

스마트 자동차 서비스: WAVE의 현황 이슈

김승천* · 황호영** · 노광현***

1. 서 론

바야흐로 21세기는 스마트 세대라고 할 수 있겠다. 20세기까지 사용했던 컴퓨터도 그 모습을 다르게 변화시켜가면서 진화하고 있고 이러한 변화가 자동차에도 이르게 되었다. 따라서 자동차는 더 이상 탈것이 아닌 누리고 활용하는 것이 되어 가고 있다. 이렇게 자동차가 스마트해지기 위해서는 기본적으로 정보를 획득하고 전달 및 재생산하기 위한 수단이 필요하게 되는데, 이러한 체제는 지능형 교통시스템(ITS: Intelligent Traffic System)에 기반한다.

1990년도 초반부터 기존 교통 체계에 IT 기술을 접목한 지능형 교통시스템(ITS)이 도입되기 시작하였다. ITS가 확장되는 과정에서 이동통신 기술의 발전과 ITS용 통신기술의 개발 등으로 이동 중에도 자동차에서 다양한 정보를 제공 받을 수 있는 텔레매틱스 서비스가 도입되기 시작하였다. 하지만 자동차 운전자, 탑승객 및 도로 이용자 등의 안전성을 향상시키기 위한 서비스는 상대적으로 부족한 실정이다. 또한 자동차의 안전성 기

술은 상대적으로 뒤쳐져 있는 상황이다. 이러한 ITS는 스마트 자동차 서비스로의 다음 진화를 진행중에 있다.

스마트 자동차 서비스는 그림1에서 보이는 바와 같이 최근 첨단 통신, 제어 및 센싱 기술을 활용하여 운전자 및 도로 이용자의 안전성, 운전효율성 및 편리성을 향상이 가능한 차세대 자동차 서비스로, 기본적으로 ITS와 텔레매틱스를 기반으로 하고 있다. 더불어 최근에는 차량간 무선 통신 기술인 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment)를 활용하는 서비스가 중점적으로 연구되고 있어서 향후 한단계 나은 지능형 교통 서비스로 발전할 것으로 예상된다.

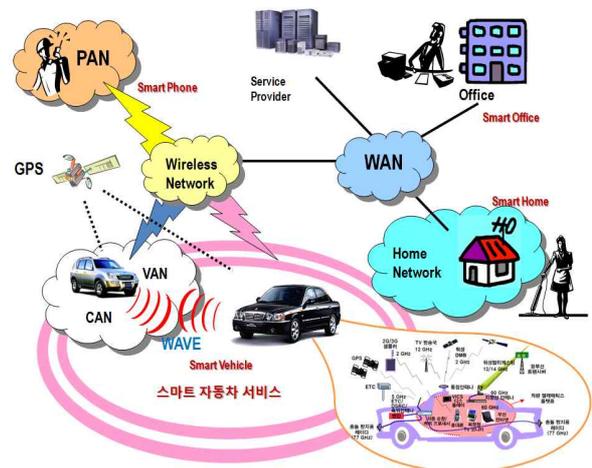


그림 1 스마트자동차 서비스 개념도

※ 교신저자(Corresponding Author): 노광현, 주소: 서울시 성북구 삼선교로 16길 116 한성대학교 연구관801호 전화: 02-760-8013, E-mail: khrho@hansung.ac.kr

* 한성대학교 정보통신공학과
(E-mail: kims@hansung.ac.kr)

** 한성대학교 멀티미디어공학과

*** 한성대학교 산업경영공학과

이러한 스마트 자동차 서비스는 차세대 ITS 또는 C-ITS(Cooperative ITS)로도 지칭되어진다. 기본적으로 C-ITS가 기존의 ITS와 차이점은, 기존 ITS가 교통관리 위주의 관점에서 도로인프라 기술을 중심으로 접근하는 것과 달리 차세대 ITS는 실시간 교통안전 위주의 관점에서 차량, 도로, 통신 상호간 융합기술에 의하여 사고를 방지 또는 신속 대응하고 이에 따른 정책비용을 최소화하고자 하는데 있다고 할 수 있다.

