

# u-Transportation 교통정보 수집체계 개발

**김태형**  
(한국교통연구원, 책임연구원)

**강연수**  
(한국교통연구원, 연구위원)

**김원규**  
(한국항공대학교, 항공교통물류학부 부교수)

**오철**  
(한양대학교, 교통시스템공학과 조교수)

**박재용**  
(주)선도소프트, 이사)

**박정기**  
(주)코어벨, 이사)

**고중협**  
(주)휴링스, 연구소장)

**김준오**  
(주)유컴테크놀러지, 대표이사)

**김성민**  
(한국교통연구원, 연구원)

## I. 연구의 배경 및 필요성

기존의 교통정보 수집체계는 수집방법에 따라 크게 지점 기반 검지체계와 구간기반 검지체계로 구분될 수 있다. 지점기반 검지체계의 경우, 수집되는 교통정보가 검지기 설치 지점의 지점속도(spot speed)를 기준으로 하고 있어서 해당링크를 주행한 통행속도(통행시간)의 대표값으로 사용하기에는 문제가 있으며, 검지기점간의 과도한 이격거리로 인해 구간 내 발생한 돌발 상황에 대한 신속한 검지 및 대응에 한계가 있다. 한편 구간기반 검지체계의 경우, 구간의 종점 도착차량 기반으로 통행시간이 추정되므로 매칭률 저하에 의한 유효자료수의 부족 및 피할수 없는 시간차(time gap)가 발생하게 되며, 그로 인한 실시간 정보제공에 한계가 있고, 일반적으로 교통사고 발생시 대기행렬 검지가 지연되는 단점이 있다. 또한, 전술한 기존의 교통정보 수집체계는 공통적으로 실시간 수집자료의 공간적인 단절이 발생하며, 특별히 교통정보센터와의 통신을 통해 교통정보가 수집/처리/가공/제공되는 centralized system으로 구성되어 있어 통신두절로 인한 결측 자료, 현장의 돌발 상황에 대한 신속한 대처 미흡 등의 공통된 문제점 등을 가지고 있다.

이러한 기존 교통정보 수집체계의 한계를 극복하기 위한 방안으로 최근 선진국들을 필두로 이동중인 차량간 및 차량

과 인프라간의 무선통신을 이용한 교통정보수집에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 미국 및 유럽의 경우 시뮬레이션을 이용한 기초분석을 수행하여 시스템의 개발방향 및 교통정보로의 가공을 위한 고려사항등을 다룬 연구가 주로 진행되고 있는 실정이다. 하지만 국내의 경우 위와 관련한 기초연구 및 관련 기술개발이 거의 전무한 현실이다. 따라서 국내에서도 기존 교통정보 수집체계의 문제를 개선할 수 있는 차세대 교통정보 수집체계 구축의 필요성이 절실하며, 특별히 IT 기술의 발전으로 개별차량을 모니터링 할 수 있는 현시점에 교통체계 이용자 및 운영자의 다양한 실시간 정보이용 욕구를 충족시키기 위한 핵심기술 개발이 절실히 요구된다. 이를 통한 실시간 구간 교통정보의 예측력 및 신뢰성을 향상시키고 보다 정확한 정보제공을 통한 도로혼잡 해소는 물론 도로망 이용효율을 극대화 하며, 교통정체로 인한 대기오염 및 교통사고 감소에 기여하여 보다 쾌적하고 안전한 21세기 신교통환경 구축에 기여할 필요가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 최신의 센서 및 통신기술을 교통자료 모델링 및 교통정보공학 분야에 응용하여 기존의 교통정보 수집체계의 한계를 개선할 수 있는 유비쿼터스 환경에서의 차세대 교통정보 수집체계, 즉 유비쿼터스 교통센서 네트워크(u-TSN) 기반의 교통정보 수집체계를 개발하는 것이다.

