

## 능동 안전장치의 한국 운전자 주행 평가

이화수\* · 조재호\* · 임종현\* · 이홍국\*\* · 장경진\*\* · 유송민\*\*

### Active Safety Features Evaluation with Korean Drivers

Lee Hwa Soo\*, Cho Jae Ho\*, Yim Jong Hyun\*, Lee Hong Guk\*\*,  
Chang Kyung Jin\*\*, Yoo Song Min\*\*

*Key Words* : Active Safety(능동안전), Crash Avoidance(충돌회피), Forward Collision Alert(전방충돌경고장치), Lane Departure Warning(차선이탈경고장치), Side Blind Zone Alert(사각지대경고장치), Front/Rear Park Assist(전후방주차지원장치), Rear Cross Traffic Alert(측후방접근경고장치), Adaptive Cruise Control(능동형 자동 주행 장치), and Autonomous Emergency Braking(비상제동장치)

#### ABSTRACT

A study assessing driver acceptance level for various active safety systems against Korean drivers has been conducted. A 2013 Cadillac ATS model vehicle was tested along southern outskirts of Seoul including local roadway and interurban highway. Active safety systems included were FCA(Forward Collision Alert), LDW(Lane Departure Warning), SBZA(Side Blind Zone Alert), FRPA(Front/Rear Park Assist), RCTA(Rear Cross Traffic Alert), ACC(Adaptive Cruise Control), and AEB(Autonomous Emergency Braking). Participants experienced the FRPA, RCTA and AEB features in a controlled parking lot with a dummy vehicle and traffic cones as target obstacles. Remaining features have been tested on the accumulated stretched of 106 km long urban and interurban roadway. Series of questionnaires corresponding to each active safety systems have been conducted. Tentative results revealed that RCTA and SBZA systems received favourable ratings compared to the other ones.

#### 1. 서론

최근의 첨단 안전장치의 개발 동향을 살펴보면 차량 충돌 후 탑승자의 안전을 위하여 에어백 및 차량 구조를 강화 하는 수동 안전장치(Passive safety system)에서, 충돌 전 능동적으로 사고를 예방하는 능동 안전장치(Active safety system)로 관심이 이동하고 있다. 한국 시장에서도 여러 제작사에서 다양한 종류의 능동 안전장치를 순차적으로 도입하고 있으며, 고

급 차량에서부터 먼저 차량에 적용되어 양산되고 있다. 안전 기능 및 편의 기능을 가진 장치들이 도입됨에 따라 사고 예방 효과와 더불어 운전자에게 주행 안정성 향상과 편의성 측면에 있어서 도움이 될 것으로 보이며, 각국 NCAP(New Car Assessment Program)에서도 이러한 능동 안전장치들에 대한 평가를 추가 도입하는 추세에 있다.

기존 연구에서는 능동 안전장치의 시스템 개발, 센서 융합, 제어 알고리즘, 장치 적용 시 효과 분석, 적정 경고시기 및 제어시점에 관한 주제가 주요 관심 사항이었다. 그러나 실제 장치를 사용하는 운전자들에 대한 연구는 적었으며 실험실 환경에서 하나 또는 두 개의 장치에 대한 운전자 반응을 보는 것으로 한정 되었

\* GM Korea Company

\*\* Kyung Hee University

E-mail : hwasoo.lee@gm.com

다. 따라서 실제 도로 환경에서 능동 안전장치를 운전자가 경험하고 느끼기에 새로운 기능들이 직관적이고 유용한지, 장치를 동작시키는데 있어서 어려움은 없는지 작동 중 불편함은 없는지 살펴 볼 필요가 있다. 또한 각 나라별로 다른 도로 환경으로 인하여 동일한 장치일지라도 안전성, 유용성 및 편의성 측면에서 장치 개발 시 의도한 결과와 다른 결과가 나타날 수도 있다. 국내 도로 환경에 의하여 한국 운전자들이 직면할 수 있는 어려운 부분과 기능적인 측면에서 개선해야 할 사항에 대한 검토와 판단이 필요하다.

