

광막센싱방법을 이용한 미소물체의 계수검출 (하드웨어)

Counting detection for a small grains by using light screen sensing method (Hardware)

조 시 형* 박 찬 원**
Cho, Si-Hyeong Park, Chan-Won

Abstract

In this paper, the light screen sensing system is introduced and testified to detect small grains such as seeds or electronic chips of uneven sized. Two modules composed of transmitter-receiver sensor array and microprocessor-based sensor signal processing system are developed to realize the proposed system. Experimental results showed that the sensing signal was relatively clear and its counting performance was very stable.

키워드 : 광막센싱, 미소물체 계수기
keywords : screen sensing system, small grain counter

1. 서 론

본 연구는 소형반도체소자 또는 식물의 종자(種子)와 같은 미소물체를 감지하고 계수하기 위하여 송수광 센서어레이로 구성되는 광막을 형성하고 미소물체가 이를 통과할 때 발생하는 광의 파동을 검출하는 것을 기본원리로 하는 센싱 기술을 이용한 계수기에 관한 것이다.

한편 이 장치는 육종(育種)관련 분야에서 콩과 같은 커다란 종자는 물론이고 민들레 씨앗이나 좁쌀과 같은 미소한 종자 또한 감지하기 위한 장치에 효율적이다.

일반적으로 미소물체의 계수(count)는 최근의 계량기술의 발달로 일정량의 개수를 미리 알고 있는 부피의 무게를 계량하고 그 무게를 개수로 나누어

단위중량(unit weight)을 산출하고 기억하여 이후 계량대에 올려지는 부피의 개수를 자동으로 산출하는 계수저울(count scale)의 방법을 사용한다. 이때 각 미소물체의 단위중량이 일정한 정밀가공부품 같은 경우는 오차가 적으나 최근의 미소반도체 칩부품이나 곡물과 같이 크기와 무게가 일정하지 않은 경우 누적오차가 심각해 질수 있는 단점이 있다. 또한 꽃씨와 같은 아주 작은 육종을 계수하고 단위 포장하는 경우 일일이 수작업으로 계수하고 포장하는 일은 실로 어려움이 아닐 수 없다. 이를 해결하기 위한 기존의 일직선 광센싱 방법은 주위 다른 발광 빛의 영향을 받을 수 있어 센서 사이가 좁아지며, 동시간에 다른 물체를 감지할 수 없으며, 작은 미소 물체를 센싱하지 못하고 느린 응답속도를 가진다는 문제점이 있다.

따라서 본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 광막을 형성하여 물체를 탐지하는 계수기를 개발하고자 하였다.

* 강원대학교 대학원 전기전자공학부 석사과정

** 강원대학교 전기전자공학부 교수, 공학박사

2. 본론

2.1 전체 시스템 구성

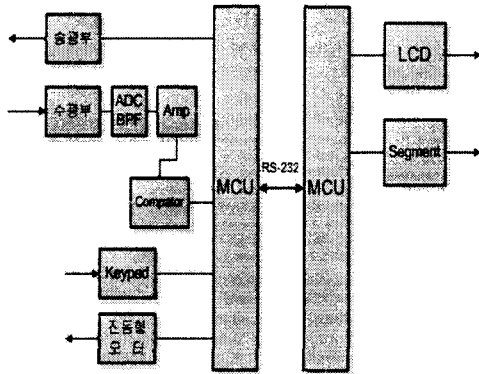


그림 1. 전체 시스템의 블록도

본 계수기는 그림 1과 같이 송광부에서 적외선 발광소자를 여러개 이용하여 광막을 형성하고, 수광부에선 광막을 통과하는 물체를 감지하여 그 값을 마이크로 컨트롤러를 이용하여 정확히 카운터하여 2개의 MCU로 구성된 CPU를 거쳐 LCD에는 동작 상태 및 메뉴등을 표시하고, 4개의 7세그먼트에는 카운터 계수를 표시하도록 구성되어 있다.

2.1.1 송광부

송수광부는 광막을 형성하여 기존의 일직선방식의 광센싱의 문제점을 보완하였다. 기존의 센싱은 물체가 동시에 센서를 통과하거나 크기가 다른 물체가 통과할 때 그리고 센서와 센서 사이를 물체가 통과할 경우 오류가 발생하였다. 그러나 광막을 형성하면서 물체가 통과하여 생기는 미세한 파동이 수광부에 전달하게 됨으로써 발생했던 문제를 해결하게 되었다.

미소한 물체가 통과하면서 광막의 파동을 형성하기에는 매우 작은 전압의 변화를 감지할 수 있어야 하므로 송광부에서의 안정된 전력의 공급은 아주 중요하다. 따라서 그림 2와 같이 송광부에 여러개의 적외선 LED소자를 이용하여, 광막을 형성하여 광폭 4cm인 수광센서어레이에 빛이 전달되게 하는 방법을 개발하였다.