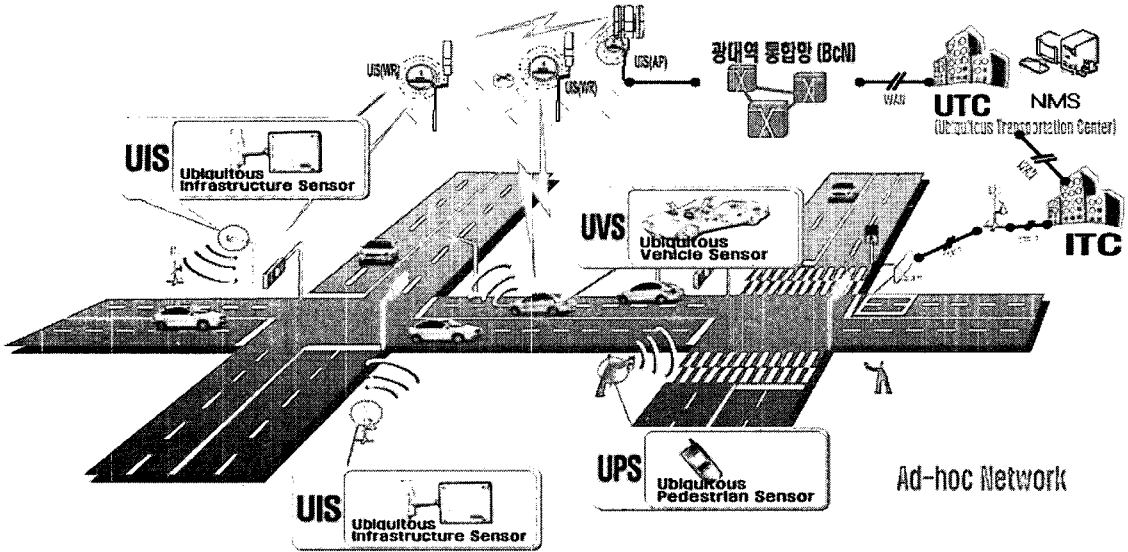


그림 1. u-TSN 구성도

## II. u-TSN 정의 및 특성

### 1. u-TSN 정의

Ubiquitous Transportation Sensor Network (u-TSN)은 교통이용자 입장에서 필요로 하는 교통정보의 수집 및 생성, 처리, 제공이 센서네트워크 기반에서 능동적, 자율적으로 이루어지게 하는 교통서비스 인프라로서, 교통체계 구성요소인 차량, 여행자 및 각종 시설물이 유/무선으로 연결되는 네트워크 공간을 의미한다. u-TSN에서는 유비쿼터스 교통센터(UTC)에서 가공된 다양한 정보가 교통체계 구성요소에 전달(one-to-many)될 뿐만 아니라, 구성요소들 간의 Ad-hoc 네트워크 구성을 통한 실시간 정보교환(many-to-many)이 가능하다.

### 2. u-TSN 구성요소 및 특성

u-TSN은 <그림 1>과 같이 차량에 설치되는 센서노드 단말시스템인 UVS(Ubiquitous Vehicle Sensor), 교통 인프라(노변장치, 지점검지기 지역제어기 등)에 설치되는 센서노드 단말시스템인 UIS(Ubiquitous Infrastructure

Sensor), 개인이 휴대하고 다닐 수 있는 개인용 센서노드 단말시스템인 UPS (Ubiquitous Pedestrian Sensor) 및 유비쿼터스 교통정보센터인 UTC(Ubiquitous Transportation Center) 등으로 구성되며, 무선 네트워크 기술을 통해 차량 주행 중에 통행시간, 통행속도, 위치, 출발 상황, 운전 상태 등을 상호간에 교환한다.

기존 교통정보 수집체계와 비교하여 u-TSN이 가지고 있는 주요특성은 다음과 같다. 첫째, 실시간 개별차량 기반 정보수집체계라는 것이다. 다시 말하면, 실시간 개별차량의 통행정보 및 실시간 주행궤적 등의 세밀한 자료습득이 가능하다는 사실이다. 둘째, 교통정보 수집원의 다변화이다. 따라서 교통체계를 구성하는 모든 요소들(개별차량, 여행자, 교통시설인프라)이 교통정보를 수집하고 전달하는 기능을 동시에 수행할 수 있다. 셋째, Localized 교통정보 가공 및 제공기능을 수행한다. 즉 교통정보수집, 가공, 제공이 모두 Local 현장에서 이루어져 실시간 정보의 처리, 가공 및 제공이 가능한 decentralized 구성체계이다. 넷째, 기존교통정보 수집체계와의 연계 및 기존체계의 문제점 개선을 위한 T-conversions Network의 기능을 포함한다.



