# 적응순항제어시스템 정보 전달의 효용성

김영석[1], 박주호[2], 이운성[3]
국민대학교 자동차공학전문대학원[1 2 3]
kiys20@korea.com[1], mkjooho@naver.com[2], wslee@kookmin.ac.kr[3]

## Usability in Information Transfer of an Adaptive Cruise Control System

Young-Suk Kim[1], Joo-Ho Park[2] , Woon-Sung Lee[3]
Graduate School of Automotive Engineering, Kookmin University[1 2 3]

**요 약**

적응순항제어시스템은 선행차량과의 거리와 속도를 자동적으로 안전하게 유지하여 운전의 안전성과 편의성을 향상시키는 시스템이다. 본 연구에서는 적응순항제어시스템의 안전성을 향상시키기 위한 연구를 수행하였다. 적응순항제어시스템의 작동 상태 및 주변 차량 정보를 운전자에게 제공해 주기 위한 시각 및 음성정보 전달장치를 설계 및 제작하였다. 시각정보 전달장치를 통해 선행차량과의 차간거리, 속도, 가감속 상태 등을 운전자에게 전달하였고, 음성정보 전달장치를 이용하여 선행차량과의 근접거리 경보 등의 메시지를 전달하도록 하였다. 이러한 조건에서 운전자가 적응순항제어시스템을 사용하여 운전하는 경우, 시각 및 음성정보 전달장치의 유무에 따른 차량 조작과 차량 운전 성향 및 특성의 변화를 살펴봄으로써 정보전달장치를 통한 안전성 향상에 관한 영향을 연구하였다. 연구 결과, 운전자에게 정보 전달장치를 통해 정보가 제공되었을 경우, 운전자는 차량의 운전 및 적응순항제어시스템 사용에 있어 편안함을 느낄 수 있었고, 선행차량과의 차간거리를 보다 넓게 설정하여 주행 안전성을 향상시키는 것을 확인할 수 있었다. 또한 정보전달장치를 통한 정보 수집이 차량 운행에 저해 요인으로 작용하지 않음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 정보전달장치를 통한 정보전달은 운전자에게 적응순항제어시스템에 대한 편의성 및 효율성, 안전성을 더욱 향상 시킬 수 있음을 보인다.

Keyword : Adaptive Cruise Control, Driving Simulator, Driver Behavior

## 1. 서 론

적응순항제어시스템(Adaptive Cruise Control: ACC)은 지능형 차량의 일환으로 운전자에 의해 조향만 이루어지고, 가속과 감속은 자동적으로 조절하여 전방에 차량이 없을 시는 운전자에 의해 설정된 속도를 유지하고, 차량이 있을 시는 선행차량과 안전 거리를 유지한 상태에서 선행차량과 같은 속도로 선행차량을 추종하게 하여 주는 시스템이다.

적응순항제어시스템과 같은 자동 종방향 제어 시스템은 운전자의 편의성과 안전성을 만족 시켜야 한다. 선행연구 결과 적응순항제어시스템은 운전자의 운전 습성에 관계없이 일정한 차간 거리와 속도를 유지하게 하는 긍정적인 행동 적응 효과를 가져오나, 반면에 운전 중 주의가 산만해지고 결과적으로 차량의 조향 제어 능력이 저하되는 부정적인 효과를 가져온다고 판명되었다 [1]. 따라서 본 연구에서는 이러한 적응순항제어시스템의 부정적인 효과를 방지하고, 안전성을 향상시키기 위한 연구를 수행하였다. 운전자의 주의를 집중시키기 위해 적응순항제어시스템의 작동 상태 및 주변 차량 정보를 운전자에게 제공해 주기 위한 시각 및 음성정보 전달장치를 설계 및 제작하였다. 시각정

보 전달장치를 통해 선행차량과의 차간거리, 속도, 가감속 상태 등을 운전자에게 전달하였고, 음성정보 전달장치를 이용하여 선행차량과의 근접거리 경보 등의 메시지를 전달하도록 하였다. 이러한 조건에서 운전자가 적응순항제어시스템을 사용하여 운전하는 경우, 시각 및 음성정보 전달장치의 유무에 따른 차량 조작과 차량 운전 성향 및 특성의 변화를 살펴봄으로써 정보전달장치를 통한 안전성 향상에 관한 영향을 연구하였다.

## 2. 적응순항제어시스템의 정보전달장치 설계

### 2.1 적응순항제어 알고리즘

Fig. 1 은 적응순항제어시스템의 알고리즘을 보여준다. 운전자의 입력에 의해 설정된 목표 속도 및 차간거리를 바탕으로 전방의 선행차량의 유/무 및 차간거리에 따라 제어 모드가 변경되게 된다. 선행차량이 발견되지 않거나, 선행차량이 발견되어도 운전자가 설정한 Headway-time 거리보다 먼 경우는 속도 제어를 하게 되고, 선행차량과의 거리가 Headway-time 거리보다 가까운 경우에는 거리 제어를 하게 된다. 거리 제어를 할 경우에는 스로틀 제어만으로 충분한 감속을 할 수 없으므로 브레이크 제어를 같이 수행하고, 속도 제어는 스로틀 제어만을 수행하게 된다. 브레이크 및 스로틀 제어의 제어 입력 값은 페달 각도로 변환되고 차량시뮬레이터의 실시간 차량 시뮬레이션 시스템으로 입력되어 차량 시뮬레이터를 구동하게 된다 [2].

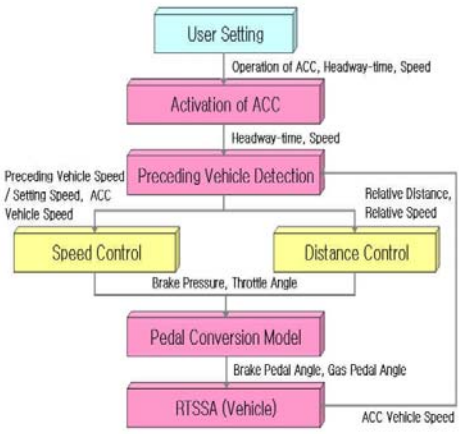


**Fig. 1 ACC Algorithm**

### 2.2 실험 장비

#### 2.2.1 차량 시뮬레이터

Fig. 2 는 국민대학교 자동차공학전문대학원 차량제어실험실에서 개발한 차량 시뮬레이터 KMU DS-3 를 보인다. 차량 시뮬레이터는 전방 3 채널, 후방 1 채널의 영사 시스템을 갖추어 운전자에게 150×40, 60x40 도의 넓은 시야 범위를 제공하고, 전기식 AC 모터에 의해 구동되는 운동시스템은 롤과 피치, 2 자유도의 운동을 재현하여 차량의 운동감을 운전자에게 피드백함으로써 높은 현실감을 제공하고 있다.

**Fig. 2 View of KMU DS-Ⅲ**

#### 2.2.2 정보전달장치

1) 시각 정보전달장치

Fig. 3 은 차량의 정보 및 주변 차량에 대한 정보를 운전자에게 제공해주기 위해 제작된 시각 정보전달장를 보인다. 시각 정보전달장치는 PIC16F877 원칩 마이컴인 PB-3H 칩을 이용하였고, PICBASIC 컨트롤러를 이용하여 프로그램을 작성하였다 [3]. 시각 정보전달장치는 차량 시뮬레이터의 Dynamic PC 와 연결되어 RS232C 시리얼 통신으로 차량 상태 및 주변 차량에 대한 정보를 제공받고 이를 MAX232 칩을 통해 PB-3H 칩에서 인식 할 수 있도록 신호를 변환하였다 [4]. 이렇게 변환된 신호는 PB-3H 칩 내에 입력되어 있는 프로그램에 의해 차량의 계기판 우측에 부착되어 있는 LCD 화면에 정보를 표시하게 된다.

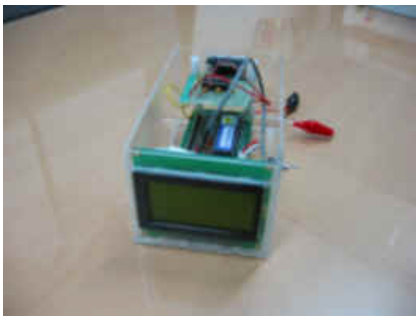

**Fig. 3 Visual Information Device**

시각 정보전달장치는 Fig. 4 와 같이 ACC 시스템의 작동 상태(ACC ON/OFF) / 선행차량이 없을 경우, 가속하게 될 목표 속도 / 선행차량과의 차간거리 / 현재 차량의 감. 가속 상태 등의 네 가지 정보를 LCD 화면에 표시하게 된다.

**Fig. 4 Visual Information**

2) 청각 정보전달장치

청각을 이용한 정보전달은 시각을 통한 정보전달과 달리 어떠한 상황에서도 운전자에게 정보를 전달할 수 있다는 장점을 지니고 있다 [5]. 이에 청각 정보전달장치는 적응순항제어시스템의 작동 여부 및 선행차량 존재 시 차간거리뿐 아니라 선행차량과의 거리가 가까울 경우 운전자에게 근접거리 경고 메시지를 전달하여 주의를 환기시킬 수 있도록 하였다. 전달되는 메시지의 형태는 Table 1 에서 보이는 바와 같이 문장 형태로 구성하여 운전자에게 내용을 인식 시킬 수 있도록 구성하였다.

**Table 1 Auditory Information Contents**

| | |
|---|---|
| 적응순항제어 시스템 작동 상태 | "적응순항제어 시스템이 작동 되었습니다. 지금부터 가속과 감속을 자동으로 제어합니다."<br>"적응순항제어 시스템이 해제 되었습니다. 수동 운전 모드로 전환 합니다." |
| 주변차량 정보 | "현재 앞 차량과의 거리는 100m 입니다." |
| 근접거리 경고 | "앞 차량과의 거리가 가깝습니다. 충분한 거리를 확보하여 안전운전 하십시오." |

## 2.3 시스템 통합

Fig. 5 는 차량 시뮬레이터, 적응순항제어시스템 및 정보전달장치와의 통합에 대한 개념을 나타낸다. 적응순항제어시스템에서는 운전자에 의해 설정된 속도 또는 선행차량의 속도 및 상대거리를 입력 받아 알고리즘에 의해 거리 제어 또는 속도 제어를 선택하게 되며, 현 상황에서의 최적의 목표 감가속도를 만들어 내기 위한 가속 또는 브레이크 페달 각을 결정한다. 이렇게 결정된 가속 또는 브레이크 페달 각은 실시간 차량 시뮬레이션 시스템의 차량동역학 모델의 입력이 된다.

실시간 차량 시뮬레이션 시스템은 14 자유도의 차량 동역학 모델을 사용하고 있는데, 적응순항제어시스템으로부터 가속 또는 브레이크 페달 각 정보를 받아 차량의 운동을 계산하여 차량 시뮬레이터의 운동 시스템에 의해 차량의 운동을 구현하고, 차량의 위치와 속도를 SCANeR Ⅱ로 보낸다. 또한 차량 시뮬레이터의 각종 서브시스템을 구동하고, 적응순항제어시스템으로 차량의 상태에 대한 정보를 보낸다.

SCANeR Ⅱ는 인공지능을 적용하여 선행차량을 비롯한 주변 차량의 자연스러운 움직임을 생성하는데, 실제 운전 상황과 비슷한 시나리오를 구성할 수 있게 한다. 또한 센서를 대신하여 선행차량의 속도 및 거리에 대한 정보를 적응순항제어시스템으로 보내는 역할을 하고 실시간 차량 시뮬레이션으로부터 차량의 정보를 받아 시뮬레이션에 반영한다 [6]. 이렇게 SCANeR Ⅱ에서 적응순항제어시스템으로 보내지는 정보를 RS232 시리얼 통신으로 정보전달장치에서 입력 받고 시각 및 청각 정보전달장치를 통해 운전자에게 해당 메시지를 전

달하도록 구성되었다.

