

## 차량간 통신 운용 안전성 평가 방법 연구

전인자\* · 김종대\* · 박재홍\* · 신재곤\*\*

### A Study for the Evaluation of V2V Communication Operation Safety

Inja Jeon\*, Jongdae Kim\*, Jaehong Park\*, Jaegon Shin\*\*

*Key Words* : V2V Communication(차량간통신), Communication Operation Safety Evaluation(통신 운영 안전성 평가), Prevent Collision on the Road between vehicle (노면상에서의 추돌 예방)

#### ABSTRACT

Research for Vehicle-to-Vehicle communication has been progressed in order to prevent accidents. In this paper, we decided the events that has high frequency accident of between vehicles on the road and we was arranged possible accident scenarios of each event; EEBL, LCW, BSD, FCW, PCW, IMA. When the event occurs between vehicles, we studied how to evaluate whether the information transmitted safely.

#### 1. 서론

2014년 영종대교에서 발생한 106종 추돌 사고와 같이 예방 가능한 교통사고가 매년 증가되고 있으며, 노면 상에서의 추돌 사고 예방을 위한 연구 개발이 학계, 산업계 등에서 지속적으로 진행되고 있다. 추돌사고 예방을 위하여 개발되는 항목들 중에서 ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) 어플리케이션들이 현재 차량에 탑재되어 운전자들에게 서비스를 제공하고 있으며, 차량간 통신을 이용한 추돌사고 예방 기술 및 제품 개발이 증가되고 있는 추세이다.

미국의 경우 미국 교통국과 유명 차량제조사들이 컨소시엄으로 연계하여 VSC-A 프로젝트를 진행하고 있다<sup>(1)</sup>. 유럽의 경우 DG INFSO (Directorate-General for the Information Society and Media)에서 2009년부터 미국의 RITA와 연계하여 7개의 워킹그룹을 구성하고 각 워킹그룹의 목적에 따라 프로젝트들을 진행하고

있다.

일본의 경우 국토교통부인 MLIT에서 “SmartWay” 프로젝트를 진행하고 있다. 2011년 SmartWay 프로젝트의 결과로 새로운 ITS (Intelligent Transport Systems) 서비스를 지칭하는 “ITS Spot Service” 들이 도쿄의 고속도로의 일정 구간에 적용되고 있다. 중국, 중앙아프리카, 오스트레일리아, 뉴질랜드 등의 국가에서도 차량간 통신을 이용한 다양한 프로젝트들이 사고 예방을 목적으로 지속적으로 진행되고 있다<sup>(2)</sup>.

우리나라에서도 u-Transportation, Smart Highway Project 등의 프로젝트들을 통하여 응급제동(EEBL), 선행차량 차선 변경 경고(LDW), 앞차와의 거리 경고, 응급사고예방, 응급차량 접근 경고와 같은 어플리케이션에 대하여 개발하고 있다.

차량들 사이에서 다양하게 발생하는 추돌 사고를 예방하기 위하여 개발된 차량간 통신을 이용하는 어플리케이션들이 필요로 하는 정보를 정확하고 안전하게 전달하는지를 평가하는 어플리케이션이 필요하다. 이를 위하여 본 연구에서는 차량간 통신을 이용하는 어

\* (주)와이즈오토모티브

\*\* 자동차안전연구원

E-mail: jij@wise-automotive.com

플리케이션 및 장치에서 차량 정보 전달시에 필수적으로 점검해야 하는 사항들을 대상으로 차량간 통신 운용시에 안전하게 전달하는지에 대한 평가 방법을 연구하였다.

본 논문에서는 WAVE(Wireless Access Vehicle Environment) 통신 방식의 WSM(WAVE Short Message) 형식으로 데이터를 전달하는 ITtelecom사<sup>1)</sup>에서 개발한 WAVE OBU 장치를 차량간 통신에 활용하였다.

