

마이크로컴퓨터에 의한 方向性 乗合 엘리베이터 運轉 시스템 制御의 實驗的 研究

論 文
30~1~3

Experimental Study on Control of Selective-collective Elevator Drive System Using Microcomputer

黃 熙 隆* · 李 英 郁** · 金 樹 運***
(Hee-Yeung Hwang · Young-Wook Lee · Soo-Un Kim)

Abstract

This paper deals with the drive control of common elevator systems which may be realized with μ p-controlled selective-collective elevator systems.

Incorporation of non-contact point circuits instead of electromagnetic relays in such an elevator system results in miniaturization of complicated hardware controllers currently being used.

The drive control method is implemented by software programming. The important features are not only technical advantages such as higher performance, high speed data processing and more improved reliability, but also lower cost as compared with the conventional elevator drive control units equipped with a number of sequential electromagnetic relays and even more recent static IC logic circuits.

1. 序 論

오늘날 엘리베이터는 垂直交通機關 및 運搬手段으로 그 需要가 날로 急增하고 있으며, 運轉 操作員을 두지 않는 全自動乘客 操作의 運轉方式이 必要하게 되어 機能의 高度化, 情報處理의 增大와 迅速化, 信賴性的의 向上등을 圖謀하기 위하여 엘리베이터 制御裝置는 電磁 裝置에서 電子裝置로 變換되어 가고 있다. 즉, 半導體 論理回路들을 複雜한 制御裝置에 導入함으로써 電子化를 試圖하고 있다.¹⁾

最近에 디스크리트(Discrete)한 트랜지스터 論理回路를 가진 엘리베이터 制御裝置가 계속적으로 研究 開發되어 왔으며²⁾, 그리하여 電磁 繼電器의 論理回路보다 性能이 改善되었고 經濟적으로 되었다. 1971年 마이크로프로세서(Microprocessor: μ P)가 出現한 以來 電子 産業의 製品 設計部門 및 應用分野에 變化가 일어나게

되었고 엘리베이터의 制御에도 利用케 되었다.

엘리베이터 制御에 있어서 컴퓨터의 應用은 이미 이루어져 왔으며³⁾ 高層빌딩에 있어서의 멀티·카아(Multi-car) 엘리베이터 시스템의 群管理(Group control)에는 經濟性 問題로 컴퓨터의 使用이 制限되어 왔다.⁴⁾ 지금까지 使用된 미니 컴퓨터는 入力要求信號들을 監視(Monitoring)하고 適切한 方法으로 該當層의 呼出信號에 應하도록 하는 交通管理 制御의 役割을 하고 있다. 이 論文은 엘리베이터 시스템의 制御에 μ P의 應用을 試圖하는데 있다. 從來에는 하드웨어적인 回路의 改善 및 變更에 依해서, 보다 나은 性能을 갖도록 하였지만 소프트웨어나 펌웨어(Firmware)를 同時に 考慮하여 하드웨어의 改造없이도 간단히 소프트웨어의 修正에 依해서 運用的 變更 및 目的하는 바의 適切한 制御가 可能하다.

예를 들어, 엘리베이터 시스템의 制御方式을 變更·改善시킬 경우에 複雜한 하드웨어의 變更을 하지 않고 μ P를 使用할 경우, 프로그램만 바꾸어줌으로써 無方向性 乗合(Non-selective collective) 制御方式에서 方向性 乗合(Selective-collective) 制御方式으로의 變更이 可能

* 正會員: 서울大 工大 電子計算機 工學科 副教授 · 工博

** 正會員: 洪陵機械 工業會社 研究員

*** 正會員: 울산 工大 電氣科 專任講師

接受日字: 1980年 11月 13日

하다.

엘리베이터 시스템의 제어에는電動機의 速度制御와 카아의 位置制御, 도어 제어, 信號의 記憶과 選擇 및 方向選擇制御 등으로 分類된다.

本 研究에서는 4層用 싱글·카아 엘리베이터 모델 시스템에 있어서 카아 要求信號의 記憶과 選擇 및 方向選擇 制御를 爲한 方向性 乘合 運轉制御를 다루었다. 엘리베이터 시스템에 마이크로 컴퓨터(Microcomputer: μC)를 利用하기 爲한 設計仕樣을 第2節에서 다루고, 第3節에서는 設計仕樣에 따른 시스템의 하드웨어 構成을 說明하였다. 第4節에서는 엘리베이터 제어 소프트웨어를 다루었으며, 第5節과 6節에서는 實驗 結果와 結論을 각각 記述하였다.

2. 方向性 乘合(Selective-collective)方式的의 制御 시스템 設計

엘리베이터 제어에 있어서 方向性 乘合 制御는 엘리베이터 制御方式中의 하나이다. 이 制御系統은 다음과 같은 仕樣을 滿足하여야 한다.

(i) 上昇, 下降 및 카아 누름단추에 依한 呼出用 信號와 카아 位置表示 信號의 設計仕樣은 現行 시스템과 같다.⁵⁾

(ii) 일단 카아가 어느 한 方向으로 움직이면, 그 方向과 關聯된 要求에만 應하여 그 方向으로의 모든 탑승자들의 要求信號를 乘合(Collect)하고 그 方向의 모든 要求가 滿足된 後에 카아는 다른 方向의 要求信號를 乘合하게 된다.

