

주행 알고리즘을 강화한 미로탐색로봇

지준근, 임영하
 Soonchunhyang University Information Technology Engineering Department

Micro Mouse Using Advanced Motion Table

Jun-Keun Ji, Young-Ha Lim
 Division of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University

Abstract - 본 논문에서는 안정성 높은 미로탐색로봇의 제작을 위해 EPLD를 이용하여 회로부의 간략화를 꾀한 후 PCB 작업을 하여 하드웨어 시스템을 구성하였고 주행기법을 개선하여 주행 알고리즘을 강화하였다. 미로탐색로봇의 제작 및 주행 실험 결과 미로탐색로봇에서 주행기간의 단축은 최고속도가 아니라 가속과 감속 방법에 달려 있음을 확인할 수 있었으며, 이를 바탕으로 속도 테이블의 구성과 테이블 운영방법을 연구하여 기존의 주행 알고리즘을 강화할 수 있었다.

1. 서 론

지금까지 진행되어 온 미로탐색로봇의 주행방법을 살펴보면 같은 속도의 가감속 테이블을 이용하여 가속과 감속을 행하는 것을 볼 수 있다. 그러나 미로 탐색 로봇에서 실제 주행시간은 최고 속도가 아닌 가속과 감속 구간의 속도에 의해 결정되며 스텝 모터를 사용한 시스템의 경우는 갑작스런 가감속이 불가능하므로 이를 개선하기 위한 시스템의 구성이 필요하게 된다.

이에 본 논문에서는 소형화 및 안정성 높은 미로탐색로봇의 제작을 위해 EPLD를 이용하여 디지털 회로부의 간략화를 꾀하며, PCB 설계 및 제작을 통하여 유지보수가 용이하고 안정성이 높은 하드웨어 시스템을 구성하고, 가감속 속도 테이블의 구성과 테이블 운영방법을 연구하여 주행 알고리즘을 강화하고자 한다.

2. 본 론

2.1 시스템 전체구성

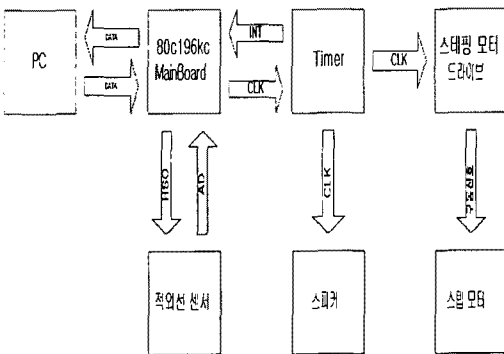


그림 1 시스템 전체 블록

본 시스템의 CPU는 80C196KC를 이용하였으며 메모리는 ROM 32KB, RAM 32KB를 사용하였다. EPLD를 이용하여 기타 디지털 회로를 구성하고 유니폴러(Unipolar) 방식의 모터 구동방식을 채택하였다. 모터는 4상 스텝모터를 사용하였으며 모터의 클럭은 8254를 이용하여 구성하였다.

2.2 CPU 선정 및 메모리맵 구성

CPU의 선정은 A/D 컨버터, 고속 출력, 양방향 직렬 통신을 가지고 있는 80C196KC를 선택했다. 80C196KC의 경우 16비트의 어드레스를 가지고 있으며, 사용에 따라 8비트 데이터 버스나 16비트 데이터 버스를 선택할 수 있으나 본 시스템에서는 8비트의 데이터 버스 방식을 채택하였다. 총 메모리 용량 64KB 중 리셋벡터의 위치가 2080h이기 때문에 ROM을 하위에 배치하고 RAM을 상위에 배치하였다. Intel 계열은 memory-mapped I/O 방식을 사용하기 때문에 ROM의 일부 영역을 I/O영역으로 할당하였다. 구성된 메모리 맵과 I/O 맵은 다음과 같다.

