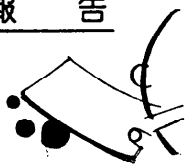


報 告



パネル討論会(1)

マイクロコンピュータの可能性をさぐる

昭和54年度第20回全国大会† 報告

パネリスト

相磯 秀夫¹⁾, 石田 晴久²⁾, 森 亮一³⁾
 安田 寿明⁴⁾, 山中 和正⁵⁾, 司会 池野 信一⁶⁾

目的と討論の概要

池野 信一

マイクロプロセッサが生れてから10年近くにもなるというのに、何をいまさらこんなテーマでと思われるかも知れないが、この世界はご存じのように大変進歩がはげしく、昨日の夢が今日は現実になるというように、新しい可能性が次々と生れる世界なのである。

そもそも、進歩というものは、漸進的、連続的であっても、それがあるスレシホールドを越えると、突然予想のつかないこともおこるもので、IC技術の進歩で、プロセッサの小ささ、安さがある限界をこえたとき、部品として機器に組み込まれるという新しい用途が開け、爆発的に使用量が増加し、これがまたIC技術の進歩をうながすことになったのは、そのよい例である。

そして最近では、さらに集積度も上り、価格は下がると同時に、いろいろ新しいものが生まれ始めている。たとえば、新しい16ビットプロセッサでは、そのアドレス空間が数メガバイトと、大型機並みのものが現われたり、言語処理などの専用プロセッサ、あるいはインバーダゲームやしゃべる機械など、社会の話題になるものも出たりして、新たな道の道が開かれる可能性も見える状況にある。そのようなわけで、今回、その道の専門の方々に集まって載き、進歩の現状やこれからの見通し、夢などについて語って載くことにした次第である。

まず、森先生は、この世界におけるこのような大きな変革の原因と意義について概説され、次に特に今後いちじるしい進歩をみせるとされるデジタル音響

工学の分野における日本語の有利性などをのべられた。

安田先生は、パーソナルコンピュータの動向、大型機との関係、民生用の機器に応用された場合の意義などについてのべられた。

石田先生は、パーソナルコンピュータに大きな力を与えるフロッピーディスクについてその進歩の状況、これを使うソフトウェアシステムについて話され、さらに、日本におけるソフト開発の問題点から漢字の問題に言及された。

山中さんは産業界における応用について、マイクロプロセッサを用いたミニコン、計装システムなど、具体例をいくつかあげて説明された。

最後に相磯先生は、ハードウェアの動向についてのべられ、高性能16ビットプロセッサ、高水準言語を直接実行する専用プロセッサなどの開発状況から、今後の見通しまで話を及ぼされた。

各講師とも大いに話がはずんで、盛り上りを見せたが、時間もかなりのびて、質疑応答の時間はわずかになってしまった。

質問のひとつは、マイクロコンピュータの定義は何かということであったが、一応、CPU部分が1個か高々数個のLSIでできているものといえるが、また、その大きさ値段、システムに集まる人間の数で他と区別されるという意見もあった。いずれにしても、マイコンというレベルが低いととられそうだが、ある面では大型機にまさることもあるということが強調された。

ソフトウェア技術の販売と保護に関する質問もあった。たしかにソフトウェアは簡単にコピーされるという問題があるが、システムプログラムについては、エンドユーザに売るよりOEM向けに売るのがよく、エンドユーザのプログラムは一般に安くて、気がねなし

† 日時 昭和54年7月25日, 12:30~14:15

場所 日本大学工学部

1) 慶應義塾大学, 2) 東京大学, 3) 筑波大学

4) 東京電機大学, 5) 東京芝浦電気(株), 6) 電気通信大学

からコピーするより買った方が安いともいえるからあまり問題はないということ、また、ソフトウェアに財産権を認めると、バージョンアップのさまたげになるなど、ソフトの保護には注意が必要であるという話があった。

マイクロコンピュータの影響とその意義

森 亮一

マイクロコンピュータが、今日のように重要なものになることは、それが生れた頃からすでに自明のことであった。その理由は、大型機はその費用の大部分がソフトであって、ソフトの生産性は、少なくとも近い将来には劇的な進歩があり得ないことがほぼ明らかであったこと、一方集積回路技術は年2倍の集積度向上という急激な進歩に基本的困難がないことが明らかであったからで、ソフトおよびハードの設計費用を大きな需要個数で割ることのできるマイクロコンピュータが極めて有利となる可能性が見えていたからである。

