

PIC 컨트롤러를 이용한 KEYPAD 검사 시스템 개발

최광훈*(전북대 원), 권대규**(전북대 MRC), 전규철*** (SMK), 이성철****(전북대 MRC)

Development of the Keypad Test System using PIC Controller

Kwang-Hoon Choi*(Graduate School, CNU), Tae-Kyu Kwon**(CNU, MRC), Kyu-Cheol Chon*** (SMK), and Seong-Cheol Lee****(CNU, MRC)

ABSTRACT

This paper presents the development of a keypad test system for the improvement of the working environment and productivity improvement using the microprocessor PIC16F877 Chip. In order to detect the fault of keypad products, the design of hardware and software is performed in this system. All controls of the system is implemented by the 8 bit one chip micro-controller PIC. This keypad test system can also recognizes the work process, the work result and the fault position of the keypad which is made by the method of a flexible printed circuit (FPC) and construct the database about test results using personal computer. The experimental results show the effective performance of the keypad test system.

Key Words : Keypad test system(키보드 검사 시스템), PIC micro-controller (PIC 마이크로 컨트롤러), Flexible printed circuit (유연 인쇄기판), Working environment(작업 환경)

1. 서 론

일반 컴퓨터, 노트북 컴퓨터, 자동판매기, 현금 인출기 등 입력장치에 사용되는 키패드(keypad) 제작 시에 각 키의 기능이 정상적으로 작동되는가를 검사하는 과정이 필수적인데, 현재 키보드를 생산하고 있는 (주)SMK에서 사용하고 있는 검사기는 생산성이 떨어지고, 기능이 단조로워 오류를 찾거나 데이터를 관리하는데 수동적이고 많은 시간을 요하고 있다. 또한 이러한 검사기는 오래 전에 개발된 외국제품으로 아날로그 방식이며 구조가 복잡하고, 제어와 검사 과정들을 하드웨어적인 방식으로만 수행하도록 설계되어 있어서 추후 더 많은 키를 가지는 다양한 제품을 검사할 수 없거나 사용자가 정보를 인식하는데 불편한 단점들을 가지고 있고, 또한 가격도 고가인 실정이다. 특히, 검사자가 작업하는데 있어서 검사과정이나 결과 등을 청각에만 의존하면서 검사하도록 설계되어 있어 비효율적인 시스템이 되고 있다. 이는 곧 생산성 저하로 이어지고 불량 제품에서 여러 위치를 정확히 파악하지 못하므로 제품 개선에 어려움이 있다. 이에 따라, 경제적이고 현실성 있는 검사가 요구되고 작업자 위주의 편리한 키패드 검사 장치의 필요성이 대두되게 되었다.

본 연구는 컴퓨터 및 일반 단말장치의 키패드 여러 유무를 판단하고 인식하는 키패드 테스트 시스템을 개발하는 것을 목적으로 한다. 구성하는 하드웨어는 8비트 CMOS Onechip PIC micro-controller를 이용하여 모든 제어를 할 수 있도록 하였으며, 또한 컴퓨터와 인터페이스하여 검사자에게 검사 과정과 결과, 그리고 불량 위치 등을 모니터링 할 수 있고, 검사한 결과들에 대한 데이터 베이스(database)를 구축함으로써 생산성 향상과 검사자의 검사환경 개선을 위한 디지털 방식의 키패드 검사 시스템을 개발하고 그 실현성을 확인하게 되었다.

2. 키패드의 구성 및 검사 항목

2.1 키패드의 구성

Fig.1은 두 개의 유연 인쇄기판(flexible printed circuit : FPC)을 분리해 놓은 모양의 키패드 사진이다. 여러 종류 중에서 Fig.1은 윗 쪽에 8핀을 가지고 있는 FPC A면과 아래의 6핀을 가지고 있는 FPC B면으로 구성되며 이들은 서로 맞붙어 있다. 각각의 핀들은 서로 접촉하지 않고, 핀과 원형 모양의 부분들은 각각 연결되어져 있으며, 일정한 공기를 주입하여 겹쳐 놓았을 때에는 FPC A면과 FPC B면의 원

형 모양의 부분들이 서로 미세한 간격을 유지하며 떨어져 있다. 따라서 겹쳐져 있는 상태에서 원형 모양의 부분들을 누를 경우 서로 접하게 되며, 이 부분에서 미소의 저항 값을 갖게 된다.

