

http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.5.61

JIWIT 2012-5-8

VANET과 기간통신망간 게이트웨이를 사용한 교통정보 서비스 시스템

Traffic Information Service System Using Gateway between VANET and Infrastructure Network

박미룡*, 김상하**, 김동원***

Mi-Ryong Park, Sang-Ha Kim, Dongwon Kim

요약 본 논문은 운행중 차량에서 센싱된 교통정보를 차량간 ad-hoc 무선 통신망을 통하여 상호 전달하며, 그 중 3G망과 같은 인프라 네트워크와 연동이 가능한 극히 소수의 게이트웨이 차량이 있어 수집된 교통정보를 교통정보 서비스 센터의 서버로 전송하고 센터에서는 분석된 정보를 FM 라디오 주파수를 통해 방송하여 교통정보 서비스를 제공하는 시스템에 관하여 제안한다. 제안 시스템은 정보수집을 위한 별도의 도로 인프라 설비뿐만 아니라 별도의 교통 정보 감지장치나 프로빙(Probing) 카를 이용하지 않고도 광범위한 지역의 교통상황에 대한 정보를 수집, 분석할 수 있으며 이를 토대로 정확하고 빠른 교통상황 정보를 각 운전자에게 제공할 수 있다. 본 논문에서 차량간 방송전파방식으로 무선채널로 운용하고 3G 또는 LTE 망과 같은 인프라구조 네트워크와 게이트웨이 시스템을 구현하고 ns-3로 성능을 분석한다.

Abstract We propose a traffic information service system for which traffic data are transmitted over vehicle ad-hoc network from neighbor vehicles, and eventually provided to the traffic information center through a few gateway vehicles which are capable of inter-working with the infrastructure network like 3G. The center broadcasts the traffic information through the FM radio. The proposed scheme allows collecting and analyzing traffic status of large areas without incorporating separated monitoring systems, e.g., probe cars and enables to provide accurate traffic information to drivers in timely manner. We also evaluate its performance by ns-3 simulation.

Key Words : Traffic Information Service, Inter-Vehicle Communication, Gateway, Simulation

1. 서 론

최근 충돌사고 경고 및 회피, 도로상의 위험요소 경고, 교통 정보 제공 등과 같은 서비스를 제공하는 능동형 차

량 안전서비스에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.^[1-4]

이러한 서비스 중 도로 교통 정보를 실시간으로 수집, 분석하여 운전자에게 제공함으로써 사고지점이나 혼잡 지역을 우회하여 주행할 수 있도록 하는 교통정보제공

*정회원, 한국전자통신연구원 자동차융합플랫폼연구팀

**정회원, 충남대학교 공과대학 컴퓨터공학과

***정회원, 충북도립대학 전자정보계열 전자통신전공

접수일자 : 2012년 7월 6일, 수정완료 : 2012년 9월 22일

게재확정일자 : 2012년 10월 12일

Received: 6 July 2012 / Revised: 22 September 2012 /

Accepted: 12 October 2012

***Corresponding Author: won@cpu.ac.kr

Dept. of Electronic Communication, Chungbuk Prov. University, Korea

서비스에 대한 연구가 진행되고 있다. 기존의 네비게이션은 GPS 위성을 이용하여 자신의 현재 위치나 이동 거리를 계산을 통한 주행 속도를 운전자에게 알려 준다. 그러나 이는 현재의 위치에 대한 상황만 알뿐 앞으로 진행될 경로상의 교통 정보는 알 수 없다. 반면 교통정보서비스와 연계되는 네비게이션은 자신의 위치 정보, 차량 속도뿐만 아니라 자기 주변에서 발생하는 교통 상황을 여러 가지 통신 수단을 통해 습득하고 자신이 가고자 하는 목적지까지 교통 상황을 미리 알 수 있게 하여 만약 교통 흐름에 문제가 있는 구간을 지날 시 피해 갈 수 있도록 할 수 있을 것이다.

종래 국내 고속도로나 국도 등에서의 사고 알람이나 유럽을 중심으로 법제화중인 eCall 서비스와 같은 경우 속도계나 카메라 등을 통한 탐지기법을 사용하거나, 3G 등의 이동통신망을 통해 사고를 119등에 전파하거나, 도로공사 등을 통하여 노면이나 도로 주변에 가까운 거리를 통신할 수 있는 장치를 장착하거나, 혹은 후방 차량의 개인 통신원에 의한 센터 전파 등을 통해 사고 등을 전파하는 경우가 대부분이었다.

