

전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위한 서비스 프레임워크 및 통신 방법에 관한 연구

류민우^{1*}, 윤재석¹, 이상신¹, 원광호¹, 조국현²

¹전자부품연구원 U-임베디드 융합센터,

²광운대학교 컴퓨터과학과

A Service Framework and Communication Method for Exchanging Information between Electric Vehicles and EV Charging Infrastructure

Min-Woo Ryu^{1*}, Jae-Seok Yoon¹, Sang-Sean Lee¹, Kwang-Ho Won¹
and Kuk-Hyun Cho²

¹U-Embedded Convergence Research Center, KETI

²Dept, of Computer Science, Kwangwoon University

요 약 지난 2009년부터 시작된 저탄소 녹색성장이라는 정부 정책에 따라 탄소 배출량을 줄일 수 있는 전기자동차의 보급에 정부와 민간 기업, 그리고 지자체 단체 모두가 힘을 기울이고 있다. 이러한 배경으로 전기자동차의 보급이 확산되고 있다. 그러나 전기자동차의 효율적인 보급을 위해서는 전기자동차의 개발뿐만 아니라 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 통한 효율적인 관리 및 운영이 필수적이다. 따라서 본 논문에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위한 서비스 프레임워크를 제시하고 이를 만족하는 통신 방법을 제안한다. 이를 위해 우리는 기존 무선 통신에서 사용되는 방법들을 비교분석하여 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위해 적용 가능한 통신 방법을 선별하고 성능 평가를 통하여 가장 적합한 통신 방법을 제시한다.

Abstract All of the government, private enterprises, and local governments are promoting the spread of electric vehicles to reduce carbon emissions depending on the green growth policy of the government that began in 2009. Due to this background, the prevalence of electric cars is being spread. However, the efficient management and operation through the exchanging information between electric vehicles and charging infrastructure, as well as the development of electric vehicles are essential to disseminate them. In this paper, we present a service framework for exchange of information between electric vehicles and charging infrastructure, and propose a communication method to meet it. To do this, we propose the most appropriate communication method through the performance evaluation by identifying and comparing the existing wireless communication methods can be applied to exchange information between electronic vehicles and EV charging infrastructure.

Key Words : Electric Vehicles, EV Charging Infrastructure, Protocol, V2V, V2I

1. 서론

지난 2009년부터 시작된 저탄소 녹색성장이라는 정부

정책에 따라 탄소 배출량을 줄일 수 있는 전기자동차의 보급에 정부와 민간 기업, 그리고 지자체 단체 모두가 힘을 기울이고 있다[1]. 전기자동차는 연소과정이 존재하지

본 연구는 국토해양부 전기자동차 교통안전융합체계 기술개발사업의 연구비지원(과제번호 10PTSI-B056303-01)에 의해 수행되었습니다.

*교신저자 : 류민우(minu@keti.re.kr)

접수일 11년 04월 28일

수정일 11년 05월 17일

계재확정일 11년 06월 09일

않기 때문에 배기가스에 의한 오염문제를 일으키지 않으며, 기존의 내연기관 자동차에 비해 종합적인 에너지 효율이 높다는 장점이 있다. 그러나 충전지의 낮은 저장 밀도로 인하여 1회 주행 거리가 짧은 단점을 가지고 있다 [2]. 따라서 전기자동차의 짧은 주행거리를 해결하기 위해서 충전인프라의 구축과 확산은 반드시 필요하다. 충전인프라는 전기자동차에 필요한 전력을 공급하는데 필요한 기반시설을 말하며, 크게 전력공급시스템, 충전스테이션, 인프라운영시스템으로 나뉜다[3]. 전력공급시스템은 원자력 및 화력, 스마트그리드와 같이 전력 생산설비로 구성되며, 충전시스템은 충전방식, 충전 속도 등으로 구성이 된다. 마지막으로 인프라운영시스템은 전기자동차의 배터리 정보, 배터리상태, 교환이력 등과 같이 전기자동차의 배터리 관리를 위한 정보와 이를 관리하기 위한 중앙시스템과의 통신 인프라를 말한다. 따라서 효율적으로 전기자동차를 관리 및 운영하기 위해서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통하여 적합한 서비스를 제공해야 한다.

