

微處理機控制的設計

賴耿陽 譯

JZ
INX
JMP
MOV
CMP
JNZ
AND
LXI
MVI
LHLD
MOV
CMP
JZ
MOV
B
LXI
INR
H
RAM
A, H
D
RAM
CHECK
H, E
M, C
STA
A, L
RA
C, H
M

76
5

學叢書

各 LSI 製造廠發售微電腦的實驗機組或 OEM 用組件，硬體已較不成問題。

今後的重要課題是研習軟體——亦即程式計劃的技術。

本書的特色

- ☞ 用 Intel - 8008 解說微處理機在控制、計測裝置的應用。
- ☞ 對各構成要素，以實例詳述必要的硬體、軟體。
- ☞ 書末對軟體附加應用的程式例。
- ☞ 依據實際利用於控制、計測的結果，列出微電腦在應用上的問題。

微電腦系列叢書

(1) 微電腦機器的設計

(2) 微電腦的製作法

(3) 微電腦的活用法

(4) 微電腦的開發技巧

(5) 微電腦程式的作法

(6) 微處理機控制的設計

198308

2254-114416-0416

特價 130 元

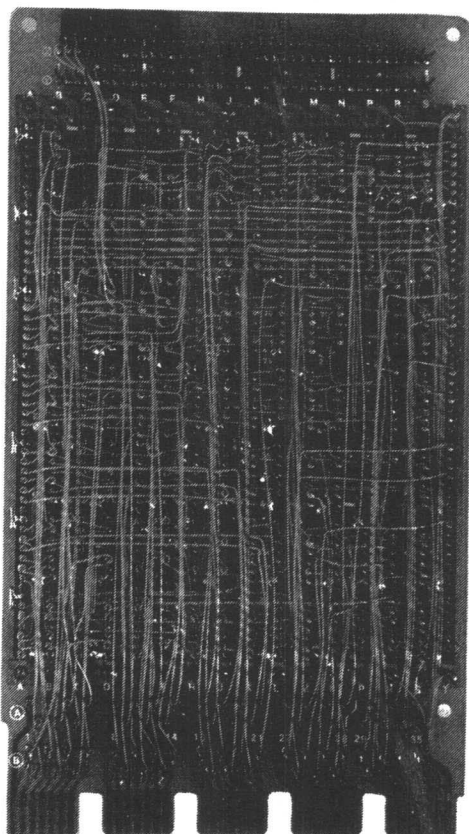
* 出版者：王家出版社有限公司
* 出版登記證字號：行政院新聞局局版台業字第〇四一六號
* 郵政劃撥帳號：三一八一七號

* 發行人：王嘉祥
* 地址：台南市新和橫路十三號
* 印刷者：王家出版社有限公司
版權所有 翻印必究

一九八三年 九月 印行
一九八三年 九月 印行

微處理機控制的設計

賴耿陽編譯



王富出版行

前 言

微電腦已問世數年，Intel 8080 等第 2 代處理機或 Bipolar 型也在各方面試用中。在計測、控制分野、資料採取裝置、氣體層析、泛用控制器等新製品都裝用微電腦，有傳統機種所無的新機能，在研究、開發用測定裝置，控制裝置也多方面活用其軟體性能。

但實際導入微電腦，製作某特定目的的計測裝置或控制裝置時，在硬體與軟體兩方面，觀念須異於迷你電腦的方式或只以 IC 構成的固定配線型裝置，設計上有各種問題。

筆者針對靜止電力變換裝置（閘流體變換器），以 Intel 8008 為中心，構成有多種機能的控制計測裝置，在試作研究過程，活用微電腦的特色，連接滿足應用目的的輸入出、周邊回路、開發軟體。

亦即，欲將微電腦應用控制、計測時，在介紹微電腦的電腦性能前，有必要瞭解將 CPU 等視同一個 LSI 的回路設計及軟體內容。

本書屬於此立場，以利用 Intel-8008 的控制，計測裝置設計例為中心，敘述微電腦在控制，計測的應用。

第 1 章概說微電腦用於控制、計測的意義。第 2 章對使用 Intel-8008 的控制、計測裝置之硬體、軟體，以實例說明各構成要素的基本設計觀念。第 3 章為實際使用此裝置的結果，顯示微電腦的特性。第 4 章從既有的例子，陳述微電腦在控制、計測分野的應用狀況，以及日後的展望。