이러한 스마트 자동차 서비스 또는 차세대 ITS의 대표적인 핵심 기술은 바로 핵심기술에는 200km/h의 고속 이동환경에서도 자동차와 도로(V2I), 자동차와 자동차(V2V), 자동차와 보행자(V2N) 간 실시간 위치기반 맞춤형 서비스가 가능하도록 하는 통신기술인 WAVE (Wireless Access in Vehicular Environment) 라고 할 수 있다.[1]

본고에서는 스마트 자동차 서비스를 위한 차량간 통신 기술인 WAVE에 대한 국내외 현황 및 성능에 대한 고찰과 현재 주된 이슈가 되는 사항들을 살펴본다.

2. 차량간 통신 기술 현황

2.1 WAVE 개념 및 표준화 동향

차량용 통신관련 표준으로는 대표적으로 WAVE 와 WAVE의 물리계층으로 정의된 IEEE 802.11p, 그리고 CALM (Continuous Access for Land Mobiles), DSRC가 있다. WAVE는 IEEE 802.11p 기반의 통신기술 개발을 통해, CALM은 셀룰러, 인공위성 등 이종 통신기술의 연계를 통해, 궁극적으로 지능형 교통시스템 및 차량용 통신환경 구축을 추구한다는 점에 있어서 두 기술은

그 맥락을 서로 같이한다고 할 수 있다.

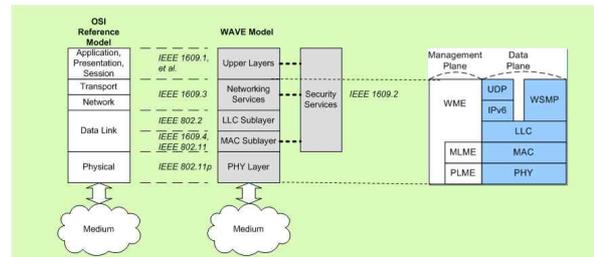


그림 2 WAVE 프로토콜 모델

WAVE는 고속으로 이동하는 차량 환경에서 안전 및 비안전 서비스를 제공하기 위한 차세대 ITS 통신 기술로 최대 이동속도 200Km/h, 최대 통신거리 1000m, 통신 지연시간 100msec 이하를 만족하도록 연구개발 및 표준화가 추진되어 왔다. 그림1에서 보이는 바와 같이 WAVE 표준화는 통신 계층별로 추진되어, IEEE 802.11p와 IEEE 1609 시리즈로 규격 개발이 진행되어 왔다. WAVE의 PHY/MAC 계층은 802.11 규격의 물리 계층과 MAC 계층을 차량 통신 요구사항에 맞추어 보완한 것으로, 10MHz 대역에 맞춘 전송속도 (최대 27Mbps)를 지원하고, Basic Service Set (BSS)영역 외에서도 통신이 가능하며 고속으로 이동하며 동적으로 통신 연결 및 해제가 이루어지므로 스캐닝 (scanning), 병합 (association), 인증 (authentication) 과 같은 가입 절차를 제외시켰다. IEEE 802.11p는 2004년부터 표준화가 추진되어 2010년에 802.11 amendment 6로 완료되었다.[2]-[4]

현재 WAVE에 대한 표준화는 완료된 상태이며, 기본적인 네트워킹에 대한 규격은 IEEE 1609.3에 그리고 WAVE전자지불에 대한 내용은 IEEE1609.11에 기술되어 있다. 보안과 관련된 내용은 IEEE1609.2에 기술되어 있으며 IEEE1609.12는 WAVE 시스템에서의 식별자에

대한 규격을 제공하고 있다.

2.2 WAVE 통신 기술의 특징

다시 말해서 WAVE는 고속으로 이동하는 차량 환경에서 안전 및 교통 서비스를 제공 하기 위한 차세대 ITS 통신 기술로 최대 이동속도 200Km/h, 최대 통신거리 1000m, 통신 지연시간 100msec 이하를 만족하도록 설계된 통신 기술이다. 이를 다른 통신 기술들과 비교하면 다음과 같은 특성을 갖는 것을 볼 수 있다.



