

中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 마이크로프로세서로 構成하는 方案

(A Scheme for Implementing Control Panel of Central Control-Based Microcomputer with Microprocessor)

朴 夏 仁*, 晋 達 福**
(Ha In Park and Dal Bok Chin)

要 約

本 論文은 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 마이크로프로세서로 構成하는 方案을 提示하려는데 그 目的이 있다.

分散多重시스템에서 中央集中制御를 마이크로컴퓨터로 하는 경우, 이에 대한 制御盤은 종래 인터럽트 중심의 論理回路로 構成되고 있다. 그러나, 이것은 HALT 상태나 인터럽트 마스크시의 조작 불능, ROM 용량의 실질적 縮小, 프린트기판의 增大 등 많은 問題點을 안고 있다.

이러한 問題點을 해결하고, 나아가 操作案内나 自己診斷과 같은 機能도 담당시키기 위하여, 본 논문에서는 이것을 마이크로프로세서로 構成할 것을 提案한다.

이 提案의 實現 可能性을 實証하기 위하여, 本 論文에서는 구체적인 모델 시스템을 選定한 다음, 이 모델 시스템의 制御盤을 마이크로프로세서로 構成하고, 이 마이크로프로세서에게 操作案内와 自己診斷 機能도 담당하도록 한다. 끝으로, 모델 시스템의 제어반을 실제로 制作하고, 實驗을 한다. 그 結果, 制御盤을 마이크로프로세서로 構成하면 인터럽트 중심의 論理回路로 構成하는 경우에 비하여 主메모리의 실질적인 ROM 容量은 增加되고, 構成素子の 數나 프린트기판의 面積은 減少되며 信賴度는 向上된다는 등의 結論을 얻는다.

Abstract

An idea is presented in this paper that control panel be implemented with a μ -processor instead of interrupt based logic circuits. To prove that the idea is reasonable, a μ -computer controlled traffic light control system is chosen as a model, and its control panel is implemented with a μ -processor.

The result is that the microprocessor-based control panel performs its function very well.

I. 序 論

分散多重시스템에서 中央集中制御를 마이크로컴퓨터로 하는 경우, 이에 대한 制御盤은 종래 인터럽트 중심의 論理回路로 構成되고 있다.¹⁾ 마이크로컴퓨터의 경우에는 制御盤을 内部 레지스터나 制御線에 직접 接

*正會員, (全南大學校 工科大學 電氣科)
(Chunam University)

**正會員, (圓光大學校 工科大學 電子科)
(Wonkwang University)

續할 수가 없기 때문이다. 즉, 미니컴퓨터 이상의 대형 컴퓨터에 있어서는 내부 레지스터 및 制御線이 외부에서 직접 접근되므로, 制御盤을 이들과 물리적으로 직접 接續할 수가 있고, 그래서 이들 接續을 통하여 直接 制御를 할 수 있으나, 마이크로컴퓨터에 있어서는 이들이 직접 接續될 수 없으므로 直接 制御가 불가능하다. 그러므로, 인터럽트를 통하여 제어반의 操作要求를 CPU에 알리고, 이를 받은 CPU는 미리 정해진 인터럽트 서어비스 루틴을 수행함으로써 제어반의 操作要求에 응한다.

그런데, 制御盤이 이처럼 인터럽트 중심의 論理回路로 구성되면 몇가지 문제점이 있게 된다.

첫째로, 制御盤은 어느 경우에도 操作 될 수 있어야 하는데, 보통의 인터럽트는 CPU가 HALT 상태에 있거나 인터럽트가 마스크되어 있는 경우에는 동작이 되지 않는다는 것이고, 둘째로, 제어반 서어비스 루틴을 ROM에 넣어두기 때문에 그만큼 ROM의 容量이 줄어든다는 것이며, 셋째로, 복잡한 論理回路로 인하여 프린트기판의 面積, 電源容量 등이 증가된다는 것이다.

이러한 문제점들을 해결하고 나아가 操作案内와 自己診斷 機能도 이것이 담당하도록 하기 위하여, 本 論文에서는 制御盤을 마이크로프로세서로 구성할 것을 提案한다. 즉 制御盤의 基本機能인 操作과 表示 그리고 操作案内와 自己診斷 機能 등은 별도의 마이크로프로세서에게 (IM6100의 경우에는 자체내에 구비된 制御盤機能에게) 맡기고, 中央集中制御用 마이크로컴퓨터는 본래의 制御 임무에만 전념토록 하자는 것이다. 이렇게 함으로써 기대되는 効果는 中央集中制御用 마이크로 컴퓨터의 制御盤이 보통의 인터럽트 중심으로 구성될 때 야기되는 問題點들이 해소되고 自己診斷 機能을 갖추게 되는 것 외에도, 制御盤의 變更 및 擴張이 용이해 진다는 것, 能率의 이고 安全한 操作을 할 수 있다는 것, 信賴도를 높일 수 있다는 것 등등이다.

II. 모델 시스템의 選定

마이크로프로세서로 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 능히 구성할 수 있을 뿐만 아니라, 操作案内나 自己診斷 機能도 이에 맡길 수 있음을 實證하기 위하여 구체적인 實例로써 하나의 모델 시스템을 選定코자 한다.