## 2. 세부연구개발 내용

### 1) u-TSN 교통기술 개발 및 평가

u-Transportation 시스템의 핵심 하부구조인 u-TSN의 교통부문 설계기술의 개발 및 평가, 기술적 경제적인 평가 기술 개발, 실시간 정보수집과 전달을 위한 u-TSN 기술, 이를 위한 정보처리 및 가공알고리즘 등의 교통부문의 기술 개발내용을 포함한다.

#### (1) u-TSN 정보수집통합기술개발 개념정립 및 아키텍처 수립

- u-TSN 개념정립 및 대안 분석
- u-TSN 교통정보 수집체계 아키텍처 수립
- u-TSN Sub-Test bed 평가 환경 구축
- u-TSN Sub-Test bed 시험 검증

#### (2) u-TSN 자료 처리/정보가공 및 평가기술 개발

- u-TSN 교통자료 처리 및 정보 가공 기술
- u-TSN 성능 평가 기술
- u-TSN 활용 교통안전 증진 기술

#### (3) u-TSN 교통설계 및 Conversions 기술 개발

- u-TSN 교통설계 기술
- u-TSN 경제성 평가 기술
- u-TSN Conversions 기술

### 2) u-TSN 센서노드 단말시스템 개발

u-TSN 센서노드 단말시스템은 필요한 곳(차량, 시설물, 사람)에 부착되어 주변상황 정보를 인식하고, 다른 단말기와 실시간으로 정보를 교환하기 위한 기능개발이 필요하며, 크게 UVS, UIS, UPS 시스템 연구 및 개발, 그리고 테스트 베드 및 관리시스템 연구 개발 내용 등을 포함한다.

