

주 제

교통사고 방지를 위한 차량간 통신기술

전북대학교 유석대, 조기환

차 례

I. 서론

II. 교통안전 통신

III. 기술 현황

IV. 교통안전 통신의 한계와 극복방안

V. 결론

요약

이동 중인 차량간에 무선통신을 이용하여 차량의 안전과 관련된 정보를 주고받는 서비스를 교통안전 통신이라 한다. 이 서비스는 운전자의 인지 범위를 벗어나는 상황 혹은 자동화 안전장치가 감지하지 못하는 상황을 운전자가 미리 인지하고 식별할 수 있게 해주는 유용한 수단 제공을 목표로 하고 있다. 차량간 위험과 직접 관련된 정보들을 신뢰성이 있는 상태에서 시기적절하게 전달해주어야 하기 때문에 데이터 통신과는 다른 통신 방법론이 필요하다. 본 고에서는 미래의 지능화된 교통환경 구성을 위해서 선진국을 중심으로 새로운 정보통신 응용 영역으로 인식되고 있는 교통안전 통신의 현황과 기술을 살펴보고, 실용화를 위해서 극복해야 될 사항들을 제시한다.

I. 서론

고속도로를 운행하는 중 전방 차량의 급정지로 말미암아 사고를 당하거나 크게 놀라는 경험들은 대부분 한번쯤은 겪어보았을 것이다. 이때 전방 차량의 상태를 다른 수단을 통해서 운전자에게 알려줄 수 있다면 안전한 교통 흐름에 매우 유익함은 자명하다. 특히 커브길이나 빌딩 사잇길과 같이 시야를 확보 할 수 없는 상황에서 운전자가 미리 정보를 제공 받을 수 있다면, 교통사고 발생률은 상당량 줄어들 것이다.

자동차 기술은 지속적으로 발전을 거듭하고 있다. 일부 고성능 차량을 제외하곤 대부분의 자동차 기술은 안락성과 안전성 향상에 개발 역점을 두고 있다. 메이저 자동차제조사들은 운전 환경 개선을 위해서 과감한 투자를 아끼지 않고 있고, 개발된 기술들은 속속들이 신차에 적용되어 판매 실적과 연관되고 있다. 그 기술들의 결과들은 고정밀의 센싱기술과 제어기술을 이용하여 운전자에게 차량 조작의 편의성 제공

할 뿐만 아니라 자동차사고가 발생했을 때에도 탑승자의 피해를 최소화하는데 크게 기여하고 있다.

자동차 기술의 발전과 함께 무선 네트워크 기술 또한 고속으로 이동 중인 차량에서도 사용 가능한 기술들이 속속들이 개발되고 있다. 이러한 무선 네트워크 기술들이 점차 차량 기술과 접목되어, 고속으로 이동 중인 차량들 사이 혹은 차량과 노면기지국 사이에서 정보를 주고 받는 형식의 서비스가 가능하게 되었다.

차량안전 통신 (VSC: Vehicle Safety Communication)은 이런 무선 네트워크 기술과 교통안전 기술이 융합된 기술 영역이다. 운행 중인 차량들 사이에서 안전과 관련된 정보를 상호 교환하여 운전자의 운행에 유익한 정보를 제공함으로써 교통의 안전성과 효율성을 제고하는 미래형 기술로 정의된다.

최근의 생활 환경에서 교통사고에 따른 사망 및 부상은 중요한 건강 및 사회적 이슈이다. 다양한 교통 안전에 대한 사람들의 노력과 관련 기술의 발달로 인하여 사망자수가 감소하고 있는 추세이다. 그렇지만 차량의 수가 증가하고 도로가 복잡해짐에 따라 매년 교통사고의 수는 크게 줄어들지 않고 있는 실정이다.

미국의 경우 1980년대 이후로 교통사고 건수는 매년 2,000,000건에 육박하고, 2003년을 기준으로 약 43,000명의 사망자와 약 2,889,000명의 부상자가 발생하였다. 미국 내 교통사고에 따른 경제적인 손실은 약 2,300억 달러로써 미국 국민총생산의 2.3%에 해당한다. 유럽의 경우 2003년에 약 1,351,000건의 교통사고로 43,000여명의 사망자와 1,912,000여명의 부상자가 발생하였다. 일본도 1990년대 이후로는 매년 1,000,000건의 교통사고가 발생하고 있고, 2003년 기준으로 948,000건의 교통사고와 8,877명의 사망자 그리고 1,181,431명의 부상자가 발생하였다[1].

우리나라의 경우 2004년에 약 240,000건의 교통사고가 발생하였고, 6,563명의 사망자와 346,987명

의 부상자가 발생하였다. 자동차 1만대당 교통사고 발생건수는 132.5건으로 다른 OECD 회원국보다 월등하게 높다. 특히 우리나라는 차대 보행자 사고가 많고 보행자 사망사고로 이어지는 경우가 매우 많이 발생하고 있다. 사고 발생 원인을 살펴보면 핸들이나 브레이크 조작을 잘못하여 발생하는 안전운전불이행이 57.4%로 가장 많고, 신호위반과 교차로운행방법, 안전거리 미확보 등의 안전운전 소홀로 발생하는 문제들이 대부분을 차지하고 있다[2].

