

## 지능을 이용한 교통 안전시스템

홍 유 식\*

### 1. 서 론

폭설이 내리면 도로 곳곳은 얼음으로 얼게 된다. 날씨가 풀려도 햇볕이 들지 않는 도로에는 빙판이 그대로 얼어있어 대형 교통사고의 이유가 된다. 실제로 최근에 눈이 내린 영동고속도로 구간에는 하루에 평균 10여건 이상의 빙판길 충돌사고가 발생한 것으로 알려 졌다[1]. 교통사고를 줄이는 노력을 하기위해 많은 사람들이 교통사고 예측 시스템을 만들기 위하여 연구중에 있다. 교통사고의 이유로는 여러 이유가 있겠지만 교차로 설계가 잘못되거나 교차로 신호가 잘못된 경우가 대부분이었다. 뿐만 아니라 고속도로에서 방어운행을 하지 않고 과속을 하여 안개구간이나 결빙구간에서 빈번한 사고가 발생되고 있다. 2006년 10월 3일에 11명이 사망하였고 50여명이 중·경상을 내었던 경기도 평택 서해안고속도로 29중 충돌사고는 짙은 안개를 인식하지 않은 과속운전이 빚어낸 사로로 잠정 추정된다[2]. 이중 12대가 불에 탔고, 운전자가 죽거나 다쳤다. 경찰과 한국도로공사에 의하면 서해대교에서 오전 3시부터 사

고가 일어난 오전 7시50분까지 100m 안팎의 안개가 있는 상태였다. 이런 조건에서만 표지판은 이러한 상황을 상관하지 않고 평소 같은 제한속도만을 표시했고 교통정보안내전광판에 ‘안개주의 감속운행’이라는 표지판서비스만 제공되었다. 사고의 원인인 25t 트럭이나 고속버스, 시내버스 등은 기상을 고려하지 않고 과속으로 질주했고 이 같은 참사를 일어난 원인이 되었다. 사고 당시의 충격과 발생한 화재로 인해 운전자, 승객 등 11명이 죽었고 50여명이 경상을 당하는 등 대형 참사가 되었다[3]. 위와 같은 사고사례와 같이 안내 표지판은 주변 환경(눈, 비, 안개)의 변화가 있어도 항상 같은 속도만을 나타내고 있는데, 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고 사고를 예방하기 위해 인공지능형 교통안전속도 산출 알고리즘을 만들어서 교통사고 발생을 방지하고 운전을 잘못하는 운전자들이 안전운행을 할 수 있게 해준다. 본 논문의 결과는 환경에 의해 변하는 안전운행 속도의 변화를 운전자에게 보여주어서 운전자의 안전을 보장하고 또한 유용한 정보를 운전자에게 제공해 줄 것으로 기대되어진다. 이러한 기상 예측 모형은 교통사고의 예측과 교통안전 정책을 만들 때 중요한 자료를 구하는 데 이용될 수 있다. 교통사고는 국도나 고속도로, 운전자 아니면 자동차의 유기적인 관계가 되지 못할 때 일어난다. 교통사고의 발생 이유를 볼 때 안전시설의 미비한 점과

\* 교신저자(Corresponding Author): 홍유식, 주소: 강원도 원주시 우산동 660번지 상지대학교 이공대학 컴퓨터정보공학부(220-702), 전화: 033)742-1121, FAX: 033)730-0480, E-mail: yshong@sangji.ac.kr

\* 상지대학교 컴퓨터 정보통신공학부 정교수

\* 이 논문은 2011년도 중기청 연구비로 수행되었습니다.

도로설계의 문제점 및 운전이 미숙한 운전자 심리 때문에 발생된다. 우리나라의 교통사고 건수는 1995년에는 약 24만 8천 건으로 1980년 보다 약 2배로 증가 하였다. 본 논문에서는 PDA와 RFID 를 사용하여 사고 발생 시에, 교통사고조사 104호 FORM 에 경찰관이 서류에 직접 기입 하는 것이 아니고, PDA 를 사용하여 교통사고 데이터를 자동으로 메뉴를 선택하고, 입력 할 수 있다. 교통사고 조사 시 범인 및 사고 검색 할 수 있는 소프트웨어 개발 및 하드웨어에 관한 논문이다. 뿐만 아니라, 교통사고가 발생시에 사고 가해차량 운전자를 잡기란 매우 어렵다[1-2]. 뿐만 아니라, 본 논문에서는 사고 장소에서 교통사고 104호 폼의 일부분을 웹기반으로 만들어 교통사고 과학화 조사를 할 수 있도록 만들어 과학적인 수사가 이루어 질 수 있도록 한다[6-8]. 본 논문에서는 교통사고 조사 과학화를 위해서, 2장에서는 RFID 기술 및 유비쿼터스 이론을 이용하여 효율적인 교통사고 예방 시스템을 구축하는 연구이다. 뿐만 아니라 시시각각 변화하는 따른 도로상황 및 날씨 조건에 변화에 따른 최적 교통안전 속도를 산출하는 모의 실험을 하였다. 특히 뺑소니 사고를 방지하기 위하여 PDA 및 RFID 태그 기술을 이용하여 자동으로 교통사고 조사 데이터를 경찰서에 직접 전송하는 모의실험을 하였다[9-12]. 그리고 3장 결론에서는 유비쿼터스 기술 및 인공지능을 이용하여 교통사고 예방 및 발생을 줄이는 연구결과 및 향후연구로 마무리 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 RFID 기술을 이용한 교통사고예방시스템

RFID 시스템은 TAG, READER, MiddleWare 및 응용 서비스로 이루어 졌고 유무선 통신 네트

워크에 연동되어 이용되어 진다. TAG는 객체를 알 수 있는 정보를 가지고 물체에 위치한다. READER는 물체의 정보를 수집하고 처리를 수행한다. 송신 및 수신기능을 가지고 서버는 객체의 정보를 이용하여 응용 처리를 한다. 교통사고는 급커브구간, 결빙구간, 안개구간, 교통신호주기가 부적절하게 설정되거나 안전속도를 준수하지 않을 경우에 많이 발생된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 도로에 설치된 센서를 이용해서 도로 구간 내 온도, 습도, 안개 등의 정보를 수집하고 이를 이용하여 급커브, 안개, 결빙 등 위험 구간을 예측하여 안전운전을 위한 자동 메시지 또는 제어 신호를 생성하고, 사고 발생 시 수집된 센서 정보를 이용하여 자동으로 위치를 인식하고 구조 요청 신호를 발생하는 것으로 구성된다.

