

家庭用電気機器へのマイクロコンピュータ 導入の背景とソフトウェアの現状

Background of Microcomputer Application & Status quo of
Microcomputer Software to the electric housewares.

木 下 邦 夫

家庭用電気機器のプログラム自動制御は、自動電気洗たく機として商品化され、流通市場にあるが、制御方式に機械式タイマーを採用している限り、プログラムの多様化は期待できない一面があった。最近、電子式卓上計算機（電卓）技術の進歩の過程に於て、高性能電卓の飽くなき探究の成果から、マイクロコンピュータが誕生し、家庭用電気機器に、記憶、演算といったようなインテリジェンス機能を与え、多様なプログラム自動制御を実行させる可能性がひらかれた。専用のマイクロコンピュータの開発、量産による低コスト化によって、1978年代になってから、マイクロコンピュータを搭載した電子レンジをはじめ、電気洗たく機、ミシン、空調機器、TV受像機などの新製品の発表が相ついでいる。この情勢に於いて、マイクロコンピュータ、導入の背景、ソフトウェアの現状を調査したので報告する。

I 導入の背景

1948年、W. Shockly, W. H. Brattain, J. A. Baker らは、「Physical Review Letter」に「The Transistor A Semi-Conductor Triode」を発表し、真空管方式による増幅器にとってかわる、ソリッド・ステート（Solid State）方式の時代の先駆となった。そして、このトランジスタの発明は、能動部品である増幅器や受動部分を構成する回路素子の、小型化の実現と発展に画期的な道を拓いた。この過程に於いて、アメリカの国防、宇宙開発に結びついたエレクトロニクス産業への膨大な投資の一つの結実として、超小型構造（Micro Module）の開発と発展が促進され、混成IC（Integrated Circuit）を経て、1951年、アメリカ、Intel社が半導体ICを開発、現在に続く半導体IC時代の幕あけとなった。すでに、1945年、J. von Neumann を中心とするアメリカ、プリンストン研究所のグループによって、電子計

算機の主流である、プログラム記憶方式デジタル電子計算機の基礎が確立され、1950年、真空管方式のUNIVAC 1が製作された。この計算機は、現在における最小のコンピュータと、最大のメインフレームコンピュータの共通の原型となった。そして、真空管方式にかわる半導体論理デバイス (Logic device) の採用

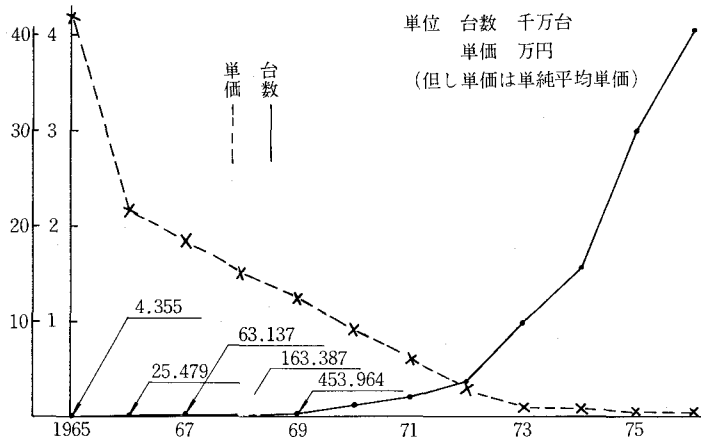


図1 電子式卓上計算機の生産台数と単純平均単価の推移

などによって、電子計算機の飛躍的な発展期に突入する。急激に膨脹、発展をするコンピュータ産業の推進力となった固体電子工学の分野における半導体技術の進歩は、より高度な集積回路、約1000以上の論理を一つのチップ上に集積したLSI (Large Scale Integrated Circuit)を開発、計算機の小型化、価格引下げが加速された。1965年には、ミニコンピュータが研究所や企業などに設置されるようになり、コンピュータの汎用化が一段と促進された。電子式卓上計算機は、1963年に誕生し、翌年には電卓産業が確立、日進月歩の論理デバイスによって、電卓も小型化、軽量化、低価格化が進んだ。(第一図)

