

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.5.191>

JIWIT 2012-5-24

WMN 기반 전술훈련 평가시스템(TTES) 개발

The Development of Tactical Training Evaluation System using WMN

김삼택*

Sam-Taek Kim

요 약 유선을 통한 전술훈련시스템은 개활지 및 야지에서 실질적인 전장 상황 묘사에 따른 훈련성과를 기대하기 어렵다. 따라서, 본 논문에서는 국내·외 적용된 사례가 없는 USN(Ubiquitous Sensor Network) WMN(Wireless Mesh Network)을 활용한 전술훈련 및 훈련평가 시스템을 구축하여 보다 높은 훈련성과를 증대시키고, 원격제어를 통한 전술훈련 모니터링시스템을 구현하여 감지데이터를 통한 훈련장비의 상태 및 자동화된 훈련결과 출력 및 관리자의 편의성을 보장하고자 한다. 현재 사용되고 있는 전술훈련시스템의 문제점을 개선하고, USN을 이용하여 센서에 의해 수집된 훈련정보를 전송하고 처리하기 위해 서버와 연동을 제어하는 컨트롤러 및 GUI방식의 시스템을 개발했다. 이 시스템은 하드웨어의 다양한 기능을 처리하기 위해 기존 프로토콜의 개선과 신규 프로토콜의 적용이 수월하며, 통제시스템의 제어의도에 따라 발생할 수 있는 다양한 상황대처에 대한 알고리즘을 쉽게 적용 및 수정 할 수 있다.

Abstract The tactical training system that was applied to wire at open terrain and field is no training accomplishment in conformity with battlefield situation portrayal. Therefore, this paper developed the tactical training and evaluation system for growing fruitfully that is installed as a tactical training monitoring system by USN WMN through controlled sensing interlock for collecting sensing data and guaranteed training equipment status and report training result for serviceability of manager. additionally we implemented controller for managing server of sending and manipulating of being gathered training data by sensor using USN and system as GUI methods. This system is easy for adapting new and improved protocol in order to processing many function of H/W and algorithms which is generated by controlled system is applicable easily.

Key Words : Tactical Training System, MICOM, PCB, Sensor, WMN, USN

1. 서 론

현재 군부대 신병훈련소에 적용된 전술훈련시스템은 재래식 훈련 방식을 통한 훈련으로서, 실질적인 전장 상황 묘사에 따른 훈련성과를 기대하기 어렵다. 또한, 경찰

및 민간 경호원 훈련, 서바이벌 게임장의 운용시스템도 단순한 구조물에 의지한 시스템이 사용되고 있어, 국내·외 적용된 사례가 없는 USN의 WMN을 활용한 전술훈련 및 훈련평가 시스템(TTES : Tactical Training Evaluation System)을 개발하여 보다 높은 훈련성과를

*정희원, 우송대학교 컴퓨터정보학과
접수일자 2012년 8월 29일, 수정완료 2012년 9월 29일
게재확정일자 2012년 10월 12일

Received: 29 August, 2012 / Revised: 29 September, 2012 /
Accepted: 12 October, 2012

*Corresponding Author: stkim@wsu.ac.kr
Dept. of Computer Information Science & Engineering, Woosong
University, Korea

증대시키고, 관리자의 편의성을 보장하고자 한다.

따라서 본 논문에서는 하드웨어의 다양한 동작 기능을 구현하기 위해 기존 프로토콜의 개량이나 신규 프로토콜의 개발 적용이 수월하며, 통제시스템의 제어 의도에 따라 발생할 수 있는 다양한 상황대처에 대한 처리 알고리즘을 쉽게 적용 및 수정이 가능토록 PCB를 개발했다. 또한 훈련장의 지형지물 등의 영향으로 데이터 교신이나 유무선망 설치가 어려운 문제는 USN 기술을 적용하여 손쉽게 해결하여, 시스템의 확장성 측면에서도 매우 우수한 장점이 있다.

그리고 현재 사용되고 있는 전술훈련시스템의 문제점을 개선하고, 고성능 MICOM을 탑재한 PCB를 이용하여 센서 감지, PC와 연동을 제어하는 컨트롤러 및 GUI방식의 전술훈련 평가시스템을 개선하였고 특히 본 논문에서는 USN을 이용하여 센서들을 무선으로 센서 컨트롤러에 연결하고 훈련 중 수집된 훈련 수행 결과를 모니터링 서버를 통해 분석하고 평가한 결과를 활용할 수 있도록 시스템을 개발 했다.