さて、我々が食用にしている牛肉の一個の細胞の論理的構造を考えてみると、現在的大型計算機よりはるかに複雑であるが、これは食用になる事をさまたげるものではない。これは、コストさえ下がれば、現在ばかりばかりかと思われる用途にも使われるようになることを意味している。我々が経験しつつある集積度（論理能力）の向上は、日本全体があなた一人のものになる事に当る位大きな変化なのである。

なぜこんなことが起ったかという理由のひとつは、金物とソフトの関係である。大型計算施設では、ソフトウェアの費用が全費用の80%をこえるといわれるのに対し、典型的なマイコン応用製品では10~30%台にすぎないというデータがある。このような違いのおこった根本を考えてみよう。人類の歴史が始まってからさまざまな産業製品が生れたが、最近まで、その複雑さは高々数百ビット相当であった。新たに生れた計算機は、2進素子の数にして 10^4 から 10^7 位の規模を持ち、従来の産業製品にくらべ高い論理能力をもつが、人間の脳は極めて高度であって現在の計算機との間には 10^{20} 程度の空隙がある。この空隙は、マイコンの 10^4 と最大型機の 10^7 との 10^3 の差に比して天文学的に大きい。人間とのこの差に比べれば、その幼稚さにおいてマイコンも最大型機も大差ないのである。一方、マイコンと大型機との間の 10^2 乃至 10^3 の価格の差は、我々の財布にとってはきわめて大きい。そこで大型機は、この 10^3 の高性能と高価格のために、 10^{20}

の空隙の大部分を、ソフトウェアの助けによって何とかして埋めるという重荷を負わされている。一方マイクロコンピュータの 10^4 程度の機能は、その低価格を考慮するとき従来の産業製品の 10^2 程度よりはるかに優位にあり、急激に社会に浸透しているのである。ともあれ、人類が生れてから長い間、機械は単純な知能レベルにあったが、産業革命以来、人間のもつ複雑な知能レベルに向って動き出し、現状が仮に続けば、あと何十年かでそこに到達する勢いで進歩しているのである。

このような状況で、ごく近い将来何がおこるかであるが、特にいちじるしい進歩をされると思われるものとして、デジタル音響工学の分野がある。我々はこれまで2次元のパターンをいろいろあつかってきたが、その認識の問題は現在の計算機にとってはむずかしすぎる。その点、音響の方は情報量が少なく、パターンの中ではより簡単なものであって、工学的に一番のびると思われる。もっと具体的というと、これから2、3年、おそくとも5年で機械がしゃべり出し、それから5年位おくれて、機械が我々のいう事を聞くようになると思われる。

これが一度始まると劇的な効果を生じ、たとえば家電製品は、スイッチの多く（全部ではない）がなくなってマイクとスピーカーになり、洗濯機などには、かるくゆすいでおけと言いつければよいようになる。これを実現する技術を我々はすでに持っている、たとえば1Kビットで1秒程度の音声の要素を作りそれを組合せうる線型予測技術も実用化されている。この分野の研究では日本が最先端にある。

結論として、日本の計算機が真空管時代をとりこしたように、日本の個人情報処理が、キーボード時代をとりこす可能性があるといえる。キーボード入力には、漢字まじりの日本語には不利であったが、マイクとスピーカーになると、日本語と英語の有利不利の立場が部分的に逆転する。これは、英語の辞書には発音記号があるのに日本語の辞書にはそれがなくとも実用になることからわかる。

デジタル音響のもうひとつの利点は、記録がきちんと残ることである。人間の音声による通信では記録が残らないための心細さがあった。したがって、人間同志が音声で通信する場合の最も大きな欠点、計算機の場合には少ないといえる。

人と話すとき、私が今やっているように、絵や文字を媒介にしながら話すのも普通だが、声だけでも普通で、

できれば声だけの方が楽である。計算機と話すのに、キーを何十個もならべてその順番を記憶するより、日本語でも英語でも、ひとつのマイクとスピーカーしか必要がなく、他の処理はすべてLSIの中に入れることが出来るようになった場合、我々が非常にたくさんのキーを押す必要があるかどうか考えてみる価値がある。

