

논문 2006-43TC-9-5

DSRC 시스템에서 릴레이 프로토콜

(Relay Protocol in DSRC System)

최 광 주*, 최 경 원**, 조 경 국**, 윤 동 원**, 박 상 규**

(Kwangjoo Choi, Kyung Won Choi, Kyongkuk Cho, Dongweon Yoon, and Sang Kyu Park)

요 약

DSRC(Dedicated Short Range Communications : 근거리 전용 무선통신)는 차량의 고속 이동시에 차량과 기지국 사이 근거리 통신영역 내에서 무선으로 접속하여 텔레매틱스 서비스를 제공하고 교통정보 수집에 활용이 가능하다. 현재 DSRC는 5.8GHz의 주파수 대역을 사용하고 있으나 전파 자체의 직진성이 우수하기 때문에 앞에 장애물이나 다른 차량이 존재하는 경우 가시선 확보의 어려움이 발생하고 이로 인해 음영 현상과 통신 장애가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 DSRC 문제점 중에 하나인 가시선 방해로 인한 음영현상을 해결하고 통신율을 높이기 위한 방안으로 현재 실제로 적용되고 있는 TTA의 DSRC 표준방식인 '5.8GHz 대역 노변기지국과 차량단말기 사이의 근거리전용 무선통신 표준'의 프로토콜을 알아보고, 릴레이 프로토콜(relay protocol)의 통신 과정과 릴레이 프로토콜의 구조를 제안한다. 제안된 릴레이 프로토콜을 DSRC 시스템과 차량간 통신에 응용하여 고정 릴레이 프로토콜과 이동 릴레이 프로토콜을 고려한다. 릴레이 프로토콜은 추후에 DSRC를 이용한 차량간 통신으로까지 적용되어 차량 운전자간의 화상통화나 차량간의 안전거리 확보를 통한 사고 방지 등에 효과적으로 응용되리라 예상된다.

Abstract

5.8GHz DSRC(Dedicated Short Range Communications) is a short to medium range communications service that supports both public safety and private operations in roadside to vehicle and vehicle communication. However the 5.8GHz frequency may cause the shadowing effect or communication blocking problem when there is an obstacle or another vehicle between RSE (Road Side Equipment) and OBE (On Board Equipment). In this paper, to solve this problem of the 5.8GHz DSRC, we propose a relay protocol based on the standard of DSRC radio communication between RSE and OBE in the 5.8GHz band made by TTA (Telecommunication Technology Association). By using the proposed relay protocol to DSRC system and intervehicle communication, we also consider a fixed relay protocol and mobile relay protocol. We expect to apply this relay protocol for the DSRC intervehicle communication and video communication between drivers and safe distance among vehicles in the near future.

Keywords : DSRC; relay; protocol; intervehicle communication.

I. 서 론

텔레매틱스(Telematics)는 차량의 위치파악기술과 양방향 통신이 가능한 시스템을 이용, 차량 내 정보 단말을 통해 차량과 운전자에게 유용한 다양한 정보 및 서비스를 제공하는 종합적인 정보서비스를 뜻한다.

이는 최근 차량 내에서의 멀티미디어 서비스라는 보다 구체화된 의미를 지니며, 측위 기술과 양방향 통신이 가능한 시스템을 이용하여 차량 내 정보 단말기를 통해서 차량과 운전자에게 다양한 정보 및 서비스를 제공하는 종합적인 시스템을 의미하게 되었다. 따라서 모든 전자 제품들의 통합 트렌드가 일고 있는 이 시점에서, 텔레매틱스는 미래 고부가가치 산업으로 관심을 받고 있다. 또한 이미 국제 경쟁력을 확보하고 있는 초고속 인터넷 인프라와 세계적인 자동차 생산규모, 이동통신 단말기 기술 및 다양한 무선 액세스 망을 기반으로 첨단 지리

* 정회원, LG전자

(LG Electronics)

** 정회원, 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부

(Dept. of Electrical and Computer Engineering
Hanyang University)

접수일자: 2006년8월14일, 수정완료일: 2006년9월11일

정보 시스템, 위치기반 서비스, 지능형 교통체계 등의 서비스와 관계 및 활용에도 깊은 관심이 쏠리고 있다.

이와 같은 텔레매틱스 실현을 위한 여러 기술 중에서, DSRC 기술은 텔레매틱스의 기반이라고 불리는 중요한 정보통신 인프라로서 자동차와 도로를 쌍방향 통신으로 결합시키는 무선통신기술을 지칭하며 다양한 텔레매틱스 서비스의 응용으로 이용되고 있다. DSRC 시스템은 차량의 고속 이동시에 차량과 기지국 사이 근거리 통신영역 내에서 무선으로 접속하여 텔레매틱스 서비스를 제공하고 교통정보 수집에 활용이 가능한 장점이 있다. 이 통신 시스템은 10m에서 100m까지의 좁은 서비스 지역에서 차량단말기(OBE : On Board Equipment)와 노변기지국(RSE : Road Side Equipment) 사이에 실시간 서비스가 이루어진다.