트위크를 통해 미들웨어서버, 데이터베이스서버, 모니터링 클라이언트로 구성된다. 센서 필드는 전술훈련 평가 데이터를 감지하는 다수의 센서들이 전술 훈련 공간에 독립적으로 배치되며 각 센서가 감지한 데이터는 WMN, BcN(Broadband Convergence Network)을 통해 서버에 전송하도록 센서네트워크를 구성하였다. 측정된 전술 훈련 평가 데이터는 미들웨어 서버에 취합되어 미들웨어 어플리케이션을 통하여 데이터베이스에 저장함과 동시에 모니터링 프로그램의 인터페이스를 통해 실시간으로 화면에 출력하고 각종 기능을 수행하는 응용프로그램을 실행한다.

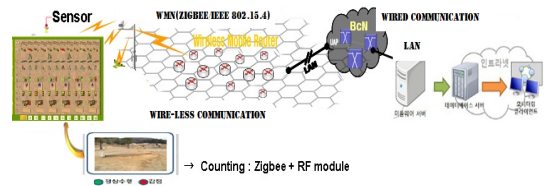


그림 1. USN WMN 기반 전술훈련 평가시스템
Fig 1. Tactical training evaluation system of USN WMN

II. 전술훈련 평가 시스템

1. WMN 기반 전술훈련 평가시스템 설계

TTES는 USN 기반의 센서 네트워크를 통해 들어오는 훈련 정보를 감지하고 수집하여 미들웨어 서버에 저장하고 이를 가공 서버에서 일정하게 가공한 후 데이터베이스에 저장하고, 전술훈련 정보 운용자에게 실시간으로 전술 훈련 평가 정보를 제공하는 시스템으로 정의 할 수 있다. USN 기반 전술훈련 평가 시스템은 실시간으로 전술훈련 평가 정보를 제공하는 서비스의 형태를 가진다.

가. 전술훈련 평가 정보 수집체계 구성 요소

USN 전술훈련 평가시스템의 전술훈련 평가정보 수집 체계의 구성에서 가장 중요한 요소는 훈련 상황에 대한 정확한 정보의 감지와 전달에 있다. 이를 위해, 훈련정보 감지 및 감지된 자료의 전송을 위해 센서는 지그비 모듈, RF를 사용하고 통신방식은 WMN Zigbee/IEEE 802.15.4 이며 정보 수집은 실시간으로 정보 전송주기는 30sec.~ 1min.이다.

전술 훈련 평가 시스템은 그림 1과 같이 센서노드를 통해 무선 메시 네트워크(WMN)와 브로드밴드 융합 네

나. 전술훈련 평가 정보 제공 체계 구성 요소

기존의 전술훈련 시스템의 정보제공 방식으로 가장 많이 활용되었던 것은 전술훈련 모니터링 시스템이었다. 본 논문에서는 기존의 모니터링 시스템 이외에 모바일 기기, 스마트폰 등을 활용하여 훈련 운용 담당자 및 특정사용자에게 전술훈련 평가 정보를 제공할 수 있다.^[1]

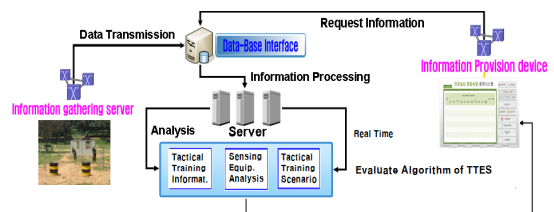


그림 2. 전술훈련 평가시스템 처리도
Fig 2. The processing diagram of TTES

1) 미들웨어 서버

미들웨어 서버의 주된 역할은 센서 네트워크에서 수집된 데이터를 최종적으로 데이터베이스에 저장시켜 축적시키며, 부가적으로 모니터링 클라이언트로 측정된 데이터를 제공하는 역할을 수행한다. 이를 위해 수집된 데

이터를 표준화된 구조의 데이터베이스로 축적시키기 위한 미들웨어 어플리케이션이 설치되며, 데이터베이스의 물리적 데이터 저장장치로인 스토리지로 구성된다. 이러한 미들웨어 서버의 전체 구성은 그림 3과 같다.