그림 3 서비스에 따른 무선기술비교

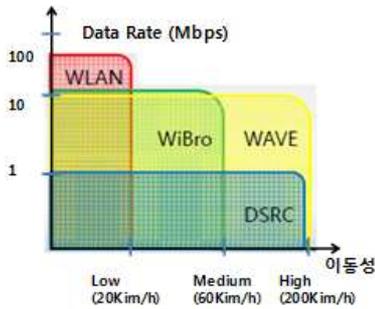


그림 4 전송속도에 따른 무선기술비교

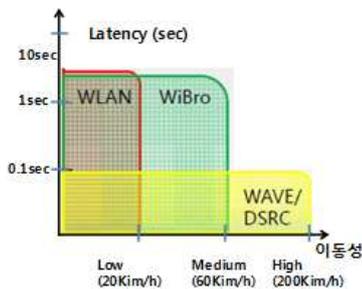


그림 5 전송지연에 따른 무선기술비교

그림3에서 보는 바와 같이 WAVE는 다른 무선 통신기술들에 비해서 이동성이 보장되는 상황에서 차량간통신(V2V)을 지원할수 있는 기술임을 알수 있다. 앞서 설명된 바와 같이 기존의 기술들이 V2I통신에서는 문제가 되지 않지만 차량간 통신에서 적절한 통신이 이뤄지기 어려운 점을 감안 하였기 때문이다.

그림 4와 5에서 보는 바와 같이 WAVE는 이동성이 보장되는 상황에서 기존의 통신 기술인 WLAN, WiBro, DSRC에 비해서 적은 전송지연과 적은 빠른 전송속도를 지원한다.

2.3 WAVE관련 주파수 활용 현황

앞서서 살펴 보았듯이 WAVE는 이미 표준화에 있어서 기술적 완성도를 가지고 있는 상태이고 해외 및 국내에서는 이를 이용한 제품 개발에 착수한 시점이다. 따라서 이를 적극 활용하기 위해서는 현재 WAVE의 무선 주파수 활용이 가능해야 하지만 상황은 그렇지가 못하다. 그림6은 전반적인 주파수 분배 현황을 나타낸다.



그림 6 국내외 ITS 무선통신용 주파수 분배 현황

현재 WAVE용 주파수는 북미는 5.85~ 5.925 GHz를 사용하고 있다. 또한 유럽도 마찬가지이다. 다만 ITU-R에서는 ITS 주파수 대역으로 ISM 대역인 5.725~5.875GHz 대역 사용을 권고하고 있다. 우리나라는 DSRC용으로 5.795~5.815GHz가 분배되었고, 하이패스 서비스와 지자체의 첨단교통시스템을 위한 교통정보 수집 및 제공과 실시간 신호제어 시스템 운영 등에 사용되고 있다. 또한 사업용 DSRC 주파수로 5.835~5.855GHz가 분배되었으나 ITS 서비스의 수익모델이 불분명하여 통신사업자들이 동대역의 주파수 사용을 요구하지 않아 전용 인프라 구축, 단말기 보급과 서비스 측면에서 사업화 추진이 이루어지지 않고 있다. 이러한 상황에서 국내 관련 산업체에서 차세대 ITS 서비스 및 스마트 자동차 수출 등을 고려하여 WAVE용 주파수인 5.850~5.925GHz 할당을 요청하고 있으며, 미래부에서는 이에 해당 주파수 할당 여부를 검토하기 시작하였고 이를 위한 연구반을 운영중이다. 하지만, 국내의 경우 해당 대역을 방송 중계용으로 사용하고 있어 이를 위한 정책적 마련이 필요한 시점이라고 할 수 있겠다.

3. WAVE 통신의 간섭 분석

간단히 기존 주파수 대역에서의 WAVE를 사용할 경우에 어떠한 영향이 미치는가를 살펴보기 위한 시뮬레이션을 실시한 결과를 살펴보도록 한다.[2][3]

3.1 간섭 시뮬레이션 모델

간섭 실험은 주파수자원분석시스템을 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션으로 진행되었으며 이때 사용된 장비의 규격은 아래 표에 나타난 바와 같이 현재 방송국에서 사용하는 스펙에 기준하였고

WAVE장비의 스펙 역시 현재 한국전자통신연구원에서 개발되어서 시험 사용되고 있는 장비를 기준으로 하였다.

