



マイクロコンピュータの端末装置への応用*

桜井喜三郎** 田沼憲雄**

1. はじめに

社会経済活動の効率化を推進するツールとして、EDP はますます大型化、広域化しつつあるが、これに伴ってデータ作成費用、回線費用並びにセンターソフト費用は増加の一途をたどり、このためこれらの問題を解決するための新しいシステム概念の創造が必要であった。

データベース、データコミュニケーション、ディストリビューテッドインテリジェンスの3概念は上記の問題をより良く解決する新システムの基本概念として登場し、多くの努力がこの方向に沿ってなされつつある。ターミナルにおいても新概念から要請される機能、性能を効率良く実現するため、日夜努力が続けられている。

一方、LSI マイクロコンピュータの実現はこれまでのデジタル設計概念に強烈なインパクトを与え、その結果従来の経験則やセオリーが大きく破壊され、新しい設計概念が誕生しつつある。

この点、幸い我々は集積回路関係の強力なサポートを受けて、LSI マイクロコンピュータを内蔵した我が国初のインテリジェントターミナルを開発することができ、その結果極めて多くのことを学ぶことができた。

本稿では我々の経験を通し、インテリジェントターミナルが新システムの中でどんな役割を果たすことができるか、またその場合に LSI マイクロコンピュータがどう利用されて行くかその一端を紹介したい。

2. 端末システムへの期待

システムの大型化・広域化は機能面からもまた金額面からも端末の占める比重を増大させつつあるが、その最大の要因は、システムを効果的に運用しようとするれば情報をその発生場所で効率良く把握しなければならない

ということが明らかにされて来たことに求められる。

一方、システムの発展の状況から見ると、これまでの主流はシステム機能の多くをセンターに集中するために競ってセンターシステムの大型化を追求する傾向にあったが、最近一部ではセンターシステムに何らの変更を加えることなしに従来より改善されたコスト/パフォーマンスをもつ端末を用いることによりシステムの性能を大幅に改善することに成功したものが出現し始めた。これらの端末は従来端末との互換性を有するのみならず、将来の拡張発展に対しても大きな柔軟性、融通性をもっているという理由でユーザにとっても極めて魅力的である。

それでは何故この様な現象が起こるのであろうか？ 以下簡単に検討して見る。

はじめに開発投資資本を比べた場合、大型コンピュータの開発には数百億円、超 LSI を組み込んだ FS (フューチャーシステム) には数千億円以上の膨大な資本が必要であるといわれているが、端末の場合には高々数千分の一から数百分の一の投資で新しい端末を開発でき、より進歩した集積回路技術を比較的早期にとり入れることができる。

また、システムが高度化すればそれだけセンターソフトは複雑になり、現在の様なシステム単位のソフトウェアの開発はコスト面からも既に限界にあり、センターソフトウェアの多くの部分は標準化せざるを得ない。この結果、システム個々の機能の多くは端末ローカルで処理することが必要になる。

つぎに回線費用について見ると、システムを大型化・広域化すれば当然のことながらその分だけ回線費用を増加させることになる。集積回路の進歩、低価格 I/O の開発等により装置コストは著しく改善されつつあるが、回線費用はそれ程下がる見通しはない。それ故、システムのコスト/パフォーマンスを改善するためには回線費用も含めたトータルコストとして費用の節減に努めなければならないが、端末ローカルでの処理機能の強化はセンターをアクセスする回数を減らし

* Microcomputer Applications in Data Terminals by Kisaburo SAKURAI and Norio TANUMA (Data Terminals Division, Nippon Electric Co., Ltd.)

** 日本電気(株)端末装置本部

回線を有効に利用することになる。

各種の障害に対しても端末ローカルでオフライン処理機能によりシステムの完全停止を避けることができ、安全性の向上にもなる。

新システムの3つの基本概念、すなわちデータベース、データコミュニケーション、ディストリビューテッドインテリジェンスはこれらの背景をもっており、今後のシステム構成のあるべき姿を端的に表わしている。(図-1参照)。