그림2의 송광부 회로에서 24V 직류전원을 인가받아 피이드백회로를 포함하는 LED드라이브회로를 구성하였다. 회로중간의 가변저항은 송광신호를 미소조정하는 것이고 동작의 신뢰를 확보하기 위하여 일정전압이상으로 LED출력전압이 상승하였을때는 과전류 보호회로가 동작하며 표시용 LED

D4를 표시하도록 하였다. 송광부의 LED는 24V 구동을 위하여 6개 직렬회로를 두줄로 병렬연결하였다.

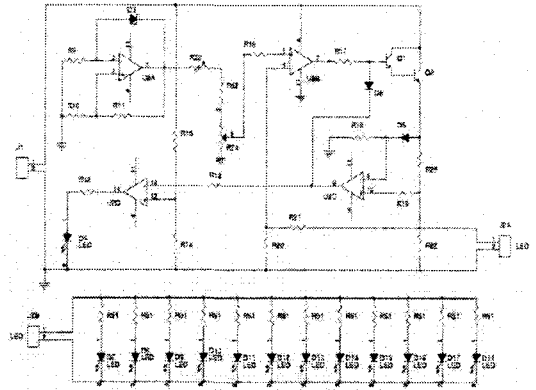


그림 2 송광부의 회로도

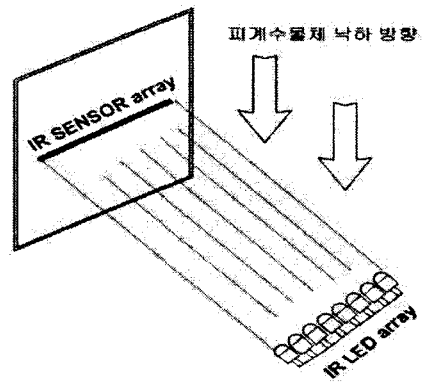


그림 3 송수광부의 광막 형성

그림 3은 여러개의 적외선 발광소자를 이용하여, 광막을 형성하여 광폭 4cm인 광막을 형성하고 하나의 수광센서에 빛이 전달되게 하는 방법이다.

2.1.2 수광부

그림 4의 수광 신호처리부는 물체가 광막을 지나치면서 생성한 파장의 변화를 수광 센서가 받아들여 비교 변환을 하고 증폭기에서 증폭과정을 거친 다음 구형파 펄스형의 신호로 파형정형하고 이를 마이크로 컨트롤러에 입력하는 부분이다.

IR센서로 구성되는 solar cell은 미소물체의 감지에 의해 수십마이크로볼트정도의 전압의 변화만을 보이므로 이신호의 안정된 증폭을 위하여 FET회로를 이용하여 초단 증폭회로를 구성하였다.

검출된 미소전압신호는 C15를 통하여 AC 커플링되고 이를 U5A 연산증폭기로 구성된 AC비교기에서 미소물체가 광막을 통과할 때 변화된 AC신호를 검출한다. 이를 다시 C8과 R44에 이르는 대역통과기를 거치고 이를 U5B로 증폭하여 구형파 펄스형의 파형을 생성시킨다. 이 신호는 이후

C16 컨덴서 커플링으로 미분화되고 다시 다이오드와 컨덴서로 구성된 적분회로를 거쳐 Q7 트랜지스터로 반전된 일정한 파형의 구형파를 마이크로프로세서로 공급한다. 이때 4개의 컨덴서와 아날로그스위치로 구성되는 시정수 회로가 추가되어 피측정 물체의 크기의 감도를 조정하는 시정수 조절용 회로로 동작된다.

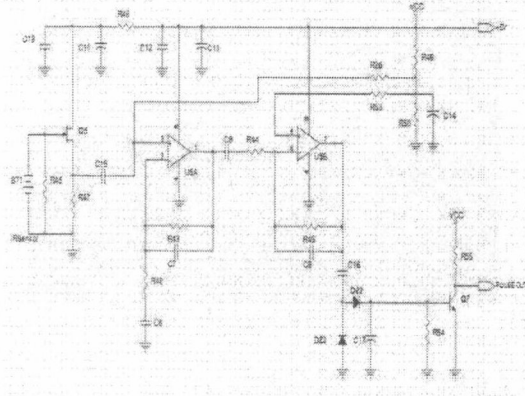


그림 4 필터부의 회로도

2.2 광막센싱 실험 방법

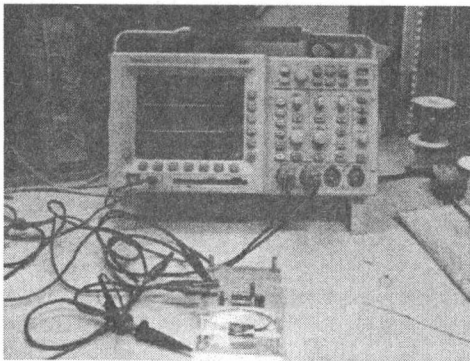


그림 5 광막 센싱 실험

그림 5는 광막에 물체를 통과하게 함으로서 파장을 만들고 그 파장은 수광센서에서 받아들여 증폭기를 통해 증폭되어 그 결과값을 오실로스코프에 나타나게 하는 방법이다.