본 논문은 도로의 구간 정보를 추출하는 센서부와 수집된 정보를 처리하는 제어부, 그리고 상황 인지 및 교통안전 신호 발생기 등 3가지 기본 모듈로 구성되며 각각의 모듈은 다음과 같은 기능을 수행한다. 센서부는 온도, 습도, 안개 센서를 이용하여 외부 정보를 수집하여 저장하며, 저장된 실시간 정보를 RFID Tag 에 수록하여 주행 중인 차량이 이를 읽어 차량에 장착된 제어부에 전달될 수 있는 기반을 제공한다. 센서부는 기본적으로 온도, 습도, 안개 센서 등과 RFID Writing System 으로 구성되면 각 센서로부터 수집된 정보를 RFID Tag에 수록하여 주행 중인 차량의 RFID Reader가 이를 읽어 차량운행 정보로 사용할 수 있도록 한다. 또한 통제 센터의 정보 수집 기능을 수행하기 위하여 USN 기능을 추가 다수의 센서부에서 수집된 정보를 하나의 단위 망으로 구성하여 지역별 구간 정보를 통제 센터에 공급한다. 제어부는 외부에서 제공된 정보를 수신하여 이를

분석하여 운전자에게 안전 경고를 하거나 차량의 운행에 관련된 기계적인 제어에 사용할 신호를 생성한다. 그림 1에서 보는 것처럼 도로 교통 정보를 RFID Reader를 통하여 수집하며 전달된 온도, 습도, 안개, 구간 정보를 분석하여 안전 운행에 필요한 메시지나 제어 신호를 생성하는 과정을 보여주고 있다.

본 논문에서는 승용차 내부에 승용차의 고유한 정보를 RFID가 있다는 전제하에 이루어진다. 종래의 기술은 차량 충돌 사고에서 사람에게 의해서 가해자와 피해자를 가려내고, 데이터베이스를 이용할 수 없었으며, 즉시 정확한 사고, 위치정보(좌표)를 알 수 없었다. 이로 인하여, 가해 사실에 대한 부정과 피해 사실에 대한 의견이 서로 충돌하는 경우가 빈번히 발생하였고, 보험사, 목격자, 경찰들이 사고현장에 없는 경우에는 뺑소니가 다반사로 발생되어 졌다.

그림 2와 같이 다수의 충격진동센서와 차량 컴퓨터를 이용하여 충돌사고의 상황을 인식하는 기술과 그 사용방법으로서 차량의 전, 후면에 900MHz RFID TAG를 설치하고, 정기적으로 그 TAG를 인식 할수 900MHz RFID Reader를 차량과 교차로 또는 노면에 설치하였고 발생 지점에서도 보험사, 경찰, 피해자의 태만과 기만이나 부족한 조사가 있었고 차량의 감식을 위하여 이용된 RFID의 ID와 Tags를 이용하고, 그 TAG를 1회에 많은 차량들을 즉시 읽어내는 Reader를 이용하

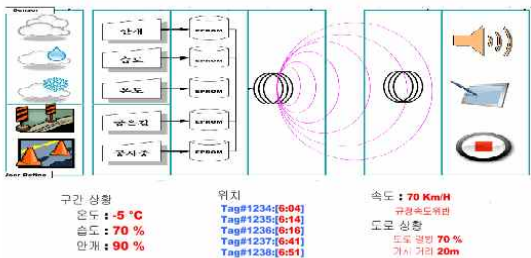


그림 1. 지능을 이용한 교통사고 조사

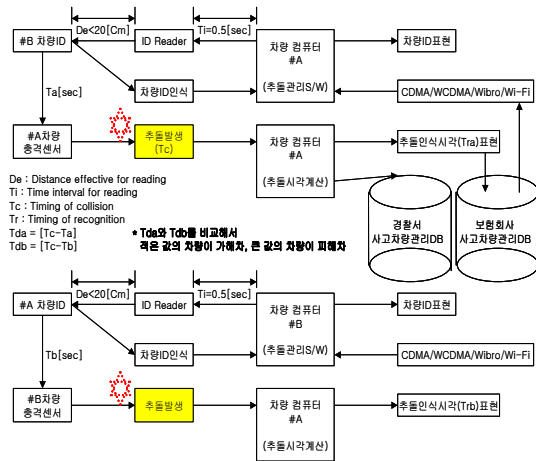


그림 2. 지능을 이용한 교통사고 조사

며, 위치와 타이밍을 보여주는 GPS와 Clock을 이용해서 명확한 상황인지의 파라미터 기준으로서 ID와 충격도 또한 타이밍, 지점의 정보들의 에러를 감식 할 수 있게 하였다. 특히 DataBase, 사고 차량들에 대한 정보를 가지고 있는 보험사와 경찰의 데이터베이스를 조회하고 응답하는 정보를 처리 할 수 있게 하였다.

### 2.2 유비쿼터스 기술을 이용한 교통사고조사

뺑소니 사고가 일어난 경우, 경찰은 사건의 번호를 부여 받은 후 Mobile용 104문서(실황조사서)를 작성하게 된다. 실황조사서에는 먼저 사고 지점인 기본정보를 입력 한다. 그후 사고 종별에서 "뺑소니 사고"를 입력하게 된다. 뺑소니 사고에 관한 내용을 입력하게 되면 두번째 증거자료를 첨부 하기 위한 문서가 나타난다. 먼저 사상자의 신상정보와 피해 정도를 입력한다. 본 논문에서는 기존의 문제점으로 지적된것과 같이 교통사고 차량 충돌 시에, 가해자와 피해자가 구분이 잘 되지 않는 경우에 PDA 및 USN 환경을 이용하여 교통사고 조사를 과학화 할 수 있도록 고안하였다. 특히, 차량이 교차로나 노면에 인접하여도 충돌사고

에 대한 상황을 인지하는 시설물이 없었기 때문에 정확하고 신속하게 가해차량을 식별해 내는 일이 불가능했다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 교통사고 발생시에 PDA를 이용해서 자동으로 교통사고 조사양식이 경찰서, 보험회사에 전송할 수 있도록 시뮬레이션 하였다. 특히, 본 논문에서는 가해차량의 식별을 위하여 사용된 RFID의 ID와 Tags를 사용하고, 그 Tags를 1회에 여러 대의 차량들을 신속하게 읽어내는 Reader를 사용하며, 위치와 타이밍을 나타내는 GPS와 Clock을 사용함으로써 정확한 상황인지의 파라미터 기준으로서 ID, 충격도, 타이밍, 지점의 정보들의 오류를 검출 및 정정하여 처리한다. 뿐만 아니라, 추가로 기능하는 서버의 데이터베이스, 사고 차량에 대한 정보를 가지고 있는 보험회사와 경찰서의 데이터베이스를 조회하거나 응답하는 정보 처리 알고리즘이다. 본 논문과제의 핵심은 차량의 전면과 후면마다 세트로 장착된 다수의 13.56MHz RFID Tags와 Reader를 사용하여 차량과 운전자의 정보를 찾아내는 핵심 ID 정보를 찾아내고, 차체의 수평 둘레를 따라 세트로 장착된 다수의 충격진동센서들과 차량 컴퓨터를 사용하여 차량추돌의 상황을 인식하는 지능과 그 운영 방법으로서 차량의 전면과 후면에 900MHz RFID를 설치하고, 주기적으로 그 Tags를 읽어내는 900MHz RFID Reader를 차량과 도로의 교차로 또는 노변에 설치하며, 추돌 사고 발생 시에 그 타이밍(Timing)의 간격을 0.5초로 신속하고 정확하게 가해차량과 피해차량을 인지함과 동시에 GPS에 의한 차량의 추돌사고 지점을 이용하여 차량들의 추돌상황을 인식하는 지능의 데이터베이스와 응용 소프트웨어를 구축하여 운영하는 방법을 고안하였다.