さて、音声は自明のように思われる。では音声の次は何か、これはまた別の機会にお話しすることにした。

マイクロ・コンピュータ応用としての

パーソナル・コンピュータ

安田 寿明

1. はじめに

マイクロ・コンピュータは、その誕生以来、ECR（電子式金銭登録器）やPOSターミナル、ペンディング・マシンなどの産業用機器組み込み用途に、大きな需要分野を築きあげてきた。また、数値制御工作機械をはじめ、高度かつ複雑な作業工程を省力化する自動製品生産設備などにも好んで応用され、ここ数年来の工業諸製品、とりわけ民生用電子機器、自動車、カメラなどの生産性の飛躍的な向上に大きな貢献があった。

そのようなシステム・ビルトイン応用や機器組み込み応用は、1978年以来、家庭電器製品、自家用乗用車の分野にまで及び、耐久消費財へのマイクロ・コンピュータ応用は、飛躍的に増大しつつある。また、マイクロ・コンピュータの簡易な情報処理能力によって、合成音声発声機能を有するスピーク & スペルとか、電子翻訳器と称する“電子辞書”なども、低廉な価格で大衆的に提供されるようになった。これらの製品は、人類文化史のなかで、マイクロ・コンピュータ登場によって、はじめて具体化が可能となった“知的おもちゃ”として、高い評価を与えることができる。

そうしたマイクロ・コンピュータの新応用システムとか、新製品は、今後とも、マイクロ・コンピュータの実需要のなかで、最も大きな部分を占めていくであろうと思われる。

しかし、ここで注目されるのは、マイクロ・コンピュータの全需要内では、さしたる比率を占めないものの、量的には、かなりの数を示すパーソナル・コンピュータの出現と、その普及である。これは、マイクロ・コンピュータが本来的に所有している汎用機能に着目し、その汎用性をコンピュータ・システムとして形成したものであるが、低位レベルでの情報処理分野では、

無視しがたい影響と効果をもたらすものと思われる。そこで、このパーソナル・コンピュータ、とくに価格30万円以下のローコスト・パーソナル・コンピュータについて、若干の展望を試みてみよう。

2. 低価格パーソナル・コンピュータの現状

マイクロ・コンピュータ応用によるパーソナル・コンピュータには、すでにして数十種以上の機種が、実市場に登場している。おおむねBASICを基本プログラミング言語としているが、アセンブラ、マクロ言語、あるいはAPL、COBOL、FORTRAN、PASCALなどの高位言語による処理が可能なものも少なくはない。高位プログラミング言語と機器コストの間に相関性はなく、アメリカ合衆国では、わずか1台450ドルのマシンで、APL言語をこなすものもある。

ただし、パーソナル・コンピュータには、システム・サービスやソフトウェア価格、あるいは保守サービスなどの形態別に、明確な価格分類基準がある。その実態は、① 価格150万円以上、② 50~100万円、③ 30万円以下、の3種類である。いずれもコンピュータ本体一式の価格であり、①のものは、従来のミニコン、大型機と同じくシステム・コストを加味した価格形成であり、②は、個別システム形成コストを別価格体系にしたものとして理解される。

③の30万円以下の低価格パーソナル・コンピュータが、本論の主題であるが、これは、いわばハードウェア単体の価格として理解できる。もっとも、BASICなどの基本プログラミング言語は、ROM化実装などによって、ファームウェアとして提供されているのが一般的である。

そのハードウェア生産方式も、従来のコンピュータ製造技術の常識を破って、徹底的なローコスト化がはかられている。たとえば、内部回路の印刷配線基板も、なるだけベークライトや紙エポキシ製のものが採用されようとしており、LSIを多用する性格上、ハードウェアそのものは、家庭用カラー・テレビ受像機とは比較にならない簡単さである。それだけに、製造コストの引き下げは、将来に、まだまだ大きな可能性を残している。

現状の価格、すなわち価格30万円以下、米ドルで約1,000ドル以下であっても、少なくとも、この程度の出資で、個人で汎用目的のコンピュータを所有するということは、たしかに驚異的なできごとである。この種のコンピュータが、市場で自由に入手できるようになったのは、1978年からであるが、同年のアメリカ

合衆国内での販売実績は、235,000 台といわれている。1979 年では、年間 82 万台を販売したものと推計されている。なお日本国内では、ここ 2 年間で、国産・輸入とりまぜ、ほぼ 5 万台までの普及数と見こまれる。