2.2.1 광막센싱 실험에 따른 전압 측정

광막에 물체가 통과하지 않았을 경우 그림 6와 같이 일정한 빛이 수광부에 들어오므로 전압의 차이는 변하지 않지만, 물체가 통과했을 때 그림 7과 같이 파장이 생기는 것을 알 수 있다. 이것은 물체가 통과하지 않았을 때에 일정하게 수광부 센서로 들어오던 빛의 양이 물체가 통과함으로 인하여 감소되어 전압에 파장을 일으키게 되는데, 그 파장을 증폭기에서 증폭하고 비교기에서 비교하

여 그 결과값을 마이크로 컨트롤러에서 계수하는 방식이다.

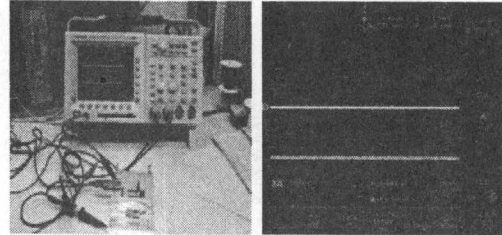


그림 6 물체가 광막을 지나가지 않았을 때의 파형

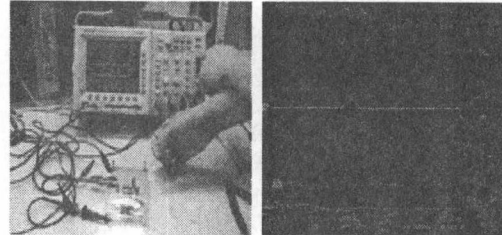


그림 7 물체가 광막을 지나갔을 때의 파형

2.2.2 미소물체 계수기 개발

다음 이론을 바탕으로 하여 본 연구의 목적인 미소 물체 계수기를 개발해 보았다. 미소 물체 계수기의 구조는 크게 디스펜서, 송수광부, MCU, 디스플레이 창으로 구분할 수 있다.

첫째, 디스펜서는 송수광부에서 센싱하는데 있어 오차를 최대한 줄이기 위하여 원하는 속도로 미소물체를 하나씩 광막을 지나치게 하는 역할을 담당하는 부분이다.

둘째, 송수광부는 광막을 형성하여 미소물체가 광막을 지나갔을 때 그것을 감지하고, 파형을 수광부의 증폭기와 비교기를 거쳐 계수할 수 있도록 파형을 만들어 주는 부분이다.

셋째, MCU는 송수광부에서 만들어진 파형을 마이크로 컨트롤러를 이용하여 두 개의 CPU를 통해 정확히 카운터 하는 부분이다.

넷째, 디스플레이 창은 MCU에서 카운터 된 자료를 토대로 4개의 7세그먼트에 카운터 되어진 계수를 표시하고, LCD를 통하여 동작 상태 및 메뉴를 표시하는 부분이다.

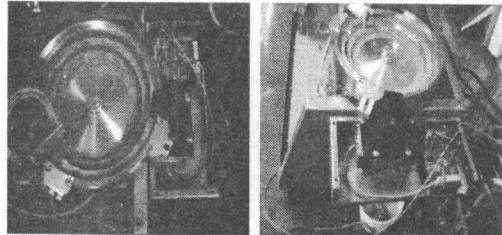


그림 8 디스펜서

그림 8에서 보듯이 디스펜서는 미소물체를 센싱함에 있어 오차를 최대한 줄이기 위하여 속도 조절 및 미소물체가 하나씩 송광부에서 형성된 광막을 통과할 수 있도록 조절하는 부분이다.

