

## 실장 PCB의 기능 검사 자동화

박종진, 임영철, 김의선, 김태근, 조경훈<sup>o</sup>  
전남대학교 공과대학 전기공학과

### Automatic Function Test System for Parts Mounted PCB

J.K. Park, Y.C. Lim, E.S. Kim, T.G. Kim, K.H. Cho<sup>o</sup>  
Department of Electrical Engineering  
Chonnam National University

#### ABSTRACT

This paper proposes a method of automatic function test for parts mounted Printed Circuit Board. For this purpose, we designed a Data Acquisition Equipment, PC interface card and inspection software. The experiment was done for the coffee vending machine and its result was good.

#### 1. 서론

오늘날의 전자 산업은 반도체 기술의 진보로 전자기기의 디지털화와 제품의 소형화, 경량화 및 고품질의 시대를 열고 있다. 이러한 요구 및 기기의 다기능화, 고속화 및 저가격화를 충족시키기 위해서는 제품 자체가 작으면서도 그 역할을 충분히 수행할 수 있는 인쇄회로 기판( PCB : Printed Circuit Board )이 절대적으로 필요하게 되었다.

PCB의 설계도 종래의 설계 환경과는 달리 다양한 종류의 부품과 고밀도의 배선 및 단층, 양면기판 뿐만 아니라 더 나아가 여러층의 다층 기판을 취급하게 되었다. 또한, PCB는 자동차와 공업제품 및 의료용 기기, 컴퓨터, 우주항공, 통신장비, 가전제품 등 모든 산업분야에 걸쳐 이용되는 만큼 확실한 품질과 고신뢰성을 보장해야 한다.

PCB의 고밀도, 고기능화와 더불어 PCB의 측정장비도 다종다양화 되고 있으며, 검사 기술도 높은 수준을 요구하고 있다. 이러한 PCB의 검사에는 부품이 탑재되지 않은 베어(Bare) PCB상태에서 PCB 패턴간의 쇼트, 오픈 및 절연내압을 검사하는 베어 보드 검사와 부품 실장후의 부품의 정수, 정특성

등을 검사하는 인서킷(In-Circuit) 검사가 있다.<sup>[1]</sup> 그리고 기판이 가지고 있는 회로기능을 검사하는 것으로 기판에서 필요로 하는 신호 및 전원을 인가시키고 출력을 측정하여 정상적인 동작 유무를 검사하는 기능검사등이 있는데,<sup>[2]</sup> 일반 산업 현장에서 Bare Board 검사와 In-Circuit 검사의 경우는 컴퓨터를 이용하여 대부분 자동화가 되어 있다. 그러나, 실장 PCB에 관한 기능 검사는 검사자가 여러 입력 신호들을 직접 조작하여 출력을 육안으로 확인하는 수동검사가 행해지고 있으며 직접 많은 신호들을 확인해야 하기 때문에 오판검률이 높고, 검사에 높은 숙련도와 그에 따른 특정 인력이 필요하다. 최근에는 PC와 검사JIG를 이용한 기능검사 자동화가 시작 되었으나 각 PCB에 따른 JIG를 개별 제작해야 하는 경제적인 부담으로 산업 현장에서는 쉽게 설치되지 못하고 있다. PLC( Programmable Logic Controller )를 이용한 자동검사의 경우, 경제성은 있으나 양호 또는 불량만을 판정할 뿐이어서 불량률의 위치 등은 알 수 없고, 검사할 기종이 변하게 되면 그 측정장비의 배선 및 프로그램을 변경해야 하는 단점을 가지고 있다.

따라서 본 논문에서는 디지털 PCB의 기능 검사를 하는데 있어서 기존의 수동검사나 PLC검사에 의해 발생하는 불편을 해소하고, 검사 JIG를 사용하지 않는 데이터 수집 장치를 설계하여 경제적인 비용으로 PCB의 기능 검사를 할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

#### 2. 기능 검사

기능 검사는 검사되는 PCB가 정해진 입력에 대해 예정된 출력을 내는지 확인 하는 것이다. 그러므

로 기능검사의 자동화를 위해서는 PCB에 인가할 입력을 발생하는 장치와 순차적인 출력을 확인하는 논리적인 장치가 필요하게 되는데 이는 PC를 이용할 수 있게 한다.

일반적으로 디지털 PCB의 입출력 신호의 전기적 특성은 PC에서 사용되는 전압이나 전류와 같지 않으므로 두 시스템간의 직접적인 연결은 어렵다. 따라서 두 시스템간의 정보 전송 기능은 유지하면서 전기적으로는 절연이 되는 구조의 신호변환 장치가 요구된다.

