

논문 2010-05-02

IP기반 교통시스템에서 데이터의 신뢰성을 위한 DCCP 개발

(Development of The DCCP for Data Reliability
in IP Traffic System)

박현문, 서해문, 이길용, 박수현*, 김성동

(Hyun-Moon Park, Hae-Moon Seo, Gil-Yong Lee, Soo-Hyun Park, Sung Dong Kim)

Abstract : ITS(Intelligent Transport System) as things are used for Broadcast service using TDMB/TPEG/NAVI rather than personal seamless service. It is attaching weight to Traffic information gathering, Charging, Settlement service. This research is applied to improve DCCP(Datagram Congestion Control Protocol) which has function as protecting data and preserving message boundary. The improving method is like that we solve data trust in UDP because Connection and Transmission overhead in UDP is less than in TCP. We fix the data loss which is generated from unordered delivery section of IP base wireless service by using DCCP protocol. We guarantee of connection with OBE(On-Board Equipment) and reliance about transmission of data by complement to mapping table and multi-hoping. Finally, We evaluate the performance about transmission of IP based data. We constructed a test-bed near research center for this test.

Keywords : ITS, Road cell manager, Traffic information on demand service, DCCP/IP, Local seamless traffic system

I. 서론

ITS 및 텔레매틱스 기술 분야 중 차량 통신 분야는 차량 교통 환경에 운전자 및 보행자의 안전성을 보장하면서, 통신의 신뢰성 제공을 목적으로 한다. IEEE는 5.8/5.9GHz 주파수에 미국이 주도하는 경쟁방식 기법을 채택한 IEEE 802.11p와 IEEE 1609.x를 아우르는 WAVE(Wireless Access in the Vehicular Environment)를 제시하였다. 유럽의 C2C-CC(Car to Car Communication Consortium)

과 ERTICO (Europe Road Transport Telematics Information Coordination Organization)은 동일 영역에 IEEE 802.11a를 기반으로 C2C Draft 8.0을 정의하였다[1,3-7].

차량 통신은 새로운 서비스를 위해 차량 정보 및 교통 환경에 주행 및 측정에 사용되는 USN 기술, IPTV 서비스 등과의 융합이 이루어지고 있다. 이와 더불어 차량 내부 통신과 OBE간의 응용 서비스 통신을 TCP와 UDP를 이용하여 스트림(stream) 데이터와 메시지 정보를 IP 기반에 전송하는 연구가 이루어지고 있다. TCP/IP 기반으로 차량의 실시간 모니터링 기술과 차량 안전 서비스가 클라이언트, 서버간의 통신이 이루어지며, 차량단말기(On-Board Unit)와 차량기지국(Road side Unit)간의 통신도 TCP/IP를 요구한다[18-21]. IP기반 차량통신 표준화 그룹으로 AUTOSAR(AUTo-motive Open System ARchitecture), IEEE, C2C-CC를 들 수 있다. IEEE 1609.x는 IPv6를 이용한 TCP/UDP 통신을 권장하고 있다. 하지만, 바이트 기반

* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2009. 12. 04., 수정일 : 2010. 01. 05.,
채택확정 : 2010. 02. 18.

박현문, 서해문, 김성동 : 전자부품연구원

박수현 : 국민대학교

이길용 : 전자통신연구원

※ "동남권 광역경제권 선도산업 기술개발사업"의 "ESP용 압력센서 모듈, 스피드 휠 센서 및 무선통신용 스마트 SoC 개발" 지원하여 연구하였음

의 TCP는 단위 시간 동안 다양한 크기의 패킷을 능동적으로 대응할 수 없으며, 작은 바이트 단위의 데이터 전송에는 많은 오버헤드를 지닌다. 특히 RCM과 다수 OBE와의 통신에서 무선 매체를 고려하지 않았을 뿐만 아니라, 혼잡제어 메커니즘 부재로 TCP /UDP는 연결지연, 데이터 신뢰성, 혼잡제어, 접속유지 등 접속 문제(congestion problem)를 지닌다.

V2I 통신에서 다수 OBE와 RCM의 연결, 재전송은 프로토콜 링크에 패킷 손실과 테드라인 유지 그리고 지연에 대한 오버헤드를 지닌다. 그 밖에 OBU와 RCM의 연결성을 만족하면서도 복잡하지 않고, 프레임 오버헤드가 적고, 인증과 이동성에 대한 다양한 요소를 고려해야 한다. L2계층에서 IEEE 802.11e의 QoS를 지원하지만[5,9], TCP는 단위 시간 동안 다양한 크기의 패킷을 능동적으로 대응할 수 없다. 그렇기 때문에 수백미리 이하의 짧은 시간 안에 작은 데이터 특성을 고려한 패킷 단위의 관리가 필요하다.

