

# 지능형 차량을 위한 차간거리에 따른 능동 주행 제어 시스템 연구

## An Adaptive Cruise Control Systems for Intelligent Vehicles in Accordance with Vehicles Distance

배 종 일\*  
(Jong-Il Bae)

**Abstract** - This thesis describes the active cruise control which is a part of AVHS(Advanced Vehicle and Highway System) in the ITS(Intelligent Transportation Systems). The active cruise control is a system which recognizes some obstructions and vehicles in front, drives in safe speed and puts on the brake in dangerous situations as the driver simply turns on the switch without stepping on the accelerator and brake. PID controller is used in the speed-control by linearizing the longitudinal model of the vehicle, obstacle detecting algorithm which makes use of the laser scanner is proposed to recognize the situation in front and the system's performance is tested.

**Key Words** : Longitudinal control, PID controller, Carsim simulation

### 1. 서 론

한국자동차산업연구소에 따르면 2010년 세계 자동차 판매는 7,060만대이고 국내 자동차 판매량은 146만대로 추정되고 있다[1]. 해마다 늘어나는 자동차 판매량은 교통사고량의 증가로 교통사고 피해가 심각한 사회문제로 대두되어지고 있다. 2010년 도로교통공단에서 발표한 2009년도 도로교통사고 발생현황은 231,990건으로 2008년에 비해 약 7%가량 증가하였고 사고 유형을 살펴보면 고속도로에서 발생한 교통사고가 3,748건이다. 사고율은 약1.6%로 고속에서보다 저속에서의 주행 시 교통사고율이 월등히 높다는 것을 알 수 있다[2]. 해마다 늘어나는 자동차 판매량과 교통 문제등의 증가로 자동차 선진국에서는 지능형 교통시스템(ITS : Intelligent Transportation Systems)의 연구가 활발히 진행되고 있다. ITS의 기술분야에서 첨단 차량 및 도로 시스템(AVHS : Advanced Vehicle and Highway System)은 첨단 안전차량(ASV : Advanced Safety Vehicle)과 같은 분야로 최근 완성차 업계에서 여러 가지 ASV관련 기술이 접목된 차량이 출시되고 있는 실정이다.

ASV관련 기술에서 각종 전자제어 시스템을 운전 조작성 용이성 및 각종 주행 조건에서 차량의 운전성능 향상을 위한 능동 개념의 안전기술인 Active Safety 기술 중에서 장거리 운전시 운전자의 편의성을 위하여 일정 속도를 유지하는 시스템을 크루즈 컨트롤(Cruise Control)이다. 그러나 전방에 장애물이 나타나면 안전에 문제가 발생할 수 있어 최근에는 전방의 교통상황을 모니터링하고 가속페달 외에 브레이크 페달까지 제어하여 저속주행 시 부주의로 발생하는 교통사고를 예방하기 위한 능동형 주행 제어(ACC System :

Adaptive Cruise Control System)에 대한 잠재적인 시장성 때문에 연구가 활발히 진행되고 있다.

따라서 본 논문에서는 운전자가 스위치를 켜는 간단한 동작으로 엑셀 페달 및 브레이크 페달을 별도로 밟지 않아도 선행 차량과의 거리를 유지하는 ACC System에 대하여 연구하였다. 또한 ACC System은 레이저 스캐너에 의해 만약 진행 차선에 저속차량이 있게 되면 적당한 거리를 유지하면서 속도를 줄이게 된다. 운전자가 차선을 변경하거나 선행 차량이 차선을 변경하여 진행차선에 차량이 없게 되면 다시 설정된 속도로 가속하게 된다.