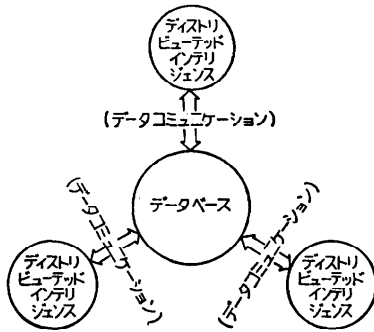


図-1 新システム概念

以上、センターシステムとの関連において端末の果たすべき役割を検討して来たが、かかる役割を果たす端末は一般にはインテリジェントターミナル(頭脳付き端末)と呼ばれている。以下、マンマシンインターフェイスを中心に端末のあるべき姿をさらに検討する。

まず、データインプットについて見ると、新システムでは情報の発生場所すなわち現場でデータをインプットすることを第一の目標としており、これによって責任の所在を明確にし、データの品質を向上させると共に、月末/月初めのインプット作業の時間的集中を少なくし、それだけ工数管理を容易にすることを期待している。さらに、コード体系にしてもローカライズされる結果、桁数を少なくし、簡易化することも可能になる。

しかしながら、現場ではそれぞれ個別に専門のオペレータを雇うことにはむずかしい問題があり、これを解決しなければ現場で有効にインプットデータを把握することはできない。それ故、現場のインプット手段としては誰でも使える良好なマンマシンインターフェイスを備えていなければならないため、高度なオペレータガイド、広範囲なデータチェック、容易なエラーリカバリーは現場に置かれる端末の必須条件となる。

システムの大型化、広域化はシステム機能の多様化

を伴うのが普通であり、それだけインプット手段が多様化することは否めない。このため、従来システムではそれぞれに異種端末を使用する結果となり、時には中央処理装置で数本の端末制御プログラムが同時に動作しなければならない様なことも少なくなく、そのことが、経済性を著しく損っていた。従って、一貫したアーキテクチャによる端末のファミリー化はこの様な事態を回避する手段として必然的に要請されたものであり、こうすることによりシステムの拡大発展に対しても比較的容易に対処することが可能となる。

3. マイクロコンピュータの役割

ミニコンピュータを内蔵したインテリジェントターミナルは一定規模以上のシステムではその効果を遺憾なく発揮していたが、LSI マイクロコンピュータの出現はほとんどすべての端末へプログラム制御方式の導入を促し、従来のハードウェアゲートロジックの端末と同程度、あるいはそれ以下の価格でインテリジェントターミナルのメリットを享受できる様になった。

のみならず、一部の I/O デバイスにおいてはハードウェアゲートロジックの代わりにプログラム制御方式を用いることによりハードウェアの量を減らし、構造を簡易化することが可能になったため、ハードウェアアセンブリ並びに検査/保守の工数を低減することが可能になり、その結果大幅なコストダウンを計ることが可能になった。

この結果、ほとんどすべての端末について一貫したアーキテクチャのもとにファミリー化思想を徹底することが可能となり、端末の多様化に効果的に対処することができる様になった。このことは逆にいえば、LSI マイクロコンピュータを内蔵した装置ではハードウェアロジックとメモリに格納されたプログラムロジック2種の論理により装置が動作するため、一貫したアーキテクチャのもとに設計されたものでなければ問題はより一層複雑になり、設計・検査/保守の各工数の上昇を招くことは確実であり、それ故 LSI マイクロコンピュータを内蔵する端末においては、ファミリー化思想は必然的に要請される設計条件であった。

図-2(次頁参照)は LSI マイクロコンピュータを内蔵した端末の販売生産上の意義を図式化したものである。

図-3(次頁参照)はユーザリクワイアメントがどのようにして実現されるが図式化したものである。

図-2 における 特注装置とは システム構成上の 特別

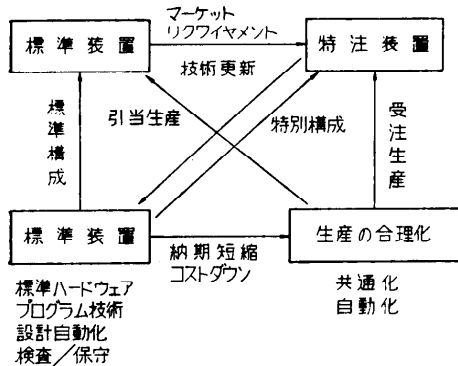


図-2 販売生産上の意義

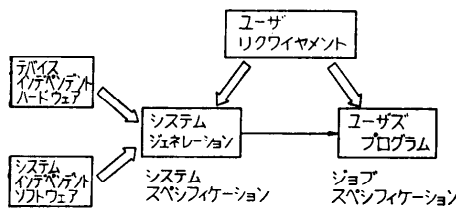


図-3

の要求並びに特別の制御プログラム（多くはI/O制御プログラム，伝送制御プログラム）の要求を指し，ユーザープログラムに属する部分は含まない。

図-3におけるシステムジェネレーション時の作業としては次のものがある。

- (1) 標準ハードウェアの再構成
- (2) 非標準I/Oとそのアダプタの開発
- (3) 標準コントロールプログラムの再構成
- (4) 非標準コントロールプログラムの開発