본 연구에서는 V2I네트워크에 DCCP 적용을 통해 혼잡제어(Congestion Control)를 능동적으로 대응하고, 데이터 신뢰성(data reliability)은 보장할 수 없지만, 무선구간에 데이터 전송을 위한 메시지 보호기능과 불규칙 지연에 대응하였다. 또한 데이터 신뢰성을 위해 멀티호핑 기능을 보완하여 OBE에 두 개의 IP를 할당함으로써 TCP보다 오버헤드가 적으면서도, 멀티전송을 통한 전송 데이터 신뢰성과 전송향상을 보완 보장하였다.

2장에서는 DCCP와 교통시스템에서 요구사항과 제안된 방식의 장점 설명하였으며, 3장에서는 성능평가를 위해 5.8G Hz 기반 테스트 베드를 구축하고, 구축된 네트워크 구조와 디바이스의 기능을 설명하였다. 4장은 서비스 시나리오와 함께 본고에서 적용한 DCCP를 장점과 구조를 논거 하였으며, 기존 프로토콜과 성능 비교를 하였다. 5장에서 최종 결론을 맺는다.

II. 선행 연구 및 제안 프로토콜 장점

1. DCCP의 기본 개념

DCCP는 2001년 7월에 IETF에 소개되었다. TP와 같은 신뢰전송과 순차전송의 특징을 제공하지 않지만, 실시간 응용 프로그램을 위해 혼잡제어 기능과 부분적인 신뢰성을 갖는 메시지 전송기능을

제공하는 전송 프로토콜이다. 차량 통신은 빠른 전송과 오버헤드가 적으면서, 데이터 혼잡에 능동적으로 대응하고, 접속 유지가 이루어지는 전송 프로토콜을 요구한다. DCCP는 프로토콜 오버헤드가 적으면서, 낮은 지연 그리고 혼잡제어(Congestion Control)를 대응할 수 있다. 그리고 수신데이터의 오류정정(Checksum)을 옵션으로 지원하고, 데이터 신뢰성을 위한 응답처리(ACK)와 무선구간에 데이터 전송을 위한 메시지 보호 기능을 지원한다. 데이터의 연결 설정과 해제 과정이 있으며, 데이터 송수신 과정에서 혼잡제어로 불규칙 지연에 대응할 수 있다[15-17]. 혼잡제어는 OBE에 연결된 프로토콜 상태정보를 이용하여 이동성, 짧은 메시지 오버헤드 최소화 전송 등의 다양한 응용기법에 확장될 수 있다.

DCCP에서 혼잡제어를 위한 CCID(Congestion Control Identifier)와 단방향 접속(Half-Connection) 연결은 차량과 기지국간 통신에서 다양한 실시간 데이터 전송을 제안할 수 있다. 기존에는 Mobile IP와 같은 별도의 응용 프로토콜이 추가로 요구되었지만 DCCP는 수송계층(Transport)에서 OBU의 이동성을 보장할 수 있다. 그리고 RCM에서 필요한 혼잡 및 경로 최적화를 위한 ECN(Explicit Congestion Notification) 기법을 지원한다. 차량통신에서 중요한 프로토콜에 IP 주소의 연결 상태를 주기적으로 검사하여 Active/Inactive로 기록하여 데이터 통신에 반영할 수 있다.

이러한 장점에도 DCCP는 몇 가지 문제를 가진다. 첫 번째로는 단일 링크에 대한 오류 복구가 미흡하며, 연속적인 손실이 발생할 경우, 더 많은 대역폭이 감소된다. 둘째, 차량네트워크에서 다수의 OBU와 데이터 링크의 연결성 유지에 따른 데이터 교환뿐만 아니라 CCH/SCH와 같은 개별 채널에 따른 구간별 접속 메커니즘이 필요하다. 셋째, 교통환경 같은 다양한 데이터 종류와 서비스 요구를 반영할 수 없다.

2. 제안된 DCCP의 장점

DCCP에 차량통신에 적합한 멀티 호핑 기능만 추가하여 프레임의 오버헤드를 최소화 하면서 IP 기반 OBE의 데이터 신뢰성과 전송의 향상을 제기하였다. 두개의 물리적인 링크로 오류 복구(Fault Tolerance)가 가능하며, 네트워크 부하의 공유와 분산이 가능하다. 여기서 적용된 CCID 3는 TFRC(TCP-Friendly Rate Control)로 전송을

Loss Event Rate에 맞춰 단계적으로 증가하고, TCP Reno와 같이 연속적인 데이터 손실(Loss Event)이 발생하면 전송률을 반으로 감소하며, 컨트롤, 멀티미디어 데이터에 효율적이다[13-18].