그림 3에서는 교통사고가 발생하였을 경우에 인터넷 기반에서 PDA를 이용하여 교통사고 발생

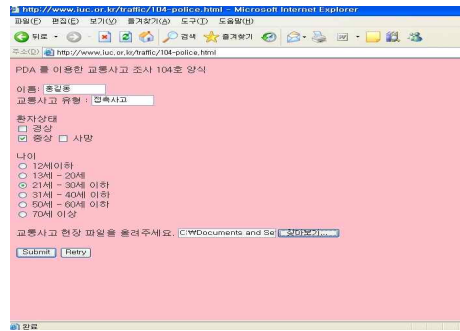


그림 3. PDA를 이용한 교통사고조사

과정 중 중요 사항을 입력하면 경찰서에 전송되는 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

그림 4에서는 교통사고가 발생하였을 경우에 운전자 정보가 저장된 RFID TAG를 경찰관이 READER기를 이용해서 자동으로 교통사고 발생 시 필요한 증거 및 가해차량 정보를 쉽게 전산처리할 수 있는 과정을 보여주고 있다. 비록 교통사고가 감소하고 있지만 뺑소니 교통사고에 대한 건수는 줄고 있지 않고 있다. 특히 이와 같은 사건은 누가 언제 어떤 형태의 사고를 발생했는지 알 수 없고, 그 결과 범인을 검거하기 위한 과학적인 수사체계가 절실히 필요한 분야이다. 본 논문에서는 표 1에서 보는 것처럼 일체형 교통사고 자동녹화 시스템을 이용하면, 교통사고 발생 시 운전자의 별도 조작 없이 자동으로 시스템이 작동되어 교통사고 발생 전후의 상황을 진행방향의 전방 또는 전후 좌우 4방에서 촬영 및 녹화하여 제공함으로써,



그림 4. RFID TAG를 이용한 교통사고조사

표 1. 교통사고 조사 결과

A차량 B차량	전진	후진	정지	좌진	우진
전진	정면 추돌	이면 추돌	B가해	측면 추돌	측면 추돌
	쌍방	쌍방		쌍방	쌍방
후진	이면 추돌	후면 추돌	B가해	측면 추돌	측면 추돌
	쌍방	쌍방		쌍방	쌍방
정지	A가해	A가해	無 追突	A가해	A가해

정확하게 교통사고의 발생원인을 분석할 수 있다. 그러나 아직까지 과학적인 체계와 투자가 뒤따르지 못하고 있는 상황인데, 이에 본 논문에서는 데이터베이스 설계를 통해서 교통사고 현장에서의 현장 조사를 정확하게 하기 위한 방법으로 조사자가 RFID가 장착된 PDA를 휴대하여 교통사고를 신속하고 정확하게 하여 뺑소니 교통 사고자를 신속하게 검거할 수 있는 방안을 제안하였다.

뺑소니 사고가 발생하였을 경우, 경찰관은 사건 번호를 부여 받은 후 모바일 용 104문서인 실황조사서를 작성하게 된다. 실황조사서에는 먼저 사고지점인 기본 정보를 입력 한 후 사고 종별에서 "뺑소니 사고"를 입력하게 된다.

그림 5에서 보는 것과 같이, 뺑소니 사고가 발생하였을 경우, 경찰관은 사건 번호를 부여 받은

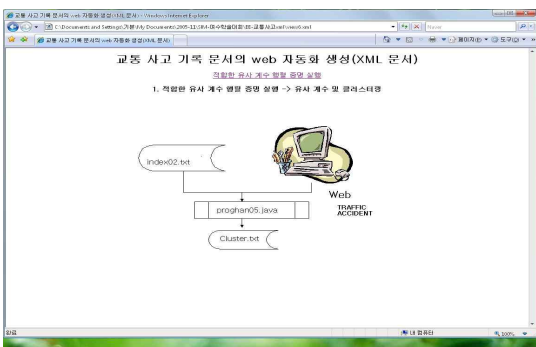


그림 5. XML을 이용한 교통사고 시뮬레이션

후 모바일 용 104문서인 실황조사서를 작성하면, 본 논문에서는 교통사고 DB 를 저장해서 현장에서 PDA를 이용해서 누가 가해차량인지를 알려주는 시뮬레이션을 하였다.

그림 6는 교통사고 발생 시에 도주하는 뺑소니 차량의 운전자 인적사항을 자동으로 파악할 수 있도록 RFID TAG 를 보여주고 있다. 그림 7은 교통사고 발생 시에 교차로에 설치된 RFID READER 기로 운전자 인적사항을 자동으로 파악할 수 있는 과정을 설명하고 있다. 첫 번째로 그림 7에서 보이는 바와 같이 차량 안에 설치되어 있는 휴대용 무선 단말기를 사용하여 SMS 메시지를 전송하는 방법이다. 최초 교통사고 발생 시각 차량 앞, 뒤에 설치된 충격센서는 사고강도를 감지한다. 이때 충격센서는 사고강도를 숫자로 레벨화하여 충격레벨 테이블에서 그에 상응하는 사고 강도량을 결정한다. 충격 센서는 Sensed level 에 따른 값을 선택한 후에 블루투스(Bluetooth)



