

最近 Microprocessor를 이용한 計測

金 恩 洙

延世大學校 電子工學科

1. 序 論

眞空管 時代에서 1948年 트랜지스터가 最初로 開發됨에 따라 電子産業의 劃期的인 起源을 이룬 以後 近來에 이에 필적할 만한 가장 衝擊的인 技術革命의 하나가 microprocessor의 開發인 것이다.

1971年 INTEL에서 最初의 microprocessor가 開發된 以後 이의 衝擊은 電子産業에 至大한 影響을 끼친 것은 물론이고 現世代와 未來世代의 生活樣式 全般에 걸쳐 커다란 變化를 주었으며 이러한 衝擊은 앞으로도 繼續될 것이다.

microprocessor는 既存 컴퓨터의 中央處理部 (Central Processing Unit)를 한개의 LSI칩으로 代身하는 것으로 記憶裝置와 入出力裝置를 連結함으로써 microcomputer가 構成된다.

또한 microcomputer는 小型이고 電力消耗가 대단히 작으며 價格이 低廉한 同時에 programmability라는 우수한 特徵을 가지고 있어 工學, 産業 및 日常生活의 각 分野에 多樣하게 應用할 수 있으며 이에 대한 應用은 現在는 물론 將來에도 幾何學的으로 增加될 趨勢이다.

現在까지 microprocessor를 어떤 分野에 應用하여 왔는가를 高찰해 보자.

첫째 一般的인 目的으로 現在의 minicompu-

ter 系統을 microcomputer 化 함으로서 系統의 小規模化와 多樣性 및 經費의 節減을 꾀하였다.

따라서 minicomputer의 容量能力을 micro-computer가 감당할 수 있도록 multiprocessor에 대한 研究가 활발히 進行되고 있다.

두번째 應用分野로서는 random logic系統에 microcomputer를 使用함으로써 hardware logic을 software logic으로 代置하는 경우이다.

結果적으로 첫번째에서 가지는 長點 뿐만 아니라 hardware의 系統에 새로운 機能(function)을 添加하거나 既存機能을 變化시킨다는 것은 不可能하지만, microcomputer를 利用한 系統에서는 단순히 software의 交換이나 變化를 통해 여러가지 機能을 수행할 수 있는 多樣性을 갖게 된다.

現在 발표된 文獻에 의하면 약 50개 이상의 gate를 갖는 random logic에서는 microprocessor의 應用이 有利한 것으로 되어 있다.

그러나 이러한 random logic에 microprocessor를 應用함으로써 發生되는 主된 短點은 處理速度가 낮아지기 때문에 이 應用分野는 速度가 그다지 크게 문제시 되지 않는 特殊한 分野에 應用이 된다.

또한 應用의 多樣性을 위해 bit-slice와 같

은 分野가 研究 開發되고 있다.

그런데 이러한 microcomputer 의 速度問題는 半導體 技術의 發展과 더불어 스위칭 時間이 빠른 素子の 研究開發이 계속되고 있기 때문에 이에 대한 解決은 멀지 않을 것으로 展望된다.

마지막 應用分野로서는 計測機器 및 醫療機器, 軍裝備와 같은 超精密度를 요구하는 裝備에 microprocessor를 利用함으로써 Hardware的 精密度를 software的 精密度로 代置하는 경우가 있다.

結果적으로 program에 의한 精密度의 革新을 이루게 되어 裝備의 기능을 多樣化시킬 수 있다.

따라서 이러한 microprocessor 에 基盤을 둔 計測機器는 自體補正能力과 自動的인 自體故障 診斷까지도 簡單한 program 에 의해 이루어질 수 있게 된다.

2. Microprocessor 를 利用한 計測의 特徵

序論에서 說明한 바와 같이 microprocessor 는 각 分野에서 幾何學的으로 그 應用이 확대되고 있는데 특히 計測分野에서 顯著하게 나타나고 있다.

計測上의 가장 重要한 것은 計測系統 自體의 精密性에 대한 信賴도와 機能의 多樣성을 갖는 것이 무엇보다도 중요하다.

이러한 見地에서 計測系統을 microcomputer 化함으로써 精密度의 革新을 이룰 수 있다.