本書配合實驗結果說明 Intel-8008 裝置，基本觀念應可適用於其他微電腦，但願讀者能應用自如！

1980 年 6 月

編者

6 目次

2 · 5 · 2	D / A變換器卡片	74
2 · 5 · 3	限時器卡片	75
2 · 6	軟體支持	78
2 · 6 · 1	交叉組合程式	78
2 · 6 · 2	Loader	80
2 · 6 · 3	去錯補助	81
2 · 6 · 4	往ROM寫入	87

第3章 控制上的應用

3 · 1	變換器的控制	89
3 · 1 · 1	變換器	89
3 · 1 · 2	變換器控制介面	90
3 · 1 · 3	變換器的定電流控制	92
3 · 2	程序控制	97

第4章 微電腦式計測、控制在一般產業的應用

4 · 1	在應用系統的應用例	101
4 · 1 · 1	在專用計測器的應用	101
4 · 1 · 2	在資料集錄裝置的應用	102
4 · 1 · 3	HP-3805 距離計之例	104
4 · 2	在控制系統的應用例	105
4 · 2 · 1	取代迷你電腦控制系統	106
4 · 2 · 2	取代素來固定配線式的控制器	107
4 · 2 · 3	專用器的應用例	108
4 · 3	今後的應用動向	110

參考資料 控制、計測用軟體

1	前言	113
---	----	-----

2	計測用軟體	113
---	-------------	-----

附錄 I **P I D** 控制演算法的控制參數設定法

附錄 II 乘算程式表

第 1 章

微電腦在控制、計測的應用

1.1 控制、計測與微電腦

在各種控制裝置或計測器中，信號的發生、情報處理、裝置本身的控制等使用很多電子回路，亦即，有將信號放大的放大器，從偵知端的輸出取出必要信號的過濾回路，將信號微分、積分、加算等的演算回路，依據信號進行邏輯判斷的邏輯回路，輸出或表示用類比・數位變換回路等。

這些回路所用的電子零件從電子管演進為半導體，電晶體、IC、促使裝置小型化、高度可靠化，使控制、計測有更高度的機能，並擴大電氣式（電子式）控制，計測機器的應用範圍，在構成面、性能面都更複雜化。

另一方面，在使用這些機器的立場，為了加速技術進步或使設備運用合理化等，重視省力化或應用上的柔軟性，機器自動化的設定、校正、檢查、數位表示、圖形表示等須使操作者容易使用（改善 man-machine interface），並要求機能、設計的柔軟性與硬體的標準化、統一性。

符合此種目的的方法之一是將電腦導入控制，計測系統、管理、處理偵知端，操作端以外所有情報的流程。此方式可利用電腦高度的情報處理機能 and man-machine interface，也有利用程式（program）修正機能的柔軟性，但在經濟上只適於大規模系統。

但是，近年迷你電腦很發展，可以小單位廉價供給有充分能力的情報處理機能。將迷你電腦裝入較小規模控制，計測系統的裝置也已實用化。

例如，一電力系統或同一水系的發電廠群的控制或資料採取常用控制用電腦，最近連一變電所內各種開關操作的控制或記錄也利用迷你電腦。NC 裝置也普及於加工機械的控制，以迷你電腦實現自動配線機、自動回路試驗機等，此外也應用於環境計測等測定點數多而需要複雜處理的計測裝置。

微處理機 (microprocessor)、IC 記憶等 LSI 更促成情報處理機能的小型化和低價格化，可能在電晶體、IC 化之後，造成控制、計測機器的 " 第三革命 "，使用泛用性高的 LSI 乃微電腦最直接的利用。

就機能而言，微電腦也是一種小型計算機，演算速度或記憶容量有限制，但基本上與迷你計算機同樣，在價格上也容許微處理機裝於一裝置上，用為適當規模的微電腦，可擴大範圍應用於控制、計測。

但是，為此目的，須將專用電子回路和它們的彼此配線所達成控制、計測機器的情報處理改為電腦的演算及輸入出控制的程式，同時，控制、計測的端末 (terminal) 也須成適合此處理的形態。

第2章以下以電力變換裝置為對象的控制，計測系統可具體說明這些方法，本章下文概述微電腦在控制、計測上的應用與問題。

1.2 微電腦的特色

微電腦 (microcomputer) 是以微程式計劃 (microprogramming) 動作的單晶方 (one-chip) 或數晶方的 CPU 、輸入出控制元件、IC 記憶、定時發生器等 LSI 元件構成的超小型電腦系統。因小型和經濟性而盛用於電腦端末或會計機等，最近也常用為專用化的計測系統或控制端末。

表 1.1 為各廠的代表性微電腦，樣品價格約 7 萬～14 萬日圓，表 1.1 的 MCS-8、PPS 25、GPC/P 等與最近大量生產的 8080、TLCS-12， μ -COM 8 等在性能上相差很大。

由於 LSI 技術的進步，早期袖珍計算機、資料端末用 LSI 發展成微電腦專用的 LSI 元件群，後者又稱為第 2 代微電腦。

圖 1.1 以 Intel 8080 為例說明典型微電腦的構成，中央處理單元 (CPU)、RAM・ROM 的 IC 記憶、輸入出 (I/O) 介面 (interface)、巴士驅動器 (bus-driver) 構成的系統控制器，定時發生器 (clock generator) 的各 LSI 元件以 16 bit 及 8 bit 的位址 (address) 巴士及資料巴士車接。

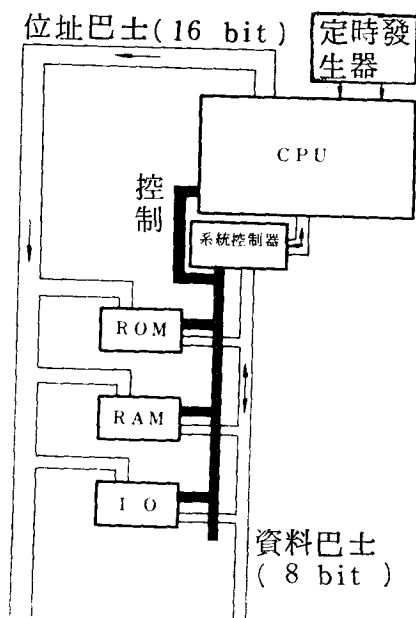


圖 1.1 微電腦的構成例

CPU 中有各種暫存器 (register)，程式計數器 (prog-

表 1·1 微電腦的性能比較

廠 牌	機 種	語 長	命 令 數	基 本 命 令 步 進 間	命 令 實 行 時 間	記 憶 容 量	擠 入	位 址	暫 存 器	其 他
Intel	MCS-8	8 bit	48	2.5/4 μ s	7.5~22.5 μ s 12~44	16K ROM+RAM	1位準 vector 8位置	間接式暫 存器方式	6 $\times$ 8bit PC stack 7 $\times$ 14bit	One chip 18pin clock 外部
	8080	8	78	2	2~6	64K ROM+RAM	多重位準 vector 8位置	"	stack 外部	40 銷脚
東 芝	TLC8-12	12	27	1	12~55	4K ROM+RAM	8位準 RAM 狀態記憶	間接 Index 相對	8 $\times$ 12bit PC 5 $\times$ 12bit 12bit	42 銷脚
	μ -COM 8	8	78	2	2~85	8K+1K RAM ROM	8輸入 8位準	pointer 直接 Max 64 Kbyte	PC	42 銷脚 8080 Soft compatible
Rockwell	PPS	4	54		5~10	16K+8K $\times$ 4b ROM RAM	無	pointer 間接	1pointer(12b) PC 2 $\times$ 12b SR 17M	
MIL	CPS/1	4	57	0.9	2.7~6.3	4K $\times$ 4b ROM+RAM	無	pointer 直接	32 $\times$ 4b PC 1pointer	
NSC	GPC/P	4~16	43	1.5	5.5~7	64K $\times$ 16b ROM+RAM	1位準 狀態記憶	直接 相對 index	6 $\times$ 16b PC stack 16 $\times$ 16b	微程式 多晶方
Fairchild	PPS 25	BCD 25位	95	2.5bit	62.5word	64K $\times$ 12b ROM BCD 25位 RAM	K 端子	直接	1 $\times$ BCD 25位 PC 2 $\times$ 25b	直並列 處理

ram counter)、演算單元 (ALU) 等，以定時器規定的基本周期讀取貯存於記憶的程式而實行，與記憶部交換資料。

系統控制器的機能包含於 CPU、CPU 本身由多個晶方構成，雖因機種而異，但基本上與圖 1.1 同樣。

構成這些微電腦的 LSI 元件在單體也可使用，故可依用途形式設計電腦系統，但是，大部份機能集中於 CPU，可變更的自由度不多。

最近大量生產的雙極 (bipolar) 方式微處理機是以每 2 ~ 4 bit 分割的演算部與微程式計劃的程序控制部分別 LSI 化，故能用很多晶方組成符合目的的 CPU。

在軟體 (software) 方面，無法像通常的迷你電腦那樣直接翻譯以 Assembler (組合) 語言寫成的程式而 load 的能力 (self-assembling)，通常以完全的機械語命令群輸入程式，所以外部要有交叉組合程式 (Cross-assembler)、模擬程式 (simulator) 等軟體 support system。