본 연구에서는 능동 안전장치가 장착된 양산 차량을 운전자들이 직접 국내 도로 환경에서 운전하여 각 장치들을 경험해보고 설문을 통하여 능동 안전장치를 평가해 보고자 한다. 한국 운전자의 주행 평가를 통하여 각각의 장치별로 한국 도로환경하의 유용성, 이해도, 성가심, 경고 시기의 적절성을 판단하고자 한다.

## 2. 실험 방법

### 2.1 평가 기능 선정

이 테스트를 위해 차량은 미국으로부터 수입해 온 2013 Cadillac ATS AWD 2.0T Perform으로 선정해 진행하였으며, 이 차량은 FCA, LDW, SBZA, FRPA, RCTA, ACC, AEB 가 장착 되어 있으며 각 기능들에 대해 살펴보면 다음과 같다.

FCA는 전방차량에 위급하게 접근하여 충돌이 예상될 때, 운전자에게 미리 경고하여 제동을 할 수 있도록 도와주는 장치이다. 전방 차량이 정상적으로 감지되면 HUD(Head Up Display) 및 계기판에 녹색의 아이콘을 띄워주며, 근접 차량이 발생하면 노란색 아이콘으로 바뀌고, 충돌 위험이 있으면 빨간색 충돌경고 아이콘이 크게 떠서 운전자의 브레이킹을 유도한다.

AEB는 FCA이후 운전자가 제동에 대한 조치를 취하지 않았을 때 자동적으로 제동을 실시하여 충돌 피해를 완화하는 장치이다(Fig. 1).

LDW는 주행 중 운전자의 주의력 분산으로 차선 이탈 시에 HUD 및 계기판에 Fig. 2와 같이 차선이탈경고표시와 경고음 또는 햅틱시트를 통해 운전자에게 차선이탈을 경고한다.

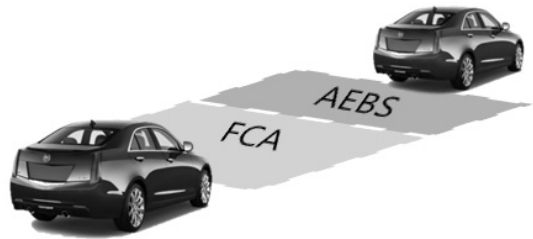


Fig. 1 Forward Collision Alert (FCA) & Autonomous Emergency Braking (AEB)

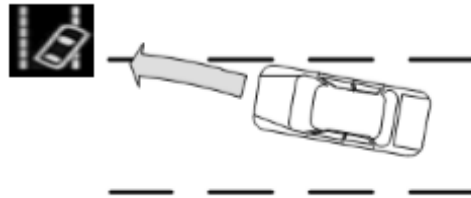


Fig. 2 Lane Departure Warning (LDW)

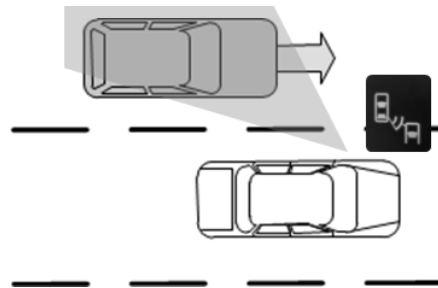


Fig. 3 Side Blind Zone Alert (SBZA)

SBZA는 운전자의 사각지역에 위치한 차량을 감지하여 경고를 전달하는 장치이다. 후사경에 보이지 않는 사각지대에 차량이 위치할 때 차량감지 이미지가 후사경의 외측상단에 점등되며, 운전자가 방향지시등을 켜고 차선변경에 대한 의지가 나타나면 차량감지 아이콘이 점멸하며 2차 경고를 제공한다(Fig. 3).

FRPA는 8개의 초음파 센서를 통해 주/정차 시 전후방, 주변의 장애물을 감지하고 주차를 지원하여 운전자에게 주차 편의를 지원하는 장치이다(Fig. 4).

RCTA는 측후방에 보이지 않는 위치에서 접근하는 차량을 운전자에게 경고음이나 햅틱시트를 통해 운전자에게 경고를 전달해 주는 장치이다(Fig. 5).

ACC는 센서를 이용하여 동일 차선 전방 차량을 감지하여 운전자가 설정한 속도와 차간거리를 유지하며 주행해주는 장치이다(Fig. 6).



Fig. 4 Front Rear Parking Assist (FRPA)

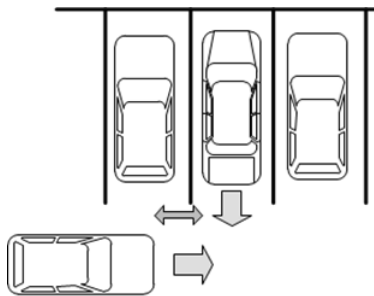


Fig. 5 Rear Cross-traffic Alert (RCTA)



Fig. 6 Adaptive Cruise Control (ACC)

## 2.2 데이터 수집

운전자의 주행형태와 경고 후 반응행동 및 반응시간 등의 요소를 수집하기 위하여 카메라 4대와 CAN 데이터를 기록하였다(Fig. 7).

Leg room과 Driver's seat에 위치한 카메라의 경우 경고 후 운전자의 반응 행동을 측정하고, 전방카메라는 주행상황에 대한 전반적인 영상을 촬영하였다. Face카메라의 경우 운전자가 주행 중 주시하는 표기장치 및 주행 중 시선방향을 확인하기 위해 설치하였다.

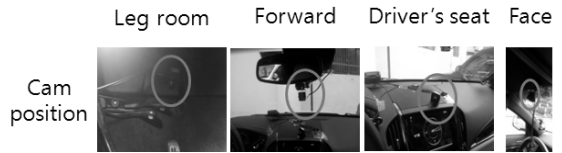


Fig. 7 Camera position



Fig. 8 Vehicle dummy

## 2.3 능동안전장치 평가

### 2.3.1 주차장 평가

경희대학교 주차장에 Fig. 8과 같은 차량 더미를 설치하여 FCW, AEB 테스트 실시하고, 주행 평가 중 경고 발생 시 조치 사항에 대해 주지 시켰다. 또한 주차시에 도움을 주는 장치들인 RCTA와 FRPA를 장애물을 설치하고 테스트를 실시하였다.

### 2.3.2 주행 평가

주행평가 전체구간은 약 106Km로 구성되었으며, 용인-서울 간 고속도로에서 고속 주행 중 장치별 체험 이후, 서울시내의 정체구간을 통과해 같은 장치들에 대하여 저속 주행상황에서 비교 평가를 유도하였다 (Table 1).

Table 1 Road test section

	Expressway	Urban area
Mileage	28.77km x 2(1round trip)	20km
Section	Yongin - Seoul	Seoul
Feature	ACC, LDW, SBZA	ACC, SBZA

주행 평가에 앞서 주행 중 장치 이해도를 높이고 장치 조작 방법을 익히기 위해 주차테스트 종료 후 교통량이 적은 시내도로에서 주행테스트에서 사용하게 되는 ACC, LDW, SBZA의 조작법 및 경고형태에 대해 실시하였다.

ACC를 통해 항속 속도 조작 및 전방차량 추종주행, 전방차량정차에 따른 정차 및 전방차량 출발 이후 조작에 의한 출발 형태를 체험하였고, LDW의 작동조건을 설명하고 차선을 이탈하여 경고 발생을 확인하였으며, 측면 사각지대에 차량이 지나갈 때 사이드미러의 경고발생에 대하여 실시하였다.

### 2.4 설문 평가

자동차 관련 업계 종사자 22명을 대상으로 테스트를 실시하였으며, 남자 19명, 여자 3명이 참여하였다.

사전 설문을 실시하여 테스트 참가자의 운전경력, 사고경험 유무, 테스트 전 운전자들의 능동안전장치에 대한인지도 및 이해도를 파악 하였으며, 처음 접하게 되는 장치들에 대한 설명 및 교육을 실시하였다.

주행 테스트 실시 후 참가자들은 전반적 평가, 구매 흥미, 만족도, 유용성, 안전성, 충돌회피, 이해도, 귀찮음 측면에 대해 각 장치별 18~20개, 총 130개의 문항에 대한 설문 평가를 진행했다.

### 3. 평가 결과

능동안전장치들은 차량 주변의 상황을 인지하여 각각의 위급 상황에 효과적으로 운전자에게 경고해주거나 운전이 개입해야 한다. 카메라, 레이더 등의 센서로 주변의 상황을 모두 인지하는데 있어 변수가 많고, 나라마다 도로 환경이 다르며, 이러한 환경 또는 차량의 경고에 반응하는 운전자의 특성도 차이가 있다.

RCTA가 종합평가에서 가장 높은 점수를 받았으며, ACC, SBZA, FRPA가 뒤를 이었다(Fig. 9). RCTA와 FRPA는 종합평가 뿐만 아니라 모든 측면 평가에서 높은 점수를 획득하였는데, 이 장치들은 국내의 좁은 골목길과 복잡한 주차환경으로 인하여 운전하면서 경험하게 되는 접촉 사고에 대한 안전성을 보장하는 장치로 평가를 받은 것으로 보인다.

그리고 SBZA도 모든 측면에서 높은 평가받았다. 참석한 운전자들이 사각지대에 대한 위험성을 인식하고 있으며, 이 장치가 사각지대를 해소하는데 도움이

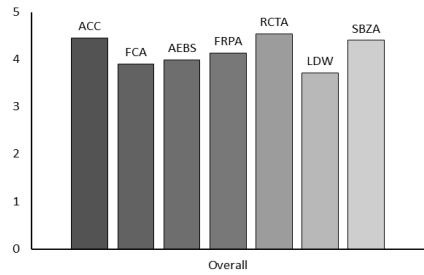


Fig. 9 Overall evaluation of active safety systems

된다고 인지하고 있었다.

### 3.1 세부 특성 인지 평가

세부 항목을 살펴보면 만족도, 유용성을 묻는 질문에서 RCTA가 가장 높은 점수를 받았으며, SBZA, ACC, FRPA는 두 평가에서 모두 4점(80%)이상의 점수를 획득하였다. 이 영역에서 LDW와 FCA는 두 영역에서 모두 80% 이하의 점수를 획득하였다(Fig. 10).

안전성, 충돌회피를 묻는 질문에서는 ACC가 최하위를 차지하였으며, 만족도, 유용성에서 높은 점수를 받은 결과와 함께 보았을 때, 안전장치 개념보다는 편의장치로 인식하고 있음을 알 수 있다. RCTA는 안전성 및 충돌회피 점수에서도 가장 높은 점수를 받았다(Fig. 11).

