

초음파 센서를 이용한 Edge Position Controller의 개발

박 찬 원, 전 진 옥
 강원대학교 IT 특성화대학 전기전자 공학부

Development of Edge Position Controller by using Ultrasonic Sensor

Chan-won Park, Jin-wook Jeon
 Dept, of Electrical and Electronics Eng. kangwon National University.

Abstract - 본 연구는 제지회사나 섬유회사 또는 인쇄업소등에서 각 제품의 원자재인 롤 형태의 종이, 원단 및 코팅지등의 필름이 롤러를 통해 고속으로 가공기계에 공급되어 감거나 풀 때 이동 중인 필름이 일정한 위치에서 벗어날 경우 초음파 센서가 이를 감지하여 필름을 이송하는 모터를 동작하여 롤러의 축선방향을 조정함으로써 필름이 항상 일정한 위치로 가공기계에 공급될 수 있도록 구성된 시스템의 개발에 관한 내용이다.

1. 서 론

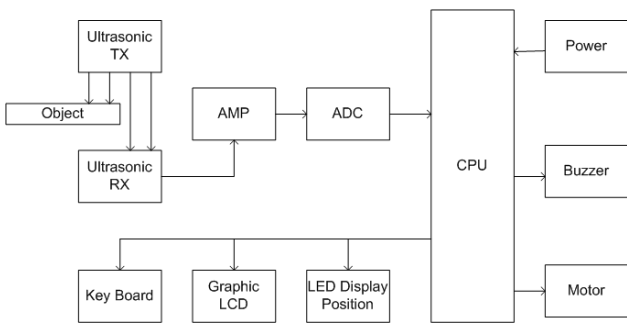
본 연구는 초음파 센서를 이용하여 원단, 제지 등의 물체(Object) 끝선을 감지하여 이 물체가 일정한 위치에 감기도록 유도하는 EPC(Edge Position Control) 장치에 관한 것이다. 일반적으로 이 장치는 제지회사, 섬유회사 및 인쇄업소의 기계 등에 광범위하게 쓰이는 것으로, 주로 원단의 좌우 끝선을 감지하여 원단을 감거나 풀 때 이 원단이 일정한 위치에 감기도록 유도하는 장치이다.

이와 같은 종래의 장치는 원단의 끝선을 감지하여 원단의 유무만을 판단하고 그 결과를 "0"과 "1"값으로 출력하기 때문에, 원단을 감거나 풀 때 원단이 좌우로 흔들리게 되는 현상현상이 발생하고, 이에 따라 원단의 가장자리 라인변동에 대해 신속하고 정확하게 대처하지 못하므로 원단에 주름이 생기거나 잘못 절단되는 등의 문제점이 있다.

따라서, 본 연구는 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로 초음파의 양에 따라 모터부의 이동위치를 결정하게 되고 이에 따른 각각의 제어 신호를 출력하여 원단의 끝단을 정밀하게 제어함으로써 현상현상 등을 방지하게 하는 방법을 제안한다.

2. 본 론

2.1 전체 시스템의 구성



〈그림 1〉 전체 시스템의 구성도

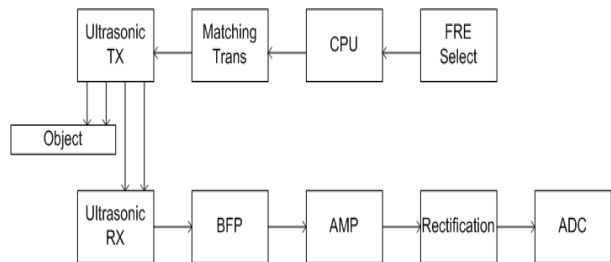
본 EPC는 그림1과 같이 초음파를 이용하여 초음파의 양을 A/D변환하여 마이컴(CPU)에 전달하며 초음파 량의 변화에 의해 원단 및 제지 등과 같은 물체의 위치(Position)가 LED램프에 표시되고 위치에 따라 모터(Motor)가 동작하여 롤러의 축선방향을 변화시켜 물체를 감거나 풀 때의 현상현상을 방지해 준다.

