

스마트 자동차를 위한 WAVE 기술 개발 및 주파수 할당 동향

안태준*, 장진주*, 노광현*, 홍정완*, 김승천**, 황호영***

*한성대학교 산업경영공학과, **정보통신공학과, ***멀티미디어공학과

e-mail : atj2727@gmail.com, glittering_j@naver.com, khrho@hansung.ac.kr, jwhong@hansung.ac.kr, kimsc@hansung.ac.kr, hyhwang@hansung.ac.kr

The Status of WAVE Technology Development and Frequency Distribution for a Smart Vehicle

Taejun Ahn*, Jinjoo Jang*, Jungwan Hong*, Kwanghyun Ro*,
Seungcheon Kim**, Hoyoung Hwang***

*Dept of Industrial & Management Engineering, Hansung University

**Dept of Information & Communications Engineering, Hansung University

***Dept of Multimedia Engineering, Hansung University

요 약

기존 교통체계에 첨단 IT 기술을 접목한 ITS(Intelligent Transportation System)는 텔레매틱스 기술과 더불어 현대인에게 편리한 교통 환경 및 정보를 제공하고 있다. 하지만 자동차의 안전성 향상에 대한 만족도가 부족한 상황에서 첨단 통신, 제어 및 센싱 기술을 활용하여 운전자 및 도로 이용자의 안전성, 운전효율성 및 편리성을 향상시키는 차세대 스마트 자동차 서비스 개발이 진행되고 있다. 해외 업체들은 차량간 통신 기술인 WAVE 관련 부품, 플랫폼, 플랫폼 및 안전 서비스를 개발하고 있다. 국내 ITS 업체들도 관련 기술 확보 및 제품 개발을 추진하고 있지만 국내에는 WAVE용 주파수가 할당되어 있지 않다. 본 연구에서는 국내 WAVE 주파수 할당 여부를 판단하기 위해 필요한 기초 자료인 ITS 관련 표준화 동향, 국내외 ITS용 주파수 할당 현황, 국내 WAVE 주파수 할당시 문제점, 국내외 WAVE 관련 산업 동향을 조사하였다. 본 연구 결과는 방송통신위원회에서 국내 WAVE 주파수 할당 여부 및 할당시 주파수 대역을 결정하는데 참고가 될 수 있을 것이다.

1. 서론

1990년도 초반부터 기존 교통 체계에 IT 기술을 접목한 지능형 교통시스템(ITS)이 도입되기 시작하였다. ITS는 도로의 교통정보를 수집하고 가공 및 처리하여 사용자에게 안전하고 편리하게 빠른 이동성 서비스를 제공하는 시스템으로 차량 단말, 노변 기지국과 센터 및 노변 시설 장비로 구성된다. ITS가 확장되는 과정에서 이동통신기술의 발전과 ITS용 통신기술의 개발 등으로 이동 중에도 자동차에서 다양한 정보를 제공 받을 수 있는 텔레매틱스 서비스가 도입되기 시작하였다. 하지만 자동차 운전자, 탑승객 및 도로 이용자등의 안전성을 향상시키기 위한 서비스는 상대적으로 부족한 실정이다. 하지만 자동차의 안전성 기술은 상대적으로 뒤쳐져 있는 상황이다.

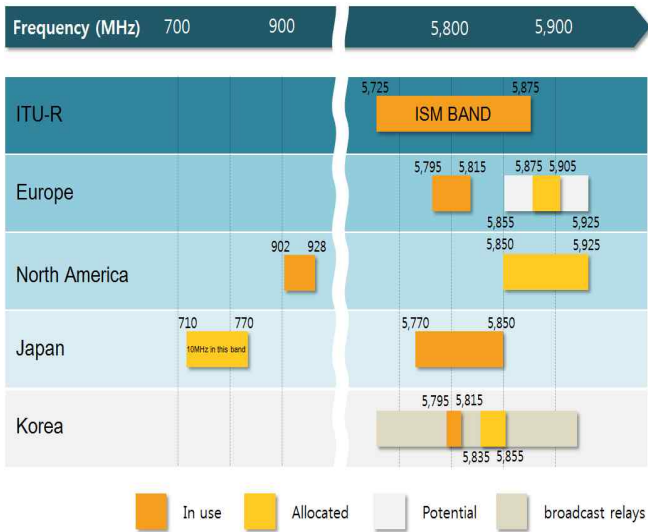
최근 첨단 통신, 제어 및 센싱 기술을 활용하여 운전자 및 도로 이용자의 안전성, 운전효율성 및 편리성을 향상시키는 스마트 자동차 연구및개발 진행되고 있다. 해외 업체들은 차량간 통신 기술인 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environment) 관련 부품, 플랫폼, 플랫폼 및 안전 서비스를 활발하게 개발하고 있다. 국내 ITS 업체들도 관련 기술 확보 및 제품 개발을 추진하고 있지만 국내에