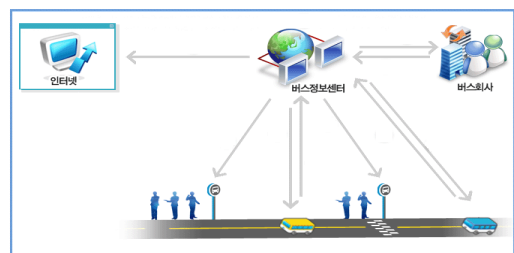
하지만 현재 이를 위한 통신 방법은 정의되고 있지 않으며, 또한 전기자동차의 이동속도 및 충전인프라와의 통신 거리에 대한 제약으로 인하여 기존 무선 네트워크에서 사용되었던 통신 방법을 적용하기는 것은 많은 어려움이 따른다. 따라서 본 논문에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통한 서비스 프레임워크를 제시하고 이를 만족하기 위한 통신 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 통신 방법은 기존 무선 통신에서 사용되었던 방법을 비교분석하여 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위해 적용 가능한 통신 방법을 선별하고 성능 평가를 통하여 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통한 서비스를 제공하기 위한 가장 적합한 통신 방법을 제시한다. 본 논문의 구성은 2장에서는 관련연구에 대하여 살펴보고 3장에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통한 서비스 프레임워크 및 적용 가능한 통신 방법을 식별한다. 4장에서는 식별된 통신 방법들의 성능평가를 통하여 가장 적합한 통신 방법을 제시한다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 과제에서 논한다.

2. 관련연구

본 장에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통한 서비스프레임 및 통신 방법을 제안하기 앞서 기존 연구되었던 BIS와 UTIS 시스템에 대하여 분석한다.

2.1 BIS (Bus Information System)

BIS [4]는 GPS(Global Positioning System)를 이용한 차량위치파악 기술과 무선통신을 기반으로 실시간 차량 위치, 속도, 상태 등 운행정보를 파악하여, 운전자에게는 앞·뒤차 정보를 제공함으로써 정시성을 확보하고, 일반 시민 등 버스 이용자들에게는 버스정류장, 인터넷, 휴대폰, ARS 등 각종 매체를 이용하여 버스도착예정시간, 첫차, 막차 정보 등을 제공함으로써 버스이용에 대한 대중교통서비스를 제공하는 시스템이다. BIS 시스템은 그림 1과 같이 버스와 버스정보센터, 버스 회사와 정보교환을 통하여 서비스를 제공한다.

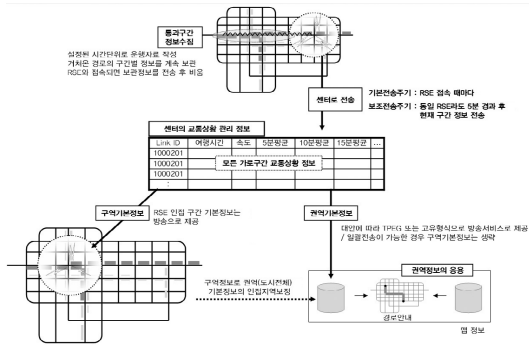


[그림 1] BIS 시스템의 서비스 프레임워크
[Fig. 1] Service Framework of BIS System

따라서 차량 내 설치된 버스정보 주 장치에서 GPS와 CDMA 통신망을 이용하여 실시간 버스위치, 각종 운행정보를 정보센터로 전송하며, 버스정보센터에서는 차량으로부터 수집된 각종 운행정보를 제공 매체별로 정보를 가공하여 버스회사로 전송한다. 이러한 정보를 바탕으로 버스회사에서는 차량과 관련된 배차정보, 차량정비내역 등을 정보센터로 전송하게 되고 이러한 정보를 바탕으로 해당 정류장을 경유하는 시내버스의 현재위치, 도착예정시간, 각종 정보를 제공한다.

2.2 UTIS(Urban Traffic Information System)

UTIS [5]는 무선교통정보수집 및 제공시스템이며, 각 지역내에서 교통정보를 수집 제공하기 위한 규격화된 표준 시스템으로 개발되며, 광대역 무선통신 기술을 기반으로 한다. UTIS에서 중앙장치와 RSE (Road Side Equipment)와는 유선통신, RSE와 OBE (On Board Equipment)는 무선통신에 의해 교통정보를 수집하고 제공한다. 다음 그림 2는 UTIS를 통한 기본교통정보 수집 및 제공절차를 나타낸 것이다.



