

# 유비쿼터스 환경에서 교통자료 통합 모니터링 및 활용방안

## An Integrated Traffic Monitoring Method under Ubiquitous Transportation Environments



최새로나



주신혜



정은비



오 철

### 1. 서론

유비쿼터스 교통환경이란 이용자가 장소에 구애 받지 않고 실시간으로 공유되는 교통 요소간 연계 네트워크에 접속하여 원하는 정보를 주고받을 수 있는 완전한 네트워크 환경을 말한다. 현재 이러한 미래 교통환경 구현을 위해 범세계적으로 다양한 연구가 활발히 진행 중이다.

각종 첨단 IT 기술과의 접목은 자동차 및 도로 이용자의 안전성과 편의성을 획기적으로 증진시키고 있다. IT 기술 패러다임의 변화에 따라 시간과 장소의 제약 없는 실시간 정보에 대한 도로 이용자의 수요가 증가하고 있으며 이에 따라 수집자료의 신뢰성 증대 및 체계별 첨단 교통정보 가공 필요성

이 증가하고 있다.

유비쿼터스 환경에서 도로이용자 및 운영자의 수요를 만족시키기 위한 교통정보 제공을 위해서는 교통수단별 표준화된 자료수집 및 가공체계가 필요하다. 이를 위해서 향후 실현될 유비쿼터스 환경에서의 통합교통정보의 수집 및 가공을 통한 교통체계에 대한 모니터링 방안의 정립과 이력자료 관리시스템(ADMS : Archived Data Management System)의 개발이 필요하다.

각 교통체계의 교통특성관련 자료들이 미시적 수준으로 실시간 수집되어야 하며 수집된 자료가 일관성 및 신뢰성을 확보할 수 있도록 가공되어야 한다. 가공된 자료는 통합 데이터베이스인 이력자료 관리시스템에 저장되어 2차 가공을 통한 교통

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원과(NRF-2011-0029449) 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원(06-교통핵심-A01-01)에 의해 수행된 연구임.

최새로나 : 한양대학교 교통공학과, dusk48@hanyang.ac.kr, 직장전화:031-400-4503, 직장팩스:031-436-8147  
주신혜 : 한양대학교 교통공학과, noble0401@hanyang.ac.kr, 직장전화:031-400-4503, 직장팩스:031-436-8147  
정은비 : 한양대학교 교통공학과, jeb0120@hanyang.ac.kr, 직장전화:031-400-4503, 직장팩스:031-436-8147  
오 철 : 한양대학교 교통·물류공학과, cheolo@hanyang.ac.kr, 직장전화:031-400-5150, 직장팩스:031-436-8147

운영자 및 이용자의 요구를 반영한 다양한 정보로 제공되어야 한다. 또한 이력자료 관리시스템에 저장된 자료 및 정보들은 각 교통체계별 관리센터가 서로 유기적으로 연계되어 원활히 공유되어야 한다.

본 연구는 차량, 자전거 교통체계의 자료수집·가공, 정보 제공, 모니터링 방안과 교통안전 및 환경을 고려한 유비쿼터스 환경에서의 통합교통자료 관리체계 구축 방법론을 제시함을 목적으로 하였다.

연구 내용으로는 첫째, 차량관련 자료수집 및 정보제공체계를 소개하고 유비쿼터스 환경 기반의 모니터링체계 구축을 위한 발전방향을 제시하였다. 둘째, 미국, 유럽, 일본 등에서 지속가능한 교통체계의 핵심 요소로 정착시키기 위하여 활발히 연구되고 있는 분야인 자전거 교통체계에 대한 이력자료 관리시스템 구축 및 모니터링 방안을 제시하였다. 셋째, 실시간으로 도로 이용자의 운전행태에 대한 자료를 수집하여 정보를 제공함으로써 사고를 예방하고 사고발생시 심각도 저감을 위한 교통안전 모니터링방안을 제시하였다. 마지막으로 저탄소 녹색교통환경 실현을 위해서 실시간 탄소배출 자료수집 및 모니터링 방안을 제시하였다.

본 연구의 2장에서는 본 연구와 관련된 국내·외 기존문헌 및 연구를 종합적으로 검토하였으며, 3장에서는 각 교통체계별 이력자료 관리시스템의 체계와 활용방안에 대하여 제시하였다. 4장에서는 본 연구의 결론 및 향후 연구과제를 제시하였다.

## II. 관련문헌 검토

### 1. 차량 모니터링 관련

박수완 등(2011)은 일정한 시간 주기로 운전자, 차량, 도로 주변환경과 같은 다양한 영역으로부터 데이터를 동기화하여 수집하는 실시간 차량 모니터링 시스템을 제안하였다. 인지부하 실험 데이터 및 동기화 데이터 분석을 통하여 운전 부주의를 추론하고 시스템의 유효성을 입증하였다.

유희수 등(2011)은 차량에 탑재되는 차량정보

수집장치를 통해 차량 주행 중에 발생하는 운행, 고장, 이상정보를 실시간으로 수집 및 분석하였다. 또한 무선통신망을 통해 운전자가 사용 중인 개인 무선통신 휴대기기 및 중앙 관리 서버로 정보를 전송하여 차량 진단 및 모니터링이 가능한 시스템을 제시하였다.

임은천 등(2007)은 물류 출하 관제 서비스를 위한 효율적인 GPS 기반의 차량 모니터링 시스템을 설계 및 구현하였다. GPS가 내장된 PDA를 통해 클라이언트의 위치를 획득하고, CDMA망을 기반으로 클라이언트-관제서버간 통신을 통하여 물류차량의 이동 경로 관리 및 검색이 가능하다고 제시하였다.

송병환(2001)은 GPS와 RF통신을 이용하여 주변차량 모니터링시스템을 제안하였다. GPS수신기를 이용하여 차량의 위치를 파악하고, 이를 RF통신을 통해 차량들이 서로의 위치를 인식하도록 하는 충돌검지경고 시스템을 제시하였으며, 이러한 정보를 LCD화면에 나타냄으로써 그 활용도를 높이는 방안을 고안하였다.

### 2. 안전 모니터링 관련

Horrey et al.(2011)은 차량에 탑재되어 있는 모니터링 장비(on-board devices)가 운전자의 운전행태에 미치는 영향 및 기술동향에 대하여 검토하였다. 또한 운전자와 차량 내부 장착 시스템 간의 상호관계를 모니터링 할 수 있는 모니터링 시스템의 구성 및 흐름을 제시하였다.

Wang et al.(2010)은 다양한 센서로부터 수집되는 차량관련 파라미터, 운전자의 생체적인 자료, 운전자의 행동특성을 입력자료로 사용하여 통계적인 모델링을 통해 운전 위험을 예측함으로써 실시간 운전 위험도를 예측하는 시스템을 개발하였다.