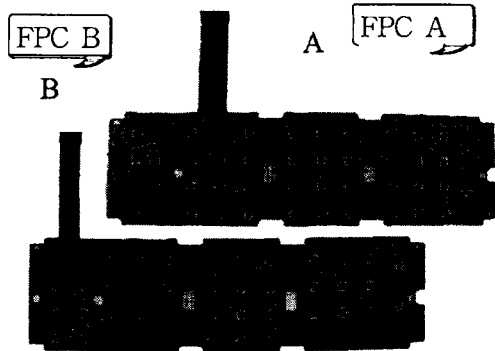


Fig. 1 Shape of the tested keypad

2.2 검사 항목

키패드 검사 시스템에서 이루어지는 검사항목의 구성 및 검사 진행은 Fig.2와 같다. 모든 검사 항목에는 검사기준 들이 있으며 이 검사기준을 만족하여야 하고, 그렇지 않은 제품은 검사 후 불량 제품으로 판정하게 된다. 따라서 키패드 검사 시스템도 이러한 각각의 검사 항목의 기준에 따라 구성되었다.

검사항목으로는 절연저항 검사, 접촉저항 검사, 내압 검사로 총 3가지의 검사과정으로 이루어져 있으며, 검사항목 각각에 대한 검사 알고리즘과 다양한 키패드 제품을 검사할 수 있는 범용의 검사 알고리즘을 고급 언어인 C 언어를 이용하여 개발하고, 최적의 PIC 마이크로 컨트롤러를 선택하여 검사 시스템의 하드웨어를 설계하였다.

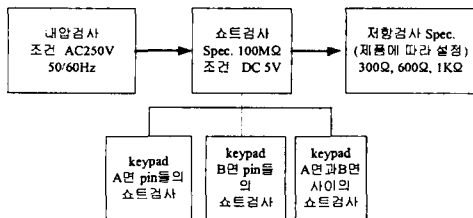


Fig. 2 Block diagram of the test items

3. 하드웨어

Fig.3은 키패드 검사 시스템의 구성도이다. 하드웨어에 5V 전압을 공급하는 전원부, 모든 제어를 담당하게 될 프로그램이 실행되는 PIC 마이크로 컨트롤러, 하드웨어와 컴퓨터의 인터페이스를 위한 통신부(RS232C), 입출력 확장부, 검사 대상인 키패드가

삽입된 키보드, 그리고 주변 회로로 구성된다.

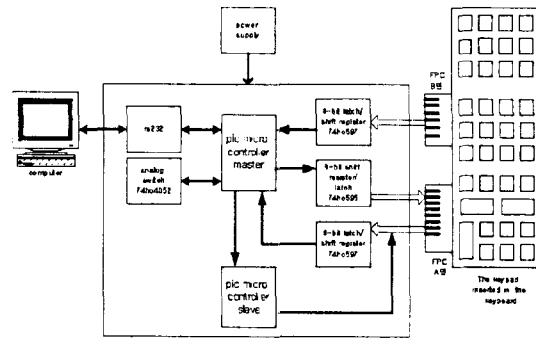


Fig. 3 Block diagram of the system

3.1 PIC 마이크로 컨트롤러

PIC 마이크로 컨트롤러는 전체 시스템 제어를 담당하는 부분으로 데이터 입출력 제어, 주변 IC 선택 및 제어, 통신 제어 등을 프로그램 실행에 따라 수행한다. 마이크로 컨트롤러로 사용된 PIC16F877 칩은 8K 워드의 플래쉬 프로그램 메모리, 368바이트의 데이터 메모리, 256바이트의 EEPROM을 가지고 있어서 프로그램 수정 및 추가가 가능할 뿐만 아니라 33개의 많은 포트의 입출력 방향을 자유롭게 바꿀 수 있다. 또한 A/D 변환 기능이 내장되어 있으므로 A/D 변환기 IC를 별도로 사용할 필요가 없다. 따라서, 이와 같은 기능을 가진 마이크로 컨트롤러로써 PIC 16F877을 선정하였으며, 기존의 복잡했던 주변회로들을 줄여서 더욱 간단한 회로 설계를 가능하게 하였다.