는 WAVE용 주파수가 할당되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 국내 WAVE 주파수 할당 여부를 판단하기 위해 필요한 기초 자료인 ITS 관련 표준화 동향, 국내외 ITS용 주파수 할당 현황, 국내 WAVE 주파수 할당시 문제점, 국내외 WAVE 관련 산업 동향을 조사 중이며 일부 내용이 본 논문에 포함되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 WAVE 주파수를 포함한 국내외 ITS 주파수 분배 및 활용현황에 대해 소개하고, 3장에서는 ITS 관련 국내외 표준화 현황을 정리하였다. 4장에서는 국내외 ITS산업동향 및 전망을 살펴보고, 5장에서는 국내외 ITS기술 개발현황을 V2X기술에 중점을 두고 조사하였으며, 6장은 결론이다.

2. 국내외의 ITS 주파수 분배 및 활용현황

ITU-R 육상이동업무분야 작업반(WP5A)에서는 ITS 서비스를 위한 주파수 사용 권고 및 보고서를 개발하고 있고, 2005년 한국, 일본, 유럽 표준에 기반을 둔 5.8GHz 대역 차량간단거리통신(DSRC: Dedicated Short Range Communication) 권고인 M.1453-2를 제정하였다. 최근에는 기존 DSRC 기술의 통신 속도 및 범위를 개선시키고,



(그림 1) 국내의 ITS 무선통신용 주파수 분배 현황

차량 충돌 방지 등 안전과 관련한 차량간 통신이 지원 가능한 기술을 Advanced-ITS(A-ITS) 무선통신이라 명명하여 보고서 작업을 추진 중이다. A-ITS 무선통신 보고서는 우리나라의 기고를 통해 개념 정의 및 기술특성, 요구사항이 보완되었고, 국내 ETRI에서 연구개발한 차량간 통신기술 사례와 차량간 통신 관련 TTA 단체표준 현황을 추가 반영하였다[1]. ITU-R에서는 ITS 주파수 대역으로 ISM 대역인 5.725~5.875GHz 대역 사용을 권고하고 있다. (그림 1)은 ITU-R과 국내외의 ITS 무선통신용 주파수 현황을 나타낸다[2].

유럽은 DSRC용으로 5.795~5.815GHz를 사용 중이며, 2006년에 차세대 ITS용으로 5.855~5.925GHz를 분배하였다. 이 중 5.855~5.875GHz는 안전과 관련이 없는 ITS용, 5.875~5.905GHz는 차량 안전용, 5.905~5.925GHz는 미래 ITS용이다.

미국은 DSRC용으로 902~928MHz 대역을 사용하고 있지만 기술 발전에 따른 다양한 차량용 서비스 요구를 수용할 수 없을 것으로 판단하여 ITU-R의 ITS용 주파수 권고에 따라 5.850~5.925GHz의 75MHz 대역을 WAVE 주파수로 할당하고, 2004년 형식 규정을 확정하였다.

일본은 ITS용 주파수로 5.770~5.850GHz를 사용 중이며, ETC나 주차장 출입 관리 등 DSRC 방식에 의한 노변과 차량 간의 통신 서비스로 이용되고 있다. 차량 안전용으로 유럽·미국과 다르게 700MHz 대역에 10MHz 대역폭 할당을 추진하고 있다. 기존의 아날로그 TV 방송이 디지털화 되면서 발생하는 여유 주파수 중 10MHz를 차량 안전용으로 도입할 예정이며, 특히 후방 충돌 경고와 교차로 충돌 방지용으로 사용할 계획이다[2].