표 1 방송중계장치와 WAVE 장치의 시뮬레이션 규격

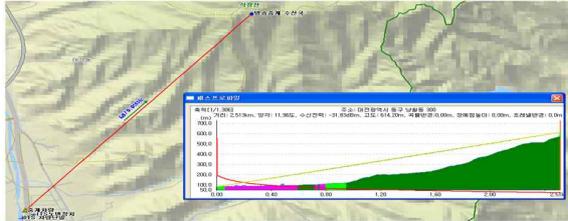
| 구분 | 방송중계 차량 | 방송중계 수신 | WAVE 기지국 | WAVE 단말 |
|--------|----------|---------|----------|---------|
| 출력 | 37 dBm | - | 23 dBm | 23 dBm |
| 채널 대역폭 | 25 Mhz | - | 10 Mhz | 10 Mhz |
| 안테나 형태 | 파라볼라 | 파라볼라 | 다이폴 | 다이폴 |
| 안테나 이득 | 23.6 dBi | 22 dBi | 8 dBi | 8 dBi |
| 편파 | 수평 | 수평 | 수평 | 수평 |

시뮬레이션을 위해서 지역은 비교적 완만한 대전 식당상과 서울 남산 지역을 선정하여 식당상 송신소와 중부 고속도로상에서 WAVE 장비와의 동신 운용을 가정하였다. 이때 방송 중계와 WAVE 장비는 5.87GHz를 동시에 사용하고 방송 송신장치와 WAVE 장치간 거리는 50m이고, 방송 수신국과 WAVE 장치간 거리는 0.5~6km 구간으로 설정하였다. 시뮬레이션시 가시거리와 비가시거리에서 방송 중계 링크와 WAVE 장비 방사 패턴을 일치하여 분석하였고 간섭 기준은 ITU 권고에 따라 I/N=-6 dB로 설정하였다.

3.2 간섭 시뮬레이션 결과 분석

간섭 시뮬레이션은 방송중계기와 WAVE사용 ITS차량과의 거리를 다르게 변화시키면서 진행되었다. 기본적으로 6가지의 시나리오를 가지고 진행되었는데, 거리를 2.5Km에서 500m씩 증가시키면서 실험이 진행되었다. 먼저 거리가 2.5Km인 경우에 나타난 간섭 시뮬레이션의 결과는 다음과 같다. 위의 결과를 보면 우선 거리가 비교적 먼 2.5Km인 경우 간섭국이 방송 중계링크일 경우

WVE를 이용하는 차량과 노변 장치간의 통신은 모두 혼신이 발생하는 것으로 나타났다. 하지만 반대로 간섭국이 WAVE를 이용하는 ITS차량인 경우 방송 중계차량은 혼신이 발생하지 않는 것으로 나타났다.



| 간섭국 | 피간섭국 | NKTB | 간섭전력 (dBm/1Hz) | 보호비 (dB) | I/N | 혼신여부 |
|----------|----------|---------|----------------|----------|--------|------|
| 방송중계링크 | 노변->차량링크 | -133.98 | -126.4 | -6 | 11.55 | 혼신 |
| | 차량->노변링크 | -133.98 | -140.73 | -6 | -2.77 | 혼신 |
| 노변->단말링크 | 방송중계링크 | -130 | -189.4 | -6 | -63.38 | 비혼신 |
| 단말->노변링크 | 방송중계링크 | -130 | -178.19 | -6 | -52.17 | 비혼신 |

그림 7 간섭시뮬레이션 결과: 거리 2.5Km

전체 시뮬레이션 결과를 요약하면 다음의 표와 같이 나타난다.