DCCP기반의 매핑테이블과 멀티 호핑을 적용할 경우 V2I 통신에는 3가지 장점을 가진다.

- 첫째, 프로토콜 복잡도 감소
- 둘째, 다중 채널 전송을 멀티 IP로 대응
- 셋째, 멀티 호핑으로 차량 간 IP기반 이동성을 보장

첫째, OBE와 RCM의 통신에서 링크 연결/유지, QoS 그리고 지연에 유리한 SCTP(Stream Control Transmission Protocol)가 적합하다. 그리고 제어 정보와 서비스 정보를 빠른 시간 안에 전달하는 방법으로 유용할 수 있다. 하지만, SCTP는 프레임 크기가 최소 28byte로 유고, 도로, 차량 정보 등에 짧은 메시지 전송에 매우 불합리하다. 이러한 이유로 12/16byte인 프레임의 크기가 작은 DCCP적용이 유리하다. 제안 방식을 적용해도 20~22byte의 프레임크기를 지니기 때문에, 짧은 프레임 데이터 전송에 유리하다.

SCTP는 초기 4단계 접속과 Cookie 연결과정이 복잡하고, 연결 해지과정이 3단계로 복잡하기 때문에 빠른 연결과 해지를 요구하는 차량통신에는 부적합하다[18]. 반면에 DCCP는 3단계의 연결 설정 과정과 해제 과정이 좀 더 단순할 뿐만 아니라 연결 설정과정에서 송수신 데이터에 적합한 CCID를 정의할 수 있다[15].

둘째, TDMA과 유사한 기법에 다중 채널 전송을 다중 IP로 primary 주소에 데이터 채널의 특성을 부여할 수 있다. 즉, 차량통신에서 다양한 서비스를 위해 제어(CCH)와 서비스 채널(SCH)을 구분하고 일정시간 마다 채널 변경으로 서비스를 제공한다. SCH와 CCH의 주기적인 정보 수집은 필요 시간에 CCH의 발신되는 긴급 상황정보를 수신할 수 없게 된다. 이러한 이유로 프로토콜은 접속 유지에 별도 세션 유지 기법들이 요구된다. 하지만, 단말기가 각 서비스에 따라 개별 IP를 사용하면, OBE는 제어 정보를 수송하기 위해 채널을 전환할 필요성이 줄어들게 되며, 유고 정보를 수신하면서도 부가 정보까지 수신가능하다. 재전송에 문제가 발생할 경우에는 다른 IP 주소로 전송할 수 있다.

셋째, 부가적으로 핸드오버 기능을 강화한다. 이전 DCCP는 중단점의 이동성을 지원한다. 하지만 단일 IP로 이루어지기 때문에, 이를 보안하기 위해서는 복잡한 별도의 인증 방법이 요구된다. 하지만,

V2I에서는 제안된 방식의 IP와 Port 그리고 MAC 주소를 이용하여 낮은 수준의 이동성과 함께 보안을 제공할 수 있다. 본 연구에서는 RCM에서 OBE의 정보를 기록하고 대응할 수 있도록 제안된 사상표(Mapping Table)로 이동성과 인증방법을 개선하였다. OBE의 이동에서 복잡도를 낮추면서도 RCM이 기존의 정보를 취합하여 인증하는 방식을 사용하였다.

III. IP기반 교통 시스템 구조 및 기능

본장에서는 구축한 네트워크 구조 및 기능과 함께, 테스트 베드에 대한 설명을 하였다.

1. 교통 시스템의 구조 및 기능

제안된네트워크는 교통 및 차량 정보 수집, 전달, 가공의 세 개의 계층으로 구성된다. 첫째, 정보 수집 계층에는 차량단말기(OnBoard Equipment), 모뎀장치(Vehicular Modem Device) 및 도로 기지국(Road Cell Manager)은 정보수집하고 이를 통합하여 상위계층으로 전달한다. 두 번째, 전달 계층은 중간관리자(Middle Center)를 중심으로 지역방송 및 지역 광고기반의 BMC(Broadcast Multimedia Center)와 IPTV 그리고 다양한 휴대폰 멀티미디어, 문자 등의 서비스 업체들과 연동될 수 있다. 마지막으로 상위계층인 교통센터(Virtual Traffic Center)는 교통 정보뿐만 아니라 서비스 분야에 다양한 정보를 취합하여 가공, 분석하는 역할을 한다.