### 2. 능동 주행 제어 시스템

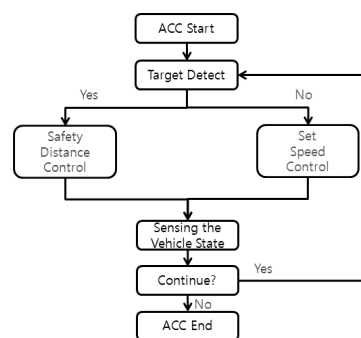


그림 1 능동주행 제어 알고리즘

Fig. 1 ACC algorithm

기본적으로 ACC 시스템은 은 그림 1과 같이 선행 차량의 유·무에 따라 안전차간거리제어(Safety Distance Control), 설정속도제어(Set Speed Control)로 제어되도록 설계 되어 있다. 선행 차량이 있을 경우에는 현재 차량의 속도에 따라 목표 차간거리와 목표 차량속도를 추종하는 차간거리 제어가 작동하며, 전방에 위험요소가 없을 경우에는 일

\* Corresponding Author : Dept. of Electrical Engineering,  
Pukyong National University, Korea  
E-mail : jibae@pknu.ac.kr

Received : July 18, 2013; Accepted : July 25, 2013

반적인 순항제어와 같이 설정속도제어가 작동한다[3].

본 논문에서는 선행 차량이 있을 경우에 대한 차간거리 제어에 대해서 연구하였다.

### 2.1 차간 안전거리

그림 2과 같이 차량의 정지거리는 공주거리와 제동거리라는 2가지의 큰 요소로 구성되어진다. 따라서 정지거리는 공주거리와 제동거리를 산술적으로 더한 것이다.

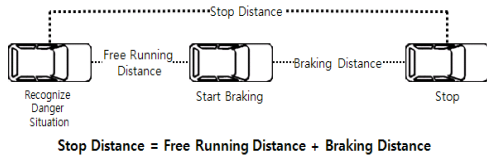


그림 2 안전거리의 개념

Fig. 2 Meaning of stop distance

추종 차량은 주행중의 모든 경우에 있어서 충분한 안전거리를 유지해야만 한다. 따라서 추종 차량의 충돌 회피에 대한 안전거리는 식 (1)과 같이 정의된다.

$$S_d = S_m + S_a \tag{1}$$

여기서,  $S_m$ 는 선행 차량과 추종 차량이 유지해야할 최소 안전거리인 제동거리를 의미하며,  $S_a$ 는 제동거리에 대한 여유를 위해 필요한 추가적인 거리의 공주거리를 의미한다. 따라서  $S_d$ 는 추종 차량이 유지해야하는 안전거리를 의미한다. Ioannou의 논문에서 제안한 추종 차량의 안전거리를 근거로 식 (1)은 다음과 같이 나타낼 수 있다[4].

$$S_d = \lambda_1 (v_i^2 - v_{i-1}^2) + \lambda_2 v_i + \lambda_3 \tag{2}$$

여기서  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 는 각각의 항들을 가중하기 위해 선정된 상수이고,  $v_i, v_{i-1}$ 은 능동 주행에서 선두 차량과 추종 차량의 속도이다. 따라서 능동 주행을 위해 차량의 속도  $v_i$ 와  $v_{i-1}$ 이 거의 같다면 식 (2)는 다음과 같이 다시 나타낼 수 있다.

$$S_d = \lambda_2 v_i + \lambda_3 \tag{3}$$

식 (3)은 차량의 속도가 약 10MPH 증가할 때마다 차량의 전장 길이 만큼에 대한 제동거리는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$S_m = \lambda_2 v_i = \frac{v_i}{10} L \frac{3600}{1600} = 0.225Lv_i \tag{4}$$

또한  $\lambda_3$ 는 추종 차량의 추가 안전거리인  $S_a$ 를 타내며 Ioannou의 논문에서는 자동제어시스템이 운전자의 제동행위를 대신했을 경우 시스템의 신속한 반응이 보장된다면 공주거리는 센서의 샘플링 타임으로 정하고 0.1초의 주기를 갖

는 센서를 사용하여  $S_a=0.08m$ 로 제안하였다. 따라서 식 (4)를 기준으로 0.025초의 주기를 갖는 센서를 사용하여  $S_a=0.02m$ 로 하여 최종적으로 다음과 같은 추종 차량의 안전거리를 유도할 수 있다.

$$S_d = 0.225Lv_i + 0.02 \tag{5}$$

### 2.2 선행 차량 검출 시스템

레이저 스캐너를 통한 전방 차량 검출은 100°, 180°범위를 설정한 스캐너의 각 분해능에 따라 해당하는 점의 인덱스와 거리정보를 출력한다. 따라서 점의 인덱스와 거리 정보를 표현하는 극좌표계( $r-\theta$ )데이터는 그림 3과 같이 직교좌표계( $x-y$ )로 나타낼 수 있다.