膨大な電卓需要とそれに伴うはげしい企業間競争のもとで、IC、LSI自体の低価格化も進められた。

1971年、アメリカ、Intel社が、数ミリ角のLSI 1個にCPU (Central Processor Unit) チップ、メモリチップ、I/O チップを集積し、1個のLSIにコンピュータとしての機能を与えた超小型コンピュータを発売し、はじめて、これにマイクロコンピュータと命名した。量産可能な汎用型の超小形ワンチップマイクロコンピュータの誕生である。

(図2)

マイクロコンピュータ用ICの1977年度の需要予測は、100億円を超したとみられ ('78. 電子工業年鑑)、低成長経済下でも急

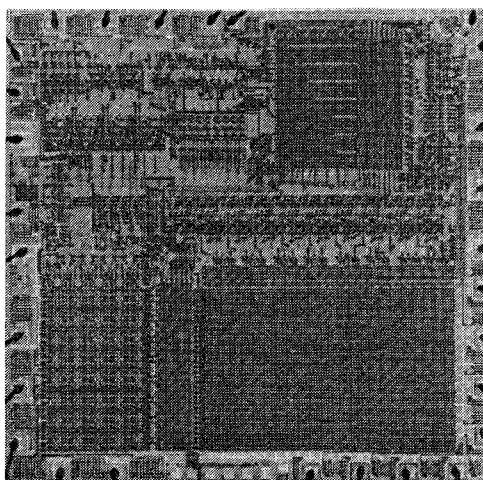


図2 マイクロコンピュータ

激に拡大しつつある。価格の面でも、量産による価格の低下はいちじるしく、例えば Intel 社の標準型 8 ビットの製品は、73年には、1個12万8千円もしていたのが、76年度に於いては3~4千円（業界でのサンプル値段）、4ビットの製品で千円以下で4年間で三十分の一に下落している。（電波新聞（昭・52・12・4付）。マイクロコンピュータが、家庭用電気機器の領域に浸透していく土壌は、充分用意されたのである。

II ソフトウェアの現状

(1) 電子レンジ

調理における加熱プロセスは、食品の種類、量、調理内容によって、火加減、その段階ごとの加熱時間或は保温などの時間管理といった複雑な要素をもっている。その点で、従来の電子レンジに採用されてきた機械式タイマーでは、明らかに制御の限界があり、現在流通市場にある比較的新らしい製品でも、強、中、弱程度の出力変更と大まかな加熱時間の組合せで行う簡単な加熱シーケンスしか実現されていない。まして、出力とその出力に適合する加熱時間を調理内容にしたがって、加熱中の出力・時間変更もふくめてきめ細かく制御して、マルチサイクルの加熱シーケンスを得ることは困難である。

マイクロコンピュータが家庭用電気機器に導入されたのは、電子レンジがはじめてであるが、それは、そのような複雑な加熱シーケンスの要求を満し得たからである。また、温度管理型の加熱シーケンスをプログラムすることも、サーミスタを用いた温度センサによる、加熱中の食品深層温度の検出とそのデータを、マイクロコンピュータに送り込むことで可能になった。

