

신호교차로 내 딜레마구간 차내경고시스템 개발

In-vehicle Dilemma Zone Warning System at Signalized Intersections

문 영 준* 이 주 일**
(Moon, Young-Jun) (Lee, Joo-Il)

요 약

본 연구는 건설교통부 ITS R&D 사업 「신호교차로 내 딜레마구간 차내경고시스템 개발」 과제으로써 첨단차량 및 도로 분야(AVHS)의 운전자지원 및 충돌방지시스템 분야로서 신호교차로 내에서 단독 혹은 차량군으로 진입하는 차량들에게 신호변경 시 운전자가 정지 혹은 진입의 의사결정을 안전하게 내릴 수 있도록 신호제어기의 변경정보를 단거리전용무선 통신(DSRC)를 통해 실시간으로 사전에 경고를 주는 차내경고시스템을 개발하였다.

본 시스템의 연구개발은 ITS 연구개발을 통한 시스템 통합 및 구축을 실현함으로써 ITS에 대한 대국민 의식전환으로 국내 ITS 산업발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

Abstract

This paper demonstrates the in-vehicle dilemma zone warning system (DZWS) project developed as a part of the Driver Advisory and Collision Warning System in Automated Vehicle and Highway System (AVHS). The DZWS project, one of the Korea national ITS projects in 2000 develops the in-vehicle warning device to support drivers' decision making on whether to stop or to proceed to clear the intersection prior to the onset of yellow signal for avoiding the high risk of collision at signalized intersections through the dedicated short range communication (DSRC). This paper explores the design of optimal communication systems between roadway and vehicles, the operational and functional concepts of dilemma zone warning system based on appropriate approach speeds, and the system integration for field test at two sites of signalized intersections. Findings from the system integration indicated that the system would be implemented in eliminating the dilemma zone relative to approach speeds and in reducing red light violations and intersection collisions through the in-vehicle warning device at signalized intersection.

Key Words : 딜레마 구간, 단거리전용무선통신, 차내경고장치, 노변안테나

1. 서 론

날로 심각해져 가는 교통문제를 효과적으로 해결하기 위한 도로교통시스템의 지능화 작업이 '90년대 초반부터 시작되어 현재 기획단계를 지나 현장시험, 시범운영, 서비스 제공 단계에 이르게 되었다.

향후 2010년을 기준으로 국내 총 신호교차로의 신호제어기 수는 약 152,000기 정도로 도심지를 비롯하여 국도 및 지방도 신호교차로에 설치될 것으로 예상되고 있다.

미국 Washington 교통국(DOT)의 자료에 의하면 도심지 내 충돌 및 추돌사고의 약 30% 이상이 신호

* 회 원 : 교통개발연구원 ITS연구센터 책임연구원

** 비회원 : 교통개발연구원 ITS연구센터 위촉연구원

† 논문접수일 : 2003년 4월 25일

교차로에서 발생하며 이들 중 대부분은 운전자가 신호변경 시 신호를 준수하지 않기 때문인 것으로 보고되었다.

(“ITS Quartely-Spring 2000” 참조)

신호교차로에 일정 속도로 진입하는 차량이 신호변경 시 황색시간 주기 동안 진입 혹은 정지의 의사결정을 안전하게 내릴 수 없는 구간에 위치할 때 그 구간을 딜레마구간이라고 정의하며, 이때 운전자의 의사결정에 따라 충돌 혹은 추돌사고의 발생가능성이 상시 존재하게 된다.

신호변경 시 딜레마구간에 위치하게 될 차량에 신호변경 정보를 통신시스템을 통해 사전에 경고함으로써 운전자로 하여금 의사결정을 안전하게 내릴 수 있도록 하여 사고 가능성을 줄일 수 있는 차내 경고시스템을 개발하는 것이 필요하다.

1. 연구개발 목표

기존에 운영되고 있는 신호체계 하에서 신호교차로에 단독차량 혹은 차량군으로 진입하는 차량들의 신호변경 시 진입속도 및 위치에 따라 딜레마구간이 존재하게 되어 운전자가 정지 혹은 진입의 의사결정을 내릴 수 없게 되므로, 신호제어기의 신호변경 정보를 단거리전용통신 DSRC(Dedicated-Short Range Communication) 체계를 통해 실시간으로 사전에 차량 내 운전자에게 신호변경 경고를 미리 내려주어 의사 결정을 안전하게 할 수 있도록 하는 차내경고시스템 개발에 목표를 두고 있다.