내부 램	00000h-01FFh
ROM 영역	0200h-07EFFh
I/O 맵	07F00h-07FFFh
RAM 영역	08000h-0FFFFh

표 1 메모리 맵 과 I/O 맵

2.3 EPLD를 이용한 부가회로 구성

위에서 설정한 메모리와 I/O의 어드레스 디코더를 구성하기 위해서는 적지 않은 디지털 게이트가 필요하다. 이를 상용의 TTL IC를 통하여 구성할 경우 부피가 너무 커질 수 있고, 이를 제작하는 과정도 상당한 노력이 필요하다. 이를 개선하고 차후 변경이 손쉬운 회로를 구성하기 위하여 EPLD(ALTERA사의 EPM7128)를 이용하여 디지털 회로를 구성하였다. ALTERA사의 부품을 선택한 이유는 타사에 비하여 가장 강력한 개발환경을 제공하기 때문이다. EPLD를 이용하여 구성한 디지털 회로를 살펴보면 다음과 같다.

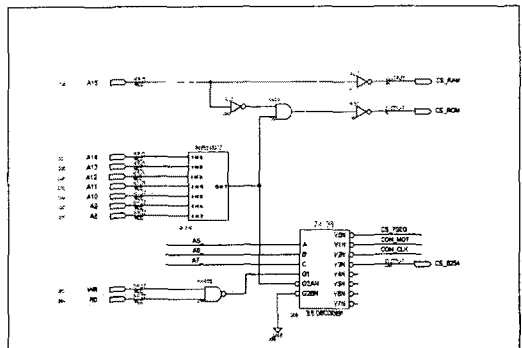


그림 2 EPLD로 설계한 디코더

1) 디코더 : ROM과 RAM의 선택 신호와 기타 I/O에 대한 선택신호를 발생한다. 그림 2의 회로를 참고해보면 A15로 ROM과 RAM을 구분하여 주고, A14~A8까지의 신호를 통하여 ROM과 I/O를 구분하여 주었다. 디코더

는 확장성을 위하여 3×8 디코더로 구성하였으며 I/O는 4개만을 사용하였다. 이중 내부의 chip 선택신호로 3개를 사용하였고 외부적으로는 하나만을 사용하였다.

2) 어드레스 래치 : 80C196KC의 경우 한 핀에서 어드레스와 데이터가 동시에 나오게 되는데 이를 ALE를 통하여 데이터 버스와 어드레스 버스를 구분하게 된다. 본 시스템에서는 8비트 버스만을 사용하지만 추후 확장성을 위하여 1개의 74373과 8개의 버퍼를 이용하여 EPLD내부에 구성하였다. 그 회로는 그림 3과 같다.

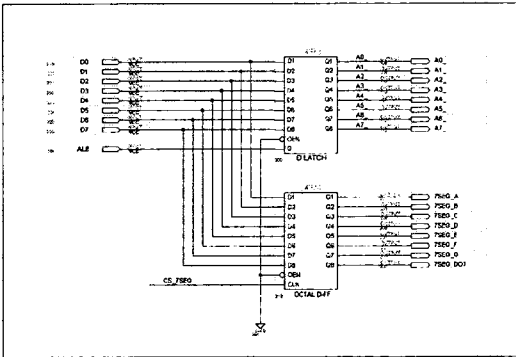


그림 3 EPLD로 설계한 어드레스 래치

3) 모터 및 I/O 컨트롤러 : 모터의 구동과 외부 I/O인 8254의 출력을 제어하기 위하여 몇 개의 포트가 필요하게 되는데 이를 구성한 회로를 말한다. 물론 CPU 내부에도 포트를 가지고 있지만 이는 확장성을 위하여 남겨놓은 상태이고 14개의 D-FF를 구성하였다.

모터의 구동은 가속 특성이 좋고 고속 구동이 가능한 유니폴러 방식을 사용하였다. 스텝모터 구동 상신호는 카운터 신호를 받아들여 EPLD로 구성하였으며 EPLD에서 구현된 스텝모터 구동용 상신호는 L297(스텝모터 구동용 상신호 발생 chip)의 타이밍을 참고하여 설계하였다. 실제 구동에서 L297과의 차이점은 찾을 수 없었다.