모델 시스템으로써는 마이크로컴퓨터에 의한 幹線道路의 信號燈 線制御 시스템을 택한다. 이 시스템은 각 교차로의 信號燈을 제어하는 信號燈制御器들과 이들을 中央集中制御하는 마이크로컴퓨터로 구성된다. 信號燈制御器 자체도 소형 마이크로컴퓨터로 되어 있다. 그림 1은 이 시스템에 대한 블럭 선도이다.¹⁾²⁾³⁾

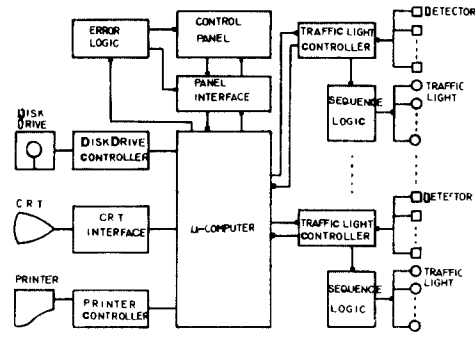


그림 1. 마이크로컴퓨터 제어 신호등 제어 시스템의 블럭선도

Fig. 1. The block diagram of microcomputer-controlled traffic controller.

信號燈制御器가 感知器로 交通流 情報를 檢出해서, 이를 中央의 마이크로컴퓨터에 傳送하면, 여기서는 이들 정보를 수집, 처리하여 週期, 分割率(split), 오프셋(offset) 등의 制御파라메터를 결정하고, 그 결과를 말단의 信號燈制御器에 送출한다. 이것을 送출받은 각 信號燈制御器들은 이에 의하여 信號燈을 점멸한다. 그러므로, 交通流 情報의 檢出, 信號燈의 制御 등은 각 교차로에 설치된 信號燈制御器(소형 마이크로컴퓨터)가 하고, 中央의 마이크로컴퓨터는 다만 이들간의 連繫處理라든가 制御파라메터의 결정이라든가 등의 綜合處理만을 한다.

이러한 일을 하는 中央의 마이크로컴퓨터로써는 本研究의 경우, IM6100 시스템을 택하였다. 그 까닭은 즉, 이 시스템이 純 CMOS로 구성되어 있어서 溫度 및 雜音에 강하므로 교차로와 같은 가혹한 환경에 적합하다는 점, 모든 命숨이 1 워드로 되어 있으므로 메모리 이용이 효율적이고 처리 속도가 빠르다는 점, 벡터 방식의 인터럽트를 쓰고 있으므로 인터럽트 응답시간이 빠르다는 점, 응용 패키지가 풍부하기로 유명한 PDP-8E를 에뮬레이션(emulation)한 것이므로 소프트웨어 開發이 용이하다는 점⁴⁾⁵⁾ 등의 이유로 마이크로컴퓨터 급으로써는 모델 시스템에 가장 적합하다고 사료되기 때문이다. 前述한 바와 같이, 本 論文이 의도하는 바는 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 인터럽트 중심의 論理回路로 구성하는 대신 마이크로프로세서로 구성하는 것이다. 이 마이크로프로세서는 별도의 것으로 해도 되고, IM6100과 같이 그 자체에 구비된 制御盤機能을 이용해도 된다. 그러나, IM6100 이외의 모든 마이크로프로세서는 그 자체에 制御盤機能을 구비하고 있지 않으므로, 一般論的 입장에서 본다면, 本研究의 경우에도 별도의 마이크로프로세서

로 制御盤을 구성하는 시스템을 택하였어야 할 것이다. 그러나, IM6100 시스템이 모델 시스템에 가장 적합하다는 前述의 이유 때문에 本 研究에서는 IM6100 시스템을 택하였던 것이다. 그러긴 해도, IM6100에 적용되는 모든 理論은 물론, 다른 마이크로프로세서에도 적용된다. 별도의 마이크로프로세서를 쓰느냐, 아니면 본 마이크로프로세서 자체에 구비되어 있는 制御盤機能을 이용하느냐의 차이밖에 없기 때문이다. (前者의 경우를 위하여 本 論文에서는 일반 마이크로프로세서 M6800으로 制御盤을 구성하는 경우도 다루었다).

이상의 이유로 本 論文에서 택한 IM6100 마이크로컴퓨터 시스템에 대한 구체적인 回路의 예를 들면 그림 2와 같다.

III. 制御盤에 대한 하드웨어 構成

中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 인터럽트 중심의, 論理回路로 구성하는 대신 마이크로프로세서

로 구성할 수 있음을 實証하기 위하여, 앞 장에서 택한 모델 시스템의 制御盤을 이 장에서는 IM6100, M6800등으로 하드웨어 構成하고, 다음 장에서는 그 소프트웨어를 構成코자 한다.

前述한 바와 같이, 마이크로프로세서 IM6100은 制御盤 機能을 따로 갖추고 있다. 이것은 CPU가 HALT 상태에 있는 경우에도 동작되는 특수 인터럽트 CPR-EQ와 주제모리와는 별도로 制御盤용의 메모리를 따로 가질 수 있도록 하는 制御盤용 메모리選擇線 CPS-EL에 의하여 이루어 진다.

이들을 이용하여 모델 시스템에 대한 제어반을 구성하면 그림 3과 같다. 이는 操作用 스위치와, 表示燈, 그리고 ROM과 RAM 등으로 되어 있다.