[그림 2] UTIS를 통한 기본교통정보 수집 및 제공절차
[Fig. 2] Basic Traffic Information Collection and Offer Process through UTIS

그림 2와 같이 GPS가 장착된 OBE에 도로구간자료를 내장시키고, 이를 활용해 주행 중인 도로구간을 식별하게 되며, 통과한 도로구간의 정보는 일단 OBE에 저장하였다. RSE를 통과할 때 중앙장치로 전달하는 방식을 사용하게 된다. 따라서 OBE와 RSE의 정보교환을 통해 기본 교통정보를 수집 및 제공할 수 있다.

3. 본론

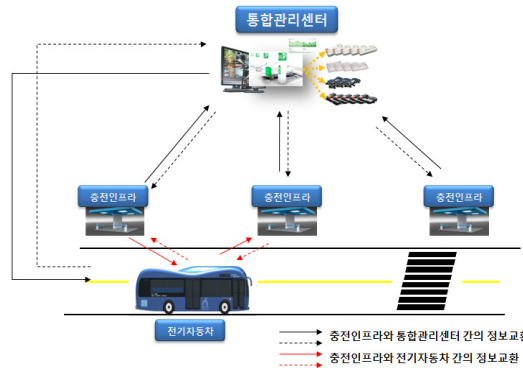
본 장에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통한 서비스 프레임워크를 제시하고 이를 위해 적용 가능한 통신 방법을 비교 분석한다. 또한 통신 방법들의 비교 분석을 통하여 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위해 적용 가능한 통신 방법을 선별한다.

3.1 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 통한 서비스 프레임워크

전기자동차는 기존의 내연기관 자동차에 비하여 에너지 효율 및 환경 문제를 개선할 수 있는 차세대 자동차 기술이다. 하지만 전기자동차는 축전지의 낮은 저장 밀도로 인하여 1회 충전시 주행거리가 짧은 단점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위하여 충전인프라를 구축하는 방안이 논의되고 있지만 전기자동차의 배터리 충전시간은 기존 내연기관 자동차에 비하여 매우 길기 때문에 충전인프라와 전기자동차의 정보교환은 매우 중요하다.

따라서 이를 해결하기 위해서는 그림 3과 같이 전기자동차와 충전인프라의 교환된 정보를 바탕으로 효율적인 운영 및 관리를 지원하기 위한 통합 모니터링 시스템이 구축되어야 한다. 또한 충전인프라와 전기자동차 간의 교

환되는 정보는 여러 가지가 있으며, 표 1에 개략적인 내용을 나타내었다. 표 1에서 나타낸 정보는 전기자동차, 충전인프라, 통합관리센터 간의 정보 연동을 통하여 현재의 전기자동차의 배터리 상태 정보를 충전인프라로 전달하고 충전인프라는 현재 차량 점유 상태 및 대기시간, 그리고 배터리 재고 정보 등을 통합 관리 센터로 전송한다.



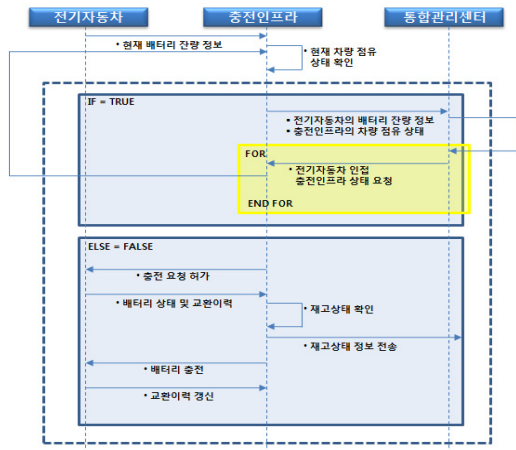
[그림 3] 효율적인 운영 및 관리 서비스를 위한 서비스 프레임워크

[Fig. 3] Service Framework for Efficient Operation and Management Service

[표 1] 충전인프라와 전기자동차의 교환정보
[Table 1] Exchange Information between Charging Infrastructure and Electric Vehicles

구분	내용
충전인프라	- 차량점유상태 - 대기시간 - 배터리 재고정보 등
전기자동차	- 배터리 상태 - 배터리 교환이력 - 배터리 잔량 등

이 정보를 바탕으로 통합 관리 센터에서는 충전인프라를 통하여 현재 충전 가능 여부를 전기자동차에게 전달한다. 또한 전기자동차는 충전인프라에게 자신의 배터리 남은 잔량을 주기적으로 전달함으로써 최적의 배터리 충전 시기를 결정한다. 그림 4는 전기자동차 충전을 위한 서비스 프레임워크를 시퀀스 다이어그램으로 나타낸 것이다.