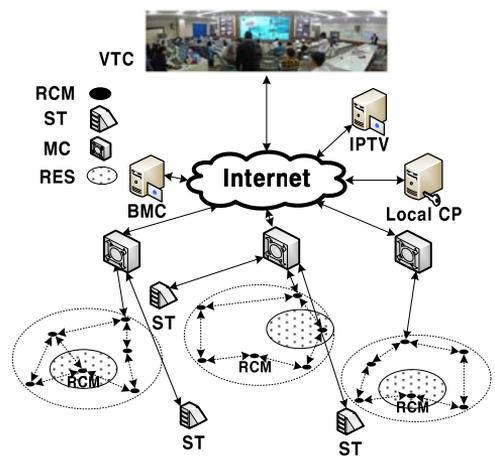


그림 1. 제안된 네트워크 구조
Fig. 1. The proposed network architecture

RCM은 미들웨어로 커널 2.6.4.X 기반 UC Linux로 구현되었으며, OBE는 네비(NAVI)로 Windows CE와 UC linux 기반의 모뎀 장치, 나머지 IPTV 및 기타 터미널 장치는 Windows XP 기반으로 개발되었다. 또한, 하위 단말장치의 Beacon 프로토콜은 ARP(Address Resolution Protocol)를 응용하여 차량 통신 연구에 수정, 적용하였다.

표 1은 제안된 네트워크 구조의 단말 장치 이름 및 기능을 나타내었다.

표 1. u-City 기반의 교통 장치 기능
Table 1. Traffic equipment functional on u-city

장치	요구기능
차량단말기 (OBE)	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 내비게이션 기능 반영 · 무선 멀티미디어 서비스 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 동영상 클립 서비스 - 지역 방송 서비스: 상가 정보 제공 - 상가 정보 제공 - 상가 쿠폰 및 메뉴 서비스 · 실시간 노변 정보 제공
차량모뎀 (VMD)	<ul style="list-style-type: none"> · 차량단말기와 도로기지국 통신 서비스 · 접속 유지 관리 기능
차량기지국 (RCM)	<ul style="list-style-type: none"> · 영상정보 수집 · 차량 단말기 및 차량기지국간 통신 · 데이터 저장 및 관리, 정보 분석 · 도로 환경 정보 수집, 전달, 배포
중간기지국 (MC)	<ul style="list-style-type: none"> · 차량정보 및 도로 환경 정보 수집, 제공 · 매크로셀 규모의 정보 관리
방송센터 (BMC)	<ul style="list-style-type: none"> · IP기반 Radio 무선 RCM 서비스 · IP 기반 지역 방송 서비스 (Seamless Local Broadcast Service) · IP 기반 개별 광고 서비스
교통센터 (TVC)	<ul style="list-style-type: none"> · 차량, 노변정보의 가공, 제공, 배포 · 중간기지국 정보 수집 · 데이터 저장 및 관리, 정보 분석 · 교통정보 가공 및 제공
상가터미널 (Store Terminal)	<ul style="list-style-type: none"> · 상가 입점포 쿠폰 발행 · 상가 입점포 이벤트 정보 제공

2. u-city 기반 교통망 테스트 베드

각 알파벳 영역은 RCM 기지국이 설치된 장소이다.

그림 2에 노란색 MBC는 지역 방송 서비스와 IPTV 및 MC/TVC가 포함되어 있는 방송국 차량이다. MC/TVC, 방송서비스는 유선으로 되어 있으며, IPTV 및 휴대단말기 서비스는 무선으로 구축되어 있다. RCM에 D와 E는 100m 간격이며, 나머지는 300~350m의 거리를 두었다.



그림 2. u-City 테스트 베드 구축 모형

Fig. 2. Establishment of test bed model for u-city

그림 3은 MC 기반으로 구현된 RCM 수집정보, 차량 OBE와 단말기를 나타내었다. RCM은 도로 영상, 도로 환경정보를 수집하고, 차량 OBE로부터는 유고 정보, 상가 정보 그리고 도로 환경정보를 제공한다. 또한 차량으로부터 차량 내부 정보 수집으로 교통의 실시간 보장뿐만 아니라 교통 지연으로 발생하는 부대비용을 줄일 수 있다. 차량에는 단말기 제조사 MAXFOR 및 지도 제작 업체인 이너큐브가 개발한 NAVI가 있으며, NAVI에는 2개의 USB 2.0 포트와 1개의 이더넷 포트가 구성된다. OBE는 이더넷 포트와 시리얼 디버깅 포트가 연결되어 RCM 으로부터 데이터 송수신을 한다.



