

자기거리계를 이용한 Magnetic Wire 기반 자율주행시스템의 개발

Development of Magnetic Wire base autonomous system using magnetic position meter

김근모, 유명재

전남 무안군 목포대학교 제어시스템 공학과

E-mail: gmkim@mokpo.ac.kr

전남 무안군 목포대학교 제어시스템 공학과

E-mail: yjryoo@mokpo.ac.kr

요 약

전 세계적으로 차량의 급속한 증가로 인해 지능형교통시스템에 대한 연구가 활발히 진행 되고 있다. 그중 차량의 자율주행에 관한 연구가 한 분야를 차지한다. 그리고 차량의 자율주행은 경로 인식이 기본적인 요소이다. 기존의 경로인식은 3축 자계 센서로 자석마커의 3차원의 데이터를 분석하여 인식하였다. 그러나 본 논문에서는 Magnetic Wire와 자기거리계를 이용하여 측면 이탈거리를 계측하여 주행하는 시스템을 제안한다. 그리고 기존 자율주행 차량의 시스템과 비교하고 제안하는 시스템이 저사양의 하드웨어와 간단한 알고리즘으로 자율주행이 가능함을 실험을 통해 검증하고자 한다.

Key Words : Autonomous Vehicle, Steering, Magnetic Position Meter

1. 서 론

1980년 이후 차량이 급격히 증가하여 교통체증과 에너지의 낭비, 환경오염, 기업의 물류비 증가, 교통사고로 인한 인적 피해, 교통사고 처리비용이 사회적 이슈가 되고 있다. 이러한 문제들에 대한 대책으로 지능형교통시스템(ITS)을 위한 연구가 전 세계적으로 계속 되고 있으며 차량의 자율주행에 관한 연구가 그중 한 분야를 차지하고 있다. 대표적으로 미국 PATH와 네델란드 APTS에서는 실제로 자율주행을 완성하여 시범운행중에 있고 2008년에는 서울에 APTS사의 차량이 시범운행 될 예정이다.

대중교통뿐만 아니라 최근 출시된 자동차들에서 점점 자동화된 기능이 늘어나고 있는 것을 고려하면, 차량의 자율주행 가능성은 높아지고 있다. 예를 들어 급박한 사고를 탐지한 경우 안전벨트를 조이고, 창문을 닫게 한다. 또한 버튼 조작만으로 스스로 평행 주차할 수 있으며 다른 차량이 너무 가까이 있다는 것을

감지한 경우 속도를 줄이기 위해 브레이크에 압력을 가한다.

이와 같이 신차들은 사람에 의한 조작이 필요 없게 됐다. 예를 들어 복잡한 교차로에서 빨간 신호등이 켜지면 자동차가 이를 인식하여 운전자에게 정지하도록 알려주거나 스스로 정지할 수 있다.

이러한 자율주행 차량이 개발되면 공장에서 무인 반송차가 이미 사용되고 있는 것과 같이 무인 차량이 미리 정해진 경로를 따라갈 수 있을 것이다.

차량의 자율주행은 경로 인식시스템이 기본적인 요소이다. 기존 자계기반 자율주행 차량은 도로에 자석마커를 일정 간격으로 설치하고 3축 자계센서로 3차원의 데이터를 분석하여 주행하는 방식으로 고사양의 하드웨어와 프로그램 필요로 한다.

이에 본 논문에서는 실제 차량의 1/4크기의 차량을 사용하여 기존 자율주행 차량의 주행 시스템과 자기거리계를 이용한 자율주행 차량을 비교하고 제안하는 방법이 저사양의 하드웨어와 간단한 알고리즘으로 자율주행이 가능함을 검증 하고자 한다.

※ 본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성 사업의 연구결과로 수행되었음.

2. 시스템 구성

2.1 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 자율주행시스템은 센싱 시스템, 조향시스템, 구동시스템으로 이루어져 있다.

센싱시스템에서는 Magnetic Wire에서 발생하는 자계를 계측하여 측면이탈거리를 메인컨트롤러에 전송한다. 이 데이터를 메인컨트롤러에서 비례제어하여 조향시스템을 동작시킨다.