2. 연구개발 주요 내용

신호교차로 내 딜레마구간 차내경고시스템 개발은 아래와 같이 5개 분야로 구분되어 수행하였다.

- ① 신호교차로 진입차량의 운전자 행태(순응도, 진입속도, 가감속, 차로변경, 차두간격, PRT 등)를 조사하여 통계적으로 분석함
- ② 신호제어기와 차내경고장치와의 최적 통신시스템을 설계 개발하여 제시함

- ③ 진입속도에 따른 딜레마구간 설정 및 경고체계 알고리즘을 개발하여 제시함
- ④ 모든 가능한 상황(Scenario)을 설정하고 시뮬레이션 모델을 구축하여 모의실험을 실시하고 그 결과를 제시함
- ⑤ 차내경고장치(경고음 및 LCD 디스플레이)를 개발, 시제품을 제작하여 현장 테스트함

II. 국내 · 외 관련기술 동향

1. 국내 기술동향

1999년 건설교통부 주관의 「ITS연구개발사업(II)」의 과제로 수행된 “도로와 차량간 RF통신을 이용한 속도제한 경보시스템 기술” 개발을 통해 단거리전용무선통신시스템(DSRC)을 활용한 차내경보장치가 개발되어 도로상에서 과속을 경고함으로써 사고를 방지하는 기술이 확보되었지만, 그 외 안전운전지원을 위한 사고예방시스템에 대한 연구는 아직 본격적으로 이루어지지 않고 있다.

2. 국외 기술동향

(1) 미 국

세계적으로 안전을 가장 중요하게 생각하는 미국은 ITS 기술을 교통안전 향상에 최우선으로 적용하기 시작하였고, 최근에 차량 내 충돌예방시스템(In-vehicle Collision Avoidance System)으로 전방차량충돌경고시스템(Foward Vehicle Collision Warning System; FVCWS), 측방장애물경고시스템(Side Obstacle Warning System; SOWS), 차선이탈경고시스템(Lane Departure Warning System; LDWS) 등의 연구개발을 주도하여 현재 시험중에 있으며, 이를 표준문서로 작성하여 국제표준으로 상정하고 있다.

(2) 일 본

1980년대 건설성에 의한 도로·차량간 정보시스템인 RACS(Road Automobile Communication System)

와 경찰청에 의한 첨단차량교통정보시스템인 AMTICS (Advanced Mobile Traffic Information and Communication System)가 개발되고 이들은 우정성의 협조아래 1990 년대에 대두된 도로교통정보통신시스템인 VICS(Vehicle Information Communication System)으로 발전하는 계기가 되었다.

또한, 1980년대 말부터 1990년대에 걸쳐 도로와 차량의 일체화에 의한 도로교통의 첨단화에 관한 전체 개념을 구축한 ARTS(Advanced Road Transportation System; 차세대 도로교통시스템), 자동차 교통시스템의 지능화를 목표로 한 SSVS(Super Smart Vehicle System; 지능화 자동차 교통시스템), 도로교통의 종합교통관리를 목표로 한 UTMS(Universal Traffic Management System; 신호통관리시스템) 등의 프로젝트를 진행해 오고 있다.

(3) 유럽

유럽 8개국 중 12개의 단체에 의해 구성된 MASTER(Managing Speed of Traffic on European Road) 연구단체는 EU 국가 자체의 제한속도 운영과 속도 제한 장치의 표준 및 운전자와 보행자의 안전을 목적으로 설립되었다.

참여 연구기관 중 가장 활발히 추진되고 있는 지능형속도적응시스템(Intelligent Speed Adaptation; ISA)은 현재 개발완료 단계에 있으며, ISA는 차량에 무선데이터 통신을 이용하여 도로의 주행여건(제한속도, 전방상황, 노면상태, 기후, 커브진입구간, 사고 다발구간 등)에 따라 경고 또는 차량속도를 자동 제어 하도록 함으로써 교통사고 감소 등의 안정성을 향상시키고자 하는 시스템이다.

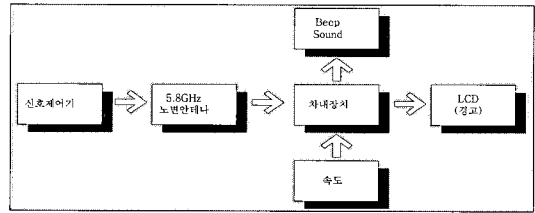
Ⅲ. 최적 통신시스템 설계

신호제어기와 차내 경고장치와의 통신시스템 구축에 있어서 정보의 흐름은 크게 다음의 3가지로 나눌 수 있다.