우리나라의 교통문화 상황을 고려해봤을 때, 차량 안전 통신은 현재의 교통사고 발생 수준을 획기적으로 낮출 수 있는 가능성을 가지고 있을 뿐만 아니라 자동차 생산 선진국으로 한걸음 나아가기 위해서 필요한 핵심기술로서 의미가 크다고 할 수 있다.

본고에서는 차세대 교통안전 기술로 적용이 가능한 교통안전 통신을 정의하고 그 필요성을 살펴본다. 또한 탑승자의 안전과 관련이 되어있는 엄격한 통신 요구사항에 대해서 살펴보고, 차량안전통신과 관련이 있는 기술의 현황과 자동차 제조사를 주축으로 개발되고 있는 교통안전 통신의 기술을 분류하고 현황을 기술한다. 마지막으로 교통안전 통신에서 현재 논의되고 있는 쟁점들을 기술한다.

II. 교통안전 통신

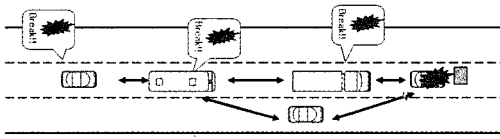
교통안전 통신의 적용이 가능한 교통 상황을 시나리오로 제시하고, 요소 기술의 필요성과 더불어 교통안전 통신의 요구사항을 기술한다.

2.1 교통안전 통신 응용 시나리오

운행 중인 차량이 주변 차량 혹은 도로상의 기반시설과 지속적으로 무선 네트워크 노드의 일원으로써

통신을 할 수 있는 환경을 상상해보자.

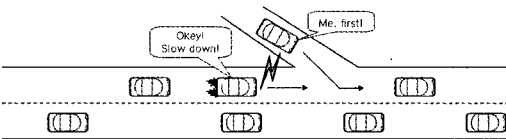
긴급 정지 경고



(그림 1) 교통장애 후미 경고

앞차가 도로상 떨어진 화물 등 교통장애물을 발견하고 갑자기 브레이크를 작동하였을 경우를 가정하자. 운전자가 앞차의 브레이크 경고등을 인지하고 반응할 수 있는 시간보다 빨리 앞차의 급브레이크 사실이 바로 뒤따라오는 운전자와 직접 인지가 불가능한 그 이후 차량의 운전자에게 제공된다면 교통안전에 크게 도움이 될 것이다. (그림 1)은 도로상의 장애물로 말미암아 급정지를 할때, 뒤따라오는 차량들 사이에서 정보가 전달되는 상황을 묘사하고 있다. 교통안전 통신 기술을 이용하면 직접적인 영향권 내의 차량뿐만 아니라 간접적인 영향권에 포함되는 차량들도 미리 상황을 인지할 수 있다. 따라서 바로 뒤에 위치하는 차량뿐만 아니라 2차 이상의 사고를 일으킬 수 있는 후미의 차량들에게 더욱 유용한 정보가 될 수 있다.

도로 합류 제어

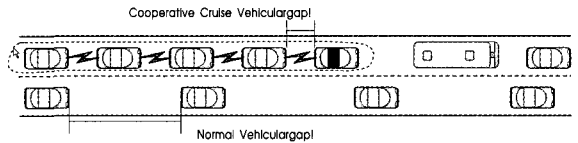


(그림 2) 도로 합류 제어

다른 상황을 예로 들어보면, (그림 2)처럼 넓은 도로에 좁은 도로가 합류하는 진입로를 통해 진입하는 차량과 주행중인 차량 사이에서 미처 확인하지 못하고 합류를 시도하는 경우, 미리 상대차량의 진행 사항

을 운전자에게 알려줄 수 있다면 진입 차량은 훨씬 안전하게 진입할 수 있을 것이다. 교통안전 통신 기술은 두 차량간 진입 결정을 조율하는데 적용될 수 있다.

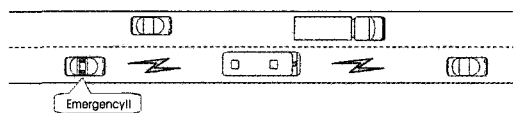
협동/그룹 주행



(그림 3) 자동협력주행

협동주행은 여러 대의 차량이 하나의 리더를 통해서 차속도와 차간거리가 조정되면서 주행하는 형태를 말한다. (그림 3)은 그룹을 이루어 협동주행중인 차량들을 묘사하고 있다. 여러대의 차량이 그룹으로 움직일 경우 안전하고 효율적으로 주행할 수 있다. 일반적인 고속주행에서 차간거리는 속도에 비례해 차간거리를 떨어트려 주행해야 한다. 그러나 협동주행을 통해 주행하면 차간거리는 더욱 좁아지고 도로를 효율적으로 사용할 수 있다.

응급차량 접근 경고

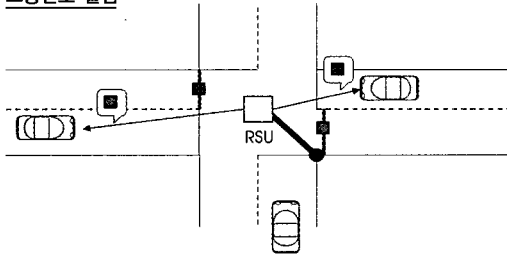


(그림 4) 응급차량 주행 경고

응급차량이 도로를 주행하고 있는 경우 사이렌이나 경광등을 보기 전에는 그 사실을 알지 못하고 특히 사이렌 소리를 들었을 경우 어디에서 나는 소리인지 알기까지 많은 시간이 걸리게 된다. (그림 4)는 응급차량이 도로를 주행하면서 응급차량 주행 경고를 전방으로 전파하여 후방에서 응급차량이 오고 있다는 사실을 알려주는 상황을 묘사하고 있다. 교통안전 통신을 통해서 응급차량의 진행을 알려주면 다른 차선

이나 갓길로 미리 비켜주어 원활한 긴급차량 소통을 위한 예이다.