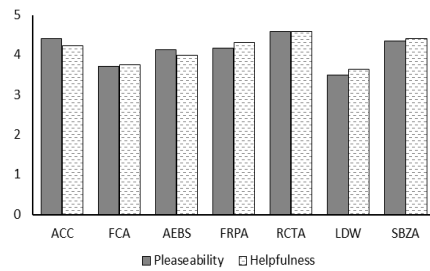


Fig. 10 Pleaseability & Helpfulness evaluation of active safety systems

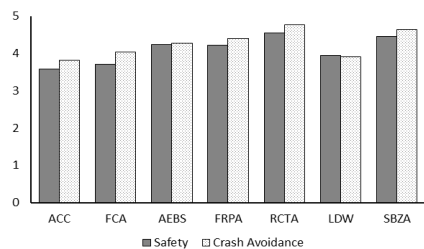


Fig. 11 Safety & Crash Avoidance evaluation of active safety systems

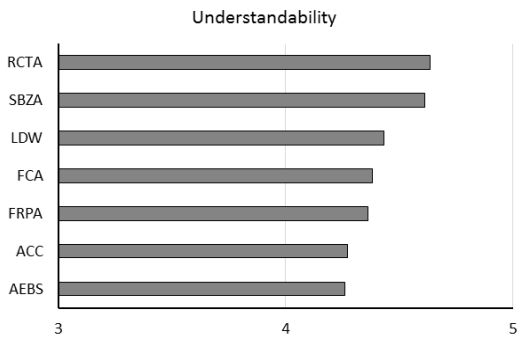


Fig. 12 Understandability evaluation of active safety systems

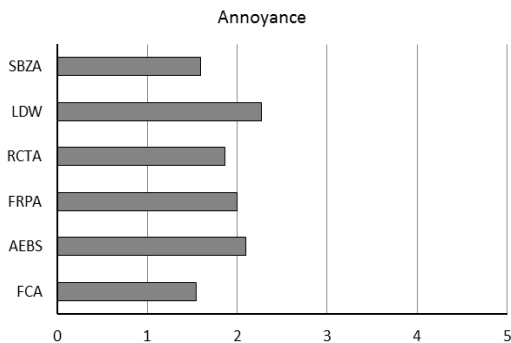


Fig. 13 Annoyance evaluation of active safety systems

이해도를 묻는 평가에서는 RCTA, SBZA, LDW 순으로 상황에 대한 경고 방식 또는 작동방식이 이해가 쉬운 것으로 드러났다.

ACC 및 AEB의 경우 낮은 이해도를 보이고 있는데 이는 ACC가 다른 장치에 비해 조작량이 많고, 다수의 작동제한 조건이 존재하기 때문인 것으로 보인다. AEB의 경우 안전상의 이유로 실제도로에서 실시하기 어렵다. 그렇기 때문에 주차장 테스트에서 시행하게 되므로 다수의 체험을 못하게 되어 이해도가 낮게 평가된 것으로 보인다(Fig. 12).

전 영역에서 하위점수를 받은 LDW의 경우 성가신 정도를 평가하는 점수에서 최고점을 기록함으로써, 테스트 운전임을 감안하면, 졸음운전을 하지 않고 정상상태의 운전에서는 운전자를 가장 성가시게 하는 장치로 평가됨을 알 수 있다(Fig. 13).

### 3.2 경고 및 동작 시점 평가

대부분의 장치에 대해 작동시기가 만족스럽다는 결과가 나왔으나, '다소 느렸다'고 평가되는 경향이 존재

하며, 특히 LDW의 경우 '다소 느렸다'와 '너무 느렸다'의 비율이 73%를 차지하였다. 국내 운전자들은 차선 이탈 순간의 경고를 뒤늦은 경고라고 인식하며 LDW 경고 후 충분한 대처 시간을 요구하는 것으로 판단된다. 이러한 인식의 원인은 차선 이탈로 인한 단일 사고가 많은 외국과 달리 국내 환경은 도로 폭이 좁고 주행 차량이 많은 복잡한 도심 주행 환경에서 차선 이탈이 발생하면 바로 충돌 사고로 이어지기 때문인 것으로 보인다(Fig. 14).

### 3.3 장치별 사용 빈도 예측 평가

능동 안전장치들이 장착되어 있다면, 항상 On 할 것인가에 대한 질문에서는 대부분의 사람이 차량에 있다면 항상 On하겠다고 응답하였으며, FCA, AEB, LDW에 대해 각 5% 인원만이 대부분 OFF 또는 항상 OFF 하겠다고 응답했다(Fig. 15).