現在、国内市場にある電子レンジ、ナショナル、NE-6900（昭和52・6発売、シャ

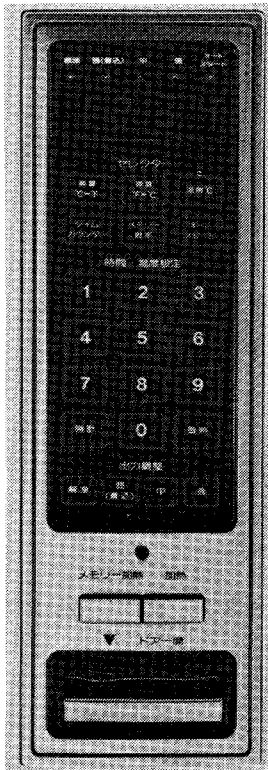


図3 R-9000コントロールパネル

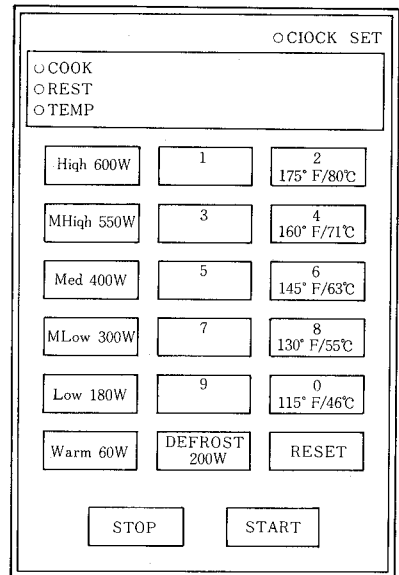


図4 ナショナルNE6900コントロールパネル

ープ、R-9000
(同じ)の2機種と、アメリカ向けの三菱ET-700T、東芝ER-797BTについて、ソフトウェアの概要を述べる。

① 各プログラムごとの時間設定

- NE-6900 秒刻みで99分99秒まで
- R-9000 秒刻みで99分99秒まで

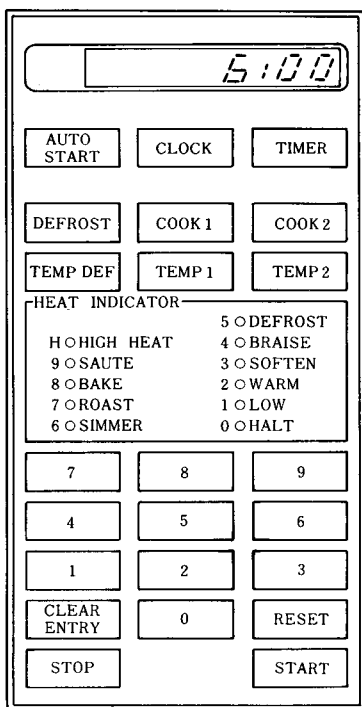


図5 三菱ET-700Tコントロールパネル

- ET-700T 秒刻みで99分59秒まで
- ER-797BT 秒刻みで99分99秒まで

② 出力設定

- NE-6900 7ステップ
 1. High (600W)、 2. M. High (550W) 3. Med (400W)
 4. M. Low (300W) 5. Low (180W) 6. Warm (60W)
 7. Defrost (200W)
- R-9000 4ステップ
 1. 強 (600W) 2. 中 (420W) 3. 弱 (300W)
 4. 解凍 (270W)

○ET-700T 11ステップ
700Wから10%づつのステップダウンで11ステップ(但し、解凍のみ350Wから70Wまで6ステップ)。

○ER-797BT
650Wから65Wまで99ステップ。

③ パワープログラム

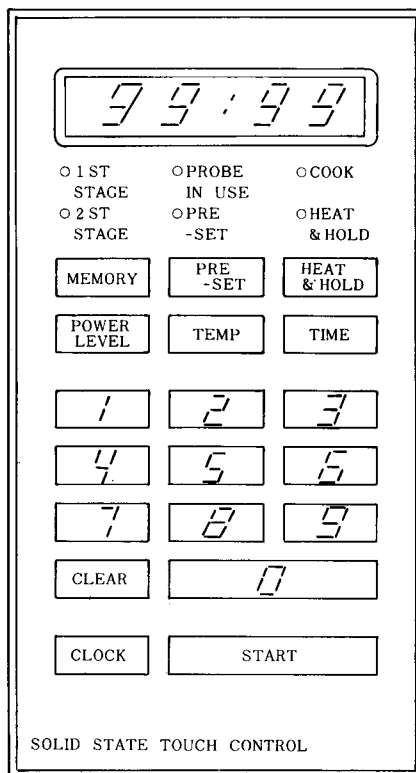


図6 東芝ER-797BTコントロールパネル

○NE-6900

7ステップの出力のうち任意の2つの出力と、最大99分99秒までの時間設定を行なっておくと、2段階の加熱工程が自動的に切り替り、解凍を含めて42通りのプログラムとなる。

○R-9000

4ステップの出力のうち任意の2つの出力と、最大99分99秒までの時間設定を行なっておくと、2段階の加熱工程が自動的に切り替り、解凍を含めて12通りのプログラムが実行される。