3.2 통신

통신은 하드웨어와 컴퓨터간의 통신과 마이크로 컨트롤러(master)와 마이크로 컨트롤러(slave)간의 통신으로 모두 시리얼 통신 프로토콜을 사용한다. PIC 16f877 마이크로 프로세서는 USART (Universal Synchronous Asynchronous Receive Transmitter)가 내장되어 있어 RS232C를 이용하여 컴퓨터와 통신하게 된다. 컴퓨터는 데이터와 제어 명령을 주고받으며 하드웨어의 검사 과정 및 결과를 시각적으로 검사자에게 전달하게 된다. 또한 주-마이크로 컨트롤러(master)와 별도의 중-마이크로 컨트롤러(slave) 서로 간에는 I²C 프로토콜을 이용한 2라인 시리얼 통신을 통하여 데이터와 제어 명령을 주-마이크로 컨트롤러(master)는 중-마이크로 컨트롤러(slave)에게 전달하고 중-마이크로 컨트롤러(Slave)는 데이터와 제어 명령을 받아서 그에 따른 실행한다.

3.3 핀(Pin) 확장

키패드는 제품마다 핀수가 다르다. 따라서 여러 종류의 다양한 키패드를 검사할 수 있는 검사 시스템을 개발하기 위해서는 많은 수의 입출력 핀을 필요로 한다. 현재 제작되고 있는 키패드는 최고 30개의 핀을 사용하지만 추후 개발될 수 있는 더 많은 키를 사용하는 키패드를 검사하기 위해서는 더 많은 핀을 요구한다. 그러나 키패드 검사 시스템의 마이크로 컨트롤러의 경우는 33개의 입출력 핀만을 사용할 수 있다. 따라서 핀 확장은 하드웨어 설계에서 꼭 필요한 부분중 하나이다. 해결방법으로 모든 8bit 입출력 데이터를 시리얼 방식으로 1bit 입출력 데이터로 만들어 사용하도록 하였으며, 출력으로 사용되는 핀의 확장을 위해서는 Shift Register/Latch (74HC595) IC를, 그리고 입력으로 사용되는 핀의 확장을 위해서는 Latch/Shift Register(74HC597) IC를 사용하였다.

4. 소프트웨어

키패드 검사 시스템의 전반적인 제어 흐름은 Fig. 4와 같다. 초기 화면을 실행한 후 대표 기종을 선택하고, 다음으로 제품 기종을 선택하면 검사 메인 화면이 실행된다. 메인 화면이 실행되면 하드웨어가 검사를 시작할 준비를 한다.

마이크로 컨트롤러에서는 C언어를 사용하여 프로그래밍 하였으며, PIC 전용 컴파일러를 사용하였다. 먼저 초기화를 실행하고 다음 쇼트검사 스위치를 작동하면, 외부 에지(edge) 인터럽트를 통해서 쇼트검사가 실행된다. 쇼트검사가 끝나면 바로 저항검사가 시작되며, 저항검사는 키보드의 키를 눌러 모든 키를 검사하게 된다. 모든 검사에서 오류가 발생하면 검사 루프에서 빠져 나와 오류 프로그램을 실행한다.

데이터 베이스는 여러 개의 TABLE로 구성되어 있는데 키보드가 눌러지지 않는 키보드의 설계를 수용하기 위한 키보드 LAYOUT 테이블은 X, Y좌표 필드와 키패드가 상하 좌우 어느 쪽 키패드와 결합되는지 여부를 결정하기 위해 필드를 가지고 있다. 여러 종류의 키패드에서 오는 신호를 수용하고 하드웨어에서 전송되는 신호와 독립적으로 프로그램을 작동시키기 위해서 하드웨어와 프로그램의 신호를 맞추기 위한 테이블 KEYBOARD_MAP을 구성하고, 작업자가 순서적으로 체크하기 위하여 작업순서를 정의하는 CHECK_KEYBOARD 테이블을 만들었다. 또한, 소프트웨어와 하드웨어와의 지속적인 통신을 위해 소프트웨어에서 각 테스트 시작과 끝에 신호를 전송하고, 하드웨어로 보내면 하드웨어에서는 검출된 신호를 보내주어 작업 순서를 체크하도록 설계하였다.