- ① 신호제어기에서 도로변의 DSRC 송수신 장치에 이르는 정보의 흐름

- ② 도로변의 DSRC 송수신장치에서 주행중인 차량 쪽으로 보내는 정보의 흐름
- ③ 차량 내의 중앙처리장치에서 각종 디스플레이 장치로 나가는 정보의 흐름

신호제어기에서 송신되는 신호가 차내 운전자에게 경고로 전달되는 통신경로는 아래 그림 1과 같다.



〈그림 1〉 전체시스템 구성도

1. 신호제어기와 노변안테나간 통신

신호제어기 주제어부에서 녹색잔여 시간 신호를 RS-485 통신선을 통하여 노변안테나로 보내며 노변안테나에서는 입력된 신호를 주제어부에 보내게 된다.

○ 신호제어기와 노변안테나간 프로토콜

- 접속 : RS-485 Async. 방식 (Multi-drop/2Wire/Half Duplex)
- 속도 : 9,600kbps
- 데이터 형식 : 1Stop, 8Data, No Parity
- 데이터 전송 : 100msec 주기로 신호전송 및 응답



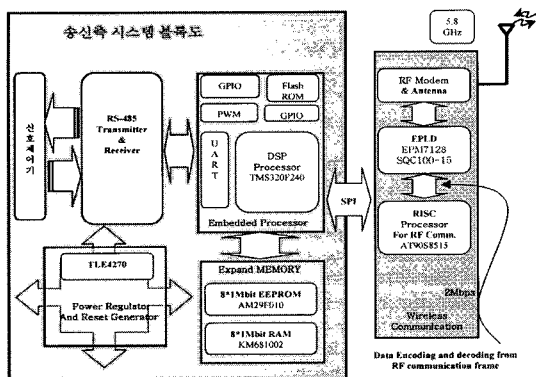
- STX(Start of Text) : 0x7E(0111 1110)
- DiCode(Direction Code) : 방향코드(또는 노변장치 ID : 2-10)
- Seq. No(Sequence Number) : 동일 데이터의 전송번호(0-9)
- Data : 해당 방향의 직진신호의 잔여시간(0-120초)
- ETX(End of Text) : EXT 또는 Check_Sum

2. 노변안테나와 차량간 통신

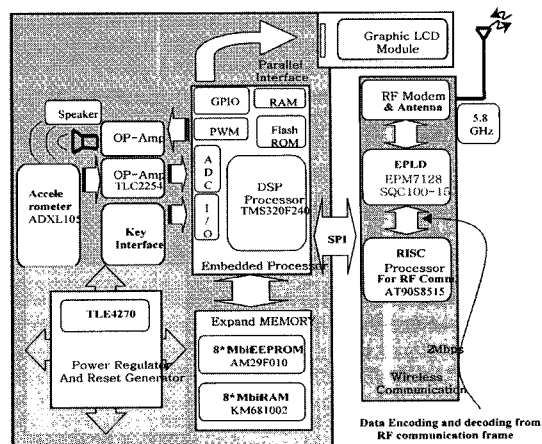
노변안테나에 수신된 정보는 노변의 능동형 DSRC

5.8GHz 송수신부로 정보를 전달하기 위하여 신호처리보드에서 신호변경 데이터를 분석 처리하여 노변의 DSRC 송신부로 정보가 전달되고 차량 수신기에 송신된다.

수신된 데이터에 대해서 데이터의 손실이 있을 경우에는 송신부로 전송하지 않고 정상적인 데이터가 수신되었을 경우에만 선별하여 전송한다.



(그림 2) 노변안테나 송수신 시스템 H/W 구성도



(그림 3) 차량내 송수신 시스템 H/W 구성도

진입속도로 인한 정지거리(Stopping Distance, X_s), 진입거리(Continuation Distance, X_c) 및 통과거리(Clearance Distance, X_{clr})의 관계로 설정한다.

차량진입속도 v , 인지반응시간(PRT) t_{PRT} , 정지감속도 d , 중력가속도 g 및 교차로 종단구배 G 가 주어졌을 때 신호변경 시 차량의 정지거리는 다음과 같다.

$$X_{stop} = t_{PRT} \cdot v + \frac{v^2}{2(d + G \cdot g)}$$

황색시간(y)과 전적색시간(All-red, R)으로 구성되는 신호변경주기 즉, $I_G = y + R$ 동안 차량이 안전하게 신호교차로를 통과할 때 그 거리는 다음과 같다.

$$X_{clr} = I_G \cdot v$$

차량길이 L 및 교차로폭 W_l 을 고려할 때 신호변경 시 차량의 진입 거리는 신호변경주기 동안의 통과 거리를 통해 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$X_{cont} = X_{clr} - (W_l + L)$$

신호변경 시 교차로 정지선으로부터의 차량의 위치(X)에서 운전자가 차량의 속도로 인해 주어질 황색시간동안 교차로 진입 혹은 정지결정을 내리기

3. 차량 내 통신

차량 내의 송수신 시스템은 데이터의 수신부, 수신된 데이터를 처리하여 제어하는 중앙처리부, 경고 메시지를 표출하는 LCD 표출부 등으로 구성되어 있다.