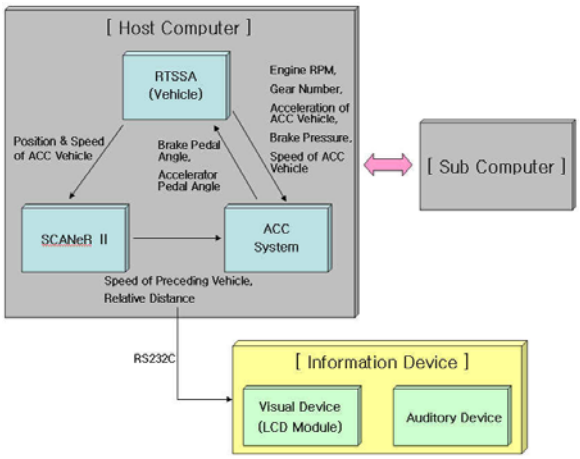


**Fig. 5 Integration of ACC System**

## 3. 적응순항제어시스템의 정보전달장치 평가 실험

### 3.1 실험 참가자

실험 참가자는 국민대학교에 재학중인 학생들로, 남성 11 명과 여성 1 명으로 구성되었다. 이들의 평균 연령은 26.6 세 이며, 평균 운전경력은 4 년 4 개월이다.

### 3.2 실험 절차

실험의 진행 순서는 다음과 같다. 우선 실험 참가자에게 실험의 목적과 실험에 이용되는 차량 시뮬레이터 그리고 적응순항제어시스템에 대한 소개 및 교육을 실시하였다. 적응순항제어시스템의 작동 방법과 운전 요령을 익히기 위한 연습 주행을 실시한 후, 본 실험에서는 정보전달장치를 사용하지 않은 상태에서 적응순항제어시스템을 적용하여 운전하는 실험 1 과 정보전달장치를 통한 적응순항제어시스템 및 주변 차량의 정보를 제공 받는 상태에서 적응순항제어시스템을 적용하여 운전하는 실험 2 로 나누어 진행된다. 실험 종료 후 실험 참가자는 간단한 설문을 작성하는 것으로서 실험에 마치게 된다.

### 3.3 실험 환경

실험을 수행하게 되는 실험 환경은 Fig. 6 에서 보이는 바와 같이 편도 2 차선의 자동차 전용도로로 구성하였으며, 현실감을 높이기 위해 여러 대의 주변차량을 ACC 차량과 같은 방향과 반대편 방향에 배치하여 주행하도록 구성하였다. 도로 주변에는 속도제한 표시 및 가로등이 존재하며, 맞은편 차선과 주행 중인 정방향 차선간에는 중앙분리대가 존재하는 전형적인 자동차 전용도로로 구성되어 있다.

적응순항제어시스템의 Headway-time 설정은 피실험자가 편하게 느끼는 거리를 자율적으로 설정하도록 하였다. 선행차량이 존재하지 않거나 존재하지만 Headway-time 거리 밖에 있는 경우 ACC 차량의 목표 설정 속도는 100km/h 로 설정하였으며, 선행차량 존재 시 선행차량의 속도는 40km/h 에서 80km/h 까지의 범위 내에서 무작위로 변화하도록 설정 하였다

**Fig. 6 Typical Driving Scene**

### 3.4 실험 결과

실험 수행 이후, 결과를 분석함에 있어 선행 차량과의 차간거리 및 차로의 중앙선을 기점으로 수집된 차량의 측방향 이격거리 등의 객관적 데이터와 실험 종료 후, 실험 참가자가 작성한 설문을 분석한 주관적 데이터 분석으로 나누어 실험 결과를 분석했다.

#### 3.4.1 객관적 데이터 분석

객관적 데이터로서 선행차량과의 차간 거리를 의미하는 Headway-time 은 운전자가 주행 중, 조향휠의 아래쪽에 부착된 스위치를 조작함으로써 Headway-time 을 설정하도록 하였다. 초기 Headway-time 은 3.0 초로 되어 있고, 버튼을 누를 때마다, 0.2 초씩 감소하도록 되어 있다. 실험 참가자들이 설정한 Headway-time 에 대한 기술 통계

분석(평균비교) 결과를 Table 2 에 보였다.