그리고 구동시스템은 바퀴에 자석을 부착하여 홀센서로 속도를 계측하고 속도제어를 한다.

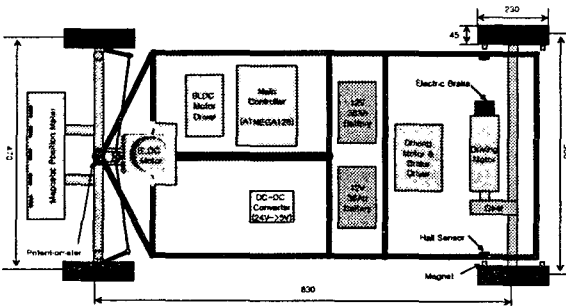


그림 1. 시스템 구조.

2.2 Magnetic Wire

기존 자율주행 차량은 도로에 자석마크를 사용하였으나 본 논문에서는 흔히 고무자석이라고 하는 Magnetic Wire 사용하였다. Magnetic Wire는 양방향(상·하)착자, 9 * 2.5T사이의 고무자석이다. 고무자석은 산화철을 주원료로 제조한 영구자석으로 구부러짐이 용이하고, 가벼우며 Bending 부위 등에 밀착성이 있고, 형상을 자유로이 성형할 수 있으며, 규격 및 길이는 다양하고 가격이 저렴한 장점이 있다.



그림 2. Magnetic Wire.

2.3 센싱 시스템

본 논문에서 제안하는 시스템은 자기거리계(MFS5A40)를 사용한다. 이 센서는 (주)로보센스에서 개발한 제품으로 내부에 5개의 1축센서가 40[mm] 간격으로 배치되어 있다. 5개의 센서중 Magnetic Wire의 바로 위에 있는 센서가 표 1과 같이 출력된다.

표 1. 센서 출력

Sensor No.	Output
1	0x01
2	0x02
3	0x03
4	0x04
5	0x05

2.4 조향 시스템

조향 시스템을 설계하기 위해서 모터선정이 선행 되어야한다. 모터의 종류는 수 없이 많으나 제작한 차량의 크기와 토크등을 고려하여 리니어형 모터와 BLDC모터를 비교해 보았다.

리니어형 모터는 DC모터이고 내부에 볼스크류가 있어 회전운동을 직선운동으로 바꿔주는 구조로 되어있다.

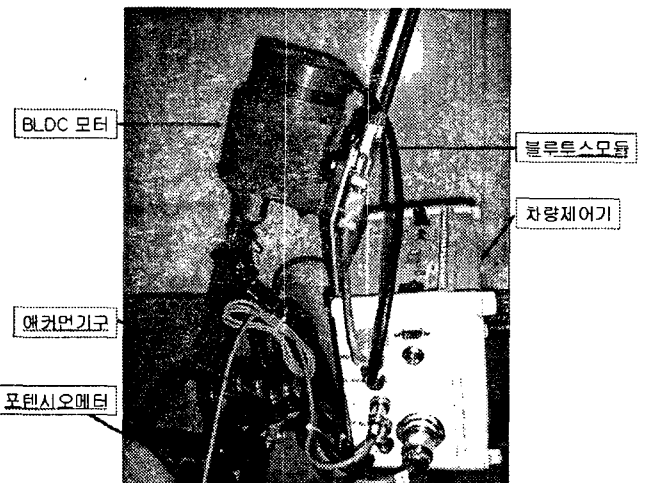


그림 3. 조향시스템 구조.

표 2. 모터 비교

	리니어형 모터	BLDC 모터
장점	<ul style="list-style-type: none"> 소형 이어서 장착시 필요 공간 적음. 장착이 쉬움. Backlash가 거의 없음. 	<ul style="list-style-type: none"> 비교적 저가. 모터와 기어의 종류가 다양하여 선택의 폭이 넓음. BLDC모터의 특성상 유지보수가 거의 필요 없음. 토크 특성이 우수함.
단점	<ul style="list-style-type: none"> 국산 제품이 없어 구입이 어렵고 고가임. 	<ul style="list-style-type: none"> 비교적 큼. 기어에서 Backlash가 있음.

