

바이러스 감염 판별용 혈액 검사기 개발

The development of Inspection Machine for a blood virus infection

전제민^[1], 서규태^[1], 이보희^[1], 이인구^[2], 민승기^[3], 김학준^[4]
 Jae-Min Jun^[1], Kyu-Tae Seo^[1], Bo-Hee Lee^[1], In-Koo Lee^[2], Seung-Ki Min^[3] and Hak-Jun Kim^[4]

Abstract - This paper deals with the design and analysis of automatic virus infection machine, which can be used in blood testing at veterinary hospital. It consists of the mechanical positioning parts and electrical control parts. Two of driving motor and ball screws are used to move the liquid container into the test position and mix the blood on litmus paper. In addition, a thermal controller is installed to keep the container temperature on constant level. The user interface using with a LCD and some keys are supplied with a 8-bit single chip controller. All of the designs issue related with the mechanism and controllers are discussed in detail. Finally the proposed machine is tested in real experiment with the formal processing to judge the virus infection, and also the usefulness of designed algorithm is verified through the experiments.

Key Words : virus inspection machine, mechanical positioning, thermal controller, 8-bit single chip controller

1. 서 론

기존의 동물병원에서는 혈액을 이용한 바이러스 감염 여부를 판단하는 모든 과정을 사람이 모두 수작업을 통하여 행해졌다. 사람이 직접 혈액을 채취하여 리트머스에 묻혀 여러 단계를 각 시간에 따라 시약에 담가 감염 여부를 판단하였다. 이러한 반복 작업은 한 사람이 그 작업만 수행하게 되고 시간이 많이 걸릴 뿐만 아니라 공정상의 복잡성으로 인해 실수를 할 수 있으며 더욱이 동물병원의 열악한 재정 구조로 인해 진단 인력을 배치하기가 어렵다. 이러한 이유로 인해 전 과정을 자동화할 수 있고 작업을 정확하게 처리할 수 있는 방법이 절실히 요구되었으며, 본 연구에서는 자동화할 수 있는 기계 장치의 설계와 자동화 동작 방법을 제안하게 되었다. 이러한 구조의 장치는 미국을 위주로 거대한 동물 관련 시장에서는 대형의 기계장치에 구현된 일에는 있으나 워낙 고가였기 때문에 실제적인 사용은 미미한 실정이다. 따라서 간편하면서도 자동화된 기계의 동작이 요구되며 향후의 다른 기계와 연동하여 전체를 자동 분석하는 기계에 대한 사전 연구의 성격과 일치하고 있다. 본 논문에서는 이러한 목적에 맞는 기계 장치의 기구학적인 요소 및 제어부의 구조에 대해서 자세히 다루었으며 다양하게 검사할 수 있는 방법을 수용하기 위해 검사 방법에 대한 동작 알고리즘을 개발하였고 실제 구현을 통해 기계 장치의 유용성을 검증하였다.

2. 본 론

본 자동화 기계장치는 바이러스 분석에 사용되는 분석용 리트머스 종이를 어떻게 장착하고, 분석용 시약에 어떠한 방법으로 삽입하고, 어떠한 처리를 하느냐에 대한 과정을 자동화 하

는데 있다. 우선 장치의 구조를 기계 장치와 전기장치로 나누어서 설계 하였다.

2.1 기계 장치 설계

바이러스 감염 여부를 판단하기 위한 공정을 자동화하기 위해 각종 표시 장치 및 리트머스 장착용 기계 구조와 분석용 현상통을 담고 이동하는 구조를 설계 하였다. 분석에 사용되는 리트머스 종이에 동물에서 채취한 혈액 샘플 소량을 묻혀 기계에 장착을 하고, 리트머스 종이를 각종 실험 시약이 들어 있는 현상통에 섞어서 리트머스 종이의 색상 변화를 관찰하는 방법으로 진행된다. 그림 1은 검사기의 전체 외관이다.

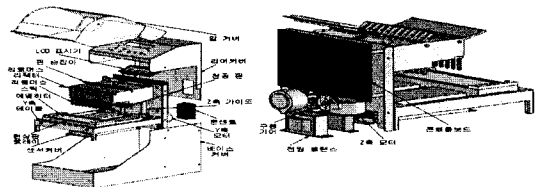


그림 1. 검사기의 구조
 Fig. 1. General configuration of mechanism

우선 리트머스 스틱은 마찰력을 이용하여 간편히 손으로 밀착 접촉하는 형태로 되었으며 현상액의 개봉을 하기위해 현상액의 평면으로 이송하는 형태로 만들었다. 그림 2는 리셋이 된 후의 리트머스 스틱과 펀치 및 현상통과의 위치를 나타낸 그림이다.