하지만 속도계나 카메라 등의 탐지를 통한 이벤트 수집 기법은 도로 인프라에 속도계나 카메라 등을 주기적으로 장착해야 하는 고비용 구조이고, 3G망을 통한 사고 알람의 수집방법의 경우 차량마다 3G등의 이동통신망 접속을 위한 장치가 필요할 뿐만 아니라 평소에는 사용하지 않을 이동통신망 접속비용을 개인이 부담하는 형태로 고비용 구조여서 서비스가 보편화되기 어려우며, 개인 통신원 등을 통한 사고 알람 수집방식은 충성스러운 통신원들이 필요할 뿐만 아니라 실시간으로 정보를 수집하는 데는 한계가 있다.

또한 도로공사 등에서 추진하는 노면에 장치를 장착하는 방법은 장치 장착을 위한 도로변 설치에 고비용이 투자되는 구조로 인프라 확충에 많은 시간이 투자된다.

본 논문은 차량에 통신을 위하여 무선랜과 같은 장치를 사용하여 차량간 M2M(Machine to Machine) 통신을 사용하여 차량의 알람정보를 후방으로 애드혹(Adhoc) 모드 형태로 전파하게 된다. 애드혹 모드를 통하여 전파되는 알람정보는 빠르게 후방으로 확산되며 후방 차량을 위하여 알람을 제공할 수 있으며, 게이트웨이 기능이 장착된 장치를 부착한 차량에서는 M2M으로 수신한 정보를 이동통신망을 통하여 센터로 전송함으로써 빠르게 도로 상황을 파악할 수 있는 교통정보서비스 시스템을 제안한다.

제안 방식의 장점은 모든 차량에 이동통신망을 사용하는 장치를 장착하지 않아도 될 수 있도록 하여 개인이 부담할 비용을 경감시킬 수 있도록 하기 위한 것이다. 또한 M2M 기반의 무선랜 기술기반의 게이트웨이를 사용함으로써 도로에 막대한 투자를 해야 하는 차량과 노면/인프라 통신 설비에 투자를 하지 않아도 차량의 사고현황이나 위치 파악 및 기타 알람정보를 효과적으로 전파하고 센터로 수집할 수 있는 효과를 제공할 수 있다.

II. 본 론

1. 교통정보제공 서비스 방식

교통정보제공 서비스 방식은 차량간 통신(inter-vehicle communication) 기술에 따라 지능형 도로(Intelligent Road) 와 VANET(Vehicle adhoc network) 두 가지로 크게 나누어 볼 수 있다.

지능형 도로란 차량으로부터의 교통 정보를 무선통신으로 수집 및 분배할 수 있는 장비(Access Point)를 도로 주위에 구간별로 설치하여 차량에서 수집된 정보를 교통 센터로 전송하고, 교통 센터에서는 수집된 정보를 가공하여 다시 차량에게 전송하는 방법을 사용하고 있다. 이 경우 대표적인 서비스가 TPEG 서비스로서 도로 주변에 기반시설을 설치하기 위해 많은 비용이 들며, 택시나 버스와 같은 교통정보원을 두고 여기서 생성된 정보를 TPEG을 이용하여 전송하는 방법을 사용하고 있으나, 정보 업데이트 시간이 길어(5분 이상) 실시간 정보의 제공이 어려우며 교통정보를 제공하는 업체나 단체에 용료를 지급하여야 하는 단점이 있다.

VANET 형태의 교통정보제공 서비스 방식은 본 논문에서 제안하는 방식과 M2M 전파 방법은 동일하다. 같은 방향으로 주행 중인 앞선 차량에서 발생하는 교통정보를 후속 뒤따르는 차량들뿐만 아니라 반대방향의 차선에서 주행 중인 차량으로도 정보가 전달되어 가까운 미래에 스쳐갈 후속 차량들에게 정보를 전달할 수 있다.

2. 제안 교통정보 제공 서비스 개념

그림 1은 현재 제안하는 응급메시지 전파 게이트웨이의 구조를 보여주는 전체 서비스 개념도이다.