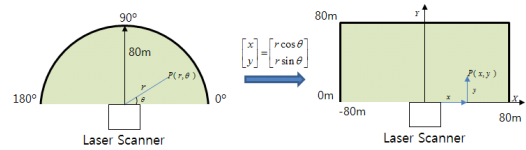


그림 3 레이저 스캐너의 좌표 변환

Fig. 3 Coordinate transformation of laser scan data

레이저 스캐너를 통한 장애물 검출은 각도에 대한 거리의 미분을 통해 스캔영역의 전방 장애물의 가장자리를 찾는 뒤 가장자리의 시작점과 끝점의 각도값의 평균값을 이용해 장애물의 중심각과 중심거리를 찾는다. 미분을 이용한 가장자리영역을 검출 하기 전 연산속도를 높이기 위하여 식 (6)과 같이 관심영역 내의 데이터만 수집한다.

$$dist(t) = \begin{cases} r_i & \text{for } |x_i| < ROI \\ r_{i= \max} & \text{for } |x_i| > ROI \end{cases} \tag{6}$$

여기서 아래첨자  $i$ 는 데이터들의 Index로 설정된 센서의 각도 분해능을 곱해줄 경우에는  $\theta$ 를 의미한다.  $r$ 은 검출된 점과 센서와의 거리 값,  $x$ 는 직교좌표계로 변환한  $x$ 값이고  $\max$ 는 레이저 스캐너의 검출 가능한 최대 길이를 의미한다. 관심영역인 ROI(Region Of Interest)는 차량의 전폭에 여유분을 더하여 임의로 2미터로 정하였다. 관심 영역의 데이터를 이용하여 장애물을 검출하기 위하여 식 (7)과 같이 미분한 뒤 식 (8)과 같이  $threshold_{dist}$ 이상의 변화량을 보이는 점을  $ClusterDist(i)$ 로 구한다.

$$\Delta dist(i+1) = |dist(i+1) - dist(i)| \tag{7}$$

$$\begin{aligned} &\text{for } |x_i| < ROI \text{ or } |x_{i+1}| < ROI \\ ClusterDist(i) &= |\Delta dist(i+1)| \\ &\text{for } |\Delta dist(i+1)| \geq threshold_{dist} \end{aligned} \tag{8}$$

$ClusterDist(i)$ 는 장애물의 가장자리에 해당하는 포인트이기 때문에 클러스터의 중심에 대한 각도는  $ClusterDist(i)$ 에 대응되는 index를 이용하여 가장자리의 시작점과 끝점의 각도평균값을 통해 클러스터의 중심각  $ClusterCenterAngle(i)$

를 식 (9)와 같이 구할 수 있다. 마찬가지로 중심점의 거리는 중심각  $ClusterCenterDist(i)$ 는 해당 index를 통해 구할 수 있다.[5][6][7]

$$ClusterCenterAngle(i) = \frac{ClusterDistAngle(i) + ClusterDistAngle(i+1)}{2} \quad (9)$$

### 3. 차량 모델링 및 종방향 제어

#### 3.1 차량 모델링

일반적으로 차량 모델은 공기역학에 의한 항력, 기계적 마찰에 의한 감쇠력, 그리고 타이어로부터 비선형적인 성격을 가진다. 그림 4는 ACC System 제어에 사용된 비선형 차량 모델을 나타낸 것이다.