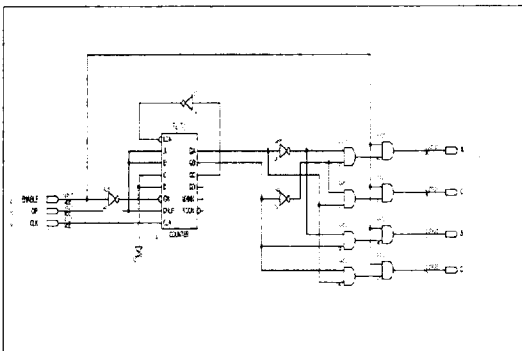


그림 4 스텝모터 컨트롤러

2.4 PCB의 설계와 제작

회로의 안정성과 시스템 크기를 줄이기 위하여 PCB를 설계하여 시스템을 구성하였다. 수작업을 하는 것보다 신뢰성이 높고 부품의 교환이 용이하다. 또한 EPLD로 사용한 EPM7128의 형태가 PQFP-100pin이어서 수작업이 불가능하기 때문에 PCB 설계가 반드시 필요하였다.

1) 설계 과정에서 단위는 보통 사용하는 기관과의 규격을 맞추기 위하여 mils단위를 사용하였다.

3) 비어(via)의 크기는 PCB업체와 상의하여 업체에서 제작할 수 있는 최소 단위를 선택하였다. 그 크기는 드릴 구멍 18mils, 패드 크기 25mils이다.

4) PCB 작업을 위하여 설계에 사용한 툴은 OrCAD 9.2 - Layout Plus를 사용하였다. 실제 설계한 회로와 제작된 회로를 살펴보면 그림 6,7과 같다.

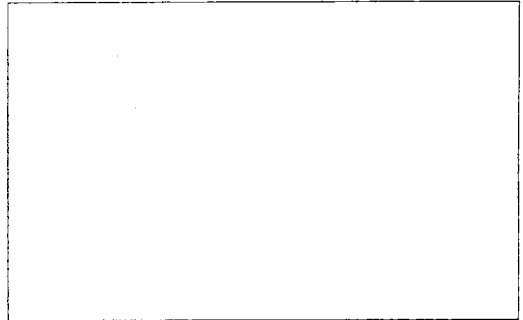


그림 5 PCB설계 회로

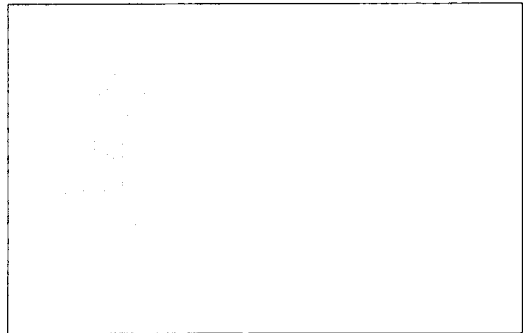


그림 6 실제 제작된 PCB 기판

2.5 센서 구동부

미로 탐색 로봇에서 센서의 목적은 벽과의 거리탐지와 벽의 유무를 판별하는 것이다. 미로 탐색 로봇에서 사용하기에 적합한 센서는 적외선 센서와 초음파 센서이다. 초음파 센서의 경우 가격이 비싸고 필터링이 어렵다는 단점을 가지고 있기 때문에 본 시스템에서는 적외선 센서를 이용하였다.

2.5.1 적외선 센서의 구동 방법

미로 탐색 로봇에서는 보통 적외선 센서를 반사형으로 이용한다. 반사형이란 빛을 쬐서 반사되어 들어온 빛을 가지고 판단하는 것을 말한다. 미로 탐색 로봇에서 반사형으로 사용하는 방법은 날개형(On/Off 형)과 광량형으로 구분할 수 있다. 날개형은 벽의 정보를 적외선 센서 여러 개를 사용하여 얻는다. 여러 개의 센서 중 값이 들어오는 것을 확인해서 미로 탐색 로봇의 위치와 벽의 정보를 판단하는 것이다. 미로 탐색 로봇에서 날개를 사용할 경우 적어도 주행 중 자세 보정 때문에 2개의 날개가 필요하다. 그리고 센서의 경우는 많으면 많을수록 정확한 정보를 얻을 수 있지만 사용 부품이 많아짐으로 보통 날개 당 8개를 사용하는 것이 보통이다. 이 정도를 사용함에 있어서 초차 상당히 많은 부품이 사용된다. 이는 경제적으로 작업을 진행하는 과정에 있어서도 비효율적이기 때문에 본 시스템에서는 광량형으로 적외선 센서를 구동하였다.