이중 操作用 스위치部는 여러 스위치중 어느 것인가가 단혀졌다는 사실을 CPU에 알리는 回路과 구체적으로 그 중 어느 스위치가 단혀졌는지를 CPU가 알아내는 回路로 되어 있다. 前者에 대한 구체적인 回路로

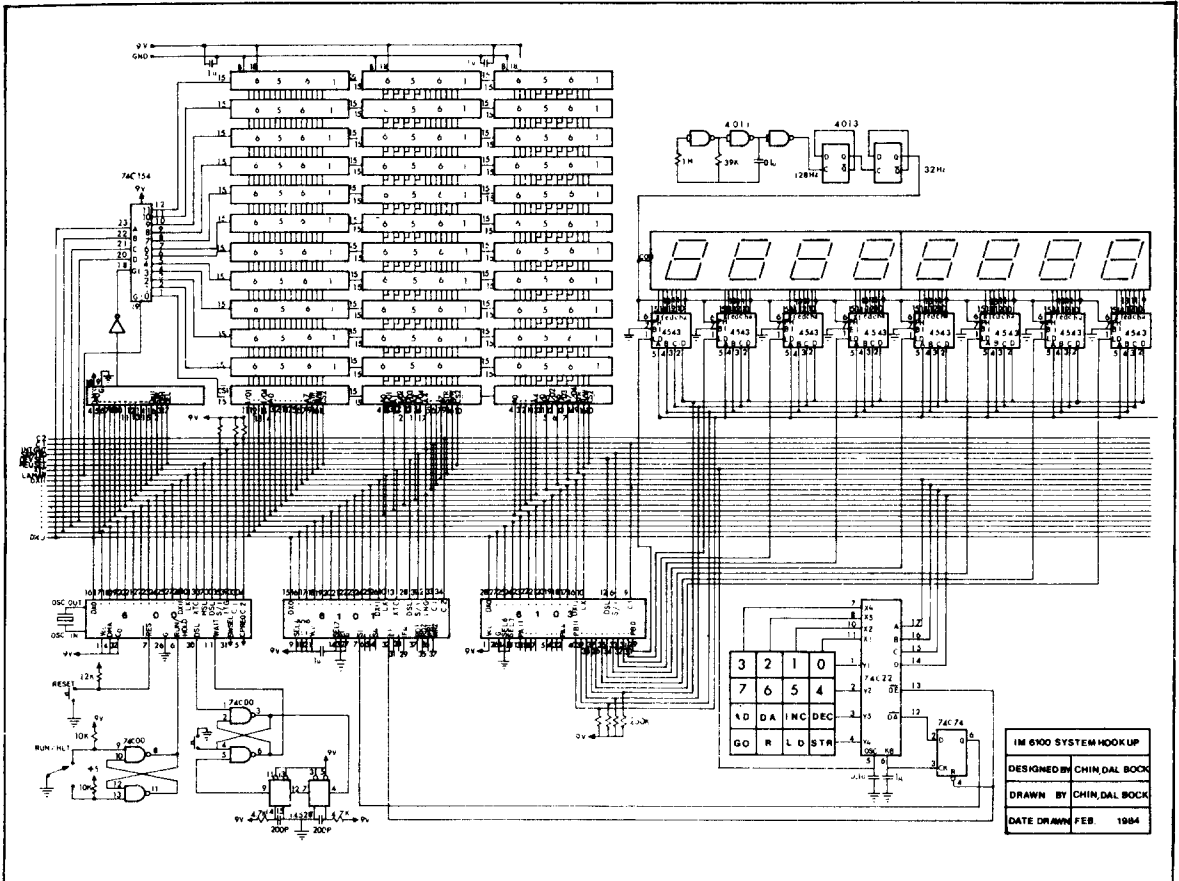


그림 2. IM6100 마이크로컴퓨터 시스템
Fig. 2. IM6100 microcomputer system.

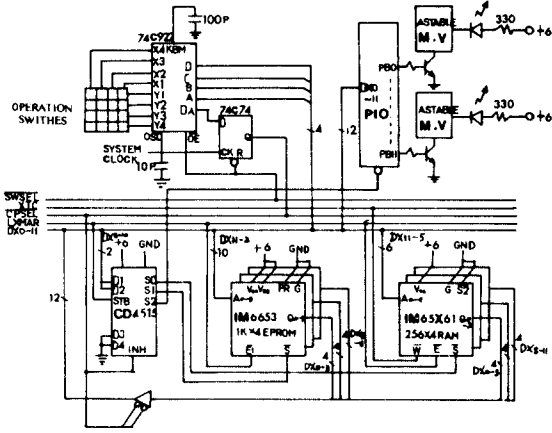


그림 3. IM6100으로 구성된 制御盤
Fig. 3. Control panel implemented with IM6100.

써 처음에는 래치 (latch) 74C373과 單發器 CD4515 등을 써서 구성하였으나, 후에 電鍵-符號器(key encoder) 74C922를 써서 훨씬 간단히 하였다. 電鍵-符號器 74C922는 入力 스위치群을 완전히 符號化하는데 필요한 회로를 구비하고 있으며, 2 키 롤오버(key rollover) 방식을 취하고 있다. 16개 키중 어느 것이 닫히면, 그것이 符號化 되어 74C922 내의 레지스터에 記憶됨과 동시에, DA 단자를 통하여 負의 펄스를 CPU의 CPSEL에 내어 준다. 이를 받은 CPU는 판넬 인터럽트에 들어가게 되는데, 이 루틴의 일환으로 구체적으로 어느 스위치가 닫혔는지를 알아내어야 한다. 이것은 OSR 명령으로 한다. 이 命令은 제 2 그룹 演算命令으로써 이것이 수행되면 CPU의 SWSEL가 論理 0으로 되는데, SWSEL는 74C922의 출력차단단자 OE에 연결되어 있으므로, 이것 또한 論理 0으로 되어, 그 안에 記憶되어 있던 키情報가 데이터 버스 DX8-DX11에 실리게 된다.