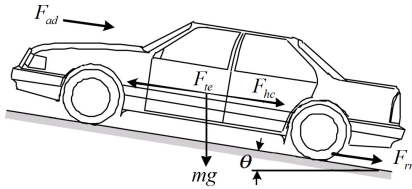


그림 4 차량 모델  
Fig. 4 Vehicle model

차량의 종역학 운동방정식은 뉴턴의 제 2법칙을 고려하여 식(10)과 같은 동역학식을 정의할 수 있다.

$$m\ddot{x} = F_i - F_{he} - F_{ad} - F_{rr} \quad (10)$$

여기서  $m\ddot{x}$ 는 차량등가질량과 가속도의 곱으로 가속저항력을 나타낸다. 그리고  $F_i$ 는 엔진의 출력으로 나오는 구동력,  $F_{he}$ 는 등판력,  $F_{ad}$ 는 공기저항력,  $F_{rr}$ 구름저항력을 나타낸다.

구동력  $F_i$ 는 차량의 엔진을 모델링한 것으로 식(11)과 같이 나타낼 수 있다.

$$F_i = m\zeta \quad (11)$$

차량의 엔진특성을 나타내는  $\zeta$ 는 식 (12)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\zeta = -\frac{\zeta}{\tau(\dot{x})} + \frac{u}{m\tau(\dot{x})} \quad (12)$$

여기서  $\tau$ 는 엔진의 시정수이고,  $u$ 는 엔진의 스토틀벨스 입력이다.

등판력  $F_{he}$ 는 차량이 경사면을 올라가는데 필요한 힘으로 간단히 경사면을 따라 작용하는 차량의 무게성분과 같다. 힘의 성분을 나누면 다음의 식이 얻어진다.

$$F_{he} + mgsin(\theta) \quad (13)$$

여기서  $mg$ 는 차량의 질량이고,  $\theta$ 는 경사면의 등판각이다. 공기역학적 항력  $F_{ad}$ 는 공기 속을 주행하는 차체의 마찰이 원인으로 작용하는 힘이다. 차량의 형상, 사이드미러, 덕트와 같은 공기통로 및 많은 요소들의 함수이지만, 실제로 상수로 작용하여 식 (14)와 같이 나타낼 수 있다.

$$F_{ad} = \frac{1}{2}\rho AC_d\dot{x}^2 \quad (14)$$

여기서  $\rho$ 는 공기의 밀도이고,  $A$ 는 차량의 전면 면적,  $\dot{x}$ 는 속도,  $C_d$ 는 항력 계수를 나타내는 상수이다.

구름저항력  $F_{rr}$ 은 자동차 타이어의 마찰에 의해 주로 발생되며, 자동차의 속도와는 무관하고 차량의 무게에 비례한다. 구름저항력은 식 (15)와 같이 나타낼 수 있다.

$$F_{rr} = \mu_{rr}mg \quad (15)$$

여기서  $\mu_{rr}$ 는 구름저항계수를 나타낸다.

따라서 식 (10)에 각각의 힘을 대입하여 차량의 종방향 모델식을 구할 수 있다. 하지만 각각의 힘을 대입한 종방향 모델식은 제어기를 설계하기에 복잡하므로 단순화시킬 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 노면은 수평으로( $\theta=0$ )가정하여 식 (16)과 같이 단순화된 모델을 나타낼 수 있다.[8]

$$m\ddot{x} = m\zeta - K_{di}\dot{x}^2 - \mu_{rr}mg \quad (16)$$

여기서  $K_{di}$ 는  $\frac{1}{2}\rho AC_d$ 를 나타낸다.