표 2와 같이 BLDC모터가 많은 장점이 있으므로 BLDC모터를 사용하여 그림 3과 같이 조향 시스템을 구성하였다. 그리고 조향각을 측정하기 위하여 1turn 타입의 포텐시오메터를 장착하였다.

2.5 구동 시스템

구동 시스템은 제작의 편의를 위해 차동 기어와 모터, 전자브레이크가 조립되어있는 4륜 스쿠터용 모터와 드라이버를 사용하였다. 모터는 24V 320W DC 모터이고 전자브레이크는 드라이버에서 자동으로 컨트롤 한다.

그리고 그림 1과 같이 바퀴 측면에 자석을 부착하고 홀센서로 차량의 속도를 계측하였다.

2.6 알고리즘

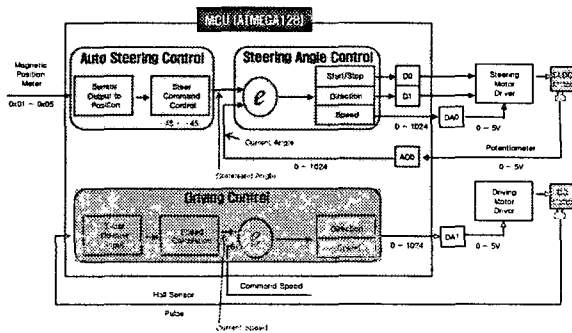


그림 4. 알고리즘 구조.

그림 4와 같이 시스템의 알고리즘은 자기거리계의 디지털값 입력, 지령 조향각 결정 (Command Angle), 지령 조향각과 포텐시오메터 값(Current Angle)의 차 계산(Lateral Error), 조향모터구동의 과정을 거쳐 조향 시스템이 작동한다. 그와 동시에 구동시스템 홀센서의 출력값을 받아 타이머에서 속도를 계산하고 지령속도에 맞는 속도로 구동된다.

3. 실험 및 결과 고찰

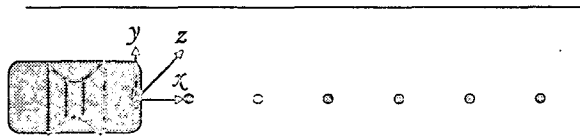
3.1 기존 자율주행시스템과 비교

기존 시스템은 3축센서를 사용하여 주행방향, 측 방향, 높이방향의 3차원데이터를 분석하여 주행하는 방식이다. 대표적인 3축 자계센서는 Honeywell사의 HMR 2300으로 RS-232로 3차원의 데이터를 출력해준다. RS-232는 특성상 수신 할때 많은 시간을 필요로 하고 3차원의 데이터를 빠른 시간에 분석하기 위해서는 PC 나 16~32bit MCU(DSP, ARM)를 필요로 하며 고 난이도의 프로그래밍 기술이 필요하다.

표 3. HMR 2300의 출력

Field (Gauss)	BCD ASCII Value	Binary Value (Hex)	
		High Byte	Low Byte
+2	30,000	75	30
+1.5	22,500	57	E4
+1	15,000	3A	98
+0.5	7,500	1D	4C
00	00	00	00
-0.5	-7,500	E2	B4
-1	-15,000	C3	74
-1.5	-22,500	A8	1C
-2	-30,000	8A	D0

그러나 본 시스템에서 사용되는 자기거리계는 표 1과 같이 4bit디지털 출력으로 8bit MCU (ATMEGA128)로도 충분히 구현 할 수 있으며 간단한 조건문으로 프로그램이 가능하다.



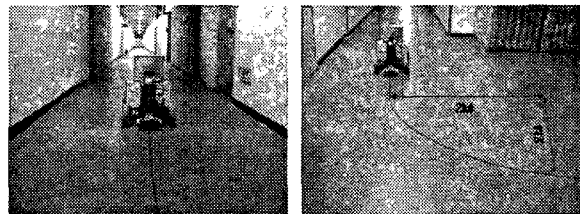
(a) 3축센서를 사용한 주행방식



(b) 자기거리계를 사용한 주행방식

그림 5. 기존시스템과 비교.