오철 등(2009)은 실시간 주행환경에서 교통사고를 유발할 수 있는 위험한 교통상황을 검지하고 경고정보를 운전자에게 제공하여 운전자의 회피

행동을 효율적으로 유도할 수 있는 경고정보시스템을 제안하고, 교통사고 개연성을 계량화해서 나타낼 수 있는 Surrogate Safety Measure (SSM)를 도출하여 제안한 시스템의 구현을 위한 정보처리 및 가공기법을 개발하였다.

김준형 등(2008)은 차량 간 안전거리와 충돌에너지 개념을 이용하여 실시간 모니터링 환경에서 차량추종 및 차로변경 이벤트 발생 시 안전도를 평가할 수 있는 방법론을 개발하였다.

배기만 등(2008)은 운전상태 및 차량의 상태를 모니터링하기 위한 센서시스템과 차량 내 컴퓨터와 중앙관제 시스템의 연계에 관하여 연구를 수행하였으며, 탱크로리 운행에 관한 안전 모니터링 시스템을 제안하였다.

Wouters et al.(2000)은 차량정보기록(Vehicle Data Recorder)을 통해 운전자의 운전행태를 모니터링 하여 피드백을 제공하는 시스템을 제안하였으며, 현장실험을 통해 개별차량의 주행정보를 수집하고 사고자료와의 분석을 통해 약 20%의 사고감소효과를 추정하였다.

### 3. 환경 모니터링 관련

최삼길 등(2010)은 네트워크 기반하에 실내 공기질 관리 센싱 메커니즘 구성도를 구현하고 향후 환경 모니터링 시스템의 활용방안을 제안하였다. 유비쿼터스 기반 센서를 통해 수집된 데이터를 기반으로 VCOs와 CO<sub>2</sub>의 농도 및 온도를 실시간으로 전달하여 공기상태를 측정하였다.

최형림 등(2010)은 IP-RFID 기술을 이용하여 항만 터미널 내 물류장비(컨테이너 트럭, 하역장비 등)의 탄소배출량을 실시간으로 관리할 수 있는 모니터링 시스템을 개발하고자 하였다. 각 장비에 Tag를 부착하여 IP통신을 통해 물류장비별 탄소배출량 관리가 가능하며 운전자도 실시간으로 장비의 탄소배출량을 확인할 수 있다고 제시하였다.

Kimbrough et al.(2008)은 인근 고속도로의 대기오염 정도를 측정하고 모니터링 하기 위한 단

계적 방안을 제안하였으며 이는 환경 관련 의사결정을 지원할 대기 오염 데이터를 지원한다고 제시하였다.

이헌창 등(2008)은 수도권 일대 대도시를 중심으로 대기질의 모니터링 및 예측 모델링을 수행하는 시스템 개발을 통하여 오존 확산특성 규명 및 기초적인 모델링을 정립하였으며 대기질의 실시간 모니터링 및 예측 경보시스템을 구현하였다.

최성득 등(2007)은 Measurement of Pollution in The Troposphere(MOPOTT)를 이용하여 CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub> 측정 원리를 소개하고 CO 모니터링 예를 제안하였다.

Mellios et al.(2006)은 도심부 배기가스 및 대기 질을 측정하기 위하여 확인할 사항들을 제안하였다. 본 연구에서 제안한 배기가스 모형인 TRENDS는 CO, NO<sub>x</sub>, PM10 등을 측정하고 배기가스 비율을 추정하여 최종적으로 Traffic emission ratio를 제공한다.

### 4. 자전거 모니터링 관련

Chapman과 Noyce(2010)은 video format 과 ultrasonic distance sensor를 통해 자전거-추월차량의 상호작용 자료를 구축하여 자전거와 추월차량에 대한 자료를 보다 쉽게 수집하는 방안 에 대해 제시하였다.

김의명(2010)은 블루투스를 지원하는 저가형 GPS로거를 사용하여 시·공간적 정보 및 이용자 정보(체중) 데이터를 취득하였다. GPS로거 정보를 이용하여 이용자 측면의 저탄소 녹색성장 기반의 서비스를 할 수 있는 방안을 제시하였다.

정성학(2010)은 유비쿼터스 센서 네트워크의 융합기술을 활용하여 자전거 시설물의 보안과 안전 기능을 향상시키는 목적으로 유니버설 센서 네트워크 기술을 활용한 U-bike 시스템 개발에 대한 연구를 수행하였다. 또한, USB를 활용한 자전거 및 시설물의 안전 인프라 구축방안을 제시하였다.

이정환 등(2009)은 스마트폰을 이용한 자전거

GPS에 관한 연구에서 효과적인 자전거 운동을 위한 스마트폰-GPS 연계 자전거를 개발하였다. C를 이용하여 기본 폼을 구현하고 이를 스마트폰에 적용시켜 상용화된 자전거 GPS와 비교하였다.

### 5. 관련문헌 검토 결과

본 연구와 관련된 관련 기존문헌을 종합적으로 검토한 결과, 일부 특정한 연구목적에 위하여 교통 관련 실시간 데이터를 수집 및 분석하여 결과를 제시한 연구는 국내외에서 활발히 진행되어 왔다.

그러나 교통관련 분석 또는 정책에 전반적으로 활용될 수 있는 차량, 안전, 환경, 자전거 등의 데이터를 유비쿼터스 기반 센서들을 통하여 실시간으로 수집하고 처리 및 가공하여 운전자 및 이용자에게 정보를 제공하는 통합 체계를 제시한 연구는 부족한 것으로 나타났다. 또한 이들 데이터를 통합적으로 저장 관리하는 이력자료 관리시스템에 관한 연구도 부족한 것으로 나타났다.

## III. 차량 이력자료 관리시스템 및 모니터링

### 1. 개요

차량 모니터링은 다양한 검지체계를 통해 수집된 자료를 가공·처리함으로써 정보화하여 도로 이

용자 및 운영자에게 제공하는 과정을 의미한다. 차량 이력자료 관리시스템은 이러한 차량 모니터링을 하기 위하여 교통자료 및 정보를 통합 저장 및 관리하는 시스템을 의미한다.

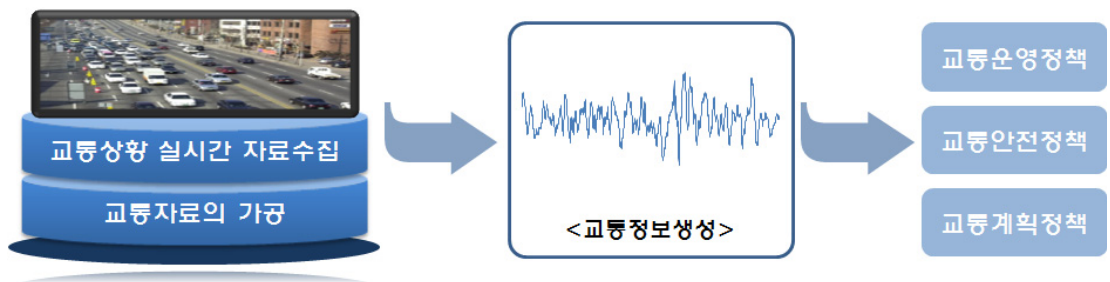
차량 이력자료 관리시스템을 통하여 교통안전 증진 및 소통제고를 위한 전략 수립시 의사결정을 지원하고 운영관리 효율성을 제고할 수 있다. 차량 모니터링 체계의 예시는 <그림 1>과 같다.

