

인터넷을 이용한 지능형 무인 차량의 원격제어

김 승 철*, 김 남 수**, 임 영 도***
 동아대학교 전기 · 전자 · 컴퓨터 공학부

Remote Control of an unmaned vehicle of shortage of hands using Internet

Kim Seung Cheol*, Kim Nam Soo**, Young-Do Lim***

Abstract

We design Collision Avoidance System using model vehicle. The purpose of this system(Collision Avoidance System) is to maintain continuously constant distance between a forward running vehicle and a following automatic guided vehicle(AGV). For this system, we design modeling of vehicle and observe this through simulation. By sing super sonic sensors to measure the distance between vehicles and controller using 80c196kc for changing velocity of motor, we design Collision Avoidance System as maintaining continuously constant distance between vehicles.

Key words : AGV (Auto Guided Vehicle)

I. 서론

인구와 유동물자의 증가로 인해 운송수단이 대단위로 증가함에 따라 매년 수만 건의 충돌사고가 발생함에 따라 많은 인명손실과 경제적 손실을 초래하고 있다. 이에 따라 교통안전과 효율의 향상 및 환경을 위해 시각센서를 기반으로 한 자율주행시스템의 개발에 대한 사회적 관심도가 증가하고 있다. 본 논문에서는 이러한 연구의 한 일환으로서 앞 차량과 뒤 차량(AGV:Auto Guided Vehicle)과의 일정 거리를 유지하는 충돌방지 차량을 설계하는데 그 목적이 있다. 전체 시스템의 구조는 초음파센서를 이용하여 모형차량간의 실제거리를 구한 후, PID제어기를 이용하여 차량의 속도를 제어함으로써, 모형차량간의 적절한 거리를 유지하도록 하여 충돌을 방지하는 시스템이다. 여기서 사용한 원격시스템은 앞으로 네트워크에서 모든 시스템을 감시 · 감독하게 될 것을 감안하여 기본적인 기능만을 구현해 보았다.

II. 충돌방지 시스템

AGVS차량은 크게 두가지 개념으로 나뉘 볼 수가 있다. Adaptive Cruise Control(ACC, 적응정속주행제어)와 Collision Avoidance(CA, 충돌회피)이다. ACC는 차량간의

적절한 거리유지를 위해 차량의 속도를 제어하는 기본 정속주행제어로 차량간의 종축제어를 담당하고 있다. CA는 차량의 횡축과 종축 이동을 제어하여 운전자를 대신하여 차량을 주행하는 개념이다. ACC의 목표는 종축차량제어와 편리한 방식으로 운전자를 해방시키거나 지원하는 게 목적으로 운전자의 작업부담의 축소와 부분적 자동화에 있다. CA는 사고를 방지하거나 이의 연속을 최소화하는 목표를 가진 안전하고도 적절한 대응 기능이라 하겠다. 편리한 장치로서 정의 되는 ACC는 실제 정속주행 제어시스템의 구조에 적은 영향을 준다. ACC의 제한된 제동능력은 또한 구조원리에서 변화를 최소화한다. 센서부는 종축제어와 HMI(Human Machine Interface)를 위해 처리되는 데이터뿐만 아니라 기본적인 측정과 데이터 해석까지 포함한다. ACC시스템은 간단하고 저 비용으로 디자인될 수 있다. 왜냐하면 운전자가 직접 전체 동작 시간 동안 시스템을 감독해야하기 때문이다. 이에 반해, 위기상황에서 피해를 방지해야할 의무를 가진 CA는 일종의 고장진단 시스템 디자인을 충족시켜야 한다. ACC는 운전자가 시스템을 사용하는 거의 모든 운전시간동안 사용되는 반면에, CA는 위기상황의 마지막 동작시에 사용된다. 이것은 운전자가 CA시스템과 더불어 운전역학을 다룰 필요가 없게 해준다. 이를 위해 시스템은 100% 정밀도를 가진 모든 가