전송 되어온 녹색잔여시간과 1초 동안의 동일신호 전송순서를 이용하여 남은 녹색잔여시간을 계산하였다.

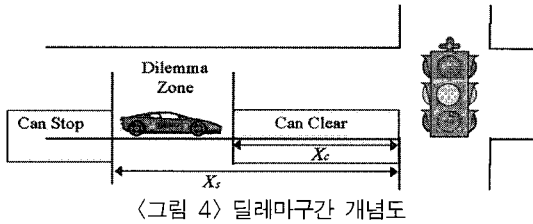
속도감지센서로 속도를 감지하여 현재속도와 남은 녹색잔여시간의 상관관계에 따라 LCD 화면 표출과 경고음을 발생한다.

IV. 진입속도에 따른 딜레마구간 설정 및 경고체계 알고리즘 개발

1. 기본개념

본 연구에서는 차량이 신호교차로 진입 시 신호변경으로 인해 발생할 수 있는 딜레마구간을 차량

어려운 상황에 처할 때, 즉, $X_c < X < X_s$ 일 때의 구간을 딜레마구간, 그 반대의 상태 즉, $X_s < X < X_c$ 를 옵션구간이라고 정의한다.



신호변경주기는 위의 딜레마구간과 옵션구간을 제거하여 운전자가 의사결정을 안전하게 내릴 수 있도록 최적의 위치(Safe Decision Location; SDL)를 설정함으로써 결정된다.

즉, $X_s = X_c$ 로부터 $I_G = y + R$ 를 구하면 다음과 같다.

$$I_G = \left\{ t_{PRT} + \frac{v}{2(d + G \cdot g)} \right\} + \left\{ \frac{1}{v} (W_I + L) \right\}$$

위의 식 우변 초항이 황색시간 y 로 ITE에서 제시한 1초의 PRT와 3.05m/sec^2 의 정지 감속도를 이용할 경우 60km/h 의 접근속도 구간에서는 약 4.0초, 70km/h 에서는 약 4.5초 그리고 80km/h 구간에서는 약 5.0초의 황색시간이 요구된다.

결국, 현재 적용되는 3.0초의 신호변경주기는 신호변경 정보를 미리 알려주기 위해 신호변경 시 진입속도 및 위치를 고려한 최적의 경보시간을 결정하는 것이다.

2. 진입속도에 따른 경고체계 알고리즘 개발

- 안전결정위치(Safe Decision Location, X_{safe})

$$X_{safe} = v_{max} \cdot (t_{PRT} + t_{cmd}) + \frac{v^2}{2 \cdot d}$$

여기서,

- X_{safe} : 정지안전거리(m)
- v_{max} : 교차로접근최대속도(m/s)
- t_{cmd} : 통신지연시간(초)

- 노변안테나의 위치 결정(Determination of Roadside Antenna Location, X_{RA})

$$X_{RA} = v_{max} \cdot (t_{PRT} + t_{cmd}) + \left(\frac{v^2}{2 \cdot d} \right) \\ = X_{safe} + (v_{max} \cdot t_{cmd})$$

만일, 신호제어기와 차내장치간 통신지연시간이 발생하지 않는다면, 노변안테나 위치는 안전결정위치와 같은 지점이다.

통신전달 과정에서의 지연시간을 공식화하면 다음과 같다.

$$t_{cmd} = t_{SC} + t_{SC-RA} + t_{RA-ID} + t_{ID}$$

- 초기경고시간 결정(Determination of Warning Initiation Time, T_{init})

$$T_{init} = \frac{(X_{RA} - X_{stopbase})}{v_{base}}$$

- 차내경고표시 장치(In-Vehicle Visual Display Warning, t_{visual})

$$t_{visual} = \frac{X_{RA}}{v}$$

- 차내경고장치 경고음 표출시간(In-vehicle Audible Signal Warning)