본 연구에서는 차량관련 자료수집 및 정보제공 체계를 소개하고 유비쿼터스 환경 기반의 모니터링체계 구축을 위한 발전방향을 제시하였다.

### 2. 자료수집 및 처리·가공

차량 교통정보 자료는 차량용 검지기, CCT(V1), DSRC<sup>2)</sup> 등의 ITS<sup>3)</sup> 시설물을 통해 수집된다. 수집된 자료는 자료처리 과정과 자료 집계과정을 거쳐 이용자 서비스를 통해 제공된다. 다양한 ITS 시스템을 통해 수집할 수 있는 자료로는 시간속성, 공간속성, 교통속성(교통량, 속도, 점유율) 등이 있으며, 이러한 원시자료를 실시간으로 수집하고 가공하여 운영목적에 따라 다양한 정보를 생성할 수 있다.

차량용 검지기는 루프검지기, 영상검지기 등이 있다. 루프검지기는 노면에 매설하여 차량을 검지하는 시스템이며, 영상검지기는 영상 내의 검지영



<그림 1> 차량 모니터링 체계 예시

1) Closed Circular Television, 폐쇄회로 텔레비전  
 2) Dedicated Short Range Communication, 근거리 전용통신  
 3) Intelligent Transportation System, 지능형 교통시스템

역을 통과하는 차량의 자료를 수집하여 모니터링 하는 시스템이다. 루프검지기 및 영상검지기를 통해 교통량, 속도, 점유율 등의 자료를 수집할 수 있으며, 수집된 자료는 실시간으로 중앙 관리센터로 전송되어 교통소통, 운영관리 측면에서 활용될 수 있다. 또한 최근 하이패스 단말기 등의 보급률이 확산됨에 따라 개별차량의 통행정보를 수집할 수 있게 되었으며, DSRC를 통해 수집된 자료는 차량용 검지기 자료를 보완하여 더욱 신뢰성 있는 자료를 형성한다.

다양한 방법으로 수집된 차량 정보는 교통관리 센터로 전송되어 가공된다. 교통량, 속도, 점유율을 통해 도로의 소통상황을 판단하고, 자료의 패턴 분석을 통해 교통사고, 위험상황 판단 등에 활용될 수 있다.

### 3. 모니터링 및 활용방안

차량 이력자료 관리시스템은 도로 및 교통계획, 교통운영 및 교통관리, 교통안전등의 다양한 교통 분야에 활용되고 있다.

도로 및 교통계획 분야에서는 반복정체 구간을 선정하여 도로의 확장 또는 신설 계획을 수립할 수 있다. k-factor 및 d-factor, 연평균, 일평균, 주간평균, 월평균 등의 다양한 집계간격을 기반으로 한 교통량 통계를 활용하여 도로신설시 차로 수 추정에 활용된다.

OD 및 통행시간 등을 이용하여 교통수요분석 및 예측을 수행에 이용되며, 차로별 교통패턴 비교 분석과 소통상황 분석을 통한 보다 합리적이고 실효성 있는 교통관리전략 수립에 기여한다.

교통운영 및 관리 분야에서는 검지기에서 수집되는 속도자료를 이용하여 제한속도의 적정성평가 및 새로운 교통관리전략의 효과분석 등에 활용된다. 또한 실시간 돌발상황관리를 통해 안전성 향상 및 소통향상에 기여한다.

교통안전분야에서는 교통사고발생건수 및 교통

사고율, 속도의 변동량 등을 활용하여 사고심각도 감소 및 사고예방 전략을 수립한다. 또한 사고자료 및 교통류자료를 통해 교통사고 원인 및 교통사고와 교통 패턴과의 상관성을 분석하여 교통안전성 평가 및 안전관리 지원이 가능하다.

현재 차량 이력자료 관리시스템의 활용은 1차 가공자료를 통한 분석 및 정책수립이다. 효과적인 차량 모니터링을 위한 차량 이력자료 관리시스템 구축을 위해서는 차량의 주행패턴 및 통행관련 정보를 수집해야 한다. 다양한 검지체계 및 모니터링 활용방안을 모색한다면 더욱 진보된 모니터링이 가능하며, 차량 이력자료 관리시스템의 실효성이 향상할 것으로 판단된다.

## IV. 교통안전 이력자료 관리시스템 구축 및 모니터링

### 1. 개요

교통안전 모니터링은 차량 장착장비(AOBU<sup>4)</sup>)와 도로노변장치(ARSE<sup>5)</sup>)를 이용하여 개별차량의 주행행태 자료를 실시간으로 수집하고 분석하여 대상구간의 안전도를 평가하고 운전자에게 경고정보 및 도로의 위험도 및 안전정보를 제공하는 시스템을 말한다. 또한 교통안전 이력자료 관리시스템은 보다 효과적으로 교통안전 모니터링 시스템을 운영 및 활용하기 위해 실시간으로 수집된 개별차량의 주행행태 자료 및 위험운전 자료를 유비쿼터스 환경 기반의 중앙센터(UTC<sup>6)</sup>)에서 가공·관리하는 시스템이다.

차량 장착장비에서 수집되는 개별차량 정보를 이용하여 실시간으로 위험운전 정보를 생성한 후, 차량-차량 간, 차량-인프라 간 무선통신을 통해 센터로 정보를 전달한다. 센터에서는 전송된 정보를 이용하여 교통안전을 모니터링 하기위한 지표값을 산출하여 모니터링 센터 화면에 표출한다. 또한 운

4) AOBU : Advanced On Board Unit, 차량 장착장비

5) ARSE : Advanced Road Side Equipment, 도로노변장치

6) UTC : Ubiquitous Transportation Center, 중앙센터

영자 맞춤형 정보로 센터 화면을 구성함으로써 교통안전 이력자료 관리시스템에 저장·관리하는 정보를 이용한 관련 정책 개발을 통해 도로 구간의 위험도 평가 및 운영·관리가 가능하다.

본 연구에서 제안하는 유비쿼터스 환경에서 교통안전 모니터링 체계의 예시를 <그림 2>에 제시하였다.

## 2. 자료수집 및 처리가공

교통안전 모니터링을 위한 시스템 구성요소는 차량내부 장착장비와 인프라로 구분할 수 있다.