그러나 현재 정립된 DSRC 시스템에 몇 가지 문제점이 있다. DSRC는 표준방식으로 근거리전용 무선통신을 위해 5.8GHz의 주파수 대역을 사용하고 있다. 이 주파수 대역은 타 ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 대역 주파수보다 더 짧은 주파수 파장 길이를 갖기 때문에 주파수 자체의 직진성은 우수하지만, 앞에 장애물이나 다른 차량이 있을 경우 가시선(LOS : Line-Of-Sight)이 가려지게 되어 통신에 장애가 나타나는 음영현상이 발생한다.

본 논문에서는 텔레매틱스 서비스를 위한 DSRC 요구 사항을 만족하고 DSRC 시스템에서 가시선의 방해와 그로 인한 음영 현상을 해결하기 위하여, 표준 프로토콜을 이용하여 가시선을 개선하기 위한 방안을 알아본다. 효과적인 통신을 위해서 현재 실제로 적용되고 있는 한국정보통신기술협회(TTA)의 DSRC 표준방식인 '5.8GHz 대역 노변기지국과 차량단말기 사이의 근거리전용 무선통신 표준'의 프로토콜을 기본으로 하여^[1], 차량간 통신으로 확대하기 위한 릴레이 프로토콜(relay protocol) 통신을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 이 논문의 통신 기술인 DSRC 시스템에 대한 개요와 현재 DSRC 시스템에서 사용되는 표준 프로토콜을 살펴본다. 그리고 DSRC에서 나타나는 문제중에 하나인 가시선 방해로 인한 음영문제를 알아본다. III장에서는 DSRC 표준 계층을 적용한 릴레이 프로토콜을 제안하고 이를 DSRC 시스템에 적용해 본다. 마지막으로 IV장에서는 본 논문의 결론을 도출하고 앞으로 더 연구해야 할 점을 제시한다.

II. DSRC 시스템과 프로토콜

1. DSRC 시스템

DSRC(Dedicated Short Range Communications : 근거리 전용 무선통신)는 텔레매틱스 서비스를 제공하기 위해 도입된 새로운 근거리 무선 통신 수단으로서 교통 정보 및 제어시스템 응용에 필요한 통신 요구 사항들을 충족시킬 수 있다. DSRC는 그림 1과 같이 10m에서 100m의 좁은 서비스 지역과 차량단말기와 노변기지국 사이에 실시간 서비스가 이루어져야 하기 때문에, OSI의 7계층보다 축소된 형태의 물리 계층(physical layer), 데이터 링크 계층(data link layer), 그리고 응용 계층(application layer)으로 이루어진 스택 구조를 필요로 하게 된다. 이와 같은 구조는 실시간 환경에서 매우 일반적이라 할 수 있기 때문에 텔레매틱스 서비스를 지원하기 위한 적합한 시스템이라 할 수 있다.

DSRC의 물리 계층은 텔레매틱스 서비스를 위한 5.8GHz 마이크로파를 이용한 물리 계층 규격을 사용하고 있으며, OSI 1계층(physical layer)의 요구 조건들로 구성된다. 또한 차량단말기와 노변기지국을 이용한 시스템들에 다중 접속을 위한 상호 호환성을 제공하고 광범위한 통신 영역에서 고속의 데이터 통신을 목적으로 한다. 차량들과의 접속 방식은 시간을 분할하여 대역을 이용하는 시분할 다중접속방식인 TDMA(Time Division Multiple Access)를 사용하며, 전송속도는 1.024Mbps이다. 이 5.8GHz 대역의 물리 계층에서 노변장치에서 차량탑재장치로 정보전송을 위한 통신 요구 조건은 하향 회선(down link) 파라미터로 설명되며, 차량탑재장치에서 노변장치로 정보 전송과 관련된 요구 조건들은 상향 회선(up link) 파라미터로 설명된다.

두 번째 계층인 데이터 링크 계층에서는 DSRC의 데

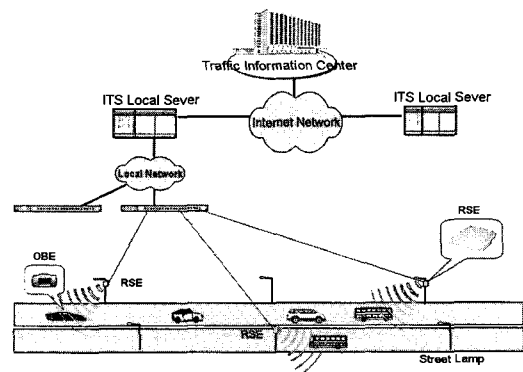


그림 1. DSRC 시스템 구성도
Fig. 1. DSRC system.