물체를 풀거나 감을 때 초음파 센서의 송신측과 수신측 사이에 회망위치 즉, 물체의 좌우측 끝단에 고정 설치해 놓고, 항상 물체의 끝부분(Edge)이 일정한 위치에 오도록 모터를 제어하기 위한 시스템이다.

물체가 한방향으로 치우친 상태로 되면, 물체가 차지하는 면적이 달라 초음파의 양에 변화가 생긴다. 이 신호를 마이컴에서 감지를 하여 모터의 위치를 자동으로 이동시켜 물체의 끝 부분이 정위치 상태에서 정확하게 감기거나 풀릴 수 있게 되는 것이다. 약 40KHz의 초음파를 사용해 초음파를 송신하면 수신부에서는 직접 초음파의 양을 받도록 되어있다.

초음파 검출기의 설치에는 반사법과 직접법의 두 가지 방식이 많이 사용되고 있다. 반사법이란 초음파가 송신부에서 수신부로 전송 될 때 관의 내벽에 반사되어 전송되는 방식이고, 직접법은 송신부에서 수신부로 직접 전송되는 방식이다. 반사법은 직접법에 비하여 거리가 2배이기 때문에 초음파의 감쇄가 크고 반사될 때 초음파가 감쇄되므로 직접법에 비하여 초음파의 수신 강도가 약하게 된다. 정확한 실험을 하기 위해서 직접법을 사용하였으며 초음파 송·수신 거리를 60mm로 하고 초음파 측정 범위는 중심으로부터 ±3mm로 설정 하였다.

2.1.1 센서부 구성



〈그림 2〉 초음파 센서부 구성도

2.1.2 송신회로

송신회로의 CPU는 40KHz의 초음파 주파수를 발진시키기 위한 것이며 발진 파형의 듀티비를 50%에 접근하도록 되어 있다. 초음파의 주파수 범위를 38KHz에서 42KHz까지 선택할 수 있게 구성되어 있으며 사용하는 초음파 센서의 전압과 임피던스 매칭을 위해 매칭 트랜스를 사용하였다.

2.1.3 수신회로

수신용 센서로 받은 초음파 신호는 38KHz에서 42KHz의 BPF를 통과하여 증폭기를 2단으로 사용해 25배의 전압에 증폭된다. 1단은 5배, 2단은 5배의 증폭을 하고 있다.

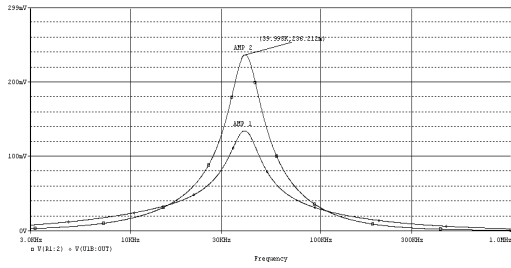
수신된 초음파 신호는 40KHz 주파수가 포함된 교류신호 형태이므로 펄스 신호로 변환 하여야 한다. 게르마늄 다이오드는 역 방향 저항 값이 낮기 때문에 적합하지 않으며 실리콘 다이오드는 순방향 드롭전압이 크므로 적합하지 않다. 검파 회로는 초고주파 검파용 쇼트키 다이오드 1SS60을 사용한다. 수신된 신호의 신호 레벨에 따른 직류 전압을 얻기 위해 다이오드 뒤에 콘덴서를 사용하여 평활 하였다.

이렇게 수신한 초음파 신호는 직류 전압형태로 Main CPU의 AD 변환기로 입력되어 시스템을 처리한다.

그림3은 BPF의 컴퓨터 시뮬레이션 결과이며 중심 주파수는 39,995KHz이다.