이때 새로운 運轉方向의 要求信號들뿐만 아니라 前에 登錄된 以前의 呼出信號에도 應答하여야 한다. 乘合의(Collective) 動作方式이 양쪽의 方向性을 갖고 適用되므로 方向性 乘合 制御 시스템(Selective-collective control system)이라고 부른다.

(iii) 카아가 最上層에 着床한 경우에는 우선 下降方向의 呼出信號들의 要求에 應하여 下降하게 된다.

下降方向의 呼出信號들의 要求가 없는 경우에는 上昇方向의 呼出信號들의 要求에 應하여 下降하도록 한다. 카아가 最下層(1層)에 着床한 경우에는 마찬가지로 反對로 된다.

(iv) 카아가 呼出信號에 應하여 下降하게 되는 경우, 이의 處理過程에서 信號의 마스크(Mask)가 必要하다. 예를 들면, 현재 카아가 3層에 있고 下降 呼出信號가 각각 2層 및 4層에서 要求되어지는 경우, 카아는 下降하여야 한다. 이와같이 下降 呼出信號가 現層보다 낮은 層에서 要求되면 下降하도록 한다. 現層보다 높은

層의 呼出信號는 無視되도록 마스크시키는 것이 必要하다.

3. 엘리베이터 制御를 爲한 하드웨어

本 論文에서 取扱한 하드웨어는 關聯되는 μC 시스템과 入·出力 인터페이스(I/O interface) 및 모터驅動 出力 인터페이스로 構成되어 있다(그림 1).

카아 누름단추를 눌러 各種의 要求信號를 받아들일 때의 雜音除去를 爲하여 入力 인터페이스에 채터링(Chattering) 防止用 바운스 消滅器(Bounce eliminator) 회로를 使用하였다. 또한 出力 LED 表示 裝置들이 모터驅動時 제대로 動作되지 않는 경우가 많아 모든 電源線과 主要 信號線은 모두 쉴드 線(Shield lead)을 使用하여 쉴드시키고 어느 정도의 모터 雜音에 견딜수 있고 電流 消耗도 적은 CMOS型的 4049 및 4013 IC를 使用하였다.

層表示 入力側은 채터링 防止用 바운스 消滅器 회로의 附加에도 불구하고 層表示 LED의 表示가 제대로 動作되지 않는 경우가 있어서, 다시 필터(Filter) 회로와 디퍼렌셜 RS-422라인 驅動器 및 受信器(Differential RS-422 line driver/receiver)를 附加하였다.

하드웨어를 자세히 說明하면 다음과 같다.

3.1. μC 시스템

方向性 乘合 制御를 爲한 8085 μC 의 構成과 關聯 I/O포트를 各各 그림 1 (a) 및 (b)와 表 1에 보였다. 8085 μC 의 構成으로는 한 個의 μP 의 유닛(CPU)와 各各 256바이트를 갖는 RAM 2個를 使用하였으며 1K 바이트의 ROM은 交通管理 制御 알고리즘을 갖고 있는 모니터 ROM이다.

RAM은 그러한 알고리즘의 格納(Store)과 서브루틴 콜(Subroutine call) 命令을 處理하기 爲한 스택(Stack)으로 使用하였다. I/O포트 數는 모두 9個(RAM: 5個, ROM: 4個)를 使用하였다.

I/O포트는 該當 入·出力 인터페이스에 依한 制御信號들을 μC 에 인터페이스 시키기 爲한 것이다. 이 制御信號들은 다음과 같다.

(1) 層表示 信號(FL1~FL4): 카아가 該當層에 到着했을 때 發生되는 1層~4層까지의 層表示 信號를 말한다. 엘리베이터의 샤프트(Shaft)에 부착되어 있는 스위치에 依해서 表示된다.

(2) 層表示 消燈信號(CF1~CF4): 카아 着床時의 μC 로부터의 層表示 消燈(Clear) 信號를 말한다. 예를 들어, 카아가 1層으로부터 2層에 到着하면 1層 信號燈은

켜지고 2層 信號燈이 켜지게 된다.

(3) 카아 要求信號(C1~C4) : 搭乘者가 카아에서 내리고자 하는 카아 누름단추에 의한 入力信號를 말한다. 1層~4層까지의 카아 停止要求信號이다. 이 信號들은 카아 內部的 制御 판넬(Pannel)의 누름단추에 의하여 發生하게 된다.

(4) 카아 要求 消燈信號(CC1~CC4) : 카아 着床時의 μC 로부터의 카아 要求 消燈(Clear) 信號를 말한다. 카아가 要求層에 到着하면 그 層의 카아 呼出 信號燈은 꺼지게 된다.

(5) 上昇 및 下降 要求信號(U1~U3 및 D2~4) : 搭乘場 누름단추에 의한 要求하는 方向의 呼出信號를 말한다. 各層에는 한 個의 上昇 누름단추와 下降 누름단추가 있다(단, 1層은 上昇, 4層은 下降 누름단추만 있음).

搭乘場에 있는 搭乘者가 가고자 하는 方向의 누름단추를 눌러서 카아를 부른다.