식 (16)을 양변 미분하고 식 (12)를 대입하여 최종적으로 차량의 종방향 모델식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$m\ddot{\dot{x}} = -2K_{di}\dot{x}\ddot{x} - \frac{1}{\tau(\dot{x})}(xm + K_{di}x^2 + \mu_{rr}mg) + \frac{u}{\tau(\dot{x})} \quad (17)$$

위 식 (17)를 상태방정식으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{d}{dt}x(t) = x(t) \dot{=} v(t) \quad (18)$$

$$\frac{d}{dt}\dot{x}(t) = \ddot{x}(t) = a(t) \quad (19)$$

$$\frac{d}{dt}\ddot{x}(t) = b(\dot{x}, \ddot{x}) + a(\dot{x})u \quad (20)$$

여기서,

$$a(\dot{x}) = \frac{1}{m\tau(\dot{x})}$$

$$b(\dot{x}, \ddot{x}) = -2\frac{K_{di}}{m}(\dot{x})(\ddot{x}) - \frac{1}{\tau(\dot{x})}\left[\ddot{x} + \frac{K_{di}}{m}\dot{x}^2 + \mu_{rr}g(\dot{x})\right]$$

위 식 (18), (19), (20)에서와 같이 비선형을 가지는 차량의 종방향 모델을 구할 수 있으며, 이를 이용하여 차량의 능동 주행을 위한 종방향 제어를 설계한다.

### 3.2 종방향 제어기 설계

차량의 종방향 모델은 비선형이므로 출력되먹임 선형화(output feedback linearization)기법을 이용하여 PID 제어를 통해 추종 차량의 속도 제어를 설계한다. 추종 차량은 선행 차량과 최소한의 안전거리를 유지해야 한다. 따라서 능동 주행을 위해서 종방향 차량의 제어시스템은 선행 차량의 속도를 추종할 수 있도록 속도 오차를 최소한으로 해야 한다.

#### 3.2.1 출력 되먹임 선형화

차량의 비선형 동역학을 선형화시키기 위해서 외부 신호인  $c_e$ 를 포함하는 스톱블 밸브 입력을 다음과 같이 정의 할 수 있다.

$$u = \frac{1}{a(\dot{x})} [c_e - b(\dot{x}, \ddot{x})] \quad (21)$$

여기서 식 (22)로부터  $c_e$ 는 선형시스템에 대한 입력으로 정의할 수 있다.

여기서 식 (21)를 식 (20)의 비선형 모델에 대입하면 선형화된 페루프시스템을 얻을 수 있고, 출력되먹임에 의해 선형화된 차량의 페루프시스템은 다음 식과 같은 선형 미분 방정식으로 표현할 수 있다.

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ \dot{x} \\ \ddot{x} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} c_e \quad (22)$$

#### 3.2.2 능동 주행 제어 시스템 구성

본 논문에서 제어 시스템은 High Level과 Low Level로 나누어 지고, 제어시스템의 구성은 그림 5와 같다

High Level에서는 차간 거리 오차를 기준으로  $dist_{error} \geq 0$ 이면 입력속도에 따른 가속을 하고,  $dist_{error} < 0$ 이면 감속을 하도록 한다. 그림 5에서 가속/감속 스위칭 로직을 적용한 PID제어기는 K(S)\_1과 K(S)\_2이며, 식 (23)과 식 (24)와 같이 정의 할 수 있다.

$$\alpha(i) = K\hat{p}_a e(i) + K\hat{i}_a \int e(i)dt + K\hat{d}_a \frac{e(i) - e(i-1)}{\Delta t} \quad (23)$$

$$\beta(i) = K\hat{p}_b e(i) + K\hat{i}_b \int e(i)dt + K\hat{d}_b \frac{e(i) - e(i-1)}{\Delta t} \quad (24)$$

가속을 위한 식 (23)의  $\alpha$ 는 가속페달의 제어 목표 위치값이며, 감속을 위한 식 (24)의  $\beta$ 는 브레이크 페달의 제어 목표 위치의 각도값이다.  $K\hat{p}$ ,  $K\hat{i}$ ,  $K\hat{d}$ 는 PID 제어기의 제어상수(Controller gain)이며 시뮬레이션을 통해 튜닝한 값을 사

용한다. 차간 거리 오차는  $e$ 로 나타내며, 오차의 초기값은  $e(0) > 0$ 으로 정의하여 제어입력이 초기값이면 정지한다.

Low Level에서는 High Level에서의 제어 목표값을 MCU(Micro Control Unit)를 사용하여 가속/감속을 제어한다.