[그림 4] 서비스 프레임워크의 시퀀스 다이어그램
[Fig. 4] Sequence Diagram of Service Framework

그림 4와 같이 전기자동차는 지속적으로 자신의 배터리의 정보를 충전인프라에게 전달하며 자신의 배터리 잔량정보를 전달함으로써, 충전인프라의 상태를 확인한다. 전기자동차가 배터리의 충전을 위하여 자신의 배터리 잔량 정보를 충전인프라로 전달하게 되면, 충전인프라에서는 현재 충전시스템에 차량의 점유상태를 확인하게 된다. 확인된 정보는 통합관리센터로 전달되며, 통합관리센터에서는 충전인프라를 통하여 사용가능한 충전시스템의 정보를 전기자동차에게 전달한다. 이러한 과정은 차량이 점유하지 않는 충전시스템을 확인할 때까지 반복된다. 이러한 이유는 전기자동차의 경우, 1회 충전시 충전시간이 오래 걸리기 때문에 사용가능한 배터리의 시간에 따라 최대한 차량 점유가 중복되지 않게 통합관리센터에서 관리하기 위함이다. 통합관리센터에서 차량이 점유하지 않는 충전시스템을 확인한 후 충전시스템에게 차량의 ID를 전달하게 되면, 충전시스템에서는 차량 ID에 따라 해당

차량에게 충전 요청 허가 정보를 보내게 되고, 해당 차량은 자신의 배터리 정보를 충전시스템에게 전달한다.

3.2 정보교환을 위한 적용 가능한 통신 방법 분석

본 절에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위하여 기존의 무선 네트워크에서 사용 가능한 통신 방법을 분석하고 분석된 결과를 바탕으로 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위한 적용 가능한 통신 방법을 식별한다.

전기자동차와 충전인프라간의 통신은 차량 통신 네트워크의 한 부분으로써, V2I (Vehicle to Infrastructure)로 정의될 수 있다. V2I는 차량과 주변 시설간의 통신을 나타내며, 차량 노드의 속도를 지원하고 토폴로지의 빈번한 변화 때문에 빠른 메시지 처리를 수용할 수 있도록 설계되어야 한다. 현재 차량 통신 네트워크는 IEEE 1609 표준 문서에서 정의하고 있으며, MAC 방법은 802.11p [6]를 중심으로 표준 재정 중에 있고 이를 기반으로 한 네트워크 서비스는 IEEE 1609.3 [7]에서 정의되고 있다. IEEE 1609.3에 따르면 차량과 주변시설 간의 통신을 위해서는 차량 단말을 지원하는 OBU (On Board Unit)와 주변시설의 통신 단말을 지원하는 RSU (Road Side Unit)를 이용하여 WBSS (WAVE Basic Service Set)를 통하여 차량과 주변시설 간의 메시지 교환이 이루어진다. 하지만 현재 WAVE 시스템은 아직 개발 중에 있으며, 전기자동차와 충전시스템에 적용하기에는 아직 개발이 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 현재 적용 가능한 통신 방법을 차량 통신 네트워크의 요구사항에 따라 표 2와 같이 분류하였다. 5.9GHz DSRC [8] 기반의 WAVE는 통신 범위가 최대 1km까지 지원하며 다중 채널을 지원한다. 또한 메시지의 처리속도가 빠르기 때문에 낮은 지연 시간을 보인다. 802.11n(Wi-Fi) [9]은 데이터의 전달율이 매우 빠르