- 차내경고장치 활성화 시간(T_{ID})

$$T_{ID} = \frac{X_{RA}}{v} - y_{curnt}$$

- 지연경고시간(t_{delay})

$$t_{delay} = \frac{(X_{RA} - X_{stop})}{v}$$

- 차내경고장치 종료시간(T_{DZ})

$$W_{DZ} = X_{stop} - (y_{curnt} \cdot v)$$

$$t_{DZ} = \frac{W_{DZ}}{v}$$

$$T_{DZ} = T_{ID} - t_{DZ}$$

3. 현장적용 알고리즘

신호교차로 내 차내경고시스템 개발을 위한 알

고리즘은 위에서 제시하였으며, 신호교차로에 접근하는 차량 속도군에 따라 적용되는 일반적인 알고리즘은 다음과 같다.

- 시각신호 활성화 : T_{RA} (황색시간 이전),
 $0 < T_{RA} < T_{init}$

- 시각신호 표출시간 : $t_{visual} = \frac{X_{RA}}{v}$

- 차내 경고음 활성화 조건 :
 $T_{DZ} < T_{RA} < T_{ID}$

- 지연경고 시간 :

$$t_{delay} = \frac{(X_{RA} - X_{stop})}{v}$$

- 경고음 유형

· 경고 지연시간동안 : 단계적으로 저음에서 고음 표출

· 경고 지연 후 : 약 1.0(t_{PRT}) 동안 강한 연속음

- 알고리즘

· If, $T_{init} < T_{RA}$: No signal

· If, $T_{DZ} \leq T_{RA} \leq T_{ID}$: Visual signal and Beeper

· If, $0 \leq T_{RA} < T_{DZ}$: Visual signal but No Beeper

· If, $T_{RA} < 0$: No signal

○ 가정

- 최대속도 : $v_{max} = 25m/sec(90km/h)$

- 황색시간 설정을 위한 기본속도 :

$$v_{base} = 12.5m/sec(45km/h)$$

- 운전자 인지반응 시간(t_{PRT}) :

$$t_{PRT} = 1.0 sec$$

- 정지 감속률 : $d = 3.05m/sec^2$

- 교차로 구배 : 평지부, $g = 0$

- 통신지연시간 : $t_{cmd} = 0.0 sec$

- 현재 황색시간 : $y_{curnt} = 3.0 sec$

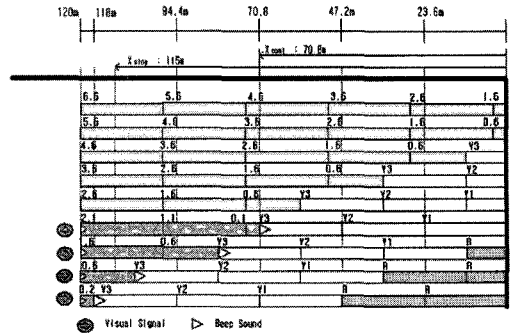
- 노변안테나 위치 : $X_{RA} = 120m$

(현장적용 위치)

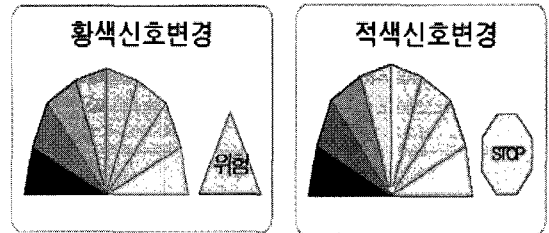
- 제어기 초기 경고시간 : $T_{init} = 6.6 sec$

(황색시간 이전)

In the case of $V=85km/h$



〈그림 5〉 경고음 표출시간 알고리즘 모형



〈그림 6〉 차내경고장치 LCD 그래픽 표출알고리즘 모형

V. 시스템 사양 및 시제품 제작

최적의 시스템 사양은 현장시험과 국내외 주변 여건, 향후 생산성 및 경쟁력 등을 고려하여 결정하고 그 결과를 활용하여 시제품을 제작하였다.

1. 능동형(Active) DSRC 5.8GHz 적용

능동형 DSRC는 ITS의 구축 및 확장을 위한 첨단 기술이며 도로변에 설치된 소형기지국과 차량탑재 장치 간에 5.8GHz 대역의 전송속도 1Mbps로 양방향 데이터 통신을 하는 시스템이다.

2. 안테나 적용

안테나는 지향성 및 방향성을 고려하여 상·하, 좌·우 조정이 가능하고, 방습, 방진 및 케이스 제작으로 외부 환경에 영향을 받지 않으며, 기존 구조물(가로등, 전신주)에도 장착할 수 있도록 하였다.