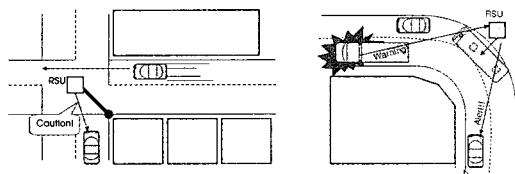
교통신호 알림



(그림 5) 교통신호 알림

교차로에서는 수많은 예측할 수 없는 일들이 일어난다. 노변기지국은 교차로의 신호제어기와 주변의 차량들의 현재 상태 대한 정보를 가지고 있다. 교통신호제어기와 연결되어 있는 노변기지국은 차량이 교차로에 접근할 때 미리 현재의 교통신호 상태를 알려준다. (그림 5)는 노변기지국에서 차량으로 각 방향 별로 현재의 교통신호 상태를 전송해주는 상황을 묘사하고 있다. 이러한 시나리오는 신호를 무시하고 진행하려는 차량의 상황을 신호대기중인 차량들에게 전달하거나 응급/긴급 차량이 교차로에 접근하고 있을 때 신호를 미리 조작하여 긴급차량 소통을 원활하게 하는데 사용이 가능하다.

불가시구역 경고



(그림 6) 불가시구역에서 교통상황 중계

도심의 빌딩거리 사이의 도로를 달리는 차량이나 굴곡이 심한 도로에서 운전자는 전적으로 자신이 볼

수 있는 부분에 대해서는 주의를 기울일 수 있지만, 볼 수 없는 곳에서의 이상 징후는 예측하기가 어렵다. (그림 6)은 건물이나 도로의 굴곡으로 말미암아 운전자가 인지할 수 없는 위험에 대해서 노변기지국을 통하여 배포하는 상황을 묘사하고 있다. 노변기지국을 중계기로 삼아 이러한 정보들을 전달할 수 있다면 불가시 구간에 대한 안전확보에 매우 유리할 것이다.

2.2 교통안전 통신의 유용성

전방에서 발생하는 위험을 미리 운전자에게 경고하게 되면 운전자의 위험에 대한 반응 시간을 크게 줄일 수 있다. 앞차의 급정거 혹은 도로상의 장애물 등을 인지한 후 운전자가 브레이크를 작동하기까지 일반적으로 0.7 ~ 1.5초의 반응 지연시간이 소요되는 것으로 알려져 있다[3]. 전방 차량의 급브레이크 사실을 운전자에게 미리 제공한다면 교통안전에 크게 도움이 될 것이다. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)의 조사에 따르면, 경보를 받고 반응하는 시간은 0.6초 정도였으며, 순수 인지에 의한 반응 속도는 약 35% 정도 증가하는 결과를 보고 하고 있다. 또한 OFCOM (the Office of COMMunication) [4] 조사에 따르면, 운전자가 교통위험 요소에 미리 대응 할 수 있는 1초의 여유를 갖게 되면 후면 충돌을 90%까지 줄일 수 있다고 한다[5].

교통사고에 대비한 시트벨트나 에어백 등 피동적인 안전장비도 중요하지만, 사고를 미연에 줄이기 위한 자동차 위험방지 통신과 같은 능동적인 위험방지 기술이 절대적으로 요구되는 상황이다. 미국의 한 조사에 의하면 대부분의 자동차에 적절한 사전 경고 장치 부착하였을 경우에 약 17%의 사고를 줄일 수 있다고 보고되고 있다. 유럽에서는 2010년까지 교통 사고 사망자를 50%정도의 줄이는 것을 목표로 e-

Safety 선도사업을 진행하고 있다.

2.3 통신 요구사항

교통안전 통신의 잠재적인 적용 범위는 무한한 반면에 통신 측면에서는 일반 데이터통신의 요구사항보다 훨씬 엄격하다. 핵심적인 요구사항으로 낮은 지연시간 (=실시간성), 전송 신뢰도, 그리고 메시지 수신 비율 등을 들 수 있다[6]. 제시된 요구사항들은 차량 안전과 직결되는 문제이기 때문에 응용 서비스가 적용되기 이전에 필수적으로 만족해야 한다. 다음은 교통안전 통신의 안전성 관점에서 요구사항을 열거하고 있다.