その販売形態を見てみると、これまたきわめて特異で、たとえば 78 年中に 15 万台の販売実績をあげた米企業の場合、全米 5,000 店の家電商品専門フランチャイズ・ショップの流通力を動員した成果である。日本の場合も、パーソナル・コンピュータの主力市場は、東京・秋葉原、大阪・日本橋、名古屋・大須地区などの家電製品ショッピング街である。

3. パーソナル・コンピュータの将来と、その応用

パーソナル・コンピュータの購入者の主力は、アメリカ合衆国の場合、年収 1 万ドル以上、年齢 30 歳以上の比較的に社会的高位層によって占められている。ある調査によれば、全体の 70% 以上を、この購入層によって占められているという。したがって、広告宣伝も IEEE コンピュータ誌のような専門技術誌と、プレイボーイ誌のようなアダルト雑誌に集中的にキャンペーンされている。

その購買動機や応用の第 1 位は、納税計算、個人小切手管理などの家庭情報処理。第 2 位がコンピュータ・ゲーム、第 3 位がスモール・ビジネス処理となっている。最近では、ワード・プロセッシングや、簡易なデザイン・メーカー・シミュレーションなどによって、自己の職業的実務応用をはかる欲求が急速に高まりつつある。

日本では、このような大衆的普及は、ちょっと考えにくい。なぜなら、日本の家庭に必要な家庭情報処理需要は、まったく存在しないからである。現在のところ購買層の主力が、好事家か学生によって占められていることが、それをものがたっている。しかし、それも、ゆるやかではあるが、既存のオフィス・コンピュータでもカバーしきれない低位レベルのスモール・ビジネス応用や、分散処理システムでのパーソナル・インテリジェント・マシン、あるいは教育研究機関での実需要が増大しつつあり、今後、この分野でのユーザ数の拡大が期待される。

また、アメリカ合衆国では、1979 年以降、より大衆的普及をはかるため、一式価格 500 ドル以下のコンピュータの開発・発売が盛んである。これは、主たるユーザを、学童および家庭主婦対象としており、この種の製品に対する連邦政府や地方自治体の厳しい技術基準を十分に満足する完成度の高いものである。今後、

こうした製品が、家庭活用の中で、どのような効用を発揮してくれるか、その将来が楽しみといえよう。

参 考 文 献

石田晴久：パーソナル・コンピュータの使い方、共立出版刊 (1979)。

安田寿明、中原 紀：BASIC で走るパーソナル・コンピュータ、工業調査会刊 (1979)。

フロッピー・ディスクの発達で

強力になるマイコン

石田 晴久

PET, TRS-80, Apple II などに代表されるホーム・コンピュータよりも 1 クラス上のパーソナル・コンピュータでは、フロッピー・ディスクの発達とともに最近はいろいろな高水準言語やソフトウェア・パッケージが使えるようになってきた。フロッピー・ディスクは、直径 8 インチ (20 cm) 型のものも数多く使われているが、これはマイコンには大型すぎる感じがあり、マイコンにふさわしいのは直径 5 インチ (13 cm) のミニ・フロッピー・ディスクである。このミニ型も最近高密度化が進んできて、次のように多様化してきている。

標準型 (片面)	70 キロバイト
倍密度型 (片面)	150 キロバイト
両面倍密度型	300 キロバイト
4 倍密度型 (片面)	304 キロバイト
両面 4 倍密度型	608 キロバイト

4 倍密度型のメーカーは今のところ Micropolis 社だけのようであるが、これだと標準の 8 インチ型 (250 キロバイト) より容量は大きいのである。

ついでに、今後の発展が楽しみなものに、8 インチ型の Winchester 型 (密封固定) のハード・ディスク装置がある。これはアメリカの数社から発売されようとしている。たとえば Micropolis 社のものを例にとると、1 枚型で片面約 9 メガバイト、2 枚型で 3 面 27 メガバイト、3 枚型で 5 面 45 メガバイトの容量をもつという。ハード・ディスクになるとデータ転送速度もフロッピーより 1 桁速くなるから、フロッピーの遅さにイライラすることもなくなるであろう。ハード・ディスクについても、近い将来コンパクトな 5 インチ型が開発されることを強く望んでおきたい。