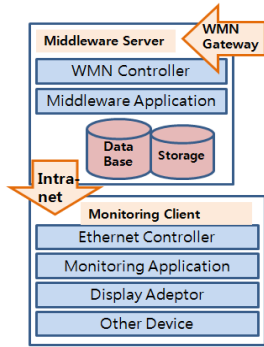


그림 3. 미들웨어 서버시스템 구성도
Fig 3. Middleware server system configuration

2) 실시간 전술평가데이터 모니터링 클라이언트
본 논문에서 구현한 전술훈련 평가 데이터 감지 모니터링 클라이언트의 구성도는 그림 4와 같다. 센서 네트워크에서 이더넷망을 통하여 미들웨어 서버로 전송되면 미들웨어 어플리케이션을 통하여 데이터베이스로 축적된 데이터가 축적된다. 모니터링 시스템은 운영 방법상 크게 PC 어플리케이션과 웹 서비스 어플리케이션으로 구분된다.^{[2]-[4]}

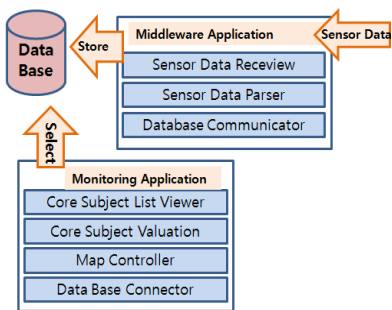


그림 4. 전술평가 데이터감지 모니터링 클라이언트의 구성도
Fig 4. Configuration of Monitoring Client

3) 소프트웨어 구성
제안하는 모니터링 시스템의 소프트웨어 구성은 그림 6과 같이 전술훈련 데이터 검색, 데이터 디스플레이 모듈, 데이터조회 모듈로 구성하였다. USN 기반의 전술훈련 평가 시스템으로부터 수신되는 센서 데이터는 미들웨어

어 어플리케이션을 통해 데이터를 수신 및 가공하여 데이터베이스로 저장한다.^{[2]-[3]}

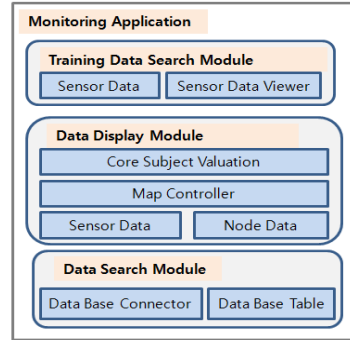


그림 5. 모니터링 어플리케이션 소프트웨어 구성도
Fig 5. Configuration of Monitoring Application Software

2. 전술훈련 평가시스템 구현

센서기반 전술훈련 평가시스템은 통제관용 모니터 화면을 통하여 전체 전술훈련 과제가 표시되고, 훈련 실시간 상황 표시 되도록 구성된다.

부착 센서들을 제어하는 컨트롤러마다 고유 ID를 부여하고 이를 시스템적으로 활성화 및 비활성화가 가능하도록 하드웨어(모듈)를 개발하고 제어에 필요한 프로토콜 구성 및 프로토콜에 의한 수행이 가능하도록 펌웨어 개발하였다.

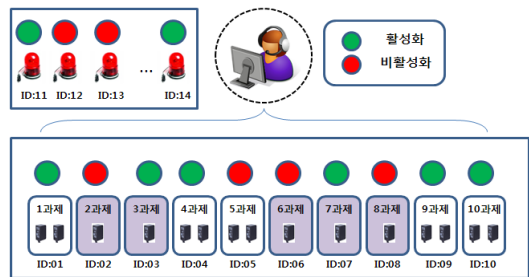


그림 6. TTES 개념 구성도
Fig 6. Configuration of TTES

가. 통신시스템 설계

통제시스템에서의 하드웨어 구동시점까지의 지연시간을 최소화하고 하드웨어로부터의 응답신호 지연에 따른 통제시스템의 제어 능력이 감소되는 현상을 최소화하였다. RS485 통신으로써 통제시스템에서의 하드웨어 제어를 필요로 할 때 수신신호의 유무에 무관하게 제어

신호를 하드웨어로 송신이 가능하고 하드웨어에서 통제 시스템으로부터 수신된 구동신호에 대한 응답신호 및 자체 동작에 따른 반응신호 등을 통제시스템의 제어신호와 무관하게 통제시스템으로 송신이 가능하게 하였다.