차량내부 장착장비의 경우에는 GPS<sup>7)</sup>수신기와 관성측정장치(IMU<sup>8)</sup>)를 포함하며, 차량-차량 간, 차량-인프라 간 무선통신이 가능한 AOBU 장치를

이용한다. AOBU 내부에 장착되어 있는 GPS에서 차량의 속도 및 위치정보를 수집하며, IMU를 통해 차량의 x축, y축, z축의 가속도·각속도 자료를 수집할 수 있다. AOBU에서 수집된 자료는 차량-인프라간 통신을 통해 센터로 전달되어야 하는데, 이때 차량-인프라간의 무선통신이 가능한 도로노변장치인 ARSE가 필요하다.

각 개별 차량에 대하여 GPS와 IMU를 통해 실시간으로 수집된 자료들은 위험운전<sup>9)</sup> 판단 알고리즘을 통해 개별차량의 위험운전 여부에 관한 정보로 가공된다. 가공된 개별차량의 위험운전정보는 차량-차량간 무선통신을 통해 위험운전 주체차량 및 인접차량에 경고정보로써 제공되며, 개별차량 주행궤적 자료 및 위험운전정보는 차량-인프라간 무선통신을 통해 센터로 전송된다.



<그림 2> 교통안전 모니터링 체계 예시

7) GPS : Global Positioning System

8) IMU : Inertial Measurement Unit

9) 위험운전은 인접 차량에 위험상황을 유발할 수 있는 운전행태로 급가속, 급감속, 급차로변경, 급선회, 사행운전 등이 있다.

센터로 전송된 자료 및 정보는 센터 내에서 집계되어 교통안전을 나타내는 지표로 가공되며, 구간의 위험도를 나타내는 지표로써 센터 화면에 표출된다. 센터 화면에서 시간대별, 일별 등으로 다양하게 표출되는 운영 소프트웨어 개발을 통하여 운영자 맞춤형 자료를 조회 및 저장할 수 있으며, 운영자가 상습위험구간이나 사고위험구간을 관리하고 이용자에게 사전 정보를 제공할 수 있도록 이력자료 관리시스템을 구축하여 보다 효과적인 교통안전 모니터링 기능을 수행 할 수 있다.

### 3. 모니터링 및 활용방안

유비쿼터스 기반 교통안전 모니터링은 개별차량의 주행행태를 실시간으로 감시하여 대상구간의 안전도를 평가하고 위험구간으로 판단될 경우 운전자에게 경고정보를 제공하거나 운영 소프트웨어를 통해 운영자에게 표출하는 일련의 과정을 말한다.

교통안전 모니터링 지표는 운영자 및 이용자 맞춤형 정보로 재가공된다. 이렇게 생성된 정보를 통합저장·관리하여, 센터 내의 모니터링 화면에 구간의 위험도를 표출함으로써 실시간으로 모니터링이 가능한 환경을 제공 할 수 있으며, 운영자 및 이용자가 필요로 하는 정보제공이 가능한 데이터베이스를 구축할 수 있다.

센터에서 생성된 구간 위험도 및 위험운전 정보는 센터 모니터링 화면에 실시간으로 정보를 표출하여 운영자가 쉽고 빠르게 도로교통을 관리 할 수 있도록 제공될 수 있다. 또한 다양한 형태의 이력자료 관리를 통해 운영자 맞춤형 정보로써 제공된다. 또한 센터에서 위험한 도로 구간 또는 돌발상황 발생시 무선통신을 통해 센터에서 각각의 ARSE로 전달되고, ARSE는 센터로부터 수신한 정보를 개별차량에 전달하여 차량 내부에 설치된 휴대폰 및 내비게이션 단말기 등을 통해 실시간으로 이용자 맞춤형 정보로써 제공될 수 있다.

따라서 센터에서의 교통안전 모니터링은 운영자 및 이용자가 주어진 도로구간의 위험도 또는 차량

들의 주행상태를 알 수 있도록 구축되어야 한다. 구축된 교통안전 모니터링 화면은 시간대별, 일별, 위험운전 발생 유형별로 표출할 수 있으며, 이용자 본인이 선택한 정보를 한눈에 볼 수 있도록 센터 자료가 구축되어야 한다. 또한 센터에서는 이력자료를 제공함으로써 실시간, 시간대, 일별, 이력자료 등을 날짜 및 구간을 다양하게 선택하여 도로의 위험도를 모니터링 할 수 있다.

교통관리센터에서 생성된 교통안전 관련 정보는 도로 이용자 및 운영자에게 상습위험구간 또는 사고위험구간을 제공함으로써 각종 도로관리전략 및 운영방안을 수립할 수 있다. 이는 실시간으로 대상구간의 안전도를 평가함으로써 교통안전 기본계획 및 수립, 관련 정책의 평가에 효과적으로 활용될 수 있다. 또한 지속적인 모니터링 및 분석·평가를 통해 이용자 및 운영자에게 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

본 연구에서 제시한 교통안전 모니터링 기법은 개별차량의 위험운전 정보를 센터에서 집계하여 대상구간을 모니터링 하는 기법이기 때문에, 개별 차량의 운전행태를 모니터링 할 수 있다. 따라서 버스 운전자들의 안전운전을 유도하여 대중교통 서비스의 질을 향상시키며, 사고를 미연에 방지하고, 위험구간을 파악하여 대중교통 노선 수립 시 유용하게 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

또한 모니터링 정보를 인프라-차량 간 무선통신을 통해 개별차량에게 도로의 상황을 전달함으로써 보다 정밀한 도로의 위험운전 상황이나 돌발상황 정보제공을 통해 대형 연쇄추돌 사고 및 이로 인한 정체 예방에 기여할 것으로 기대된다.

## V. 교통환경 이력자료 관리시스템 구축 및 모니터링

### 1. 개요

교통환경 모니터링은 도로네트워크 및 지역의 탄소배출 현황을 도로 주변에 설치된 센서를 통하

여 수집하고 정보화하여 이용자에게는 노출된 탄소배출 수준에 대한 정보를 제공하고 운영자에게는 관련 정책개발을 지원하는 일련의 과정을 말한다. 탄소배출 관련 정보를 수집·가공·관리하는 자료수집체계, 자료가공 및 처리체계, 첨단제어 및 정보제공 체계로 구성되어 저탄소 녹색성장을 위한 교통관리전략 및 운영시스템을 개발 및 시행을 위한 핵심적인 역할을 수행한다.

교통환경 이력자료 관리시스템은 교통환경 모니터링을 위하여 개별차량 또는 광역 탄소배출 수집자료 및 자료가공을 통하여 생성된 정보를 효율적으로 저장·관리하는 시스템을 말한다.