#### (1) 자체 교통정보 생성, 수집 및 전송기능을 가지는 UVS 시스템 연구 및 개발

- 차량대 차량간 통신을 이용한 UVS상에서의 교통정보 수집 기술

- 돌발 상황 및 주행 이력으로부터 UVS상에서의 교통 정보 가공 기술

- 가공된 교통 정보를 주변 차량에게 제공 기술

- 차량의 주유 및 우회를 고려한 Link Travel Time 산정 기술

- CAN으로부터 수집된 차량 상태 Data 가공 기술

- CAN, UVS 자체 센서 및 GPS Data로부터 돌발상황 감지 기술

- DGPS+관성항법 기반 정밀 측위 기술

- u-TSN 상에서 동작하는 UVS 시스템 구조 설계 기술

- u-TSN 상에서 동작하는 교통정보 수집용 Packet 설계 기술

- Map Matching을 위한 최신 Road-Network 정보 업데이트 기술

- 주행 중 RFID Reader 데이터 처리 기술

- UVS 시스템에 대한 내온, 내진동 기술

- UVS 시스템용 고속 Real Time Operating System 기술

- 저전력 대기상태를 갖는 차량전원 기반 Power Supply 구현 기술

- UVS 시스템을 위한 Embedded Board 설계 및 구현 기술

- UVS 시스템용 Embedded Process 설계 및 구현 기술

- UVS On-Board Processing S/W 기술

- UVS 기구 개발

- UVS 시스템 관리를 위한 진단 기술

- UVS On-Board Processing S/W의 원격 Update 기술

- 노변무선표식의 송신정보를 주행 중 수신 및 처리하는 기술

#### (2) 자체 교통정보 생성, 수집, 전송 및 서비스기능을 가지는 UIS 시스템 연구 및 개발

- 차량 및 타 UIS와의 통신을 이용한 교통정보 수집

기술

- 다수 UVS로부터 수집된 돌발 상황 및 주행 이력으로부터 교통 정보 가공 기술
- 가공된 교통 정보의 주변 차량 및 타 UIS대상 제공 기술
- 돌발/정체 상황 현장 관리 기술
- u-TSN 상에서 동작하는 UIS 시스템 구조 설계 기술
- UIS가 생성하는 교통정보 수집과 제공을 위한 Packet 설계 기술
- UIS(LC) 기존 ITS 장비 데이터 변환 기술
- UIS(SM) 다중 센서 데이터 수집가공 기술
- Road-Network 배포 관리 기술
- UIS RFID Reader 데이터 처리 기술
- UIS 시스템에 대한 내온, 내진동 및 내분진 기술
- UIS 시스템용 Real Time Operating System 기술
- UIS 시스템을 위한 Embedded Process 설계 및 구현 기술
- 교통 정보 처리를 위한 UIS Processing S/W 기술
- UIS 시스템을 위한 상용전원 기반 Power Supply 제작 기술
- UIS 기구 개발
- UIS On-Board Processing S/W의 원격 Update 기술
- 위험 및 우회 등 특정지역 고유의 정보를 UVS 대상으로 반복 송신하는 노변무선표식 기술
- (3) 보행자 정보 수집 및 제공 기능을 가지는 UPS 시스템 연구 및 개발
  - UPS를 이용한 보행자 이동 정보 수집 기술
  - 사람대 사람간 통신을 통한 보행자 흐름 정보 수집 기술
  - UPS 시스템에 대한 내온, 내진동 및 내진 기술
  - RFID 정보와 u-TSN망과의 연계 기술
  - UPS간의 통신을 이용한 수집 정보 전달 기술
  - UPS간의 통신을 이용한 가공/제공 정보 전달 기술
  - 비사용시 패킷 전달을 위한 저전력 유지 기술

(4) 테스트 베드 및 관리 시스템 연구 및 개발

- UIS 설치기술
- UVS 장착기술

3) u-TSN 망연동 시스템 개발

u-TSN 망연동 시스템은 u-TSN을 통하여 수집된 다양한 자료 및 정보를 u-TSN 센터(UTC)나 다른 지역의 u-TSN에 전달하기 위한 네트워크 및 통신기술을 의미한다. 이를 위해 백본망 연동장치인 u-TSN 망게이트웨이(UAP), IP기반 무선라우터(UIS/WR), u-TSN 단말장치(UVS, UPS)들의 통신기술을 개발하고, 이들을 효율적으로 관리하기 위한 원격제어 기반의 망관리 시스템의 개발 등이 필요하다.

(1) u-TSN 망설계 기술

- 교통정보 수집을 위한 u-TSN 망의 구조 설계
- 인터넷 프로토콜 기반에서 무선메쉬 네트워크, Ad-Hoc 네트워크 및 센서네트워크를 통합한 seamless 망연동 기능 설계
- u-TSN 망 구성 요소 및 기능 정의
- 망 요소들간 인터페이스 설계
- 데이터 트래픽 모델링 및 네트워크 시뮬레이션
- 무선운용환경 시뮬레이션

(2) 임베디드 시스템 개발

- u-TSN 망연동 장치 개발을 위한 마이크로 프로세서 보드 개발(UAP, UIS/WR, UVS)
- 네트워크 드라이버, 디바이스 드라이버 개발
- BSP 및 실시간 운영체제 탑재
- 임베디드 응용프로그램 개발