## 2. 관련 연구

미국 및 유럽각국을 중심으로 해당 국가의 국가기관과 다수개의 상용차업체 및 연구소등이 참여하여 V2X 통신을 사용한 추돌사고 예방을 위한 프로젝트들을 진행하고 있다.<sup>(2)</sup>

### 2.1. 미국

VSC-A 프로젝트는 2006년 말부터 2009년까지 미 교통국의 지원을 받아 GM, 벤츠, 현대차등 다수개의 상용차업체가 참가하였다. 차량 안전시스템 개발, 아키텍처 구성, 통신 메시지 및 프로토콜 개발, 보안 및 표준화, 시험평가 시나리오 및 테스트 베드 구축등을 목표로 하였다.<sup>(1)</sup>

IntelliDrive 프로젝트는 2003년부터 시작되었으며 미 교통국에서 지원을 하고 각 주의 교통국과 VIIC 컨소시엄의 주도로 개발되고 있다. 차량간 통신과 차량과 노변 기기간의 통신 시스템 및 노변 시설을 구축하여 안전성, 이동성 등을 극대화하기 위한 서비스 구현을 목적으로 추진중이다. WAVE 기술을 개발하여 차량과 운전자의 공공 및 개인 서비스에 제공할 목적으로 미국 전역에 노변 기지국과 같은 통신 인프라를 구축하고 운용하고 있다.<sup>(1)</sup>

### 2.2. 유럽

PREVENT 프로젝트는 유럽연합에서 ICT(Information Communication Technology) 기술을 활용하기 위한 프로젝트로 진행하고 있는 과제이며, 크레이슬러에서 주도하고 있다. 차량안전 기술을 개발하고 검증하여 지능형 운전자 지원 시스템에 대한 인식을 확산시키는

것을 목표로 추진되었다. 과제의 일환으로 센서 정보와 통신 및 측위 기술을 조합하여 운전자에게 경고하고, 운전자의 반응이 없는 경우 운전제 개입하여 사고를 피하도록 도와주는 것을 목적으로 진행되는 세부 프로젝트도 있다.<sup>(2)</sup>

SAFESPOT 프로젝트는 유럽연합 12개국과 51개의 파트너사가 참여하였으며 2006년부터 5년동안 진행된 프로젝트이다. 이 프로젝트의 차량응용서비스는 차량간 정보교환을 활용하는 응용서비스를 정의하고, 차량 센서 데이터와 차량간 송/수신되는 정보를 혼합하여 운전상황과 도로환경을 재구성하기도 한다. 이를 활용하여 운전자나 기타 도로 이용자들이 사고를 예방할 수 있도록 위험 경고를 제공한다.<sup>(2)</sup>

## 3. 추돌 발생 가능 이벤트

차량간 통신을 이용하는 응용서비스들은 차량내 단말기를 통해 차량 정보를 서로 송/수신한다. 이때 송/수신하는 차량간 정보를 사용하여 현재 운전 상황을 판단하고, 경고를 제공하여 운전자와 기타 도로 이용자들이 사고를 예방할 수 있는 행동을 하도록 지원할 수 있게 된다.

### 3.1. 이벤트 선정

Fig. 1과 같이 차량 주행환경을 기준으로 추돌 발생 가능한 이벤트를 선정하였으며, 붉은색 차량 "A"를 추돌 가능한 상황을 발생시키는 대상차량 "A"로 가정한다.

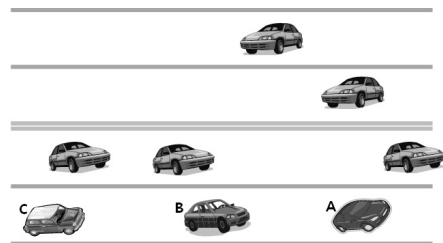


Fig. 1 Vehicle Driving Environment

대상차량 "A"가 유발한 긴급제동, 선행사고차량발견, 차선 이동 등등의 원인으로 상대차량 "B"와 "C"의 차량간 추돌이 발생하게 된다. 두 차량간의 안전거리 미확보, 교차로 우회전 및 이동 신호 미전송 등과 같

1) (주)아이티텔레콤, <http://www.it-telecom.co.kr/>

이 우리나라의 도로조건과 운전 습관등을 포함하여 빈번하게 발생하는 추돌 사고 발생 가능한 이벤트를 아래와 같이 선정하였다:

- Emergency Electronic Brake Lights (EEBL)
- Pre-Crash Warning (PCW)
- Cooperative Forward Collision Warning (CFCW)
- Lane-Change Warning (LCW)
- Blind Spot Warning (BSD)
- Intersection Movement Assist (IMA)

선정된 이벤트를 검출하여 차량간 데이터를 전송하기 위하여 통신타입, 전송모드, 최소 갱신주기, 허용지원시간, 전달 데이터, 통신거리등을 정의하였다.