2.5.2 적외선 센서 발광부 회로 구성

적외선 센서의 발광부는 적외선 LED로 구성되어진다. 적외선 센서를 항상 켜놓는 것은 효율 면에서 떨어질 뿐만 아니라 필터링에서도 문제점을 가지게 된다. 이런 문제점을 해결하고자 보통 사용하는 방법은 적외선 LED를 펄스 구동 방식으로 운용하는 것이다. 본 시스템에서는 적외선 LED를 대신해서 적색 고휘도 LED를 사용하였다. 이를 사용한 이유는 적외선 LED의 경우는 사람의 눈으로 LED의 on/off 상태를 판단할 수 없기 때문이다. 적외선 LED 대신 고휘도 LED를 이용할 경우 얻어지는 A/D 변환 값은 적외선 LED의 약 3/4 정도이고 이는 시스템을 구동하는데 문제없는 정도이다. 또한 CPU 내부의 HSO 자체 출력을 통해서 고휘도 LED를 구동하는 것은 충분한 전류를 흘리지 못하는 문제가 있다. 이를 해결하고자 ULN2803(달링턴 TR)를 이용하여 고휘도 LED를 구동하였다. 또한 고휘도 LED는 전압 전압 강하가 2.0V이고 펄스 구동시 최대 전류가 1A이기 때문에 3Ω 전류제한 저항을 삽입하였다.

2.5.3 적외선 센서 수광부 회로 구성

적외선 센서 수광부의 경우 전류를 많이 얻을 수 있는 달링턴 타입의 포토 TR을 이용하였다. 적외선 센서의 경우 많은 외란을 가져올 수 있는데 이를 간단한 RC 고역 필터를 이용하여 어느 정도의 외란을 제거하였다. RC 필터를 통과한 데이터는 80C196KC에 내장되어 있는 A/D 변환부로 연결되어 빛의 양을 측정하게 된다.

2.5.4 센서의 구동

고휘도 LED는 총 6개가 사용되었고 구동순서는 좌, 좌대각선, 좌앞, 우앞, 우대각선, 우 순으로 구동된다. 고휘도 LED의 턴온 시간은 Duty rate = 1/16, Pulse width = 0.1ms를 권장하고 있다. 소프트웨어적으로 A/D 변환이 시작되면 턴온되고 A/D 변환이 끝나면 LED를 턴오프하게 되는데 이 시간은 50ns정도로 충분한 시간 안에 들어감을 알 수 있다. A/D 변환한 데이터는 인터럽트를 통하여 받아들이며 일정시간마다 항상 켜지게 된다.

2.6 속도 테이블 구성

본 시스템 구성에서 스텝 모터 속도의 피드백을 실제로 받을 수 없으며 모터 드라이버에 인가되는 클럭을 인터럽트로 카운트하는 방식으로 모터의 속도 변화를 추정하였다. 스텝모터 구동시 인가 펄스에 대하여 한 스텝각 씩 움직이게 되는데 소프트웨어적인 부담을 줄이기 위하여 외부 카운터를 사용하여 이를 구현하였다. 카운터를 사용할 때 모드-3 카운터의 세밀한 변화를 위하여 16비트 카운트 방식으로 사용하였다.

스텝모터의 특성상 저속에서 고속으로 급작스럽게 변화를 줄 경우 탈조 현상을 일으킬 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 속도변화에 상당히 유의하여 구동하여야 한다. 모터의 구동은 클럭신호에 의해 결정되므로 그 신호만을 가지고 살펴보아도 모터의 속도를 추정하여 볼 수 있다.