ファミリー化思想は端末の場合I/O構成によって各モデルが区別され，これによって端末のシステムフレキシビリティのベースがつけられ，さらにオプションI/Oとして共通化されたI/Oが用意される必要がある。さらに，理想的には非標準I/Oについても，その接続をフレキシブルかつ安価に実現することが必要である。

センターからの機能分散化，並びに業務の拡大等により端末において必要とされる処理能力を限定された範囲に収めることはシステムフレキシビリティからもコスト/パフォーマンスから見ても望ましいものではない。

それ故，端末では多重マイクロコンピュータをシステムの基本とし，必要に応じて増減可能な様に処理能力をシステム内に分散配置できることが望ましい。

4. インテリジェントターミナルへの応用

当社で開発販売しているインテリジェントターミナルN6300 データステーションへのマイクロコンピュータ応用を例として前述のことがどう実現されているか，および最も困難な作業の一つであるプログラミングについて構造等を中心に説明する。

4.1 システム構成

既に述べた様に，今後の端末は一貫したアーキテクチャにより，広範囲のアプリケーションをカバーするターミナルファミリーを構成できなければならない。

この点，N6300 データステーションには，モデル

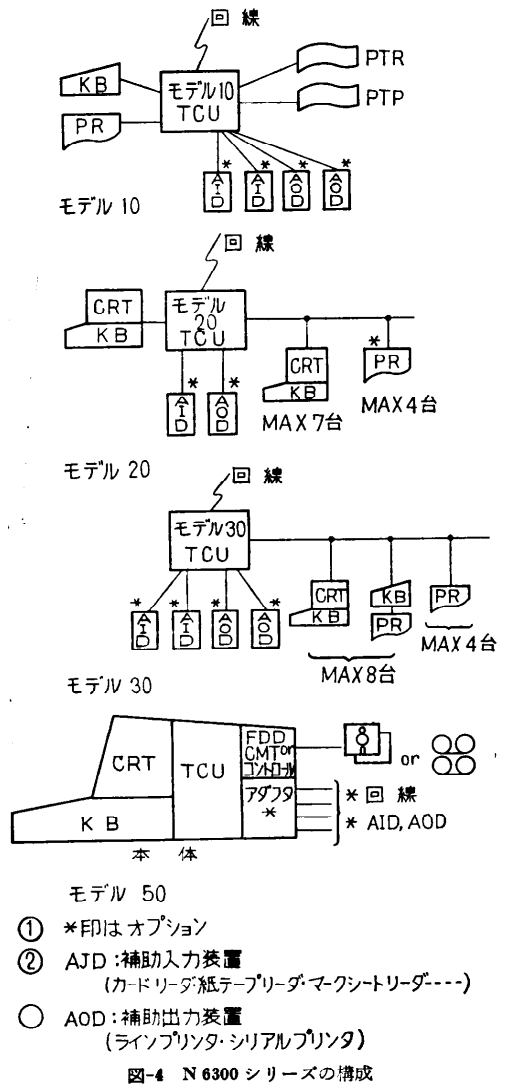




写真-1 N 6300 モデル 50

10, 20, 30, 50 の4モデルのファミリー構成をとっており、そのシステム構成図を図-4 (前頁参照)に示し、モデル50を写真-1に示す。

モデル10はタイプライタをベースとしたターミナルで、紙テープリーダー・パンチ、カードリーダー、ラインプリンタ等の補助入力装置をオプションとして接続できる。用途は、メッセージの集配信、リモートバッチの他に、ユーザプログラミングによるビルディングマシンとしても使用できる。

モデル20はキーボードディスプレイによるインカイヤリ、オンラインデータエントリを主な用途とするターミナルで、8台までのキーボードディスプレイ、4台までのプリンタを接続するクラスタ構成が可能であるほか、カードリーダー、ラインプリンタ等を接続して、バッチデータの送受信も可能である。