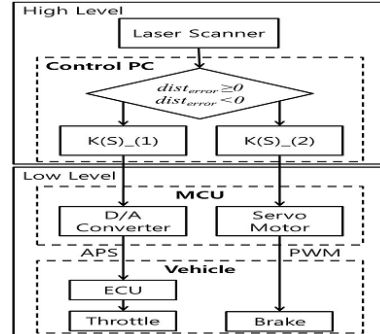


그림 5 능동형 주행 제어 시스템  
Fig. 5 ACC system configuration

## 4. 시뮬레이션 및 실험 결과

### 4.1 시뮬레이션 테스트

능동 주행을 위한 종방향 제어시스템에서 비선형 차량 모델에 출력되먹임 선형화 기법을 적용한 PID종방향 제어기의 안전성과 추종성을 시뮬레이션을 통해 평가한다. 선행 차량과의 거리 오차에 따른 능동 주행을의 시뮬레이션은 차량 동역학 프로그램인 Carsim과 Simulink를 사용한다. 본 시뮬레이션에서는 차량의 진행 방향이 일정하고 엔진의 시정수와 공기저항 및 마찰은 차량의 주행속도에 대해 일정하다고 가정한다. 시뮬레이션을 위한 차량 모델의 파라미터값들은 실제 실험 차량에 사용될 기아자동차의 모하비 차량의 파라미터 값들에 대해 표 1에 나타내었다.

표 1 차량 파라미터

Table 1 Parameters of Vehicle Model

Parameter	Value
$m$	2055 kg
$K_{dt}$	0.4165 kg/m
$\mu_{rr}$	0.015
$\tau$	0.25 s
$L$	4.88 m

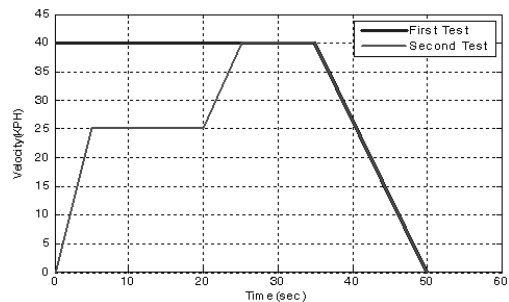


그림 6 선행 차량의 속도 궤적  
Fig. 6 Velocity history of the preceding vehicle

무인 차량의 능동주행을 위한 시뮬레이션은 두 가지 방법으로 테스트한다. 첫 번째는 선행 차량의 속도가 0에서 시작하여 단계별로 속도를 높여 추종하는 방법이고 두 번째는 일정 속도에서 추종하는 방법이다. 시뮬레이션에서 선행 차량의 속도 궤적은 그림 6과 같이 도시하였다.

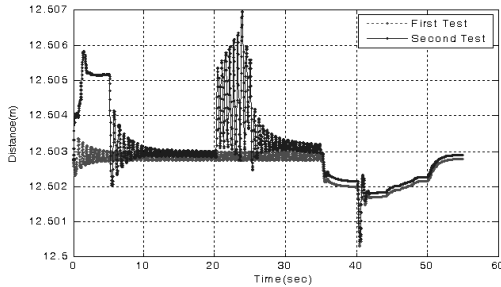


그림 7 차간 거리 시뮬레이션 결과  
Fig. 7 Results of distance tracking simulation

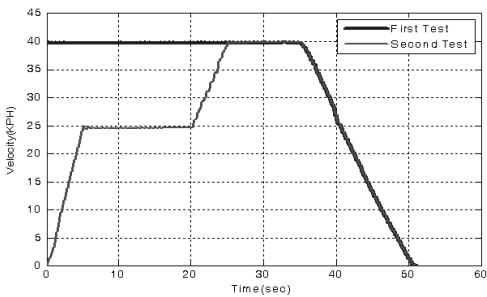


그림 8 차간거리에 따른 추종 차량의 속도 궤적  
Fig. 8 Results of Velocity Simulation

그림 7는 속도에 따라 선행 차량과 추종 차량의 차간 거리를 나타내고 있으며, 그림 8는 차간 거리에 따른 추종 차량의 속도를 나타내고 있다. 선행 차량과의 초기 차간거리 값은 차량의 속도가 40KPH일 때, 안전거리는 약 12m로 설정하였다. 시뮬레이션의 결과에서 선행 차량의 속도가 가속과 감속할 때 추종 차량과의 차간거리 오차가 크게 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 속도 오차는 평균적으로 0.3KPH가 발생한다.

