

# 마이크로프로세서를 이용한 溫度制御裝置의 最適化에 관한 研究

## (A Study on the Optimization of Temperature Controller Using Microprocessors)

金 明 圭\* , 張 益 洙\*\*

(Kim, Myoung Kyu and Chang, Ik Soo)

### 要 約

近來에 들어 韓國의 實情에서는 積算 熱量計의 使用 要求가 急增되어 왔다.

그러므로 本稿에서는 溫度制御裝置와 積算熱量計를 兼하는 마이크로컴퓨터를 이용한 制御 系統의 最  
適化를 爲한 몇가지 方案을 提示하였다.

本稿에서 製作된 裝置는 마이크로프로세서를 使用하지 않은 裝置에 比해 機能과 價格面에서 有理解  
가 判明되었다.

### Abstract

Lately, the need for the use of calorimeter has been increased in Korea.

Therefore, several methods for the optimization of the microcomputer-based control system that can be used as a temperature controller as well as a calorimeter are described in this paper.

The instrument designed in this paper has been proved to be more powerful and cost-effective than any other instrument not using microprocessor.

### I. 序 論

最近의 世界的인 에너지 不足現象은 에너지의 節約을 强要하고, 特히 韓國의 實情은 그 重要性을 더욱 强調하고 있다. 그러나 集團 住居地域, 大型建物 등의 暖房形態는 大部分 中央 供給式이므로 個人差를 無視한 一括의 에너지 供給으로 因하여, 位置, 時間에 따라 供給量의 差가 深한데도 一定한 暖房費가 負課되어 에너지 節約效果를 期待하기 어렵고 健康生活에 害가 되고 있는 實情이다.

이러한 問題點의 解決을 爲하여 當局에서도 積算熱量計의 附着을 考慮하고 있으나 費用, 技術上의 難題로 因하여 實現이 어려운 狀態에 있는 것으로 안다. 이 時點에서 精密하고 低廉한 積算熱量計의 開發은 時急한 課題로 생각된다.

그러므로 本稿에서는 에너지 節約과 健康生活을 卹하는 使用者의 便意를 爲하여 마이크로프로세서를 利用, 熱量積算과 自動 溫度制御를 同時에 이룰 수 있는 裝置를 設計, 最適化함으로써, 實用化 可能性과 그에 따른 問題點의 解決方案을 檢討하고자 한다. 여기서 最適化라 함은 먼저 하드웨어를 最少化하여 가장 큰 問題點인 製作費用을 減少시키고 機能의 多樣化, 使用電力의 最少化를 기하여 實用 可能性을 最大化함을 말한다.

### II. 問題의 設定

i) 機種 選擇: 마이크로프로세서의 機種 選擇은

\*, \*\* 正會員, 서강대학교 이공대학 전자공학과  
(Dept. of Electronics Engr, Sogang Univ.)  
接受日字: 1980年 3月 13日  
(※ 이 논문은 1979년도 문교부 학술연구 조성비에 의하여 연구된 것임.)

全體 系統의 費用을 最少化하는 데 있어 매우 重要한 問題이다. 그러나 마이크로프로세서는 그 開發時期, 普及程度, 購入量에 따라 時時刻刻으로 價格이 變하고, 새로운 機種이 開發되므로 特定 機種이 가장 適合하다고 決定하기는 어려운 일이다. 그러므로 本稿에서는 이미 널리 普及된 MC 6800을 使用하고 그 妥當性과 問題點을 考慮하고자 한다.

ii) 暖房方式과 適用範圍: 暖房方式에 따른 系統의 變化는 큰 問題가 아니지만 便宜上 溫水供給式으로 假定한다. 마찬가지로 裝置의 適用對象은 中央供給式 暖房形態를 갖춘 集團 住居地域으로 한다. 이 境遇, 하나의 系統으로 여러 家口를 處理할 수도 있으나 設置上의 難點, 應用範圍의 制限 등을 考慮, 一家口當 하나의 系統을 設置하는 것으로 한다.