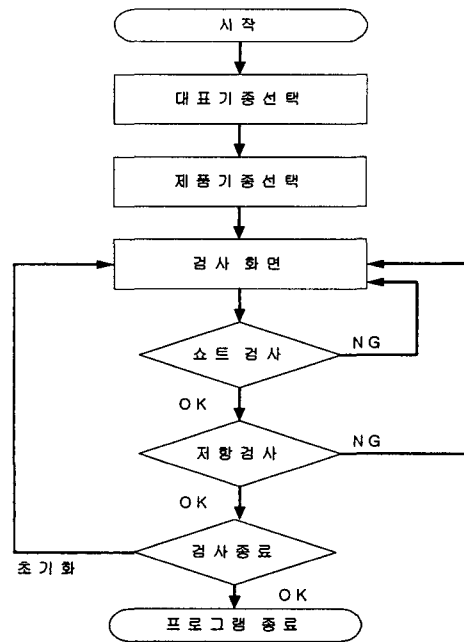


Fig. 4 Flowchart of the keypad test system

5. 실험 및 고찰

여러 종류의 키패드가 사용되고 있지만 그 중 가장 많이 사용하고 있는 Fig.1의 키패드가 삽입된 44개 키를 갖는 키보드를 가지고 실험을 하였으며 Fig. 5는 설계되어 제작된 하드웨어 장치와 검사화면을 나타내는 컴퓨터, 그리고 실험에 사용된 키패드로 시스템의 전체적인 모습을 보여주고 있다. 실험은 키패드 검사 시스템에 사용되어진 알고리즘이 각각의 검사 항목에 대한 기준 조건들을 만족하는지 또한 만족하지 않은 범위의 값일 경우 오류를 판정하는지를 반복적인 실험을 통하여 검증하였다.

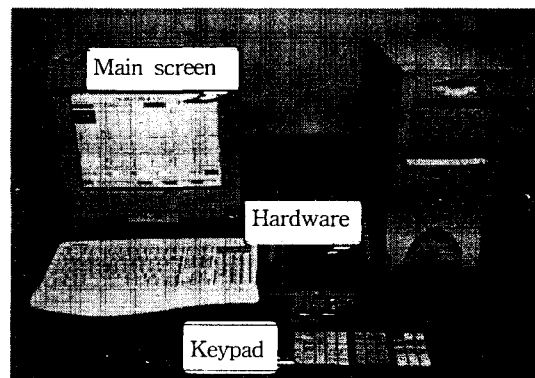


Fig. 5 Photo of the experimental set-up

쇼트 검사는 쇼트 검사 스위치를 누르면서 시작되며, FPC A면의 각 핀들에 대한 쇼트 상태 검사가 이루어진 후 FPC B면의 각 핀들에 대한 쇼트 상태 검사가 실행된다. 그리고 FPC의 A면과 B면 사이의 쇼트 상태를 검사하여 쇼트가 발생한 위치를 찾을 수 있었다. 각 핀들에 대한 10회의 반복 실험을 통하여 모든 핀들이 10회 모두 쇼트 상태를 검출하였다. 따라서 쇼트 검사는 성공적으로 실행되고 있음을 실험을 통하여 검증할 수 있었다.

저항 검사는 FPC A면과 FPC B면과의 접촉 상태에서 발생하는 저항 값을 측정하게 되며, 제품의 종류에 따라 각각의 기준 조건이 다르게 된다. 실험에 사용된 키패드의 경우는 기준 저항조건이 300Ω으로 키를 눌렀을 때 저항 값이 300Ω 이하의 값을 가지는 제품을 정상 제품으로 판정한다. 따라서 저항 값을 측정하는 대신에 전압 값을 측정하여 PIC 마이크로 컨트롤러의 10 비트 A/D 변환기를 사용하여 얻어진 2진 데이터를 미리 측정하여 프로그램에서 설정해 놓은 기준 값과 비교함으로써 저항검사를 할 수 있었다. 또한, 저항검사 과정을 컴퓨터 상에 모니터링하기 위해 모든 키에 각각 고유의 키 값을 가지게 하여 눌려졌을 때 컴퓨터에 눌러진 키 값과 하드웨어에서 이루어진 저항검사의 결과를 전송하여 키의 위치를 파악하여 검사된 키와 검사되지 않은 키 그리고 저항검사의 합격여부를 알려주어 검사과정에서 모든 키를 검사할 수 있도록 하여 실험하였다.