그림 6. 교통사고조사용 RFID TAG 및 READER기

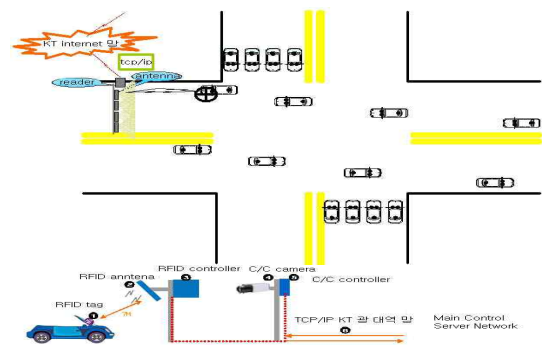


그림 7. USN을 이용한 교통사고조사

통신을 사용하여 차량 운전자석에 설치되어 있는 휴대용 무선 단말기(PDA 혹은 휴대폰)로 충격 정보 및 충격센서 고유의 ID를 전송한다. 차량에 설치되어 있는 단말기는 차량 앞, 뒤의 각 충격센서로부터 수신한 정보에 포함된 충격 정도를 비교한 후, 그 중 큰 값을 선택한다. 여기서 충격 정도를 비교하는 이유는 사고 발생 시 충격 정도에 따라 차량의 사고 방향을 파악할 수 있고, 그 정보에 기반을 두어 본 차량이 피의자인지 피해자인지의 유무를 경찰에게 알릴 수 있기 때문이다. 충격 정도를 비교한 후, 단말기는 표 2와 같이 운전자 및 차량 정보, 충격 정도를 나타내는 사고 현황 정보, 사고 발생 일시, 현 차량 위치를 나타내는 사고 현황 보고 메시지를 생성하여 WLAN/CDMA 망을 통해 SMS 서버로 전송한다. SMS 서버에서는 차량으로부터 받은 사고 현황 보고 메시지를 인근 경찰서 및 119 종합상황실로 전달한다. 메시지를 받은 인근 경찰서에서는 신속히 교통사고 현장으로 출동하여 사고 조치를 취할 수 있으며, 119 종합상황실에서는 응급차를 사고 현장으로 출동시켜 교통사고로 인하여 발생한 응급환자를 신속히 병원으로 수송할 수 있다. 뿐만 아니라, 도로 상에 배치되어 있는 센서 네트워크를 사용하는 것이다. 교통사고 발생 시 차량에 설치되어 있는 충격센서는 사고로부터 발생된 충격을 감지 후, 위에서 정의된 사고 현황 보고 메시지를 센서 네

트워크를 통하여 도로 외부에 설치되어 있는 센서 게이트웨이로 전송한다. 센서 네트워크는 유비쿼터스 시대의 중추적인 기술 중의 하나로서 IEEE 802.15.4 PHY/MAC[17]에 기반을 둔 ZigBee[18] 프로토콜을 사용하고, 소형, 저가, 저전력을 필요로 하며 외부 환경의 모니터링과 제어기능을 수행한다. 이것은 소형 장치 안에 마이크로프로세서, 각종 센서, 액추에이터, 유·무선 통신 장치를 내장하는 수백 혹은 수천 개의 센서 노드로 구성된다. 그리고 센서 노드들 간의 자동 구성 기능을 가지며, 네트워크의 유지·보수를 위해 최소의 사용자의 도움을 필요로 하는 지능형 센서에 기반을 둔 원격 모니터링 분산형 네트워크를 지향하고 있다. 프로토콜을 사용하고, 소형, 저가, 저전력을 필요로 하며 외부 환경의 모니터링과 제어기능을 수행한다. 이것은 소형 장치 안에 마이크로프로세서, 각종 센서, 액추에이터, 유·무선 통신 장치를 내장하는 수백 혹은 수천 개의 센서 노드로 구성된다.

그리고 센서 노드들 간의 자동 구성 기능을 가지며, 네트워크의 유지·보수를 위해 최소의 사용자의 도움을 필요로 하는 지능형 센서에 기반을 둔 원격 모니터링 분산형 네트워크를 지향하고 있다. 다음으로 센서 게이트웨이는 센서 네트워크와 타 네트워크 간의 프로토콜 변환 수행 작업을 하는 일종의 게이트웨이이다. 본 논문의 센서 게이트웨이는 센서 네트워크를 제어하고 관리할 수 있으며, 센서 네트워크로부터 수집된 정보를 타 네트워크로 전송함으로써 유연하고 투명한 프로토콜 변환 장치로 활용될 수 있다. 센서 게이트웨이는 센서 네트워크로부터 수신한 사고 현황 보고 메시지를 WLAN/CDMA 망을 통하여 SMS 서버로 전송한다. 그림 8은 교통사고 발생 시 SMS 메시지를 SMS 메시지 서버에 접속하여 휴대폰으로 송신하는 알고리즘을 설명하고 있다. SMS

표 2. 교통사고 현황 보고 메시지 포맷

운전자 정보	이름, 성별, 나이, 혈액형
차량 정보	차량 종류, 번호판
사고 현황	상(정도), 충격 위치(앞 혹은 뒤)
사고 발생 일시	yyyy년 dd일 hh시 mm분
현 차량 위치	특정 장소 부근

```

=====
//SMS 메시지 송신 알고리즘
if (TRUE == smsClient.CreateSocket(this, m_strID,
m_strPassword))
{
    if(smsClient.Connect("210.116.112.10", 7296) == TRUE)
    {
        ReportMessage("정상적으로 접속 요청.");
        smsClient.SendSMS(m_strCallNo,
        m_strCallBack, m_strMessage);
    }
    else
    {
        ReportMessage("접속 요청에 실패! 네트워크를 확인해주세요.");
    }
}
else
{
    ReportMessage("접속 요청에 실패! 네트워크를 확인해주세요.");
}

//SMS 메시지 송신 후 컨트롤 정보 수신 알고리즘
void CSMSClient7296::OnReceive(int nErrorCode)
{
    TCHAR buff[4096];
    int nRead;
    nRead = Receive(buff, 4096);

    switch (nRead)
    {
        case 0:
            Close();
            break;
        case SOCKET_ERROR:
            if (GetLastError() != WSAEWOULDBLOCK)
            {
                DisplayReport((LPCTSTR)"Error occurred");
                Close();
            }
            break;
        default:
            buff[nRead] = 0; // terminate the string
            CString szTemp(buff);
            m_strRecv = szTemp;
            DisplayReport(m_strRecv);
            break;
    }

    CSocket::OnReceive(nErrorCode);
}

=====
//SMS 메시지 종결 알고리즘
void CSMSClient7296::OnClose(int nErrorCode)
{
    DisplayReport((LPCTSTR)"접속이 종료되었습니다.");

    Close();
    CSocket::OnClose(nErrorCode);
}

```

그림 8. SMS 메시지 송신 알고리즘

메시지 송신 알고리즘은 크게 SMS 메시지 송신 요청 알고리즘, SMS 메시지 송신 후 컨트롤 정보 수신 알고리즘으로 구성된다. 메시지 송신 요청 알고리즘의 흐름은 다음과 같다. 최초 사용자는 자신의 ID와 비밀번호를 가지고 소켓 상태를 확

인한다. 그 후 IP주소와 포트넘버를 사용하여 SMS 메시지 서버에 접속한다. 접속이 성공되면 사용자 ID, 사용자 암호, 수신자 전화번호, 송신자 전화번호, 발신자 이름, 사고 현황 메시지를 SMS 메시지 서버로 전송한다. SMS 메시지 서버는 사용자로부터 사고 현황 메시지를 받은 후 수신자 전화번호에 따라 해당 메시지를 수신자 휴대폰에 전달한다.

그림 8은 RFID 기술을 이용하여 교통사고 정보를 알릴 수 있는 시스템의 시나리오이다. 최초 교통사고 발생 시 각 차량 앞, 뒤에 설치된 충격센서는 사고강도를 감지하고, 방법 첫 번째에서와 같이 사고강도를 숫자로 레벨화하여 충격레벨 테이블에서 그에 상응하는 사고 강도량을 결정한다. 그리고 충격센서는 감지한 충격 정보와 RFID 태그가 리더로 전송할 수 있는 에너지원을 시리얼 인터페이스(Serial interface)를 통하여 RFID 태그로 전송한다. 그 후 RFID 태그는 메모리상에 저장되어 있는 자신의 고유 ID와 충격센서로부터 받은 충격정보를 차량 운전자 석에 설치되어 있는 RFID 리더기로 전송한다.