(6) 上昇 및 下降 要求 消燈信號(CU1~CU3 및 CD2~CD4) : 카아가 着床하거나 通過하는 경우의 上昇 또

는 下降 要求 消燈信號를 말한다. 이 信號는 μC 로부터의 消燈出力信號이다.

表 1. I/O포트의 機能
Table 1. Function of I/O port

I/O port No.	Function of I/O	
01 하 (4)	SW input (push button)	floor indicator
00 " (4)		up request
09 " (4)		down request
08 " (4)		car request
21(02-05)	clear output	floor indicator
22 하 (4)		down request
22 상 (4)		up request
23 하 (4)		car request
29 pin 04	check input	floor indicator
29 pin 07		requests(up OR down OR car)
2A pin 00	output	motor driving up
2A pin 01		motor driving down
2A pin 02		1'st floor indicator

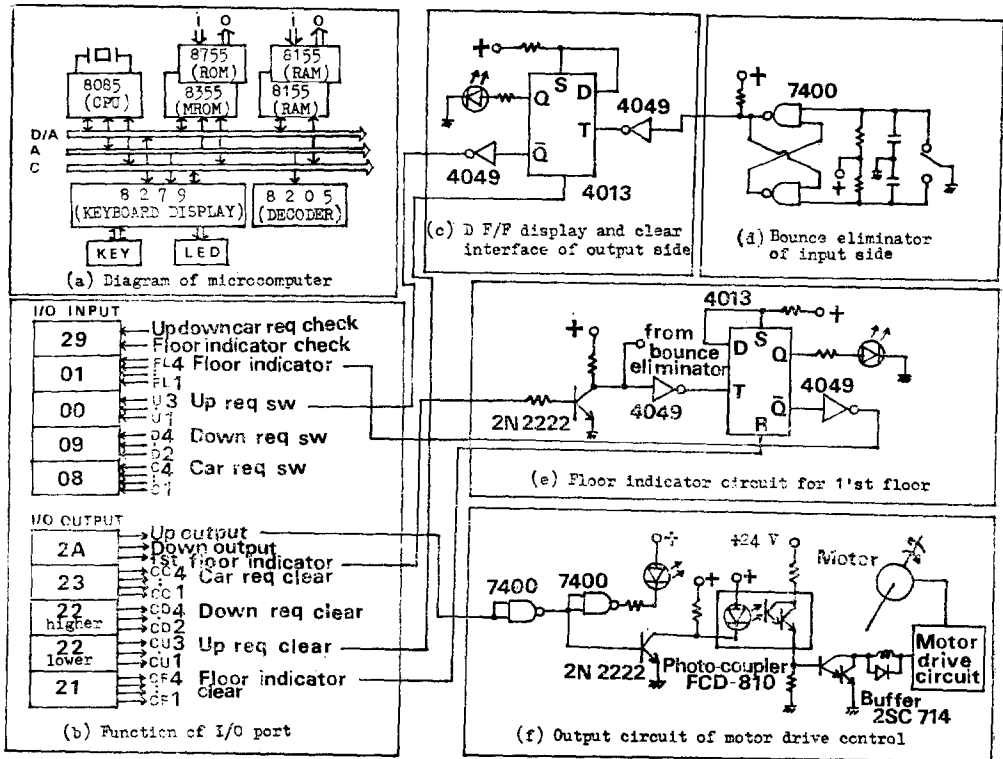


그림 1. 엘리베이터 制御 마이크로컴퓨터와 I/O인터페이스 回路의 構成圖
Fig. 1. Block diagram of elevator control microcomputer with I/O interface circuits

3.2 入·出力 인터페이스

入力 인터페이스는 上昇, 下降 및 카아 누름단추로서 채터링(Chattering) 防止用 바운스 消滅器(Bounce eliminator)회路和 카아가 該當層에 到着했을 때 現層의 位置를 表示하기 爲한 層表示 스위치 入力회로를 포함한다(그림 (d)). 層 位置 調査入力和 上昇, 下降 및 카아 要求信號 調査入力を 爲하여는 4入力 NAND 게이트 7420을 使用하였다.

특히 上昇, 下降 및 카아 入力を OR 動作시키기 爲한 별도의 회로를 構成하였다(그림 2).

出力 인터페이스는 이 入力信號들을 表示하는 LED와 關聯信號들을 消燈시키기 爲한 出力裝置이다. 電流 消耗가 적고 어느 정도의 雜音에도 견딜 수 있는 4049 및 4013 CMOS型 IC로 構成하였다. 各層에서의 要求信號는 4013의 \bar{Q} 出力으로부터 받아들일 수 있도록 하였다(그림 1 (c)). 또한 카아는 항상 1層에서 出發하는 것으로 하였다.

1層의 位置表示를 爲하여 카아 누름단추 入力和 μC 로부터의 1層 位置表示 出力을 겹하도록 하고 있다(그림 1 (e)).

모터驅動 出力 인터페이스는 24V用 모터驅動 制御 繼電器를 動作시키기 爲하여 出力 포트의 인터페이스에 上昇 및 下降方向 表示 LED 出力裝置와 FCD 810 포터·카플러(Photo-coupler) 및 트랜지스터 出力 버퍼(Output buffer)를 使用하였다(그림 1 (f)).