나. 센서기반 H/W 컨트롤러 개발

기존의 트랜스포머를 이용한 전압강하 방식으로 PCB 및 H/W에 전원을 공급하던 방식에서 PCB내에 전원단을 두어 SMPS를 이용하여 PCB나 다른 전장상황 묘사에 필요한 H/W 구동에 필요한 전원을 공급할 수 있도록 설계했고 센서 감지 시 H/W(예:경광등)를 구동시켜 훈련자에게 감지 사실을 육안으로 알릴 수 있도록 센서 컨트롤 모듈에 하드웨어 구동 모듈을 포함하여 개발하였다.^[4]



그림 7. 통합 컨트롤러 및 돌연 표적 장치
Fig 7. The unified controller for tactical Training and pop-up target device

할 수 있도록 하기위한 각각의 하드웨어 1:1 테스트 프로토콜을 설계 반영하였고 기존 프로토콜을 이용한 장비구동에 있어서 각각의 하드웨어마다 동일 프로토콜 적용시 오류가 발생하는 문제를 해결하기 위하여 개발 프로그램과의 연동 시 프로토콜의 사전 테스트 기능을 포함하고 있다.

하드웨어의 구동에 따른 다양한 처리방법은 하드웨어 구동 시 현재 구동 상태정보, 통제시스템에 의한 제어신호 수신시 처리 상태신호, 초기화 신호에 따른 하드웨어 처리결과 신호 등과 같이 다양한 상황에 따른 신호발생 및 신호처리 체계를 확보할 수 있는 프로토콜을 설계하였다.

3. 운용 소프트웨어 시스템



그림 8. TTES 통합 운용 S/W
Fig 8. The unified operational S/W of TTES

III 전술훈련 평가시스템(TTES) 개발

1. 통제 시스템 소프트웨어

TTES 개발 프로그램의 경우 사용자의 편의성 및 훈련에 필요한 모니터링 기능이 가능하도록 GUI 형태로 개발함으로써 훈련장의 관리자 및 훈련자 중심의 운용시나리오를 통한 하드웨어 구동 및 상황묘사 그리고 평가 기능을 탑재하였다.

전술훈련 평가시스템은 훈련 상황 및 평가에 대한 모니터링 기능뿐만 아니라 재훈련 평가 시 훈련 과제별로 부착된 센서의 활성화 여부를 결정하여 시스템에서 설정할 뿐만 아니라 전술 훈련의 다양한 시나리오 생성 및 적용이 가능하도록 설정 기능을 포함하여 개발했다.

2. 프로토콜

훈련장에 설치된 훈련장비의 하드웨어적 문제를 파악

프로그램 설치 후 바탕화면의 ‘전장실상 종합속달 훈련 시스템’ 아이콘을 더블 클릭하면 위의 왼쪽 화면이 나타난다. 반복 속달 훈련 및 훈련 평가를 위하여 메인화면의 훈련시작 버튼을 클릭하면 위와 같이 통제관용 실행 화면이 나타난다. 이는 센서기반 H/W 구동 컨트롤러와의 RS485 통신을 이용한 원격제어 및 전체적인 시스템을 통제 가능하고, 훈련의 결과를 실시간으로 평가할 수 있는 운용 S/W이다. 자가진단의 실행 화면으로 작은 램프는 각 센서를 나타내는 것이고 큰 램프는 각각의 장비를 나타내고 있다.^{[6]-[7]}



그림 9. TTES 훈련평가 실행 전과 실행중 화면
Fig 9. TTES monitor before any action and running

훈련병들이 훈련을 시작하고 각각의 과제별 위치감지 센서를 감지하게 되면 위 화면과 같이 조별 위치 및 실시간으로 센서감지여부를 확인할 수 있게 모니터에 나타나게 된다.

훈련평가결과를 출력하기 위해서는 모든 훈련이 끝나고 난 후, 훈련종료를 클릭한다. 훈련 종료 후에 훈련결과가 엑셀형식의 파일로 저장되고 저장된 파일 및 훈련결과는 검색기능을 통하여 불러올 수 있다.