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 불

분명하여 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, 방송통신위원회에서는 해당 주파수 할당 여부를 검토하기 시작하였다. 국내의 경우 해당 대역을 방송 중계용으로 사용하고 있어 공유 및 간섭 연구가 동시에 진행되고 있는 상황이다.

3. ITS 표준화 현황

ITS 관련 국제 표준화 단체로는 ISO TC201의 WG 16/17, ETSI TC-ITS, IEEE의 WAVE 등이 있으며, 국내에서는 TTA PG310 텔레매틱스/ITS이 관련되어 있다.

3.1 국외 현황

ISO TC204(지능형 교통시스템) 기술위원회에서는 차량간(V2V), 차량-인프라간(V2I), 차량-노매딕 기기간(V2N) 네트워크로 연결하여 대중교통 및 화물운송관리, 차량제어 등을 위한 지능화된 교통정보 시스템 구축에 필요한 국제 표준화를 추진하고 있다. 17개의 작업반으로 구성되어 있으며 23개국에 참여하고 있다.

ISO TC204 WG16에서는 차량간, 차량-인프라 간 중장거리 통신 시스템에 대한 표준화 작업을 추진하고 있다. 이 WG에서는 차량 내에서 장소에 구애 받지 않고 텔레매틱스/ITS 서비스를 제공하고, 휴대단말 분야에서 제공되고 있는 원활한 연결성을 차량에서도 제공하기 위해 2001년부터 CALM(Communication Access for Land Mobile)이라는 통신 시스템에 대한 표준화 작업을 7개의 SWG를 통해 추진하고 있다. CALM은 다양한 자동차 수명 주기 동안 현재 개발 되었거나 향후 새롭게 출시될 통신 미디어를 유연하게 수용하기 위한 보다 자유로운 통신 시스템의 아키텍처 표준을 기반으로 중장거리 통신 미디어를 수용하고 인터넷 접속을 위한 IPv6 기반의 네트워킹 기술 및 차량 간 통신을 위한 Non-IP 기반의 네트워킹 기술 등에 대해 표준작업을 수행하고 있다.

2007년말에 신설된 ISO TC204 WG17에서는 차량/개인 휴대용 기기를 통해 차량 운전시 사고정보, 혼잡정보 등 교통정보와 차량상태 모니터링을 위한 차량정보를 제공받고, 차량 밖에서 개인휴대 시에는 버스정보, 주변안내정보, 영화/게임 등 종합 멀티미디어 서비스 실용화에 필요한 표준 개발하고 있다. 차량에서 차량/개인휴대용 기기를 유연하게 수용하기 위한 아키텍처 및 ITS 서비스 지원 유즈 케이스 정의를 시작으로 새로운 표준작업 항목들이 제안되어 표준개발 작업 중이다. ISO TC204 내 다른 작업반과는 달리 표준개발 작업을 한국이 주도해 나가고 있다.

ETSI TC-ITS는 EC(European Communication) 공식 인정 기관으로 세계 60개국에서 700여 기관이 회원으로 가입된 EU 표준단체인 ETSI 산하에서 2007년 12월에 발

족된 그룹으로 5개의 WG으로 구성되어 V2X 기술 관련 표준을 진행하고 있다. 현재까지는 EU내에서 다수의 V2X 관련 프로젝트를 형성하여 기술규격 및 개발을 추진해 왔는데, 최근에는 이들 프로젝트 결과물을 표준규격에 반영하고자 활발히 추진 중이다.

WAVE는 IEEE에서 주도적으로 추진하고 있는 통신표준기술로 차량간 통신이나 노변 기지국과의 통신을 5.85~5.925GHz 주파수 대역에서 7채널로 운영하도록 규정하고 있다. 최대 200km/h 속도의 차량 주행환경을 지원하며, 안전운행의 경우 1km까지의 전송거리를 커버한다. 또한 120km/h 속도로 운행시에는 4m거리 내에서 일어난 순간적인 운행 이벤트에 대해서도 대처할 수 있도록 100ms의 사건정보 인식시간을 규정하고 있다. 2004년부터 표준화가 진행 중이며 IEEE 802.11p는 2010년 7월 표준화가 완료되었고 IEEE 1609는 표준화 완료 예정이다. WAVE는 기존의 무선랜 표준인 802.11에서 차량 네트워크 환경을 고려한 MAC/PHY 표준인 802.11p와 상위 계층 표준인 IEEE 1609를 포함한다[4].