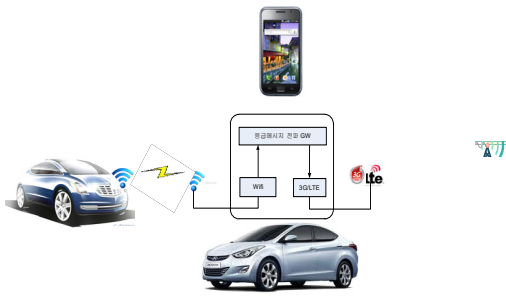


그림 1. 게이트웨이 구조 및 서비스 개념도
Fig 1. Gateway Architecture and Service Concept

그림 1의 자동차는 WiFi 무선 인터페이스만 가진 자동차와 WiFi와 3G 혹은 LTE 통신 인터페이스를 동시에 보유한 게이트웨이 기능을 보유한 자동차로 구분되어지며, 게이트웨이 기능에서는 WiFi를 통해 자동차간 전파된 응급메시지를 수집서버가 있는 원격지로 접속하기 위해 3G/LTE 연동 기지국과의 접속기능을 포함한다. 게이트웨이 기능은 일반차량에 장착이 되거나 혹은 WiFi와 3G/LTE를 모두 보유한 스마트폰에 게이트웨이 응용 소프트웨어로 동작될 수도 있다.

3. 게이트웨이 동작

그림 2에서는 응급메시지 게이트웨이 SW의 동작을 보여주고 있다. GW 프로그램의 경우 초기 환경설정예 따라 전파를 하는 방법이나 혹은 센터의 서버 IP 주소를 설정하거나 하는 초기 환경 설정단계를 거친다. 특히 초기 GW 프로그램 환경설정 단계에서 정확히 설정될 수 있도록 GW 환경설정 프로그램들을 지원할 수 있다.

초기 환경설정을 마친 후 WiFi 무선 인터페이스를 통하여 eCall과 같은 응급메시지를 WiFi 이벤트 수신 대기 상태에 있게 된다. 이벤트 메시지를 수신하게 되면 수신된 이벤트 메시지를 분석하고 이를 저장한다. 분석된 이벤트의 경우 사용자에게 알람을 줄 뿐만 아니라 후방 자동차 (또는 주변자동차)를 위하여 WiFi 메시지를 포워딩하게 된다. WiFi메시지 포워딩 단계는 기존 차량의 WiFi 메시지를 M2M 기반으로 전송할 때 동작되던 상황을 유지하기 위한 단계이다. 응급메시지 전파 GW는 WiFi 메시지 포워딩과 더불어 더 빠른 메시지 확산을 위하여 3G/LTE 등의 망을 통하여 센터의 서버에 접속을 하게된다. 센터 서버의 경우 다양한 단말들로부터 수신된 메시지를 저장하고 방송하는 역할을 하게 되므로 악의적인 클라이언트의 접속을 차단할 필요성이 있기 때문에 클라

이언트 연결에 대한 보안인증 절차를 거치게 된다. 센터의 서버와 인증이 완료되었는지를 판단하고 인증절차를 정상적으로 완료하였다면 WiFi로부터 수신된 이벤트 메시지를 3G/LTE 망의 서버로 포워딩 하고 다시 새로운 이벤트를 위한 WiFi 메시지 대기하는 동작을 한다.

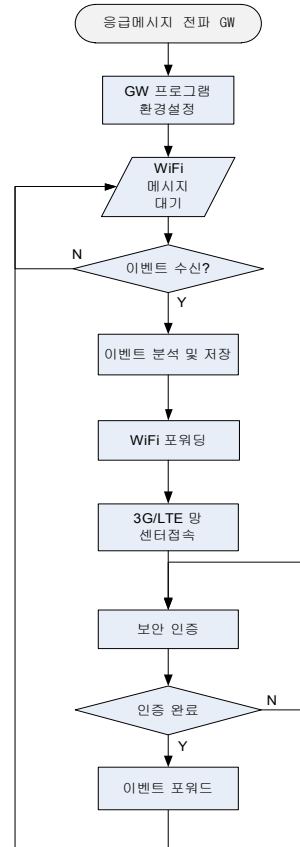


그림 2. 게이트웨이 동작
Fig 2. Gateway Operation

4. 차량간 통신방식

그림3은 교통정보 서비스 제공을 위한 전체 서비스 구성도와 방송 전파 방식을 도시하고 있다. 차량간 통신방식은 기본적으로 플러딩(flooding) 방식이다. 플러딩 방식과 더불어 플러딩 방식의 사용시 문제가 되는 브로드캐스트 스톰 문제^[5]를 해결하여 보다 성능을 높일 수 있는 브로드캐스트 완화 기술(BSMT:Broadcast storm mitigation technique)을 적용한 slotted-1 persistence 브로드캐스팅 방식을 적용할 수도 있다. 그림3에서 맨 앞차는 사고를 감지하고 경보 트래픽 정보를 처음 발생시