- 실시간성 : 대부분의 안전관련 정보는 긴급 메시지의 형태로 전파되고, 이러한 메시지는 데이터통신보다 훨씬 낮은 통신지연 시간을 요구한다. 사용하려는 응용 서비스에 따라 달라지긴 일반적으로 한 홉간 발생하는 메시지 지연은 최대 100ms 이내로 요구된다[7].
- 전송 신뢰도 : 안전과 직결되는 통신에서 메시지 전송 신뢰도는 매우 중요한 요소이다. 무선 미디어는 태생적으로 전송도중 전파간 간섭, 충돌, 왜곡 현상을 발생시킨다. 더구나 고속이동 중 무선통신에서 두 차량간의 속도차에 의한 도플러 현상은 무선 미디어의 품질을 매우 악화시킨다. 그러므로 교통안전 통신에서 사용하는 무선 전송기술은 주변환경적인 요소에 내성이 매우 강해야 한다. 단순한 비트 오류를 진단하고 복구할 수 있는 에러복구능력도 포함하고 있어야 한다.
- 정보 전파의 방향성 : 응용영역에 따라 달라질 수 있는 문제이지만, 교통안전 통신은 단순정보 전달을 위한 단방향 통신, 정보교환을 위한 양

방향 통신, 정보 전파를 위한 일대다 (one-to-many) 통신의 형태를 모두 제공해주어야 한다.

- 다중홉 전달 : 교통안전 통신에서는 직접 도달할 수 있는 차량뿐만 아니라 제공된 정보에 영향을 받을 수 있는 모든 차량들에게 전달되어야 하기 때문에 다중홉 통신 방법이 있어야 하고, 다중홉을 통해 전달되는 과정에서 전송률이 급격히 저하되거나 전송지연이 급격히 증가하지 않아야 한다.

이외에도 실제 응용을 위해서는 부가적인 요구사항이 필요하다. 교통안전 통신을 확장하거나 인터넷과 연결하기 위해서 요구된다. 일반적인 교통 환경에서 도로상에는 상호 인지되지 않은 차량들이 동적으로 이동한다. 즉 도로상의 차량간에는 서로 미리 설정된 관계가 없으며 임의 차량의 주변 차량들이 수시로 변화하는 상태를 가정한다. 이러한 동적인 환경으로 인하여 임의로 선정된 차량에 통신에 필요한 주요 서버들, 즉 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) 서버, Mobile IP[8]의 HAHA(Home Agent)/FAFA(Foreign Agent), DNS(Domain Name Service) 서버 등이 설치되어 있다고 하더라도 이러한 주요 서버들을 접속할 수 없다. 적절한 전송률의 요구와 동적인 차량 운행 환경은 VSC 고유의 네트워크 구조와 통신 프로토콜 등 새로운 네트워킹 기술에 대한 필요성을 제기하고 있다.

III. 기술 현황

교통안전 통신은 통신방식, 통신목적, 통신거리에 따라 구분할 수 있다. 통신 개체의 역할에 따라 통신 방식이 구분되고, 사용하고자 하는 영역에 따라 목적이 구분되며, 무선 미디어의 특징에 따라 통신거리가

구분되고 통신목적이나 통신방식에 의존적이다[9].

3.1 기술 분류

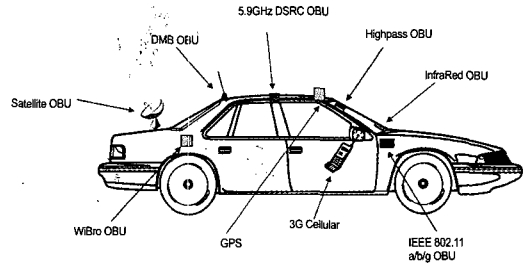
먼저 통신방식의 차이에 따른 분류를 살펴보면 기반구조를 활용하여 통신하는 경우와 기반구조 없이 차량 간에 통신하는 경우로 나뉘어진다. 전자는 도로변에 설치된 노변기지국(RSU : RoadSide Unit)와 같은 기반구조의 보조를 받아서 통신이 이뤄지며(VTI : Vehicle-To-Infrastructure), 후자는 기 설치된 기반구조의 참여 없이 동일 무선 도달범위에 속한 차량들 혹은 다른 차량의 릴레이를 수단으로 멀리 홉으로 통신한다(VTV : Vehicle-To-Vehicle).

VTV는 차량간 충돌, 도로상의 장애물, 교차로 충돌 등을 경고하거나 협력 운전, 차선변경 보조 등에 적용될 수 있다. VTI는 보이지 않는 도로, 교차로 충돌, 건널목, 도로 작업구간 등을 경고하거나 전자 표지판, 고속도로 병합 보조 그리고 자동 운전 등이 응용 영역이다. 500m 혹은 1km 범주에서 적용되며 주로 도로나 교통상황의 위험 요소를 선행하는 차량이 뒤따라오는 차량들에게 조기 경고 해줌으로써 운전자에게 대응시간의 확보에 목적을 두고 있다.

둘째로, 통신목적에 따른 분류는 공공안전 위한 통신과 시설안전을 위한 통신으로 나뉘어진다. 공공목적 안전에는 응급차량 접근 경고, 응급차량을 위한 교통신호 선점, 도로보수 공사 경고, 교통신호 변경 경고, 협동주행, 급정지 경고 등이 있다. 운행 안전과 직결되는 서비스가 대부분을 이루고 있으며, 교통안전 통신의 주목적이라고 할 수 있다. 시설안전을 위한 통신으로는 통행료 지불이나, 주차비용 정산, 데이터 전송, 주유소 검색 등의 부가적인 서비스 제공을 목적으로 하고 있다.