그림 2. (a) 리트머스바 초기위치 (b) 리트머스바를 담근상태
 Fig. 2. (a) Reset position (b) Testing position

저자 소개

[1] : 世明大學校 電氣工學科

[2] : (주) IMT

[3] : 애니텍시스(주)

[4] : 도현동물병원

그림2에서 리트머스바는 항상 현상판의 초기위치(A위치)에서 위치를 잡은 후 최종 뒀단(F위치)까지 1333펄스간격으로 이동하게 설계되었다. 그리고 리트머스바는 그림2-(b)에서처럼 25mm(6,666펄스)를 이동시킨 상태에서 분당60회로 상하 2.5mm(800펄스)를 반복하여 주면서 섞이게 된다. 여기서 용액에 담그는 시간은 사용자가 정할 수 있게 하여 다양한 동작시간을 만들어 구현하였다. 현상액을 개봉하기 위해서는 펀치가 사용되어야 하며 펀치는 현상액을 A-F까지 개봉할 때 펀치가 이동하는 형태가 아니라 현상통을 이동하는 형태를 취하였다. 그림3은 펀치의 이동형태를 나타낸 그림이다.

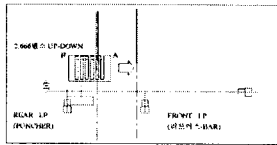


그림3. 펀치 이동
Fig. 3. Puncher movement

펀치를 사용하는 순서는 항상 펀치 초기위치(B위치)에서 위치를 잡고, 1,333펄스 간격으로 F위치까지 이동한 후 2,666 펄스동안 UP-DOWN하면서 수행하게 된다. 이때 A-B-C-D-E-F-E의 순서로 프로세스를 수행한 후 리셋 초기위치로 돌아오게 설계 되었다. 펀치와 용액을 혼합하기 위해서는 스테핑 모터 2개와 볼스크류 구조를 이용하여 Y축(수평)과 Z축(수직)의 두 방향으로 움직이도록 설계를 하였다. 그림 4-(a)는 리트머스를 고정시키는 리트머스 스틱과 현상액의 흡출을 펀치 할 수 있는 천공핀에 대한 그림이다. 모터의 구동에 있어 외부의 힘에 위치가 변화하는 것을 최소화하고 직선 이송을 위해 두 축에 볼스크류^[1-3]를 장착하였다.

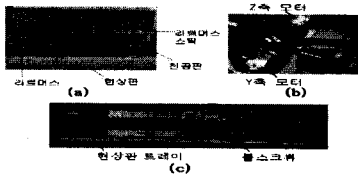


그림 4. 위치 이동 메카니즘
(a)리트머스 홀더 (b)모터 구동부 (c)볼스크류
Fig. 4. Positioning mechanism (a)litmus paper holder (b)driving motors (c)Ball screw

2.2 전장 설계

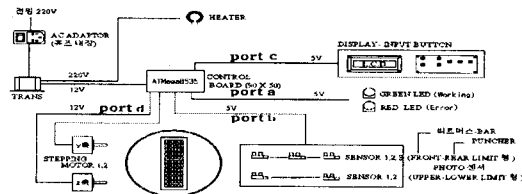


그림 5. 시스템 전체 기능 블록도
Fig. 5. General function diagram of system

그림 5는 전체 전장 기능 블록도 이고 그림6은 시스템 보드를 나타내고 있다. 상용교류 220V의 입력 전원을 받아 히터 컨트롤러로 사용하고 동시에 정류회로를 통해 모터 구동용 전원인 DC 24V와 컨트롤러 구동용 전원인 DC 5V를 만드는 형태로 설계되었다.