본 시스템에서 사용한 16비트 카운터의 데이터를 OFFFFFh~00000h까지 변화시킬 경우 출력 주파수는 분수합수 형태를 가지게 되며 이는 스텝모터의 동특성에 반비례하는 가속방법이며 실제 가속을 해보아도 상당한 문제를 일으킬을 알 수 있다. 이는 가속테이블로 사용하기 불가능하다. 보통 시스템의 경우 위의 경우를 무시하고 가속을 시키는 경우가 많은데 이를 개선하여 log 함수를 이용한 가속방법으로 실험하였다.

속도의 구현은 보통 속도테이블을 구성함으로써 이루어지는데 그 이유는 실제 모터속도를 계산할 경우 연산 과정에서 CPU에 과부하가 걸리고 본 시스템의 개발언어인 어셈블리 언어에서는 수학 연산의 코딩이 상당한

부담을 주게 되기 때문이다.

구동 알고리즘의 구성에서 일정 시간마다 모터의 속도를 변경할 경우 모터의 거리에 대한 선형화가 이루어질 수 없다는 문제점이 발견되었다. 이 방법을 해결하기 위하여 구동 알고리즘의 수정이 필요하게 되었는데 일정 시간이 아닌 모터의 클럭 변화마다 속도 변화를 시켜 최상의 가속속을 시킬 수 있었다.

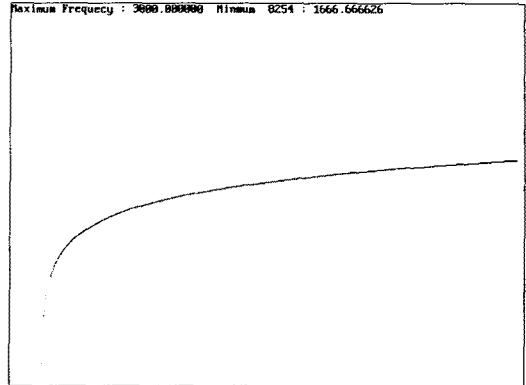


그림 7 log함수를 이용한 모터 속도 테이블

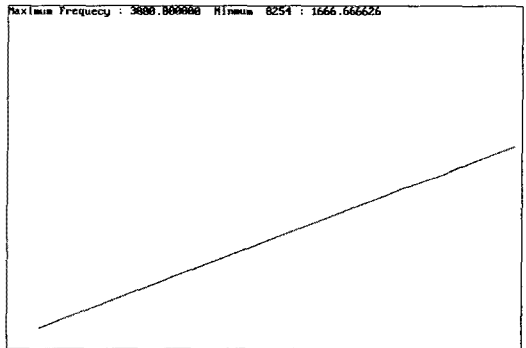


그림 8 선형 속도 테이블

3. 결 론

미로 탐색 로봇의 설계시 PCB로 회로를 구성하는 방법은 회로의 안정성 및 쉬운 부품교환이라는 측면에서 만족할만한 결과를 얻을 수 있었다. 미로 탐색 로봇의 주행시간은 미로 탐색 로봇의 최종속도가 아닌 가속방법에 의해 결정됨을 확인할 수 있었고, 이를 바탕으로 모터를 구동하는 방법에서 속도 테이블의 구성과 테이블 운영 방법 알고리즘을 새롭게 설계 및 구현함으로써 만족할만한 가속속 특성을 얻을 수 있었다. 앞으로의 연구는 발전된 주행 알고리즘의 적용을 통하여 시스템을 더욱 향상시키는 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] Intel, "8XC196KC/8XC196KD User's Manual"
- [2] 김대근의 3명, "인텔80C196KC의 모든것", 도서출판 ohm
- [3] 이승호, "ALTERA MAX+PLUS II를 사용한 디지털논리 회로 설계", 북두출판사
- [4] M.Morris Mano, "컴퓨터공학 - 하드웨어설계", 대영사
- [5] 이천희의 3명, "PCB설계 기법", 홍릉과학사, 1994
- [6] 임영하, "주행알고리즘을 강화한 미로 탐색 로봇", 순천향대학교 학사논문, 2002