Table 1 V2V communication requirement

Event	Minimum Refresh Cycle (Sec)	Latency (ms)	Data (bytes)	Maximul Range (m)
Emergency Electronic Brake Lights (EEBL)	10	100	Position, Heading, Velocity, Acceleration	300
Pre-Crash Warning (PCW)	50	20	Position, Heading, Velocity, Acceleration, Vehicle Type, Yaw rate	50
Cooperative Forward Collision Warning (CFCW)	10	100	Position, Heading, Velocity, Acceleration, Vehicle Type, Yaw rate	150
Lane-Change Warning (LCW)	10	100	Position, Heading, Velocity, Acceleration, Turn Signal Status	150
Blind Spot Warning (BSD)	10	100	Position, Heading, Velocity, Acceleration, Turn Signal Status	150
Intersection Movement Assist (IMA)	10	100	Position, Heading, Velocity, Acceleration, Turn Signal Status	100

### 3.2. 이벤트별 추돌 가능 시나리오

차선내 차량들의 움직임은 Fig. 1과 같이 빨간차량이 선두에서 주행하고 있고, 후방 차량들이 일정한 속도로 주행하고 있다고 가정한다.

선정한 추돌 발생 가능한 각각의 이벤트들에 대하여 차량 주행시 추돌 이벤트가 발생 가능한 시나리오

를 정의하였다. 해당 이벤트가 발생 가능한 시나리오에 따라 이벤트 발생 시 차량 데이터의 송/수신시 데이터의 획득여부, 차량간 거리, Latency 등을 표시하여 이벤트 발생시 차량간 송/수신해야 하는 데이터들이 적시에 안전하게 송/수신되었음을 확인한다. EEBL, FCW, CFCW, LCW, BSD, IMA 이벤트 발생가능 시나리오들을 직선로, 곡선로, 차속, 이벤트 발생시 관여하는 차량 수 등의 조건으로 시나리오를 구성하였다.

### 3.3. 이벤트별 전송 데이터

차량 간 V2V 통신이 진행될 때 차량 간 전달되는 데이터들의 Message Set은 SAE J2735 규격에 준하여 생성된다.<sup>(3)</sup> BSM(Basic Safety Message)은 차량의 ID, 위치, 속도 등의 기본적인 정보인 Part I과 자세한 정보인 Part II로 구성되어 있다. Part I의 경우 Broad casting으로 주기적으로 주변 차량에게 메시지를 전송하며, 차량 정보를 수신한 차량은 필요에 따라 송신 차량에게 차량정보를 요청하고, 수신 차량은 요청 받은 정보에 따라 BSM Part II를 구성하여 송신한다.

ASN.1 Representation:

```

BasicSafetyMessage ::= SEQUENCE {
  -- Part I
  msgID DSRCmsgID, -- 1 byte
  -- Sent as a single octet blob
  blob1 BSMblob,
  -- The blob consists of the following 38 packed bytes:
  -- msgCnt MsgCount,           -x- 1 byte
  -- id TemporaryID,           -x- 4 bytes
  -- secMark DSecond           -x- 2 bytes
  -- pos PositionLocal3D,
  -- lat Latitude,             -x- 4 bytes
  -- long Longitude,          -x- 4 bytes
  -- elev Elevation,          -x- 2 bytes
  -- accuracy PositionalAccuracy, -x- 4 bytes
  -- motion Motion,
  -- speed TransmissionAndSpeed, -x- 2 bytes
  -- heading Heading,         -x- 2 byte
  -- angle SteeringWheelAngle -x- 1 bytes
  -- accelSet AccelerationSet4Way, -x- 7 bytes
  -- control Control,
  -- brakes BrakeSystemStatus, -x- 2 bytes
  -- basic VehicleBasic,
  
```

```
-- size VehicleSize,           -x- 3 bytes
-- Part II, sent as required
-- Part II,
safetyExt VehicleSafetyExtension OPTIONAL,
status VehicleStatus OPTIONAL,
... -- # LOCAL_CONTENT
```