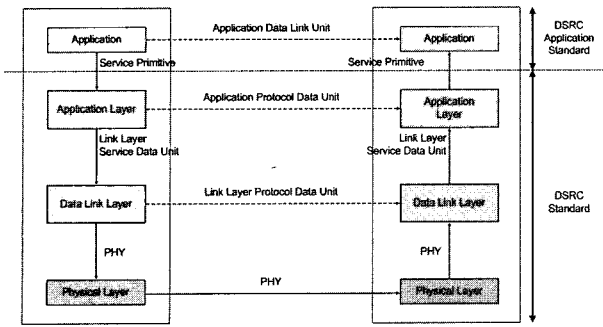


그림 2. 통신시스템과 응용 사이의 총괄적 데이터 흐름
Fig. 2. Data Flow between Communication System and Application.

이터 링크 계층에 관한 규격을 기술해 놓고 있으며, 노변기지국이 자신의 통신영역을 통과하는 차량단말기들에게 통신 매체를 할당해 주고 이를 이용하여 노변기지국과 단말기들 간의 원활한 통신을 가능하게 하는 구조를 가지고 있다.

DSRC의 최상위 계층인 응용 계층에서는 DSRC의 응용 계층에서 제공되는 서비스와 구조를 기술하고 있으며, 응용 서비스 요소를 규정한다. 이러한 규정 요소들은 APDU(Application Protocol Data Units : 응용 서비스 프로토콜 데이터 단위), ASDU(Application Service Data Unit : 응용 서비스 데이터 단위)와 ASDU에 관한 활동들로 이루어져 있다. ASDU의 송수신은 서비스 프리미티브(Service Primitives : SP)의 호출로 실행된다. 이 응용 계층의 구조는 단말장치의 응용기능이 단순한 서비스에서부터 복잡한 서비스까지 또한 다수의 서비스를 동시에 수행하기 위해 적절한 범위 요소 선택을 가능하게 한다.

그림 2는 OSI의 제 1계층인 물리 계층과 2계층인 데이터 링크 계층 그리고 최상위 계층인 응용 계층으로 구성된 DSRC 시스템에서 통신의 흐름을 나타내고 그림에서 실선으로 나타난 데이터 통신의 흐름을 통해서 정보가 전달된다.

2. DSRC 통신표준

DSRC 시스템의 구체화 및 현실화를 위해서 한국 정보통신기술협회(TTA:Telecommunication Technology Association)에서는 2000년 10월 31일에 '5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준(standard of DSRC radio communication between Road-Side Equipment and On-Board Equipment in 5.8GHz band)'의 제목으로 DSRC 통신을 위한 표준을 제정하였다^[1]. 이 표준은 교통정보 및 제어

시스템 서비스를 지원하기 위한 5.8GHz 대역의 DSRC(Dedicated Short Range Communications : 단거리 무선통신) 표준 중 개방형 시스템간 상호접속(OSI: Open System Interconnection) 참조모델을 기준하여 물리 계층(physical layer)과 데이터 링크 계층(data link layer), 그리고 응용 계층(application layer)에 대하여 기술한 것이다. 이 표준은 도로변에 위치한 한 대의 노변기지국과 이 노변장치의 통신영역을 통과하는 불특정 다수의 차량단말기간 단 방향 또는 양방향 단거리 통신 링크를 제공할 수 있는 수단을 포함하고 있는 특징을 갖고 있다. 이 표준에서는 차량에서의 링크 초기접속은 적응형 slotted ALOHA 방식을 근간으로 하고 있으며, 가변 프레임 사이클이 허용되도록 채널 할당이 되며, 타임 슬롯(time slot)의 할당 순서에 제약을 두지는 않는다. 그리고 통신 모드는 송수신 동작시 동일한 반송파 주파수를 사용하는 TDD(Time Duplex Mode)이고 채널 간격은 10MHz이다. 이 표준은 더 나아가 ETCS(Electronic Toll Collection System) 뿐만 아니라 교통 정보 및 제어 시스템 등의 서비스를 지원할 수 있도록 기술되었다.

3. DSRC프로토콜

본 논문에서 주로 다루게 되는 프로토콜에 대한 이해를 위해 DSRC의 세 계층 중에서 통신프레임을 제어하는 데이터 링크 계층에 대해서 알아볼 필요가 있다.

데이터 링크 계층에서 통신 프레임은 시간 축 상에서 여러 개의 슬롯들로 이루어진다. 슬롯들의 길이는 동일하며, 데이터의 성격에 따라 프레임 제어 슬롯(FCMS), 메시지 데이터 슬롯(MDS), 접속 요구 슬롯(ACFS)으로 나누어진다. 프레임은 한 개의 프레임 제어 슬롯과 n개의 메시지 데이터 슬롯(0≤n≤8)과 k개의 접속 요구 슬롯(0≤k≤8)들로 구성된다. 또한 한 개의 프레임 내에서 메시지 데이터 슬롯과 접속 요구 슬롯의 합은 1보다 같거나 크고, 8보다 작거나 같다(1≤n+k≤8). 따라서 한 프레임내에는 제어 슬롯 하나를 포함하여 최대 9개 슬롯 길이를 가지며 최소 2개의 슬롯 길이를 가진다. 그림 3은 프레임 형식을 그림 4는 시간에 따른 프레임 구성을 각각 나타낸 것이다.