그러면 計測系統에 microprocessor 를 應用함으로써 얻을 수 있는 特徵들을 설명하기로 하자.

① microprocessor 를 利用한 計測系統을 設計할 때는 logic state analyser, development system 과 같은 hardware 的인 도움과 high level language, assembler, editor 와 같은 software 的인 도움의 유용도 (availability) 에 의해 計測系統 開發時間을 상당히 줄일 수 있다.

② microprocessor 에 基盤을 둔 系統은 기

존계통의 hardware logic 을 programmed logic 으로 代置하게 된다.

즉 이러한 programmed logic 은 半導體 ROM 으로서 수 많은 random logic gate 를 代身하게 된다.

그러므로 計測系統의 機能을 多樣化하거나 變化를 시키고자 할 경우에는 programmed logic 인 ROM을 교환하거나, PROM을 사용하여 새로운 program으로 교체함으로써 쉽게 이루어질 수 있다.

따라서 附加的인 hardware 擴張은 既存系統 BUS선에 必要한 素子나 裝置를 연결함으로써 系統의 構造를 變化시키지 않고도 必要를 충족시킬 수 있는 長點을 갖게 된다.

③ microprocessor 를 利用한 系統은 모듈화 시스템의 고유적 特性으로 인해 계통의 信賴度 및 정비능력 (maintainability) 이 향상 된다.

④ 開發된 系統의 價格도 既存系統에 비해 상당한 原價節減을 할 수 있다.

microprocessor 는 高度의 半導體 技術의 소산으로 기존계통에서는 hardware 로 되어 있는 random logic 을 하나의 LSI 칩에 集積한 것이다.

그러므로 microprocessor 의 機能의 擴大는 LSI 칩당 gate 수의 증가에 의해 이루어지는데 그림 1 에서 보듯이 초기의 LSI 한개의 칩당 論理回路密度 (logic density) 는 5,000~10,000개/칩이었는데 1979년 초에는 25,000~70,000개/칩으로 높아져 microprocessor는 더욱 소규모화 되면서 더 많은 效能을 갖게끔 개발되고 있다.

그리고 그림 1 에서 관찰해 보면 論理回路密度는 매년 2 배씩 증가함을 알 수 있다.

그림 2 는 TTL logic 으로 구성된 系統과 microprocessor 로 구성된 系統 사이에 機能 (function) 을 늘려 가면서 系統의 全體 價

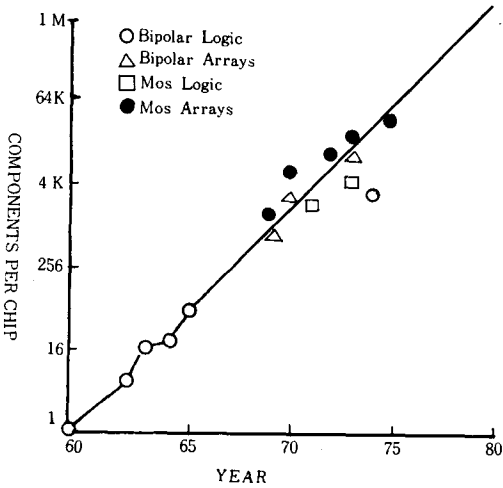


그림 1.

격에 미치는 정도를 나타낸 것이다.

그림 2에서 볼 수 있듯이 microprocessor에 基盤을 둔 系統은 機能(function)을 늘려감에 따라 TTL 계통에 비해 系統의 單價增加率이 약 15% 정도임을 알 수 있다.

이러한 統計的인 資料를 통해 microprocessor를 이용한 計測系統은 既存系統에 비해 상당한 原價節減을 할 수 있음을 알 수 있다.

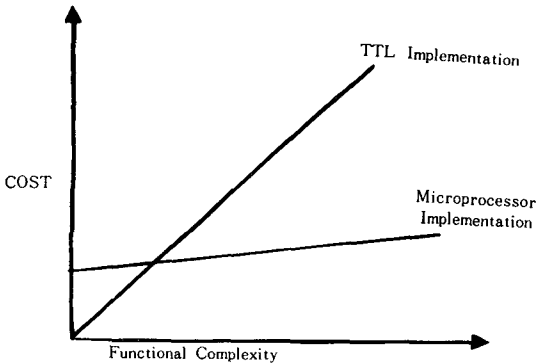


그림 2.

3. 現在의 Microprocessor 應用

Microprocessor 應用이 多樣하기 때문에 이 應用分野를 産業的인 範疇에서 分類하면 그림 3과 같다.

즉, 計測, 制御, 航空, 通信, computer 등에 특히 應用의 범위가 많다.

그리고 TTL 회로망이나 minicomputer를 Microprocessor로 代置하는 경우가 全體 micro-computer 應用에 60~70%를 차지하고 있음을 알 수 있다.

그림 2에서 보듯이 microprocessor를 이용한 系統에서 附加的인 機能의 添加에 의한 全體系統 單價上昇率이 매우 작기 때문에 現在 系統 設計上에 더욱 精密하고도 다양한 機能을 갖도록 하는 方向으로 microprocessor의 應用이 시도되어 지고 있다.

이러한 趨勢는 計測分野에서 더욱 顯著하게 나타나고 있는데 이것은 增加되는 需要者의 要求를 充足시키기 위해 더욱 精巧한 商品이 研究 開發되어야만 하기 때문이다.

예를 들어 기존 random logic에 의한 計測 系統에서는 거의 불가능했던 高度의 制御機能인 remote control, programmability, improved readout, peripheral interface 등이 micro-processor에 의해 쉽게 構成되며 全體 計測系統 價格에도 그다지 큰 부분을 차지하지 않는다.

한편 制御分野에서 最近에 많은 研究가 進行되고 있는 " I程制御 (process control)에 microprocessor를 이용한 列을 설명하면 다음과 같다.

즉, 工程制御는 水力學的, 空氣力學的 및 電的인 수단으로 이루어지는 본래적으로 analog인 것이다.

analog 신호인 工程制御는 設計上 잡음, 정확도, 공정제어 속도등 많은 制限을 받고 있는데 이러한 系統을 digital 계통으로 바꿈으로써 높은 雜音免疫性과 drift 없는 動作, 그리고 빠른 속도로 동작하며 상당히 저렴한 價格으로 系統을 구성할 수 있다.

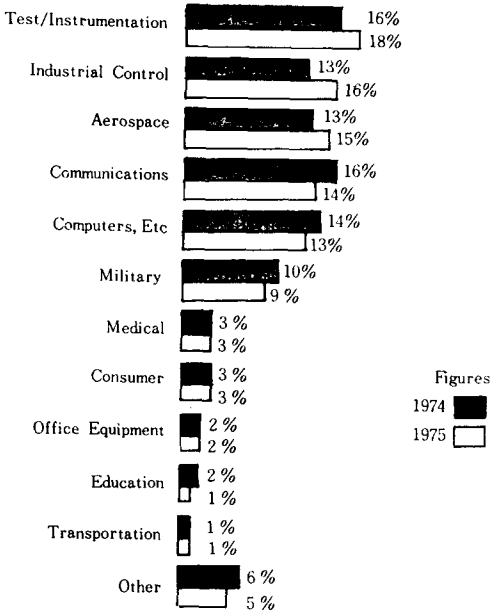


그림 3.

digital 공정제어를 할 수 있는 技術的인 발 판은 半導體 技術의 發達과 직접 디지털 control 할 수 있는 digicon Valve (Process System 社)의 개발인 것이다.

위의 digital control element 는 on line computer 나 controller 에 의해 驅動되도록 특수하게 設計된 것이다.

발브는 bistable flow element 를 갖는데 각각의 element 는 對應되는 digital input word 의 bit 에 의해 control 된다.

그러므로 microprocessor 를 사용한 digital controller 는 Digicon Valve 를 제어하고 驅動하는데 使用하게 된다.

이러한 점에서 기존 analog control element 는 A/D converter 와 E/I amplifier 등을 연결함으로써 工程制御를 digital 化 시킬 수 있다.

위와 같이 microprocessor 에 기반을 둔 Digital controller system 을 利用하여 流量率 測制御 (flow - rate metering and control) compressor surge control, Mixing system control, flow - rate calibration 등의 工程制御를 하게 되는데 (그림 4)는 液體流量計測制御系統 (liquid flow measurement and control system) 이다.