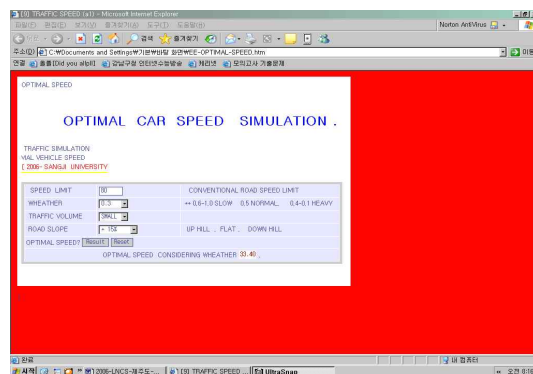


그림 9. 최적 교통속도 모의실험

### 2.3 인공지능을 이용한 도로상황감지

본 논문에서는 실시간 교통기상 정보 제공 기술, 결빙 구간 및 안개구간 도로 재해 예측 통신망



구축, 응급 사고 처리 정보화를 하기위해서, RFID TAG 기술을 이용하여 교통 사고 및 결빙구간 안개구간에만 운전자에게 경고 방송을 해주고 안개 및 결빙구간이 해제되면 RFID TAG를 WRITE 하여, RESET 시키기 때문에 실시간으로 교통 정보 제공 및 기존 표지판처럼, 1년 내내 같은 정보를 틀리게 주지 않고, 신뢰성 있는 실시간 교통정보를 주기 때문에, 악천후(안개,결빙구간)의 10중 추돌 교통사고 발생을 미연에 방지할 수 있다. 본 논문에서는 위에서 서술한 것을 해결할 논문과제의 중요성을 바탕으로 아래 3가지에 중요점을 두어 연구하고자 한다.

위 그림 9에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서 안개 및 결빙구간에서 최적의 안전속도를 산출하는 과정을 보여주고 있다.

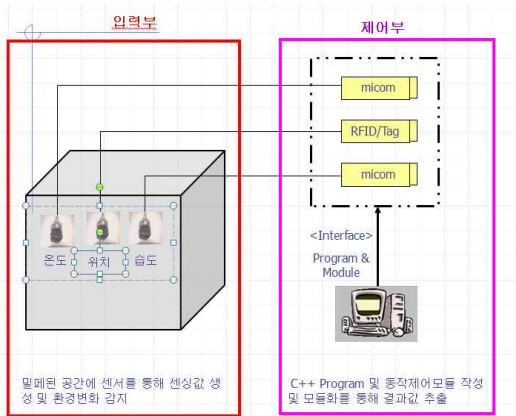


그림 10. USN기술 상세 개요도

위 그림 10과 같이 USN은 입력부, 제어부, 출력부로 나누어 진다. 입력부에서는 온·습도를 센서가 센싱하여 온도값과 습도값을 IC(micom)에 전달한다. 제어부에서는 입력부에 센서를 통하여 감시된 온·습도값에 따른 출력값을 추출한다. 이때 range값을 지정하기 위해 모듈화를 한다. 모듈화 과정은 IAR Embedded Workbench Ver 1.1(개발

툴)을 이용하여 c언어 로직을 만들고 컴파일 하여 hex파일을 만든후 Range값에 따른 출력값을 얻는다. 이렇게 얻어진 출력값으로 자동차가 도로상황에 맞게 주행할 수 있는 기능을 갖게 되고 이 기능을 이용하면 교통사고율이 낮아진다.



그림 11. 교통사고예방을 위한 지능형교통 통신 센서

위 그림 11과 같이 교통사고를 줄이기 위해서, 실시간으로 변화하는 도로의 상황(눈이나 비가 올때 1/3 감속)에 대응하여 교통안전속도를 산출하는 규칙을 다음과 같이 사용하였다.본 논문에서는 차량 내부와 외부로 분리된 환경을 하나의 운전 조건으로 놓고 이들의 상황을 분석하여 안전운전을 할 수 있는 정보를 신속하게 차량과 운전자에게 제공하는 기술을 제공하고자한다. 이를 위하여 도로에 장착된 각종 센서를 통하여 수집된 운행 구간의 노면 및 주변의 기상 환경을 인지하고 이를 차량이나 운전자에게 전달하여 안전운전을 유도하거나 차량의 운행 속도를 제어하는 등의 조치를 취할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다. 도로에 장착된 센서부는 온도, 습도, 안개 등의 센서와 RFID Writer 를 하나의 시스템으로 구성하여 센서에서 발생된 환경 정보를 RFID Tag에 수록하고 이를 구간을 주행하는 차량에서 상시 이 정보를 수집 가능하도록 한다. 아울러 센서부의 정보를 취합하여 통합적으로 관리코자하는 경우 USN이나 유/무선 인터넷 망을 구축하여 통합 관제 센터에 제공할 수 있도록 한다. 제어부에서는



도로에 장착된 센서부의 정보를 수집하여 운행 구간의 노면 상태 및 기상 상황을 분석 파악하여 안전 운전에는 필요한 경고 및 차량의 제어 신호를 발생 시키는 역할을 수행한다. 또한 이 정보는 구간에 설치된 도로 표지판 등의 입력 자료로 사용 가능하면 실제적인 교통 안내를 할 수 있는 구성 요소로 사용가능하다. 상황 인지 및 교통 안전 신호 발생기는 에어백 동작, 과도한 충격, 급정거, 장시간 주차 등의 위급 상황이라고 주어진 조건에 만족한 경우 자동으로 재난 신호를 발생시켜 구조를 요청하거나 사고 원인 파악을 위한 구간 운행 정보 분석이 가능한 차량의 블랙박스의 역할을 할 수 있다. 뿐만 아니라, 본 논문에서 구현한 USN을 이용한 교통사고 위치파악 시뮬레이션은 센서부, 제어부, 신호 발생기로 구성되며 각 구성품은 아래와 같은 기능을 수행한다. 온도, 습도, 안개, 풍속, 강설량 측정 센서와 RFID Tag를 Writer 할 수 있는 제어 회로로 구성된다.

각 센서들은 일정한 시간 간격으로 각각의 기능에 따라 도로 주변의 기상 정보를 수집한다. RFID Writer는 위도/경도 등의 위치 정보를 ID로 하며, 수집된 정보를 RFID Tag에 수록한다. 센서부는 센서에서 감지된 정보를 입력으로 이 데이터를 RFID Tag에 수록될 수 있는 형태의 디지털 정보로 변형하는 처리와 이를 RFID Tag에 Write 할 수 있는 회로를 포함한다. RFID Tag를 인식할 수 있는 안테나와 수신 정보를 분석하여 처리하는 프로세서로 구성된다. RFID Antena는 외부 RFID Tag를 읽어 프로세서에 그 정보를 제공한다. 프로세서는 수신된 정보를 근거로 상황을 인식하고 차량 및 운전자에게 필요한 정보를 생성한다. 제어부는 수신된 정보를 입력으로 이를 저장하고, 저장된 정보를 분석하여 현재의 노면 및 구간의 기상 상황을 판단하여 그 결과를 신호

발생기에 제공한다. 도로 주변의 기상 상황 판단 지표는 본 장치의 설치 장소에 따라 사용자가 설정한다.