モデル30はモデル10, 20の機能をさらなる複合化した多目的ターミナルで、リモートバッチ、インカイヤリ、メッセージ集配信、および磁気テープを使用したオフラインのデータ伝送が可能である。

モデル50は、キーボードディスプレイ、カセット磁気テープまたは、フロッピディスクを基本としたターミナルで、強力なインテリジェンス機能により、効率の良いデータエントリーシステムが実現できるほか、ビルディング、リモートバッチターミナルに使用できる。

N6300 データステーションではターミナルでのアプリケーションを実行するために、TOOLS(Terminal Operation Oriented Language System)というユーザプログラミングシステムを用意している。モデル50では、キーボードディスプレイを使用してデータエントリを行う場合、標準のエラーチェック、編集、オペレーションガイドを行うために使用する言語システム TOOLS-F と、特殊機能を実現したり、エントリされたデータをバッチ的に処理するための言語 TOOLS-N が準備されている。

TOOLS の特徴は次のとおりである。

① データエントリからバッチ処理、データコミュ

ニケーション等に適用でき幅広いアプリケーションをカバーする。

- ② ターミナル独自でプログラム作成を可能とするために、セルフアッセンブル機能やデバッグエイド機能を備えている。
- ③ フロッピディスクやカセット磁気テープによりターミナルでファイルが扱える。
- ④ ファイル作成、アップデート、コピー等のユーティリティ、ファイルデータの送受信を行うコミュニケーションユーティリティを準備している。

4.2 マルチマイクロプロセッサ構成

1台のタイプライタや、1台のキーボードディスプレイだけの簡単な構成のものから多数のタイプライタやキーボードディスプレイ、さらにフロッピーディスク、ラインプリンタ、カードリーダーを備えた高レベルのものまで一貫したシステムアーキテクチャで設計されていないなければならない。

単機能のターミナルでは、機能面より、価格面が重視されるが、高機能ターミナルでは価格面より機能面が重視される。

マイクロコンピュータを選択する場合、単機能のものでは、性能はそれ程高くない安価なものが選ばれるが、これでは高機能のターミナルへの適用は性能面で不可能となる。もし高機能のターミナルに必要な性能を出すために、全くアーキテクチャの異なるマイクロコンピュータを導入した場合には、ファミリー内に、2つの基本プログラムシステムが存在することになり、全体のアーキテクチャの一貫性を保つことが難しくなる。その結果、単機能のターミナルの導入でスタートしたユーザが、システムのレベルアップ時にターミナルのレベルアップを行おうとすると、従来のターミナルから別のターミナルへの交換を余儀なくされるであろう。

マルチプロセッサ方式はこのような問題を解決するのに有力な方法と考えられる。すなわち機能をプロセッサも含めてモジュール化しておき、ファミリーはすべてこのモジュールを組み合わせて結合することにより実現されるため、前述のようなターミナルシステムのレベルアップ時には、新しいモジュールを追加することで対処できる。

これらのプロセッサモジュールはすべて同一のプロセッサが使用されており、プログラミングの一貫性が保持されているため、新しいモジュールの開発も容易である。しかも単機能のターミナルでは価格・性能比

の最適化されたものを選択でき、機能が追加するに従ってプロセッサを追加できる。端末装置の基本的な制御を行うためのプロセッサとしては、インテル 8080 で代表される 8 ビットプロセッサがある。これはターミナル以外にも大きなマーケットを持っており、大量に生産されているため、大巾なコストダウンが実現されている。従って高機能のターミナルに複数個のマイクロコンピュータを使っても、システム総合コストをあまり上昇させないで済む結果となっている。

マルチプロセッサによる性能向上は、プロセッサ間でやり取りされるデータの転送方式によって異なってくる。

一般にマルチプロセッサ方式では図-5 に示すように、主記憶の一部またはすべてを共有し、共有メモリをアクセスするためにプロセッサのバスを切り換えて使用するバススイッチ方式と、共有メモリを持たずに必要に応じて、プロセッサ間データ転送を行う方式とがある。