3.2 실험 환경



(a) 직선도로로 실험 (b) 곡선도로로 실험

그림 6. 직선도로와 곡선도로로 실험

실험용 도로를 직선코스 5m, 곡선코스 5m로 만들어서 실험을 하였다.

실험은 다음과 같이 실시하였다.

- 1) 출발시 Magnetic Wire가 센서 중앙에 위치하게 놓고 출발한다.
- 2) 속도는 2m/s로 유지하게 한다.
- 3) Lateral Error를 시리얼 통신을 통해 PC로 전송한다.

3.3 실험 결과

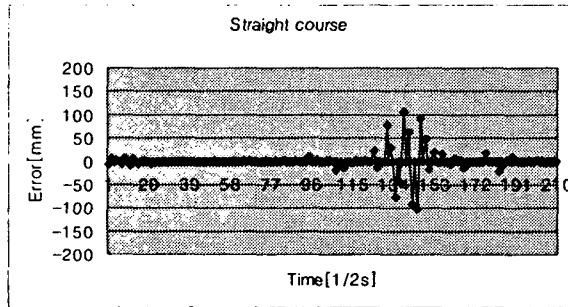


그림 7. 직선도로 실험결과

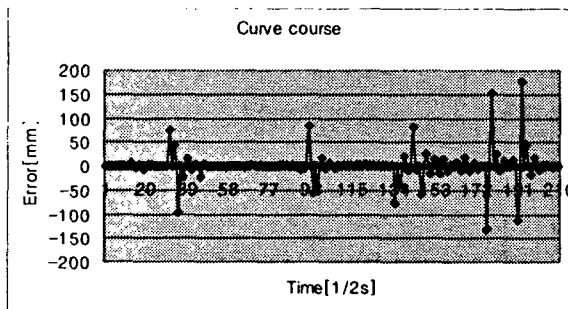


그림 8. 곡선도로 실험결과

그림 7은 직선도로에서 실험해서 얻은 데이터이고 그림 8은 곡선도로에서 실험해서 얻은 데이터이다. 곡선도로에서 Error가 큰 것을 볼 수 있으나 경로에서 벗어나지 않고 주행하는 것을 알 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 자기거리계를 이용하여 차량이 자율주행 시스템을 개발 하였다. 실험을 통해 제안한 방법이 기존의 자계기반 자율주행 차량보다 저사양의 하드웨어와 알고리즘으로 주행이 가능함을 보였다. 다소 실험 결과가 신뢰성을 얻을 수 있는 수치에 이르지 못했지만 추후 전방에 설치한 자기거리계를 후방에도 설치하고 스티어링 시스템에 신경망이나 퍼지알고리즘을 적용시켜 강인한 제어기를 설계할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 유영재, "자율주행용 자계도로의 3차원 해석 및 차량위치검출시스템", 한국 퍼지 및 지능시스템학회 논문지, Vol. 15, No. 1. pp. 75-80. 2005.
- [2] Y. J., Ryoo, E. S., Kim, and Y. C., Lim. "Intelligent Positioning System for Magnetic Sensor Based Autonomous Vehicle", SCIS & ISIS, 2004.
- [3] Ryoo, Young-Jae. (1998). Road Image Based Visual Control of Autonomous Electric Vehicle Using Relative Similarity Neural Networks. Unpublished doctoral Dissertation. Chonnam National University, Gwangju.
- [4] Applications of magnetic position sensor . Honeywell HMR 2300, <http://www.honeywell.com/>.
- [5] S. G., Jeong, I. S., Kim, K. S., Park, J. N., Lee. and M. H., Lee. "Development of Steering System for Unmanned Vehicle by Using Robust Control.", CASE, Vol. 8, No. 9, September, 2002.
- [6] 정영윤, 김근모, 유영재, "자율주행차량과 로봇의 안내를 위한 자계위치인식시스템", Proceedings of KFIS Autumn Conference 2006 Vol. 16, No. 2. pp. 123-126.
- [7] R.Prohaska, P.Devlin, "Combined Brake and Steering Actuator for Automatic Vehicle Control", California PATH Working Paper, UCB-ITS-PWP-98-15, 1998.