디지털 PCB의 신호는 Low 또는 High의 2치 신호이므로 PCB 입출력의 한 신호선은 PC에서의 한 비트에 해당된다. 따라서 M개의 입출력을 갖는 디지털 PCB를 위해서는 M비트가 필요한데 PC의 데이터 버스 폭에 제한이 있으므로 M이 PC의 버스 폭 보다 클 경우 디지털 PCB의 출력을 PC버스 폭으로 집단화 해야 한다. 이 경우 그림 1과 같이 집단간의 신호에 시간적인 차이가 있게 되는데 그 시간 차이가 디지털 PCB의 전체적인 동작 시간에 비해 충분히 짧다면 기능검사에 아무 영향도 미치지 않을 것이다.

디지털 PCB의 자동 기능검사에서 중요한 것은 PCB의 동작을 판정하는 프로그램이다. 수동 검사에서 검사자의 숙련도가 검사의 신뢰도에 직접적인 영향을 주듯이 검사 프로그램의 수준이 자동 검사의 신뢰도에 중대한 영향을 미친다. 기능 검사가 디지털 PCB의 출력이 정상적으로 발생하는지 확인하는 것이므로 어떤 표준이 되는 정상적인 데이터와 현재 출력의 데이터를 비교 하면 검사를 할 수 있다.<sup>[3]</sup> 따라서 표준적인 데이터의 작성이 필요하다. 표준 데이터의 작성은 PCB의 기능 분석을 통해 기준 패턴을 생성할 수 있지만 이것은 PCB 각각의 동작을 모두 이해 해야 하는 부담이 된다. 그러므로 정상적인 동작을 하는 수 개의 PCB를 실제 동작 시키면서 실제 출력을 PC로 입력하여 각 파형의 논리적인 합을 구하는 것으로 표준 데이터를 작성한다면 쉽게 작성할 수 있다.

표준 데이터와 측정 데이터의 비교는 입력된 파형으로 부터 특징을 구하고 그 특징을 비교한다. 디지털 PCB의 출력이 2치 신호 이므로 그림 2에서 신호의 변화가 발생하는 시점  $t_1$ 와 변화 기간  $t_2-t_1$  또는 동작이 종료할때 까지 신호 변화의 회수 등이 특징이 된다.

### 3. 실험 및 결과

본 연구에서 제안된 검사 방법에 대한 검증을 위해 커피 자판기(자동 판매기)를 대상으로 실험을 하였다.

#### 3.1 커피자판기의 원리 및 구성

커피 자판기는 동전을 투입함으로써 따뜻한 음료나 차가운 음료를 자동적으로 컵에 공급하는 기계이다.

이와 같은 동작을 하기 위해서는 컵의 유무, 온수통의 물의 유무, 냉수통의 물의 유무, 온수통의 물의 온도 및 배수통의 만수 여부 등 판매할 수 있는 조건을 만족하여야 하고 주변장치를 초기화 시켜야 한다.

자판기는 판매조건을 만족시키기 위한 초기화가 되고 나면 판매대기중으로 있다가 동전투입을 감지하여 동전의 액수에 맞는 메뉴가 램프로 표시되고 선택 버튼이 눌러지면 선택된 제품이 공급된 다음 다시 판매조건을 만족시킨 후 판매대기 상태로 되는 순차적인 동작을 반복한다.

자판기의 시스템은 크게 그림 3과 같이 Control Box와 표시부 및 구동부, 코인 메카니즘 등으로 구성되어 있다.<sup>[4]</sup>

구동신호들은 각종 모터와 밸브 및 램프, 선택버튼 표시등, 타이밍신호, 매진신호, 릴레이 등 59개가 있고, 배수, 상하한스위치와 써모 및 센서 등으로 11개가 있다. 이와같은 많은 신호들을 검사기에 LED로 나타내어 검사를 하게 된다.

자판기의 대부분 구성소자들은 릴레이와 접속이 되어 연속동작을 하게 된다. 구성소자에 대해서 살펴보면 다음과 같다. 커피, 차, 냉음료에 따라 커피밸브, 차 1,2,3 밸브, 냉음료 1,2,3 밸브 등 각각의 급수밸브가 있다. 그리고 안전장치에 필요한 배수스위치와 상,하한 스위치 및 과열방지써모, 냉판방지써모 등 여러 센서 및 스위치가 있다.