IV. 전술훈련 평가시스템 성능 분석

전술훈련 평가 시스템의 성능 평가를 위해 그림 8과 같이 시스템을 구축하였다. 미들웨어에서 복합 이벤트 처리엔진은 기존 전술 훈련 평가 센싱 정보검출 알고리즘을 시뮬레이션을 통해 비교 분석 한다.

또한 UUA, UNS를 통해 응용을 구현한다.^{[8]-[9]}

미들웨어에서의 복합 이벤트 검출 성능 평가에 사용된 시스템은 Intel Dual Core 2.4GHz 프로세스와 2Gbyte의 메모리를 가지고 있으며 운영체제는 Fedora Linux 9를 사용하였다. 복합 이벤트 처리를 위한 모듈은 NS2 시뮬레이터를 이용하여 구현하였다.^{[9]-[10]}

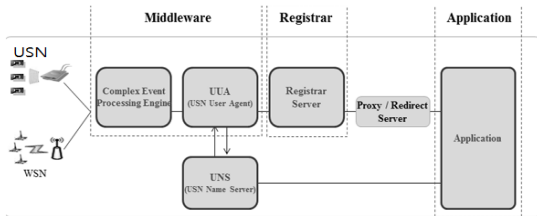


그림 10. 성능 평가를 위한 시스템 구성도
Fig 10. System configuration for performance evaluation

1. WMN을 통한 데이터 송수신 간 데이터 지연

본 논문에서 개발한 USN의 WMN을 통해 수집된 센싱 데이터가 컨트롤러에 수집되는 통신 지연시간과 데이터가 누락되는 비율을 측정하였다. 이더넷에 비해 데이터 지연 시간은 길지만 0.8~1.8ms로 전술훈련 평가 시스템의 성능에는 영향을 미치지 않았다. 특히 시나리오를 달리하여 시나리오별로 10개 과제에 훈련병 10명이 동시에 훈련을 할 때 WMN에서 수집된 데이터의 통신 지연 시간이 훈련 종류에 따라 다른 값을 얻었는데, 그 이유는 훈련

을 통해 수집되는 데이터의 크기와 연관 관계가 있다.

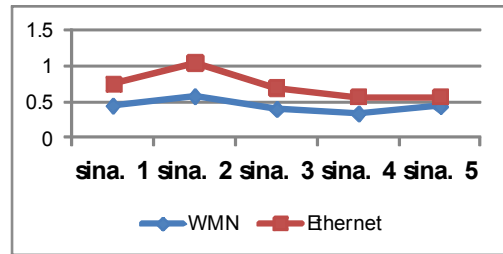


그림 11. 훈련 시나리오별 WMN 센싱데이터 처리 지연시간 (sec)
Fig 11. The measuring results of delay time for scenario by WMN and Ethernet

2. 전술훈련용 통합 컨트롤러 성능 측정

WMN을 통해 측정된 센서 데이터가 최종적으로 화면에 아이콘별로 표시되는 시간을 측정하여 훈련 과제별 센싱 데이터 처리 지연 시간을 측정 하였다. 다음 그림은 센싱 데이터의 처리 흐름도 이다.

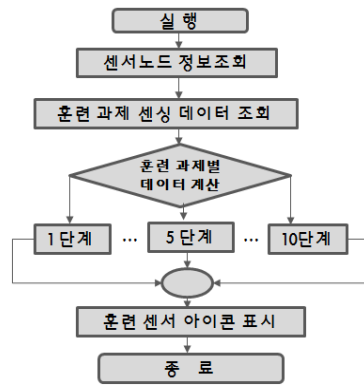


그림 12. 센싱 데이터 처리 흐름도
Fig 12. Flow chart of sensing data gathering

다음 그림과 같이 전술훈련 평가 관련 센싱 데이터를 측정할 훈련 종류는 사로, 담벽, 건물, 조우전1, 드럼통, 창문, 배수관, 돌무덤, 조우전2, 탄흔지, 통나무, 저항 철조망 훈련으로 각 훈련별 평균 훈련 결과 WMN을 통한 센싱 데이터 출력 지연 시간을 측정하였다. 훈련별로 20번의 실험값을 구하고 평균치를 산출 하였다. 이더넷 사용 시 보다는 지연시간이 높아졌지만 훈련 과제별 센싱 데이터 처리의 성능의 목표치 2.4ms 에는 문제없음을 알 수 있다.

