

# FlexRay 네트워크기반 저속 근거리 충돌방지시스템의 설계 Design of Low Speed Collision Avoidance System based on FlexRay Network

\*양재성<sup>1</sup>, 박지훈<sup>1</sup>, 이경창<sup>2</sup>, 이석<sup>1</sup>

\*J. S. Yang<sup>1</sup>, J. H. Park<sup>1</sup>, K. C. Lee<sup>2</sup>, S. Lee(slee@pnu.edu)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 기계공학부, <sup>2</sup>부경대학교 제어계측공학과

Key words : Intelligent vehicle, Active safety, collision avoidance system, Laser sensor, FlexRay

## 1. 서론

오늘날 자동차 기술과 더불어 정보통신기술의 발달로 인해 자동차는 운전자에게 좀 더 향상된 안정성과 편의성을 제공 할 수 있게 되었다. 최근의 자동차는 운전자에게 각종 정보와 편의성 제공을 위해 자동차에 사용되는 버튼 개수를 늘리고 디스플레이에 많은 양의 정보를 표시하고 있다. 하지만 이런 기술의 발달은 자동차 운전자에게 운전 외적인 부분에 대한 부하를 늘리는 단점이 있다. 하지만 발달된 정보통신 기술 기반의 정보나 기능의 유용성 및 실효성을 늘리기 위해서는 운전자가 운전 중에 안전하고 편리하게 정보를 활용하고 즐기기 위해 운전자가 느끼는 운전 부하는 최소가 되어야 한다.

지능형 자동차에서는 운전자가 느끼는 부하를 줄이면서도 편의성과 안전성을 향상시키기 위한 시스템에 대한 연구개발이 증가하고 있다. 대표적으로 감속순항제어장치(Adaptive Cruise Control), 전방차량충돌경고장치(Forward Vehicle Collision Warning System) 등이 있다.<sup>1</sup> Volvo의 City Safety 같은 경우 30Km/h 이하의 충돌상황에서 운전자가 반응을 하지 않는 경우 스스로 속도를 줄이거나 멈춰서는 active system을 XC60에 적용하였다.<sup>2</sup> 현대자동차의 에쿠스 등의 고급 차종에는 전방 영상처리를 통하여 차선 이탈 여부를 판단하고 이를 운전자에게 경고하는 LDWS(Lane Departure Warning System)를 기본으로 장착하여 출시하였고, 만도에서는 최근 레이저센서와 카메라 센서를 이용하여 보행자와의 충돌을 예방하는 APPS(Active Pedestrian Protection System)를 개발하였다.

이처럼 지능형 자동차에서 능동형 안전도를 향상시키기 위한 시스템의 적용이 증가하고 있지만, 대부분 교통상황이 원활한 고속도로 및 고속화 도로에서만 사용할 수 있는 시스템의 개발에 초점을 맞추고 있다. 하지만 국내의 혼잡 교통 특성상 교통사고의 70% 이상이 30Km/h 이하의 저속에서 발생하고 있다. 일반적으로 저속 근거리에서의 충돌예방시스템은 고속에서 사용되는 충돌예방 및 제어시스템과는 다르게 제동을 위해 필요한 공주거리에 영향을 더 많이 받는 것으로 알려져 있다. 본 논문에서는 20Km/h의 저속으로 주행하는 도심환경에서 전방 7m 이내의 선행차량과의 충돌을 예방하기 위해 FlexRay 네트워크기반의 저속 근거리 충돌방지시스템을 제안하였다.

본 논문은 서론을 포함하여 4 장으로 구성되어 있다. 2 장은 저속 근거리 충돌방지시스템에 대해서 설명하고 있으며, 3 장에서는 충돌방지 알고리즘에 대해 기술하였다. 마지막으로 4 장에서는 결론과 향후 과제에 대해서 제시하였다.