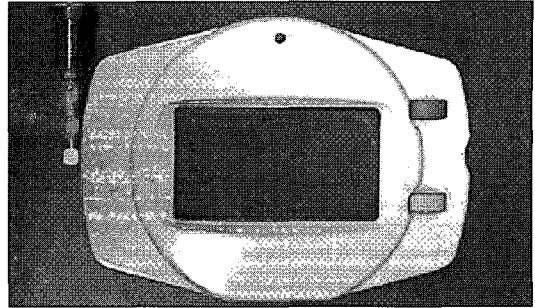
〈그림 7〉 5.8GHz RF 모듈

〈표 1〉 5.8GHz RF 모듈 사양

구분	특성
송수신 주파수	5.8GHz~5.92GHz
변복조 방식	ASK(Amplitude Shift Keying)
채널 대역폭	10MHz
통신방식	TDD(Time Division Duplex)
데이터 전송속도	1.024Mbps
유효통신거리	30~100m
송신출력	10mW
수신범위	-90dBm~-35dBm
공급전원/전류	5V / 200mA
크기	7.2×5.1×1.8(cm)

〈표 2〉 안테나(5.8GHz) 사양

구분	송신	수신
송수신 주파수	5.8GHz~5.9GHz	5.8GHz~5.9GHz
대역폭	100MHz	100MHz
정재파비	≤ 1.5	≤ 1.5
이득	12dBd	2.5dBd
수평편파각	15°± 3°	-
수직편파각	33°± 3°	30°± 3°
전후방 전력비	30dB	-
임피던스	50ohm	50ohm
입력단자	SMA-Male	SMA-Male
크기(W×D×H,mm)	99.2×34.2×191	60×60×150



〈그림 8〉 차내단말기(OBE)

3. 차내경고장치

본 장치의 목적은 운전자의 주의를 환기시켜 사고를 미연에 방지하고자 하는 것으로 경고표시가 운전 전에 전혀 지장이 없도록 하는 것이 필요하다.

차량내의 수신 장치는 노변 DSRC 송수신장치로부터 수신된 신호변경 데이터와 진입하는 차량의 속도를 비교하여 운전자에게 신호변경 메시지를 LCD 그래픽 모듈과 경고음을 통해 알려주는 기능을 한다.

주 경고 방법은 경고음으로 하고 보조방법으로 LCD 패널을 이용한 시각 그래픽 표출을 이용하였다.

VI. 현장 테스트

본 연구의 평가척도는 정보전송과 경고음 표출의 정확성이라 할 수 있다. 따라서, 시제품이 제작된 후 차량과 노변안테나 간 알고리즘에 의한 정보전송과 경고음 표출의 정확성을 점검하기 위해 시뮬레이션 실험을 통한 1차 모의실험을 통해 차내경고장치 시스템 통합을 위한 최적의 대안을 도출하였으며, 신호등이 설치된 교차로에서 노변안테나를 설치하여 차량 내에 차내 단말기를 설치하여 현장시험을 실시하였다.

현장시험을 위한 준비과정으로 사전답사를 통해 신호주기, 기하구조, 교차로 접근속도, 신호제어기의 위치 등의 기초조사를 통해 원주 42번 국도상에 노변안테나의 위치를 설정한 후 설치하였다.

1. 실험방법

노변안테나와 차량간 통신시스템의 재연성 시험

을 위해 차량의 속도별, 기상별로 실험을 하였으며, 일정한 차량의 속도를 유지하기 위해 차량이 원활하게 소통되는 낮 시간대를 선택하였다.

차량 통신에 따른 통신 정확도는 도로상에 송신 안테나 실험결과를 토대로 속도를 45km~85km 사이를 10km씩 증가하며 각각 5회 반복하여 정보수신 정확성 여부를 실험하였다.

각 현장실험은 주간/야간 침두·비침두시, 우천시를 중점적으로 단말기를 설치한 연구진 차량을 30회 주행하면서 신호제어기와 노변안테나간 송수신 여부 및 노변안테나와 단말기간 송수신 여부, 차내단말기 표출상태를 측정하였다.

신호제어기는 원주 42번 국도 교차로에 새로이 개발한 제어기로 교체하였으며, 교차로 정지선으로부터 120m 지점에 고정식 노변안테나를 자체 제작하여 설치하였다.

2. 현장실험 평가

(1) 평가항목

본 연구는 신호제어기로부터 녹색잔여시간을 노변안테나로 전송하며, DSRC를 이용하여 차내단말기로 정보를 전송, 차내단말기에서 정보를 표출하는 시스템으로 구성되어있다.