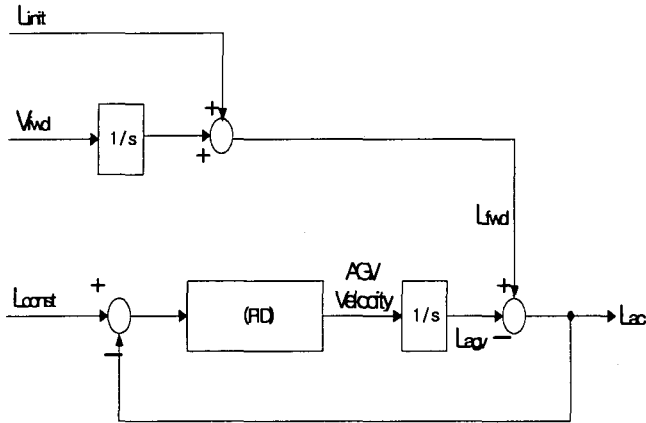


그림. 1 제어를 포함한 충돌방지 시스템 블록도

능한 상황을 다뤄야 하는 시스템이어야 한다. ACC가 지원시스템이라면, 그것은 편리함을 제공함으로써 매일 운전 업무내에서 인간을 지원한다. CA시스템은 능동적인 안전 시스템이다. 그리고 그것은 운전자가 사고 상황에 직면할 때마다 사고를 방지할 것이다. 동작할 때 뿐만 아니라 ACC의 이점은 훨씬 더 실현 가능하다는 것이다.^[2]

III. 제어기 설계 및 원격제어 모듈설계

본 논문은 그림 1과 같은 구조를 통해 차량의 충돌방지 시스템을 설계하고자 한다. 먼저 L_{init} 와 V_{fwd} 를 통해 앞 차량과 얼마만큼의 거리 (L_{fwd})에 있는지를 계산한다. 이를 통해 AGV를 통해 나오는 속도를 적분하여 현재 달리고 있는 앞 차량과 AGV 간의 상대거리 ($L_{fwd} - L_{agv}$)를 계산한다. 이를 통해 실제 앞 차량과 AGV간의 거리 (L_{act})를 계산한다. 이 값을 피드백 시켜서 실제 레퍼런스인 기준 설정치 거리 (L_{const})와 비교한다. 이렇게 계산된 값을 제어기(PID)에 입력하여 설계된 AGV의 속도를 적절히 조절함으로써 현재 설정된 거리를 추종하는 형태로 적절한 속도를 내게 된다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 구조를 통해 제어기를 PID를 사용한다. 여기서 사용되는 PID제어기는 레퍼런스 거리와 실제 앞 차량과 AGV 간의 상대거리에 대한 오차를 입력으로 한다. 그리고 출력은 이 두 입력의 오차와 오차변화분을 통해 적절한 속도를 내기 위해 AGV의 속도를 조절하게 된다.^{[3][4][5][6]} 표 1은 본 논문에서 사용한 변수들을 나타낸 것이다.

그림 2는 본 논문에서 사용한 무선 원격제어 블록도이다. Client PC는 인터넷상에서 차량의 회망속도를 설정하고 현재 차량의 속도를 표시해준다. 또한 워크스테이션 PC는 Client PC에서 인터넷 서비스를 받도록 Web Server를 구축한 System이다. 이 Server PC와 RF module 사이는 Serial 통신을 이용하였고, 차량과의 무선통신을 위해 설치되었다. 또한 차량쪽 RF Module도 또한 196 Controller와 포트를 통해 데이터를 주고 받는다.

표 1. 용어 정리

L_{init}	앞차량과의 초기 거리
V_{fwd}	앞 차량의 속도
L_{fwd}	앞 차량의 실제 거리
L_{agv}	AGV의 거리
L_{act}	차량간의 실제 거리
L_{const}	레퍼런스 거리

IV. 충돌방지 시스템 실험

1. AGV 시스템 설계

본 논문에서 실험을 위하여 그림 3과 같은 AGV 모형 차량을 설계하였다. 이 모형차량은 초음파 센서(플라로이드 6500모듈)를 장착하였고, 센서 드라이브와 제어기, 모터 구동부로 구성되어 있다.

