デバッグのために、12個のダイアグ/スティック・プログラムが用意されている。これらは、メモリのプリント、磁気テープや磁気ディスクの編集あるいは磁気ディスク上のデータのダンプ/リロードなどを行なうことができる。特に、AIDS (オートマティック・インテグレートッド・デバッグ・システム) はデバッグしたプログラムとパラメータを与えることによって、自動的にテスト・ランを開始し、必要なデータをプログラムに与える総合的デバッグ・システムである。そのほか、緊急時に備えて、カード読取機から自分自身をロードレス、メモリのダンプなどを行なうセルフロード形式のものも用意されている。

5.4.3 イニシャライズ・プログラム

データ・ファイルを作成する場合、ファイルの媒体である磁気テープ・リールやディスク・パックは、まずシステムが管理するためのボリュームとして登録され、さらにファイルとしてカタログされなければならない。このためのイニシャライズ処理を行なうために3個のプログラムが用意されている。テープ・ボリューム・イニシャライザは、磁気テープ・リールにボリューム・ラベルやヘッダラベルを作成する。ランダム・アクセス・ボリューム・イニシャライザは、ディスク・パック、ドラム、磁気カードにボリューム・ラベルやVTOC (ボリューム・テーブル・オブ・コンテンツ) を作成し、さらに記憶面のチェックを行ない、必要ならば交代トラックを割当てる。また、ボリュームのフォーマットを行なうために、各トラックにホーム・アドレスを書き込んでおく。ランダム・アクセス・ストレージ・アロケータは、ボリューム上にファイルのエリアを確保し、VTOCにラベルを登録したり、ファイル・エリアの範囲を定義する。

6. 結 言

DOS 1, 2 はバッチ、実時間処理用として開発されたものであり、すでに各地のサイトでその実績をあげている。開発上の問題としては機能が途中から付加されることであり、この種のシステムの開発には長期的見通しと密な計画が何よりも大事であることを教えてくれた。

終わりにこの開発にご指導とご協力を賜った多くのかたがたに深く感謝するしだいである。