표 3에서는 날씨 조건 및 교차로상황을 고려한 최적의 안전속도를 산출하는 과정을 보여주고 있다. 본 논문에서는 4차선 도로에서 80 km/hour를 안전속도로 가정하고, 교차로 형태(오르막, 내리막), 차선 수(2차선,4차선,6차선,8차선) 및 날씨 조건을 고려해서 최적의 안전속도를 산출하였다. 표 4에서 보듯이, 모의실험 결과, 습도 센서 및 온도센서로 도로상황을 자동 탐지 하여,비,눈이 오는 경우에는 안전속도를 20% 이상 감속 하는것을 보여주고 있다. 특히 비가 많이 오는 경우나, 최고 50% 감속을 한 40 Km/ hour 를 안전 속도로 감속하여 교통사고를 방지 할 수 있는 과정을 보여주고 있다. 뿐만 아니라, 같은비라도 약하게 내릴 때에는 30% 감속을 하여 56 km/hour를 안전속도로 감속 하는 과정 을 보여준다. 기존의 안전속도 표지판은 비가오나 눈이오나 80 Km/hour 이지만, 본 논문에서는 날씨조건을 감지하여, 그림 12는 최적의 안전속도를 산출할 수 있도록 모의실험 과정을 설명하고 있다.

표 3. 날씨조건을 고려한 최적 자동차 안전속도

교차로 구간	교차로 상황	날씨 조건	표지판속도비교 km / hour	
			지능형 표지판	기존 표지판
4차선	정상	정상	80	80
4차선	오르막	정상	72	80
4차선	내리막	약한비	55	80
8차선	오르막	비	56	80
4차선	내리막	강한비	40	80
6차선	정상	안개	39	80
2차선	정상	약한비	62	80
4차선	오르막	정상	35	80

표 4. 퍼지 신경망 결빙센서 입력 데이터

INPUT	ID 1	ID 2	ID 3	ID 4	ID 5	ID 6	ID 7	ID 8	ID 9	ID 10
1. SATURATION	BIG	SMALL	MED	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL
2. SATURATION	BIG	SMALL	BIG	SMALL	MED	SMALL	BIG	SMALL	BIG	MED
3. PASSING	SMALL	SMALL	BIG	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL	BIG	SMALL
4. PASSING	BIG	MED	BIG	MED	MED	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL
5. SATURAT	BIG	SMALL	MED	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL	BIG	MED
6. SATURATION	SMALL	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL
7. PASSING	BIG	MED	BIG	MED	MED	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL
8. PASSING	SMALL	BIG	MED	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL	BIG	MED
9. PASSING	MED	SMALL	BIG	BIG	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL
10. SPEED	MED	MED	BIG	SMALL	MED	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL
11. SPEED	MED	SMALL	BIG	SMALL	BIG	MED	BIG	SMALL	BIG	MED
12. SPILLBACK	MED	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL
13. SPILLABCK	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	MED	SMALL	BIG	SMALL
14. DELAY UP	LOW	HIGH	MED	SMALL	MED	SMALL	MED	MED	MED	SMALL
15. DELAY DN	BIG	SMALL	BIG	SMALL	MED	SMALL	BIG	SMALL	MED	MED
16. LANES UP	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL	BIG	SMALL
17. LANES DN	MED	BIG	MED	MED	MED	MED	MED	MED	MED	SMAL
18. BLOCK AREA	SMALL	SMALL	SMALL	SMALL	MED	SMALL	MED	SMALL	MED	SMALL
19. PHASE-1 UP	SMALL	BIG	MED	SMALL	MED	SMALL	MED	SMALL	MED	SMALL
20. PHASE-1 DN	BIG	BIG	BIG	MED	BIG	MED	BIG	MED	MED	MED

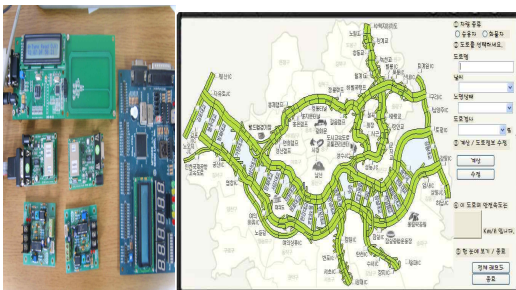


그림 12. 인공지능을 이용한 교통안전 속도 산출

- (RULE 1) IF DPSV IS PB  
AND USPC IS PB  
THEN OPRG IS BIG
- (RULE 2) IF DPSV IS PB  
AND USPC IS NS  
THEN OPRG IS MEDIUM
- (RULE 3) IF DPSV IS NS  
AND USPC IS NS  
THEN OPRG IS SMALL

여기서,

- DPSV : 교통표지판 속도( E)
- USPC : 눈이나 비가 오는정도  
오차 변화량 (CE)
- OPRG : 도로조건을 고려한 실시간  
최적의 교통제한 속도

다음은, 퍼지 제어 규칙을 이용한 최적의 교통 제한속도 Oprg를 산출하는 과정을 설명하고 있다.

(Rule 1)  
 $[0.3/4, 0.5/5, 1/6] \wedge [0.7/-3, 0.6/-2, 0.8/-1, 0.4/0, 0.1/1]$   
 $\uparrow \qquad \qquad \qquad \uparrow$   
 $\wedge [0.3/4, 0.5/5, 1/6]$   
 $= 0.3 \wedge 0.7 \wedge [0.3/4, 0.5/5, 1/6]$   
 $= [0.3/4, 0.3/5, 0.3/6]$

(Rule 2)  
 $[0.3/4, 0.5/5, 1/6] \mid \wedge [0.3/-6, 0.2/-5, 0.8/-4, 0.5/-3,$   
 $\uparrow \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \uparrow$   
 $0.4/-2, 0.2/-1] \mid \wedge [0.1/2, 0.5/3, 1.0/5, 0.5/5, 0.2/6]$   
 $= 0.3 \wedge 0.5 \wedge [0.1/2, 0.5/3, 1.0/4, 0.5/5, 0.2/6]$   
 $= 0.1/2, 0.3/3, 0.3/5, 0.3/5, 0.2/6$

(Rule 3)  
 $[0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4] \mid \wedge [0.7/-3, 0.6/-2, 0.8/-1, 0.4/0,$   
 $\qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \uparrow \qquad \qquad \uparrow$   
 $0.1/1] \mid \wedge [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4]$   
 $= 0.3, 0.7 \wedge [0.3/1, 0.9/2, 0.7/3, 0.3/4]$   
 $= 0.3/1, 0.3/2, 0.3/3, 0.3/4$

비 퍼지화방법:  

$$U = \frac{\sum(\text{멤버쉽함수값을 갖는 대집합} \times \text{그것의 함수값})}{\text{멤버쉽함수의 값}}$$