이러한 교통환경 이력자료 관리시스템을 기반으로 한 교통환경센터는 기존 교통관리센터 기능과의 통합 운영체제 구축을 통하여 교통혼잡 관리 및 탄소배출 모니터링의 기능을 수행할 수 있다. 교통환경 모니터링의 체계 예시는 <그림 3>과 같다.

## 2. 자료수집 및 처리·가공

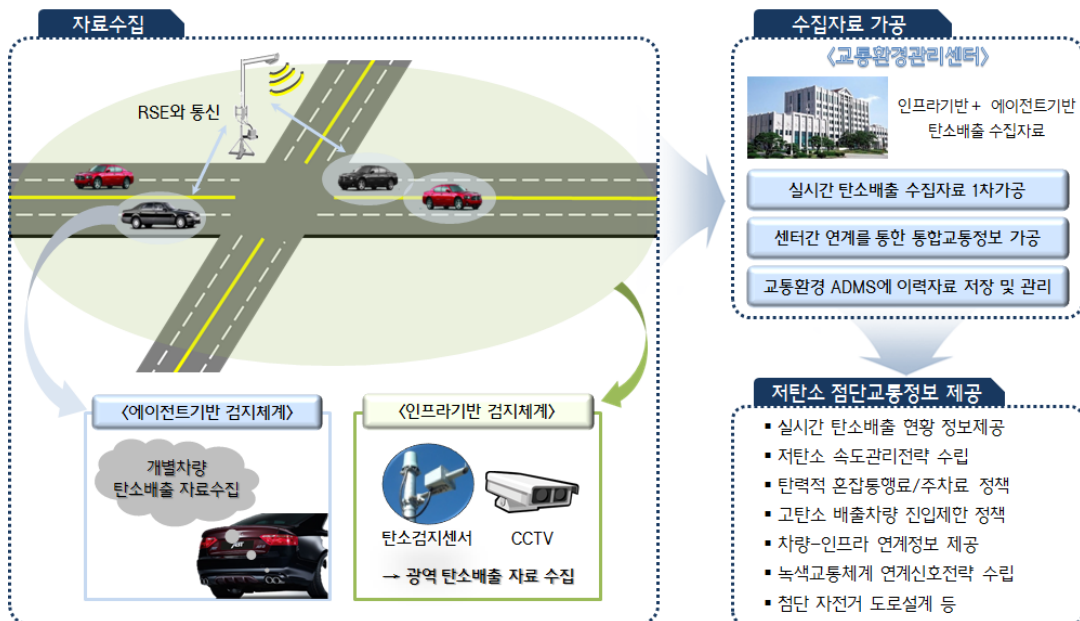
교통환경 관련 자료의 수집은 에이전트 기반 검

지체계와 인프라 기반 검지체계로 분류된다. 에이전트 기반 검지체계는 개별차량에 부착된 탄소배출 센서를 통하여 차량별 탄소배출 자료가 수집된다.

수집된 자료는 도로노변장치와 통신하여 센터로 전송된다. 또한 탄소검지센서, CCTV 등의 인프라기반 검지체계를 통하여 단일 교차로, 단일로, 교통축 등 광역 탄소배출 자료를 수집할 수 있다.

에이전트 및 인프라기반센서에서 수집된 자료들은 교통환경 관리센터로 전송되어 수집자료 1차 정보가공, 센터간 연계를 통한 통합교통정보 가공의 처리를 통하여 양질의 자료로 가공된다. 이러한 자료들은 교통환경 이력자료 관리시스템에 통합저장·관리한다.

교통환경 이력자료 관리시스템에 저장된 교통환경 이력자료를 활용하여 교통환경 관리센터에서는 사용자 및 운영자에게 실시간 탄소배출현황, 친환경 속도정보 등의 저탄소 첨단교통정보를 제공할 수 있다. 또한 교통체계별 관련 기관과의 유기적인 연계를 통하여 각종 첨단 저탄소 교통관리전략을 수립할 수 있다.



<그림 3> 저탄소 교통환경 모니터링 체계 예시



### 3. 모니터링 및 활용방안

교통환경 이력자료 관리시스템에 저장된 통합교통자료를 활용하여 탄소배출 최소화를 위한 도로 설계, 교통계획, 교통운영, 법제도 등 첨단 저탄소 교통관리전략 및 정책을 수립할 수 있다.

실시간 탄소배출 현황 모니터링을 통하여 탄소배출량을 최소화할 수 있는 가변제한속도(Variable Speed Limit)를 시행할 수 있다. 에이전트 기반 검지체계를 이용한 개별차량 탄소배출량을 수집하여 고탄소 배출차량 진입제한 정책 및 주차료, 혼잡통행료 징수 정책 등에 활용할 수 있다. 인프라 기반 검지체계를 이용한 교차로, 단일로, 교통축 등의 광역 탄소배출량을 수집하여 녹색교통체계 연계신호 제공 등에 활용할 수 있다.

## Ⅵ. 자전거 이력자료 관리시스템 구축 및 모니터링

### 1. 개요

자전거 모니터링은 자전거 주행환경 자료 및 자전거 교통사고 자료를 정보화하여 실시간 또는 주기적인 자전거 교통관리를 통해 운영자에게는 관련 정책 및 시설계획시 의사결정을 지원하고 도로운영관리 효율화에 기여한다. 또한 이용자 중심의 실시간·지능형 서비스를 제공하여 자전거 이용활성화에 기여할 수 있으며 이용자-인프라가 연계되는 다양한 서비스로 확대·시행을 가능하게 한다.

자전거 이력자료 관리시스템은 인프라 및 에이전트기반의 검지체계를 통한 on-line 주행자료와 off-line 교통사고자료를 가공·처리한 후 효과적으로 데이터베이스화 하기위한 시스템이다.

인프라 및 에이전트 기반의 검지체계를 이용한 정확하고 신뢰성 있는 자전거의 주행궤적 및 개별 자전거 주행특성을 추출하여 추가분석을 위한 자전거 교통자료 DB를 구축한다.

자전거 이력자료 관리시스템을 이용하여 자전거 이용자 및 공공자전거 운영자에게 필요한 주행정보 및 이동경로, 대중교통연계정보, 자전거 OD 등의 정보를 제공할 수 있다. 자전거 이력자료 관리시스템은 단순한 주행정보 저장 수준을 벗어나 다양한 자전거·타수단 연계 관련 정책수립 및 기술개발시 효과분석, 모니터링을 통한 주행환경평가 등의 지원가능한 원천정보로 활용가능하다.

본 장에서는 자전거 교통체계의 인프라 및 에이전트 기반 검지체계를 통해 자료를 수집하고 처리·가공 방안과 모니터링 및 이력자료 관리시스템 구축방안을 제안하였다. 자전거 모니터링의 전반적인 체계 예시를 <그림 4>에 제시하였다.