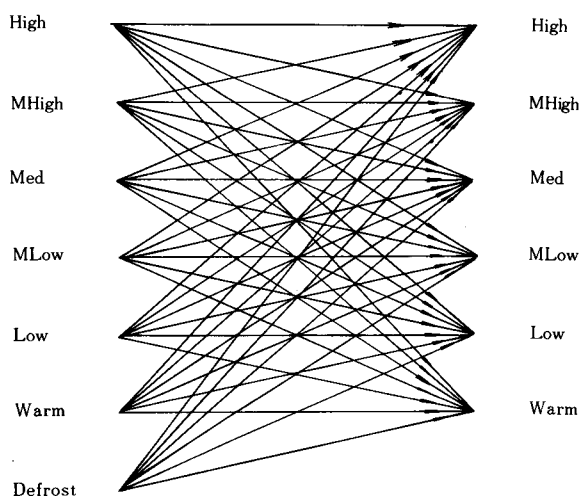


図7 ナショナルNE-6900加熱シーケンス

○ET-700T

Defrost, Cook 1, Cook 2の3段階ごとに、700Wから10%刻みで11ステップ(Defrostの場合は、350Wから70Wまで6ステップ)の出力指定、各ステップごとに加熱時間をプログラム可能。各調理ステージの進行は、11個のHEAT INDICATOR Lampの点灯で知ることができる。

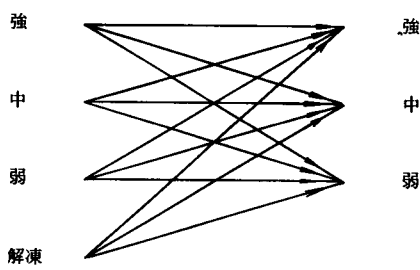


図8 シャープR-9000加熱シーケンス

○ER-797BT

650Wから65Wまで99ステップの出力と各ステップごとに加熱時間をプログラム可能。また、また、MEMORY機能によって、異なった調理条件(出力・時間)を2段階(1ST STAGE → 2ST STAGE)の工程に限ってプログラム、ステージの切り替えを自動的に実行できる。

④ 温度センサによる温度管理

温度センサの動作点と出力を設定することで、その温度まで加熱できる。時間をInputして、Heat & Holdも実行可能

温度センサの動作点

○NE-6900……80, 71, 63, 55, 46°Cの5ステップ

○R-9000……30~93°C 1度刻み

○ER-797BT……32~93°C 1度刻み

⑤ メモリ加熱

加熱シーケンスのうち、一つを記憶させておき、ワンタッチ操作で同一工程を繰返すことが可能(ER-797BT、R-9000)

⑥ AUTO START

予めプログラムした加熱シーケンスを、任意の指定した時刻に実行できる。調理の終了と同時に、設定したプログラムは Clear される。(R-9000、E T-700 T、E R-797 B T)

⑦ LED (Light Emitting Diode) によるデジタル表示

時間データは、4桁の NUMERIC・LEDで、時刻もデジタルに表示される。表示された加熱時間は、調理の進行と共にカウントダウンされ、0になると調理が終了する。この機能は電子レンジを使用しないときは、タイムカウンター式タイマーとして、他の電器のの時間管理に利用できる。(全機種) また、LEDによる温度、加熱出力のデジタル表示が採用されている機種もある。(R T-9000、E R-797 B T)

(2) 電気洗たく機

電気洗たく機の買い替え需要における全自動洗たく機の比率は、洗たく機全体の約20%にもなる。(電波新聞社調べ)。このことは、家事の合理化が最も集約的に示されるのが、洗たく作業であり、そこに、よりプログラマブルな洗たく機が好まれる下地が存在すると考えられる。また、被洗物の繊維の種類、構成、汚れの程度は千差万別であり、洗たく作業工程でも、機械脱水はさげたい、同じ洗たく液で2度洗いをしたい、すすぎ洗いのみといった要求に対応するためにも、プログラムはきめ細かく設定できることが希ましい。しかし、制御内容の多様化をはかるためには、制御用タイマーの中核であるカムスイッチの機械的精度、信頼性の点で問題がある。

また、再セット、スキップ、戻りに困難があるなど、操作性、機能面で宿命的な弱点がある。

こうした要因を背景に、最初、LSIが、次にマイクロコンピュータが洗たく機の制御系に導入された。

1977. 3月 日立

P-F 1000 (全自動) LSI 採用

日立P-F 1100 (全自動) LSI 採用

1978. 7月 日立

P-A 650)自動二槽)マイコン採用

日立P-A 620

図9 洗たくコース (日立PF1000)