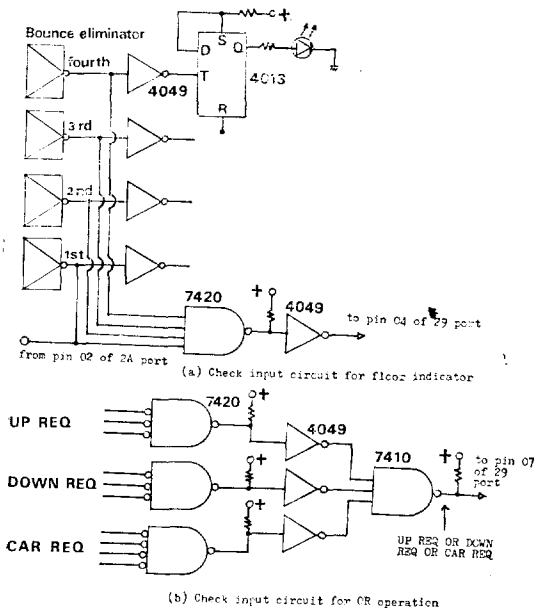
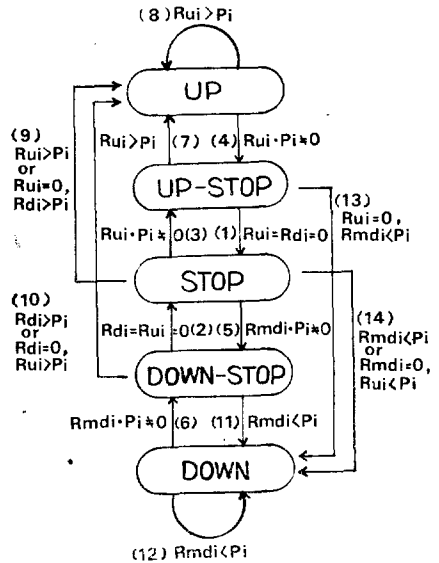


그림 2. 調査 入力회로
Fig. 2. Check input circuit

4. 엘리베이터 制御 소프트웨어

方向性 乗合 運轉制御(Selective-collective drive control)를 實現하기 爲한 處理[소프트웨어는 엘리베이터의 運轉動作에 따라 5가지 狀態로 分類된다.



U_i : Up request from floor i
 D_i : Down request from floor i
 C_i : Car request for floor i
 P_i : Present floor
 R_{ui} : Up request; $U_i + D_i + C_i$
 R_{di} : Down request; $U_i + D_i + C_i$
 R_{mdi} : Masked R_{di} for higher floors than a present floor

그림 3. 方向性 乗合 運轉 制御 狀態圖
Fig. 3. the State diagram of selective-collective drive control

먼저, 이 5가지 運轉 狀態圖를 各各 說明한 後, 이 狀態들에 따른 全體 流通圖와 소프트웨어 實現中에 必要로 되는 時間遲延 프로그램과 마스크(Mask)된 要求信號를 說明하였다.

4.1. 方向性 乗合 運轉 制御 狀態圖

(1) 停止(STOP): 上昇 要求信號도 下降 要求信號도 없는 狀態를 말한다. 着床層에서의 모든 要求信號燈과 上昇 및 下降方向 信號燈이 꺼지고 待期狀態로 있게 된다(case 1 및 2).

(2) 上昇 停止(UP-STOP): 카아가 上昇한 後 停止하는 狀態를 말한다. 카아가 停止하면 약 10秒間의 搭乘時間 遲延後 該當層의 信號燈을 끈다. 그리고, 다음 狀態로 들어가기 爲하여 要求信號들을 調査하게 된다

(Case 3 및 4).

(3) 下降 停止(DOWN-STOP) : 카아가 下降하다 停止하면 上昇 停止때와 마찬가지로 動作으로 된다(case 5 및 6).

(4) 上昇(UP) : 카아가 계속 上昇하는 狀態를 말한다. 上昇時間은 약 5秒이고 上昇方向 信號燈이 켜진다(case 7, 8, 9 및 10).

(5) 下降(DOWN) : 카아가 계속 下降하는 狀態를 말한다. 下降時間은 약 5秒이고 下降方向 信號燈이 켜진다. 이 경우에는 現層보다 높은 層에서의 下降 要求信號는 마스크(Mask)하여 카아가 現層 以下の 層에서의 下降要求에 應하도록 한다(case 11, 12, 13 및 14).

그림 4는 方向性 乘合 制御方式에 依한 運轉動作 例로 보인 것이다.

case 10은 카아가 下降하여 該當層에 停止하였으나 더 이상의 下降要求가 없어 上昇하는 경우이다.

case 14는 이와는 反對로 上昇中에 다시 下降하는 경우를 보여주고 있다.