なおミニフロッピーの方は、いくつかのメーカーが \$50~\$100 の低コスト型を開発中だという話がある。いずれにしてもマイコンではフロッピー・ディスクが

今後だんだん手軽に使えるようになることは確実である。

こうした進歩と合せて、一方ではマイコンの主記憶である RAM メモリもだんだん安くなってきて、8 ビット機に 48 ないし 64 キロバイトをつけることも容易になってきた。そうなると当然、高水準言語のプロセッサを使うのが可能になる。

現在のところ、高水準言語プロセッサその他のソフトウェア・パッケージが数多く開発されているのは、やはり最も広く使われている 8 ビット型汎用機である 8080, 8085, Z-80 のいわゆる 80 系機種である。フロッピー・ディスクの仕様および書込み方式がメーカー間で統一されていないため、どの 80 系マイコンでも共通に使えるとは限らないのが残念であるが、筆者の使っている Vector Graphic-MZ マイコン (RAM 48 キロバイト、4 倍密度ミニフロッピー 2 台付き) を例にとると、次のような言語プロセッサが有料で使えるようになっている。カッコ内は提供メーカー名である。

FORTRAN, BASIC, COBOL (マイクロソフト)
PASCAL (Vector Graphic)

LISP および数式処理プログラム (Soft Warehouse)
Tiny C (言語 C のサブセット, Tiny C Associates)
APL (Vanguard, 文字発生器チップさしかえ)

標準フロッピー・ディスク付きの 80 系マイコンでは OS としては、デジタル・リサーチ社の CP/M がひとつの標準になっている。この CP/M のもとでは、上記の言語プロセッサ (VG-MZ でも CP/M 使用) のほか、Sof Tech 社のカリフォルニア大学サンディエゴ分校 (UCSD) 版 PASCAL コンパイラや、スタンフォード大学開発の MUMPS インタプリタ (データベース言語)、各種のワード・プロセッシング用プログラム (エディタ、ROFF 型の清書プログラム) などが利用可能である。

以上のことは、マイコンの普及とともに商品としてのソフトウェア市場が拓けつつあることを物語る。1 個人ユーザが前記のようなソフトウェアすべてを必要とすることはないであろうが、仮に全部を集めるとすると、ひとつ当たりマニュアルも含めて数十ドルから 350 ドル位するので、マイコンでもハードウェアよりもソフトウェアが高くなるケースが十分ありうる情勢になってきたといえる。ただ他のコンピュータに比較すると、マイコンは比べものにならないほど台数・件数が多いため、価格はハードウェア・ソフトウェアともに安い。ここではその安いマイコンがソフトウェア

の面ですでに低位ミニコンを追い抜き、大型機を追いかけ始めていることに注目したいのである。ただしわが国では、汎用性のある高級マイコンがまだ普及しておらず、汎用ソフトウェアを開発して売るベンチャー・ビジネスも成立していないのは残念である。

日本でマイコン用汎用プログラムを開発して売るソフトウェア・ハウスが今後成立つかどうかを考えてみると、パーソナル・コンピューティングではことばのからむ応用が多だけに、わが国では日本語 (漢字) の処理がその障害となることが心配される。実際、欧米で盛んに試みられつつある報告書・各種記録・論文などを作成するためのワード・プロセッシング、コンピュータ援用教育 (CAI)、メイリング・リストの作成管理、電子郵便、電子図書館、電子掲示板、文章を作るゲームといった応用の大衆化はわが国ではきわめて困難である。これはわが国では欧米ほどにパーソナル・コンピュータが普及しないこと、すなわちパーソナル応用よりはビジネス応用の方が当面重要であろうということである。

そこでわが国のパーソナル・コンピュータにとっての独自の課題は漢字の扱いということになる。漢字は 1 字を 16×16 点で表示するとすれば、1 字当り 32 バイト、2,000 字で 64 キロバイトのメモリがいる。この処理は 8 ビット CPU ではアドレスの制限でやりにくいから、16 ビット CPU チップとメモリ・チップがうんと安くなって始めて可能になるであろう。問題は入力であるが、漢字キーボードを (オーバレイなどを使って) 個人ごとに可変にすれば、500 字程度が入力できればよい。15 シフトのキーボードならキー数は 32 個程度である。筆者はこのような観点から、現在漢字の入出力できるマイコンをホビー用に開発中である。

最後に今後のパーソナル・コンピュータの見通しであるが、現在の 8 ビット型 CPU をベースとし、64 キロバイト程度のメモリを使っているマイコンは、数年後には、次のような構成のものと置き換えられると期待してよいと思われる。