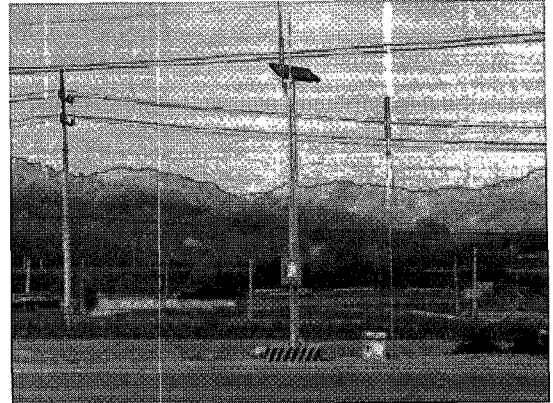
실험의 효과척도는 시스템간 인터페이스와 노변안테나 통과 시 알고리즘에 의한 정보표출의 정확성이라 할 수 있다.

실험을 위한 평가항목은 다음 아래와 같다.

- 시스템 인터페이스 확인 실험
 - 차내단말기 속도 검지 정확성 여부 확인
- 딜레마구간 차내경고 알고리즘 표출확인 실험

(2) 현장 실험평가 결과

시스템간 인터페이스 실험 평가는 신호제어기로부터 전송된 직진 신호의 잔여 초 수 전송이 정상적으로 이루어졌으며, 신호전송에 대한 응답데이터의 수신 또한 정상적으로 이루어졌다.



〈그림 9〉 노변안테나(RSE)

직진신호에 대한 잔여 초 수 전송 시 주행차량의 속도를 달리하면서 수신시험 결과 95%의 수신율을 보였다.

차내단말기 내의 속도검지 측정은 실제 차량의 주행 시 주행 계기판의 속도와 단말기에 표출되는 속도를 비교한 결과 2~3km/h의 오차가 발생하였으나 이는 비교적 정확한 속도로 판단되었다.

알고리즘에 의한 차내단말기 표출 상태는 알고리즘에 구현된 조건에 따라 차량의 속도범위를 달리 하면서 노변안테나를 통과 시 녹색잔여시간 초수에 따라 경고음과 LCD 그래픽 표출이 정상적으로 표출되었다.

VII. 결 론

신호교차로 내 딜레마구간 차내경고시스템 개발은 5개 분야로 구분 진행되어 아래와 같은 성공적인 결과를 얻었다

- 신호교차로 진입차량의 운전자행태 조사 분석
- 신호제어기와 차내 경고장치와의 최적 통신시스템 설계 개발
- 진입속도에 따른 딜레마구간 설정 및 경고체계 알고리즘 개발
- 상황 설정에 따른 시뮬레이션 모델 구축 및 현장 시험 적용
- 차내경고장치 개발, 시제품 제작 및 현장시험

본 연구는 특히 단거리전용무선통신 즉, DSRC가 ITS의 안전분야에 활용된 최초의 연구로써 향후 첨단차량 및 도로분야(AVHS) 서비스 구현을 위한 시급성이 될 것으로 평가되었다.

본 시스템의 연구개발은 ITS 연구개발을 통한 시스템 통합 및 구축을 실현함으로써 ITS에 대한 대국민 인식전환으로 국내 ITS 산업발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

본 시스템이 향후 상용화되고 국제표준화가 추진될 경우 선진국에서 제품화되고 있는 안전운전지원시스템과 함께 국제적 경쟁력을 확보하게 되며 신호교차로에서 발생하는 충돌 및 추돌사고를 예방함으로써 인명, 재산 및 물류비 감소에 따른 국가 경쟁력의 막대한 효과가 예상된다.