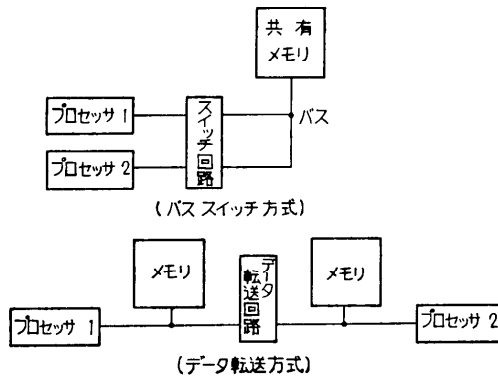


図-5 プロセッサ間インタフェース

前者では複数のプロセッサが非常に緊密に情報のやりとりを行える反面、メモリアクセスにおいて待ちが発生するために効率が悪くなることおよび、バススイッチのハードウェアが複雑化するという欠点がある。

後者のようにメモリ空間が独立に存在する場合は、プロセッサ間での情報転送は制約されるが、殆ど動作を独立に行わせることが可能なシステムでは能率向上が大きい。また転送のためのハードウェアも比較的簡単であり、プロセッサの追加、削除が容易である。N6300 データステーションではこの方式でマルチプロセッサを実現しているが、機能とプロセッサをモジュールとして実現しているために、システム構成のフレキシビリティがさらに向上している。

以上説明した理由により N6300 データステーションでは機能レベルの低い低価格のターミナルで最適化した 8 ビットの μ COM 8080 マイクロコンピュータシステムをモジュール化している。高レベルのターミナルではそれ等を結合したマルチプロセッサ構成をとっており、プロセッサは機能やデバイス単位にモジュール化され、TCU (ターミナルコントローラ) やデバイス自身に組み込まれている。I/O デバイスにマイクロプロセッサを組み込むことにより、デバイス特有のエラー制御、データ編集、オペレーションガイド等のインテリジェンス機能が可能となる。このように従来にない高性能な I/O デバイスを、インテリジェント I/O と呼んでいる。

インテリジェント I/O の効果は、ターミナルでのマイクロコンピュータの負荷の分散を効果的に行うことと、デバイス特有の制御機能をモジュール化して組み込むことにより、ターミナル、システム構成、およびその変更に対するフレキシビリティを与えることである。

一般にプリンタ等のデバイスにマイクロコンピュータを組み込むと、コスト高の危険があるが、従来の IC やトランジスタロジックをプロセッサですべて実現し、かつメカニカルな部品を極力エレクトロニクス化し、プロセッサ制御の部分を増やしているためコストアップにはなっていない。むしろ、高性能化、高信頼度化という従来にない効果が生じている。

4.3 プログラムの構成

N6300 モデル 50 を例に、プログラムの概念を説明する。

4.3.1 構成

図-6 (次頁参照) に示すように、キーボードディスプレイ、フロッピディスク等のハードウェアを制御する IOCP (I/O Control Package)、フィールドの演算・編集等の処理を行う DTOR (Data Operation Routine)、システムの動作を管理するマイクロ OS、ユーザプログラムを解読実行するインタプリタより構成される。ユーザプログラムはインタプリタが解釈できる形式で、TOOLS-F では 8 バイトを 1 命令単位とし、TOOLS-N では 3~5 バイトを 1 命令単位として構成される。ユーザプログラムはモデル 50 自身でコンパイルあるいはアセンブルされ、オブジェクト形式でフロッピディスク等のファイルに記録され、実行時に主記憶にロードされる。その他のプログラムはマイクロコンピュータ自身の命令言語で書かれ、マイクロ OS の制御の

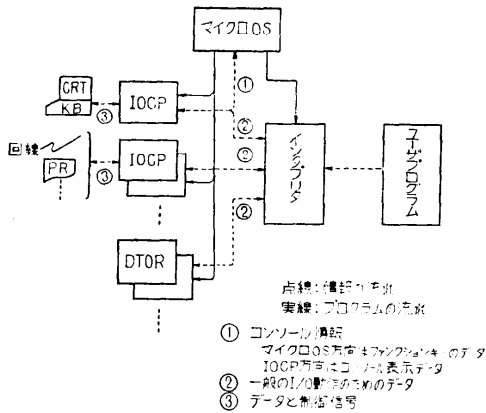


図-6 プログラムの構成

もとに動作する。これらのプログラムはファームウェアと呼び工場から提供される。

ユーザプログラムはインタプリタにより 1 命令ずつ解読され、I/O 命令であれば IOCP を起動し、演算処理命令であれば DTOR を起動する。IOCP, DTOR はインタプリタから、動作を規定するコマンドおよびコマンド修飾パラメータ、データブロックの指定をセットすることにより起動がかかる。その後指定されたデータブロックの処理が完了するまで、マイクロ OS の制御のもとに動作を続ける。動作終了は終る状態を示すコンディションコードとともに、インタプリタに報知される。