CPU……16 ビット型 (内部では 32 ビット処理可)

主記憶	RAM…256 キロバイト/ボード	ROM…128 キロバイト/モジュール	(FORTRAN, COBOL, PASCAL など固定)
補助記憶	磁気バブル		
	5 インチ・ハード・ディスク		
	高密度ミニフロッピー・ディスク		
			カートリッジ・テープ (バックアップ用)

入出力……漢字入出力用キーボード・ディスプレイ・プリンタ

こうしたものは当然インテリジェント端末となりうるが、そのとき大型機とマイコンの相対的地位がどうなるかは非常に興味ある問題である。

マイクロコンピュータの産業界への応用

山中 和正

すでに、石田先生や安田先生から、パーソナル・コンピュータやアマチュアによるホビイストの利用などにつき、明快にそしてセンセーショナルな紹介があった。これらの側面は、大衆的でもあるので華やかであり、新聞、雑誌の記事も多く、人々の話題にもとりあげられる機会の多いものである。もちろん、私はこれらがマイクロコンピュータの重要な側面の一つであり、マイクロコンピュータ技術の進歩を支える一本の脚であることを否定するものではない。

しかし、もっと地味に、そしてユーザの認識をあまり受けずに、マイクロコンピュータの利用が拡大している分野がある。

第一は消費者向け製品への組み込みである。自動車、ルーム・エアコン、電子レンジ、ミシンなどの中には、次々と組み込みが進行し、量的には極めて大きな市場を形成している。一時大流行をしたインバーダ・ゲーム・マシンも、この分野で生まれた鬼子ともいえるであろう。

第二は、一般産業界で論理素子として使われる場合である。この中には、

(1) コンピュータ的能力を重視して、従来マイクロコンピュータで処理していた作業、またはマイクロコンピュータでは経済的にひき合わなかった利用法を行わせるもの。

(2) これまでなら IC の論理回路の組み合わせで、ハードウェア的に行っていた動作を、マイクロコンピュータの利用により、ハードウェア/ソフトウェアの組み合わせで処理するもの。

(3) 従来の発想では考えられなかったこと、または無理だと思われていたことの実現。

などが含まれており、高い技術力が要求される反面、技術的作業量の多い割合には、マイクロコンピュータ産業に占める量的比重が小さいのが特徴である。しかしながら、産業界からみれば、マイクロコンピュータは、すでにキー・コンポーネント(必要不可欠な素子)となってしまうっており、重要度は極めて高い。

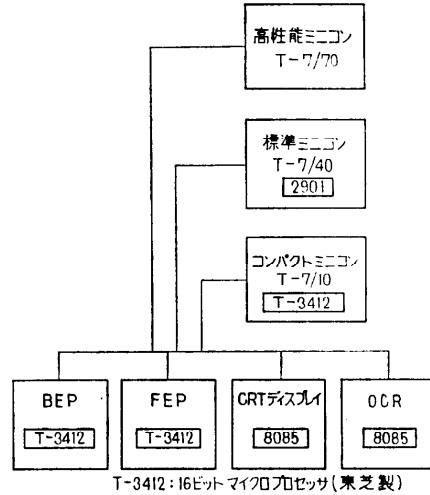


図-1 ミニコン分野におけるマイコンの利用

以下に、産業界における応用例の2、3を紹介してその重要性を再認識していただきたい。

1. ミニコンピュータ分野におけるマイクロコンピュータの利用 (図-1)

ミニコンピュータといえども、内部には、マイクロプロセッサを利用している例は多い。東芝を例にとってみると、高性能形、標準形、コンパクト形の3機種でシリーズを構成しているミニコンピュータの本体においても、超高速性を指向する高性能形を除いては、標準形でパイポーラ・ビット・スライス形の2901を、コンパクト形でNMOSの16ビット・マイクロプロセッサT-3412を利用している。さらに、周辺機器の制御には、それぞれに適したマイクロプロセッサが多用されている。BEPと呼ばれるファイル制御部、FEPと呼ばれる回線制御部や、CRTディスプレイ、OCRのようなインテリジェント機能の高い端末機器の制御部が、マイクロプロセッサ制御であることはめづらしくない。東芝以外の各社も程度の差こそあれ、似たような傾向にあるようである。