## 2. 저속 근거리 충돌방지시스템

본 논문에서는 앞에서 언급한 것과 같이 시속 30Km/h 이내의 저속으로 주행하는 도심환경에서 운전자에게 편의성을 제공하기 위한 레이저센서 기반 저속 근거리 충돌방지시스템에 대해 제안한다. 저속 근거리 충돌방지 시스템에 사용될 거리측정용 센서는 측정오차가 cm 이내로 정밀해야 하며, 공주거리를 줄이기 위해 측정주기가 빨라야 한다. 일반적으로 레이저 센서의 근거리에서의 측정오차가 매우 적고 신호처리에 따라 20Hz 이상의 주기로 측정할

수 있으므로 근거리측정에서 요구되는 센서의 조건을 만족시킨다. 레이저 센서는 개발 초기에는 악천후시의 성능 열화의 문제로 차량용으로 사용되지 못했지만 각종 기술개발을 통해 실제주행에 문제가 없는 수준까지 개선되어 현재는 차량의 주차 보조시스템이나 기타 차량의 근거리측정용으로 상용화가 진행되었다. 대표적으로 Volvo의 XC60 차량의 City Safety 기능에서도 레이저 센서를 사용하여 양산화에 성공하였다.<sup>4</sup>

저속 근거리 충돌방지 시스템을 설계하기 위해 두 차량의 거리는  $\Delta d$ , 선행차량의 속도를  $V_2$ , 후행차량의 속도를  $V_1$  으로 두었으며 선행차량의 가속도를  $A_2$ , 후행차량의 가속도를  $A_1$  이라 하고 두 차량간의 상대속도를  $\Delta V$ , 상대가속도를  $\Delta A$  라 정의하였다. 또한 실제 운전자가 자동차를 정지 시키기 위해 필요한 제동거리를 정지거리라 하고, 정지거리는 운전자가 판단하여 브레이크를 조작하기 전까지 걸리는 시간에 이동한 거리인 공주거리와 기계적으로 바뀌가 회전을 멈추고 마찰력에 의해 제동되는 거리인 제동거리의 합으로 정의하였다.

Fig.1은 본 논문에서 제안한 FlexRay 네트워크 기반 저속 충돌방지시스템의 구조를 도식적으로 나타낸 것이다. 본 연구를 통해 제안한 시스템은 크게 레이저 모듈부, 충돌진단부의 두 부분으로 구성되어 있으며, 두 모듈은 FlexRay 네트워크를 통해 연결되어 있다. 우선 현재 차량과 선행차량의 상대거리를 계산하기 위한 레이저 모듈부는 레이저 다이오드 및 레이저 발진부를 포함하는 laser diode, oscillation 과 레이저 송·수신을 담당하는 광학렌즈(optical lens (Tx,Rx))로 구성되어 있다. 레이저 발진부에서 발진된 레이저 빛은 전방의 선행차량에 반사되어 수신렌즈를 거쳐 레이저 모듈로 다시 돌아오게 되고, 이를 연산하여 상대거리를 측정한다. 네트워크 모듈에서는 레이저 모듈에서 측정된 선행차량과의 상대거리를 FlexRay 네트워크를 통해 전송한다.

두 번째로 충돌진단부는 FlexRay 네트워크를 통해 수신되는 상대차량의 거리값을 통해 차량모델을 이용하여, 선행차량의 상대속도 및 상대가속도를 연산한다. 연산된 자차의 속도, 가속도와 선행차량의 속도, 가속도 정보는 본 연구에서 개발한 충돌 위험도 판단표에 의해 충돌가능성을 판단하여 네트워크를 통해 충돌위험도 정보를 송신한다.