시스템의 狀態와 故障를 表示하기 위한 表示燈部는 入出力포트 IM6103과 表示燈 驅動回路, 그리고 表示燈 點滅回路 등으로 구성되어 있다. 入出力포트(PIO)는 解讀器 CD4515로 선택되고, SETPA, CLRPA, WPA 등의 命令에 의하여 최대 20개 까지의 入出力端子를 직접 제어 한다. 문제는 이 入出力포트의 출력으로 어떻게 表示燈를 點滅하느냐에 있다. 이 문제는 入出力포트의 출력으로 無安定 바이브레이터 M. V의 電源을 ON-OFF 시키는 방법을 씀으로써 해결할 수 있다.

각 信號燈의 現狀態를 표시하는 實物 모양의 信號燈 表示器는 PIO를 거칠 필요가 없었다. 각 信號燈과 직

접 結線된 LED로 표시하여 일목요연하게 파악될 수 있게 하면 되기 때문이다.

以上이 IM6100으로 制御盤을 구성하는 경우에 問題가 되었던 것들이다. 다음은 M6800으로 구성할 경우의 問題點들이다.

前述한 바와 같이, 中央集中制御의 마이크로컴퓨터로서 IM6100 시스템을 쓰지 않을 경우에는 制御盤用的 마이크로프로세서를 별도로 써야 하기 때문에, 이 경우를 위해서 가장 一般的인 마이크로프로세서 M6800으로 制御盤을 구성코자 하는 것이다. 그림 4는 그 구체적인 回路이다. 이 경우에 問題가 된 것은 역키이 操作 사실을 어떻게 CPU에 알리느냐는 문제와 電鍵-符號器 74C922내에 記憶되어 있는 키 정보를 어떻게 읽어 드리느냐는 문제이었다.

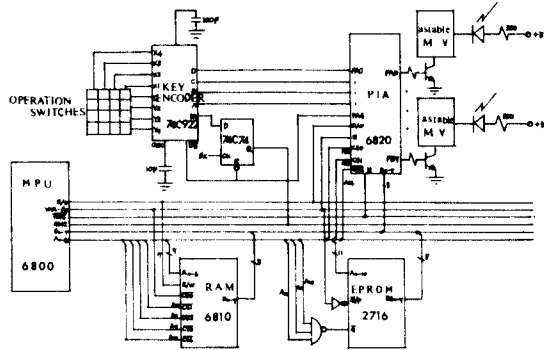


그림 4. 일반 마이크로프로세서 M6800으로 구성된 제어판
Fig. 4. Control panel by general purpose microprocessor M6800.

本 研究의 경우, 前者로서는 NMI를 이용하였고, 後者로서는 PIA를 이용하였다. M6800에는 IM6100의 SWSEL와 같은 것이 없으므로, PIA(PA4)를 통하여 負의 펄스를 74C922의 OE 단자에 넣어 줌으로써 그 안의 레지스터에 記憶되어 있던 키 정보를 출력시키고, 이것을 PA0~PA3을 통하여 읽어 드리도록 하였다. CMOS는 NMOS와 직접 접속이 가능하므로, 電鍵-符號器 74C922와 PIA M6820을 직접 結線시키었다.

IV. 制御盤에 대한 소프트웨어 구성

모델 시스템의 제어판에 대한 소프트웨어를 어떻게 구성하느냐는 操作스위치를 어떻게 구성하느냐에 직접 관계된다. 操作스위치를 구성하기 위하여 먼저 이것의 具備條件을 살펴 본다.

첫째로, 操作스위치는 上順位, 下順位 별로 일목요연하게 되어 있어야 한다. 操作員의 혼돈과 誤操作을 방지하기 위함이다.

둘째로, 操作스위치에는 計算機, 自動, 手動 등의 모드選擇스위치가 있어야 한다. 中央의 마이크로컴퓨터에 異常이 있을 경우에는 말단의 信號燈制御器 자체에 의한 自動制御가 이루어져야 하고, 또 특수한 경우에는 중앙에서 手動制御를 하여야 하기 때문이다.

셋째로, 操作스위치에는 制御盤 LOCK스위치가 있어야 한다. 누군가가 우연히 스위치를 잘못 누름으로써 생기는 사고를 방지하기 위함이다.

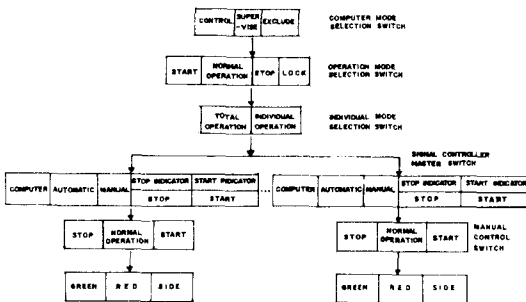


그림 5. 조작 스위치의 구성도
Fig. 5. Structure of operation switches.

이상의 조건을 감안하여 모델 시스템에 대한 操作스위치를 構成하면 그림 5와 같다. 最上位의 操作스위치는 컴퓨터모드選擇스위치이다. 컴퓨터로 신호동시시스템을 직접 제어할 경우에 쓰는 “制御”와 컴퓨터로 직접 제어하지는 않지만 操作案内를 할 경우에 쓰는 “監視”, 그리고 컴퓨터로 직접 제어하지 않을 경우에 쓰는 “除外” 등이 이에 속한다. 다음 순위의 것은 起動, 正常運轉, 停止, LOCK 등으로 이루어진 運轉 모드選擇스위치이고, 제 3 순위의 것은 각 교차로 信號燈을 전체적으로 제어할 것인지, 아니면 개별적으로 제어할 것인지를 결정하는 “全体運轉”과 “個別運轉”이다. 여기까지가 中央의 마이크로컴퓨터를 制御하기 위한 것들이다.