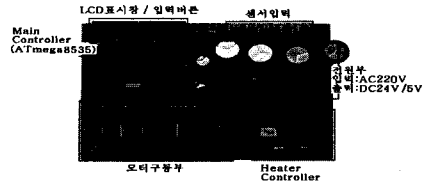


그림 6. 전체 시스템 보드의 구조
Fig. 6. The structure of a total system board

또한 작업의 자동화를 위해 주 제어기로 ATMega8535^[4-5]를 사용하였다. 이 칩은 8bit RISC 구조로 구성되어 명령어가 간단하고 동작속도가 빠르며 eeprom을 내장하고 데이터 저장에 가능하다. ADC, Timer, SPI, UART, PWM을 내장하고 있으며 GCC 컴파일러를 사용하므로 쉽게 구할 수 있는 장점이 있다. 현공정의 자동화를 위해 주제어기로 수행하며 입력과 출력의 모든 제어를 담당한다. 사용자 입출력장치로는 7개의 입력 버튼으로 동작방법과 시간을 설정하게 되고 그 동작 데이터는 ATMega8535의 내부 eeprom에 저장한다. 설정한 데이터와 현재의 동작 상태는 LCD 표시기를 통해 보여준다. 내부 eeprom에 저장된 데이터를 통해 동작을 수행하며 센서의 입력을 통해 모터를 제어하게 된다. Green LED와 Red LED, LCD 표시기를 통해 현재의 동작 상태의 이상 유무를 보여준다. 또한 일정시간마다 ATMega8535의 비교기를 통하여 기준값과 온도 센서의 입력 값을 비교하여 일정 온도를 유지시킬 수 있도록 제어한다.

본 장치에는 다수의 센서가 장착되며 이 센서는 현상통 이송을 위한 위치감지센서 및 온도센서^[6-7]로 대별 될 수 있다. 취부는 그림7과 같이 전후구동에서 시작과 끝 지점, 동작 시작 지점의 세 지점에 센서를 장착하여 센서 입력에 따라 모터를 제어^[8]하고, 현재의 위치를 파악할 수 있게 설계하였으며 상하구동에서도 위와 아래, 두 지점에 센서를 장착하여 위치를 파악할 수 있게 하였다. 사용된 센서는 포토 인터럽트를 사용하는 구조로 사용되었다. 그림 7은 리밋센서의 구조를 나타내며, 그림 8은 센서의 감지 방법과 동작을 나타낸 플로차트이다.



그림 7. 리밋센서의 구조
Fig. 7. Photo limit sensors

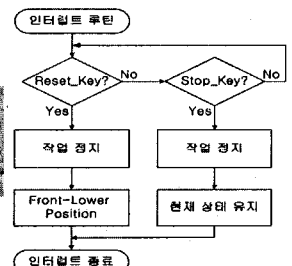


그림 8. 기구 및 리밋감지 플로 차트
Fig. 8. Flowchart of mechanical limit sensing module

시약은 밀봉된 상태로 냉장보관(5°C)을 하기 때문에 측정 시 적정온도(25°C)가 되도록 가열을 해야 하며 적정온도에 도달하였을 때 그 온도를 유지해야 할 필요성이 있다. 이에 히터 컨트롤러를 설계하여 적정온도가 될 때까지 가열 후 작업을 시작하고 작업 중에도 계속해서 온도를 체크하여 적정 온도를 유지하게 만들었다. 온도를 일정 온도로 유지하기 위해 제일 먼저 시도한 방법 자외선 등을 사용했으나 온도 변화가 너무 심하여 현상통을 녹이는 현상이 발생하였기 때문에 온도변화가 서서히 증가하는 특성을 가지는 AC220V/20W 용 Silicone Rubber Heater를 사용하였다. 히터는 장판 형으로 만들어져 있어 현상통 바로 밑에 장착하는 방법을 사용하였다. 이때 온도 제어를 위하여 위해서 온도센서(PTC 20KD)를 장착하여 현상통의 온도를 측정 및 제어를 하였다. 그림 9는 온도센서 및 히터를 나타낸 그림이다.



그림 9. 온도센서 및 히터
Fig. 9. Thermal sensor and heater

회로의 설계는 온도센서가 적정온도에 도달 하였을 때 저항 값을 측정하여 기준 값으로 정하고 기준 값과 온도센서의 값을 ATmega8535 내부비교기로 비교하여 기준 값보다 높으면 히터에 전원을 차단하고, 낮으면 동작시켜 일정온도를 유지하도록 하였다. 또한 위상제어를 사용하여 히터의 가열 시간을 조절할 수 있도록 설계하였다. 그림10은 전체 온도 컨트롤 회로를 나타낸 그림이다.