따라서 시뮬레이션에서 추종 차량은 선행 차량과 일정한 속도로 안전거리를 유지하며 주행하는 것을 확인할 수 있다.

#### 4.2 실차 실험

시뮬레이션을 통해 확인된 추종 차량의 제어기 성능 및 능동 주행에 대한 성능을 실제 환경에서 적용하여 평가한다. 실제 차량을 이용한 능동 주행을 추종차량에 대한 실험은 아스팔트의 직선 도로에서 시뮬레이션과 같은 방식으로 진행된다. PID제어기의 Gain은 시뮬레이션에서 사용된 Gain 값을 이용하고 차량의 속도변화는 시뮬레이션과 동일하게 실험한다.

#### 4.2.1 실험 장비 구성

실험에 사용된 선행 차량은 기아자동차의 프라이드이며 추종 차량은 기아자동차의 모하비 차량을 실험에 사용할 수 있게 개조하였다. 그림 9는 실험에 사용된 차량의 장치 구성을 나타내고 있다. 선행차량의 거리측정을 위한 레이저 스캐너는 독일 SICK사의 LMS291-S05를 사용하였다. 레이저 스캐너는 100°와 180°의 두 가지의 스캔 각과 각각 0.25°, 0.5°, 1°의 분해능을 선택할 수 있다. 스캔 값은 2byte로 구성되어 있다.

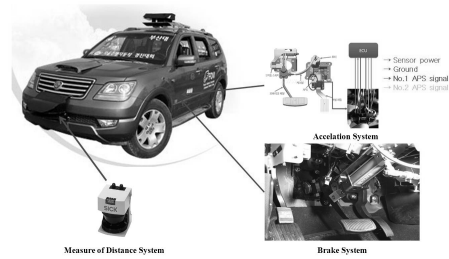


그림 9 실험 차량의 장비 구성  
Fig. 9 Test vehicle with sensor

실험차량의 가속시스템은 차량에 장착된 APS(Accelation Position Sensor)의 신호를 생성하여 제어한다. 또한 제동시스템은 액추에이터 방식으로 구성하였다. 모하비 차량에 장착된 액추에이터는 PWM 신호로 제어되는 RC 서보 방식의 모터로 높은 토크를 가지지만 낮은 전압에서도 사용할 수 있는 장점이 있다.

#### 4.2.2 실험 결과

실제 차량을 이용한 추종 차량의 속도 궤적은 그림 10에서 보여주고 있으며, 그림 11은 선행 차량과의 차간 거리를 보여준다.

표 2는 두가지 실험에 대한 결과를 나타내고 있다. 실제 차량을 이용한 실험에서 시뮬레이션의 결과와 유사한 주행 특성을 보여준다. 하지만 실제 환경에 따른 파라미터들의 비선형적인 요소들로 인해 시뮬레이션보다 최대 오차값은 더 크고 평균 오차는 더 작은 값을 가지지만, 차간 거리와 속도값의 오차가 순간적으로 발생한다.