킨다. 트래픽 정보는 방송형태로 전파되며 퍼져 나간다. 트래픽정보를 수신한 차량은 본인의 트래픽정보를 갱신하고 수신정보의 재방송을 실행한다. 이러한 플러딩 방식으로 트래픽 정보가 모든 차량에게 전파되며 각 차량은 사고지로 부더의 자기 자신과의 거리와 평균 속도값으로 트래픽 정보를 갱신할 수 있다. 또한 그 차량들 중 게이트웨이 차량은 교통정보서비스 센터로 이 정보를 보고함으로써 실시간으로 글로벌한 교통정보 서비스도 관리가 될 수 있다.

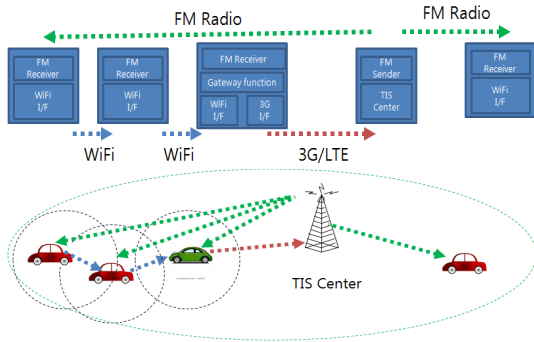


그림 3. 서비스 구성도
Fig 3. Service Architecture

5. 시뮬레이션

차량간 VANET 환경을 통한 메시지의 전파특성과 차량중 3G망 접속 GW 기능을 구비한 차량의 분포에 따른 서비스 메시지 전파 특성을 파악하기 위해 ns-3 highway model를 사용하여 시뮬레이션 하였다.^[6]

시뮬레이션 조건은 플러딩만 사용한 연구^[7]과 비교하기 위하여 다음과 같이 동일한 조건을 사용하였다. 차량은 Wifi 802.11g를 차량간 통신을 사용하고 150m 전파거리의 전송출력을 사용한다. 시뮬레이션은 6 lane의 도로 폭으로 10Km 구간의 고속도로상에 시작점에서 50km/h 속도로 차량을 진입시키고, 차량간 간격은 평균 20m 간격이 유지되도록 계속적으로 차량을 유입 시킨다. 차량은 아차와 거리 등을 비교하여 차선이동이나 감가속을 처리하게 된다. 차량이 주행중 어떤 지점(3.65Km 지점)에서 고장 또는 사고가 발생하여 정지하면서 경보메시지가 발생되도록 한다.

시뮬레이션에서 생성되어 유입되는 차량의 WiFi 장착률을 달리하면서 플러딩 방식과 브로드캐스트 스톰 완화 기술을 사용할 시의 메시지 전파 특성을 비교하여 살펴본다.

플러딩 방식의 경우 무작위 브로드캐스팅을 하고 받은 즉시 처리 지연시간(5ms)를 거친 후 다시 브로드캐스팅을 한다. 이 때 브로드캐스팅 시 주변 노드에서 재전송이 확인 되지 않을 시에 해당 노드는 1초마다 재전송을 한다.

BSMT방식은 SNR이 10dB 감쇄 간격으로 타임 슬롯을 나누고 감쇄가 클수록 작은 타임 슬롯 번호를 부여한다. 해당 타임 슬롯에 속한 노드들이 포워딩에 참여하기 위해서는 자기 타임 슬롯 번호와 일정 지연시간(1ms)의 곱에 해당하는 만큼 기다리다가 전송을 시작하므로 스스로부터 먼 곳에 위치한 노드들이 먼저 포워딩에 참여케 된다. 이 포워딩을 듣는 다른 노드들(소스와 현재 포워딩하는 노드들 사이에 낀)은 이미 다른 노드가 포워딩하는 것을 알고 자신은 포워딩을 포기하게 되어 브로드캐스트 스톰을 경감시킬 수 있다.

다음 그림들은 사고지점으로부터 3Km지점까지 경보 메시지의 도달 시간, 홉 수, 총 패킷전송수를 나타낸다.