4.3.2 マイクロ OS

マイクロ OS の機能は

- ① IOCP, インタプリタ, DTOR 等のマイクロプロセスのスケジューリング
- ② システム全体の動作監視
- ③ コンソールとのインターフェイスによるシステムの動作制御
- ④ 異常発生時の処理

等がある。

端末のすべての動作はこのマイクロ OS のスケジューリング機能によりサービスされているが、この模様を次に説明する。図-7 に示す様に、スケジューリングのレベルは 3 つのグループに分かれる。第 1 のグループはキャラクタ単位に割り込み信号が発生し、優先的にサービスされるレベルで、回線や高速 I/O の IOCP が配置されている。第 2 のグループは 5ms のインタバルタイムにより割り込みが発生し、その時点で当該グループに含まれるすべての IOCP がサービスを受ける。

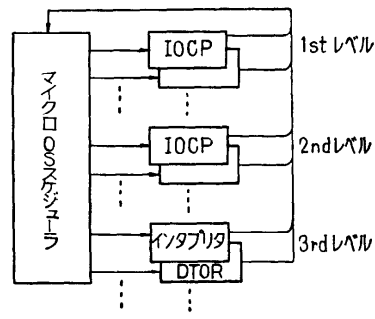


図-7 マイクロ OS によるプロセスのスケジュール

中低速の I/O, キーボード, シリアルプリンタ等はこのグループでサービスを受ける。第 3 のグループは最も優先度の低いグループで I/O 以外のすべての処理, DTOR, インタプリタ等が実行される。第 1, 第 2 のグループの処理が実行されていない時は常にマイクロコンピュータは本グループの処理に専念する。

4.3.3 IOCP

IOCP はインタプリタより与えられるコマンドやデータブロックをもとに動作し、データ転送およびハードウェア制御を行う。マイクロコンピュータを端末に应用する場合、いかにハードウェアロジックを減らして、マイクロコンピュータのプログラムに転換するかが、装置コスト、融通性を向上させるためのポイントである。8 ビットマイクロコンピュータでは単機能システムから、多数の I/O を動作させる高機能システムまで幅広いアプリケーションをカバーしているが、高機能になれば、プロセッサでは IOCP の処理能力が問題になってくる。従って高性能システムでは、ハードウェアロジックのマイクロプログラム化のメリットの大きい、キーボードディスプレイや、シリアルプリンタ等には IOCP 専用のマイクロコンピュータを配置している。

5. I/O への応用

オフラインデータエントリ機器、ビリング装置からオンライン端末装置、コンピュータのコンソールに使用されるシリアルプリンタは、従来テレタイプに代表される機械式プリンタが主流であったが、新しく開発されたインテリジェントプリンタは、マイクロコンピュータに代表される最新の半導体技術および、各種モータの技術を取り込むことにより、小型、軽量、高性能、高信頼性を実現している。

5.1 インテリジェントプリンタの構成

一般にプリンタは、その機能を実現するためには、活字の選択、印字制御、リボン制御、印字ヘッドの横送り、および紙送り制御が結合されている。

このインテリジェントプリンタは、上記動作における位置の計算、動作順序の決定、各種コードにおける特殊動作、データ供給装置からのデータの引き取り等を、マイクロコンピュータを使用してプログラムにより実現している。そして、このプログラムから発せられる命令を電気信号から機械的移動量に変更するステップモータやサーボモータを有効に使用してその機能を実現している。