그림 3. 구현 MC와 차량 단말기

Fig. 3. Technical realization of MC and car equipment

V2I 통신에서 다수 OBE와 RCM의 연결, 재전송은 프로토콜 링크에 패킷 손실과 데드라인 유지 그리고 지연에 대한 오버헤드를 지닌다. 뿐만 아니라 OBE와 RCM의 연결성을 만족하면서도 복잡도가 낮으면서, 프레임 오버헤드가 적고, 인증과 이동성에

대한 다양한 요소를 고려해야 한다. L2계층에서 IEEE 802.11e의 QoS를 지원하지만[5,9], TCP는 단위 시간 동안 다양한 크기의 패킷을 능동적으로 대응할 수 없다. 그렇기 때문에 수백미리 이하의 짧은 시간 안에 작은 데이터 특성을 고려한 패킷 단위의 관리가 필요하다.

IV. 서비스 시나리오 및 제안된 프로토콜

본장에서는 구축된 시스템에 유고 정보 처리 시나리오를 설명하고, 구현된 프로토콜의 상세설명과 성능 분석에 대해 논거 하였다.

1. 서비스 시나리오

RCM은 차량의 사고, 화재 및 기타 긴급 상황에 OBE 위치를 파악하여 차량의 구난을 신속하게 지원한다. V2I 기반의 RCM은 긴급 상황 일 때 주변 차량에게 방송(Broadcast)한다. RCM은 MC에게 차량의 사고를 발신하며, MC는 경찰서, 병원, 소방서의 구난과 구조를 위해 VTC로 수신된 OBE의 유고정보를 발신한다. 유고 정보에는 도로 교통정보, 차량 상태정보, 사고지역 등의 긴급정보를 포함한다. RCM은 ACL(Access Contrl list)과 같은 매핑 테이블을 지니며 OBE의 접속, 인증, 서비스를 관리한다.

에 차량 사고가 발생을 통지(Analysis Accident Report)한다. VTC는 해당 기관(병원, 소방서, 경찰서)에 긴급 구조 요청 메시지를 발신(Accident Broadcast Report) 한다.

2) VTC는 요청 메시지에 대한 결과를 MC에게 전송(Response system)한다. MC는 이후 해당 RCM #1에게 긴급 구조 요청에 대한 응답(Response Accident Safety Information)을 한다.

3) MC는 다른 RCM의 시스템 연결성을 확인하고, 차량단말기의 유고 정보를 이웃 RCM #2에게 발신한다. 각각의 RCM은 차량의 유고 정보를 자신 Cell에 정보 발신(Safety Accident Broadcast) 한다. RCM #1은 자신 셀 내에 모든 OBE에게 유고 정보를 방송(Safety Information Broadcast)한다.

4) 유고 정보를 수신한 OBE들은 접속한 RCM에게 수신확인 정보를 발신(Safety Information Broadcast confirm)한다. RCM은 OBE로부터 수신한 정보를 MC에게 전달하고, MC는 RCM으로부터 OBE들의 정보를 갱신(Accident Information Update)한다.

5, 6) 긴급 구조 요청과정의 종료를 나타낸다. MC는 해당 셀과 이웃 셀에 RCM에게 분석정보(Analysis Result Report)와 긴급 구조 종료 메시지를 발신한다. RCM#1은 차량에게 해당 긴급 구조 종료 메시지(Safety Termination Message)를 발신(Broadcast)한다.

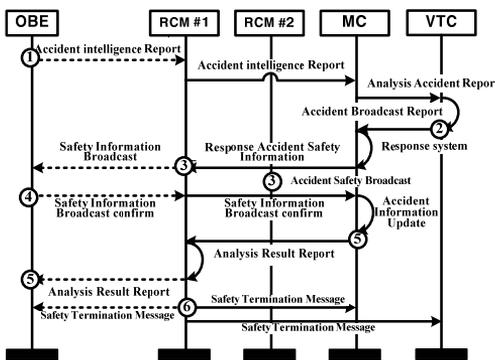


그림 4. 긴급 및 유고 서비스 과정
Fig. 4. Emergency and incident service process

1) OBE는 사고 발생을 RCM#1에게 송신(Accident intelligence Report)하고, RCM#1은 MC에게 송신한다. 해당 MC는 VTC에 RCM #1

2. 제안된 프로토콜

그림 5는 무선 송수신 장치에서 단일 물리계층에서 다중 IP를 이용하여 서비스를 다양성을 제공하는 제안된 DCCP 구조이다. SCTP는 다중 IP로부터 데이터를 수집하고 통합[18] 하지만, 제안된 DCCP는 다중 IP로부터 개별로 수집된 데이터를 서비스별로 구분(Data classify)한다. V2I의 차량통신에서 단일 채널로 여러 개의 서비스를 수집 제공할 수 있는 장점을 지닌다. 제안된 Data classify는 그림 6과 같은 세부구조를 갖는다.