3.2 국내 현황

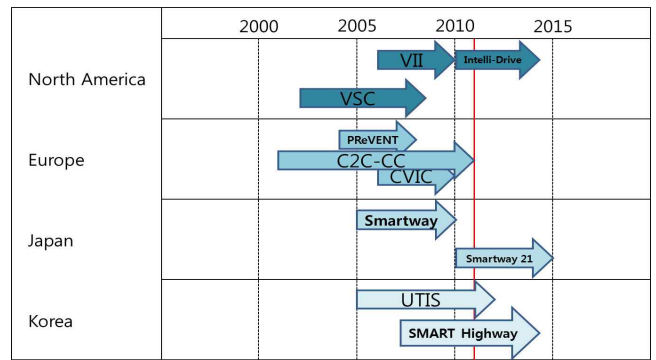
국내 ITS 표준화는 크게 국토해양부, 지식경제부, 방송통신위원회에서 소관 분야를 나누어 도로 인프라, 지능형 자동차, 통신 기술 등에 요구되는 ITS 표준화를 진행하고 있으며, 특히 TTA 산하의 텔레매틱스/ITS 프로젝트 그룹(PG310)이 중심 역할을 하고 있다. 이 그룹은 무선통신실무반(WG3102), 차량간통신실무반(WG3104), 차내망 인터페이스실무반(WG3105)을 두고 해당 분야 표준화 활동을 주도하고 있으며 독자적인 국내 표준개발 및 이를 국제표준기고로 연결하는 역할을 수행하고 있다. 무선통신실무반(WG3102)에서는 DSRC의 확장, 센서와 노변장치 간 통신, 차량과 신호등과의 통신 등 차량과 다양한 인프라간 통신에 대한 국내 표준화를 주도하고 있으며, 차량간통신실무반(WG3104)에서는 차량간 통신 요구사항 제정, 차량간 통신 시스템의 물리계층, MAC 계층, 그리고 라우팅계층 규격을 동시에 개발하고 있다. 아울러, 차내망 인터페이스실무반(WG3105)에서는 차량 액세스 프로토콜 요구사항, 차량 게이트웨이 프레임워크 표준개발을 완료하고 본격적인 인터페이스 정의를 위해 메시지 규격 및 API, IP기반 차량 게이트웨이 규격개발을 진행하고 있다[4].

4. ITS 산업동향 및 전망

각 나라별로 ITS에 관한 산업적 움직임은 약간의 차이는 있지만 모두 ITS 관한 핵심적인 기술 및 산업분야는 비슷하다. (그림 2)는 각 나라별로 ITS에 관한 산업 서비스동향을 나타낸다.

4.1 국외 현황

미국은 1991년 육상교통효율화법(ISTEA)의 수립으로 ITS사업이 본격화되었으며, 각종 시스템분야를 망라하는



(그림 2) 국내외 산업동향진행 계획

83개 시범사업을 거쳐 1996년 국가 ITS 구조를 완성하였다[1]. 최근 미국교통부에서는 VII프로젝트에 이어 2010년부터 2014년까지 IntelliDrive 사업을 추진 중에 있다. NHTSA에서는 2012년 8월 V2V기술을 실제 도로에 적용하고 2013년부터 WAVE기반 통신기술의 상용화를 예상하고 있다.

유럽은 1980년대부터 ITS에 대한 연구를 시작하였고, 1980년대 중반 이후 ITS 개발을 범 유럽차원에서 여러 국가들이 참여하는 사업추진 조직을 결성하게 되었다. 2005년부터 i2020 “Intelligent Car Initiative”라는 슬로건 하에 보다 안전하고 지능화되며 고품질의 이동성을 제공하겠다는 비전을 제시하고 있다. 지능화된 안전한 자동차 주행환경을 만들기 위해 PReVENT 1단계(2004~2008년)에 5,500만 유로, CVIS(2006~2010년)에 4,100만 유로의 연구개발 예산을 투입하고 있다.