(3) IP기반 무선통신 접속 및 전송기술

- 802.11 계열 무선 통신을 위한 안테나 접속기술 개발
- 무선신호 송수신 및 변환기술 개발
- 무선통신 인터페이스 개발
- 무선전송 기술

- (4) IEEE 802.11 계열 Media Access Control (MAC) 기술
  - 802.11 계열 Logical Link Control (LLC) 처리기술 개발
  - 802.11 계열 MAC 처리기술 개발
- (5) Ad-Hoc 통신기반 차량과 차량, 차량과 인프라간 라우팅 기술 개발
  - Ad-hoc 프로토콜 및 전송기술 개발
  - 모뎀 칩 시뮬레이터 개발
  - V2V, V2I 라우팅 기술 개발
  - Broadcasting/multicasting 기반 응용기술 개발
  - 주소체계 관리 및 Privacy 보호기술 개발
- (6) 메쉬 라우팅 기술
  - 무선 메쉬 라우팅 프로토콜 설계 및 개발
  - 최적경로제어 및 설정기술 개발
  - 네트워크 보안기술
  - IPv4/6 주소변환기술
  - 핸드오버 기술
- (7) 망 연동기술
  - u-TSN vs 백본망 연동기술 개발
  - 네트워크 인터페이스 기능개발
  - 망요소간 무선전송 인터페이스 개발
- (8) QoS 제어 기술
  - 메쉬 라우팅 QoS 제어를 위한 알고리즘 개발
- (9) 망관리 기술
  - u-TSN 망관리 설계 기술
  - 시스템 운영관리기능 개발
  - 망관리 프로토콜 기술개발
  - u-TSN 망 매니저 기능개발
  - 원격제어 및 관리기술(PM,FM,CM)개발
  - 에이전트 기술 개발

및 기대효과를 정리하면 다음과 같다.

- (1) 교통체증정보 실시간 제공
  - 사고주변지역 또는 동일방향 진행 차량 체증정보 제공(경로우회)
  - 사고주변지역 또는 동일방향 진행 차량 사고종료정보 제공(원활한 소통도모)
  - 통행시간 예측정보 제공
- (2) 교통수집정보 관리 및 활용
  - 돌발상황 관련정보 통합관리
  - 수집 자료를 통한 교통관리정책 및 전략수립, 교통계획
  - 교통수집정보 DB구축
- (3) 사고 최소화
  - 동일방향 진행 차량 간 메시지 통신을 통해 추가 충돌방지와 사고 최소화
  - 긴급서비스 연계를 통한 인명피해 최소화
  - 신속한 사고현장 처리
- (4) 실시간 사고정보 연계 서비스
  - 119, 경찰서, 도로공사, 보험사, 사고피해자 가족에 사고정보 통보
- (5) 시설관리
  - 시설장애 상태 실시간 모니터링을 통한 장애보고 및 관리
- (6) 교통류 제어
  - 교통신호상황 실시간 모니터링을 통한 원격 교통신호 제어
  - 우선 교통신호 제어
  - 특수운행차량(위험물 차량, 공사 차량, 중차량 등) 관리

## V. 결론

본 논문에서는 기존 교통정보 수집체계의 한계를 개선하고, 보다 정확하고 신속한 교통정보 수집 및 제공을 위한 차

## IV. 연구개발 주요성과 및 기대효과

u-TSN 기반 교통정보 수집체계 개발을 통한 주요성과

량간(V2V) 및 차량과 인프라간(V2I)의 무선통신기반 교통 정보 수집체계, 즉 유비쿼터스 교통센서 네트워크(u-TSN) 기반의 교통정보 수집체계(u-TSN)를 소개하였다. 또한 본 논문을 통하여 u-TSN의 정의, 구성요소 및 주요특성에 대하여 알아보았고, u-TSN의 기능구현을 위한 세부연구개발 내용을 제시하였다.

본 연구개발을 통하여 보다 신뢰성 있고 유용한 교통정보수집을 실현하고, 이를 통한 도로혼잡해소, 도로망 이용 효율 극대화 및 통행시간비용 절감으로 경제성이 증대되고, 사회비용의 감소를 유도함으로 교통정체로 인한 대기오염 및 교통사고 감소에 기여하여 보다 쾌적하고 안전한 21세기 신교통환경 구축에 기여할 수 있기를 기대한다. 또한 유비쿼터스 인프라와 교통 기술의 융합으로 다양한 산업의 동반 상승 효과를 유도하고, 신규 수익 창출 모델을 통하여 국내 경제 성장을 견인하며, 자체 기술 확보로 인한 국내 시장 보호 및 세계 시장 진출로 국가의 경제 성장 동력원이 되기를 기대한다.