마지막 순위의 操作스위치, 즉 末端的 信號燈을 제어하기 위한 것이 信號燈制御器스위치이다. 이는 計算機, 自動, 手動, 起動, 停止 등으로 이루어진다. 手動의 경우는 起動, 停止 뿐만 아니라, 綠色, 赤色, 側面 등의 신호도 직접 제어할 수 있도록 되어 있다.

이러한 스위치들이 CPU 내에서 解釋되는 過程을 흐름도로 나타내면 그림 6과 같다. 이것은 메인루틴과 條件附 JUMP 命令에 의하여 분리된 몇개의 서브루틴

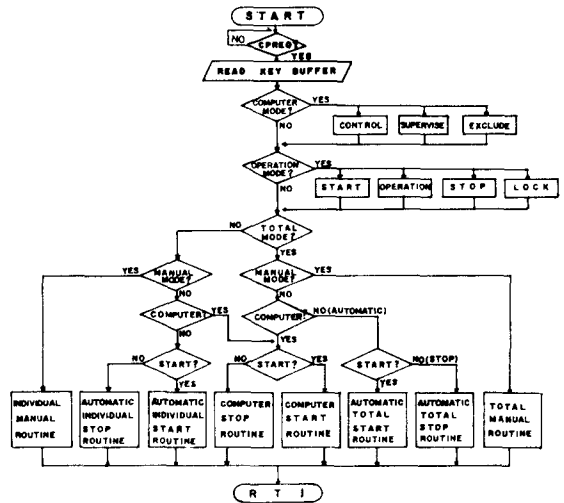


그림 6. 스위치 조작이 CPU에서 해석되는 과정
Fig. 6. Analytical process of switch operation.

으로 되어 있다. 메인루틴은 CPREQ(혹은 NMI)로 부터 시작된다. CPREQ가 들어오면 CPU는 프로그램 카운터의 내용을 制御盤用 메모리의 (0000), 번지에 스택시키고, (7777), 번지가 지정하는 번지로부터 CPREQ 서어비스 루틴을 시작한다. (NMI의 경우에는 (FFFF),₁₆번지와 (FFFD),₁₆번지가 지정하는 번지로부터 시작한다). 이 루틴이 하는 최초의 일은 키 레지스터의 내용을 읽어 드리는 일이다. 그리하여 그것이 컴퓨터 모드인지, 運轉 모드인지, 個別 모드인지를 가려내어, 이에 상응하는 中央 컴퓨터 제어용 조작 모드를 기억해 둔다. 그런 후에 말단의 信號燈制御用操作 모드를 알아내어 그것에 상응하는 서브루틴을 돌려서 조작된 스위치에 상응한 制御를 하도록 되어 있다.

V. 自己診斷 機能의 實現

이상에서 本 論文은 하나의 모델 시스템으로써 마이크로컴퓨터에 의한 幹線道路의 信號燈 線制御 시스템을 택하고, 이 시스템에 대한 制御盤을 마이크로프로세서로 실제 構成할 때 하드웨어 및 소프트웨어 면에서의 問題點들을 論하였다. 이 장에서는 이러한 制御盤用 마이크로프로세서에게 自己診斷 기능도 담당시키는 問題를 다루고자 한다.

모델 시스템에서 自己診斷이 필요한 가장 큰 이유는 安全動作이다. 모델 시스템에서 信號燈의 誤動作은 人命被害 및 財産被害와 직결되기 때문이다. 결국 시스템에 대한 信賴性, 保全性, 保守性 문제인데, 이들을 향상시키기 위해서는 信賴度가 높은 설계 및 부품을 써서 故障發生을 최대한으로 억제하고(Fault Intolera-

nce), 그래도 故障이 나면 이를 속히 診斷, 回避, 交替, 復舊함으로써 그 影響을 최소한으로 줄이어야 한다(Fault tolerance).⁽⁴⁾⁽⁷⁾

後者에 있어서 가장 중요한 것은 故障發生을 속히 自己診斷 하는 일이다. 이 일도 制御盤用의 마이크로 프로세서에게 맡기자는 것이 본 論文이 의도하는 또 하나의 일이다.

自己診斷을 일반 論理回路로 하는 대신 制御盤用의 마이크로프로세서로 함으로써 얻어지는 利益은, 시스템의 변경 및 확장에 대처하기 쉽다는 점, 信賴性을 높일 수 있다는 점, 能率의이라는 점 등등이다.

마이크로프로세서로 自己診斷을 하기 위해서는 故障發生을 檢知하는 회로와 검지된 故障發生을 CPU에 알리는 회로가 필요하다.

前者에 대한 구체적인 例으로써는, 메모리의 정상상태를 검정하는 패리티 檢定回路, 클럭 신호의 정상상태를 감시하는 클럭監視回路, 소프트웨어의 잘못(BUG)을 檢出하는 윗치 독 타이머, 교차로 신호등의 誤動作을 검지하는 信號燈 誤動作 檢知回路 등을 들 수 있다.

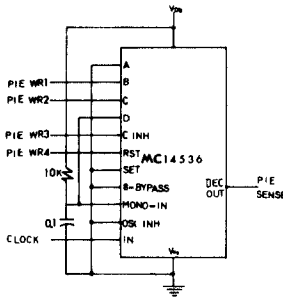


그림 7. 프로그래머블 타이머에 의한 윗치독
Fig. 7. WDT by programmable timer.