[표 2] 무선 통신 방법 비교
[Table 2] Compare of Wireless Communication Method

	DSRC/WAVE 5.9GHz	FM Radio	Cellular(3G)	WiMAX	802.11n	Satellite
MAX Range(km)	1	0.1	10	50	0.25	1000
Data Rate(Mbps)	6-27	>0.1	2-3	70	144 -600	100-200
Coverage	LoS - duplex	Area- 1/2 duplex	Area-duplex	Area-duplex	Area-duplex	Area-duplex
Cost	No	No	High	High	No	very High
ghLatency	Low	High	Low	Low	Low	Low
Connectivity	Low	High	very Hi	High	low	very High

기 때문에 낮은 지연시간을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 하지만 통신 범위가 매우 짧기 때문에 전기자동차와 충전인프라 간의 장거리 통신에는 적합하지 않지만, 충전스테이션과의 근접한 거리에서는 높은 적합한 통신 방식으로 나타낼 수 있다. WiMAX[10]는 사설 망을 통한 통신 방식으로 비용이 발생하지만 높은 데이터 전달률과 이동 노드의 연결성이 매우 높고 낮은 지연시간을 나타낸다. 반면에 Cellular(3G)[11]는 이동 노드의 연결성은 매우 높지만 데이터 전달률이 매우 낮은 단점을 가지고 있다. 그리고 Satellite[12]는 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 위한 통신 방법으로 가장 적합하지만 비용이 매우 비싸다는 단점이 있다. 마지막으로 FM Radio[13] 방식은 노드의 이동 시 높은 연결성을 보이지만 전송 범위가 짧고 낮은 데이터 전달률로 인하여 높은 지연시간을 보이기 때문에 토폴로지의 변화가 빈번한 차량 통신 네트워크에 적용하기에는 적합하지가 않다.

4. 성능 평가

본 장에서는 전기자동차와 충전인프라 간의 정보교환을 위하여 앞서 분석하였던 적용 가능한 통신 방법을 중심으로 ns-2를 이용하여 5.95GHz DSRC/WAVE, WiMAX, Wi-Fi의 성능을 비교하였다.

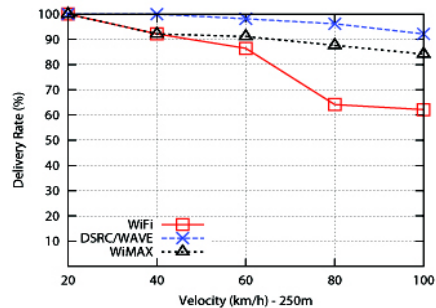
시뮬레이션의 특징으로는 속도 변화량에 따른 패킷 전달률과 통신 거리에 따른 패킷 전달률, 그리고 지연시간에 대하여 성능 평가를 하였다. 속도 변화량에 따른 패킷 전달률은 전기자동차와 충전인프라간의 적합한 통신 방법 식별하기 위하여 근거리와 장거리로 나누어 시뮬레이션을 하였으며, 근거리는 최대 250m 이내로 설정하였고 장거리 통신은 최대 1km 이내로 설정하였다. 시뮬레이션은 180초 동안 3번 수행하였으며, 최소값과 최대값을 제외한 평균값을 사용하였다. 표 3은 시뮬레이션을 위한 파라미터를 나타낸 것이다.

[표 3] 시뮬레이션 파라미터

[Table 3] Simulation Parameter

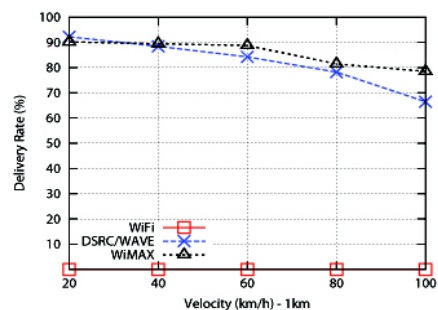
변수	값
시뮬레이션 환경	250m * 250m / 1km * 1km
트래픽 타입	CBR
노드 수	100 개
MAC 프로토콜	DSRC/802.11n/802.16
시뮬레이션 시간	180초
패킷 크기	1000 byte

그림 5는 근거리에서의 속도 변화량에 따른 패킷 전달률을 나타낸 것이다. 속도가 20km때 Wi-Fi, DSRC/WAVE, WiMAX 모두 패킷 전달률이 높은 것을 확인할 수 있다. 하지만 60km 이후 Wi-Fi의 패킷 전달률이 급격하게 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 이유는 Wi-Fi의 경우 데이터 전달 속도는 매우 높으나 이동 노드의 연결성이 낮기 때문에 속도가 높아짐에 따라 패킷 전달률이 낮아지는 것으로 유추할 수 있다.