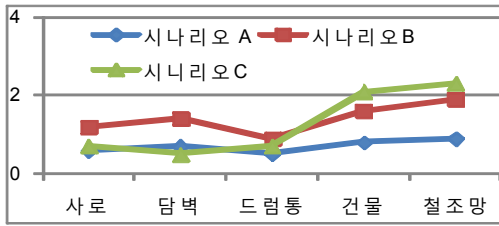


그림 13. 훈련별 센싱 데이터 처리 지연시간(sec)
Fig 13. The measuring results of delay time for sensing data at training

V. 결론

본 논문에서 개발한 TTES는 WMN 센서 컨트롤 모듈과 전술훈련시스템을 원격으로 통제하고 개발된 전술 훈련 모니터링 시스템을 활용하여 훈련병들의 행동요령에 따른 훈련을 평가할 수 있고 어떠한 훈련 환경에서도 장애물에 구애 받지 않고 무선 매쉬 네트워크를 쉽게 구축할 수 있다. 기존 시스템의 설치 곤란 문제는 USN 기술을 적용하여 손쉽게 해결할 수 있으며, 시스템의 확장성 측면에서도 매우 우수하다는 장점이 있다.

따라서 실시간의 전술훈련 정보를 수집, 가공, 제공하는데 보다 효율적인 시스템 구축이 가능하다.

차 후 연구는 본 논문에서 개발된 WMN 컨트롤러 및 센싱 기술을 활용하여 종합 전술훈련시스템의 성능을 향상 시키는 것이다.

참고 문헌

- [1] LEE, Keun Hee, KUM Ki Jung, SON, Seungneon, "The Research for USN Application of Parking Guidance and Information System", J. Korean Soc. Transportation Vol.30, No.1, pp.85-101, Feb. 2012.
- [2] Mark Johnson et al, "Integration of CCTT and JCATS in an LVC Exercise", Euro SIW, 2004.
- [3] Brenda M. Michelson, "Event-Driven Architecture Overview", Patricia Seybold Group, Feb. 2007.
- [4] Sanchez Lopez, T., D. Kim, "A Context Middleware Based on Sensor and RFID Information," Pervasive Computing and Communications Workshops, 2007. PerCom Workshops'07. Fifth Annual IEEE Inter-

national Conferenceon, pp. 331-336, March. 2007.

- [5] Chun-Kwan Park, "Mobile IP Router in Ad Hoc Network", The Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication Vol.11, No.6, pp.169-175, Dec. 2011.
- [6] Moon-Su Kim, Dae-Kyu Kim, Hyog-Lae Kwon, Tae-Eog Lee "A Study on Integration between an Entity-based War Game Model and Tank Simulators for Small-Unit Tactical Training", Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, v.15 no.1, pp.36-45, Feb. 2012.
- [7] Junyoung Heo, "Qos-guaranteed Routing for Wirelsss Sensor Networks", The Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication Vol.11, No.6, pp.23-29, Dec. 2011.
- [8] Dae-Kyu Kim et al. "Augmented Reality Live Simulation Model for Small-Size LVC Training SIW, 2011.
- [9] Guangqian Zhang, Li Zhang, "Study of CEP-Based RFID Data Processing Model," Computer society IEEE, pp. 185-193, Feb. 2008.
- [10] Hak Sin Kim, Deok Bae Jeon, Yun Sik Kwak, Seok II Song "Design of Multilevel Grid Based Data Centric Storage for Sensor Network", Journal of Korean Institute of Information Technology, vol. 6, issue 2, pp. 182-187, Apr 2008.

저자 소개

김 삼 택(정회원)



- 1985년 : 한남대학교 전자계산학과 학사 졸업
- 1987년 : 중앙대학교 전자계산학과 석사 졸업.
- 2005년 : 중앙대학교 컴퓨터공학과 박사 학위
- 1995년 3월 ~ 2007년 8월 : 우송정보

대학 컴퓨터정보통신계열 교수

- 2007년 9월 ~ 현재 : 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수

<주관심분야 : 유/무선 네트워크, VoIP, 모바일 컴퓨팅, ITS>