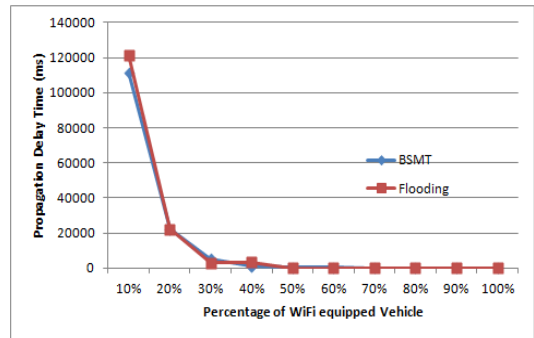


그림 4. 메시지 전파 지연 시간
Fig 4. Message Propagation Delay

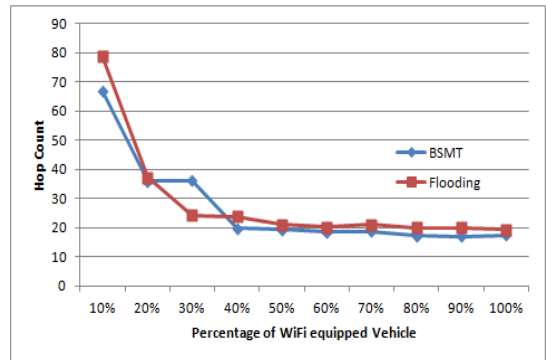


그림 5. 3Km 전파 홉 개수
Fig 5. Hop count for reaching 3Km

그림 4와 그림 5에서 보듯이 플러딩 방식이든 BSMT 방식이든 간에 WiFi를 장착한 차량의 비율이 30% 미만으로 떨어지면 경보 메시지의 전파지연시간이 급격히 길어지고 메시지가 전파되기 위한 홉 수도 급격히 커지고 경보 메시지가 후방 차량에게까지 신속히 전달 되지 못할 수도 있음을 볼 수 있다. 하지만 40% 이상인 경우에는 두 가지 차량간 통신 방식 모두에서 모든 노드가 WiFi를 장착했을 경우와 비슷한 성능을 보여주나 BSMT를 적용했을 때 단순 플러딩만 사용한 경우보다 더 우수한 성능을 볼 수 있다. 따라서 40% 이상의 차량이 WiFi와 같은 차량간 통신 방식을 가지고 있고 그중 1대 이상의 차량이 게이트웨이 역할을 해 줄 수 있다면 사고 지점에서 발생한 경보 메시지가 실시간으로 즉시 교통정보 센터에까지 보고 될 수 있는 방안이 마련될 것이다. 즉, 모니터링 프로빙 카가 사고 지점을 통과하거나 교통원이 보고하는데 걸리는 시간이 단축되고 비용을 절감할 수 있게 된다.

그림 6에서는 3Km를 전파하면서 발생된 모든 자동차의 노드에서 발생된 전체 패킷 전송수를 보여주고 있다. 그림 6에서는 단순 플러딩 방식의 경우에 있어서 WiFi 장착 비율이 높을 경우 더 많은 차량이 플러딩에 참여함으로써 플러딩 방식의 단점인 전송 패킷수가 급격히 증가하는 브로드 캐스트 스톱 현상을 볼 수 있다. 만약 다른 종류의 통신 트래픽과 같은 채널을 사용하여 통신 할 경우 간섭이나 패킷 충돌에 의한 전송 지연이 심하게 발생할 수도 있음을 보여준다. 하지만 BSMT를 적용한 경우 문제를 해결할 수 있음을 알 수 있다.

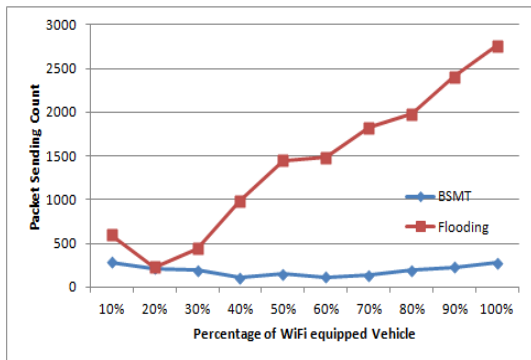


그림 6. 패킷 전송 수
Fig 6. Packet sending count

III. 결 론

본 논문은 WiFi또는 WAVE를 사용하는 M2M와 3G/LTE 망을 모두 보유한 응급메시지 전파 GW에 대하여 제안하였다. 제안 방식은 WiFi를 보유하여 WiFi 이벤트 방송 메시지를 수신하며, 이를 3G/LTE 망의 서버로 전파함으로써 모든 단말이 3G/LTE 망 접속장치 없이도 서버에 고속 전송할 수 있는 장점을 가진다

또한 WiFi 기반 멀티홉 애드혹 형태 브로드캐스트를 이용하여 전파된 경보 트래픽 메시지를 전송하게 되므로 종래에 노면에 설치하는 방식보다 저렴한 비용으로 도로의 상황을 파악할 수 있는 효과가 있다.