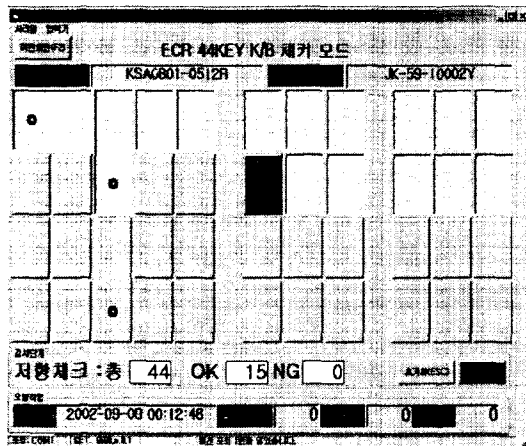


Fig. 6 Main screen of the keypad test system

각 키를 짧은 시간에 연속적으로 10회 반복하여 검사하는 실험에서는 저항 값을 제대로 계산하지 못하고 있는 문제를 발견할 수 있었으며 이는 키 위치 검출과정에서 키 위치검출 시간과 저항 값을 측정하는 시간 차이가 발생함을 알 수 있었다. 따라서 저항 값을 측정하는 시간에 50ms의 지연시간(delay time)을 줌으로써 이 문제를 해결할 수 있었다.

소프트웨어 프로그램은 Visual Basic으로 작성되었으며, 키패드 검사 시스템의 메인 화면은 Fig.6과 같다. 저항검사를 실행하고 있는 화면이고, 음영으로 나타난 부분이 검사를 마친 키의 모습이며 다음 눌러야 되는 키의 위치를 빨간색으로 표시하여 검사자에게 어떤 키까지 검사하였는지를 알려주고 있다.

모든 검사는 이 화면에서 이루어지며 키패드 종류에 따라 검사 메인 화면의 키 배열이 달라지게 되고 하드웨어의 작동에 따라 제어명령과 데이터를 송수신하면서 검사 수행 과정과 검사결과를 표시한다. 검사 완료 후에는 검사숫자와 OK 숫자 또는 NG 숫자가 하나씩 증가하게 되어 검사한 제품의 수량 및 합격 제품의 수량, 불량 제품의 수량 등을 저장한다. 또한, 제품의 검사 과정과 불량 제품에 대한 확인 및 제품의 불량이 발생한 위치를 확인시켜 주어 불량 제품의 생산을 줄일 수 있게 하였고, 컴퓨터를 통하여 모니터링할 수 있도록 구현하여 신뢰성 있는 키패드 검사기를 개발하였다.

6. 결론

본 연구는 개인용 및 노트북 컴퓨터, 자판기 등의 키패드 검사시스템의 시작품을 설계하고 제작하였다. 제작된 시스템은 PIC 마이크로 컨트롤러와 통신부, 입출력 확장부 및 주변 회로들로 구성되며, 컴퓨터와 검사기 하드웨어와의 통신으로 검사 과정과 결과를 시각적으로 인식할 수 있도록 프로그램을 개발하였다. 모든 검사과정은 설계된 시스템으로 실험을 통하여 검증되었고, 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구에서 개발된 키패드 검사 시스템을 사용함으로써 (주)SMK 현장에서는 기능인이 아닌 일반인들도 짧은 시간에 사용법을 익힐 수 있고, 또한 작업 데이터도 편리하게 관리할 수 있어 생산성을 향상시킬 수 있었다.

참고문헌

- 오정원, "PIC 마이크로용 C언어 CCS-C 실전 가이드," 컴파일 테크놀로지(주), 2002.
- 박재삼, 신대섭, "Visual Basic을 이용한 컴퓨터 인터페이스 응용," 세화출판사, 2002.
- 박선희, "비주얼 베이직 6 파워 프로그래밍," 아트넷 출판사, 2001.
- 신철호, "PIC 마이크로용 C언어 입문," 컴파일 테크놀로지(주), 1997.
- PIC16F87X DATA SHEET, Microchip Technology, 2001.