마지막으로, 통신거리에 따른 분류는 무선 미디어가 가지는 신뢰성과 도달거리와 깊게 연관되며 통신

목적이나 통신방식에 따른 서비스들을 거리 별로 분류하고 있다. 0~15m까지의 단거리 통신은 주로 과금과 관련된 서비스이고, 0~90m까지의 중단거리 통신은 데이터 전송을 위한 서비스가 주류를 이룬다. 90~350m 정도의 중거리에는 급정거, 차간거리 유지, 협력주행, 충돌감지 등의 차량운행 안전과 관련된 안전서비스가 주류를 이룬다. 300~1,000m 정도의 장거리 통신은 응급차량 접근 경고나 응급차량을 위한 신호제어 등의 공공안전 서비스에 사용된다.



(그림 7) 우리나라 차량에서 가능한 무선 네트워크 기술들

(그림 7)은 현재 우리나라의 차량에서 적용할 수 있는 무선 네트워크 기술들을 나타내고 있다. 대부분의 장치들이 VTI의 형태를 취하고 있으며, 통합되어 가공된 정보를 제공 받거나 외부의 네트워크와 연결하는데 사용된다. 일부의 장치들에서 VTV의 서비스를 지원하고 있고 국내 상황에서도 충분히 활용이 가능한 서비스임을 확인할 수 있다.

3.2 기술개발 현황

VSC 기술에 대한 활발한 활동이 진행되고 있다. 미국의 경우 차량에 5.9GHz 무선 접속 통신환경을 구축하는 ITS America VII (Vehicle-Infrastructure Integration), 차량의 충돌방지에 관한 원천기술을 연구하고 개발하는 교통성의 IVI (Intelligent

Vehicle Initiative), 그리고 VSC 컨소시엄의 CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership) [10] 등이 있다. 유럽은 e-Safety 선도사업과 ADASE2 (Advanced Driver Assistance Systems in Europe), 일본의 ITS 정보통신 포럼과 AHSRA (Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association) 등이 있다. 미국은 향후 수 년 이내에 주요 도로에 DSRC (Dedicated Short-Range Communication) 통신 네트워크를 구축과 더불어 모든 차량에도 DSRC 인터페이스의 장착을 의무화할 계획을 갖고 있는 것으로 알려져 있다.

교통안전 통신에 사용되는 무선전송기술 표준을 주도하는 기관과 관련 표준의 동향을 살펴보고 자동차 제조사와 교통관련 정부기관을 중심으로 이루어지고 있는 프로젝트들의 현황에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

VSC 컨소시엄[11]

VSC 컨소시엄에서는 외부와의 통신을 통해서 개선하고 강화될 수 있는 교통안전 응용서비스를 식별하고, 그 응용프로그램 각각의 통신 요구사항을 결정하며, 현재 차량 통신 기술로 떠오른 5.9GHz DSRC를 평가하며, 제안된 DSRC 통신 프로토콜이 교통안전 응용서비스에 만족되도록 영향을 주고 있다. 현재는 BMW, DaimlerChrysler, Ford, GM, Nissan, Toyota, VW 등의 자동차 회사가 참여하고 있다. VSC 컨소시엄에서 주관하는 프로젝트의 목표는 다음의 6가지 목표를 가지고 추진되고 있다.

- 통신기반 교통안전 응용서비스를 이용하여 얻을 수 있는 안전 이득 조사
- 선정된 교통안전 응용서비스의 통신 요구사항에 대한 명쾌한 정의
- 제안된 DSRC 통신 프로토콜의 성능이 교통안전 응용서비스에 만족하는지 평가

- 교통안전 응용서비스의 요구사항을 만족하기 위하여 DSRC 프로토콜 표준 위원회에 참여
- 교통안전 응용서비스의 적용을 위한 DSRC의 성능에 영향을 주는 기술 연구
- 통신기반 교통안전 응용서비스의 적용 가능성 측정

최근의 현황은 DSRC를 이용하여 VTV 통신과 VTI 통신의 필드테스트와 DSRC 표준관련 사업, 우선순위 통신을 위하여 지연시간 조정 및 시뮬레이션 테스트 등을 수행하고 있다.

DSRC[9]

차량용 단거리 통신으로 교통관련 무선 전송기술 분야의 통신 방식으로 DSRC가 선정된 이후 900MHz대역과 5.9GHz대역으로 나누어 표준이 진행되고 있다. 처음에는 고속도로 통행료 자동지불 시스템으로 시작하여 현재는 많은 차량관련 기술들이 포함되어 표준들이 제정되고 있다.

과거 5.8GHz대역의 DSRC와는 다르게 능동식 통신 방식을 취하고 있으며, 대역폭도 75MHz로 늘어났다. QPSK OFDM (Quadrature Phase Shift Keying Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 채널 코딩 방법을 사용하고 있다. 채널은 10MHz 대역으로 된 7개의 채널로 나누어져 있고, 옵션으로 인접한 두 개의 10MHz 채널을 이용하여 최대 20MHz의 대역폭까지 사용이 가능하다. 이에 따라 데이터 속도도 증가하여 10MHz 단일 채널을 통해서 6, 9, 12, 18, 24, 27Mbps의 다중 데이터 속도를 지원한다. 두 채널을 동시에 이용하면 최대 54Mbps의 속도까지 가능하다. 채널이 7개까지 나누어져 있기 때문에 두 채널 이상이 중첩되게 기지국을 구성할 수도 있다. <표 1>은 현재 표준으로 지정된 두 DSRC 간의 성능비교이다.