그림 4에서 프레임 제어 슬롯(Frame Control Message Slot : FCMS)은 노변기지국에서 차량단말기로 채널 사용에 대한 제반 정보를 제공하기 위하여 사용되며, 프레임의 맨 앞에 위치한다. 이 슬롯에는 통신 프로파일과 슬롯할당 정보가 포함되어 있으며, 하향 링크

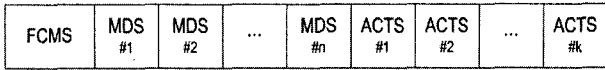


그림 3. 데이터 링크 계층의 프레임 형식
Fig. 3. Frame Formation of Data Link Layer.

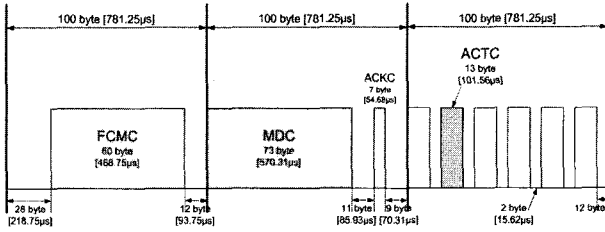


그림 4. 시간에 따른 프레임 구성
Fig. 4. Frame Configuration by Time.

전용으로 사용된다. 두 번째로 위치하는 슬롯인 메시지 데이터 슬롯(Message Data Slot : MDS)은 프레임 제어 슬롯 또는 다른 메시지 데이터 슬롯 뒤에 위치하며, 상향 링크 또는 하향 링크용으로 사용할 수 있다. 이 슬롯은 노변장치와 차량단말기 사이의 메시지 데이터 교환을 위하여 사용한다. 그리고 접속 요구 슬롯(ACTivation Slot : ACTS)은 탑재장치가 노변기지국에게 메시지 데이터 슬롯의 할당을 요구하기 위하여 사용하며 상향 링크 전용으로 사용한다.

4. 가시선과 음영문제

현재 DSRC는 표준방식으로 근거리전용 무선통신을 위해 5.8GHz의 주파수 대역을 사용한다. 그러나 5.8GHz 대역은 무료로 사용 가능한 타 ISM 주파수 대역보다 더 짧은 주파수 파장(약 5.2cm) 길이를 갖기 때문에 주파수 자체의 직진성은 우수하지만, 앞에 장애물이나 다른 차량이 있을 경우, 예를 들어 사거리에서 신호대기상태이면서 앞에 트럭이나 버스가 있을 경우나 자가용과 같은 작은 차량이 트럭과 같은 큰 차량과 동일한 속도로 동시에 노변기지국을 지나쳐 갈 경우, 가시선(LOS : Line-Of-Sight)이 가려지게 된다. 여기서 가시선이란 쉽게 표현하여 송신-수신용의 두 안테나를 잇는 직선을 말한다. 즉, 지상의 두 지점 간에 존재하는 직접적인 자유 공간이고, 경로 무선 전송에서는 송신 안테나와 수신 안테나 간의 경로가 가시선상에 있는 것이기 때문에 실제 원활한 통신을 위해 눈으로 보이는 경로로서 중간에 장애물이 없어야 한다. 가시선이 가려지게 되면 그림 1과 같이 통신에 장애가 나타나는 음영(shadowing)현상이 빈번해진다. DSRC가 적용된 텔레매틱스 서비스에서는 주로 다른 차량이 차량단말기와 노변기지국 사이를 막아서 발생하게 된다.

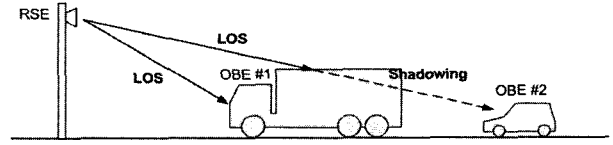


그림 5. DSRC 시스템에서 가시선과 음영현상
Fig. 5. LOS and Shadowing Effect in DSRC System.

III. 릴레이 프로토콜

이 장에서는 앞에서 언급한 가시선과 음영문제를 해결하기 위해서 DSRC 표준 프로토콜을 개선하여 새로운 릴레이 프로토콜 기법을 제시하고 이를 DSRC 시스템에 적용해 본다.

1. 릴레이 프로토콜의 개념

DSRC 시스템에서 앞 차량으로 인해 노변기지국과 차량단말기간의 통신 장애가 발생하여 음영현상이 발생하기 때문에 그림 6와 같이 차량을 통신 매개체로 하는 통신 방식이 사용될 경우 DSRC에서 발생하는 문제점을 해결할 수 있다. 그림 6는 본 논문에서 제안하는 릴레이 프로토콜의 개념을 나타낸 그림이다. 이 릴레이 방식을 적용할 때에는 시스템이 송신과 수신을 위해 같은 주파수 대역을 사용해야 하기 때문에 Time Division Duplex 방식을 사용하는 현재의 DSRC 표준 프로토콜에 릴레이 프로토콜은 적합하다고 할 수 있다.

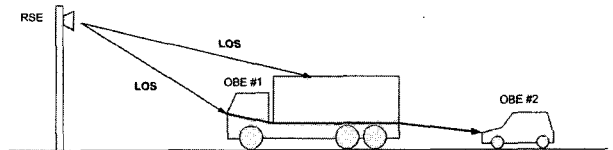


그림 6. 릴레이 프로토콜 개념도
Fig. 6. Proposed Relay Protocol.

2. 통신과정

릴레이 프로토콜 방식의 가장 큰 특징은 중간 매개체에서 통신을 릴레이해 주기 때문에 차량간 통신의 다른 기법처럼 현재 상용중인 시스템과 완전히 다른 통신방식의 사용이나 새로운 프로토콜로 인해서 시스템을 다시 구축해야할 필요가 없다는 점이다. 중간 매체가 되는 차량에서는 단순히 뒤에서 보내온 차량의 신호 또는 정보를 앞에 있는 노변기지국이나 또 다른 차량에 릴레이를 해 주기만 하면 된다. 따라서 DSRC 표준 프로토콜과는 다르게 릴레이 프로토콜에서는 데이터 링크 계층까지만 존재하면 통신이 이루어질 수

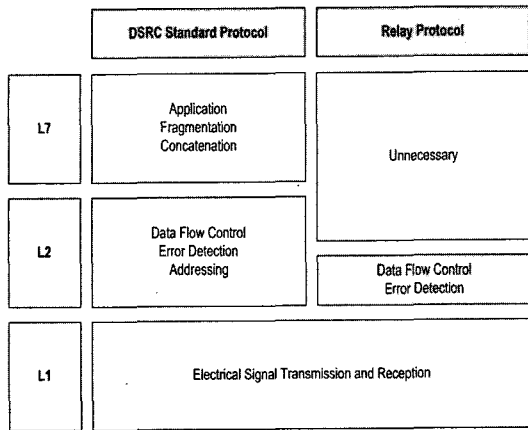


그림 7. DSRC 표준 프로토콜과 릴레이 프로토콜의 계층별 역할
 Fig. 7. Conventional DSRC Protocol and Relay Protocol.

있다. 그림 7은 받아들인 신호를 릴레이 해 줄 때 통신 장치의 각 계층별 역할을 기존의 DSRC 프로토콜과 비교하여 보여준다.

그림 7에서 L7은 응용 계층, L2는 데이터 링크 계층 그리고 L1은 물리 계층을 의미한다. 여기서 주목할 점은 릴레이 프로토콜에서 L7에 해당하는 응용 계층이 존재할 필요성이 없다는 것이다. 릴레이 프로토콜에서 송수신을 제어하고 에러를 검출하는 부분은 데이터 링크 계층에서 MAC 부계층만 있으면 충분하기 때문이다. 따라서 그림에서 나타냈듯이 데이터 링크 계층의 다른 부계층인 LLC 부계층 역시 생략이 가능하다. 따라서 정확한 의미로는 차이가 있지만 편의상 MAC 부계층을 릴레이 프로토콜의 데이터 링크 계층이라 하겠다.

릴레이 프로토콜의 통신 과정은 그림 8에 계층별로 구분을 하여 나타내었다. 먼저 그림 8의 a)는 트럭 뒤에 있는 OBE #2를 장착한 차량이 노변기지국의 통신범위 지역 바깥에 존재하거나 트럭으로 인해 가시선이 막혀서 노변기지국과 통신 접속을 하지 못하여, 앞 차량에 자신이 통신을 하지 못했다는 신호를 보내게 된다. 이 때 통신이 불가능하다는 정보가 담긴 신호를 전송하는 방법에는 여러 가지가 있겠지만, 본 논문에서는 DSRC 표준 프로토콜에서 접속 요구 슬롯(ACTS)을 이용하고 그 하부구조에 있는 재시도 회수 정보 필드(LRC : Link Request Counter)를 사용한다^[1].

이 LRC 필드는 통신 링크가 과부화로 인해 Dead Lock에 빠지는 것을 사전에 방지하기 위해 차량단말기가 통신영역에 들어온 이후 경과한 프레임 시간과 링크에 접속 시도한 횟수를 노변기지국에 알리기 위해 사용

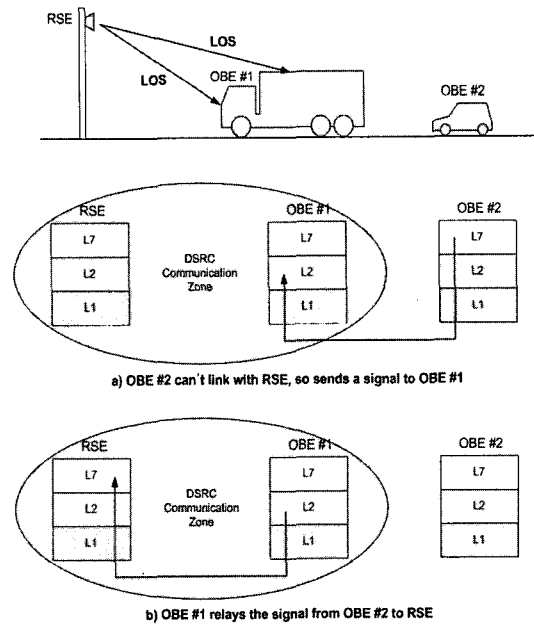


그림 8. 릴레이 프로토콜의 계층별 통신 과정
 Fig. 8. Communication Process of Relay Protocol Classified by Layers.

한다. 이는 노변장치에서 다음 프레임의 ACTS 슬롯을 제어하고, 링크 접속 요구확률(AP)을 효과적으로 설정하기 위한 정보로 사용한다.

LRC 필드를 통해서 접속 시도 횟수가 제한조건보다 높을 경우(여기서는 LRC에 대응하는 비트가 111인 경우) 앞 차량에 ACTS 신호를 보내게 된다.

그림 8 b)는 이 신호를 받은 앞 차량이 앞에 있는 노변기지국에게 신호를 릴레이 하는 과정을 그린 그림이다. 이 때는 신호를 단순히 릴레이 해 주기 때문에 DSRC 단말기의 응용 계층까지 거칠 필요가 없다.

그림 8 c)에서 노변기지국인 RSE는 OBE #1으로부터 신호를 받아 응용 계층에서 분석하여 이 신호가 OBE #2에서부터 출발하였다는 것을 인식한다. 그리고 나서 필요한 정보를 전송하는데 이 때 DSRC 기존 프로토콜과는 조금 다르게 제어부분을 프로토콜에 삽입하여 OBE #1에 보내게 된다.

마지막으로 그림 8 d)에서처럼 OBE #1은 노변기지국으로부터 받은 가공된 정보를 다시 반대방향으로 릴레이하여 OBE #2에 보내게 된다. 단, 여기에서는 다음과 같은 몇 가지 가정 조건이 필요하다.

- 재시도 횟수는 64번 이상인 경우(LRC 대응 비트열 '111')일 경우 ACTS 신호를 앞차량에 전송
- 차량단말기는 전면을 향한 안테나와 후면을 향한 두 개의 패치안테나를 장착

- 모든 차량이 차량간 통신으로 확장을 위해 두 개의 패치안테나를 장착
- 접속 요구 슬롯(ACTS) 신호는 전면을 향한 안테나를 이용해서 전송
- 릴레이 프로토콜을 전송하는 차량은 이미 노변기지국과 통신을 마친 상태
- 릴레이를 하는 차량단말기의 경우 후면을 향한 안테나는 뒷차량으로 신호 전송을 위한 안테나이고 전면을 향한 안테나는 노변기지국과 통신을 위한 안테나

그림 9는 그림 8의 릴레이 프로토콜의 계층별 통신 과정을 기본으로 하여 위에서 언급한 조건들을 부합하여 통신의 순서를 나타낸 순서도이다. 이 그림에서 나타낸 것과 같이 LRC의 counter 조건에 따라서 릴레이 프로토콜을 진행할 것인지 아니면 노변기지국인 RSE와 기존의 프로토콜을 사용할 것인지를 결정하게 된다.

3. 프로토콜 구조

릴레이 프로토콜을 구성하려면 상향링크와 하향링크의 통신 순서를 고려해야 한다. 우선 뒷 차량에서 접속 요구 슬롯을 전송할 때는 LRC 필드를 통해서 재접속 회수가 제한조건을 넘는 경우(예를 들어 LRC값이 111인 경우), 이 신호를 앞 차량에서 릴레이 통신으로 노변기지국까지 전달해준다.

물론 차량들마다 LID라고 불리는 구분되는 번호들이 있다. 노변기지국에서는 받은 신호를 릴레이할 때 프레임 제어 슬롯(FCMS)을 먼저 보내게 되므로 현재 이 슬롯의

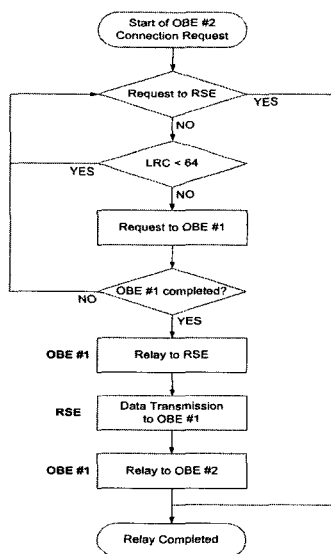


그림 9. 릴레이 프로토콜의 통신 순서도
Fig. 9. Communication Flow Chart of Relay Protocol.

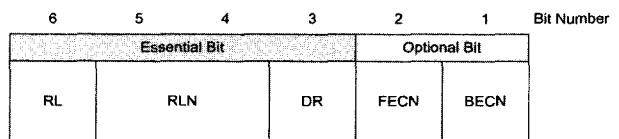
비어 있는 비트를 이용할 경우 기존 프로토콜의 변경 없이 릴레이 프로토콜이 가능해진다. 따라서 릴레이 프로토콜을 구성할 때 기존 DSRC 표준 프로토콜에 추가될 사항이 무엇이 필요한지를 검토해봐야 한다.

- 현재 통신이 일반 통신인지 릴레이인지의 여부 파악
- 누적된 LID로 몇 번에 걸친 릴레이가 있는지 파악
- 상향회선 또는 하향회선
- 혼잡회피

릴레이 프로토콜을 제안하기 위해서는 6개의 비트나 또는 FECN과 BECN 비트를 제외하고 최소 4개의 비트가 필요하다. 6개의 비트를 기준으로 그림 10과 같이 적용할 수 있다. RL은 릴레이의 여부를 나타내는 비트로 '1'은 릴레이 통신, '0'은 일반 통신으로, 일반 통신의 경우에는 뒤의 다른 비트 값들이 모두 '0'이다. RLN은 릴레이가 된 수를 나타내는 일종의 카운터(counter)로 릴레이를 한번씩 수행할 때마다 1개씩 올라간다. 여기서는 최대 3번의 릴레이까지만 고려하기로 한다. DR은 방향을 나타내는 비트로서 DSRC의 표준 프로토콜에서와 같이 '0'은 하향 링크, '1'은 상향 링크로 설정한다.

선택적으로 2개의 비트를 더 고려할 수 있는데 혼잡 신호라고 할 수 있는 FECN과 BECN이 그것이다. 이 두 비트 모두 통신망에 심각한 혼잡이 일어나기 전에 미리 방지하기 위한 것이다. 혼잡이 발생하면 양단으로 혼잡 신호를 보내는데 방향에 따라서 FECN과 BECN을 사용한다. 즉 FECN은 망측에서 사용자에게 진행방향으로 폭주가 있음을 알려주어 사용자로 하여금 적절한 조치를 취하도록 하고 그와는 반대로 BECN은 망측에서 사용자에게 진행 반대방향으로 폭주가 있을 가능성을 알림으로서 사용자로 하여금 적절한 조치를 취하도록 한다.

그림 11은 현재 사용중인 DSRC 표준 프로토콜에 제안된 릴레이 프로토콜이 적용될 경우 어떤 부분에 비트값들을



RL : Relay
RLN : Relay Number
DR : Direction (Down Link / Up Link)
FECN : Forward Explicit Congestion bit
BECN : Backward Explicit Congestion bit

그림 10. 릴레이 프로토콜
Fig. 10. Structure of Relay Protocol.

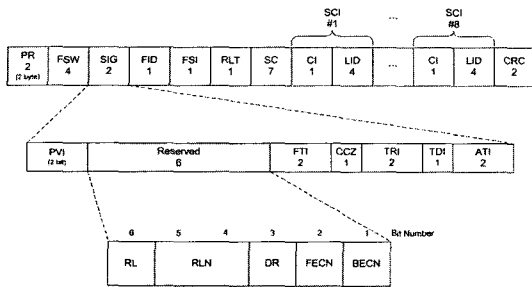


그림 11. DSRC 표준 프로토콜에 릴레이 프로토콜 적용
Fig. 11. Application of Relay Protocol to DSRC Standard Protocol.

넣을 수 있는지 보여주는 그림이다. 이 그림의 프로토콜 구조 중에서 맨 위의 부분은 프레임 제어 슬롯을 나타낸 것이고, 그 중에서 SIG라고 불리는 통신채널 제어필드를 중간 부분에 나타내었다. 2옥텟의 구조로 되어 있는 이 통신채널 제어필드는 추후사용을 위해 6개의 비트가 비어 있다. 이 추후 사용을 위한 공간을 이용하면 제안된 릴레이 프로토콜은 그림 11과 같이 실제 DSRC 표준 프로토콜의 프레임 제어 슬롯(FCMS)에 적용 가능하다.

4. 릴레이 프로토콜의 응용

여기에 앞 절에서 설명한 릴레이 프로토콜은 중간에 릴레이 해주는 통신 매개체에 따라서 고정 릴레이와 이동 릴레이로 나누어 고려해 볼 수 있다.

릴레이 프로토콜을 이용한 통신은 어떤 매체가 중간에 릴레이를 해 주는가에 따라 그림 12와 같이 고정 릴레이(fixed relay)와 이동 릴레이(mobile relay) 통신으로 구분할 수 있다.

고정 릴레이는 두 개의 DSRC가 동시에 설치되어 있지만 실제 릴레이 역할을 해주는 단말기는 기존 단말기보다 간단하게 물리 계층과 데이터 링크 계층만으로 구성할 수 있는 장점이 있다. 그리고 이동 릴레이 프로토

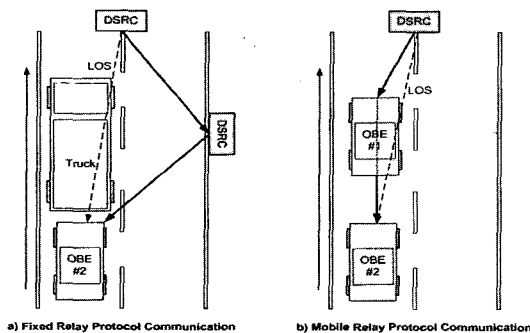


그림 12. DSRC 시스템에서 고정 릴레이와 이동 릴레이 통신
Fig. 12. Fixed Relay and Mobile Relay in DSRC System.

콜은 차량과 차량이 통신하는 것이기 때문에 패치 안테나를 사용할 경우 차량의 전방을 향하는 안테나 한 개와 후방을 향하는 안테나 한 개를 차량단말기에 장착하는 것을 가정하여 통신을 할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 DSRC 문제점 중에 하나인 가시선 장애로 인한 음영 현상을 해결하기 위해 릴레이 프로토콜을 제안하였다. 릴레이 프로토콜은 노변기지국과 차량단말기 사이에 제3의 차량단말기가 자신의 최상위 계층인 응용 계층까지는 이용하지 않고 데이터 링크 계층까지만 사용하여 노변기지국과 차량단말기의 중간에서 서로의 통신을 도와준다. 이를 위해 현재 사용중이고 TTA가 표준으로 정한 '5.8GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준'을 기본으로 하여 DSRC 릴레이 프로토콜을 구성하였다.

이 프로토콜 방식은 기존에 나와 있는 차량간 통신방식과는 다르게 현재의 DSRC 표준 프로토콜을 그대로 이용하여 릴레이를 하기 때문에 서비스를 위해 따로 시스템이나 망을 구축할 필요가 없게 된다. 또한 이 릴레이 프로토콜의 차량간 통신으로까지도 확대가 가능하다. 릴레이 프로토콜을 실제 DSRC 시스템에 응용하였을 경우 고정 릴레이 프로토콜과 이동 릴레이 프로토콜로 적용이 가능하다.

추후에는 릴레이를 받는 차량외의 차량에 발생 가능한 간섭(interference)까지 고려한다면 이를 통해 릴레이 프로토콜을 더욱 보강하여 차량간 통신으로까지 확대 적용과 차량의 통신뿐만 아니라 차량간의 안전과 사고방지에까지 응용이 가능하리라 보인다.

참 고 문 헌

- [1] 한국정보통신기술협회 표준 TTAS.KO-06.0025, "5.8GHz 대역 노변기지국과 차량단말기 사이의 근거리전용 무선통신 표준", Oct. 2000.
- [2] Jing Zhu and S. Roy, "MAC for dedicated short range communications in intelligent transport system," IEEE Commun. Mag., Vol. 41, Issue: 12, pp. 60-67, Dec. 2003.
- [3] C. Wietfeld, "Performance evaluation of vehicle-roadside communication systems in shadowing and multipath fading environments," in Proc. IEEE 45th Vehicular Technology Conf. (VTC '95), Chicago, Illinois, USA, Vol. 2, pp. 947-952, July 1995.

저 자 소 개

최 광 주(정회원)

1981년 8월 한양대학교 전자통신공학과
학사 졸업
1990년 8월 한양대학교 산업대학원
전자통신공학과 석사 졸업
2002년~현재 한양대학교 대학원 전자통신컴퓨터
공학과 박사과정
1990년 11월~2000년 8월 LG정보통신(주) 중앙
연구소 책임연구원
2000년 9월~현재 LG전자(주) 책임연구원
<주관심분야 : 텔레매틱스 관련기술, ITS DSRC
관련기술, 디지털 이동통신 시스템 기술, CDMA
시스템 기술, Mobile IP 기술>



윤 동 원(정회원)

1989년 2월 한양대학교 전자통신
공학과 공학사
1992년 2월 한양대학교 전자통신
공학과 공학석사
1995년 8월 한양대학교 전자통신
공학과 공학박사

1995년 3월~1997년 8월 동서대학교 정보통신
공학과 조교수
1997년 9월~2004년 2월 대전대학교 정보통신
공학과 부교수
2004년 3월~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터
공학부 부교수
<주관심분야 : 디지털 통신, 무선통신>

최 경 원(정회원)

2004년 2월 한양대학교 전자컴퓨터공학과
학사 졸업
2006년 8월 한양대학교 대학원 전자컴퓨터공학부
석사 졸업
<주관심분야 : ITS, 텔레매틱스, 디지털 통신>

조 경 국(정회원)

1995년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학사
1997년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학석사
2006년~현재 한양대학교 대학원 전자통신컴퓨터
공학과 박사과정
1997년 1월~ 2000년 LG 정보통신 이동통신
연구소 근무
2000년~2006년 2월 LG전자 차세대 통신
연구소 근무
<주관심분야 : 디지털 통신, 확산대역통신,
MIMO, OFDM시스템>



박 상 규(정회원)

1974년 2월 서울대학교 전기
공학과 학사 졸업
1980년 5월 듀크대학교 전기
공학과 공학석사
1987년 1월 미시건대학교
전기공학과 공학박사

1987년 3월~현재 한양대학교 전자통신컴퓨터
공학부 교수
<주관심분야 : 디지털 통신, 확산대역통신,
MIMO, OFDM시스템>