#### 3.2 실험장치 구성

##### 3.2.1 하드웨어 구성

자동 PCB 동작 검사장치는 IBM-PC와 병렬 인터페이스카드, 포토 커플러를 이용한 데이터 수집장치로 구성되어 있다. 전체적인 자동 PCB 동작 검사장치의 구성은 그림 4와 같다.

검사 자동화를 위해서는 자동판매기의 Control Box 구동신호들을 컴퓨터로 연결해야 한다. 구동

신호 중 각종 모터와 밸브 및 램프, 선택버튼 표시등, 타이밍신호, 매진신호 릴레이 등 59개는 PC의 입력신호로서 받아들이고, 배수, 상하한 스위치와 써모 및 센서 등의 11개는 출력신호로서 동작하게 된다. 따라서 입출력이 가능하고, 프로그램을 할 수 있는 LSI인 8255가 4개 필요하고 측정물과 8255사이의 신호전달은 포토커플러를 사용했다.

자판기를 동작 시키기 위해 동전을 투입해야 하는데 이를 수동으로 해야 한다면 자동 검사의 의미가 없어진다. 따라서 동전 투입 장치의 기존 회로를 분석하여 동전 투입 신호를 PC에서 전기적으로 인가함으로써 이를 해결 하였다.

### 3.2.2 소프트웨어 구성

PCB 자동 검사의 프로그램은 작업의 신속성과 작업의 편리성을 위하여 모든 작업을 통합환경내에서 처리할 수 있도록 하였다. 각 PCB의 종류에 따라 정상적으로 동작되는 신호의 결과를 저장하기 위해 신호 데이터를 수집하고 정상 신호의 데이터를 확일로 저장하는 기능을 구축하였다. 또한 각 PCB의 종류에 따라 샘플링 시간이 다르게 되므로 프로그램에서 그 주기를 조절하여 그 PCB에 맞게 샘플링 시간을 선택하도록 하였다. 그리고 화일에 저장된 정상 신호와 수집된 검사 대상의 신호를 동시에 화면에 출력하여 두 신호를 비교함으로써 검사자가 명확히 고장부분의 신호선을 알 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 PCB의 전기능을 순차적으로 일괄검사 하는 기능을 두어 검사의 신속성과 PCB의 전체 메뉴에 대한 동작을 순서적으로 검사하는데 도움을 주도록 프로그램 하였다. 그림 5는 일괄검사 프로그램의 순서도이다. 비교검사는 특정기능이 불량인 경우 관련된 측정부의 파형을 직접 화면에 표시하여 기본적인 전자회로의 지식을 가진 사람이면 누구나 오동작 부위를 검사할 수 있도록 해준다. 따라서, 표준 데이터의 파형 및 시험중인 PCB PCB의 파형을 동시에 또는 원하는 파형만을 확인할 수 있도록 보여준다. 개발 언어로는 C언어를 사용하였다.

### 3.3 실험결과

그림 6은 생성된 표준 신호 패턴의 한 예이며, 이 표준신호 예와 검사대상 PCB의 동일 메뉴에 대한 동작신호를 입력받아 검사하게 된다. PCB로부터 수집된 8 비트 단위의 그룹별 신호를 각 비트 단위의 신호선으로 분류하기 위해 비트 연산을 실

행하였으며 그 결과가 각기 타이밍도로 PC 화면 상에 그려진다. 각 PCB의 동작을 검사하기 위해서는 그 PCB의 표준 신호가 필요하다. 표준신호의 생성과정은 다음과 같이 이루어진다. 먼저 정상적으로 동작하는 5개의 PCB가 각 기능 검사에 필요한 동작을 수행하는 동안 그 신호를 검출한다. 그리고 이것을 논리적으로 합하여 표준 신호로 생성 하였다.

그림 7은 PCB의 전기능을 일괄검사하는 검사 화면이다. 검사 결과에 따라 '양호' 또는 '불량'의 표기가 화면상의 해당 메뉴에 나타난다. 그림 8은 수동 검사장치와 PLC를 이용한 검사장치 및 본 논문에서 개발한 검사장치를 보여주고 있다.

## 4. 결론

IBM-PC를 이용한 PCB 자동 검사 장치에 대해 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수가 있었다.

1. 종전의 목시검사로 판정했던 것을 PC로 이용해 검사를 함으로써 오판검률이 없어졌다.
2. PCB 자동 검사장치를 주변에 널리 보급된 IBM-PC를 이용할 수 있게 설계하고 시중에 일반화된 부품으로 제작하여 저가격화를 실현하였다.
3. 신호를 수집하고 비교, 검사하는 모든 작업을 통합환경내에서 처리할 수 있는 편리한 소프트웨어를 개발하였다.
4. 고장부위의 신호선이 화면에 출력되기 때문에 확실하게 고장위치 및 내용을 알 수 있게 되었다.