#### 4. 차량간 통신 안전성 평가 방법

V2V 통신 운용 안전성 평가를 위하여 EEBL, CFCW, PCW, LCW, BSD, IMA 이벤트에 대하여 아래와 같은 방법으로 평가할 수 있도록 개발하였다.<sup>(4)(5)</sup> 예를 들어 EEBL 이벤트가 대상차량 “A”에서 발생하였을 때, 차량 주행중에 상시 전달하는 BSM Part I에 대한 데이터 표시와, 이벤트 발생시 전달하는 BSM Part I + Part II에 대한 데이터가 안전하게 전달되는지를 평가하기 위하여 Fig. 2와 같은 기준으로 진행한다. 정보를 수신하는 상대차량 “B”로 EEBL이벤트와 관련된 차량데이터가 전달되고, 수신차량 “B”는 해당 정보를 바탕으로 차량제어를 진행한다. 이때 대상차량 “A”와 상대차량 “B”와의 거리 정보 및 대상차량 “A”의 응급제동 강도에 따라 경고는 단계별로 진행될 수 있다. 차량간의 거리는 GPS로부터 획득한 위경도 정보를 활용한다.

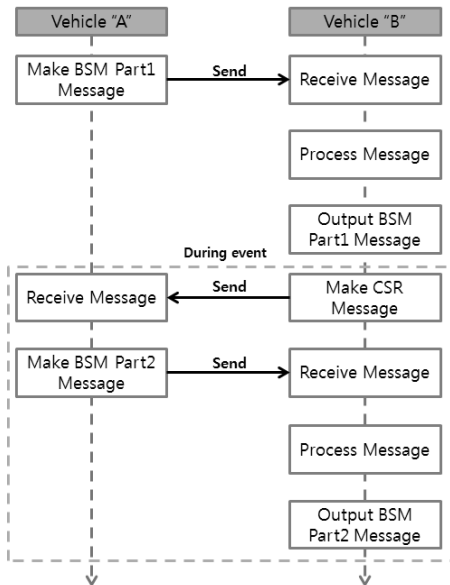


Fig. 2 Message communication Scenario for Event

Fig. 3은 Lab. test로 진행되는 EEBL event에 대한 테스트이다. 그림에서는 대상차량 “A”와 상대차량 “B”에서 발생하는 차량 속도를 Lab. test시 설정할 수 있도록 구성된 입력 기능과 출력 기능을 사용하여 테스트한 결과를 보여준다. 화면 우측 중간에 표시된 것과 같이 Acceleration과 Brake를 조절하여 속도정보①를 만들어 낼 수 있으며, BSM Part I의 Speed 노드②에 출력된다. 만약 Speed 노드의 체크박스가 체크되면, 화면 하단의 그래프③에서 데이터가 출력된다. BSM 데이터는 1초에 10회 (전송주기: 100ms) 전송되며 대상차량과 상대차량의 속도 정보를 정확히 송수신하여 BSM 뷰어에 출력되는 모습을 확인할 수 있다.

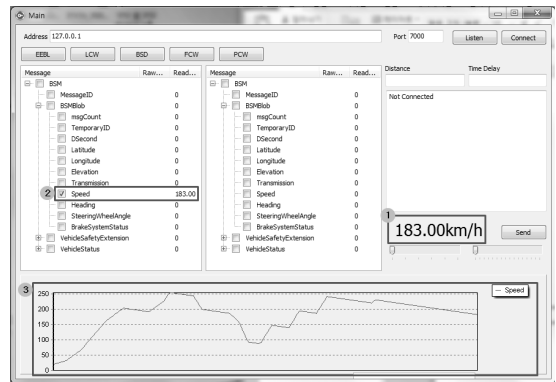


Fig. 3 V2V data communication testbed

CSR 메시지는 상대차량의 BSM 데이터에서 이벤트 신호가 감지되면 상대차량에게 추가 정보를 보내달라고 요구하는 메시지로서 CSR 패킷 송수신 테스트를 위하여 EEBL 시나리오의 이벤트를 발생시키고 수신되는 메시지를 확인하였다. Fig. 4에서 ①은 EEBL 이벤트를 발생시키는 버튼이며, 이 때 차량의 속도②는 100km/h, 브레이크 상태③를 ON으로 설정하여 BSM을 전송하게 된다. 상대차량으로부터 수신된 메시지는 상대차량 BSM 뷰어에 표시된다. MsgID에 CSR 메시지에 해당하는 값 “2”가④ 수신되었으며, Brake pressure 값⑤이 수신되는 것을 확인하였다.