$u' = [0.3/1, 0.3/2, 0.3/3, 0.3/4, 0.3/5, 0.2/6]$   
 $(0.3 * [1+2+3+4+5]) + 0.2 * [6] \} / (0.3 * 5) + (0.2 * 1)$   
 $= 3.35$

그러므로 제한속도를 3등급으로 감속하는 것이 최적의제한 교통속도임을 알 수 있다. 실시간으로 교통사고를 예방하기위해서 도로가 눈이나 안개구간인 경우에, 제한속도를 얼마큼 줄여야 되는지를 보여주며, 특히, 제한속도를 3등급으로 (안전,보통,위험) 의 3개 조건을 운전자에게 표시하여 제한속도를 초과 하지 않도록 보여주고 있다. 뿐만 아니라, 교통사고를 줄이기 위해서는 교통 신호 주기가 현시와 일치하지 않기 때문에, 운전자가 교차로에서 급제동을 하거나, 신호를 위반하는 교통사고가 많이 발생하게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기위해서, 퍼지규

칙을 이용하여 교차로 용량을 고려한 최적의 교통 신호주기를 생성함으로써 교통사고를 예방하는 알고리즘을 제안한다.신을 이용해서 속도를 줄인다. 다시 말해서, 차량이 DSRC 통신영역으로 진입하면, OBE는 차량이 통신영역으로 진입하였음을 ECU에 CAN통신으로 알린다. OBE는 RSE에서 제한속도나기타의 정보를 주기적으로 ECU에 전달한다.

그림 13은 운전자가 설정한 차량속도를 추종하다가 통신영역에 진입하면 DSRC통신에 의한 제한속도정보를 전달받는다. DSRC 통신이 시작된 이후 약 1초 후 차량제어 목표 속도가 Set Speed에서 제한속도로 변경되는 것을 볼 수 있으며, 통신이 계속되는 구간에서는 차량의 속도가 제한속도인 10km/h에 근접하고 있다.

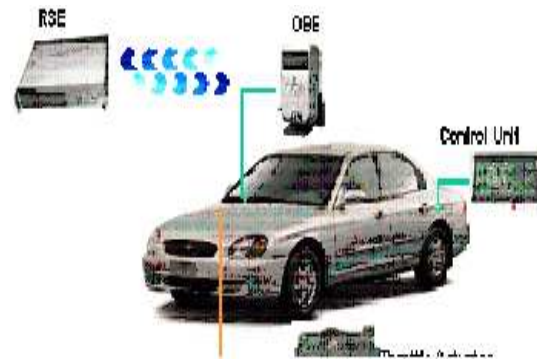


그림 13. 교통사고 예방 자동차 구조

### 2.4 지능형 교통 사고예방 알고리즘

- 1) 운전자는 GPS 정보와 RFID의 제한속도 정보를 제공 받으면서 운전을 진행한다.
- 2) 제한 속도를 위반한 경우에 눈이나, 비, 맑은 날씨를 고려하여, 최적의 제한속도를 산출한다.
- 3) 운전자가 제한 속도 보다 과속을 할 경우에는 경고방송을 한다.
- 4) 경고 방송을 무시한 경우에는 로 장치에서,

과속으로 운전하는 차량을 검지하고, 자동차 전자 제어장치Electronic Control Unit (ECU)에 Data Short Range Communication 통신을 이용해서 속도를 강제로 줄인다.

본 논문에서는 신경망을 이용하여 최적의 모래와 염화칼슘을 제설작업에 이용 하고자 한다.

그림 14에서는 눈과 비가 내리는 서로 다른 도로 조건 상태에 따른 습도센서 및 온도센서 보정 계수를 퍼지화하여서 입력하였을 때 각 생성하는 과정을 나타내고 있다. 표4에서 보는 것처럼 본 논문의 입력층 구성은 영하 5도와의 교통조건 상태, 강풍일때 증풍, 미풍, 함박눈, 싸래기 눈, 강한비, 약한비, 일때 7개의 교통조건 및 일기상태, 상태로 20개 분류하였다. 본 신경망의 입력층은 20개의 뉴런으로 구성되어 있으며 은닉층은 10개의 뉴런으로, 출력층은 5개의 뉴런으로 구성되어 있다.

본 신경망의 입력층은 20개의 뉴런으로 구성되어 있으며 은닉층은 10개의 뉴런으로, 출력층은 5개의 뉴런으로 구성되어 있다.

계별 수행 알고리즘은 다음과 같다.

(1) 눈의 양(강,중,소)과 비의양(강,중,소) 바람의 강도 offsets, weight를 초기화 한다

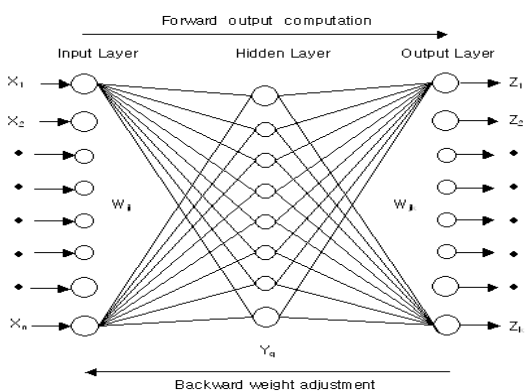


그림 14. 신경망을 이용한 최적결빙센서구현 알고리즘

(2) 최적의 결빙상태 도로 조건 input, target의 패턴을 신경망에 제시

(3) 출력 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 은닉층으로 역전파 한다.

$$e_j = t_j - a_j \dots\dots\dots(10)$$

$$\delta_j = a_j(1-a_j)e_j \dots\dots\dots(11)$$

(4) 역 전파된 델타로부터 은닉층 신경세포들의 에러와 델타를 구해서 역 전파한다.

$$e_j = \sum_k w_{jk} \delta_k$$

$$j = a_j(1-a_j)e_j \dots\dots\dots(12)$$

(5) 델타 규칙에 의해서 연결가중치를 조절한다.

$$W(\text{new})_{ij} = W(\text{old})_{ij} + \alpha \delta_i a_j + \beta \Delta w_{ij}(\text{old})$$

$$\text{bias}(\text{new})_{ij} = \text{bias}(\text{old})_{ij} + \alpha \delta_i \cdot 1 + \beta \Delta \text{bias}_{ij}(\text{old})$$

(6) (1)-(5)의 과정을 모든 입력패턴에 대해서 반복한다.

(7) (6) 과정을 신경망이 완전히 학습될 때까지 반복한다.

신경망이 학습되면, 도로조건과 기상조건에 맞는 최적의 결빙작업이 이루어 질 수 있다.