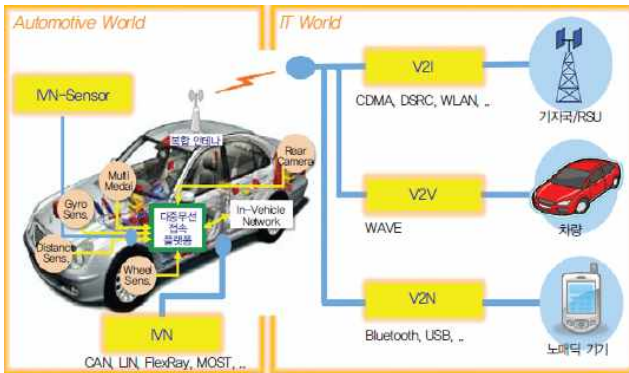
일본은 ITS도입으로 지속적으로 증가하는 교통문제를 해결하기 위해 1996년 7월, 건설성, 경찰청, 통산성, 운수성, 우정성의 정부 5개부처에서 ‘일본 ITS 종합계획’을 수립하였고, 안전한 도로 운행환경을 구축하는 Smartway21 프로젝트(2000~2015년)에 2000년도 ITS 연구개발부문 회계예산 중 50%를 배정하여 3단계로 진행 중이다[10].

4.2 국내 현황

1990년대 초반 첨단 신호제어시스템 개발과 고속도로 교통관리시스템인 FTMS 시범사업 및 파천 ITS 구축사업 등을 시작으로, 1999년도에는 ITS사업의 근거법인 ‘교통체계효율화법’을 제정하고 2000년에 국가 차원의 ITS기본계획을 수립하여 ITS 추진에 근거를 마련하였다[1]. 국내에는 크게 ITS프로젝트로 스마트 하이웨이와 UTIS가 있다. 스마트하이웨이는 2007~2014년까지 사업기간으로 잡혀 있으며 2010년 사업기획부분은 끝났으며 기술개발 및 도로구축을 끝내고 2012년부터 기술적용에 들어갈 전망이다. UTIS는 경찰청 주관하에 도시교통정보시스템으로 지자체별로 관리되는 교통정보수집 서비스를 하나의 시스템으로 일원화하여 전국의 교통정보를 단일 교통정보로 관리하는 시스템이다. 2010년까지 서울 포함 수도권지역에 UTIS가 구축되었고 2011년 이후로는 부산권 4개도시와 전국 20만 이상 도시를 기준으로 구축계획이다[7].

5. ITS 기술개발현황

본 장에서는 ITS 여러 기술 분야 중 도로·차량·단말기 간의 통신방식인 Vehicle-to-Infra/Vehicle/Nomadic을 지칭하는 V2X 기술개발현황에 대해 알아본다.



(그림 3) V2X통신 기술 정의

5.1 국외 현황

미국의 DOT에서 차량 안전 및 교통정보를 제공하기 위한 통신 시스템 및 인프라 기술연구에 BMW, DCX, Ford, Honda, Nissan 등의 자동차업체와 Telcordia 통신업체가 V2I 기술부분에 참여하고 있다. 서비스 기술프로젝트로는 차량간 통신을 이용한 차량안전서비스 기술을 연구하고 있다. WAVE 성능을 평가하여 통신 프로토콜 표준화에 활용하는 것이다. 우선순위가 높은 통신기반 안전 어플리케이션은 급커브 경고, 좌회전 지원, 정지신호 이동지원, 신호 위반경고 어플리케이션 등이고, 차량 간 통신으로는 전방충돌 경고, 긴급 전자브레이크 라이트, 차선변경 경고, 사전충돌감지 어플리케이션 등이 있다.