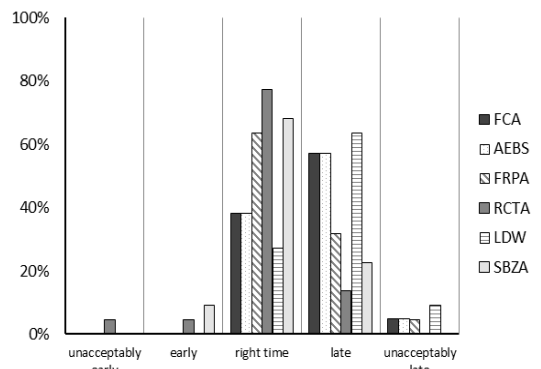


Fig. 14 Alert timing ratings across systems

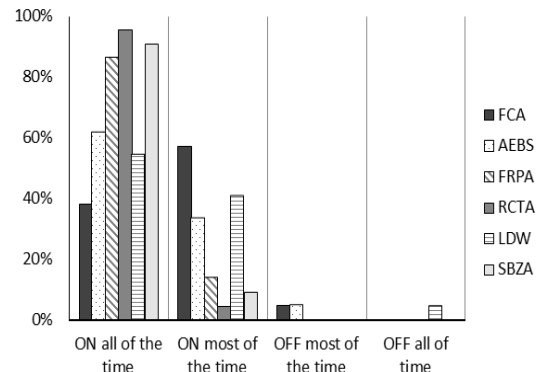


Fig. 15 On/Off feature usage preferences across various active safety features

## 4. Conclusions

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 그러나 각각의 결과들은 단 시간의 주행 테스트를 통하여 얻어진 결과이며 운전자의 장치 이해도 및 숙달 정도가 높지 않았다는 점을 고려하여야 한다.

- 1) 전반적으로 RCTA의 만족도가 설문 결과상에 높게 나타났다. 운전자 시야의 사각에서 접근하는 후측방 차량에 대한 정보를 실험 운전자들에게 제공함으로써 사고 위험도를 낮추는 부분이 높게 평가 된 것으로 보인다.
- 2) LDW의 경우에는 전체적으로 낮게 평가 되고, 경고 시기가 다소 늦었다는 의견이 많았으며, 장치 중 성가심이 가장 크게 나타났다. 국내 운전자들은 차선 이탈 직후의 경고를 뒤늦은 경고라고 인식하면서도 차선 이탈 경고를 성가시게 느낀다고 판단된다. 상황에 따라 경고를 조절 하는 등 운전자를 고려한 세밀한 설정이 고려된다.
- 3) ACC는 전체적인 평가가 높게 나타났으며 안전성과, 충돌 회피에 부분에서는 낮은 평가를 받았다. 이를 통하여 ACC는 국내 운전자들이 편의 장치로 인식하는 경향을 가진다는 것을 알 수 있다.
- 4) 대부분의 능동 안전장치들이 향후 장치의 사용 여부를 묻는 질문에 대한 대답은 긍정적으로 나타났으며, 국내 운전자들이 부주의 및 운전자의 시야 외에서 발생하는 사고에 경각심을 갖고 있으며, 능동 안전장치에 필요성을 느끼고 있다는 것을 알 수 있다.

본 연구는 향후 승용차 능동 안전장치의 개발 및 평가 시 국내도로환경과 국내운전자들의 운전성향을 고려한 한 가지 평가방법을 제시하였다. 차량 경고 장치에 대한 사용빈도가 하루간의 테스트로 익숙해지지 않아 향후에는 차량 및 능동 안전장치의 장기적인 사용 후에 국내 운전자들의 성향 및 필요에 맞게 개발되었는지에 대한 평가가 요구된다.

## 참고문헌

- (1) Deng B, Kiefer R, Zhang W., 2013, "In city traffic evaluation of various crash avoidance features with chinese drivers." The 23rd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV), Paper Number 13-0181.
- (2) Yoo, S. M., "Safety Study of Intervehicle Headway for Vehicle Longitudinal Control System", 1993, Seventh International Pacific Conference and Exposition on Automotive Engineering, pp.57-64
- (3) ISO 17361 Intelligent Transport Systems - Lane Departure Warning Systems - Performance Requirements and Test Procedures, 2007.
- (4) 이홍국, "도로 구조와 운전자 특성 및 신경망을 이용한 첨단차량의 횡 방향 안전 시스템 중 LDWS 및 BSD의 통합 평가에 관한 연구" 박사학위논문
- (5) 박환서, 이홍국, 장경진, 유송민, 2012, "차량종류에 따른 LDWS 성능에 관한 연구", 한국자동차공학회 논문집, vol. 20 no. 6 pp.39-45