이중 윗치 독 타이머(watch dog timer)로써는 보통 수 100mS로 설정된 單發器를 이용하나, 本研究의 경우에는 프로그래머블 타이머 MC14536을 써서 그림 7과 같이 구성하였다. 이것은 前者 보다 시간이 정확할 뿐만 아니라, 그때 그때의 경우에 따라 여러 시간 모드중 어느 것을 選擇하여 쓸 수 있는 長點을 가진다. 時間모드選擇線 및 리셋線은 PIE WR線으로 制御되도록 하였고, 일정의 시간이 지난 사실을 탐지하는 것은 DO를 통하여 PIE SENSE선으로 하도록 하였다. 클럭 禁止線을 接地하지 않고 PIE등을 통하여 制御되도록 한 것은 필요한 경우에만 동작시키기 위함이다. 즉 평소에는 이 線을 論理1로 하여 카운트 동작을 못하게 하고, WDT 監視의 필요성이 있을 때에

만 이선을 論理0으로 함으로써 카운트 동작을 하도록 하기 위함이다.

信號燈 誤動作 檢知回路는 서로 直交하는 방향의 綠色 信號燈이 동시에 켜진다면, 같은 방향의 赤色 신호등과 綠色 신호등이 동시에 켜진다면, 歩行人用의 綠色 신호등과 車輛用의 綠色 신호등이 동시에 켜진다면 할 경우 등을 檢知하기 위함이다. 許可(GO)와 禁止(STOP)라는 相反된 메시지를 동시에 취급하는 信號燈 制御 시스템에서 이와 같은 信號燈의 誤動作은 심각한 사고를 초래하기 때문이다.

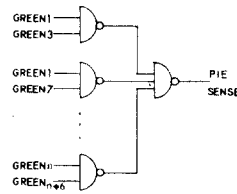


그림 8. 直交方向 綠色 신호등 및 보행인용 綠色 신호등 검지회로

Fig. 8. Circuit for traffic light checking (I).

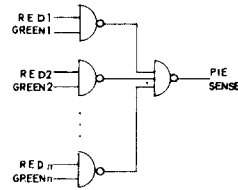


그림 9. 赤色 신호등과 綠色 신호등의 동시 ON 검지 회로

Fig. 9. Circuit for traffic light checking (II).

그림 8, 그림 9 등은 이런 경우를 檢知하는 구체적인 回路이다. 이상과 같은 回路를 써서 검지된 故障發生을 CPU에 알리는 回路로써, IM6100의 경우에는 역시 CPREQ와 CPSEL의 기능을 이용하였고, M6800의 경우에는 NMI를 이용하였다. 이들 기능과 電鍵-符號器 74C922를 써서 이를 실현하고자 할 경우에 問題가 되는 것은 74C922에서 키 역할을 하는 부분을 어떻게 故障檢知回路의 출력으로 대체해 주느냐에 있었다. 이것은 그림10과 같이, 아날로그 스위치 DG201 / IH520을 써서 해결할 수 있었다. 키가 들어갈 자리에 이것의 드레인과 소오스를 연결하고, 각 故障回路로부터의 출력을 이의 入力端에 연결하면, 故障檢知回路의 출력이 論理1이 될 때 아날로그 스위치가 단혀져서 키를 누른 것과 같은 結果를 내게되고, 그

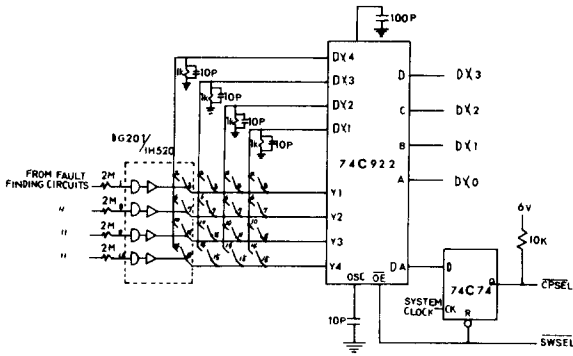


그림10. 고장발생을 CPU에 알리는 회로
Fig. 10. Circuit for alarming fault to CPU.

리하여 그 키에 해당하는 코드가 74C922의 레지스터에 기억되면서, DA-CPREQ(혹은 DA-NMI)를 통해서 키인 사실을 CPU에 알린다. 이로써 CPU는 판넬인터럽트에 들어가게 되고, 그 서어비스 루틴의 일환으로 電鍵-符號器 74C922에 기억되어 있던 코드가 A, B, C, D등을 통하여 데이터 버스로 나가는 것이다.

檢知된 故障이 制御盤에 表示되는 關係는 다음과 같이 되도록 하였다. 故障이 檢知되어 CPU가 판넬인터럽트에 들어가게 되면, 그 루틴의 일환으로 그림5의 PIO를 통하여 멀티바이브레이터의 電源을 제어 함으로써 해당 故障表示燈이 點滅되고 경보기가 울린다. 操作員이 이를 認知하여 “認知스위치”를 누르면 경보기는 꺼지지만, 故障表示燈은 계속 點滅한다. 고장 부품을 완전히 교체한 다음, “故障 리셋트” 키를 누르면 그제서야 故障表示燈도 꺼진다.