5.2 ハードウェア構成

図-8 にその構成概要を示す。メモリ、各種制御回路、操作盤制御回路は、共通バスを通してマイクロコンピュータに接続されている。

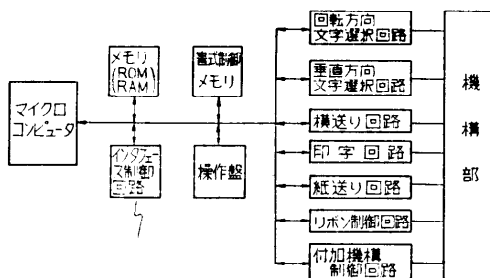


図-8 インテリジェントプリンタ・構成

(1) マイクロコンピュータ

マイクロコンピュータとその周辺回路から構成される他のユニットと共通バスによって接続されていて、メモリの内容を解釈し実行する。

(2) メモリ

ストアードプログラム方式でプリンタの機能を実現するためのプログラムが格納されている部分、およびワークレジスタから構成されている。

(3) インターフェイス回路

外部データ供給装置と本プリンタを接続するインターフェイス回路で、データの引き取り制御を行っている。

(4) プリンタ制御回路

活字の選択、印字制御、リボン制御、印字ヘッドの横送り、紙送り制御、フロントインサータ等の付加機構の制御回路からなりマイクロプロセッサから発せられる命令を電気信号に変換したり、状態をマイクロプロセッサが取り込める様制御する。

(5) 機構部

各種モータ、ギヤ等からなりプリンタ制御回路からの電気信号を機械的移動量に変換する。

(6) 操作盤

操作スイッチ、書式制御スイッチ、表示ランプ等プリンタの外部制御に必要な機能を備える。

(7) 書式制御メモリ

フォーマットコントロールのために必要な書式制御情報を記憶するコアメモリである。

5.3 制御プログラムの構造

インテリジェントプリンタを制御するプログラムは制御機能ごとに個別のプログラムに分かれたモジュール構造になっている。その構成図を図-9 に示す。

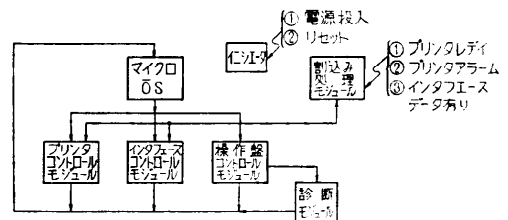


図-9 プログラムの構造

(1) イニシエータ (イニシャライズ) モジュール

電源投入時またはイニシャルリセット時ハードウェアの初期位置設定、ワークレジスタ類のクリアを行う。また水平タブ (HT)、垂直タブ (VT)、フォーミュード (FF)、レフトマージン (LM)、センタマージン (CM) 等が記憶されている書式制御メモリの内容をワークレジスタに移送する。

(2) マイクロ OS モジュール

各プロセスのスケジュールを行うモジュールで、各モジュールをサイクリックにスケジューリングしている。

(3) 割り込み処理モジュール

プリンタコントロール、およびインターフェイスコントロールは割り込みによって動作している。割り込み発生時には、被割り込みプロセスのレジスタ類の退避割り込み要因により処理プロセスへのディスパッチを行う。割り込み処理後にはレジスタ類の回復処理を行う。

(4) インターフェイスコントロールモジュール

プリンタを出力装置として使うデータ供給装置からのデータを受け取り、そのデータをプリンタコントロールモジュールに渡す。

(5) 操作盤コントロールモジュール

操作盤上の各種スイッチをセットし対応する制御動作を行う。またローカルモードにおいて書式制御メモリの内容を変更する。

(6) プリンタコントロールモジュール

インターフェイスコントロールモジュールから渡されたデータを引き取り、印字、ファンクション動作を実現する。

(7) 診断モジュール

テストパターンを発生させ印字調整や故障の発見を容易にしている。

5.4 プリント動作

5.3 で説明した各種プログラムモジュールを有機的に結合させてプリンタの機能を実現させている。電源投入後はイニシエータにより各種初期設定後、マイクロ OS に制御がわたる。マイクロ OS はインターフェイスコントロール、操作盤コントロール、プリンタコントロールプログラムモジュールがデータ受け取り可能なタイミングを発生する。データ供給装置がデータを出力すると、割り込みが発生し割り込み処理プロ

グラムに制御が渡り割り込み処理後、インターフェイスコントロールモジュールによってデータバッファに取り込む。一方、プリンタのハードウェアが印字可能な状態になると割り込みが発生しプリンタコントロールモジュールに制御が渡る。そしてこのモジュールがすでにバッファに取り込まれているデータを解析して、印字動作、書式制御、各種ファンクション動作を行う。

6. おわりに

以上、マイクロコンピュータの端末装置の応用について、我々の経験を紹介したが、何分にも技術革新のスピードが速く、新しい設計の手法が確立される頃には既にその手法が古くなってしまわないかと思われるところも多々ある。その意味では新しい技術そのものもさることながら、それに取り組む姿勢、あるいは方法論といったものが、今後は非常に重要になって来るのではないかと思われる。

(昭和50年12月4日受付)