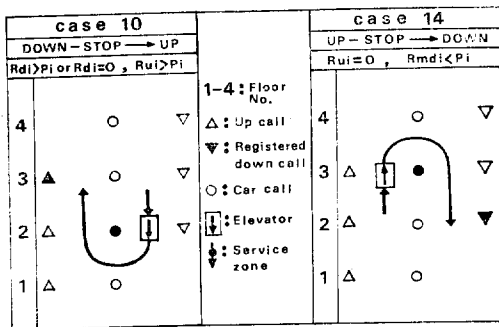


그림 4. 方向性 乘合 制御方式의 運轉動作 例
Fig. 4. Examples of the drive state of selective-collective control

4.2. 全體 流通圖

그림 5는 方向性 乘合 制御 엘리베이터 시스템의 全體 流通圖이다. 카아는 항상 1層에서 出發하는 것으로 한다.

最初の 上昇 또는 下降 要求信號 調査入력이 있으면, 上昇 또는 下降 要求信號를 받기 시작한다.

카아가 上昇하는 경우에, 現層以上에서의 上昇 要求信號에 優先順位(Priority)를 주고 그렇지 않으면, 現層보다 낮은 層에서의 下降 要求信號에 優先順位를 주어 이 信號부터 處理하여 實行하게 된다. 카아가 下降의 경우에는 이와 反對로 된다. 이러한 方法으로 엘리베이터는 方向性 乘合 制御方式에 따라 주어진 交通量을 可能한 限 最短時間內에 處理할 수 있다.

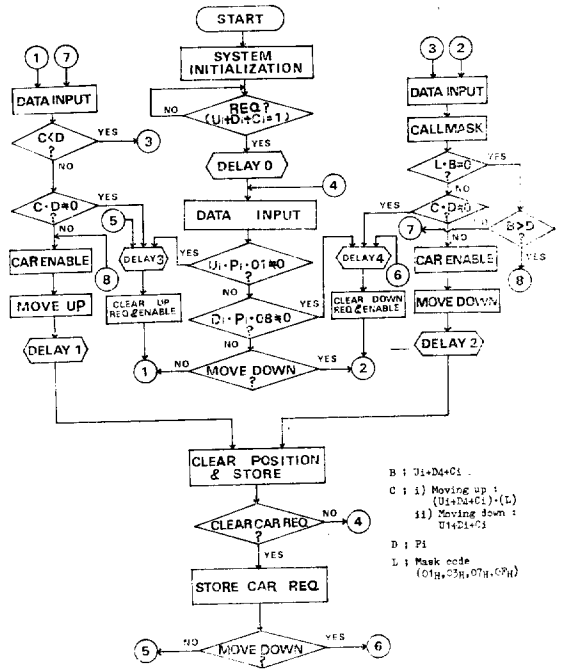


그림 5. 流通圖
Fig. 5. Flowchart

4.3. 時間遲延 프로그램(Delay program)과 마스크 된(Masked) 要求信號

方向性 乘合 制御方式의 소프트웨어 處理過程에 있어서 必要한 時間遲延 서브루틴은 모니터 ROM內의 것을 利用하였다. 下降時에 現層보다 높은 層에서의 下降 要求信號는 마스크(Mask)하여야 하므로 各層에서의 MASK 코우드가 必要하다. 500ms의 遲延時間(Delay time)의 計算과 그림 3 狀態圖(case 11)의 마스크 된 要求信號에 依한 下降의 경우를 例를 들어 說明하였다.

時間遲延 서브루틴과 MASK코우드의 發生을 表 2 및 表 3에 보였다.

例 1 : 500ms의 遲延時間의 計算

$$\text{全 클럭數} : 10 + 18 + 31 + 24 \times (x-1) = 1,500,000$$

$$\therefore x = 62,499d \rightarrow F423H$$

例 2 : 狀態圖 case 11의 下降의 경우

마스크 된 要求信號 :

$$R_{mdi} = (D_4 + D_2) \cdot M_3 = (08 + 02) \cdot 07 = 02H$$

$$\therefore R_{mdi} < P_i \rightarrow \text{下降}$$

表 2. 時間遲延 서브루틴
Table 2. Delay Subroutine

Instruction		Clock No.
LXI	D, x	10
CD	05F1	18
Monitor ROM delay routine		
Instruction		Clock No.
0 5 F 1	DCX D	6
0 5 F 2	MOV A,D	4
0 5 F 3	ORA E	4
0 5 F 4	JNZ 05F1	7/10
0 5 F 5	RET	10
NO JUMP (Last loop)		31
JUMP (Iteration)		24

表 3. 下降時的 MASK 코우드의 發生
Table 3. MASK code generation when moving down

Floor No.	MASK code	Machine language
1'st floor		M_1 : 0000 0001 (01 _H)
2'nd floor		M_2 : 0000 0011 (03 _H)
3'rd floor		M_3 : 0000 0111 (07 _H)
fourth floor		M_4 : 0000 1111 (0F _H)

5. 實驗 結果 및 考察

μC 化한 方向性 乘合 運轉 制御에 關한 本 實驗에서는 4層用 싱글·카아(a Single-car for four-floors) 엘리베이터 시스템이 考慮되었고 交流 모터를 驅動하는 모델 시스템은 美國 인텔 社의 Intel 8085 μP (CPU, 3MHz)와 디지털 IC의 I/O인터페이스를 使用하였다.