그림에서 liquid digicell valve 는 binary-weighted sharp orifice control element로서 되어 있다.

低差動壓力 (low differential pressure) 에 대해서는 liquid digicell micron 이 아래와 같은 표준 流量率 方程式을 풀게 된다.

$$Q = C_v (dp / SG)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

- Q : system flowrate
- C_v : 실효 발브 면적
- dp : 差動壓力
- SG: liquid specific gravity

C_v 가 발브위치의 함수이기 때문에 완전개방 실효발브 면적을 C_{vm} 이라 하고 V_p 를 percentage valve opening 으로 정의한다면 윗식은 아래와 같이 된다.

$$Q = V_p C_{vm} (dp / SG)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2)$$

그러므로 V_p (발브위치) 를 변화시킴으로서 MICON은 流量率를 계산할 뿐만 아니라 직접 flow-rate 를 제어할 수 있다.

만일 예상되는 liquid digicell 압력저하가 너무 높게된다면 (1)식을 적용할 수가 없게된다. 이 경우 Sharp edged control orifice는 liquid flow nozzle 로 代置하게 된다.

넓은 動作範圍에서 liquid digicell nozzle사 이에서 8%의 最小 電圧低下를 갖는다면 流入

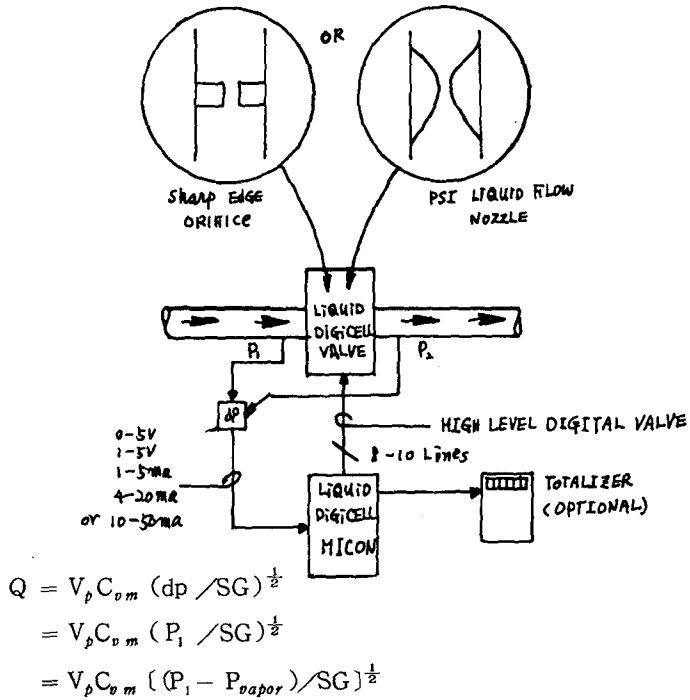


그림 4. Liquid flow rate measurement and control system.

液體의 완전한 氣化가 nozzle 목에서 발생하게 된다.

즉, nozzle throat 압력은 Liquid Digicell MICON의 증기압과 같으며 아래의 두 式중 하나를 계산하게 된다.

$$Q = V_p C_{vm} (P_1 / SG)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3)$$

$$Q = V_p C_{vm} (P_1 - P_{vapor} / SG)^{\frac{1}{2}} \dots\dots (4)$$

증기압이 무시되는 경우에는 (3)式을 사용하고 무시되지 않는 량이면 (4)式을 사용하게 된다.

그림 5 는 single-loop MICON controller의 간략화된 기능도이다.

MICON controller는 INTEL 4,000 series LSI 칩에 기반을 두고 있다.

CPU는 16개의 4 bit register와 함께 한 개의 4 bit arithmetic unit를 갖고 있으며 모든 address와 data는 4 bit bidirectional bus

를 통해 전송된다.

그리고 CPU는 RAM과 함께 ROM(read only memory) 혹은 PROM(programmable read only memory)에 저장된 8bit instruction을 隨行하게 되는데 표준 controller에 대한 MICON program은 아래와 같이 세분할 수 있다.