### 2. 자료수집 및 처리·가공

효과적인 자전거 모니터링을 위한 이력자료 관리시스템 구축을 위해서는 자전거의 주행패턴 및 통행관련정보를 미시적으로 수집하여야 한다. 따라서 자전거 트랙킹기반 인프라 및 에이전트 검지체계를 이용하여 자료를 수집한다.

공공자전거 분야에서는 공공자전거에 스마트 단말기를 장착하여 단말기를 통한 공공자전거 관련 자료를 수집할 수 있다. 또한 자전거교통사고 관련자료는 경찰청의 사고자료 연계를 통해 자전거 교통관리센터에서 데이터베이스를 구축할 수 있다.

#### 1) 인프라기반 검지체계를 통한 자료수집

인프라기반 검지체계에는 루프검지기, 영상검지기 등이 있다. 루프검지기는 노면에 매설하여 설정된 검지영역 통과 혹은 정지된 자전거로 인해 발생하는 인덕턴스(Inductance)변화로 자료를 수집한다. 영상검지기는 영상내의 검지영역을 통과하는 자전거의 자료를 수집하고, 현장의 자전거 주행 이미지 분석을 통한 모니터링이 가능하다. 루프검지기 및 영상검지기를 통해 교통량, 속도, 점유율 등을 수집한다.

## 2) 에이전트기반 검지체계를 통한 자료수집

에이전트기반 검지체계에는 관성센서, GPS수신기 등이 있다. 관성센서는 자전거의 3축 가속도 및 각속도를 이용하여 자전거의 주행자료를 수집할 수 있다. 이는 개별자전거의 주행특성을 반영한 자료가 수집가능하다는 점에서 루프검지기 등의 인프라기반 검지체계와 비교하였을 때 보다 미시적인 분석이 가능하다. 관성센서를 통하여 수집한 자전거의 주행자료를 이용하여 자전거이용자의 주행특성 뿐만 아니라 실시간으로 낙상(Falling) 등의 위험상황을 판단할 수 있다.

GPS수신기를 통하여 위도, 경도, 고도, 속도, 주행궤적 등의 자료를 수집한다. 개별자전거의 속도는 이동성을 평가할 수 있는 지표로 활용 가능하다.

관성센서와 GPS수신기가 통합된 스마트단말기를 통해 수집된 자료를 이용하여 이용자의 주행특성뿐만 아니라 구배, 노면상태 등의 주행환경자료로 가공이 가능하다. 노면상태에 따라 관성센서의 3축 가속도(x축가속도, y축가속도, z축 가속도) 및 3축 각속도(Roll, Pitch, Yaw)가 달라지므로 노면 포장재의 종류, 장애물, 과속방지턱, 노면깨짐, 구배, 상충위험 등의 전반적인 자전거 주행환

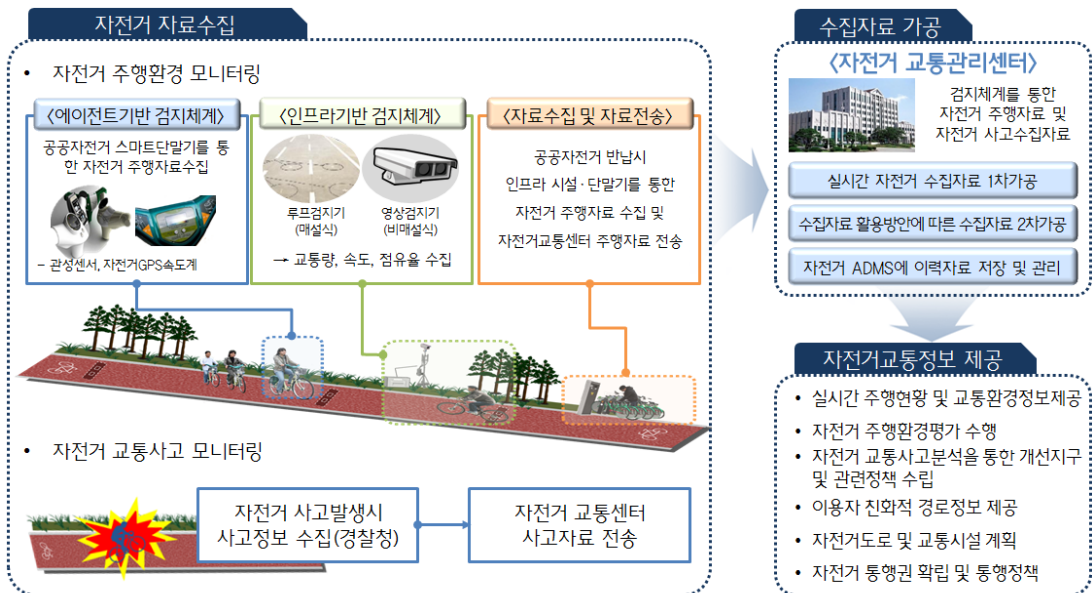
경에 대한 자료를 수집할 수 있다.

또한 공공자전거의 스마트단말기 활용한 개별자전거 주행자료의 수집은 운영자 중심의 실용화 모니터링기술에 활용가능하며, 이용자 중심의 주행환경개선 및 정책수립에 기여한다.

공공자전거 이용자가 공공자전거 거치대에 자전거 반납시 거치대에 설치된 단말기를 통해 공공자전거에 수집된 개별 주행자료가 자전거교통관제센터로 전송된다. 수집되는 자료는 관성센서의 3축 가속도·각속도, 속도, 주행경로 자전거 OD등의 자료수집이 가능하다.

인프라 및 에이전트기반 검지체계를 통해 수집된 원시데이터는 처리 및 가공과정을 거쳐 데이터베이스화한다. 수집된 원시자료는 결측자료 및 단위환산, 오차 제거 등의 보정 및 처리과정을 거친다. 결측처리과정 및 평활화 처리과정을 통해 원시 자료를 보정한다.

보정된 자료를 이용하여 단위구간기준 등의 집계단위별 대푯값을 산출한다. 여기서 집계단위는 데이터의 신뢰성 향상 및 데이터 활용방안에 따라 적정 집계간격 설정이 필요하다. 집계단위별로 자료가공 및 데이터베이스화 되어야 하며, 집계간격



〈그림 4〉 자전거 모니터링 체계 예시

에 따라 자료의 활용방안이 달라진다.

수집자료의 활용방안에 따라 자전거 주행행태, 자전거 AADT, 자전거 OD, 도로 노면평탄성, 사고정보 등으로 1차 가공된 자료는 2차 가공을 통하여 자전거 k-factor, d-factor와 자전거 주행환경 평가지표, 시설평가지표, 주행행태지표, 사고위험지표, 이용환경평가지표로 가공된다.