表 4. μC 에 依한 方向性 乘合 制御方式과 他制御方式과의 比較

Table 4. Comparison of a selective-collective control mode using μC with others

特性	區分	Electromagnetic Relay	Static Logic IC	Microcomputer
制御方式		無方向性乘合(手動)	方向性 乘合(自動)	方向性 乘合(自動)
性能 및 效率		小	大	多大
크기		大	中	小
信號處理時間		長	短	最短
整備·補修		普通	容易	容易
價格		高價	經濟的	經濟的
制御方式의 變		回路(複雜)	回路(複雜)	소프트웨어(簡短)
消耗電力		大	小	極小

各層에서의 呼出信號는 항상 無作為(Random)하게 하드웨어적으로 表示되도록 하고, 그림 4의 制御 알고리즘의 處理는 μC 로 實行하였다. 實驗하는 過程에서 여러가지 問題點들이 發生하였는데 重要的 것을 考察하여 보면 다음과 같다.

(1) 모터 雜音(Motor noise): 모터 驅動回路的 雜音發生은 IELD(Shield)된 모터 外部로부터 驅動回路와 連結되는 리드 線에서 發生되며 雜音의 影響이 미치는 範圍內에서 連結되어 있는 리드 線은 雜音을 받아들이고 그것은 또 다른 低레벨 回路(Low-level circuits)에 雜音을 發生시키게 된다.

즉 모터 리드 線의 導電(Conduction)과 리드 線들로부터의 雜音放射(Radiation)로 생각할 수 있으며, 이러한 雜音은 結合 導電性 雜音(Conductively coupled noise)이라고 부르는 것으로 대부분이 電源線의 回路로 誘起된다. 따라서, 이 경우 電源供給裝置의 리드 線으로부터 雜音을 除去시키는 것이 必要하다⁸⁾. 本 實驗에서는 모든 電源線뿐만 아니라 主要 信號線을 모두 IELD 線을 使用하여 IELD 시키고 될 수 있는 대로 리드 線의 長이를 짧게 하였다.

또한 層表示 入力側에 필터回路와 디퍼렌셜 RS-422 라인 驅動器 및 受信器(Differential RS-422 line driver/receiver)를 附加하였다(그림 6).

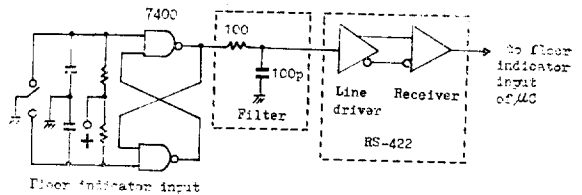


그림 6. 層表示 入力側의 變更回路
Fig. 6. Modified circuit of input side for floor indicators

(2) μC 리셋 機能의 不動作 또는 無入力: μC 와 인터페이스 裝置는 될 수 있는 대로 一點 그라운드(Ground)를 시키고 各 인터페이스 裝置의 그라운드가 確實히 되었는가를 確認하여 두는 것이 좋다. 또한 리플(Ripple) 電壓 또는 漏泄(Leakage) 電流가 적은 良好한 電源의 使用이 必要하다고 보며 μC 와 인터페이스의 使用 電源을 各各分離하여 使用하거나 또는 電源을 共通으로 使用하는 경우에는 라인 필터(Line filter) 등을 使用하는 것이 좋으리라고 생각한다.

6. 結 論

μP 의 엘리베이터 制御 시스템에 對한 適應性을 活

用하고 乘客들의 待機時間을 보다 短縮할 수 있는 高 效率의 運轉을 爲하여 方向性 乘合 全自動化 方式을 現 一般的인 엘리베이터 시스템의 制御에 應用할 수 있다.

方向性 乘合 엘리베이터 制御를 爲한 소프트웨어 處理方法에는 各層 또는 카아 自體內의 呼出 要求信號를 入力하여 表示하고 이를 格納(Store)하는 過程을 인터럽트(Interrupt)로 處理하는 方法과 要求信號는 하드웨어적으로 항상 表示될 수 있도록 하고 이를 入力하고 格納하여 處理하는 過程에 있어서는 스캐닝(Scanning)으로 實行하는 方法이 있다. 本 研究에서는 스캐닝 方法을 使用하여 必要한 時期에 入力 要求信號를 스캐닝 하고 서브루틴 콜(Subroutine call) 命令으로 이를 處理하였다.

8085 μ C에 8259 Programmable Interrupt controller (PIC)를 使用할 수 있으나 上昇 中에 인터럽트가 걸리면 遂行中의 制御는 일단 中止되기 때문에 非效率的이다. 故로, 方向性 乘合 엘리베이터 運轉 制御 시스템을 μ C로 制御하는 경우 以前의 方式과 比較하여 보면 表 4와 같다.

以上에서 보는 바와 같이 μ C에 의한 方向性 乘合 制御方式은 以前까지의 他制御方式에 比해 많은 長點을 얻을 수 있다.