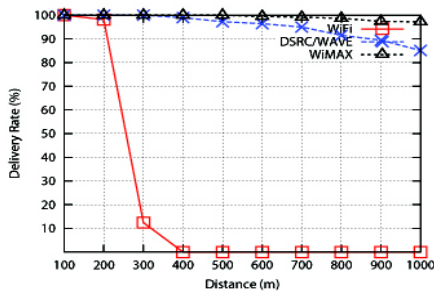
[그림 5] 근거리(250m)에서 속도 변화량에 따른 패킷 전달률 [Fig. 5] Packet Delivery Rate according to Velocity Change in Short Range (250m)

그림 6은 장거리에서의 속도 변화량에 따른 패킷 전달률을 나타낸 것이다. 그림 7에서 보듯이 Wi-Fi는 전송 최대 범위인 250m 이후에는 패킷 전달률이 0인 것을 확인할 수 있다. 반면에 DSRC/WAVE와 WiMAX는 높은 패킷 전달률을 확인할 수 있다.



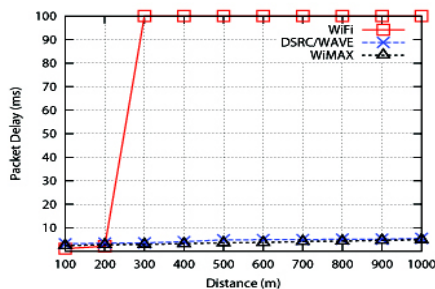
[그림 6] 장거리(1km)에서 속도 변화량에 따른 패킷 전달률 [Fig. 6] Packet Delivery Rate according to Velocity Change in Long Range (1km)

그림 7은 거리 변화에 따른 패킷 전달률을 나타낸 것이다. DSRC/WAVE 및 WiMAX는 거리가 증가해도 높은 패킷 전달률을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 하지만 Wi-Fi의 경우 전송 최대범위를 벗어난 이후 패킷 전달률이 0으로 나타나는 것을 확인할 수 있다.



[그림 7] 거리 변화에 따른 패킷 전달률
 [Fig. 7] Packet Delivery Rate according to Distance Change

그림 8은 거리 변화에 따른 지연시간을 나타낸 것이다. 200m이내에서는 Wi-Fi가 가장 낮은 지연시간을 나타내지만 전송 범위를 초과한 이후 가장 높은 지연시간을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 이러한 이유는 Wi-Fi의 경우, 전송 범위를 초과한 거리에서는 패킷 전달이 안되기 때문인 것으로 판단할 수 있다. 반면에 DSRC/WAVE 및 WiMAX는 거리가 변화해도 거의 일정한 지연시간을 나타내는 것을 확인할 수 있다.



[그림 8] 거리 변화에 따른 지연시간
 [Fig. 8] Delay Time according to Distance Change

5. 결론

본 논문에서는 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 위한 서비스 프레임워크와 이를 지원할 수 있는 적용 가능한 통신 방법을 분석하였다. 시뮬레이션 결과 DSRC/WAVE 및 WiMAX의 경우 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 위한 적절한 통신 방법으로 확인되었지만 DSRC/WAVE의 경우, 현재 개발 중에 있기 때문에 현 시점에서 적용하기에는 적합하지 않다. 또한 WiMAX의 경우 높은 비용으로 인하여 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 위한 통신방법으로는 적용하기에는 적합하지 않다. 마지막으로 Wi-Fi의 경우 낮은 지연

시간과 빠른 메시지 처리로 인하여 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 위한 통신 방법으로 적절하지만 통신 범위가 짧기 때문에 장거리 통신에는 적합하지 않다. 따라서 전기자동차와 충전인프라간의 정보교환을 위해서 근거리 통신과 장거리 통신을 나누어 비용 및 통신 효율을 높일 수 있도록 적절한 통신 방법을 혼용하여 사용하는 것이 바람직하다. 향후 과제로는 시뮬레이션 결과를 바탕으로 실제 임베디드 보드를 통한 실험 및 QoS (Quality of Service)를 보장할 수 있는 서비스가 필요하다.