본 연구에서는 디지털 PCB의 기능에 대해서만 검사하는 장치 및 프로그램을 개발 하였지만, 아날로그 PCB의 경우도 검사하는 장치와 프로그램을 연구할 예정이다.

## 참고문헌

- [1] Robert L. Forgacs, "In-Circuit Impedance Measurement Using Current Sensing". IEEE Trans., On Instrumentation and Measurement. Vol. IM-34, No. 1, March 1985.
- [2] The Electronics Science, "고밀도 고정밀성을 추구하는 PCB 측정장비" 전자과학 제31권 통권 360호 1989.
- [3] Rudi Lannoo, "A Neutral Interface Format

Logic Simulators and Automatic Test Equipment". IEEE Trans., On Industrial Electronics. Vol. IE-33, No. 4, November 1986.

[4] 식품(커피, 차, 냉주스)자동판매기 SERVICE MANUAL. 기종:SVM-3314FC

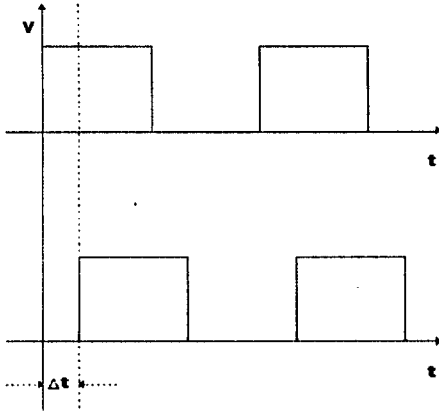


그림 1. 신호들간의 시간차  
Fig. 1. Measured delay time between signals.

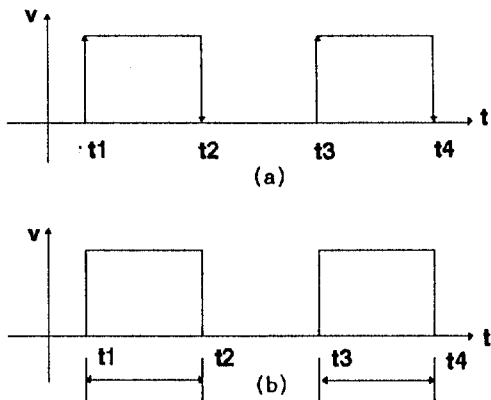


그림 2. 검출 신호 방식의 비교  
(a) 상승, 하강 신호의 횟수  
(b) 신호의 길이  
Fig. 2. Comparison method of detected signals  
(a) Number of Rising and falling edges  
(b) Time interval of the test signal.

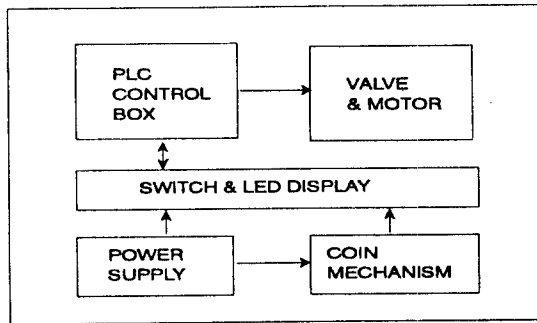


그림 3. 커피 자동판매기의 구조  
Fig. 3. Structure of coffee vending machine.

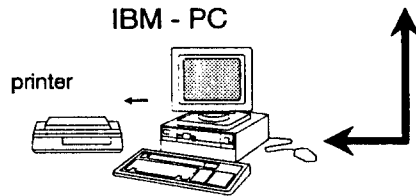
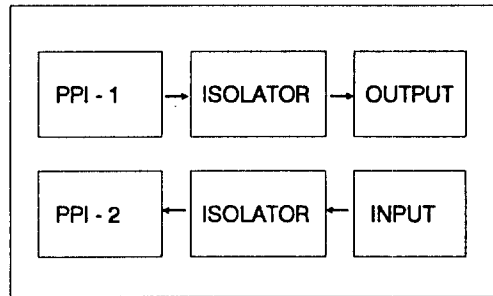


그림 4. PCB 검사장치의 구조  
Fig. 4. Block diagram of PCB function test system.