즉,

① Initialization Section

MICON controller에 電源이 공급되면 모든 CPU와 RAM register는 自動적으로 reset하게 되어 digital processor는 program을 처음부터 수행하게 된다.

이러한 processor의 動作때문에 발브의 초기 위치는 全開(fully open) 혹은 全閉(fully closed)에 있게 된다.

② Mode interpret and control set point computation section

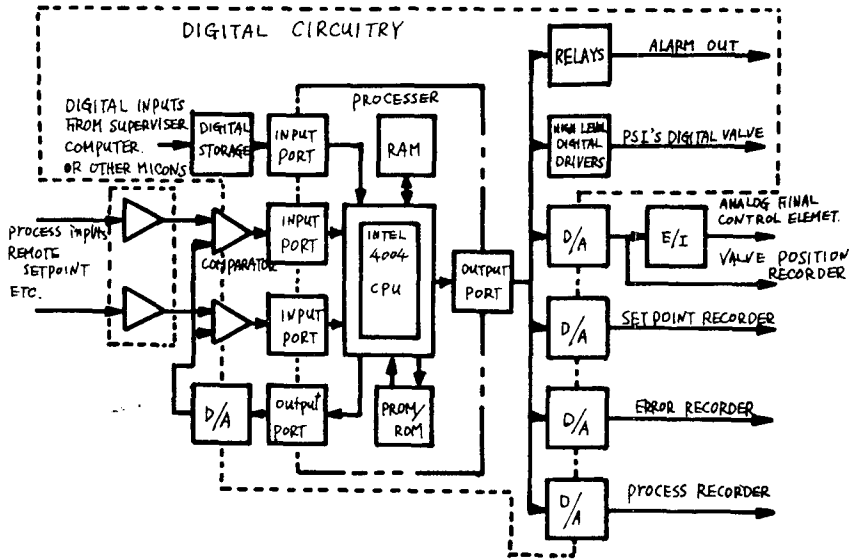


그림 5. MICON controller functional diagram.

이 section에서는 前面패널에 있는 mode switch의 setting 값을 읽어 들여 RAM에 지시치를 저장한다.

그 후 control set point (SP)는 mode에 관계되는 computer 부터 받거나 계산된다.

③ Process variable digitizing and valve update section Process variable feedback data를 digital量으로 전환하여 RAM에 있는 PV (process variable) location에 저장한다.

만일 "auto" 혹은 "computer super" mode에 있게 되면 SP와 PV의 차가 계산된다.

만일 계산된 오차가 一定 임계치 내에 있으면 3-mode algorithm이 by-pass하게 되지만 임계치를 넘게 되면 3-mode algorithm 및 predictive algorithm을 수행하게 된다.

④ Alarm computation section

경보조건은 PV가 한계치 넘었을 경우 발생하게 된다.

alarm bit는 경보조건에 따라 set되는데 이러한 alarm bit는 valve나 recorder에 전송되고 전면패널에 있는 high or low limit 지시계를 구동시키게 된다.

⑤ Valve opening and closing synchronization section

Digital valve가 사용될 때 開閉制御成分의 應答차이에 의해 계통의 불안정을 유발하게 되므로 이러한 영향을 최소화하기 위해 synchronization subroutine을 사용하게 된다.

⑥ LED's recorders and valve Output Section

計算된 資料를 전면패널 LED표시판, recorder, alarm, 그리고 valve에 전송하게 된다.

⑦ Timing Section

Timing section에서는 MUX채널을 통해 U/D (update)를 읽어 들여 30ms counter가 제로로 될때 까지 충분한 시간동안 waiting loop에 있게 된다.

⑧ MICON to optimizing computer Inter-face section

보통의 MICON은 3 線으로된 共通 傳送線을 통해서 optimizer 에 연결된다.

이러한 line 은 1) clock - enable , 2) data line, 3) busy line 으로서 optimizer 로 부터 " fanout " 될 수 있으며 한 MICON 으로 부터 다음 MICON 으로 " daisy - chained " 될 수 있다.

지금까지 개략적으로 說明한 MICON micro-computer controller 는 最近의 LSI 技術의 發展을 통해 가능하게 된 것이다.

이러한 controller 는 많은 process control 의 문제점에 새롭고 유일한 해결책으로서 대두하게 될 것이다.