표 2 간섭 시뮬레이션 요약

| 시나리오 | 거리 (km) | 공간손실 (dB) | 방송장치에 의한 WAVE 장치 간섭 | WAVE장치에 방송장치 간섭 |
|------|---------|-------------|---------------------|-----------------|
| 1 | 2.5 | 116 | 간섭 있음 | 간섭 없음 |
| 2 | 3.4 | 118.6 | 간섭 있음 | 간섭 없음 |
| 3 | 4.1 | 120 | 간섭 있음 | 간섭 없음 |
| 4 | 5.6 | 122.7 | 간섭 있음 | 간섭 없음 |
| 5 | 6.1 | 123.6 (비가시) | 간섭 있음 | 간섭 없음 |
| 6 | 0.5 | 102.8 | 간섭 있음 | 간섭 없음 |

4. 결 론

본고에서는 스마트 자동차 서비스 구현을 위해서 필요시되는 무선 통신 기술인 WAVE의 현황과 이슈가 되는 국내 주파수 분배에 대한 내용을 소개하였다. 앞서서 살펴보았듯이 간단한 시뮬레이션 결과에서는 기존 5.855~5.925GHz 대역을 함께 사용하는데 문제가 없을 것으로 판단되어진다. 이는 기본적으로 WAVE가 출력이 낮

은 경우를 가정하기 때문에 가능한 것으로 사실 서비스의 품질을 생각하지는 못한 결과라고 생각해도 무방할 것이다.

현재 미래부에서는 스마트자동차 서비스를 위한 차세대 ITS 또는 C-ITS용 주파수 분배를 위한 연구반이 진행중이다. 연구반에서 어떠한 결과가 나올지는 모르겠지만, 아마도 국제적 동향에 맞춰서 5.855~5.925GHz 대역을 분배하고 기존에 사용하던 방송국 장비용 새로운 대역의 분배로의 재조정이 서비스의 안정적인 제공이나 운영을 위해서는 바람직해 보인다.

무엇보다 산업 활성화와 지속적인 운용을 위한 확실하고 신속한 대응이 필요한 시점이라고 할 수 있겠다.

참 고 문 헌

- [1] 김승천, “스마트 자동차 산업 발전을 위한 WAVE 통신용 주파수 분배에 대한 고찰”, 대한전자공학회 논문지, 51권, 6호, 2014.
- [2] 김승천, 노광현, 황호영, 홍정완, “주파수 간섭으로 본 스마트 자동차 서비스를 위한 WAVE 주파수 분배 방안” 대한전자공학회 논문지 TC편, 49권, 5호, 2012.
- [3] 김승천, “차량간 통신환경에서의 무선네트워크 성능 측정 및 분석”, 정보과학회논문지, 36권, 10호, 2011.
- [4] 김승천, 노광현, “스마트 자동차 기술 동향”, 정보과학회지, 제 29권, 제9호, 2011.



김 승 천

- 1994년: 연세대학교 전자공학과 공학사.
- 1996년: 연세대학교 전자공학과 공학석사.
- 1999년: 연세대학교 전기컴퓨터공학과 공학박사.
- 2000년 ~ 2001년: Univ. of Sydney, Post Doc.
- 2001년 ~ 2003년 LG전자 DTV 연구소 선임연구원
- 2003년 ~ 현재: 한성대학교 정보통신공학과 교수.
- 관심분야: 차량통신기술, IoT, 센서네트워크, 네트워크 보안 기술



노 광 현

- 1995년: 고려대학교 산업공학과 공학사
- 1997년: 고려대학교 산업공학과 공학석사
- 2001년: 고려대학교 산업공학과 공학박사
- 2002년: Ecole des Mines de Paris, Post-Doc.
- 2003년 ~ 2006년 한국전자통신연구원 연구원
- 2006년 ~ 2007년 한국항공우주연구원 선임연구원
- 2007년 ~ 현재: 한성대학교 산업경영공학과 부교수
- 관심분야 : 차세대이동통신, ITS, RFID/USN



황 호 영

- 1993년: 서울대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 1995년: 서울대학교 컴퓨터공학과 공학석사
- 2003년: 서울대학교 전기컴퓨터공학부 공학박사
- 2003년~2007년: 안양대학교 디지털미디어학부 조교수
- 2007년 ~ 현재: 한성대학교 멀티미디어공학과 부교수
- 관심분야 : 정보통신, 무선 및 이동통신망, 센서네트워크, 멀티미디어시스템