### 3. 모니터링 및 활용방안

#### 1) 자전거 주행환경 모니터링

1차 및 2차 가공된 자료인 자전거 교통량, 자전거 통행시간, 도로 및 시설 평가지표 등을 이용하여 속도, 쾌적성, 주행안정성, 자전거 이용률, 자전거 이용자 안전성 및 자전거 시설에 대한 정기적인 모니터링을 수행한다.

이러한 모니터링은 이용자 만족도 조사 등을 실시하여 이용자들의 의견수렴을 통한 이용자 중심의 자전거 환경으로, 또는 공공자전거 이용환경 개선 등에 활용 가능하다. 주행행태 모형, 이용환경 평가모형 등을 개발하여 이용자 친화적 자전거 정책 및 공공자전거 인프라 구축 등의 장기적이고 체계적인 관리를 수행한다.

이와 같이 자전거 트래킹기반 모니터링은 수요자 니즈(needs)를 반영한 자전거 모니터링 및 교통정보제공, 정책반영에 기여한다.

#### 2) 자전거 사고 데이터 모니터링

자전거 사고의 경우 사고 날짜, 사고 위치, 주변 도로 상황 등에 대한 데이터 수집·관리를 통하여 사고 원인을 파악하고, 자전거 사고 데이터베이스를 구축하여 지속적인 모니터링을 실시한다. 자전거 사고 다발지역의 경우, 이용자·인프라를 고려한 사고 원인분석을 통하여 사고 예방 및 도로 환경 등의 구조적인 문제점에 대한 개선안을 제시할 수 있다.

## Ⅶ. 결론

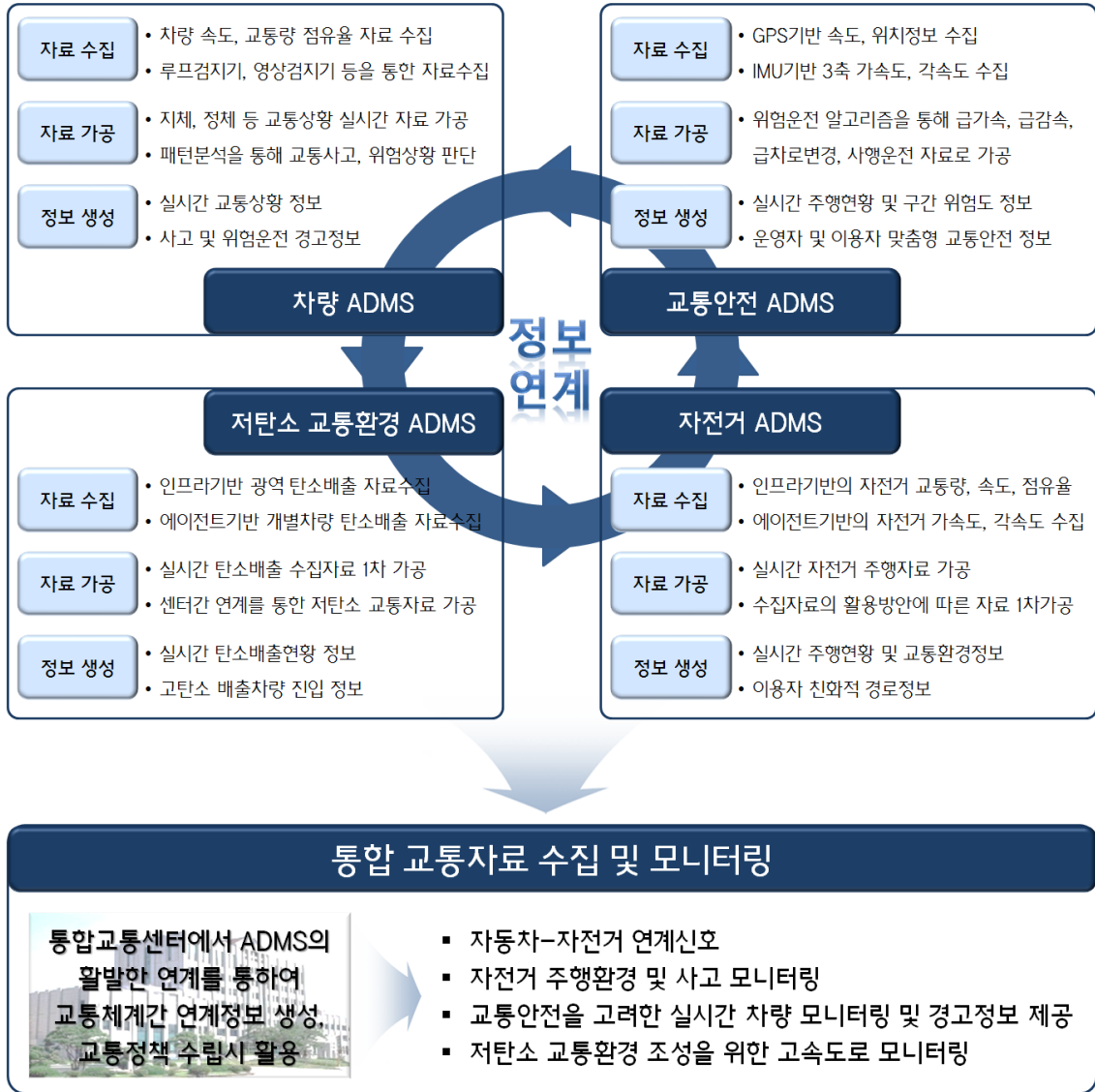
본 연구에서는 향후 유비쿼터스 환경에서 통합 교통자료의 원활한 수집 및 저장을 위한 각 교통체계별 이력자료 관리시스템 체계와 효과적인 교통정책 마련을 위한 모니터링 방안을 제안하였다. 체계별 자료수집방안, 자료가공방안, 정보제공방안 및 정책 활용방안을 제시하였다. 자료의 단순 저장 수준을 벗어나 다양하고 효과적인 통합교통 정책 수립 및 기술 개발시 활용될 수 있는 통합교통 이력자료 관리시스템의 체계를 제시하였다.

교통자료 통합 모니터링 체계 예시를 나타낸 <그림 5>와 같이 차량, 교통안전, 교통환경, 자전거 이력자료 관리시스템을 구축하여 정보연계를 통한 통합 교통자료 수집 및 모니터링이 가능하다. 자동차-자전거 연계신호, 교통안전을 고려한 차량 실시간 모니터링 및 경고정보 제공, 저탄소 교통환경 조성을 위한 고속도로 모니터링 등 연계 교통정보 생성 및 정책을 수립할 수 있다.

또한, 교통체계간 소통진단, 교통운영 효율화, 안전성 향상, 탄소저감 등을 위한 신뢰성 있는 자료분석 결과를 제공할 수 있어 체계별 교통정책 또는 체계간 연계 교통정책 수립시 의사결정을 지원하고 도로 운영관리 효율성을 증진시킬 수 있다.