### 3. 결 론

본 논문에서는 유비쿼터스 기술을 이용하여 교통사고예방을 할 수 있는 방법을 제안 하였다. 제시된 결과물로는 도로 기상상황 정보를 실시간으로 분석하여 운전자에게 제공할 수 있는 차량 안전속도 제공 및 RFID기술을 이용한 뺑소니 교통사고 예방 시스템이다. 본 시스템은 노면의 종류 및 기상 상태 등에 대한 정보를 수집하여 이를 바탕으로 운전자에게 안전 속도를 알려주는 모의 실험을 하였다. 본 논문은 센서 네트워크로부터 수집된 기상 정보를 활용하여 교통사고 예방을

위한 안전속도 계산 및 결빙구간에 자동으로 염화칼슘을 살포 할 수 있는 방법 및 시뮬레이션을 제안하였다. 시뮬레이션 결과, 첫째 USN 시스템 분야에서는 센서노드의 송신출력이 1mW 이하에서는 센서와 베이스 스테이션 사이의 최대통신거리는 70m였으며 그 이상의 거리에서는 수신률이 급격히 떨어졌다. 온·습도 센서는 표준치 보다 전반적으로 높게 측정되었으며 이는 보드에서 발생하는 열에 영향을 받은 결과이며 개별 센서의 데이터 보정이 요구되었고 센서의 민감도에 따라서는 보드와 센서를 별도로 분리하는 것이 필요하였다.

둘째, RFID(13.56MHz, 900MHz, 2.4GHz) 시스템 분야에서는 리더기의 최대인식거리는 900MHz는 75-90cm 였으나 그 외의 태그에서는 5-10cm 였다. 휴대형 리더기로 동시인식이 가능한가를 시험한 결과 900MHz에서 동시 인식 기능이 가능하지만 인접한 태그의 영향을 받아 오정보를 송신할 수 있으므로 이에 대한 적절한 대안이 필요하였다. 전력원으로 사용된 건전지(1200mA 3.6V, 3개를 병렬)의 수명은 센싱주기가 5분일 경우 이론적으로는 15일-20일이 지만 실험에서는 3-7일정도로 단축되었다. 이는 트리구조에서 자식노드가 부모노드를 찾지 못할 때 탐색과정에서 지속적으로 전력을 낭비한 결과이기 때문에 탐색효율성을 높이는 최적 알고리즘 연구가 필요하며 저렴하고 수명이 긴 건전지의개발이 병행되어야 한다.

뿐만아니라, RFID Tag 와 READER 기간의 각도가 25도 이상이 되었을때에 인식률이 많아 떨어졌다. 사실상 버스카드( 13.56 MHz) 에서도, 인식률이 70 -80 %로 급하게 승객이 카드를 대면 , 리더기에서 다시 카드를 읽혀 주십시오 라는 메시지가 나오듯이 인식률이 바코드보다 월등히 개선되지는 못했다. 그래서 본 연구를 분석한 결과, 인식

률 및 배터리 문제점을 해결하기 위해서 TAG를 일지 못하는 경우에는 바코드를 이중으로 부착하여 DUAL SENSING 을 하였다. 이러한 경우에는 배터리가 방전이 된 경우에도 내부 IC의 자체 예비 전력으로 인해 배터리 교체 없이 사용할 수 있다. 마지막으로,유비쿼터스기술의 핵심인 자동상황탐지(Context Awareness), 자율운영(Autonomic Computing), 자가성장(Self-Growing)을 이용해서 교통사고발생시 자동으로 운전자 혈액형 및 신원 자동파악을 하여서 병원에 후송될때 의사에게 과거 질병 기록을 송신할 수 있다면 , 환자 치료시에 많은 도움이 될것이다. 아울러서 향후 연구개발계획으로는 교통사고시에 비행기나 기차 예약정보를 검색해서 자동으로 취소하는 인공지능형 DB를 개발하면 교통사고 발생시에 유비쿼터스 기술은 많은 사람에게 유익한 기술로 각광을 받을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] CitySense: <http://citysense.net/>
- [2] 연합뉴스([www.yna.co.kr](http://www.yna.co.kr)), 강창구기자
- [3] 조인스 뉴스 -김태성기자([http://article.joins.com/article/article.asp?total\\_id=2477676](http://article.joins.com/article/article.asp?total_id=2477676))
- [4] 하원규, 김동완, 최남희, '유비쿼터스 총서, 유비쿼터스 IT혁명과 제3공간,' 전자신문사, 2002. 11.
- [5] IF Akyildiz, W Su, Y Sankarasubramaniam, E Cayirci, "A survey on Sensor networks," Communications Magazine, IEEE, Aug. 2002.
- [6] Holger Karl, Andreas Willig, "A short survey of wireless sensor networks," TKN Technical Report TCK-03-018, Oct. 2003.
- [7] 장병준, 이윤덕, "RFID/USN 기술의 텔레메틱스 활용 방안," IITA 주간 기술 동향 통권 1180호, 2005. 1
- [8] CitySense: <http://citysense.net/>
- [9] 진희채, 한은영, "텔레메틱스 서비스 발전 방향

및 관련 산업 동향,” 전자공학회지 제33권제 10호, 2006. 10

- [10] ZigBee Specification, ZigBee Alliance Std., 2005. [Online]. Available: <http://www.zigbee.org>
- [11] 하원규, 김동완, 최남희, ‘유비쿼터스 총서, 유비쿼터스 IT혁명과 제3공간,’ 전자신문사, 2002. 11.
- [12] 김완석, 박태웅, 이성국, ‘Ubiquitous Computing의 개념과 업계 동향,’ 한국전자통신연구원, 주간기술동향 제1035호, 2002. 2. 27.
- [13] 사카무라 켄, ‘유비쿼터스 컴퓨팅 혁명,’ 동방미디어, 2002. 8
- [14] 노무라종합연구소, ‘유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템,’ 전자신문사, 2003. 2.[2] 한국전자통신연구원, ‘유비쿼터스 컴퓨팅의 연구동향,’ 정책지원자료, 2002. 10. 7.



홍 유 식

- 1984년 경희대학교 전자공학과 (학사)
  - 1989년 뉴욕공과대학교 전산학과 (석사)
  - 1997년 경희대학교 전자공학과 (박사)
  - 1985년-1987년 대한항공(N.Y.지점 근무)
  - 1989년-1990년 삼성전자 종합기술원 연구원
  - 1991년-현재 상지대학교 컴퓨터공학부 교수
  - 2000년-현재 한국 퍼지 및 지능시스템학회 이사
  - 2004년-현재 대한 전자 공학회 ITS 분과위원장 대한 전자 공학회 컴퓨터소사이티 명예회장
  - 2001년-2003 한국 정보과학회 편집위원
  - 2001년-2003 한국 컴퓨터 교육산업학회 이사, 편집위원
  - 2004-현재: 건설교통부 ITS 전문심사위원
  - 2004-현재: 원주 시 인공지능신호등 심사위원
  - 2005-현재: 정보처리학회 이사
  - 2005-현재: 인터넷 정보학회 이사
  - 2005-현재: 정보처리학회 강원지부 부회장
  - 2006-현재: 인터넷 방송통신 학회 부회장
  - 2006-현재: 유비쿼터스 학회 부회장
  - 관심분야: 퍼지 시스템, 전문가시스템, 신경망, 교통제어
- 
-