〈표 1〉 대역별 DSRC 성능비교

구분	900MHz 대역 DSRC	5.9GHz 대역 DSRC
사용 스펙트럼 폭	12MHz	75MHz
데이터 전송률	0.5Mbps	6~27MHz
무선 커버리지	한번에 한 통신영역만 가능	다수의 채널 중첩가능
채널 할당 상태	보호능력 없음	Primary 상태
신호 간섭 요인	900MHz 무선전화기 Rail Car AET 리더기 많은 확산대역 장치들 Wind Profile 레이더	일부 군용 레이더 위성통신 업링크
최대 범위	100m	1000m
최소 기지국간 거리	500m	15m
채널 수	1~2개 채널	7개 채널
하향 전송 세기	< 40dBm(10W)	< 33dBm(2W)
상향 전송 세기	< 6dBm (4mW)	< 33dBm(2W)

5.9GHz 대역의 DSRC에서는 채널마다 그 사용 용도를 달리하고 있기 때문에, 채널간 우선순위가 있으며 동시에 여러 개의 채널이 사용될 수 있어서 지역적으로 매우 효율적으로 사용할 수 있다.

CarTalk2000[12]

유럽 교통안전 프로젝트로서 차량간 통신에 사용하기 위한 신뢰성있는 단홉 브로드캐스트 방법론을 제시하고 있다.

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) 무선접속에 근간을 두고 개발이 진행 중에 있으며, 공간인식 위치기반 멀티홉 라우팅 프로토콜을 개발 중에 있다. 현재는 단일 홉을 기반으로 단계적인 브로드캐스팅 방법을 이용하여 멀티홉을 지원하고 있기 때문에 중계 차량이 중간에 없는 경우 경고메시지 전달이 중단되고, 진행중인 차량의 클러스터링 방법이 제시되지 않고 있기 때문에 교통이 혼잡하거나 차량 이탈이 빈번한 도로에서는 경고메시지 전달에 효과적이지 않다.

NoW(Network on Wheels)[13]

NEC의 유럽 연구소를 중심으로 BMW사와 VW사가 협력하여 연구가 진행되고 있으며 통신관련 세

부 과제로 위치기반 라우팅 방법론인 'FleetNet'을 제시하고 있다.

차량을 위한 통신 방법론을 크게 VTV, VTIV (Vehicle To vehicle via Intermediate Vehicle), VTI 등의 3가지 형태로 나누어 놓았다. FleetNet에서는 차량의 이동 방향성을 기반으로 현재 위치에서 뒤쪽 방향으로 브로드캐스팅하는 'Geo-casting' 방법을 통하여 차량간 경고메시지를 전달한다.

FleetNet 방법에서는 방향성 브로드캐스팅을 기반으로 멀티홉을 지원하기 때문에 다중홉간 통신을 위해 중계가 필요할 때 정확한 위치값을 가지고 처리한다.

Highway CCA (Cooperative Collision Avoidance) [14]

CCA 프로토콜은 고속도로를 주행하는 차량 사이에서 충돌을 회피하는 교통안전 기술이다. 기존의 플래딩 방식의 메시지 전송 프로토콜이 실효성을 얻기 힘든 점을 개선하여 충돌경고 메시지를 전파 후 수신 차량중 메시지의 도착방향에 근거하여 이벤트를 발생한 차량의 후방 차량만 선별적으로 재전송하는 방법인 'Naive 브로드캐스팅'을 사용한다.

그러나 Naive 브로드캐스팅이 방향성을 고려하고 있다고 하나 많은 정보가 동시다발적으로 발생했을 경우 IEEE 802.11 MAC과 같이 메시지가 충돌할 가능성이 매우 올라가게 된다.

메시지 충돌이 많이 발생하면 전송지연이 발생하고, 결국 CCA의 요구사항을 만족하지 못하는 경우가 발생하게 된다. 'Intelligent 브로드캐스팅'에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 메시지의 방향성을 고려할 뿐만 아니라 'implicit acknowledgment'를 사용하고 있다. 따라서 최초 한번 수신한 메시지에 대해서만 방향성 재전송을 수행하고 이 후에 오는 메시지에 대해서는 무시하여 가능한 충돌 현상을 최소화하고 있다.

IV. 교통안전 통신의 한계와 극복방안

교통안전 통신은 무선 전송 기술을 바탕으로 응용 서비스가 제작되고 있기 때문에 활용도는 직접적인 무선도달 거리에 있는 차량들 간의 기술로 한정된다. 이러한 한계점은 실제 도로 상황을 반영하는데 있어 물리적인 한계로 말미암아 실효성을 얻어내지 못한다. 좀더 완성도가 높은 교통안전 통신을 위해서는 응용 영역에서의 요구사항을 반영할 수 있어야 한다. 이를 극복하기 위한 방안들은 다음과 같다.

4.1 네트워크 기술 관점

차량 그룹 관리

에어 백, 근접 물체 식별 센서 등 개별 차량에 부착된 자동화 안전장치들은 많은 교통안전에 측면에서 충분하지 못하다. 교통안전 통신 기술은 운전자의 시야를 가리는 대형 버스나 트럭, 교차로, 혹은 방향을 전환했을 때 직면하게 될 교통 장애물들 운전자의 인지 범위를 벗어나는 것, 혹은 자동화 안전장치가 감지하지 못하는 것을 운전자가 미리 인지/식별 범위와 능력을 확장해주는 역할을 한다.