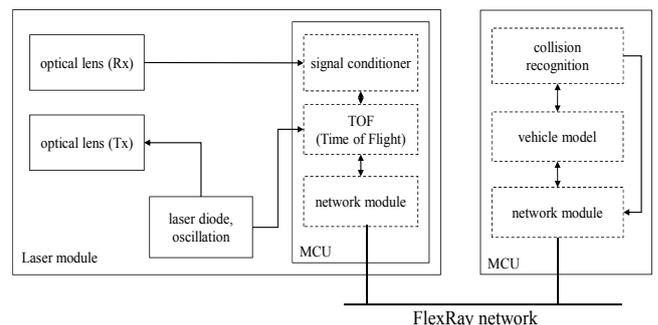


Fig. 1. Structure of collision avoidance system based on laser sensor

### 3. 충돌방지 알고리즘

설계한 알고리즘은 Fig. 2와 같다. 시스템에 동작전원이 인가되면 운전자 성향에 따라 mode를 선택할 수 있게 된다. 운전자의 성향에 따라 일반적인 안전거리를 알려주는  $M_{soft}$ 와  $M_{hard}$ 를 선택할 수 있는데,  $M_{hard}$ 모드를 선택하게 되면 알고리즘에서 안전거리를 짧게 설정하여 충돌을 판단하게 된다. 모드선택 후 초기화 과정을 거치면서 하드웨어적 결함이 발생시 error flag를 띄우게 되고 일정한 횟수를 초과하게 되면 하드웨어적 오류로 판단하고 별도의 조치를 취해야 하는 diagnosis procedure를 수행하도록 운전자에게 알려준다. 정상적으로 초기화가 이루어지면 indication procedure에서 운전자에게 시스템이 안정한 상태라고 알려주고 시스템 설계자에 의해 setting된 레이저 거리측정기의 주기로 차량 운행시 앞차와의 거리와 상대속도, 상대가속도를 레이저 센서로 계속 측정하게 된다. 만약 차량이 운행 중인 상태임에도 레이저 센서의 최대값  $D_{max}$ 을 초과하게 되면 전방 7m 이내의 장애물이 없다고 판단하고, 측정을 계속 수행한다.

측정된 레이저 센서의 거리가 일정한 범위 내에 존재하면 장애물이 있다고 판단하여 충돌 판단 절차를 수행하게 된다. 측정된 상대거리가 현재 속도와 가속도에서 충돌상황인지를 판단할 수 있는 충돌거리는 등가속도 운동방정식을 이용하여 식(1)과 같이 정의하였다.

$$D_c = \left\{ \frac{V_1^2}{2 \cdot A_1} - \frac{(V_1 + \Delta V)^2}{2 \cdot (A_1 + \Delta A)} + D_{idle} \right\} \quad (1)$$

식(1)에서 사용되는 가속도  $A_1$ 은 시스템이 설치된 가속도 센서를 통해 측정되며, 식(2)와 같이 정의할 수 있다.

$$A_c = \left\{ \frac{\sum_{i=0}^{\infty} A_0}{M_i} \right\} \times M_{mode} \quad (A_0 < 0) \quad (2)$$

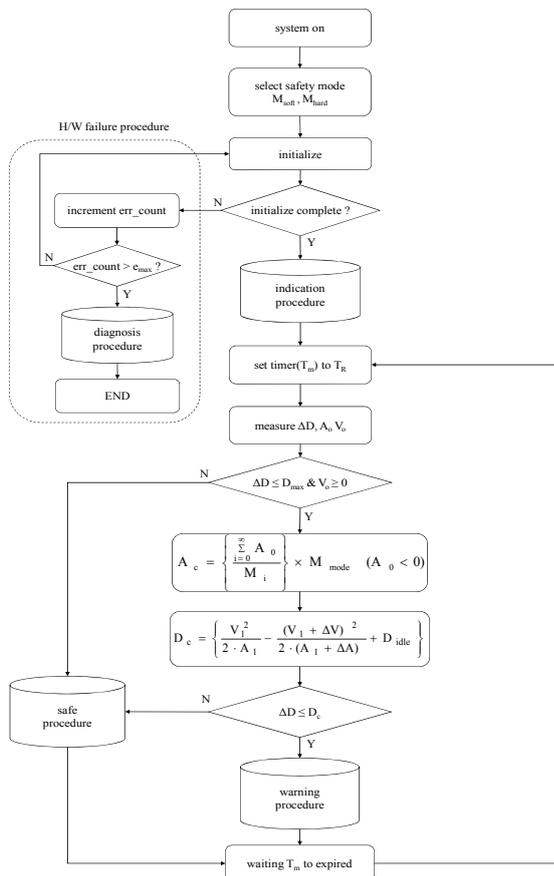


Fig. 2. Algorithm of collision avoidance system based on laser-sensor

$D_c$ 가 상대거리  $\Delta D$ 를 초과하게 되면 warning procedure를 통해 운전자에게 경보를 알리게 되고 그렇지 않은 경우에는 safe procedure를 통해 사용자에게 알려 주게 된다. 한 주기가 끝나게 되면 다시 레이저 거리측정기로 거리를 측정하고 알고리즘을 반복하게 된다.