따라서 본 시스템의 상용화를 위한 지속적인 연구개발이 이루어져야 하며 이를 위해 향후 2~3년간 시스템의 성능보완, GPS 등의 신기술 접목 및 본 시스템의 국제표준화를 위한 지원이 뒷받침되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 교통개발연구원·대한교통학회, “ITS 기본계획 수정·보완 및 ITS 사업비용/효과분석 모형개발과 검증,” 1999. 12.
- [2] 오동섭, “운전자행태 도출을 위한 신호교차로 황색신호시 인지반응시간 연구”, 아주대학교 석사학위 논문, 2001. 2.
- [3] Ronald E. Walpole, “공업통계학”, 청문각, 1993.
- [4] 엄준근, “선형회귀분석”, 자유아카데미, 1992.
- [5] 건설교통부, “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침”, 2000.
- [6] 한국도로공사, “지능형교통시스템(ITS) 연구개발사업”, 핵심요소기술분야, 1999.
- [7] 한국정보통신기술협회, “5.8GHz대역 노변기차국과 차량단말기간 단거리무선통신표준”, 2000.
- [8] 한국전자통신연구원, “ITS고속무선패킷 시스템 개발에 관한 연구”, 1999.
- [9] 한국전산원, “ITS 자동요금징수시스템 기본모델 개발을 위한 연구”, 1998.
- [10] William R. McShane, “Traffic Engineering second edition”, Prentice Hall, 1998.
- [11] FHWA, “Engineering Factors Affecting Traffic Signal Yellow Time -Data Collection Manual-,” Report No. FHWA/RD-85/055, 1984.
- [12] ITE, Traffic Detector Handbook second edition.
- [13] Adolf D May, “Traffic Flow Fundamentals, 1990.
- [14] TRB, “Traffic Flow Theory, A state of the Art-Report, 1992.
- [15] Young J. Moon and Fred Coleman III, “Driver’s Speed Reduction Behavior at Highway-Rail Intersection Transportation Research Record, 1692.
- [16] Wolfgang S. Homburger et al, “Transportation and Traffic Engineering Handbook second edition”, ITE, 1982.
- [17] Hanson Demirarslan et al., “Visual Information Processing Perception, Decision, Response Triplet,” Transportation Research Record No. 1631, Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council, pp. 35~41, 1998.
- [18] Rodger J. Koppa et al, “Measuring Driver Performance in Braking Maneuvers”, Transportation Research Record No. 1550, Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council, pp. 8~15, 1996.
- [19] Young J. Moon, “Speed estimation measurement error analysis”, Technical-report, Department of Civil Engineering University of Illinois, 1998.
- [20] James A. Bonneson et al., “Traffic Data Collection Using Video-Based Systems”, pp. 2~4, 1995.
- [21] Renu N. Mussa et al., “Simulator Evaluation of Green and Flashing Amber Signal Phasing”, Transportation Research Record No. 1631, Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council, pp. 24~28, 1998.
- [22] ITE, “Small-area detection at intersection approaches”, Technical Committee 18 Southern Section, pp. 13, 1974.

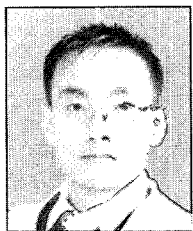
- [23] X. Peter Huang et al., "Simulation-Neural Network Model for Evaluating Dilemma Zone Problems at High-Speed Signalized Intersections", Transportation Research Record No. 1456, Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council, pp. 34~36, 1998.
- [24] AASHTO, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1990.
- [25] Sheffi, Y et al., "A Model of Driver Behavior at High Speed Signalized Intersections", Transportation Science, Vol 15, No1, pp. 50~61, 1981.
- [26] Chang et al., "Timing Traffic Signal Change Interval Based on Drive Behavior", Transportation Research Record No. 1027, Washington, D.C: Transportation Research Board, National Research Council, 1985.
- [27] T. Triggs, "Reaction Time of Driver Behavior during the Yellow Interval", Federal Highway Administration, 197.
- [28] <http://www.hido.or.jp>.
- [29] <http://www.vertis.or.jp>.
- [30] <http://www.etc.gr.jp>.
- [31] <http://www.tft.lth.se/research/ISA.htm>.
- [32] <http://www.rattfart.com/isastart.html>.

〈 저자 소개 〉



문 영 준(Moon, Young-Jun)

1985년 2월 : 아주대학교 산업공학과 졸업(학사)
 1987년 2월 : 아주대학교 대학원 산업공학과(공학석사) (운용과학(OR) 및 교통공학 전공)
 1987년 2월~1992년 7월 : 국방과학연구소 (ADD) 연구원
 1992년 8월~1998년 1월 : Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign (공학박사) (교통공학-Transportation Engineering)
 1998년 1월~1999년 4월 : Post Doctoral Research Associate, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
 1999년 5월~1999년 7월 : 고등기술연구원(IAE) 시스템공학과 인턴연구원
 1999년 8월~현재 : 교통개발연구원(KOTI) 책임연구원



이 주 일(Lee, Joo-Il)

2001년 2월 : 경기대학교 건설공학부 교통공학과 학사
 2000년 11월~현재 : 교통개발연구원 ITS 연구센터 위촉연구원
 2001년 8월~현재 : 항공대학교 산업대학원 정보통신공학과 재학중
 <관심분야> 지능형교통체계(ITS), 위치기반서비스(LBS), 텔레매틱스(Telematics), 정보통신