본 연구에서는 다중 IP 지원하는 DCCP으로 다양한 채널이 필요한 IP 서비스를 단일 물리 채널에 단일 모뎀으로 제공한다. 그림 6에는 다중 IP 할당을 위해 제어영역(Control Part)과 관리영역(Management Part)으로 구분된다. 제어 영역은 DCCP 제어와 흐름제어(Flow Control)로 나뉘며, 경로관리(Path Management)와 사상표(Mapping Table)로 구분된다. 두 영역은 이동성 관리 및 데이터 송수신 연결유지에 관여한다. 5)에서 경쟁방식

TDMA와 같이 다중모뎀이나 별도의 복잡한 접근 메커니즘을 이용하여 CCH/SCH의 IP와 신호(Beacon)정보의 송수신을 한다.

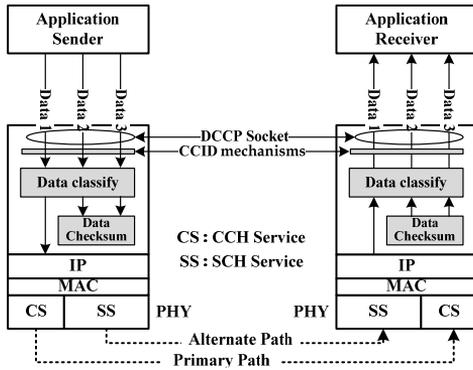


그림 5. 제안된 구조 모형

Fig. 5. The proposed DCCP architecture model

관리영역은 흐름제어와 경로 관리가 있으며, 연결 상태를 관장, 제어하는 연결 관리자(Assoc. link Manger)로 나뉜다. 또한 CCH에 신뢰성을 위해 옵션인 메시지 유효성(Message Validate)을 그림 6과 같이 별도의 영역으로 구축하여 제어하였다. SCH 데이터는 일반 도로 및 환경, 영상 정보로 기존 DCCP의 CCID를 이용하여 혼잡 및 송수신환경에 적극적으로 대응할 수 있다.

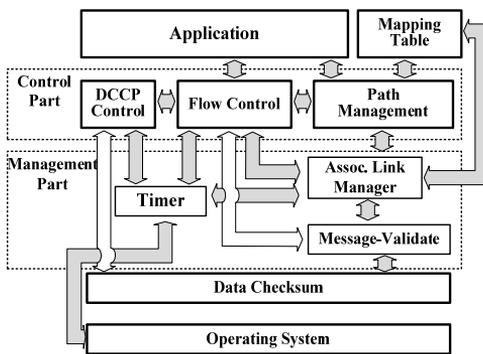


그림 6. Data Classify 세부 구조

Fig. 6. Detailed structure of data classify

SCTP의 적용은 2.2에서 논의한 것과 같이 다양한 문제를 지닌다. 메시지 신뢰성은 DCCP에서 옵션이지만, 본 테스트베드에 CCH의 서비스 신뢰성을 보장하기 위해 Message Validate로 모듈을 분리하였다. Message Validate는 기존 DCCP 명령을

이용하여 CCH의 송수신에 대한 개별 ACK 정보로 링크 및 수신정보에 오류 복구(fault tolerance)를 처리한다. 이것은 CCH에서 요구되는 긴급 및 유고 정보에 대한 신뢰성 보장을 적용하기 위한 방안으로 개발한 것이다.

혼잡제어는 DCCP 데이터 통신에서 송수신 데이터에 따른 CCID를 결정에 송수신자 개별 데이터에 대한 버퍼 제어를 담당한다. 연결 관리자(Assoc. link Manger)는 연결 및 데이터 상태를 주기적으로 파악함으로써 연결 상태(link status)를 확인한다. DCCP 제어(DCCP Control)와 CCID 결정에 관여하며, CCID는 개별 IP마다 정의 된다. 데이터 체크는 타입(Type), 길이(Length) 정보와 함께 해당 데이터에 TSN, SSN 번호를 포함하며 메시지 및 연결 제어에 사용된다.

연결과 경로 관리의 V2I 시스템에서 특성상 고도의 실시간성 및 신뢰성을 제공하면서, 또한 이동성에서도 기존 MIP(Mobile IP), SIP(Session Initiation Protocol)과 다르게 수송계층 프로토콜로 빠른 OBE 이동을 만족한다. V2I 네트워크에서 OBE와 RCM의 이동성 향상은 전체 시간측면에서 데이터 송수신량에 비례하는 결과를 갖는다. 경로 관리의 부가적으로 OBE와 RCM간에 재구성 IP 주소 관련정보를 제어하고 그림 6과 같이 사상표를 저장한다.