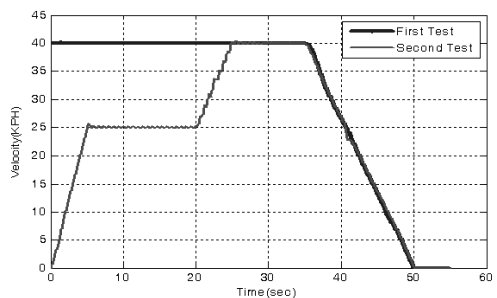


그림 10 추종 차량의 실험 속도 궤적  
Fig. 10 Results of velocity experiment

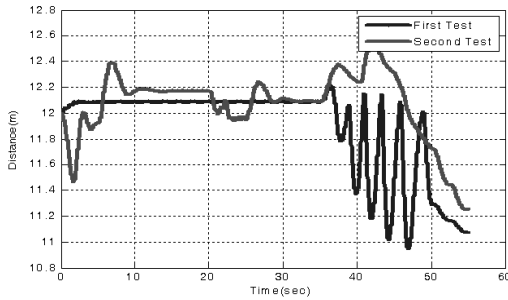


그림 11 차간 거리 실험 결과  
 Fig. 11 Results of distance tracking experiment

결과적으로 평균적인 오차는 적지만, 순간적으로 발생하는 오차는 높다고 판단할 수 있으나 주행 안전에 위협적인 수치는 아니다. 따라서 본 논문에서 제안한 ACC System은 실차 적용에도 문제가 없을 것으로 판단된다.

표 2 차간거리 오차값 결과

Table 2 Result of experiment

First Test	RMS	MAX
Velocity(KPH)	0.3 KPH	0.5 KPH
Distance(m)	0.212 m	1.041 m
Second Test	RMS	MAX
Velocity(KPH)	0.6 KPH	1.6 KPH
Distance(m)	0.375 m	0.745 m

### 5. 결 론

이번 연구에서 지능형 차량의 능동주행에 필요한 ACC System을 개발하고 실제 테스트 차량의 실험을 통해 평가 되었다. 이번 연구를 통해 제기된 문제점은 선행 차량의 가속과 감속은 추종 차량의 레이저 스캐너의 거리값으로 계산되어지는데 도로의 노면 상태에 따라 차량 진동으로 인한 거리 오차가 발생되어 지는 것이다. 일반도로에서 안전한 주행을 위해서는 차량간의 통신을 사용하여 선행 차량의 속도에 대한 정확한 정보를 공유하고 보조하며, 레이저 스캐너 설치의 내구성이 강화되어야 한다. 차량 간의 능동주행이 가능한 지능형 차량시스템의 향후 상용화등의 문제를 고려한다면 차량 통신 시스템과 진동과 곡선구간에서도 선행 차량의 거리 측정이 가능한 센서의 모듈화와 내구성의 강화 및 설치의 용이성을 이루도록 해야한다.

### 감사의 글

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2013년)에 의하여 연구되었음.

### References

- [1] Korea Automotive Reseach Institute-global automotive market trends 2010.
- [2] Road Traffic Authority-Annual traffic accident statistics table.
- [3] P. Venhovens, K. Naab and B. Adiprasito, (2000). Stop and Go Cruise Control, International Journal of Automotive Technology, Vol. 1, No. 2, 61-69.
- [4] P. A. Ioannou and C. C. Chein, (1993). Autonomous Intelligent Cruise Control, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 42, No. 4, 657-672.
- [5] D. S. Lee, (2011). The Active Cruise Control System for an Autonomous Vehicle, Master's thesis, Pusan National University, Korea, School of Mechanical Engineering.
- [6] Fadi Fayad and Veronique Cherfaoui, (2007). Tracking Objects Using a Laser Scanner in Driving Situation Based on Modeling Target Shape, IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 44-49.
- [7] Kostas J, Kyriakopoulos and Nikos Skounakis, (2003). Moving Obstacle Detection for a Skid-Steered Vehicle Endowed with a Single 2-D Laser Scanner, Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Robotics & Automation, 7-12.
- [8] B. Y. Park and S. J. Heo, (2009). Vehicle Dynamics an Introduction, munundang, 117-155

### 저 자 소 개



#### 배 종 일 (裴鍾一)

1954년 3월 11일생  
 1979년 중앙대 전기공학과 졸업, 1981년  
 중앙대 전기공학과 졸업(석사), 1989년  
 성균관대 전기공학과 졸업(박사), 1986년  
 ~현재 부경대 전기공학과 교수  
 E-mail : jibae@pknu.ac.kr