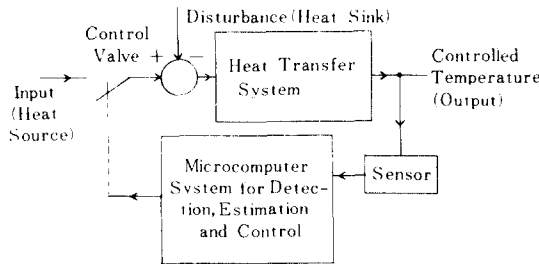


그림 1. 制御系의 블록線圖  
Fig.1. Block diagram of control system.

III. 設計 原理

i) 溫度制御: 適合한 制御方式을 考案하기 위해 制御系의 形態를 簡略히 表現하면 그림 1과 같다. 制御目標值가 時間에 따라 急激히 變化하지 않고 目標值에 도달하는 時間을 performance index로 設定하면, 本系統은 入力の 性質에 의해 Bang-Bang 制御系로 볼 수 있어 基本的인 ON-OFF 方式으로 最適化가 可能하고 費用도 節減된다. 여기서 마이크로 컴퓨터 시스템은 制御對象 溫度的 變化를 感知하고 全系統의 傳達函數를 考慮하여 入力和 外亂을 推定 (Estimation), 出力을 時刻에 따라 定해진 制御目標值에 接近시키는 가장 適合한 制御信號를 發生시키면 된다. 그러나 그림 1에 表示된 系統은 非線型 制御系이고 各部分의 特性을 數式으로 表現하기가 容易하지 않으므로 實用性을 감안하여 時間遲延等 몇가지 特性만을 考慮 프로그램을 作成하여 問題點이 없다고 본다.

ii) 熱量積算: 一家口當 使用熱量의 計算은 다음式에 依하여 正確히 遂行될 수 있다.

$$C = \int K (T_1 - T_2) dt$$

- 단 C ; 使用 熱量(cal)
- K ; 比例 常數
- T<sub>1</sub> ; 流入되는 溫水의 溫度(°C)
- T<sub>2</sub> ; 流出되는 溫水의 溫度(°C)
- Q ; 流入된 溫水量 (cm<sup>3</sup>)

이의 實現을 爲하여 다음 方式을 使用한다.

즉, 1秒마다 (T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub>)를 感知, K를 곱하여 保存하고, 微小水量 流入時마다 하나의 펄스를 만드는 裝置를 使用, 컴퓨터가 펄스를 받을 때마다 그때의 K (T<sub>1</sub> - T<sub>2</sub>)를 積算熱量에 合하면 간단하다. 여기서도 溫度感知素子의 時間遲延에 依한 誤差가 發生하나 長期間 積算하게 되므로 서로 相殺된다.

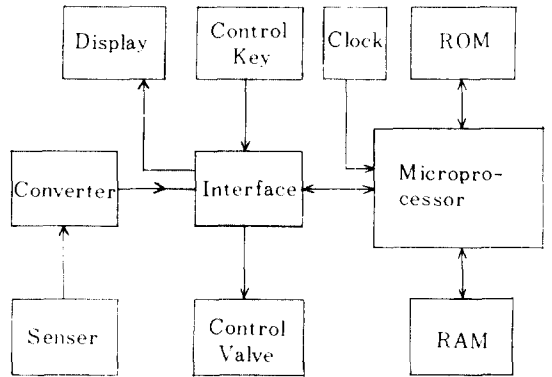


그림 2. 全系統의 블록線圖  
Fig.2. Block diagram of overall system.

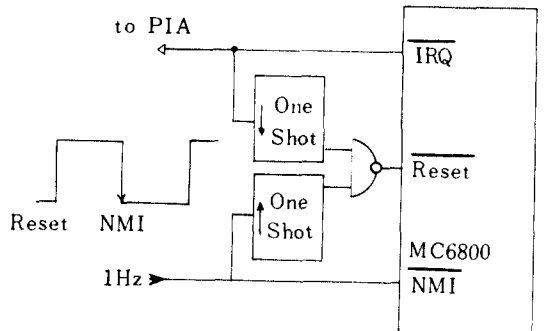


그림 3. 周邊裝置의 回路圖  
Fig.3. The circuit diagram of peripheral interface.

IV. 設計와 實驗

이 章에서는 앞에서 言及한 裝置의 最適化를 爲한 方案과 回路 및 實驗結果를 紹介하고자 한다.

그림 2는 全系統의 블록線圖이다. 이 中에서 設計上 가장 重要한 部分은 周邊裝置이므로 그 回路를 그

림 3에 圖示하고 各 部分에 關하여 간단히 說明하자.