反面, 方向性 乘合 엘리베이터 시스템의 制御에 있어서 實驗을 通하여 發見된 事實은 모터 雜音, 使用 電源의 良好성과 分離 및 電源 補完裝置의 附加, 確實한 信號의 發生등이 μ C 또는 인터페이스 裝置에 많은 영향을 미친다는 點이다. 本 研究에서는 乘客을 태우는 實際의 엘리베이터 시스템에 μ C를 利用한 方向性 乘合 制御 시스템에의 應用 可能性을 보였으나 앞으로 여러가지 補完裝置의 附加와 安全度 및 信賴度등을 考慮한 試驗등이 行려져야 할 것이다. 本 研究에서 다룬 엘리베이터 시스템으로는 8層까지의 運轉制御가 可能하나 그 以上の 層의 경우에는 하드웨어와 소프트웨어에 對한 修正이 必要하리라고 생각한다. 이러한 長點을 維持하고 短點을 補完하는 계속적인 研究가 이루어질

으로써 더욱 發展된 完全自動 群管理 制御시스템으로의 轉換이 容易할 것이다.

參 考 文 獻

1. Lance A. Leventhal, 8080A/8085 Assembly language programming, California: Osborne & Associates, 1978.
2. MCS-85™ System design kit user's manual, Intel, Mar. 1977.
3. SDK-85 ユーザーズマニュアル, Intel (Japan), 1978.
4. 盧彰注, 시퀀셜 制御, 亞成出版社, 1974, pp. 2·96—2·120.
5. 元鍾盛, 最新 엘리베이터 敎本, 담수사, 1978.
6. Caxton C. Foster, Programming a micro-computer 6502, Addison-wesley, Jul. 1978, pp. 147—156.
7. C. Halatsis and A. Sokos; "Microprocessor-Controlled elevators," Electron. Eng., pp. 81—82, pp. 86—89, Oct. 1978.
8. Henry W. Ott., Noise reduction techniques in electronic systems, New Jersey: John Wiley & Sons, Jul. 1975, pp. 10—14, pp. 115—135.
9. Vladimir Matijevic and Predrag Vranic, "Control of selective-collective elevators based on the use of integrated circuits," IEEE Trans. Ind. Appl., Vol. IA-8, No. 6, pp. 793—802, Nov./Dec. 1972.
10. S. choudhuri, S.K. Basu, and S.P. Patra, "Design of control circuit of an automated elevator employing mathematic logic," IEEE Trans, Ind. Gen. Appl., Vol. IGA-6, pp. 384—393, Jul./Aug. 1970.
11. エレベーター・エスカレーター, 小特集, 日立評論, Vol. 60, No. 4, pp. 1—28, Apr. 1978.

부 록 : Assembly Program List

LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT
2000	31CF20	로거치 결구 LXI SP, 20CF	2049	AF	XRA A	2087	05	DCR B	2800	AF	PO CHK: XRA A
2003	21FA28	LXI H, 28FA	204A	D30B	OUT OB	2088	C38120	JNZ LP UD	2801	D303	OUT 28
2006	3600	FILL: MVI M, 00	204C	D609	IN 09	208B	D1	POP D	2803	D629	LP PO: IN 29
2008	23	INX H	2050	32FB28	ANI 0F	208C	C30023	JMP PO CHK	2805	E610	ANI 10
2009	7D	MOV A, L	2053	AF	STA 28FB	2091	0601	DN: MVI B, 01	2807	C30328	JZ LP PO
200A	FE00	CPI 00	2054	D30A	OUT 0A	2091	C30F20	JMP CAR EN	280A	AF	XRA A
200C	C20520	JNZ FILL	2056	D80A	IN 08	2091	0601	JMP CAR EN	280B	D303	OUT 03
200F	3E0F	MVI A, 0F	2058	E60F	ANI 0F	2094	3E0F	SP DL: MVI A, 0F	280D	D801	IN 01
2011	D820	OUT 20	205A	32AC28	STA 28FC	2094	3E0F	OUT 28	280F	E60F	ANI 0F
2013	AF	XRA A	205D	C9	RET	2096	D223	MVI A, 03	2812	4F	MOV C, A
2014	D821	OUT 21	205E	3AFB28	UP CHK: LDA 28FB	2098	3E03	OUT 2A	2813	3E0F	MVI A, 0F
2016	D822	OUT 22	2061	E608	ANI 08	209C	D5	PUSH D	2820	D820	OUT 20
2018	D823	OUT 23	2063	4F	MVI C, A	209D	0614	MVI B, H	2821	7A	MOV A, D
201A	3E01	MVI A, 01	2064	3AFA28	LDA 28FA	20A2	CDF105	CALL 05F1	2821	07	RJC
201C	D823	OUT 23	2067	B1	ORA C	20A5	65	DCR B	2821	07	RJC
201D	3E0F	FL DP: MVI A, 0F	2068	4F	MOV C, A	20A6	C24F20	JNZ LP SP	2821	00	NOP
2020	D828	OUT 28	2069	7A	MOV A, D	20AA	C9	RET	2821	51	MOV D, C
2022	3E07	MVI A, 07	206A	A1	ANA C	20AB	3AFC28	CAR CL: LDA 28FC	2821	C3AB20	JMP CAR CL
2024	D82A	OUT 2A	206B	47	MOV B, A	20AE	A2	ANA D	2821	3AFA28	UPCL: LDA ANA D
2026	1123F4	LXI D, F423	206C	C9	RET	20AF	47	MOV B, A	2821	4F	MOV C, A
2029	CDF105	CALL 05F1	206D	0602	UP: MVI B, 02	20B0	3E0F	MVI A, 0F	2821	3E0F	MVI A, 0F
202C	3E01	MVI A, 01	206E	3E0F	CAR EN: MVI A, 0F	20B2	D320	OUT 20	2821	00	NOP
202E	57	MOV D, A	206F	3E0F	CAR EN: MVI A, 0F	20B4	7A	MOV A, D	2821	51	MOV D, C
202F	AF	REQ: XRA A	2071	D820	OUT 20	20B6	D323	OUT 23	2821	CD8F20	CALL INP UT
2030	D828	OUT 28	2073	AF	XRA A	20B8	78	MOV A, B	2821	00	NOP
2032	DB29	IN 29	2074	D823	OUT 23	20B9	ANI 0F	MVI A, B	2821	00	NOP
2034	E680	ANI 80	2076	3E0F	MVI A, 0F	20BB	C86228	JZ CHK	2821	AF	XRA A
2036	CA3220	JZ IN LP	2077	D828	OUT 28	20BE	3AFC28	LDA 28FC	2821	D322	OUT 22
2039	CD9420	DLYO: CALL SP DL	2078	D828	OUT 28	20C1	90	SUB B	2821	00	NOP
203C	C36E23	JMP CHK	207A	78	MOV A, B	20C2	32FC28	STA 28FC	2821	3AFA28	LDA 28FA
203E	AF	INPUT: XRA A	207B	D32A	OUT 2A	20C5	C36E28	JMP CHK	2821	00	NOP
2040	D302	OUT 02	207D	5F	MOV E, A	20C5	C36E28	JMP CHK	2821	00	NOP
2042	DB01	IN 01	207E	D5	PUSH D	20C5	C36E28	JMP CHK	2821	00	NOP
2044	E60F	ANI 0F	207F	060A	MVI B, 0A	20C5	C36E28	JMP CHK	2821	00	NOP
2046	32FA28	STA 28FA	2081	1123F4	LP UD: LXI D, F423	20C5	C36E28	JMP CHK	2821	00	NOP
2048	32FA28	STA 28FA	2084	CDF105	CALL 05F1	20C5	C36E28	JMP CHK	2821	00	NOP

LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT	LOC	OBJ CODE	SOURCE STATEMENT
2841	3AF28	DN CL: LDA 28FB	286E	3AFA28	CHK: LDA 28FA	289C	FE04	CPI 01
2842	A2	ANA D	2871	A2	ANA D	28CE	CADD28	JZ PASS
2845	07	RLC	2872	E601	ANI 01	28D1	7A	MOV A,D
2846	07	RLC	2874	C2B928	JNZ DLY3	28D2	FE02	CPI 02
2847	07	RLC	2877	3AF228	LDA 28FB	28D4	CAE028	JZ PASS3
2848	07	RLC	287A	A2	ANA D	28D7	2E01	MVI L, 01
2849	4F	MOV C,A	287E	E608	ANI 08	28D9	C9	RET
284A	3E0F	MVI A,OF	287D	C2BF28	JNZ DLY4	28DA	2E0F	PASS1: MVI L,OF
284C	D720	OUT 20	2880	7B	MOV A,E	28DC	C9	RET
284E	79	MOV A,C	2881	FE01	CPI 01	28DD	2E07	PASS2: MVI L,07
284F	D322	OUT 22	2883	CA9D28	JZ CHK	28DF	C9	RET
2851	AF	XRA A	2886	7B	MOV A,E	28E0	2E03	PASS3: MVI L,03
2852	D322	OUT 22	2887	FE01	CPI 01	28E2	C9	RET
2854	00	NOP	2888	CA9D28	JZ CHK	28E3	78	PASS: MOV A,B
2855	3AF228	LDA	2889	CD5E20	CALL UF CHK	28E4	BA	CMP D
2858	91	SUB C	288C	3AFC78	LDA 28FC	28E5	F26D20	JP UP
2859	32FE28	STA 28FB	288F	B1	ORA C	28E8	C36C38	JMP UF CHK
285C	C39D28	JMP DF CHK	2890	4F	MOV C,A	28EB	00	NOP
285D	3AFA28	DN CHK: LDA 28FA	2891	BA	CMP D	28EC	00	NOP
285E	E601	ANI 01	2892	DA9D28	JC DF CHK	28ED	00	NOP
2861	4F	MOV C,A	2895	79	MOV A,C	28EE	00	NOP
2865	3AF228	LDA 28FB	2896	A2	ANA D	28EF	00	NOP
2868	B1	ORA C	2897	C2B928	JNZ DLY3	28FA	00	UP REQUEST
2869	4F	MOV C,A	2898	3AFA28	CHK: LDA 28FA	28FB	00	DOWN REQUEST
286A	7A	MOV A,D	2899	4F	MOV C,A	28FC	00	CAR REQUEST
286B	A1	ANA C	289A	3AFA28	CHK: LDA 28FA	28FD	00	FLOOR POSITION
286C	47	MOV B,A	289B	3AFA28	CHK: LDA 28FA	28FE	00	OUTPUT
286D	C9	RET						