VI. 모델 시스템에 대한 實驗과 그 結果

제2장에서 本 論文을 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 마이크로프로세서로 실제 구성하기 위하여 하나의 모델 시스템을 選定하였다. 이 모델 시스템은 그림1의 블럭 선도로 표시되는, 마이크로컴퓨터에 의한 幹線道路의 信號燈 線制御 시스템이었다. 다음 사진들은 製作된 이 시스템의 外觀이다. 그중 사진1은 中央集中制御用 마이크로컴퓨터로써 本 研究에서 택한 IM6100 시스템이고, 사진2는 이와 연결된 信號燈制御器 및 이에 따른 시퀀스 회로이다. 이들은 미시간大學 마이크로컴퓨터 研究室에서 개발중이던 것을 토대로 하여 본인이 재설계, 재구성한 것이다. 원래의 것에 비하여 크게 달라진 것은 다음과 같다. 그림2에서 볼 수 있듯이, 記憶回路에서는, RAM 容量을 1K 워드에서 3K 워드로 증가하였고, WAIT回路에서는

DEVSEL와 시간지연회로를 써서 그 성능을 개선하였다. 또, 入出力回路에서는 110 보조 TTY를 74C922와 CD4543을 써서 간이형 入出力裝置로 바꾸었고, 制御盤은 本 理論에 따라 완전히 새로 설계하여, 남은 TTY를 이용해서 꾸미었다. 또, 이 시스템을 管轄하는 모니터 프로그램으로써는 ODT(Octal Debugging Technique) 프로그램을 이 시스템에 맞게 고쳐서 사용하였다. 이렇게 하여 再構成된 모델 시스템이 정상가동을 하기까지는 오랜 時間과 試行錯誤가 필요하였다. 결국 마이크로프로세서로 구성된 이 시스템의 制御盤이 제 機能을 발휘함을 확인할 수 있었다. 그 동안 시스템의 하드웨어를 수차 再設計 하지 않으면 안되었고, 이에 따라 모니터 프로그램도 수정해야만 했으나, 本 論文에서는 그 최종의 것만을 다루었다.

이렇게 하여 구성된 마이크로프로세서에 의한 制御盤은 CPU가 HALT상태에 있거나 인터럽트가 마스크 되어 있는 경우에도 동작되었고, 主메모리의 ROM용량은 2K 워드 정도 절약되었다. 또, 構成素子 數에 있어서는 인터럽트 중심의 論理回路로 구성할 때보다 74%가 절약되었고, 프린트기판의 面積은 62%로 감소되었다.

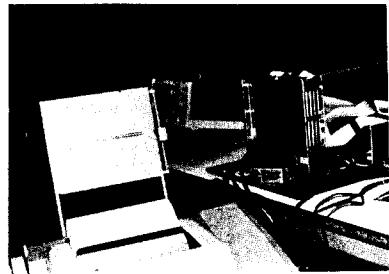


사진 1. 중앙집중 제어용 마이크로컴퓨터 (IM6100 시스템)의 외관

PIC 1. Exterior view of central control-based microcomputer (IM6100 syrtem).

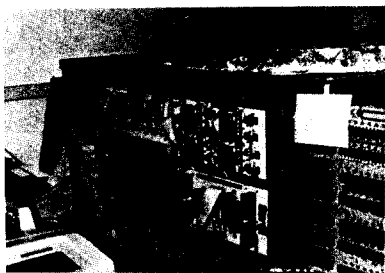


사진 2. 신호제어기 및 그 시퀀스 회로의 외관
PIC 2. Exterior view of traffic light controller and its sequence circuit.

Ⅶ. 制御盤에 대한 比較 檢討

中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 마이크로프로세서로 구성하는 편이 종래의 인터럽트 중심의 論理回路로 구성하는 것보다 우수한 점들을 前述한 것들을 토대로 綜合 比較 檢討하면 다음과 같다.

첫째로, CPU가 HALT 상태에 있거나, 인터럽트가 마스크되어 있는 경우에도 操作이 가능하다는 점이다.

既述한 바와 같이, 인터럽트 중심의 論理回路로 구성되어 있는 종래의 制御盤에서는 이런 경우에 조작이 불가능하다.

그러나, 制御盤을 M6800과 같은 별도의 마이크로프로세서로 구성하면, 본체의 마이크로컴퓨터가 HALT 상태에 있거나 인터럽트가 마스크되어 있더라도 制御盤用 마이크로프로세서는 그런 상태에 있지 않으므로 그런 경우에도 操作이 가능하고, 제어반을 IM6100으로 구성하면, 이것의 CPREQ기능을 이용함으로써 操作이 또한 가능하다.

둘째로, 제어용 마이크로컴퓨터의 실질적인 ROM 용량이 증가 된다는 점이다. 制御盤을 별도의 마이크로프로세서로 구성하거나, 같은 마이크로프로세서라 할지라도 主메모리와는 별도로 制御盤用 메모리를 따로 가지는 경우에는 이에 제어반 서어비스 루틴을 넣어 둘 수 있으므로, 그만큼 主메모리의 용량이 증가된다.

셋째로, 제어반의 기능 변경이나 확장이 용이하다는 점이다.

論理回路는 그 目的, 그 용량외에는 쓰지 못한다. 機能變更이나 확장에는 部品の 추가 및 配線의 변경이 필요하고, 長時間이 걸린다. 동일한 일을 마이크로프로세서로 구성하면 設計時나 現場調整時에는 물론 설치후에도 機能變更이나 확장이 短時間 내에 매우 용이하게 이루어진다.

넷째로, 能率的이고 安全한 操作을 할 수 있다는 것이다.

制御盤을 마이크로프로세서로 구성하여 이에 소위, 操作案内 기능을 부여하면, 시스템 상태를 마이크로프로세서가 항상 판단하여 최선의 操作方法을 操作員에게 알려주므로, 誤判斷이나 誤操作이 방지되고, 能率的이다.