## 후기

이 논문은 교통체계효율화사업 “u-Transportation 기반 기술개발” 연구단 과제와 2세부과제 “u-Transportation 자료수집통합기술개발”의 지원으로 수행되었음

## 참고문헌

1. 이민호, Mesh Network 기술동향 및 Applications, 전자지 제125호(2005. 7~8월호)
2. 송형규, 유비쿼터스 근거리 무선통신 기술동향, 전자부품연구원 전자정보센터(EIC), 2005.12
3. 박광로, 유비쿼터스 무선네트워크 전망, ETRI, 2006.4
4. 강연수, 오철, 김범일, “유비쿼터스 환경에서의 교통부문 여건 변화 분석 및 대응전략개발 연구”, 2005.11
5. 장선호, 김재준, “유비쿼터스 센서 응용서비스 및 개발동향”, 2006.
6. 노무라총합연구소, 유비쿼터스 네트워크와 신사회 시스템, 2003.
7. 류영달, “유비쿼터스 환경구축에 대한 국내의 동향 분석, 한국 전산원”, 2004
8. 이기혁, 류영달, 김진영. “유비쿼터스 사회를 향한 기술과 서비스”, 진한M&B, 2005
9. 건설교통부, “유비쿼터스 환경의 차세대 국가 교통정보 수집체계 개발 및 시범사업, 국가교통핵심기술사업”, 2006. 6
10. R. Ramanathan, On the Performance of Ad Hoc Networks with Beam Forming Antennas, ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MOBIHOC), October 2001, pp. 95-105.
11. A. Spyropoulos, C.S. Raghavendra, Asymptotic Capacity Bounds for Ad Hoc Networks Revisited: the Directional and Smart Antenna Cases, IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM), 2003, pp. 1216-1220.
12. J. So, N. Vaidya, Multi-Channel MAC for Ad Hoc Networks: Handling Multi-Channel Hidden Terminals Using a Single Transceiver, ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MOBIHOC), May 2004, pp. 222-233.
13. R.R. Choudhury, X. Yang, R. Ramanathan, N.H. Vaidya, Using Directional Antennas for Medium Access Control in Ad Hoc Networks, ACM Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), 2002, pp. 59-70.
14. J. Jun, ML Sichitiu, The Nominal Capacity of Wireless Mesh Networks, IEEE Wireless Communications, Vol. 10, No. 5, 2003, pp. 8-14.
15. N. Poojary, S.V. Krishnamurthy, S. Dao, Medium Access Control in a Network of Ad Hoc Mobile Nodes with Heterogeneous Power Capabilities, IEEE International Conference on Communications (ICC), 2001, pp. 872-877.
16. M. Chiang, Balancing Transport and Physical Layers in Wireless Multihop Networks: Jointly Optimal Congestion Control and Power Control, IEEE J. Sel. Areas Comm., Vol. 23, No. 1, pp. 104-116.
17. P. Bahl, R. Chandra, J. Dunagan, SSCH: Slotted Seeded Channel Hopping for Capacity Improvement in IEEE

- 802.11 Ad Hoc Wireless Networks, ACM Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM), 2004, pp. 216-230.
18. R. Draves, J. Padhye, and B. Zill. Routing in Multi-radio, Multi-hop Wireless Mesh Networks. ACM MobiCom, Philadelphia, PA, September 2004.
19. Shih-Lin Wu, Chih-Yu Lin, Yu-Chee Tseng, Chih-Yu Lin and Jang-Ping Sheu. A Multi-Channel MAC protocol with Power Control for Multi-hop Mobile Ad-hoc Networks, The Computer Journal, Vol. 45, No. 1, 2002, pp. 101-110.
20. L. Wischhof, A. Ebner, H. Rohling, Information Dissemination in Self-Organizing Intervehicle Networks, IEEE Transactions on ITS, Vol. 6, No. 1, 2005, pp. 90-101.
21. A. Sugiura, C. Dermawan, In Traffic Jam IVC-RVC System for ITS Using Bluetooth, IEEE Transactions on ITS, Vol. 6, No. 3, 2005, pp. 302-313.