기반시설이 충분히 갖추어져 있다면 자동화 안전장치는 운전자의 인지 범위를 확장하기 위해서 기반시설과 상호 협력할 것이다. 그러나 어디서나 교통안전을 위한 기반시설을 활용할 수 있기에는 많은 시간과 노력이 필요할 것이다. 차량과 차량의 통신을 전제로 하는 V2V 네트워크는 교통안전을 위한 자동화 안전 시스템의 보완적 혹은 대체적인 수단이라고 할 수 있다. 교통안전 통신에서 요구되는 통신 특성인 전송속도, 지연, 그리고 위험 경고 메시지의 전달 비율을 확보하기 위한 가장 기본적인 접근은 이웃하는 차량들을 그룹화하는 것이다. 이때 너무 많은 수의 차량들이 그룹에 포함하게 되면 전송 과정에서 무선 매체

를 확보하기 위한 과도한 충돌로 인하여 교통안전 통신의 통신 요구사항을 만족하기 어렵다. 따라서 메시지 전송의 방향, 제어의 범위 그리고 메시지 릴레이 등 운행중인 차량간의 통신 특성을 관리/유지에 적절한 수의 차량을 선택하는 것은 교통안전 통신의 효율성과 신뢰성 확보하는데 결정적인 요소이다.

Ad hoc 네트워크

운행중인 차량간에 안전에 관련된 정보를 직접 주고받는 통신 환경은 Ad hoc 네트워크 모델과 일치한다. Ad hoc 네트워크는 이동중인 노드들이 기반시설의 도움을 받지 않고 상호 통신하는 형태로 전투, 긴급구조 등 현장에 적용된다.

차량, 군인 그리고 전투기 등이 참여하는 전투현장에서 명령을 전달하고 구성원을 통제하기 위한 최적의 통신 방법론이다. 물론 구조팀, 편대와 같은 그룹화는 통신 효율성 측면에서 필수적이다. 이 경우에 그룹에 참여하는 멤버의 구성이 서로 통신하기 이전에 결정되며, 작전이 진행되는 동안 구성원들이 함께 이동하는 특성을 갖는다.

그러나 교통안전 통신에서는 이웃하는 차량들이 수시로 바뀌며 애초에 서로 관계성을 갖지 않는다. 따라서 동적으로 운행중인 차량들이 임의 시점에 그룹을 구성하고 멤버간에 상호 통신에 필요한 설정 과정이 실시간으로 처리되어야 한다. 또한 IP 주소할당, 네이밍, 세션 그리고 이동성을 관리해주는 서버의 접속등은 교통안전 통신 서비스에서 해결해야 할 고유의 기술적 이슈이다. 즉 그룹내에 어떤 차량이 서버 역할을 수행할 것인가? 만약 임의 차량이 서버 역할을 수행한다고 하더라도 운행중인 차량의 동적인 상황을 고려한다면 수시로 서버가 변하게 된다.

네트워크 환경설정

동적으로 변화하는 교통안전 통신 환경은 주소할

당과 같은 네트워크 구성 서비스 지원 방안이 요구된다. 기존 네트워크는 기반시설을 전제로 구성되는 반면에 차량간 교통안전 통신은 기반시설을 배제할 수 있으므로 클러스터를 기준으로 독자적으로 네트워크가 구성될 수 있다. 차량의 잦은 이동성 특성은 네트워크 구성에 걸림돌이다. 이는 임의 클러스터 내에서 IP 주소와 같은 노드 ID를 관리하는 서버의 선정에서부터 새로이 클러스터에 참여하거나 이탈하는 노드(혹은 서버)의 지원방안, 그리고 클러스터가 분할된 경우 들을 포함한다.

4.2 통신 기술 관점

전송률 보장

차량간 다중 홉 통신의 안정된 전송률 보장이 매우 중요하다. 전송률에 영향을 미치는 요소로는 네트워크 특성인 부하와 위상, 무선 특성인 단말간 매체 공유로 대별된다. 이동이 잦은 Ad hoc 네트워크 구조에서 다중 홉을 경유하는 경로를 설정하고 유지하기 위해서는 프로토콜 부담이 크다. 또한 운행중 위험 요소의 발견시 주변 노드에서 집중적으로 발생하는 위험 메시지로 인한 메시지 충돌 현상도 전송률에 미치는 영향이 크다. 이는 클러스터의 크기, 구성 방법론, 메시지 스케줄링, 안테나 모델 등의 연구로 해결점을 찾을 수 있다.

다음으로 무선 특성은 다수의 차량들이 하나의 채널을 공유하기 때문에 발생한다. 채널 경쟁을 조정하기 위해서 널리 사용되는 백오프 기법은 전송률을 저해하는 요소이다.

또한 충돌 회피를 위한 RTS/CTS/ACK와 같은 제어 패킷도 실질적인 데이터 전송률을 감소시킨다. 다중 채널의 활용을 포함하여 이러한 기술적 요소들은 MAC 수준의 프로토콜 수정/보완으로 해결될 수 있다. 다중 홉 통신과 더불어 클러스터 내부에서 유니

캐스트, 멀티캐스트의 적절한 적용도 유용한 수단이 될 것이다.