인터럽트 중심의 論理回路로 구성된 制御盤에도 이러한 기능을 갖추게 할 수는 있겠으나, ROM의 용량 문제도 있고, 또 이 루틴 처리시간 때문에 본래의 업무인 制御를 적절히 할 수 없다는 문제도 있고 하여 그 실현이 어렵다.

미니컴퓨터 이상의 대형 컴퓨터에는 현재 이러한 機能이 갖추어져 있다. 그러므로, 制御盤用 마이크로프

로세서를 별도로 두고 이에 미니컴퓨터 이상의 대형 컴퓨터에서나 하고 있는 이와같은 機能도 말김으로써 마이크로컴퓨터의 能力을 증가시키자는 것이 本論文이 의도하는 또하나의 것이다.

다섯째로, 信賴性이 향상 된다는 점이다.

制御盤을 인터럽트 중심의 論理回路로 구성하면 構成素子の 數가 많아 진다는 점, 리레이와 같은 接觸性 部品이 많아 진다는 점, 配線數가 줄어 든다는 점, 제어반을 모듈화 하기가 어렵다는 점, 制御盤의 고장이 시스템 전체의 고장에 미치는 영향이 크다는 점 등의 이유로 信賴性이 저하 된다.

이 외에도 프린트기판의 面積, 電源容量 등이 감소 된다는 점, 前障에서 實證한 바와 같이 操作案内나 自己診斷 機能도 이에 말김 수 있다는 점 등을 그 長點으로 들 수 있다.

이상에서 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 마이크로프로세서로 구성하는 경우의 長點만을 들었으나, 이 경우에 해결하여야 할 問題點도 적지 않다.

制御用 마이크로컴퓨터에 대한 技術導入이 日淺한 관계로 技術蓄積이 거의 되어 있지 않다는 점, 수요가 극히 한정되어 있고 또 部品の 상당량을 외국에 의존하고 있는 우리 입장에서는 아직은 非經濟的 이라는 점, 특히 低電壓의 아날로그 신호에 대하여는 雜音 문제가 크다는 점 등이 이것이다.

Ⅷ. 結 論

分散多重시스템의 中央集中制御用 마이크로컴퓨터에 대한 制御盤을 인터럽트 중심의 論理回路로 구성하는 대신 마이크로프로세서로 구성할 것을 本論文은 제안하였다.

이를 實證하기 위하여 마이크로컴퓨터에 의한 幹線道路의 信號燈 線制御 시스템을 구체적인 모델로 택한 다음, 이 시스템에 대한 制御盤을 IM6100, M6800 등의 마이크로프로세서로 하드웨어 構成하고, 이에 대한 소프트웨어를 또한 構成하였다.

끝으로, 이러한 制御盤用의 마이크로프로세서에게 操作案内와 自己診斷 기능도 말김는 문제를 다루고, 모델 시스템을 실제로 製作하여 實驗하였다.

그 결과 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 制御盤을 마이크로프로세서로 구성하면 인터럽트 중심의 論理回路로 구성할 때 보다 主메모리의 ROM 용량은 실질적으로 증가되고, 構成素子の 數와 프린트기판의 面積은 감소된다(모델 시스템의 경우에는 이들 값이 각각 2K 워드, 74%, 62% 이었다).

(2) 制御盤用의 마이크로프로세서에게 操作案内나 自己診斷과 같은 기능도 효과적으로 맡길 수 있다.

요컨대, 지금껏, 시스템의 制御와 制御盤機能을 하나의 中央 마이크로프로세서로 처리해 오던 것을, 本論文에서는 이를 機能分割하여 制御盤機能을 별도의 마이크로프로세서에게 분담시킴으로써, 制御盤機能을 信賴性 기타 여러 면에서 향상시켰을 뿐만 아니라, 현재 미니컴퓨터 이상의 대형 컴퓨터에서나 하고 있는 操作案内라든가 自己診斷 등의 기능도 이 마이크로프로세서로 처리케 함으로써, 中央集中制御用 마이크로컴퓨터의 能力 또한 대폭 확장시켰다.

制御盤用의 마이크로프로세서로 自己診斷 이외의 耐故障性이 있는 시스템(Fault tolerance system)을 실현시키는 일은 앞에서 말한 實驗 계속의 일과 함께 차후의 課題로 할 예정이다.

參 考 文 獻

- [1] J. Little and A.T. Thomas: *Operators Console Consideration in Microprocessor System Design*. Computer Design, pp. 87-92, Nov. 1978.
- [2] D. Gazis; "Traffic control: from hand signals to computers," *Proc. IEEE* vol. 59, no. 7, pp. 1090-1099, 1971.
- [3] M.E. Jones et al; "Microprocessor control of traffic light." *Micro-Proc. Auto. & Commun.* no. 48 pp. 99-107, 1981.
- [4] A.T. Thomas: "Architecture and applications of a 12-bit-CMOS microcomputer" *Proc. IEEE*, vol. 64, no. 1, pp. 873-881, 1976.
- [5] R.C. Sanford; "Twelve bits are usually better." *Computer Design*, vol. 22, no. 7, pp. 106-115, 1983.
- [6] W.S. Holderby; "Maintainability considerations in a fault-tolerant systems design," *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, vol. IE-31, no. 2, pp. 120-129, 1984.
- [7] A. Aviziennics; "Fault-tolerant systems," *IEEE Trans. on Computers*, vol. C-25, no. 12, pp. 1304-1311, 1976.

[1] J. Little and A.T. Thomas: *Operators Console Consideration in Microprocessor Sys-*