2. デジタル計装とマイクロコンピュータ

計装システムの革命ともいべきデジタル計装は、マイクロプロセッサの出現によって、はじめて可能になったといえる。すなわち、徹底的な分散処理指向によって、1~8ループに1個ずつマイクロコンピュータを配置し、PID (Proportional, Integral, Differential) 制御をはじめ、予測値制御、多変数制御などの高級制御 (Advanced Control) をやっけてのける。いわゆる DDC (Direct Digital Control) の実現

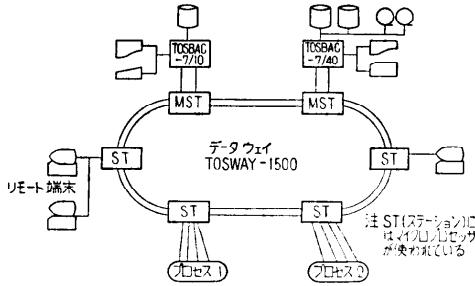


図-2 データウェイ構成図

である。さらに、データ・バスによってマイクロコンピュータ間を相互に接続し、集中管理や集中制御も容易である。

3. データウェイにおけるマイクロコンピュータの役割

図-2 で例示したのは、東芝データウェイ TOSWAY 1500 である。このシステムの特徴は、各ステーションをツイスト・ペア線でリング状に接続し、ステーション間の接続工事を簡略化すると共に、高速 (1.5 M ビット/秒) でデータを伝送し、システム全体の集中機能を維持することにある。

各ステーションは 16 ビット・マイクロプロセッサ T-3412 を利用してインテリジェント化されており、またステーションの事故や接続線の切断などにも対処して動作を維持するようシステムの考慮がなされている。

4. その他

上記のほか、PLC (Programmable Logic Controller); 複写機、ファクシミリなどオフィス機器の自動化; DA、図文献索など設計作業の機械化; 音声認識や合成など、マイクロコンピュータは各方面へ多様な展開をみせている。関係者各位の再認識と、今後の注目をあらためてうながす次第である。

ハードウェアの進歩

相磯 秀夫

半導体や計算機の技術進歩に伴って、マイクロコンピュータも目覚ましい発達をとげている。興味あるパーソナル・コンピュータやホーム・コンピュータの開発はその成果といえるだろう。また、理工学のあらゆる分野に大きなインパクトを与えていることも事実である。そのような意味で、マイクロコンピュータのこれからの進歩は計算機の研究者にとっても大きな関心事である。ここでは研究者の立場から最近のマイクロ

コンピュータの開発動向を探ってみよう。

最近のマイクロコンピュータの開発には次に示す 3 つの方向が見受けられる。

(1) マイクロコンピュータの 1 チップ化

家庭電化製品や簡単な装置の制御に用いられるマイクロコンピュータは処理機能には多くものは要求されず、現状の 4 ビット・マイクロプロセッサが備える機能で十分なことが多い。この場合、むしろある程度の RAM, ROM および I/O ポートが同一チップ上に実装され、1 チップだけでマイクロコンピュータとして使える方が便利である。TI 社の TMS 1000 シリーズがそのきっかけを作ったといわれるが、現在の 1 チップ・マイクロコンピュータの特徴はユーザ・インタフェースに工夫をこらしていることである。それらは、(i) A/D コンバータを内蔵する、(ii) I/O ポートに実装された PLA によってコード変換を容易にする、(iii) I/O ポートとプロセッサとの電源を分離する、(iv) 1 ビット直列入出力も可能である。(v) テスト機能を備える、(vi) EPROM も内蔵する、などの配慮に見られる。

(2) 既存のマイクロプロセッサ系の充実

バイポーラ STTL 4 ビット系プロセッサとしては AMD 2900 シリーズが標準的なものになりつつあるが、最近では高速の ECL 素子を使ったもの Motorola 10800 などが実用になりつつある。一方、MOS 8 ビット系は INTEL 8080 A, Motorola 6800 などが広範な応用分野で多用されている。定着した応用分野で蓄積されたソフトウェアを有効に活用するために、アーキテクチャをほとんど変えずに処理速度の改善、機能の追加、標準入出力インタフェースの採用、高集積度 RAM, ROM チップの開発、多様な周辺チップの開発、プログラム用言語、OS, サポート・ソフトウェアの完備などに力を注いでいる。