References

- [1] You-Seok Lim, "A Simple Power Line Channel Modeling For Electric Vehicle Charger," IEEK Conference, vol. 33, 2010.
- [2] D. J. Kang, W. K. Kang and K. R. Cho, "Introduction to Automotive Environment," Korea Automotive Environment Center Edition, Munundang, Seoul, Korea, 2000.
- [3] Seung-Kwon Yang, "The Strategy of development and design for EV Charging infra management system connected with power grid," KIEE Conference, 2010.
- [4] <http://bis.geoje.go.kr>
- [5] KoROAD, "A Development Research on Traffic Information Collection Offer System Using Wireless Communication", Research Report, 2005
- [6] IEEE 802.11p SWG, et al. "Draft Amendment to Standard for Information Technology- Telecommunication and information exchange between systems-Local and Metropolitan networks-specific requirements-part 11 : Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications : Ammendment : Wireless Access I Vehicular Environments," IEEE 802.11p D6.0, June, 2009.
- [7] IEEE P1609.3 SWG, et al. "IEEE P 1609.3 Trial-use Standard for Wireless Access in Vehicular Environment(WAVE) Networkding Services," IEEE P 1609.3 D1.2, June, 2009.
- [8] Y. Morgan, "Novel issues in DSRC vehicular communication radios," IEEE Canadian Review Magazine.
- [9] IEEE 802.11 SWG, et al. "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Telecommunications and Information Ixchange between Systems -- Local and Metropolitan Area Networks -- Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC)and Physical Layer (PHY) Specifications

Amendment 5: Enhancements for Higher Throughput," IEEE 802.11n, 2009.

- [10] IEEE 802.16 SWG, et al. "802.16-2009 - IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems," IEEE 802.16, 2009.
- [11] Peng Jiang, Bigham, J, Jiayi wu, "Distruibuted algorithm for cooperative coverage provisioning in mobile cellular networks," IEEE Singapore International Conference, 2008.
- [12] Vojcic. B, Matheson. D, Clark. H, "Network of mobile networks; Hybrid terrestrial-satellite radio," IEEE Satellite and Space Communications, 2009.
- [13] Shih-Hau Fang, Jen-Chian Chen, Hau-Ru Huang; Tsung-Nan Lin, "Metropolitan-Scale Location Estimation Using FM Radio with Analysis of Measurements," IEEE Wireless Communications and Mobile Computing Conference, 2008.

류 민 우(Min-Woo Ryu)

[정회원]



- 2007년 : 광운대학교 컴퓨터학과 과 (공학석사)
- 2009년 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터학과 박사과정
- 2011년 ~ 현재 : 전자부품연구원(전임연구원)

<관심분야>

Ubiquitous Sensor Networks, Mobile Ad-hoc Networks, Vehicle Ad-hoc Networks, Network Management

윤 재 석(Jase-Seok Yoon)

[정회원]



- 1999년 2월 : 광주과학기술원 기전공학학과(공학석사)
- 2006년 2월 : 광주과학기술원 기전공학과(공학박사)
- 2006년 ~ 2009년 : Georgia Tech (PostDoc)
- 2009년 ~ 현재 : 전자부품연구원(선임연구원)

<관심분야>

Ubiquitous computing, Wearable computing, Human-Computer Interaction, Context-awareness

이 상 신(Jase-Seok Yoon)

[정회원]



- 2000년 : 한국의국어대학교 컴퓨터공학(공학석사)
- 2008년 : 한국의국어대학교 컴퓨터공학(박사수료)
- 2009년 ~ 현재 : 전자부품연구원(선임연구원)

<관심분야>

Sensor Networks, Ad-hoc Networks

원 광 호(Kwang-Ho Won)

[정회원]



- 2004년 : 중앙대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2007년 : 광운대학교 전자통신공학과(박사수료)
- 1997년 ~ 현재 : 전자부품연구원(책임연구원)

<관심분야>

Sensor Network, Sensor Network Protocol, Self Sustainable System

조 국 현(Kuk-Hyun Cho)

[정회원]



- 1981년 : 일본 Tohoku University (공학석사)
- 1984년 : 일본 Tohoku University (공학박사)
- 1984년 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

Network Management, Wireless Sensor Networks, Standardize the parts of Information Communication, Vehicle Ad-hoc Network