**Table 2 Descriptive Statistics Analysis (Mean)**

| | Headway-Time | SDLP |
|---|---|---|
| No Device | 1.75 | 0.491 |
| Device | 1.95 | 0.499 |
| Difference | 0.2 | 0.008 |

기술 통계 분석 결과에 따르면, 정보전달장치를 통해 적응순항제어시스템 및 주변 차량에 대 한 정보를 운전자에게 제공했을 때, 운전자들은 선행 차량과의 차간거리를 좀 더 넓게 유지했음을 알 수 있다. 이는 운전자가 정보전달장치를 통해 현재 선행차량과의 거리 정보를 확인 할 수 있으므로 현재 차량 속도에 따른 차간거리를 보다 넓게 설정했기 때문이다.

차로의 중앙선을 기준으로 측정된 차량의 측방향 이격거리 표준편차(Standard Deviation of Lateral Position : SDLP)는 운전자가 차량을 얼마나 반듯이 나아가도록 조향 휠을 조작했는가를 알려준다. 즉, 표준편차 값이 클수록 운전자는 차량을 반듯이 운전하지 못하고 갈지(之)자 형태로 운전했다는 것을 말한다. 위의 Table 2 에서 보인 기술 통계 분석 결과에 의하면, 정보전달장치를 사용 했을 때와 사용하지 않았을 때, 모두 비슷한 운전 형태를 보였음을 알 수 있다. 정보전달장치가 있음으로 전방 집중력을 흩으려 차량을 반듯이 운전하는 것이 힘들 것이라는 가설을 기각시키는 결과를 보였다.

### 3.4.2 주관적 데이터 분석

주관적 데이터는 정보전달장치의 유/무에 따른 Headway-time 설정과 차량을 반듯이 운전하는 것에 대한 어려움 정도를 묻는 질문에 5 가지 레벨의 답변 중 가장 부합되는 답변을 선택하도록 하였다.

정보전달장치의 유/무에 따른 Headway-time 설정의 어려움 정도에 대한 질문에 정보전달장치가 없을 때는 '조금 어렵다'라는 응답이 41.7%로 가장 많았고 (Fig. 7), 정보전달장치가 있을 때는 '전혀 어렵지 않다'라는 응답이 67%로 가장 많이 나타났다 (Fig. 8). 즉, 운전자가 직접 눈으로 보고 느껴지는 거리감만으로 선행차량과의 거리(Headway - time)를 설정하는 것보다는 선행차량과의 차간거리 정보를 제공 받을 때, 보다 쉽게 선행차량과의 거리(Headway-time)를 설정할 수 있음을 알 수 있다. 또한 운전자에게 제공된 선행차량과의 차간거리 데이터를 바탕으로 현재 차량의 주행속도에 따른 안전운전 거리를 판단하는데 많은 도움을 느끼는 것으로 나타났고, 결과적으로 선행차량과 적정한 안전거리를 유지하여 주행할 수 있도록 선행차량과의 거리를 설정함으로써 보다 안전한 운전을 추구할 수 있는 것으로 나타났다.

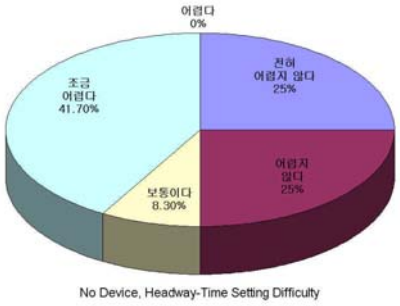


**Fig. 7 Headway-time Setting Difficulty without Device**

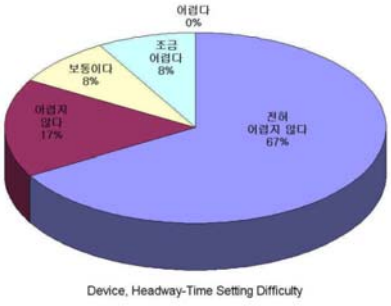


**Fig. 8 Headway-time Setting Difficulty with Device**

정보전달장치의 유/무에 따른 차량을 반듯이 운전하는데 어려움 정도(조향 휠의 조작 어려움)에 대한 질문에는 정보전달장치의 유/무에 관 없이 '전혀 어렵지 않다'는 응답이 전체 응답자의 41.7%로 같은 크기를 보임으로써 (Fig. 9-10), 정보전달장치 유/무에 따른 운전자의 조향 휠 조작 어