표 2. V2I에 사용되는 사상표

Table 2. The mapping table used for V2I

프레임구조	크기 Byte	주요 내용
SYNC	2	동기메시지
SYNC NU	1	동기 시도횟수
OBE ID	4	OBE의 ID
IPv4 #1	4	RCM에서 할당한 OBE IP
IPv4 #2	4	RCM에서 할당한 OBE IP
OBE MAC	6	OBE의 MAC정보
RCM ID	4	RCM의 ID
IPv4	4	RCM의 IP
RCM MAC	6	RCM의 MAC 주소
RCM Port	1	RCM의 IP 사용 Port
OBE Port	1	OBE의 IP 사용 Port
END	1	사상표의 한프레임 끝

사상표는 접속 OBE과 RCM에서 모두 생성, 갱신하며, RCM간 공유한다. 초기 접속된 OBE 정보

를 공유함으로써 DCCP 기반 IP 통신에서 접속과 해제를 위한 메시지 빈도를 낮춘다. 또한 수송계층에서 이동과 인증에 대한 정보 공유로 프로토콜의 단순화를 할 수 있다. 본 구현에서 OBE는 GPS와 연동되어 있다. 이유는 OBE 위치에 따른 RCM의 접속제어와 전체 네트워크의 시간동기화를 유지하기 위함이다. 표 2에서 동기신호는 5) 7) 9)와 GPS 정보를 기반으로 1s에 약 20번의 접속이 이루어진다. 혼잡이 발생될 경우 재접속 간격까지 최대 3s를 할당하기 때문에 80번 내외의 기회가 주어질 수 있다. OBE ID는 고유한 OBE의 ID이다. IPv4#1과 #2는 CCH에서 사용된 IP와 SCH에서 사용된 IP를 나타내며, OBE MAC 정보는 사용된 PHY 고유주소이다. Port 정보는 CCH에서 사용된 프로토콜의 Port 정보를 나타내며, OBE가 이동했을 때 새로운 RCM에서도 동일한 Port를 제공한다.

그림 7은 개선된 DCCP 프로토콜의 동작과정이다.

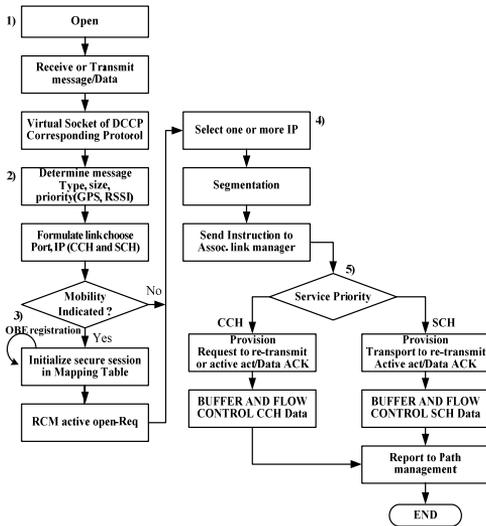


그림 7. 제안된 DCCP 동작 과정

Fig. 7. Implementation process of the proposed DCCP

그림 8는 종류(Type)는 명령(command)이고 X는 확장된 옵션으로 각 명령에 응답(ACK)를 포함할 수 있다. CCVal은 송수신된 CCID이다. Type은 SCTP나 TCP에 비해 4bit로 16개의 명령으로 구성되며, 표준에는 4개 명령은 비어(reserved)있다. 본 구현에서 주소변경과 이동성을 위해 추가된 프레임은 빈 영역을 주소 구성과 응답(Address

Configuration / Acknowledgment), 주소 구성 변환(Address Configuration Change)으로 추가하였다. Header의 구분자 영역 1bit를 P로 정의하고 CCH/SCH을 구분하였다.

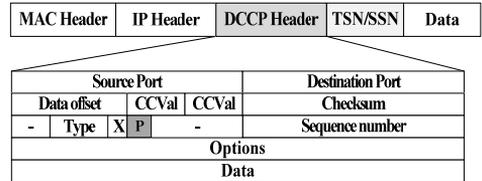


그림 8. DCCP Header 영역

Fig. 8. The field of DCCP header

1) 하위계층에서 송수신요청이 발생되면, 패킷 송수신을 Open 한다. 프로토콜의 가상 소켓을 다수 생성하고, Header 정보로 데이터 종류를 구분하는 작업을 시작한다.