전송지연 시간

교통 안전 응용에서 차량간 연결 설정에 소요되는 시간의 지연이 가능한 짧아야 한다. 메시지 전송 지연은 IP 계층의 지연과 MAC 계층에서 지연으로 나누어 진다. Ad hoc 구조의 네트워크에서 전송경로 설정은 이웃노드의 발견을 전제로 한다. Hello 패킷의 상호 교환으로 주로 구현되는 이웃노드의 발견은 단위 시간당 Hello 패킷의 교환 비율에 따라서 정밀도가 다르다. 이동성이 높은 교통안전 통신 환경에서 Hello 패킷의 교환 주기는 중요한 기술 요소이다. 또한 클러스터 내에서 지연을 최소화하는 라우팅 방법론의 개발이 필요하다.

향후 대부분의 차량들이 GPS를 장착할 예정이므로 위치기반 라우팅과 본래적으로 지연을 배제한 형태인 proactive 라우팅이 주된 방법론으로 고려되고 있다. 한편 향후 응용의 유효한 수단인 멀티캐스트를 IP 계층의 라우팅 과정에서 수용하는 방안과 링크 계층에서 부분 지원하는 방안 등도 기술적 이슈이다.

다음으로 MAC 계층에서 최적 채널의 선택과 관련된 지연을 고려할 수 있다. DSRC의 경우 1개의 제어 채널과 6개의 데이터 채널로 구성된다. 제어 채널을 채널 선정 및 초기화 수단으로 사용하는 것을 구상할 수 있다. MAC에서 채널 경쟁을 방지하는 기법과 더불어 클러스터의 크기, 차량 사이에 우선순위 활용, 메시지 전송 범위 및 방향 등이 지연을 최소화하는 보조 수단으로 작용할 것이다.

V. 결 론

정보통신 기술이 우리의 생활 주변에 다양하게 영

향을 미치는 상황을 고려하면 교통안전 통신은 미래에 거대한 응용 수요를 창출할 것으로 예상된다. 또한 기존 네트워크 기반구조가 새로운 수요창출에 한계를 드러내고 있는 상태에서 교통안전 통신은 새로운 응용 영역을 개척하는 중요한 의미를 지니고 있다.

현재 개발되어 활용되고 있는 교통안전 시스템은 대부분 사고 상황이 발생했을 경우에 탑승자의 피해를 최소화 할 수 있는 것들이다. 운행중인 차량간에 임시로 설정된 통신 모형에서 교통안전을 위한 통신 방법론인 교통안전 통신의 핵심기술은 차량 운행 제어기능과 운전자 보조기능 그리고 차량간 정보 수집 및 정보 서비스의 행태로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 교통안전관리공단, 2003년 OECD회원국 교통사고 비교, 2006년 1월 발행
- [2] 교통안전관리공단, 2004년 교통사고통계자료, 2006년 1월 발행
- [3] AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – Fourth Edition, 2001
- [4] The Office of Communication in UK, <http://www.ofcom.gov.uk/>
- [5] D. Scherrer, “Short Range Devices, Radio Frequency Identification Devices, Bluetooth, Ultra Wideband Systems, Automotive Short Range Raders, Overview and Latest Developments,” OFCOM, Biel, Switzerland, Feb. 2003
- [6] T. Hasegawa, et al. “A Concept Reference Model for Inter-Vehicle Communications (Report2),” Proc. of Intelligent Transportation Systems 2004, pp. 810–815, Oct. 2004
- [7] W. Chen and S. Cai, “Ad Hoc Peer-to-Peer Network Architecture for Vehicle Safety Communications,” IEEE Communications Magazine, Vol. 43, No. 4, Apr. 2005, pp. 100–107
- [8] IETF MIP6 Working Group, “Mobility Support in IPv6,” IETF RFC 3775
- [9] ASTM E2213-03, “Standard Specification for Telecommunications and Information Exchange Between Roadside and Vehicle Systems – 5GHz Band Dedicated Short Range Communications (DSRC) Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications,” ASTM International, July 2003
- [10] Crash Avoidance Metrics Partnership Project, National Highway Traffic Safety Administration of U.S. Department of Transportation
- [11] Vehicle Safety Communications Consortium, <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-12/CAMP3/pages/VSCC.htm>
- [12] European and National Research Projects on Vehicular ad hoc networks, <http://www.network-on-wheels.de/>, <http://www.cartalk2000.net>
- [13] M. Meakawa, “ITS Solution,” NEC journal of Advanced Technology vol. 1, No. 3, Jul. 2004
- [14] S. Biswas, R. Tatchikou and F. Dion, “Vehicle-to-Vehicle Wireless Com-

munication Protocols for Enhancing Highway Traffic Safety,” Communications Magazine, IEEE vol.44, Issue 1, Jan. 2006, pp.74 - 82



유석대

2000년 전북대학교 컴퓨터정보학과 졸업 (학사)
2002년 전북대학교 전산통계학과 졸업 (석사)
2002년 ~ 현재 전북대학교 컴퓨터통계정보학과
박사과정
관심분야 : 교통안전통신, Ad hoc네트워크, 센서네트워크



조기환

1985년 전남대학교 계산통계학과 졸업 (학사)
1987년 서울대학교 계산통계학과 졸업 (석사)
1996년 영국 Newcastle 대학교 전산학과 졸업
(박사)
1987년 ~ 1997년 한국전자통신연구원 선임연구원
1997년 ~ 1999년 목포대학교 컴퓨터학과 전임

강사

1999년 ~ 현재 전북대학교 전자정보공학부 부교수

관심분야 : 이동컴퓨팅, 컴퓨터통신, 무선네트워크 보안, 센서네트워크, 분산처리시스템