유럽은 고속 이동 환경에서 차량안전 시스템, 교통관리 및 안전 시스템과 협력형시스템을 연구하고 있다. C2C-CC은 IEEE802.11p 차량 간 통신기술을 적용한 능동형 차량안전 지원시스템을 연구하고 있으며, Audi, BMW, Renault, Fiat가 참여하고 있다. CVIC프로젝트는 EU에 의해 지원받고 ETRICO의 주관으로 진행되는 안전주행 환경프로젝트로 CALM 기반의 표준화된 차량 및 노변장치 모듈 및 관련 시스템과 서비스를 개발하고 있다.

일본에서는 DSRC통신을 이용한 ETC(Electronic Toll Collection)서비스가 전국적으로 확산되어있으므로 DSRC 통신 인프라를 기반으로 교통정보와 차량안전 서비스를 지원연구를 추진하였다. 일본에서 시연한 Smartway21 프로젝트에서는 DSRC 통신을 이용하여 ETC, 교통정보, 차량 간 충돌경고 서비스를 제공하는 기술을 개발하였다[4].

5.2 국내 현황

국내 보편화 되어있는 서비스로는 Hi-pass와 BIS(Bus Information Service)가 있다. Hi-pass는 단말기(OBU)에 하이패스카드를 삽입 후 무선통신(적외선 또는 주파수)을 이용하여 하이패스 차로를 30Km/hr 이하로 무정차 주행

하면서 통행료를 지불 하는 최첨단 전자요금수납시스템이다. 도로공사 하이패스는 '06년까지 시범사업 후 '07년부터 시장이 활성화되었다. 하이패스 설치 현황은 '11.9월 기준 폐쇄식-304개소 720차로, 개방식-12개소 73차로에 설치되었다. 하이패스 이용률은 '11.6월 기준으로 51.4%에 달하고 있다[8]. BIS는 GPS를 이용하여 버스 실시간 위치 정보를 이동통신망을 통해 교통정보센터로 전송한 후 이 정보를 가공하여 버스 이용자에게 제공하는 서비스로 국내에 널리 보급되어 있다.

6. 결론

현재 국내 ITS 서비스용으로 활용된 주파수가 ITU-R의 권고사항 및 국외 현황과 상이하하여 국내 차량간 통신 기술 표준화가 보류 상태에 있는 등 국내 ITS 산업체 성장에 큰 걸림돌이 되고 있다. 90년대부터 현재까지 ITS 산업은 전 세계적으로 연구가 활발히 진행되고 있으며 향후 다양한 분야에서 사용될 가능성이 크므로 관련 분야의 투자활동의 결과에 따라 ITS 산업의 영향력이 결정될 것이다. 다른 나라의 표준만을 따라가거나 시장 진출에서 밀리지 않기 위해서는 연구개발 및 사업화의 필요성이 있다.

산업체에서 주파수에 대한 수요가 끊임없이 제기되고 있는 만큼 관련 규격 연구 및 표준화 연구에 대한 지원이 필요하며, 방송통신위원회, 국토해양부, 경찰청 등 관련 부처간의 협력은 물론 산업계와 학계, 그리고 관련 연구기관 등의 밀접한 상호 협력을 통한 계획적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 한국지능형교통체계협회, <http://www.itskorea.or.kr>
- [2] 임재우, 『ITU-R(전파부문) 지상 연구반 회의』, 국제표준화 회의 참가 보고, 2011.
- [3] Ellen Grumert, "Cooperative systems: An overview", VTI notat 6A-2011, 2011.
- [4] 광동용, 이소연, 윤현정, "V2X 네트워킹 기술 표준화 동향", 표준기술동향, 2009.
- [5] ITS Strategic Research Plan 2010-2014, <http://www.its.dot.gov/research.htm>
- [6] 광수진, 이상선, V2X통신기술 및 프로젝트 동향, 한국자동차학회, 2011
- [7] 정준하, UTIS 및 신호제어서비스전망 한국ITS학회, 2011.
- [8] 한국도로공사 <http://www.ex.co.kr>
- [9] 수도권 광역 BIS 연계·구축을 위한 기본설계, 한국건설기술연구원, 국토해양부, 2008
- [10] 전황수, 허필선 "국내외 자동차-IT 융합 추진동향", 전자통신동향분석 제24권 제2호, 2009
- [11] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practliners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill