

DSRC 시스템을 응용한 교차로 사전경보 알고리즘

Algorithm of Crossroads Prior Alarm by DSRC System

최경원 윤동원 박상규

(한양대학교 전자통신컴퓨터공학부)

김동현 최광주

(LG전자 미디어연구소)

Key Words : 교차로, DSRC, RSE, OBE, GPS, 사전경보

목 차

I. 서론

II. 시스템 정보 전달 경로

III. 사전경보 시스템의 원리

IV 제안 및 시스템 구성

V. 결론

참고문헌

I. 서론

늘어나는 자동차 수와 비례하여 교통문제가 나날이 심각해짐에 따라, 이에 대한 해결책으로 도로교통 지능화사업이 지난 수년간에 걸쳐 시작되어 왔고, 현재는 서비스 제공에까지 이르게 되었다.

이와 같은 ITS (Intelligent Transportation System : 지능형 교통 시스템)의 목적이 점점 가속화되고 있는 정보화 사회에 알맞은 신속, 안전, 쾌적한 차세대 교통체계를 구현하는 데 목적을 두고 있기 때문에 이를 통해서 교통문제 중 특히 교통사고를 줄이기 위한 방안으로 이용될 수 있다[1].

사고를 줄이기 위해서 어떤 유형으로 그리고 어떤 곳에서 사고가 일어나는지를 살펴보아야 하는데, 우선 차량 간 교통사고가 빈번하게 일어나는 곳 중 하나가 바로 교차로이다. 신호가 없는 교차로뿐만 아니라 신호기가 있는 교차로도 사고빈발지역이다. 직진하는 차량간에 발생하는 사고와 함께 좌·우 회전을 하는 차량과 직진 차량간의 사고도 발생한다. 따라서 이에 대한 방안 및 대책이 필요한 실정이다.

현재 경찰청 통계에 따르면 작년 한해 교통사고는 220,755건으로서 이 사건들 중에서 신호위반은 22,870건(10.4%), 교차로 통행 방법 위반은 16,532건(7.5%)으로서 교통사고중에서 가장 많은 비율을 차지하는 안전운전불이행(57.4%) 다음으로 교차로와 신호문제가 교통사고의 원인이 되고 있다[2].

우리나라뿐만 아니라 미국에서도 도심지내 충돌 및 추돌사고의 약 30% 이상이 신호교차로에서 발생하며 이들 중 대부분은 운전자가 신호가 변경될 때 신호를 준수하지 않기 때문인 것으로 보고 되고 있다.

이에 따라 교차 신호에 대해 운전자가 미리 예측을 가능하게 하여 사고가 일어날 가능성을 줄일 수 있게 할 수 있는 시스템의 개발이 필요하다.

이와 관련된 국내외의 기술동향을 살펴보면 미국에서는 ITS의 기술의 목적을 운전자의 안전과 교통의 안전에 중점을 두고 연구를 해왔기 때문에 차선이탈 때 경고를 주는 시스템,

앞 차량과 충돌에 대해 경고를 주는 시스템, 옆쪽의 장애물에 대한 경고를 운전자에게 주는 시스템 등 안전을 위한 여러 연구개발을 통해 이를 국제적인 표준으로 만들어 가고 있고, 유럽은 유럽연합인 EU의 각국의 속도 제한에 대한 표준과 운전자와 보행자 모두에 대한 안전을 목적으로 기술을 발전시키고 있다. 그 중에 하나인 Intelligent Speed Adaptation (지능형 속도 적응) 시스템은 도로의 각종 여건에 따라서 경고 및 차량제어를 자동으로 무선통신을 통해 할 수 있도록 하는 게 특징이다. 이와 마찬가지로 일본에서도 역시 일본 건설성 주도로 일본 우정성과 공동으로 도로와 차량 간 정보시스템 (Road Automobile Communication System)과 경찰청에 의해 통제를 받는 첨단 차량 교통 정보시스템 (Advanced mobile Traffic Information and Communication System)이 1980년대부터 개발되어왔고 이를 토대로 도로 교통 정보 통신시스템을 구축해왔다. 그 외에도 정부의 주도로 도로교통의 종합교통관리를 목표로 하는 신교통관리 시스템, 자동차 교통시스템의 지능화를 목표로 하는 지능화 자동차 교통시스템등 ITS 강국이 되기 위한 여러 과제들을 진행중이며 완성하였다.

이에 반해 국내에서는 DSRC를 이용하여 과속을 감지하고 경고를 하여 사고를 미리 막을 수 있는 기술에 대한 과제를 통해서 교통안전에 관한 연구가 5~6년전에 진행되었다고 하나 아직 사고를 미리 막을 수 있을 만한 연구는 이뤄지지 않고 있다고 알고 있다.

따라서 이러한 교통안전의 연구 중 한 분야로서, 지능형 교통시스템(ITS)을 활용하여 교차로 내에서의 사고를 줄이기 위한 일환으로 교차로에 진입하기 전에 운전자가 얼마 후에 신호가 변경되는가에 대한 정보와 현재 자동차의 속도와 신호교차로까지의 거리를 계산하여 운전자가 의사 결정을 할 수 있게 하는 시스템이 필요하다.

현재 대전에서 서비스 중인 Telematics 서비스는 DSRC (Dedicated Short Range Communication : 단거리 전용통신) 방식의 RSE를 교차로 구간에 설치하여 차량 내에 설치된

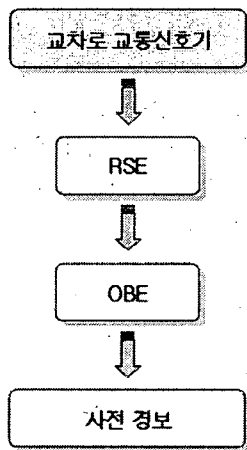
OBE (On-Board Equipment)를 통해 운전자가 정보를 받는 방식으로 운영 중이다.

이러한 DSRC가 현재 교차로에 설치되어서 신호체계에 대한 정보를 운전자에게 제공하는 것에 착안하여 교차로 진입 전에 올바른 의사 결정을 할 수 있게 하는 데에 본 연구의 목표를 삼고 있다.

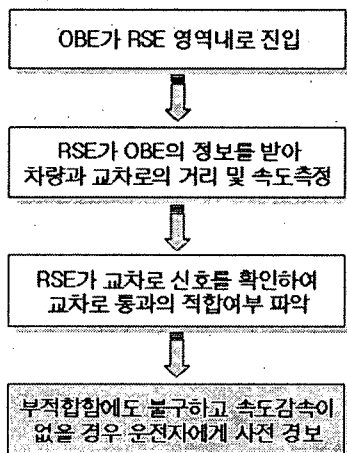
II. 시스템 정보 전달 경로

RSE를 교차로 교통신호기에서부터 운전자에게 제공되는 정보의 순차적 전달 경로는 아래와 같다. 먼저 교차로 교통신호기에서 RSE로 신호에 대한 정보를 제공한 다음에 RSE에서 자신의 영역으로 들어온 OBE와 서로 정보를 주고 받는다. 그리고 이에 따라 분석된 정보는 OBE에서 운전자에게로 정보 제공되는데 이때 상황에 따라 사전경보에 대한 정보가 주어진다.

이와 같은 경로의 흐름은 아래의 그림 1과 그림 2에서 같이 나타낼 수 있다.



<그림 1> 정보 경로



<그림 2> 경보 시스템 경로

III. 사전경보 시스템의 원리

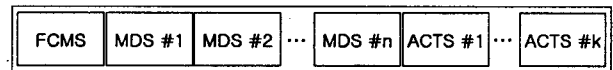
위와 같은 시스템 경로로 정보를 받기 위해서는 차량의 속도 정보와 교차로까지의 거리에 대한 정보가 반드시 필요하다. 이러한 두 가지 정보는 모두 OBE내에 설치되어 있는 GPS (Global Positioning System : 위성항법장치)를 이용해서 받을 수가 있다. GPS는 이 두 정보를 OBE에게 알려줘서 OBE가 RSE에게 전송하게 된다.

이 때 속도와 거리에 대한 정보는 OBE 프로토콜에서 사용되는 MDS(Message Data Slot)를 이용한다[3]. RSE와 OBE사이에서 서로 주고 받는 프로토콜은 크게 세 종류로 나누게 된다.

FCMS (Frame Control Message Slot : 프레임 제어 슬롯)은 노변장치인 DSRC에서 차량 탑재장치인 OBE로 채널 사용에 대한 제반 정보를 제공하기 위하여 사용하며, 프레임의 맨 앞 부분에 위치한다. 이 슬롯에는 통신 프로파일과 슬롯 할당 정보가 포함되며 하향링크 (RSE→OBE)전용으로 사용한다.

두 번째 프레임으로 FCMS 뒤에 따라오는 MDS (Message Data Slot : 메시지 데이터 슬롯)는 프레임 제어슬롯 또는 다른 메시지 슬롯 뒤에 위치하여 상향링크 (OBE→RSE) 또는 하향링크 (RSE→OBE)용으로 사용할 수 있다. 이 슬롯은 노변장치와 탑재장치 사이의 메시지 데이터 교환을 위하여 사용한다. 한 개의 프레임에는 최대 8개의 메시지 데이터 슬롯을 포함할 수 있다.

마지막으로 ACTS (Activation Slot : 접속 요구 슬롯)은 OBE가 RSE에게 메시지 데이터 슬롯의 할당을 요구하기 위하여 사용하며 상향링크 (OBE→RSE) 전용으로 사용된다. 한 개의 프레임에는 최대 8개의 접속요구 슬롯을 할당할 수 있다. 이 프레임 형식은 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.



<그림 3> 프레임 형식

그림 3에서 프레임은 한 개의 FCMS와 $n(0 \leq n \leq 8)$ 개의 MDS, $k(0 \leq k \leq 8)$ 개의 ACTS로 구성됨을 알 수 있다. 또한 한 개의 프레임에 포함되는 MDS와 ACTS의 합은 1보다 같거나 크고, 8보다 같거나 작다($1 \leq n+k \leq 8$). 따라서 프레임의 최대 길이는 한 개의 FCMS를 포함하여 9개 슬롯길이이며, 최소 길이는 2개의 슬롯길이 된다.

IV. 제안 및 시스템 구성

위에서 언급한 세 종류의 슬롯중에서 OBE에서 RSE로 상향링크하는 슬롯은 MDS와 ACTS이지만 실질적으로 서비스를 제공하기 위한 정보를 전달하는 부분은 MDS이므로 이 슬롯에 1 byte (8 bit)의 속도 정보와 다른 1 byte (8 bit)의 거리 정보를 담아 RSE로 보낼 수 있다.

MDS의 8 bit를 이용하므로 속도는 단위를 [km/h]로 가정할 때 256가지 경우(28)를 표시할 수 있으므로 0에서부터 255[km/h]까지의 속도의 정보를 나타낼 수 있고, 거리 역시 단

위를 [m]로 가정할 때 8bit를 사용하므로 0에서부터 255[m]까지의 거리정보를 슬롯에 담을 수 있다.

예를 들어, 속도를 나타내는 비트가 01010000으로 MDS에 들어오고, 거리를 나타내는 비트가 01100100으로 정보가 들어온다면, 80[km/h] 속도로 교차로 건너편 건물신호제어기로부터 100[m] 떨어진 곳에서 자동차가 다가온다는 것을 표시할 수가 있다. 따라서, 약 4.5초 후에 자동차는 RSE가 설치된 신호제어기를 지나가게 될 것이다.

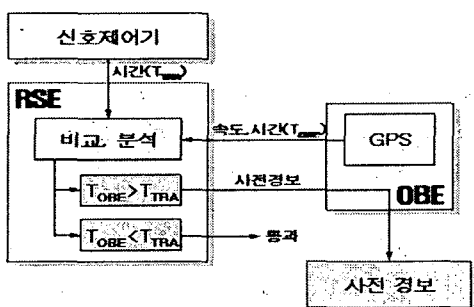
이처럼 차량의 속도정보와 거리 정보를 RSE가 받게 되면 RSE는 신호제어기와 OBE의 모든 정보를 비교하여 차량이 적절한 속도로 교차로로 다가오는지 여부를 판단하게 된다. 따라서 신호제어기가 3초후에 파란색 신호에서 노란색 신호로 바뀔 경우, RSE는 신호제어기에서 보내 오는 직진차량에 대한 직진유지 시간과 차량이 교차로 건너편 건물목을 통과하기 까지 소요되는 시간을 비교해서, 안전한 통과가 어렵다고 판단될 경우 진입하고 있는 OBE에게 교차로에 서행하여 진입하라는 경보신호를 전송하게 함으로써 운전자에게 안전정보를 제공하게 된다.

RSE가 계산상 운전자가 속도를 감속할 수 있는 범위 내에 있다고 판단된다면 아무런 경고를 주지 않아도 되지만, 반대로 운전자가 속도감속을 하지 않을 경우, 교차로 중간에서 정지신호를 받을 가능성이 있다고 판단되면 해당 OBE에 위험경고를 알리고, OBE는 이를 차량 내 information장치들 통해서 운전자에게 알리게 된다. 이를 통해 운전자가 빨간 신호등상태임에도 불구하고 교차로 통과하게 되어 일어날 수 있는 각종 사고들을 미연에 방지 할 수 있는 시스템을 구축할 수 있고 앞서 설명했던 연간 교통사고량을 크게 줄일 수가 있다.

위에서 제안한 원리를 전제하기 위해서는 여러 가지 조건들이 필요하다. 우선 경고를 하는 조건으로는 파란색 신호에서 노란색 예비신호로 바뀌는데 남은 시간보다 차량이 교차로를 통과하는데 걸리는 시간이 커야 한다. 두 번째는 OBE가 RSE의 통신 영역으로 들어오게 되면 통신지연 없이 계속 서로간의 프로토콜들이 송수신 되어야 한다는 것이 전제가 되어야 한다.

DSRC표준의 데이터 링크 계층에서 프레임과 채널의 형식 중에서 서로간의 메시지 데이터를 주고 받는 MDS (Message Data Slot)를 통해 OBE에서도 DSRC를 향해서 상향회선의 정보의 전송이 가능하기 때문에 이 채널을 통해서 차량의 속도 정보와 거리정보를 전송한다.

위에서 제안한 시스템의 구성도는 아래와 같다.



<그림 4> 시스템 구성도

여기서 TOBE는 차량이 신호 교차로까지 가는데 걸리는 시간이고, TTRA는 신호가 파란색등에서 노란색으로 변경하는데 걸리는 시간을 말한다.

위의 시스템에 사용되는 RSE와 OBE의 표준에서 물리계층의 요구조건은 아래의 표 1과 같다.

<표 1> RSE와 OBE 표준 파라미터

반송파 주파수	5.8GHz
채널당 대역폭	10MHz
안테나 편파	지향성/옴니안테나
변조	ASK 방식
변조 지수	0.75~1.0
데이터 부호화	Manchester Code
데이터 전송 속도(Bit Rate)	1.024Mbps
비트 오류율 (BER)	기준값 10^{-5} 이내

V. 결론

대부분의 RSE가 교차로 교통신호기 부근에 설치된다는 점에 착안하여, 교차로로 진입하는 자동차의 속도와 거리를 OBE가 GPS에서 정보를 받아 RSE로 전송하면 RSE는 이를 신호제어기에서 보내 온 신호와 비교하여 차량이 제동해야 할 적정 거리를 계산하고 이에 부적합한 속도로 차량이 진행할 경우 경고를 주어서 사전에 충돌사고를 예방하고자 하는 게 본고의 취지이다.

이를 위해 DSRC표준에서 프레임구조중 MDS를 사용하여 교차로에 진입하는 차량으로부터 교차로 건너 건물목까지의 거리와 차량의 속도를 감안한 안전주행속도를 RSE에서 계산하여 OBE에 딜레마존을 고려한 안전속도를 산출하는 것을 본고에서 제안하였다.

실제적으로 대전에서 서비스 중인 DSRC서비스는 지향성을 갖는 패치안테나뿐만 아니라 여러 방향으로 동시에 빔을 발사하는 옴니안테나 형태의 RSE가 교차로에 설치되어 있기 때문에, 차량의 수가 많을 때, 개개의 차량의 속도정보와 거리정보를 담아 계산하려면 더욱 많은 정보량을 부과하게 되어 RSE에 많은 부담을 줄 수 있을 것이다. 이러한 점은 RSE에서 수행하는 그림 4와 같은 비교,분석을 OBE가 자체적으로 해서 운전자에게 경보를 할 경우 개선할 수 있으리라 예상된다.

응용서비스를 어떻게 하느냐는 시행하는 업체마다 다르겠지만, 본고에서 제안된 방식을 사용할 경우, 운전자가 교차로 진입 전에 교차로를 통과하는 것이 바람직한 것인지 그렇지 않은 것인지 판단할 수 있게 도움을 주게 되어, 빈번하게 발생하는 교차로 구간 내에서의 사고를 예방할 수 있을 것이다. 또한, 경찰청이나 지방자치단체에서는 카메라를 연동하여, 교차로 정지선 위반 차량은 물론 교차로를 통과하는 차량의 속도위반에 적용할 수 있을 것이다.

본 논문은 LG전자와 한양대학교의 텔레매틱스 산학 프로젝트 수행 중에 발생된 연구결과물임.

참고문헌

- [1] 한국도로공사, “지능형 교통시스템(ITS) 연구사업”, 핵심요소기술분야, 1999
- [2] <http://www.police.go.kr>
- [3] 한국정보통신기술협회, “5.8GHz대역 노변기지국와 차량단말기간 단거리무선통신표준”, 2000