본 논문에서는 PID 제어기를 사용하였다. PID 제어기의 각 계수값은 다음과 같다.

$$K_p = 0.4, K_I = 13.2, K_D = 0.2$$

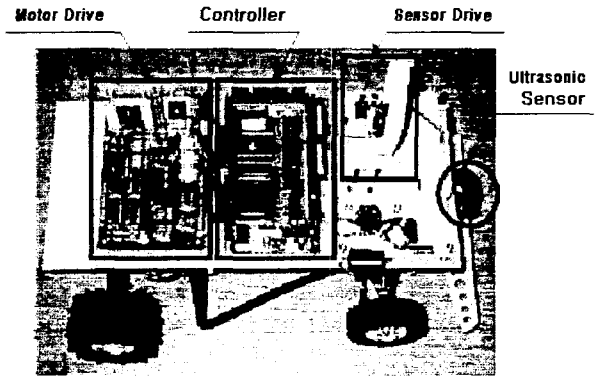


그림. 2. A model of Auto Guided Vehicle

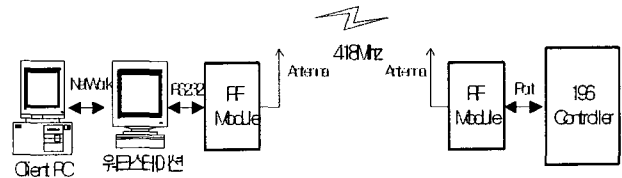


Fig. 3 무선 원격제어 블록도

동작원리를 살펴보면, 초음파 센서 모듈에서 센서제어 신호를 내보내면 센서에서 초음파를 앞차량으로 내보내게 된다. 이때 echo신호가 high로 변하게 된다. 그리고 앞 차량에서 반사되어오는 초음파를 센서 수신부에서 수신하게 되면, 초음파 모듈의 echo 신호가 low로 떨어지는데 이때

까지의 시간을 80c196kc타이머를 이용하여 계산된 값이 앞 차량과의 거리가 되는 것이다. 센서부로부터 받은 거리 값을 제어기 입력으로 넣고 제어기가 처리한 결과를 PWM으로 출력한다. 제어기는 80c196kc를 사용하였고, 모터는 DC모터를 사용하는 관계상 PWM제어로 차량의 속도를 가변하게 되므로 DC모터 구동드라이버를 만들었다. 브레이크신호는 사용하지 않으며, PWM 신호를 IGBT 게이트 신호로 스위칭하여 모터 전원을 모터에 공급하게 된다.

2. 센서 모듈 동작 테스트

정확한 동작범위와 테스트를 위해 196타이머 값과 거리와의 관계데이터를 추출한 것이 표. 2다. 196타이머는 16비트 타이머이므로 2바이트의 정보를 가지고 있다. 여기서 하위바이트값은 무관할 정도로 오차가 심하며, 많은 테스트를 해본 결과 하위바이트의 필요성이 떨어짐으로 상위 1바이트만 센서 입력값으로 사용하였다. 여기서 x는 임의의 값이다.

표 2. 거리에 따른 초음파 센서의 데이터값

거리에 따른 초음파 센서의 데이터 값			
거리	16진 코드값	거리	16진 코드값
40 cm	0C7X	130 cm	25CX ~ 25DX
50 cm	0F7X ~ 0F8X	140 cm	28AX
60 cm	124X ~ 125X	150 cm	2B6X ~ 2B7X
70 cm	14FX	160 cm	2E4X ~ 2E5X
80 cm	17CX	170 cm	310X ~ 311X
90 cm	1AAX	180 cm	33BX
100 cm	1D5X	190 cm	36XX
110 cm	204X	200 cm	39XX
120 cm	231X		