유비쿼터스 환경에서 교통자료를 이용하여 차량, 자전거 및 교통안전 및 환경을 고려한 통합 모니터링을 실제로 구현하기 위해서는 먼저 각 교통체계가 네트워크를 통하여 유기적으로 연계되어야 한다. 차량, 자전거, 보행자, 도로 등의 인프라, 운영자 등이 항상 온라인 상태로 유지되어 실시간 자료수집 및 정보연계가 가능해야 한다.

차량의 경우 개별차량의 운전행태에 대한 정보를 실시간으로 수집할 수 있는 AOBU가 필요하며 위험운전 검지를 위한 알고리즘 개발에 대한 연구가 필요하다. 또한 효과적이고 안정적인 모니터링을 위해서는 AOBU의 높은 보급률이 필요하기 때문에 차량 내 장착장비의 보급률을 높이기 위한 방안을 모색해야 할 것이다.



〈그림 5〉 교통자료 통합 모니터링 체계 예시

저탄소 교통환경에서는 개별차량 탄소배출 검지 센서와 광역 탄소검지센서의 개발 등을 통하여 실시간으로 개별차량 및 도로 네트워크의 수준별 탄소배출 현황에 대한 자료수집이 가능해야 한다. 저탄소 교통환경 이력자료 관리시스템에 저장·관리되는 자료를 활용하여 탄소배출 최소화를 위한 각종 교통관리전략에 활용될 수 있도록 지속적인 연구도 수행되어야 할 것이다.

자전거의 경우 자전거 통행행태에 대한 자료수

집이 가능하도록 인프라기반 검지체계가 구축되어야 하며 관성센서, 자전거 GPS, 자전거 내비게이션 등에서도 원활한 자료수집이 가능하도록 에이전트기반 검지체계 기술개발이 필요하다. 또한 자전거 이용자 실태조사 및 주행행태 분석, 공공자전거, 주행자료 수집 및 분석을 통한 주행환경 평가 등에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서 제시한 통합 교통자료 수집 및 모니터링 방안은 이용자 및 운영자의 수요에 적합한

실시간·지능형 서비스를 제공함으로써 보다 안전하고 친환경적인 도로교통환경 조성에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 향후 유비쿼터스 환경에서의 체계별 교통운영 및 관리에 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. 김의명(2010), “저탄소 녹색성장 기반의 자전거 이용정보 서비스”, 한국지형공간정보학회지, 제18권 제3호, 한국지형공간정보학회, pp.75~81.
2. 김준형·송태진·오철·성낙문(2008), “개별차량 주행패턴 분석을 통한 교통사고 위험도 분석 기법”, 대한교통학회지, 제26권 제5호, 대한교통학회, pp.51~62.
3. 박수완·손준우(2011), “다중 정보를 활용하는 차량 모니터링 시스템의 구현”, 대한교통학회지, 제29권 제3호, 대한교통학회, pp.41~48.
4. 배기만·박근영·이동진·임정식·이상룡·이춘영(2008), “지능형 단말기를 사용한 탱크로리 운행 안전 모니터링 시스템 개발”, 한국가스학회지, 제12권 제2호, 한국가스학회, pp.42~47.
5. 송병환(2001), “GPS와 RF통신을 이용한 주변차량 모니터링 시스템 개발”, 고려대학교 석사학위논문.
6. 오철·오주택·송태진·박재홍·김태진(2009), “Surrogate Safety Measures(SSM)기반 고속도로 교통안전 경고정보 처리 및 가공기법”, 대한교통학회지, 제27권 제3호, 대한교통학회, pp.59~70.
7. 유희수·원용관·박권철(2011), “차량진단 및 모니터링을 위한 통신과 서버시스템 운용에 관한 연구”, 전자공학회논문집, 제48권 제6호, 대한전자공학회, pp.41~50.
8. 임은천·양동화·신창선·심춘보·이정훈(2007),

“물류 출하 관제 서비스를 위한 효율적인 GPS 기반의 차량 모니터링 시스템 구현”, 한국콘텐츠학회 2007 춘계 종합학술대회 논문집, 제5권 제1호, 한국콘텐츠학회.

9. 이정환·박노영·황성운(2009), “스마트폰을 이용한 자전거 GPS”, 보안공학연구논문지, 제6권, 제3호, pp.195~204
10. 이현창·정재철·Kurt Fedra·김동영·김태진(2008), “웹기반 실시간 대기질 모니터링 및 모델링 시스템 개발”, 한국대기환경학회 2008 춘계학술대회 논문집, 한국대기환경학회, pp.221~223
11. 정성학(2010), “USN 융합기술을 활용한 자전거 시설물의 안전향상에 관한 연구”, 한국컴퓨터정보학회 논문집, 제15권 제8호(통권 제77호), 한국컴퓨터정보학회, pp.173~180.
12. 최삼길·김기태·김동일(2010), “유비쿼터스 센서 네트워크 기반 환경 모니터링 시스템에 관한 연구”, 한국해양정보통신학회논문집, 제14권 제6호, 한국해양정보통신학회, pp.1488~1492.
13. 최성득·장운석(2006), “인공위성 센서 MOPITT를 이용한 일산화탄소 모니터링”, 한국대기환경학회지, 제22권 제6호, 한국대기환경학회, pp.940~953.
14. 최형림·박병권·이병하·박용성·이창섭·권태우(2010), “Green port 구현을 위한 물류장비 탄소배출 모니터링 시스템”, 한국IT서비스학회 학술대회 논문집, 한국IT서비스학회, pp.80~84.
15. Chapman, Jeremy R., D. A. Noyce, “A Methodology for a Low-Cost, Portable, On-Bicycle Data Collection System”, Transportation Research Board Annual Meeting, 2010
16. Horrey, W. J., M. F. Lesch, M. J. Dainoff, M. M. Robertson, and Y. Ian

- Noy(2011), "On-Board Safety Monitoring Systems for Driving: Review, Knowledge Gaps, and Framework", *Journal of Safety Research*, In press.
17. Kimbrough, S., D. Vallerio, R. Shores, A. Vette, K. Black, V. Martinez (2008), "Multi-criteria decision analysis for the selection of a near road ambient air monitoring site for the measurement of mobile source air toxics", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 13, Issue 8, December 2008, pp.505~515.
  18. Mellios, G., R. V. Aalst, Z. Samaras (2006), "Validation of road traffic urban emission inventories by means of concentration data measured at air quality monitoring stations in Europe", *Atmospheric Environment*, Volume 40, Issue 38, December 2006, pp.7362~7377.
  19. Wang, J., W. Xu., and Y. Gong(2010), "Real-time driving danger-level prediction," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 23, Issue 8, pp.1247~1254.
  20. Wouters, Peter I.J., John M.J. Bos(2000), "Traffic accident reduction by monitoring driver behaviour with in-car data recorders", *Accident Analysis and Prevent* 32 (2000), pp.643~650.