마지막으로 연산된 충돌거리의 충돌 위험도를 분석하기 위해서 본 논문에서 제안한 시스템의 차량모델에서는 시속 20Km/h 이하의 저속에서 운동하는 차량의 가속도 선도 및 감속도 선도에 대한 정보를 데이터베이스의 형태로 포함하고 있다. 데이터베이스는  $\Delta d, V_1, V_2, A_1, A_2$  정보를 이용하여 특정속도 및 특정거리에서 발생할 수 있는 운전자의 평균 감속도(-1g~0g)를 매치하여 테이블의 형태로 저장한다.<sup>4</sup> 운전자마다 전방의 차량과 유지하는 상대거리 및 감속도가 다르기 때문에, 이 테이블은 운전자가 운전을 하면서 점차 시스템을 운전자의 운전성향에 적합하도록 설정하게 된다. 이러한 데이터베이스를 이용한 차량모델은 속도와 가속도의 변화추이를 이용하여 다음 주기에서 차량의 속도와 가속도를 미리 예측할 수 있기 때문에 빠른 충돌 판단을 할 수 있도록 도와준다.

### 4. 결론

본 논문은 교통사고가 발생빈도가 높은 20km/h 이하의 저속에서 사용할 수 있는 FlexRay 기반의 저속 근거리 충돌방지 시스템 알고리즘을 제안하였다. 이 시스템의 구현을 위해 기존 순항제어장치에 사용되고 있는 레이더 대신 근거리 거리 측정에 적합하고 데이터 응답이 빠른 레이저 거리측정 센서를 사용하였으며, 차량의 정확한 속도를 알기 위해서 차량에 사용되는 자가진단 테스트기와 가속도센서를 사용하여 속도와 가속도를 측정하여 알고리즘에 적용하였다.

하지만 본 논문에서 제안한 근거리 충돌방지시스템의 구현을 위해서는 많은 기술 적인 문제를 가지고 있다. 레이저 거리측정 센서 데이터의 신뢰성 문제나 혼잡한교통속에서 일어날수 있는 예상치 못한 변수와 차량마다 다른 브레이크 압력이나 제동거리 등이 이 시스템을 구현 하는데 문제가 될 수 있다. 현재 본 논문에서는 저속 근거리 충돌방지시스템에 대한 충돌위험도 판단에 초점을 맞춰 기술되었지만 향후 실제적인 구현을 위해 레이저센서의 성능평가와 거리측정시험 등이 추가적으로 필요하다.

나아가 앞차와의 거리를 데이터를 확실히 하기 위해 초음파센서나 비전센서 등을 레이저 거리측정기 센서와 융합하여 좀 더 신뢰성 있는 데이터를 확보해야 한다.

### 후기

본 연구는 “지식경제부”, “한국산업기술진흥원”, “동남광역경제권 선도산업지원단”의 “광역경제권 선도산업 육성사업”으로 수행된 연구결과입니다.

### 참고문헌

1. Ioannou P. Chien C.C, Hauser J, “Autonomous Intelligent Cruise Control”, IVHS America, May 1991.
2. Matthew Avery, Alix Weekse, “AUTONOMOUS BRAKING SYSTEM AND THEIR POTENTIAL EFFECT ON WHIPLASH INJURY REDUCTION”, Enhanced Safety of Vehicle, 09-0328.
3. ITS Korea, “첨단안전차량(ASV)에 대한 성능시험사이트 구축 및 평가기술개발”, 2007
4. Martin Distner, Mattias Bengtsson, Thomas Broberg, Lotta Jakobsson, “CITY SAFETY – A SYSTEM ADDRESSING REAR-END COLLISIONS AT LOW SPEED”, Enhanced Safety of Vehicle, 09-0317.