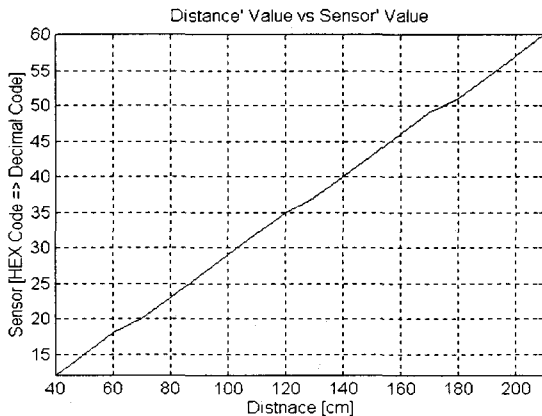


그림 4. 센서 입력 값에 대응하는 거리값

그림 4는 센서 입력값에 대응하는 거리값을 그래프로

나타냈다. 폴라로이드 6500 모듈의 소나 범위는 15.24cm ~ 10.50m이다. 하지만 실제 테스트 결과 200cm에 근접할 수록, 또 그 이상의 거리에선 초음파 센서의 입력값이 선형적이지 못하고 랜덤하게 들어왔다.

3. 네트워크 시스템 구현

RF모듈(Radiometrix사 BiM2-433-64)을 사용하여 Client PC와 AGV차량간에 무선통신을 구현하였다. 그림 5는 RF 모듈의 Block Diagram 이다. 그리고 네트워크상에서 차량의 감시·감독을 위한 프로그램은 Visual Basic을 이용하였고, Client PC를 통한 네트워크를 통해 간단히 시스템을 구현하였다. (그림 6)

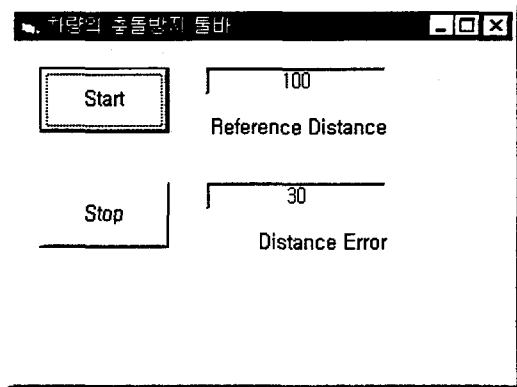


그림 6. 원격제어 프로그램

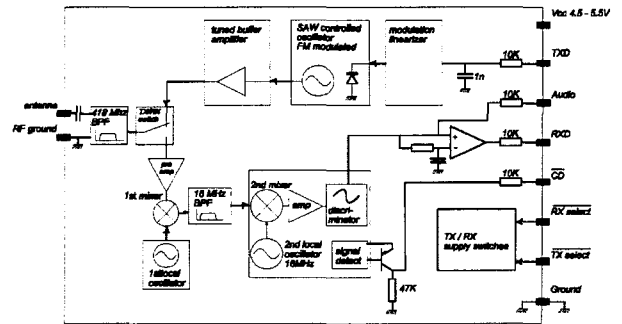
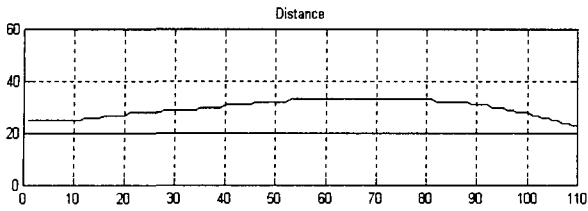


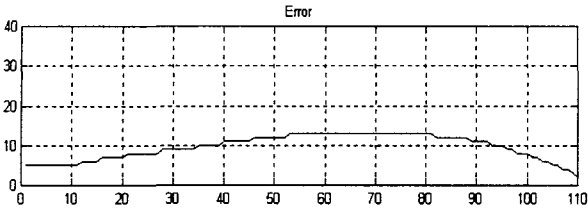
그림 5. RF Module 블록도

V. 실험 결과

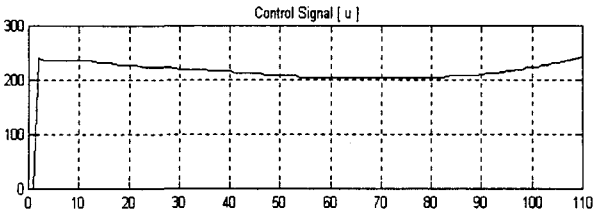
앞차량과 AGV간의 원하는 거리를 70cm로 설정하고, 초기거리를 90cm, 120cm, 180cm로 정한 후, 각각 거리에 따른 오차, 제어신호(u)에 대한 파형을 196제어기에서 RS232통신을 이용하여 컴퓨터 화면에 실시간으로 데이터를 디스플레이한 것이 그림 7, 8, 9이다. 여기서 x축은 샘플의 개수이고 샘플링 타임은 0.1sec이며, 거리와 에러에서 y축은 10진수로 표시하였다.