먼저 感知部는 制御對象位置와 溫水流入口, 流出口의 溫度를 알기 爲한 溫度 感知素子(Temperature Sensor)와 流入水量 感知裝置로 構成된다. 마이크로 프로세서를 使用할 境遇, 非線型的 溫度 感知素子를 써서 感知, ROM(Read Only Memory)에 依한 變換을 取할 수 있으므로 低廉한 價格의 素子를 利用할 수 있는 利點이 있으나 여기서는 便意上 線型성이 좋은 것을 擇하였다.<sup>[3]</sup> 制御對象 溫度 感知素子は 遠距離에 位置할 可能性이 많으므로 電流變換型인 LM 234를, 溫度差 感知에는 電壓變換型인 MTS 102를 使用하였다. 溫水流水量의 感知는 溫水計量器와 같은 原理로써 微少單位量 流入時마다 1回轉하는 機械的 變化를, LED(Light Emitting Diode)와 포토다이오드(photodiode)를 使用하여 電氣的 信號로 變換, 單安定 멀티바이브레이터로써 波形 矯正을 해주면 耐久性이 좋다.

다음에는 그림 3의 回路中 變換部에 對하여 記述하고자 한다.

두개의 MTS 102의 兩端電壓을 利得이 約 22인 差動增幅器에 依하여 增幅하면 50 mV/°C의 感度로서 溫度差에 比例하는 電壓을 얻을 수 있다. 또 LM 234의 出力電流는 絕對溫度에 比例하여 그 量을 直接 變換하면 精密도가 낮아지므로, 感知 出力電壓을 10 mV/°C로 하고 -23°C에서 OV가 되도록 하면 目的에 付合되므로, 2.5 V와의 差異를 增幅, 50 mV/°C의 感度を 갖도록 設計하였다.<sup>[1, 2]</sup> 여기에는 精密한 變換을 爲하여 利得, 溫度係數, 演算增幅器의 오프셋을 調整할 必要가 있다.

變換된 두가지 量은 A/D 變換器(Analog to Digital Converter)를 使用, 디지털 信號로 하여 프로세서에 入力시키는 것도 可能하지만 一般的으로 A/D 變換器는 高價이고 變換時間이 길어 不適合하므로 D/A 變換器(Digital to Analog Converter)와 比較器(comparator)를 利用 프로그램에 依해 A/D 變換을 할 수 있었다.<sup>[5]</sup>

또 아날로그 스위치를 使用 多重 連結方式를 取함으로써 費用이 減少되었고 感知對象의 增加에 따른 周邊裝置의 增加比率이 적어 系統의 擴張을 容易하게 하였다.

프로세서와 周邊裝置의 Interface는 여러 개의 MSI(Medium Scale Integrated Circuit)로 構成할 수도 있지만, MC 6821 PIA(Peripheral Interface Adapter)를 使用하여 네 種類의 Interrupt와 두개의 入出力 레지스터를 프로그램에 依해 調節,

費用의 減少와 機能의 多樣化를 이룰 수 있었다.<sup>[4]</sup>

操作入力部는 두개의 키 出力을 PIA의 Interrupt 端子에 連結, 키를 누를 때마다 RAM(Random Access Memory)의 特定 部分을 變化시켜 全 系統의 機能을 다음과 같이 制御할 수 있도록 하였다.

CA1 Interrupt는 날짜, 時刻, 溫度, 積算된 熱量, 標本, 空白, 等 中 어느 하나를 또는 두개 이상을 交代로 LED에 表示하도록 選擇하여 時計, 溫度計의 役割을 兼할 수 있게 하였다.

CA2 Interrupt는 날짜, 時刻, 標本番號 等 表示된 量을 增加시켜 修正할 수 있게 하였다.

다음에 表示部를 爲한 하드웨어를 간단히 하기 爲하여 그림 2의 回路에 보인 바와 같이 D/A 變換器 入力과 共同으로 使用, 時分割 方式으로 디스플레이 하고 復號器(Decoder) 없이 프로그램에 依해 處理, LED에 印加되는 信號를 直接 出力시키도록 하였다. 이 境遇 프로세서가 디스플레이를 除外한 프로그램을 遂行하는 時間이 1抄當 수십분의 1抄에 지나지 않으므로 問題點이 없었다.