プログラム	サイクル	洗 い		排水	ため	排水	脱水	注水	排水	脱水	
		10分	5分	1.5分	すすぎ	1.5分	5分	1.5分	1.5分	5分	3分
1 全自動	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									
3 脱水停止	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									
5 排水	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									
7 洗いのみ	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									
9 すすぎ	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									
10 脱水	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									
11 排水のみ	標準	[標準コースのタイムライン]									
	節約	[節約コースのタイムライン]									

(自動二槽) マイコン採用

日立 P-A 1500 (全自動) マイコン採用

シャープ E S - 770 M C (全自動) マイコン採用

① 洗たくコース

○ P F 1000 …… 11 通り

○ P - A 650 } …… 73 通り
 P - A 620 }

被洗物に適した四つの自動サイクル(強力、標準、節約、ソフト)のほか、洗いのみ、注水→すすぎ、排水、脱水のみと4通りの

プログラム切り替が可能、また、洗い、すすぎ、脱水の各時間について、好みの時間を選択できる。

		水流	洗い時間	すすぎ時間	脱水時間	洗たくプログラム
自動サイクル切換		3	× 5	× 3		45
プログラム切換	洗いのみ	3	× 5			15
	注水すすぎ	3		× 3		9
	排水					1
	脱水のみ				3	3
		計				73

図10 洗たくコース (日立 P A 650 P A 620)

○ P - A 1500 …… 225 通り

各洗たくコースは、水流の強弱と時間の長短によって組み合わせられ、五つの自動サイクル(強力、標準、節約、少量洗たく、ソフト)のなかで、洗い、すすぎ、

脱水の時間は、時間変更ボタンによって任意に選択できる。全自動サイクルを使用しないときは、洗いのみ、洗い→すすぎ、すすぎ→脱水、脱水のみの4通りのプログラム切り替が可能。

		水流	洗い時間	すすぎ時間	脱水時間	洗たくプログラム
全自動サイクル切換		3	× 5	× 3	× 3	153
プログラム切換	洗いのみ	3	× 5			15
	洗い→すすぎ	3	× 5	× 3		45
	すすぎ→脱水	3		× 3	× 3	27
	排水→脱水				3	3
		計				225

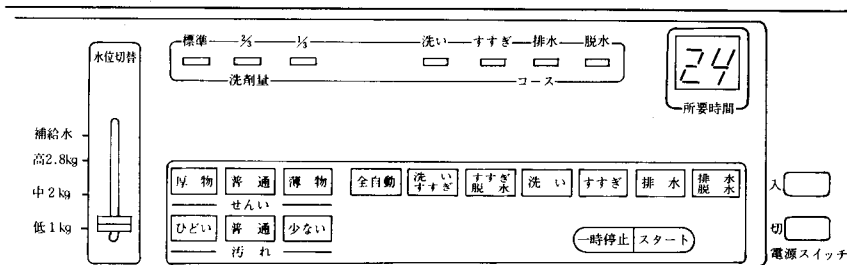
図11 洗たくコース (日立 P F - 1500)

図12 シャープ E S - 770 M C コントロールパネル

○ E S - 700

M C …… 100 通り以上

全自動をはじめ、洗いのみ、脱水のみなど



7つのコースを、繊維の種類、汚れの程度、洗たく量に応じて、 $3 \times 3 \times 3$ 通り計27通りのプログラムと組合せ、理論的には163通り、実用的には100通り以上の洗たくコースの設定が可能である。

② すすぎ時間の最適制御

従来の機械式タイマーでは、すすぎ時間が一定であったため、水道の水圧の過不足に対応できず、すすぎ不足や水の浪費は不可避であった。マイクロコンピュータの採用によって、この問題は解決された。(P-A 650、P-A 620、P-A 1500)。水位センサからのデータをマイクロコンピュータのRAM (Random Access Memory) が読み取り、給水開始から規定水位に達する時間を測定し、その給水量に見合った最適すすぎ時間を計算する。そして、水道の水圧に応じて、すすぎ時間を制御して均一なすすぎ効果を得ている。