(3) 高機能マイクロプロセッサの開発

LSI の集積技術が高まるにつれて、マイクロプロセッサの高機能化の試みにも著しい動きがある。それらは先ず 16 ビット・マイクロプロセッサの開発として現われている。この 16 ビット系マイクロプロセッサにも 3 つの流れがあり、(i) 既存のミニコンピュータを指向したもの、(ii) 新しいアーキテクチャを指向したもの、(iii) 簡単な高レベル言語の直接実行を指向したものとに分けることができる。

既存のミニコンピュータを基準に開発された 16 ビット・マイクロプロセッサには、パナファコム L 16

A (パナファコム U シリーズ, MACC-7), 東芝 T 40 L (TOSBAC-401, WESTERN DIGITAL MCP 1600 (DEC PDP-11), DATA GENERAL MICRO NOVA (NOVA) などが有名である。

一方、新しいアーキテクチャを積極的にとり入れた 16 ビット・マイクロプロセッサの開発も盛んである。これは従来の 8 ビット系マイクロプロセッサをアーキテクチャの観点から見ると機能的に限界があり、高性能プロセッサへの移行が困難なこと、したがって新しいアーキテクチャの導入を指向しだしたことを意味している。最近の 16 ビット系の特徴を簡単に挙げれば、命令の強化、アドレス空間の拡張、汎用レジスタの多重化、システム制御機能の充実、マルチプロセッサ構成のサポート機能の追加などである。

最近興味ある話題として注目されているものに、PASCAL, BASIC および APL などのような比較的単純なプログラム用言語を直接実行する LSI 素子の開発がある。図-3 は“PASCAL ENGINE”と呼ばれている WESTERN DIGITAL 社が開発した PASCAL マシンの CPU である。UCSD (University of California at San Diego) の PASCAL VERSION III を直接実行する 5 チップ CPU である。DATA チップはハードウェアの乗除算・浮動小数点演算機構を備える演算装置、レジスタ・ファイルおよびマイクロ命令デコーダを内蔵している。CONTROL チップはマイクロ命令デコーダ、同カウンタ及び I/O 制御を行う。DATA チップからの情報をマイクロ命令バス (MIB) を介して受けとり、分岐判断を行う。MICROM チップは PASCAL の中間言語である p-code を翻訳するコンパイラで、一種のスタック・マシンを構成している。

このように、LSI 技術が進むに従って、プログラム用言語を直接実行する専用プロセッサの開発が進む可能性を示唆しているといえる。半導体技術の進歩は 1980 年初頭に約 20,000 ゲートの 32 ビット・プロセ

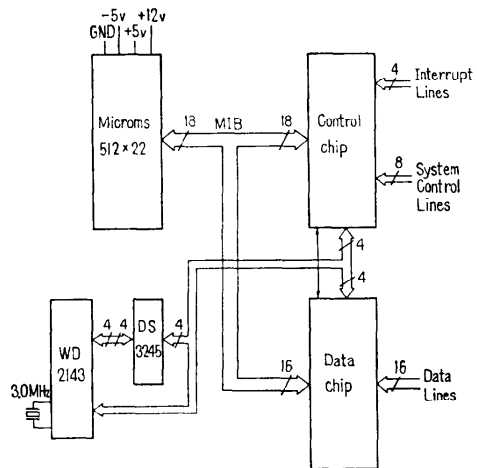


図-3 WD 9000 CPU

ッサ、256 K ビットの RAM チップの開発が、また 1980 年半ばには約 50,000 ゲートの 64 ビット・プロセッサ、1 M ビットの RAM チップの開発が可能であることを示しているといわれている。当然のことながら、マイクロプロセッサといえども現在の商用計算機のメインフレームに相当する機能をもつことは言うまでもない。また、同じ技術でより充実した 1 チップ・マイクロコンピュータが開発できよう。このような傾向から、1980 年末には現在の実装密度の 100 倍の計算機が 1/20 の価格で利用できると予想されている。

マイクロプロセッサの応用分野でも興味ある話題が多い。アレイ・プロセッサ (ICL 社 DAP, Siemens 社, SMS-201), 連続系および離散系シミュレータ (KCSS, KOSS), リスプ・マシン (MIT), データフロー・プロセッサ (MIT), マルチプロセッサ (UNIVAC 社 Vanguard システム) など、これからの高度な技術の中心はむしろマイクロプロセッサの周辺にあるとあってよいであろう。