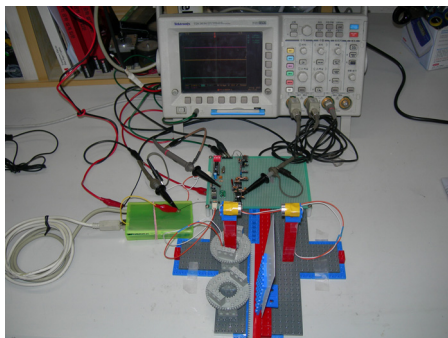
2.2 초음파 센서부의 실험 방법

그림4는 초음파 센서부의 실험을 위해 제작한 것이다. 물체는 종이로 하였으며 초음파 거리는 60mm 로 고정 시켜 놓았다.



〈그림 3〉 BFP 및 AMP 시뮬레이션 결과

먼저 초음파 량에 따른 전압을 측정하기 위해 초음파 센서의 송신측과 수신측을 종이로 완전히 가린 상태와 완전히 가리지 않은 상태, 1/2만 가린 상태로 설정하여 오실로스코프로 전압 변화를 확인 하였다. 다음 초음파 센서의 송신측과 수신측 사이에 종이를 일정한 속도로 움직여 송신측과 수신측 사이의 초음파 량이 완전히 차단되었을 때까지의 A/D 값을 USB로 받아들이어 A/D 값을 그래프로 분석하여 초음파 센서의 특성을 분석하였다.



〈그림 4〉 센서부 실험 TEST

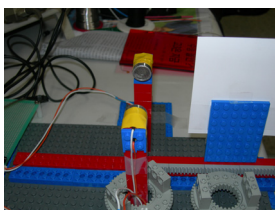
2.2.1 초음파 량에 따른 전압 측정

그림5는 송신측에서 보내는 초음파를 수신측에서 직접 받는 형태이며 이때 초음파 량은 센서부의 증폭과 정류를 거쳐 전압으로 변환되어 오실로스코프 화면에 2.5V의 전압으로 나타났다.

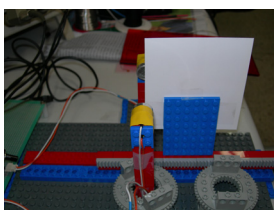
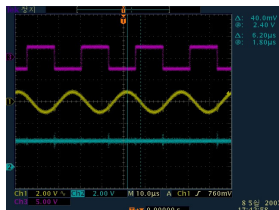
오실로스코프의 파형에서 구형파는 초음파 센서의 송신측 발진주파수인 40KHz이며 정현파는 초음파 송신측에서 보내는 초음파 양을 초음파 수신측이 받아들이는 초음파 량을 나타내고 있고 DC 성분은 초음파 량을 증폭과 정류를 거쳐 전압으로 나타낸 값이다.

그림6은 초음파의 송신측과 수신측을 1/2 가린 상태이며 이때의 전압은 1.3V 정도를 나타냈다.

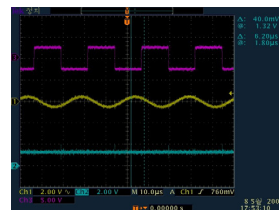
그림7은 초음파의 송신측과 수신측 사이에 종이로 초음파 량을 완전히 차단시킨 형태이며 이때의 전압은 0V이어야 일부 누설 성분으로 인해 400mV로 측정되었다.



〈그림 5〉 송신측과 수신측을 가리지 않은 상태



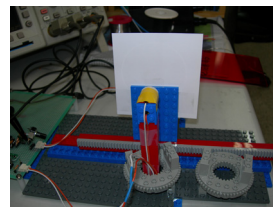
〈그림 6〉 송신측과 수신측을 1/2만 가린 상태



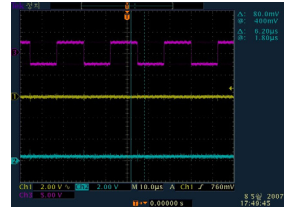
2.2.2 초음파 량 분석 결과

그림8은 송신측과 수신측 사이에 종이를 일정한 속도로 이동시켜 초음파의 양을 A/D 변환하여 USB로 받아들이는 결과를 보여준다. 데이터

는 초당 3000번을 읽어 들이도록 하여 테스트 하였으며 받아들이진 값을 그래프로 분석한 것이 그림9이다.