各廠備有各種 support 系統，不過，在微電腦應用機器的開發階段，利用者本身若無 support 系統，設計的自由度便受限。

1.3 微電腦在計測機器的應用

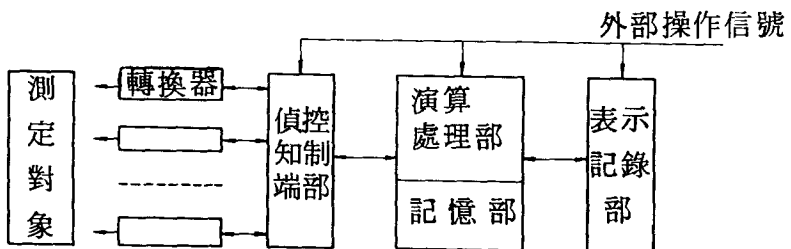


圖 1.2 計測處理的構成

圖 1.2 以方塊圖表示計測程序的概念，電腦可參與的機能有

- (1) 從各偵知端採取資料的程序控制。
- (2) 採取資料的演算處理與記憶。
- (3) 所得測定結果的表示或記錄的控制。

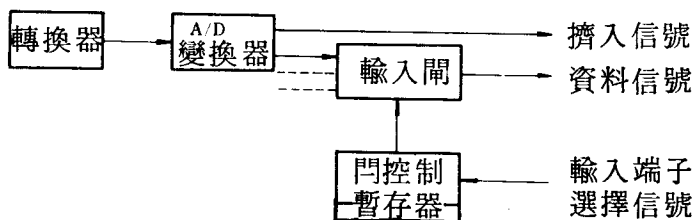
利用微電腦的優點是系統規模小，但有下列功能。

(1) 相對於偵知端數或程式本身的變更，可柔軟應付採取資料的程式控制。

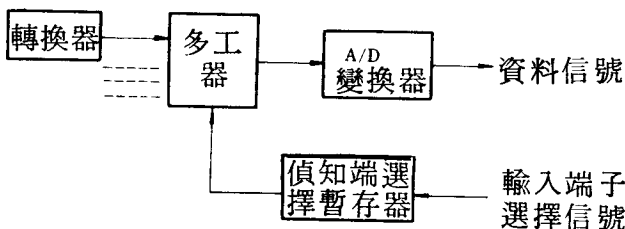
(2) 可依某程度的數學式進行演算處理，也可間接測定。

(3) 可選擇表示、記錄的方式，或以特定形式記錄資料。

測定點、控制的轉換器 (transducer) 介面有圖 1.3 (a) (b) 的典型方式。



(a) 從偵知端擠入的方式



(b) 電腦管理計測程序的方式

圖 1.3 測定點的控制方式

轉換器測定資料終了後，擠入 (interrupt) 電腦，要求存入資料的(a)方式中，電腦判定發生擠入的輸入端子，控制輸入閘 (gate)，接受資料。此時在發生擠入前，電腦可實行其他 Job (工作)，故可減小對輸入控制的負擔。

大部份的微電腦只有 1 組演算暫存器群，迴避操作在程式構成上很繁雜，為此種目的，須選用有多重位準的處理機模式者。電腦內的情報處理循環與擠入完全不同步，不適於控制用等要求資料採取時刻正確的場合。

電腦完全管理測定程序的(b)方式是以來自電腦的指令選擇輸入端子，轉送測定資料後，進行次一 Job。此方式在測定期間占用電腦，不過，測定時點的管理、程式構成都很單純。

容許微電腦較慢的處理速度時，可用為包含資料處理，記憶的專用機，以軟體處理使硬體 (此時為輸入介面) 單純化。在監視、控制上，要求被測定量的偵知無時間遲延時，需要另一擠入系統，此方式的優點減少。

在大工廠等測定點分佈於廣範圍時，微電腦與輸入端的距離比迷你電腦更受限制，所以微電腦用為局部資料端子，連接於通信傳送裝置。

多工器 (multiplexer) 或 A / D 變換器 (converter) 的動作速度達 $10 \sim 20 \mu s$ ，比起在微電腦內最小資料處理所需時間，取上示任一方式都夠用。測定間隔若由對象系統決定 (實際上，對採取的資料需要某些 on-line 處理，須考慮其演算時間)，則電腦能控制的輸入測定端子數一定。

將微電腦用於計測的控制時，利用動作模式的多樣性，可有輸入端子的自己診斷、自己校正機能。組合標準電壓源或標準信號源與以電腦輸出控制的開關，即可以程式控制從圖 1.3 任意處