(a) 거리

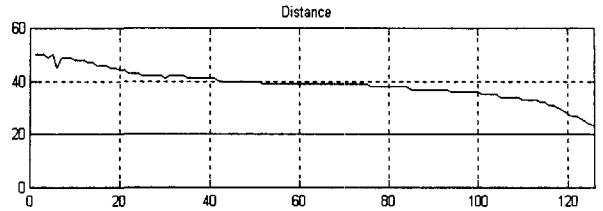


(b) 거리에 따른 오차

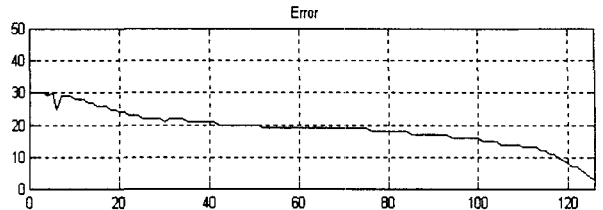


(c) 제어신호

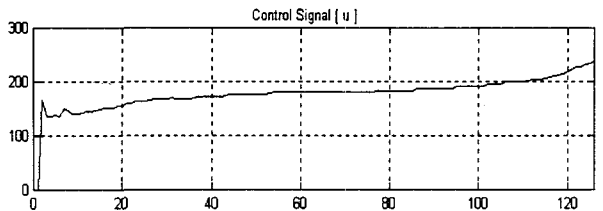
그림. 7 초기거리 90cm일 때 거리, 오차, 제어신호



(a) 거리



(b) 거리에 따른 오차



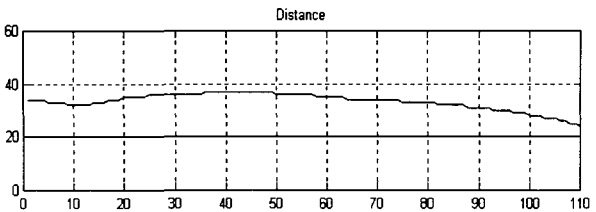
(c) 제어신호

그림. 9 초기거리 180cm일 때 거리, 오차, 제어신호

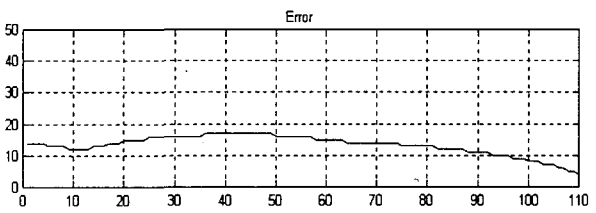
초기 차량간의 거리를 90cm으로 하였을 때, 거리 (90cm)에 대한 16진수값은 표 2에서 1A이며, 10진수로 26이다. 즉 그림 7(a)에서 초기거리가 26인 것을 알 수 있으며, 초기 차량간의 거리와 원하는 차량간의 거리의 차, 즉 오차는 표 2를 참고하여 6임을 알 수 있으며, (b)에서 확인할 수 있다. 그림 9에서 초기 1초이내에서 파형이 변동이 심한 것은 표 2에서 보듯이 200cm에 근접하여 그 이상의 거리가 될 때 초음파 센서의 입력이 선형적이지 못하고 랜덤한 값이 들어오기 때문이다.