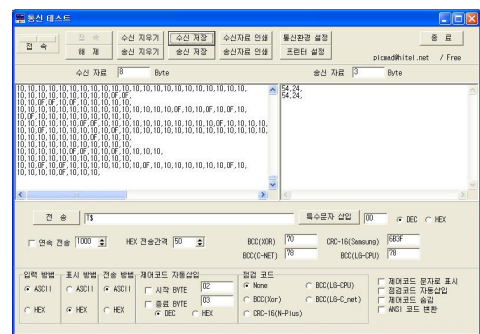


〈그림 7〉 송신측과 수신측을 모두 가린 상태

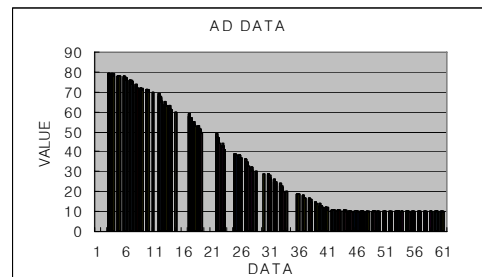


처음에는 송·수신측이 가려지지 않았기 때문에 전압 값이 최대가 되며 종이를 일정한 속도로 이동시킬 때 송·수신측이 점점 가려지므로 초음파 량이 적어져 전압이 점점 작아지는 형태를 보여주고 있다.

그림9에서 보듯이 A/D값이 일부 빠져 있는 부분은 송·수신측 사이에 종이를 이동시킬 때 수동으로 이동시켜 측정시간의 불균일에 의해 초음파 값을 받아들이지 못한 것이다. 기계를 사용하여 자동으로 정밀하게 이동을 시킬 경우에는 초음파센서의 특성이 더 좋게 나올 것이다.



〈그림 8〉 초음파 값을 USB로 읽어 들임



〈그림 9〉 AD 값 분석 그래프

3. 결 론

초음파 량의 변화에 따라 원단 및 체지(물체) 등을 풀거나 감을 때 초음파 센서의 송신측과 수신측 사이에 물체의 좌우측 끝단에 고정 설치해 놓고, 항상 물체의 끝부분(Edge)이 일정한 위치에 오도록 모터를 제어하는 시스템이다. 본 연구에서는 초음파의 변화량을 정확히 받아들이는 부분이 가장 중요한 부분이며 온도, 습도 등과 같은 주변 환경에 따른 초음파 량의 데이터를 어떻게 처리를 할 것인지도 집중적으로 연구해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 원용규, 오학준, 윤민수, "센서 제어 공학", 일진사, 2002
- [2] 진경서, 김경화, 김남오, 고봉철, "센서의 기초", 태영문화사, 2003
- [3] Robert F. Coughlin, Robert S. Villanucci. "Introductory Operational Amplifiers and Linear ICs." Prentice Hall, 1990
- [4] 전자기술연구원, "OP앰프 IC의 사용법", 우성문화사, 1993
- [5] J. G. Webster, "The Measurement instrumentation and sensors handbook", CRC press, 1999
- [6] 김원희 외, "센서공학(자동화를 위한)", 성안당, 2002
- [7] 양오 외, "AT89C51의 기초와 응용", 신화전산기획, 2006
- [8] F. M. L. van der Goes, P. C. de Jong, and G. C. M. Meijer, "Concepts for accurate A/D converters for transducers", The 7th international conference on solid-state sensors and actuators, 1993
- [9] Joseph J. Carr, "Sensor and Circuits", Prentice-hall. Inc, 1992
- [10] 황규섭, "센서활용기술", 기전연구사, 1985