③ LED表示ユニット

洗たく終了までの時間を分単位でデジタル表示をする。(P-A 650、P-A 620、P-A 1500、E S - 700 MC)。洗いだけの時間も交互にデジタル表示ができる。(E S - 700 MC)。また、排水ホースの倒し忘れ、蛇口の開け忘れなどの誤操作に、エラー表示する(P-A 1500、E S - 700 MC)。

④ 洗たくコースの表示

LED Lamp によってプログラムの進行工程を表示(全機種)

⑤ 洗剤量表示

被洗物重量と汚れの程度で、洗剤量を3ステップ、LED Lamp で表示(E S - 700 MC)。

(3) ルーム・エア・コンディショナー

エア・コン (Air conditioner) の基本機能は、室温制御と風量調節、及びこれら进行操作するリモコン (Remote controller) である。室温制御については、機械式サーモから1972年代に電子化されて、ICサーモが採用されているが、その他の制御部は機械式機構の域を出なかった。1978年になって、マイクロコンピュータが導入され、新しい機能の追加、高度化が実現されている。

① 室温変化に対応した自動風量切替え運転

サーミタによる温度センサで設定温度と現在の室温の差を検知し、マイクロコンピュータが現在の室温に最適な風量を演算して、風量指定をする。温度差がゼロになると冷房運転が停止し、ICサーモ



図13 日立RAS18DSIコントロールパネル

との連携動作できめ細かな制御が実現された。(東芝RAS-185SKV、日立RAS18DSI、三菱MS-1804R、三菱重工(SRK-189JE、シャープAH-22EIM)

② タイマー機能

運転開始時刻と停止時刻を記憶させ、自動運転、自動停止可能。RAS-185SKV、MS-1804R。リピート動作可能。(RAS-185SKV)

また、タイマーに設定した時刻でいったん冷房運転を停止するが、室温監視機構によって1時間以内に、3°C上昇すると最大2時間冷房運転を再開できる機種もある。(日立RAS18DSI、三菱重工(SRK-189JE))

③ 誤動作防止3分遅延タイマー

エア・コンは、冷房運転停止後、3分以内に再起動させると、一瞬過負荷状態となり、ヒューズがとぶことがある。3分後まで作動を待機させる機能がある。(全機種)

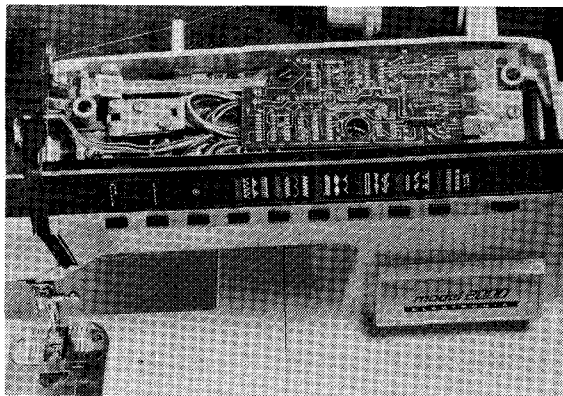
④ LEDによる表示

(イ) デジタル時計機能

タイマ設定に必要な表示時間の確認、デジタル時計としても利用可能。(東芝RAS-185SKV)

(ロ) タイマー運転の進行中、LED Lampの消灯により残り時間を知ることができる。(AH-22EIM)。

図14 シンガー「モデル2000」



(4) ミシン

1975年6月、シンガー・ソーイング・メシオン社は、マイクロコンピュータを搭載した、家庭用電子ミシン「モデル2000」を発表した。世界初のコンピュータミシンの登場である。組込まれたコンピュータは、8000個以上の能動部品をもつL. S. I チップで、容量6000ビット、ROM (Read Only Memory), RAM (Random Access Memory), 及びD-Aコンバータが内蔵されている。このチップが下記に示すような、25通りの縫い模様と、その一つ一つに最も適した針の振り幅、送りの方向と送り量を記憶し、ボタン操作ひとつで縫い目を完成する。勿論、布地の材質や好みによって、針の振り幅は、0ミリから5ミリの範囲で、送り量は、0ミリから4ミリの範囲内で選択が可能である。