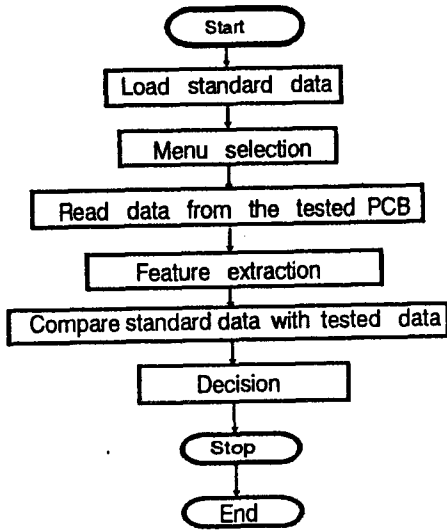


그림 5. 일괄검사의 소프트웨어 흐름도  
 Fig. 5. Software flowchart of batch process.

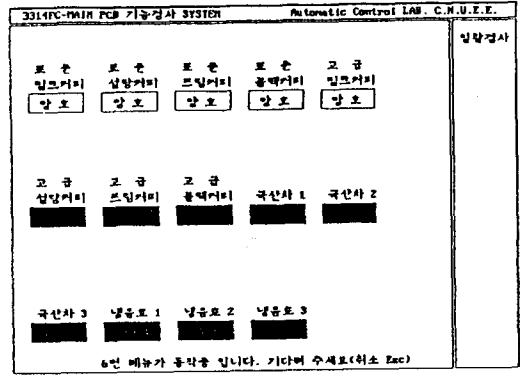
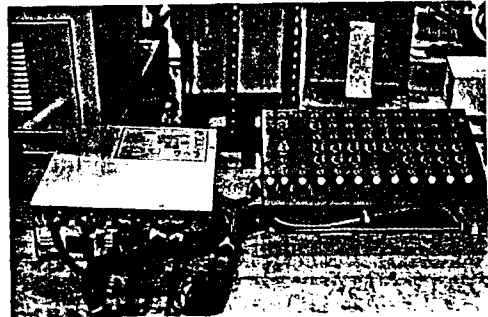


그림 7. 일괄 검사  
 Fig. 7. Batch process for testing PCB.



(a)

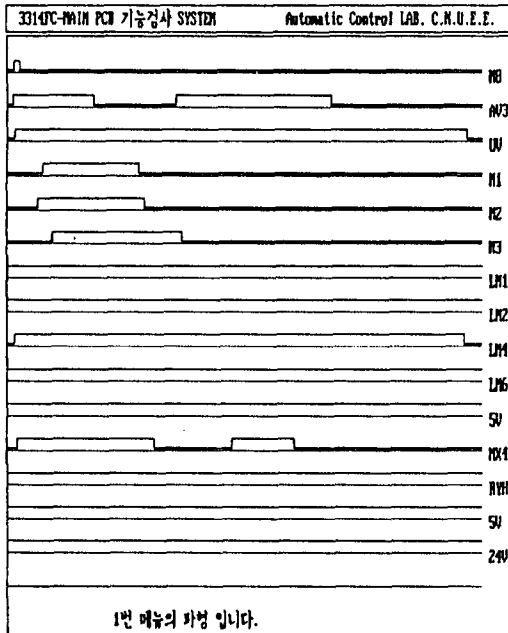
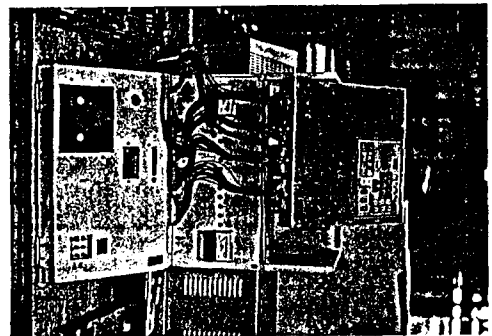
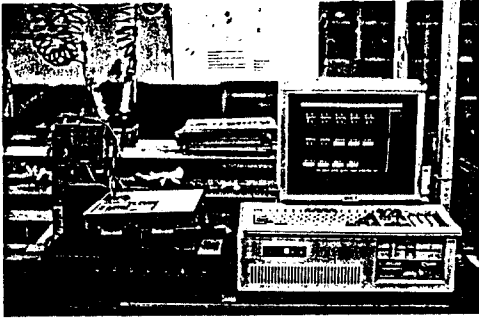


그림 6. 표준 신호의 형태  
 Fig. 6. Shape of standard signal.



(b)



(c)

그림 8. PCB 기능검사 방법

(a) 수동 검사 장치

(b) PLC를 이용한 자동 검사 장치

(c) PC를 이용한 자동 검사 장치

Fig. 8. Methods of PCB function test

(a) Manual test system

(b) Automatic test system using PLC

(C) Automatic test system using Computer.