려움은 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉 운전자가 시각 및 청각 정보전달장치를 통해 정보를 습득하는 과정에서 발생될 수 있는 운전 장애는 없음을 알 수 있었다.

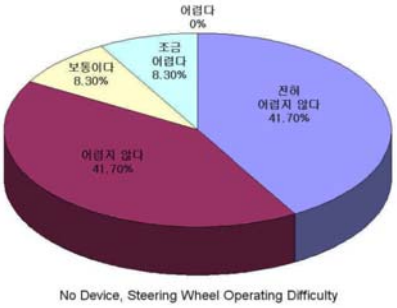


**Fig. 9 Steering Wheel Operating Difficulty without Device**

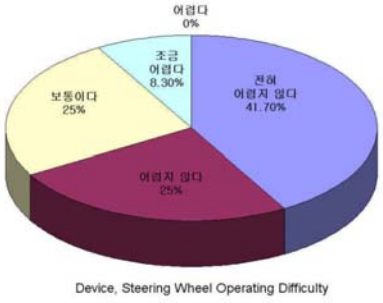


**Fig. 10 Steering Wheel Operating Difficulty with Device**

그 외의 주관적 데이터 분석 결과, 선행차량이 갑작스레 끼어들기를 하는 상황에서, 정보전달장치의 유/무에 관계없이 전체 응답자의 41.7%가 '브레이크 페달 또는 조향 휠을 조작하려 했다'에 응답하였다 (Fig. 11). 이러한 응답을 한 실험 참가자에게 왜 운전에 개입하려 했는가라는 2 차 질문에 대한 응답을 분석한 결과, 적응순항제어시스템의 자동적인 종방향 제어에 대한 신뢰성 결여로 인해 운전에 개입하려 했던 것이 아니라 운전자의 운전 습관 또는 위험 상황에 대한 반사적인 행동에 기인한 것으로 나타났다.

**Fig.11 Response to Unexpected Situation**

## 5. 결론

적응순항제어시스템의 안전성을 향상시키기 위한 여러 방법 중 본 연구에서는 정보전달장치를 통한 정보 제공과 시스템의 제어 범위 밖에서 운전자의 운전 개입을 유도하기 위한 인수시점에 관한 연구를 수행하였다.

정보전달장치를 통해 정보를 제공받는 경우 보다 넓은 Headway-time 설정하여 주행함으로써 안전한 운전을 수행하게 되는 것을 보였다. 또한 시각 정보전달장치를 보는 동안 운전에 장애를 초래할 것이라는 가설을 기각시키는 결과를 보임으로써 정보 습득과정에서 발생될 수 있는 운전 장애는 없음을 확인하였다. 이러한 결과를 통해 운전자에게 시스템의 상태 및 주변 차량의 정보를 전달하는 것은 시스템의 편의성뿐만 아니라 안전성까지 향상 시킬 수 있음을 확인하였다.

## 참고문헌

[1] 남형권, 이운성, “적응순항제어 운전특성 연구,” 한국자동차공학회 추계학술대회 논문집, Vol. 2, 2003, pp. 544-549.

[2] 남형권, 차량 시뮬레이터를 이용한 적응순항제어의 개발 및 운전자인자 연구, 국민대학교 자동차공학전문대학원 석사학위 논문, 2003.

[3] PICBASIC DATA BOOK, Comfile Technology, 2002.

[4] PICBASIC APPLICATION NOTE, Comfile Technology, 2002.

[5] Wickens et. al., An Introduction to Human Factors Engineering, Addison-Wesley Longman, 2002.

[6] SCANeR Ⅱ User’s Manual, OKTAL, 2001.