制御部의 構成은 溫水の 流入을 制御하기 爲하여 솔레노이드 밸브를 使用하면 되나 보통의 밸브는 스위칭 狀態에 따라 平物 電力消耗가 10 와트에 이므로 再考의 餘地가 있다. 그러나 本 裝置에서는 性格上 完璧한 開閉가 不必要함을 利用하여 開閉狀態 變化時에만 電力을 要하는 밸브를 考案, 使用할 수 있을 것으로 본다.

다음은 그림 2에 表示된 Clock 部에 關하여 言及하기로 한다.

컴퓨터를 使用한 制御裝置는 一般的으로 豫期치 못한 原因으로 프로세서가 制御力을 喪失할 境遇에 對한 對策이 있어야 하고<sup>[7]</sup> 本 裝置는 積算機能을 遂行하므로 그 重要性이 더욱 크다. 그러므로 프로세서에 印加되는 clock 信號를 分周, 1 Hz 信號를 NMI(Non Maskable Interrupt)로 處理, 時間을 計算하고 NMI 課程에 所要되는 最大時間보다 큰 0.5抄 後에 Reset 信號를 印加, 하드웨어인 制御 恢復機能을 添加하여 完璧을 기할 必要가 있다. 또 IRQ(Interrupt Request) 過程을 遂行하는 Reset 信號가 印加되는 것을 防止하는 回路가 必要하므로 그림 4와 같이 構成하였다.

以上과 같이 全 系統을 構成한 結果, 消耗電力은 制御 밸브를 除外하고 1.5 와트 以下로써 國外에서 生産되는 電子式 積算熱量計보다 적고, 製作費用面에서도 經濟的인 것으로 判斷되었다.<sup>[6]</sup>

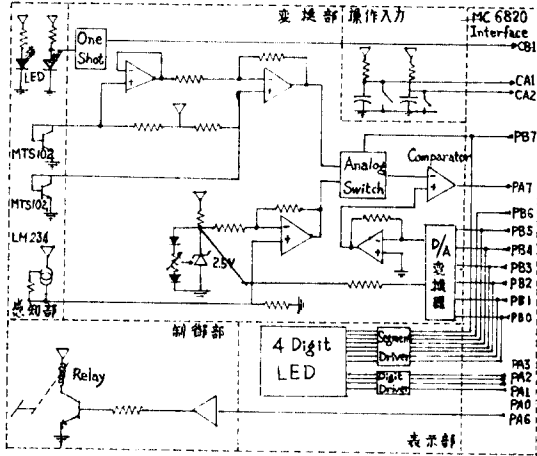


그림 4. 制御力 喪失에 對備한 回路  
Fig. 4. Circuit for control recovery.

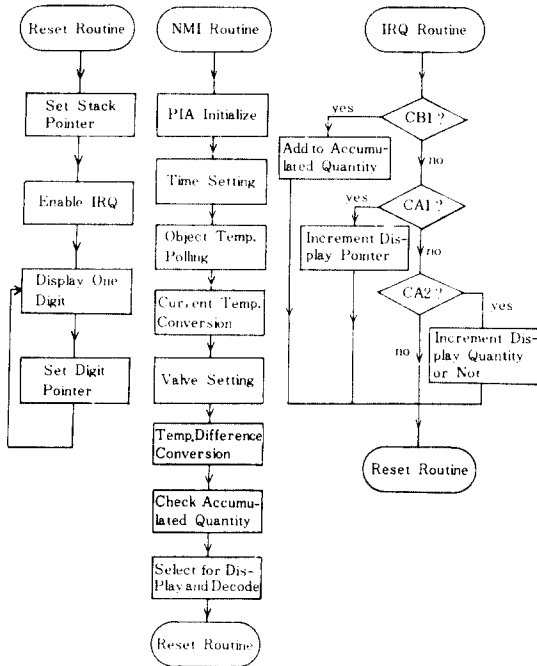


그림 5. 프로그램의 流通圖  
Fig. 5. Program flow graphy.