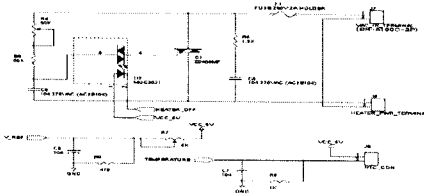


그림 10. 히터회로
Fig. 10. Heater circuit

3. 구동 및 실험

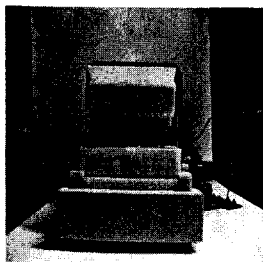


그림 11. 실험 환경
Fig. 11. General experiment environment

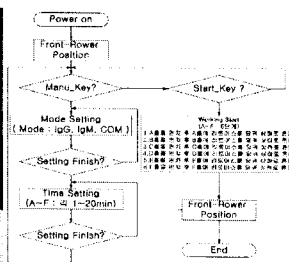


그림 12. 동작 시나리오
Fig. 12. Operation scenario

그림11은 전체 실험 환경이며 그림12는 실험에 사용된 동작 시나리오이다. 설계된 장치를 이용하여 혈청 검사용 시나리오

를 실제 구현하여 보았다.

동작모드는 IgG모드, IgM모드, COM모드로 각각의 모드와 이에 따른 시간설정을 사용하였다. 시간 설정 및 동작은 사용자가 LCD 패널을 이용하여 동작 시킬 수 있는 구조로 되어 있기 때문에 검사기의 모든 동작 상태를 LCD의 표시를 보고 조정 하였다. 그림 13은 전 과정의 사용자 표시화면을 나타낸 것으로서 전원을 켜를 경우 그림13의 (a)처럼 초기화면이 표시되고 2초 후 (b)와 같이 Menu 설정을 할 것인지 작업을 시작할 것인지를 선택하라는 화면이 표시된다. Menu 설정시 mode를 설정하고 time을 설정할 때 (c)와 같이 mode에 대한 각 단계의 시간이 표시된다. 작업을 시작할 때 (d)와 같이 mode를 표시한다. 또한 전체 과정은 Flash 메모리에 기록되어 반복적인 작업 및 향후 설정치로 이용할 수 있게 하였다.



그림 13. 동작 상태에 따른 LCD표시
Fig. 13. Indications of LCD panel

전체 실험 시간은 최소 1분, 최대 20분이 소요되었으며 A-F과정 수행하는 평균시간은 6초였다. 실험 결과 동작 모든 동작이 원활하게 동작함을 알 수 있었다

4. 결론

본 논문은 동물병원에서 사용하는 혈액을 이용한 바이러스 감염여부를 판단하는 과정을 자동화하기 위한 장비 개발에 대한 것이다. 이 장비는 수작업에 비해 정확도와 인건비 절감으로 인한 경제적인 이익을 가져다 줄 것이라 생각된다. 공정에 관련된 기구구조와 제어기에 대한 구조를 제안하였고 설계 및 제작 하여 실제 실험함으로써 제안된 방법의 유용성을 검증하였다.

향후 현 방법에 의해 용액과의 혼합 결과를 이용하여 판단의 자동화까지의 응용이 기대된다. 이를 수행하기 위해서는 비전 시스템과 연계하여 데이터를 자동으로 분석하는 기법이 필요하며 이를 위한 장치와 알고리즘 개발에 대한 연구를 진행할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 홍명용 "엔지니어링 플라스틱 편람" 폴리아세탈 물성일반, 특징, 용도 P47~P54, 폴리카보네이트 물성일반, 특징, 용도 P60~P68
- [2] 기계설계 프로그램 연구회저 "Turbo C에 의한 기계설계프로그램" Screw의 설계시간:P39~P42
- [3] Belt system 事業本部원저"Power transmission belts design manual" S3M timing belt: S-n5~S-n56
- [4] Data book "AVR RISC MICROCONTROLLER" august1999
- [5] 이보희, 박성열, "C 언어로 배우는 AVR" 다다 미디어
- [6] 김원희 外 "센서공학(자동화를 위한)" 성안당
- [7] 지일구 外 "센서회로 설계 및 실험실습" 성안당
- [8] Takashi Kenjo, Akira Sugawara "스테핑 모터와 마이크 제어" 일진사