VI. 결론

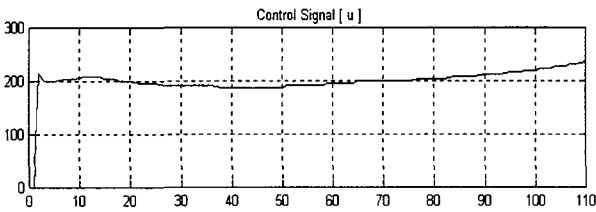
본 논문에서는 충돌방지 차량을 설계하는 전단계로서 앞 차량과 AGV 간의 거리를 유지하는데 그 목적이 있다. 이를 위하여 초음파 센서와 PID제어기를 사용하여 차량의 속도 및 거리를 제어한다. 실험상에서 초기 때와 앞 차량의 속도 변화시에 앞 차량과의 거리 오차가 큼을 확인하였다. 이를 해결하기 위하여 새로운 형태의 알고리즘을 사용할 필요가 있다고 본다. 실제 실험에서 앞 차량의 속도 변화에 따라 AGV가 거리를 유지함으로써 차량간 충돌을 방지함을 확인하였다. 향후 완벽한 충돌방지 시스템을 설계하기 위해서는 앞 차량뿐만 아니라 뒷선차량, 옆 차량, 그리고 도로상황을 정확히 파악하여 충돌 뿐만 아니라 차을 주행이 이루어지기 위한 연구가 이루어 져야만 한다. 또한 네트워크시스템에 있어서도 Client PC를 사용하지 않고 Embedded 시스템을 통해 Direct 방식으로 차량을



(a) 거리



(b) 거리에 따른 오차



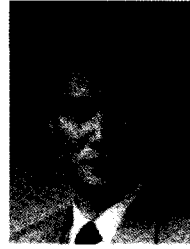
(c) 제어신호

그림. 8 초기거리 120cm일 때 거리, 오차, 제어신호

네트워크에 접속시키고 또한 GPS를 이용한 방법과의 비교를 통해 더 나은 네트워크 시스템의 구현이 필요할 것이다.

접수일자 : 2002. 9. 5 수정완료 : 2002. 10. 10

본 논문은 2001년도 정보통신(IT) 사업 연구비에 의해 연구되었음



임 영 도(Young-Do Lim)

正會員

1973 : 동아대학교 전자공학과 졸업
1978 : 동아대학교 대학원 졸업(석사)
1993 : 동아대학교 대학원 졸업(박사)
현재 : 동아대학교 전기·전자·컴퓨터
공학부 교수

참고문헌

- [1] 임영철, 류재영, “자율주행 차량의 연구동향”, Proceedings of KIEE, Vol. 45, No. 5, May. 1996
- [2] Georg Otto Geduld, “127 Collision Avoidance, Adaptive Cruise Control : Two Similar Applications With Different Kinds Of Philosophy And Safety Impact”, *AVEC' 98*. pp. 707-709
- [3] MATLAB User's Guide & Reference Guide, The Math Works Inc. 1997.
- [4] MATLAB Simulink, The Math Works Inc. 1997.
- [5] 이 석우, “퍼지 제어기를 이용한 충돌방지 시스템 설계”, 1999. pp. 20-21.
- [6] 정 슬, “제어 시스템의 분석과 MATLAB의 활용”, 청문각, 1999.
- [7] C. C. Chin, Y. Zang and C. Y. Cheng, “Autonomous Intelligent Cruise Control using both Front and Back Information for Tight Vehicle Following Maneuvers”, Proceedings of American Conference, Seattle, Washington, June, 1995, pp. 3091-3095
- [8] 이종락, “초음파와 그 사용법”, 세화, 1997. pp. 11-31, 55-67
- [9] Keiji Osugi, Kunihiro Miyauchi(DENSO CORPORATION), “132 Development of the Scanning Laser Radar for ACC System”, *AVEC' 98*. pp. 735-740



김 승 철(Seung-Cheol Kim)

準會員

1995 : 동아대학교 전자공학과 졸업
1997 : 동아대학교 대학원 졸업(석사)
2002 : 동아대학교 대학원 졸업(박사)



김 남 수(Nam-Soo Kim)

準會員

2001 : 동아대학교 전자공학과 졸업
2002 : 동아대학교 대학원(석사과정)