V. 프로그램의 作成方法

프로그램의 內容은 作成된 프로그램의 流通圖를 그림 4에 圖示, 代身하기로 한다.  
制御計劃表는 RAM에 收錄, 使用者가 任意로 變更하도록 하는 것도 바람직하나, 入力 키와 周邊回

路가 添加되고 使用方法이 複雜하여 難點이 있으므로 몇개의 標本을 ROM에 收錄, 番號를 定하여 選擇할 수 있게 하였다. 이 境遇 作成方法에 따라 所要되는 ROM의 容量이 매우 커질 可能性이 있으나 適當한 符號化(coding)로 容量을 節約할 수 있다.

여기서는 目標溫度를 16段階로 符號化하고 目標值

표 1. 計劃表의 例  
Table 1. An example of a schedule.

日 曜 日		月 ~ 金 曜 日		土 曜 日	
0 ~ 6時	10°C	0 ~ 6時	10°C	0 ~ 5時	12°C
6 ~ 9時	22°C	6 ~ 9時	20°C	5 ~ 9時	20°C
9 ~ 18時	16°C	9 ~ 11時	18°C	9 ~ 11時	18°C
18 ~ 22時	20°C	11 ~ 18時	10°C	11 ~ 13時	10°C
22 ~ 24時	14°C	18 ~ 22時	20°C	13 ~ 18時	0°C
		22 ~ 24時	16°C	18 ~ 24時	24°C

變化 單位時間을 1時間으로 하여 계속되는 時間數만을 記憶시킨 結果, 표 1과 같은 計劃表는 19바이트(byte)로 處理되고 그와 같은 10개의 標本은 200바이트 程度로 解決되었다.

上記 方法을 適用하고 그림 5의 流通圖를 가지는 프로그램을 作成하면 512바이트의 ROM과 32바이트의 RAM으로 모두 處理할 수 있다. 制御可能溫度範圍는 6 bit D/A 變換器로 使用하여 -23°C부터 +40°C까지 1°C의 分解度(resolution)을 갖도록 設計, 實驗하였다.

VI. 結 論

i) 마이크로 프로세서의 需要 增加와 製造技術의 發達로 그 價格이 低下됨에 따라 그 應用範圍가 擴張되고 있다.

이미 서술한 바와 같이 마이크로프로세서를 使用하여 韓國의 實情에 適合한 溫度制御 및 熱量積算裝置를 設計, 構成한 結果, 現在(1980年 2月)의 餘件에서도 그것을 使用하지 않은 境遇에 比해 그 機能, 製作費, 精密度等 여러 面에서 有利한 立場이 있는 것으로 判斷되나, 先進國에서는 이미 實現되고 있는 것처럼 마이크로컴퓨터가 곧 家政의 必需品化할 것이고 또 顯著的한 價格下落이 豫想되므로 本裝置는 時日이 經過할 수록 實用化 餘件이 좋아진다고 볼 수 있다.

ii) 本稿에서는 MC 6800을 使用하는 境遇를 假定하였으나 機種選擇에 따른 變化를 考慮, 가장 適合한 것을 擇하는 것은 未解決의 課題로 남겼다. 例

마이크로프로세서를 이용한 溫度制御裝置의 最適化에 關한 研究

를 들어 Clock 과 RAM을 包含한 MC 6802 를 使用하거나, 大量生産할 境遇 MC 6801을, 消耗電力의 最少化를 爲하여 CMOS 마이크로프로세서를 使用하는 것도 좋은 方法이 되겠다.[4]

또 溫度感知素子の 時間遲延性, 設置 場所, 그 밖의 餘件 變化에 따른 最適化의 方法等도 考慮되어야 하겠다.

參 考 文 獻

1. Aram Budak, "Passive and active network Synthesis and Analysis", Houghton Mifflin Company, Chap. 7, 1972.
2. Gene E. Tobey 等, "Operational Amplifiers Design and Applications", McGraw Hill Company, Chap. 6, 1971.
3. National Semiconductor, "Data Acquisition Handbook", pp. 6-16~pp. 6-23, 1978.
4. Motorola Inc., "The Complete Motorola Microcomputer Library", 1978.
5. Heath Company, "Microprocessors", Chap. 10, 1977.
6. Motorola Semiconductor Products Inc., "Motorola Semiconductor Components Price List", 1979.
7. Donald P. Martin, "Microcomputer Design", Martin Research Ltd., October, 1976.