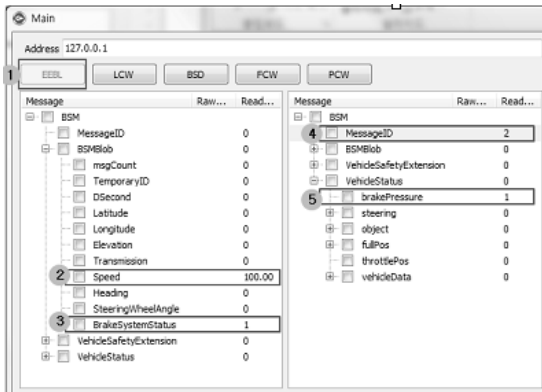


Fig. 4. CSR packet communication

BSM Part II 패킷은 CSR 메시지를 수신하였을 때 만들어지며, CSR 메시지에서 요구하는 정보를 포함한다. Fig. 5는 BSM Part II 패킷 송수신 테스트의 모습을 보여준다. 상대 차량에서 EEBL 이벤트가 발생한 경우 대상차량은 CSR 메시지에 Brake pressure에 관한 정보를 추가로 보내달라는 메시지를 보내고 상대차량으로부터 BSM Part I과 BSM Part II를 수신한 모습을 확인할 수 있다. Msg ID(①)는 BSM Part II를 의미하는 “1” 값을 수신하였고, BSM에 포함된 데이터인 속도(②)와 브레이크 상태정보(③)를 수신하였다. 또한 추가적으로 브레이크의 압력(④)에 대한 정보를 수신한 것을 확인할 수 있도록 구성되었다.

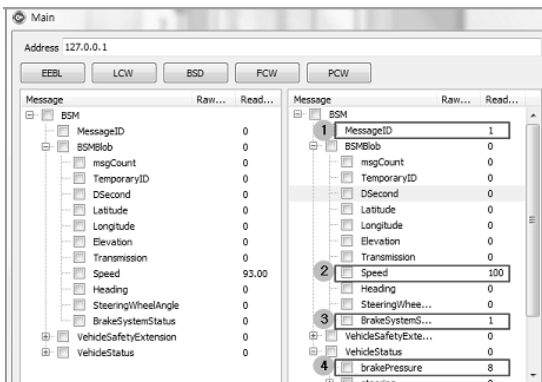


Fig. 5 BSM Part II packet communication

## 7. 결론

차량간 발생 가능한 6가지 추돌 사고 이벤트에 대하여 이벤트 발생시 차량간 전달해야 하는 데이터들을 정의하고, 송/수신된 데이터가 정확하게 전송되는지를 확인하기 위한 차량간 통신 운용 안전성 평가 방법을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 통신 운용 안전성 평가 방법은 차량간 통신을 진행하는 모듈에서 사용 가능하도록 WSM 형식을 사용하므로, 차량간 정보 전달을 사용하는 국내/외 모듈이나 시스템 평가가 가능하다.

## 후 기

본 연구는 국토교통부 및 국토교통과학기술진흥원의 연구비지원(14PTSI-C054118-06)으로 수행된 연구임.

## 참고문헌

- (1) VSC-A, “Vehicle Safety Communications - Applications”, - VSC-A Final Report: Appendix Volume 1 System Design and ObjectiveTest”, NHTSA, Sep.2011.
- (2) Lina Konstantinopoulou, “D3.14a - International Cooperation activities”, FP7-ICT-2011-8\_317547, Jan.2014
- (3) SAE International, SAE J2735 , Nov. 2009
- (4) NHTSA, “Vehicle-to-Vehicle Communications: Readiness of V2V Technology for Application,” DOT HS 812 014, Aug.2014
- (5) NHTSA, “Interoperability Issues of Vehicle-to-Vehicle Based safety Systems Project(V2V-Interoperability) Phase 1 Final Report,” Apr.2014