基本縫い

① 直線縫い

- ② ジグザグ縫い
- ⑩ 点線ジグザグ縫い
- ⑭ ブラインド・ステッチ
- ⑳ しつけ縫い

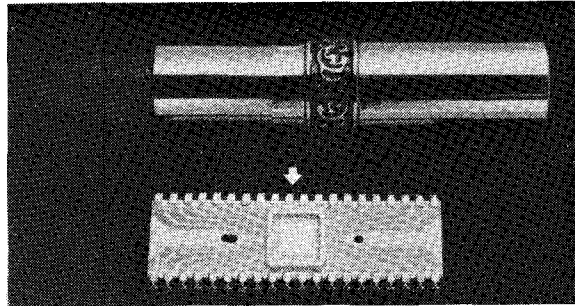
応用縫い

- ③ オーバーエッジ・ステッチ
- ⑦ フェザー・ステッチ
- ⑨ 三重ジグザグ縫い
- ⑪ 亀甲模様縫い
- ⑮ ボタンホール (大)
- ⑲ ボタンホール (小)
- ㉑ マキシ・ストレッチ・ステッチ

装飾縫い

- ④ つらら縫い
- ⑤ パリスポイント・ステッチ
- ⑥ エラスティック・ステッチ
- ⑫ ビーズ模様縫い
- ⑬ 山形模様縫い
- ⑯ 矢じり模様縫い
- ⑰ リーフ・ステッチ
- ⑱ サーフィン・ステッチ
- ㉓ リボン・ステッチ
- ㉔ チューリップ・ステッチ
- ㉕ ギリシャ模様縫い
- ㉖ ドッグ・ステッチ

図15 マイクロコンピューター



制御機構の概要は次の通りである。記憶、制御などのデータ処理を行うマイクロコンピュータと制御出力増幅部、模様選択部及び手動制御部の四つの部分で制御系が構成されている。模様選択部に Input された情報はマイクロコンピュータに送られ、模様メモリから該当模様のデータが電気信号に変換される。このデジタル信号をD-A (Digital-Analog) 変換して制御出力増幅部で増幅し、針の振り幅と送り動作を、選択した模様に合わせて行なわせるそれぞれのリニアモータを制御している。

針位置、送り歯、カマ機構の同期は、上軸のタイミングパルスジェネレータが1回転ごとに発生するパルスによって行わせている。

マイクロコンピュータを採用して得られたメリットは、次の様である。

従来、ジグザグ模様発生機構は、カムの組合せとその従動装置機構で構成される機械的なものである。コンピュータ化された場合、それらの機械部品は不要になり、350個以上の部品が1個のマイクロコンピュータで置き替えられている。したがって、比較的高い精度が要求される加工、組立に対するケアが軽減される筈である。コンピュータミシンは、解除装置による解放という作業が不要であり、複雑な操作なしで軽くボタンにふれるだけで25通りの縫い方が可能であり、かつ、縫っている途中で、縫い方や模様の変更ができる。これは、ジグザグミシンのあり方の様相を一変させたといえる。

Ⅲ ま と め

家庭用電気機器に組込まれるマイクロコンピュータは、4ビット並列処理ワンチップのものが主流を占めている。このワンチップマイクロコンピュータは、わが国主要半導体メーカが大量生産を軌道に乗せており、1978年末には、電卓用LSIの生産量を上回る趨勢である。また、マイクロコンピュータのgradual upも加速している。

マイクロコンピュータの家庭用電気機器への導入は、初期的段階ではあるが、従来の制御系ではなし得なかった未踏の領域を開拓しつつある。

最近、龍頭のない時計が出現しているが、水晶発振方式を採用して、時計機能の精度が飛躍的に上った結果である。このこととは少し意味が違うが、機械操作の単純化という点では、この時計の開発意図と家庭用電気機器のあり方の方向としては、本質的に同じであろう。その意味で、この指先にも乗るマイクロコンピュータは、人間の分身として機械の中枢部に埋め込まれ、人間と機械の関係に新しい時代をつくりあげていくであろう。

参考文献

1. 電波新聞
2. 電子工業年鑑
3. 電子材料1977年度合本
4. 各メーカーの販売用パンフレット

(本学助教授一家庭機械・家庭電気)