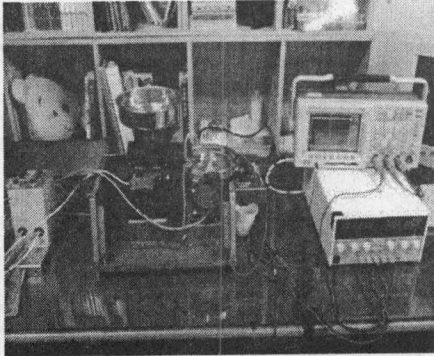


그림 9 미소물체 계수기

그림 9에서의 미소 물체 계수기는 좁쌀을 디스펜서에 떨어뜨리고 오차를 줄이기 위하여 디스펜서는 좁쌀을 하나씩 광막에 떨어뜨리게 되는데, 광막에 떨어진 좁쌀은 송광부에서 수광부로 들어가는 빛이 물체가 통과하게 됨으로써 전압이 떨어지게 되고, 그것을 증폭기로 증폭함으로써 생긴 전압의 차를 비교기가 비교하여 그 결과값으로 MCU에서 마이크로 컨트롤러를 이용하여 2개의 CPU를 이용하여 미소물체를 정확히 카운터하게 되고, 그 자료는 디스플레이 창의 4개의 7세그먼트를 통해 나타나게 되는 것이다.

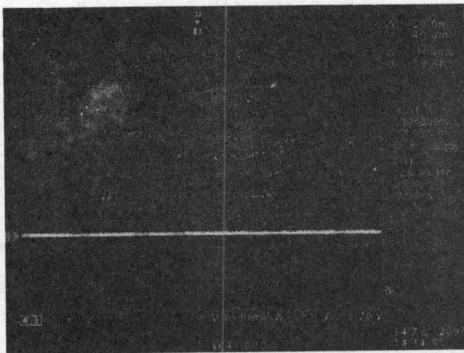


그림 10 미소 물체가 센싱되어진 파형

그림 10에서와 같이 광막을 미소 물체가 지나가게 됨으로써 전압의 변화가 생김을 알 수 있다. 파형마다 전압의 차가 생기는 것은 미소 물체의 크기가 모두 일정하지 않기 때문에 그 크기의 차로 인하여 발생되는 것이다.

그림 11은 센싱되어진 파형이 증폭기를 거치면서 비교기에서 미소 물체가 광막을 지나갔는지 지나

가지 않았는지 비교하기 쉽도록 증폭되어진 파형이다. 이 파형의 전압차를 비교한것을 바탕으로 MCU에서 판단하여 미소 물체를 계수하게 되는 것이다.

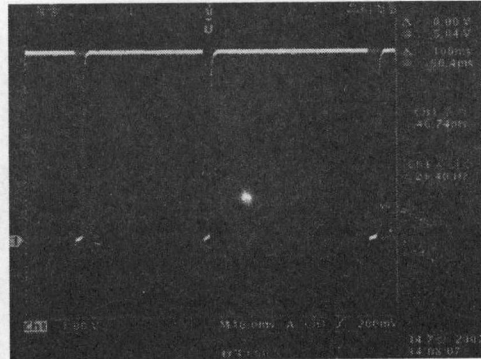


그림 11 증폭되어진 파형

2.3 광막 센싱 분석 결과

기존 다수의 센서를 사용하거나, 혹은 직진성 광 센싱하여 물체를 감지하는 방법과는 달리 광막 센싱은 송광부와 수광부 사이에 얇은 광막을 형성하여 미소물체의 통과시 전압의 미세한 변화를 증폭시켜 그 차이로 특정 물체를 검출하는 방식이다. 일정한 길이의 광막에서 그 상·하 폭이 얇을수록 특정물체가 광막을 통과했을 때의 전압차는 크게 나타나므로 물체를 더욱 잘 센싱할 수 있는 것이다.

3. 결론

광막을 이용한 센싱을 함으로써 물체를 감지 할 때 일어나는 오차를 확연히 줄일 수 있으므로 이 기술의 개발을 통해 미소부품의 계수포장이나 육종관련 작업의 효율을 증대 시킬 뿐 아니라 노동력을 줄일 수 있을 것이라고 예상된다. 그리고 계수 오차와 신호처리의 안정성을 더욱 높이기 위해서 개발된 센서의 신호처리를 위한 알고리즘은 소프트웨어를 중심으로 하는 연구에서 논하기로 한다.

참 고 문 헌

- [1] Robert F. Coughlin, Robert S. Villanucci, "Introductory Operational Amplifiers and Linear ICs", Prentice Hall, pp. 249-285, 1990
- [2] Berlin, H. M., "OP-amp. Circuits and Principles", SAMS, 1991
- [3] Roland E. Thomas, Albert J. Rosa, "The Analysis and Design of Linear Circuits", Prentice Hall, 1997
- [4] Stephen D., "Interfacing : A Laboratory

Approach Using the Microcomputer for Instrumentation, Data Analysis and Control", University of California, Berkeley, Prentice Hall, 1990

- [5] Joseph H. Carr, "Elements of Electronic Instrumentation and Measurement", 3th ed., Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1996
- [6] J.G. Webster, "The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook", CRC press, 1999
- [7] 高橋 清, 小長井 誠, "センサ エレクトロニクス", 昭晃堂, 2000