4. 將來的 Microprocess 應用

現在 microprocessor 가 應用되는 分野를 고려해서 앞으로의 추세를 展望해 보면 아래와 같다.

① Random logic gate 로 構成된 hardware 의 시스템이 microprocessor 의 應用에 의해 software 的인 開發로 전환된 이후 그림 2 에서 볼 수 있듯이 random logic 에 비해 micro-processor 의 應用이 附加的인 機能에 대한 전체 單價上昇率이 매우 낮다는 것을 利用하여 機能의 多樣化, 精密度 및 信賴度를 더욱 向上시키려는 趨勢에 있다.

② 그림 3 의 자료를 보면 microprocessor 의 應用이 計測分野에서 특히 많은 部分을 차지함을 알 수 있다.

이러한 趨勢는 低速度 및 microprocessor 의 여러가지 問題點등에 의해 아직 開發 시도가 되지 않는 여러 計測機器에도 더 많은 應用이 加速될 展望이다.

③ Process control 및 data collection 등의

工程制御에도 microprocessor 를 應用하여 analog 的 制御를 digital 的 制御로 전환하려는 研究가 계속될 것이다.

④ Data communication 등 精密度가 특히 요구되는 곳에 많은 응용이 될 것이다. 通信分野에서도 switching system, multiplexer , error detection , correction circuit , encryption 등에 microprocessor 의 應用이 繼續 研究될 것이다.

⑤ ECG (electrocardiogram) , EEG (electroencephalogram) blood pressure 장비등의 의로기기에는 이미 microprocessor 의 應用이 되고 있으며, 앞으로 마취계통, 심장계통, 신경계통 및 안과계통등 여러 의로分野에서도 最近 電子裝備의 응용을 토대로 精確한 진단 및 치료를 하게 될 것이다.

⑥ 마지막으로 가전제품에도 microprocessor 의 應用이 가속될 것이며 전자오락 뿐만 아니라 교통혼잡을 해결하기 위한 각종 交通制御 시스템등에 應用이 확대될 것이다.

5. 結 論

最新 電子技術의 寵兒로서 각광을 받고 있으며 microprocessor 를 利用한 工學産業,其他에 의 應用研究가 아직 우리나라에서는 미흡한 상태에 있으며 우리도 이 분야에 대한 선진기술을 신속히 습득 토착화하고 새로운 技術을 研究 開發하여 國內 産業기타에 응용하여 生産性, 精密度 및 信賴度를 提高하고 正確한 process 制御에 의해 우수한 품질을 생산하여 輸出市場에서 국제 경쟁력을 확보해야 할 것으로 사료되는 바이다.

參 考 文 獻

1. Thomas H. Nyman et al "Dedicated microcomputer for Defence and industry "

- Computer Feb. 1979, pp. 86~88.
2. William C. Randle "Microprocessors in instrumentation" Proceedings of the IEEE Vol. 66, No. 2, Feb. 1978, pp. 172~181.
 3. A. J. Nichols "An overview of microprocessor applications" Proc. IEEE. Vol. 64, Jan. 1976, pp. 951~953.
 4. John M. Murray et al "Microcomputer Peripheral" IEEE Trans. on Industrial electronics and control instrumentation Vol IECI - 25, No. 4, Nov. 1978, pp. 303~322.
 5. Victor Klig "Biomedical applications of microprocessors" proceedings of the IEEE, Vol. 66, No. 2, Feb. 1978, pp. 151~161.
 6. Edward C. Huff and K. Glen Mcarther "A microprocessor-based digital process Controller" IEEE trans. on industrial electronics and control instrumentation Vol. IECI- 22, No. 3, Aug. 1975, pp. 345~353.
 7. W. C. Lin "Principles of microprocessors" Handbook of engineering in medicine and biology 1976.
 8. Paul M. Russo "Microprocessors in Consumer Products" Proceedings of the IEEE Vol. 66, No. 2, Feb, 1978, pp. 131~141.
 9. John Marley "Evolving microprocessors which better meet the needs of automotive electronics" Proceedings of the IEEE Vol. 66, No. 2, Feb. 1978, pp. 142~150.