본 제안 방식을 통해 교통정보를 얼마나 빨리 효율적으로 전파하고 수집할 수 있는지를 보기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 단순 플러딩 방식보다 브로드 캐스트 스톱 문제를 해결한 차량간 통신 기술을 적용하는 것이 보다 우수한 성능을 보여준다.

또한 도로상의 차량 중 40% 이상 WiFi를 장착하고 있으면 신속하고 안정적인 메시지의 후방전파가 됨을 볼 수 있었다. 이때 그중 한 노드만이라도 게이트웨이 역할을 수행한다면 교통정보 서비스 센터에 교통 정보를 실시간으로 보고 할 수 있음을 알 수 있다.

결론적으로 본 제안 방식은 M2M 기반의 무선랜 기술 기반의 게이트웨이를 사용함으로써 도로에 막대한 투자를 해야 하는 차량과 노면/인프라 통신 설비에 투자를 하지 않아도 차량의 사고현황이나 위치파악 및 기타 알람정보를 효과적으로 전파하고 센터로 수집할 수 있는 교통정보 서비스 시스템을 구축 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Auerbach Publications, Inter- and Intra-Vehicle Communications, Gilbert Held.
- [2] ISO/TS 18234 Traffic and Travel Information(TTI) – TTI via Transport Protocol Expert Group(TPEG) data-streams.
- [3] YouSik Hong, Sei-JIn Oh, Cheonshik Kim, "Design and Implementation of Real-Time Vehicle Safety System based on Wireless Sensor Networks," IWIT journal, Vol.8 No.2.

- [4] D. Reichardt, et al, "CarTALK 2000: safe and comfortable driving based upon inter-vehicle-communication," IEEE Intelligent Vehicle Symposium, vol. 2, pp. 545 - 550, 2002.
- [5] N. Wisitpongphan, O. K. Tonguz, J. S. Parikh, P. Mudalige, F. Bai, and V. Sadekar, "Broadcast Storm Mitigation Techniques in Vehicular Ad Hoc Networks," IEEE Wireless Communications, December 2007, pp.84-94.
- [6] Hadi Arbabi and Michele C. Weigle, "Highway Mobility and Vehicular Ad-Hoc Networks in ns-3," In Proceedings of the Winter Simulation Conference. Baltimore, MD, December 2010.
- [7] Dongwon Kim, "Performance Analysis of Traffic Information Service Based on VANET," IWIT journal, Vol.12 No.6.

※ 본 논문은 지식경제부(산업원천 기술개발 사업, 과제번호 10041648, 자동차 오류 감지 및 복구 프로세서용 SW 개발)의 연구비 지원에 의한 연구 결과임.

저자 소개

박 미 룡(정회원)



- 1993년 : 경북대학교 전자공학과 학사
 - 1998년 : 경북대학교 전자공학과 석사
 - 1999년 ~ 2008년 : 한국전자통신연구원
 - 2009년 ~ 2010년 : (주)루텍 시스템개발 부장
 - 2010년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원
 - 2003년 ~ 2012년 : 충남대학교 컴퓨터공학과 박사 수료
- <관심분야> : Internet Protocol, IEEE 802.3 Ethernet, Automotive Ethernet, OpenAlliance Sig, WiFi, Direct-WiFi, Automotive SW Platform (AUTOSAR, GENIVI), oneM2M, VANET 등

김 상 하(정회원)



- 1980년 : 서울대학교 학사
- 1984년 : University of Houston 석사
- 1989년 : University of Houston 박사
- 1992년 ~ 현재 : 충남대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> : Internet Routing, Wireless Sensor Networks, MANET, 4G, Mobility, Grid Network, Multicast 등

김 동 원(정회원)



- 1983년 2월 : 경북대학교 전자공학과 학사
 - 1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 석사
 - 1998년 2월 : 충북대학교 전자과 박사
 - 1983년 2월 ~ 1998년 2월 : 한국전자통신연구원 신입연구원
 - 1998년 3월 ~ 현재 : 충북도립대학 전자정보계열 전자통신 전공 교수
- <주관심분야> : 무선 센서 네트워크, 차량 통신 및 서비스