2) 수신된 패킷의 CCID에 따라 혼잡제어 정책을 취하며, 수신된 정보의 타입과 크기(size) 그리고 차량 단말기에 GPS, RSSI 값을 요청한다. RCM에서는 OBE의 위치와 신호 값을 혼잡제어 및 접속 정책에 반영한다. 그림 8과 같이 수신 데이터에 따라 CCH/SCH로 분리한다.

3) OBE 이동 및 핸드오버를 판단한다. 이동을 판단하면, OBE는 자신의 매핑테이블에 RCM 정보 등록과 함께 RCM 등록 요청을 한다.

4) 수신된 데이터를 기반으로 IP를 할당 및 변경요청하며, 요청된 서비스에 따라서 IP의 개수를 적용한다. 수신된 정보는 변경요청에 따라 분할한다.

5) 동일 조건에 따른 서비스 우선순위를 처리하는 루틴이다. 각 채널에 서비스 우선순위의 응답은 제 2계층 QoS 정의 값을 이용한다. 접속 상태와 유지 그리고 재연결은 연결 관리자와 경로관리에서 관여한다.

외부의 추가 프레임으로는 사용자 데이터 링크에 대해서 연결레벨을 순차적으로 부여하기 위해 TSN(Transmission Sequence Number) 전송 데이터의 순서와 특정 스트림에 사용자 데이터를 순차적으로 부여하기 위한 SSN(Stream Sequence Number)를 2byte로 각각 그림과 같이 나타낸다. MAC 이후 프레임에 프레임 체크와 멀티미디어 데이터에 호환성을 높이기 위해 정의하였다.

3. 성능 비교 분석

차량 테스트 환경은 그림 2 구조를 지니며, 차량 단말기는 5.8~5.9GHz 대역을 지원하는 모뎀을 사용하였다. 차량은 20~60km/h까지 속도를 지니며, 이용된 OBE는 총 4대이다. 한 셀에 차량과 RCM 거리는 평균 330m로 시속 60 km/h일 때 접속시간을 제외하고 약 5초가 요구된다. 성능비교를 위해 이더리얼(ethereal)에 측정 정보를 수식 (1)과 같은 데이터 송수신시간(Transmission/Receive time)과 응답시간(ACK)시간 그리고 데이터 확인(Data Checksum)을 성능 지표를 각 프레임 기반에 따른 전송시간과 비교하여, 그림 9로 나타내었다. 총시간은 Tick으로 계산하였으며, 이것을 시간으로 환산¹⁾하였다. RCM과 OBE 간에 송수신 시간(R_{time})을 비교하였다.

$$R_{time} = \frac{Rx + Tx + Rx_{ack} + Tx_{ack} + 2Data_{Check}}{2} \quad (1)$$

데이터 프레임 사이즈는 512/1,024/1,500/2,500byte이고, 전송 클립데이터는 12Mbyte이다.

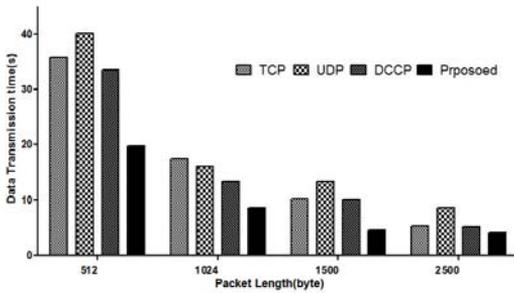


그림 9. 패킷 크기에 따른 프로토콜 전송성능
Fig. 9. Protocol transmission performance about packet size

프레임 짧을수록 그림 9에서 보듯이 전송 시간이 증가되는 것으로 나타났다. 프레임 오버헤드는 UDP가 우월하다. 하지만 무선에서 OBU와 RSU간에 재전송으로 512byte 프레임에서 가장 많은 시간이 요구되었다. DCCP는 UDP는 물론 TCP와 비교하였을 때 전체적인 비교우위를 지녔으며, DCCP, TCP 등에 프로토콜보다 제안된 방식은 55% 이상

높은 전송효율을 지닌다. 하지만 프로임 사이즈가 증가될수록 이러한 성능이 저하되었으며, 1500byte 이상부터는 그 성능 향상 폭이 매우 적었다. 그림 9의 프로토콜 성능 비교에서 제안방식이 512byte 프레임에서 55%의 비교 우위를 지녔지만, 전송 프레임과 시간을 고려할 때 1500byte가 프레임 크기로 최적이다. TCP/DCCP 프로토콜과 비교했을 때 48%의 성능향상이 있었다. V2I에서 RCM과 다수 OBE 통신에서 1Mbyte/s 이내의 성능을 요구하기 때문에 1500byte 정도의 프레임을 지니는 것이 타당하다.

그림 10은 OBE 장치의 개수와 차량 속도에 따른 성능비교를 하였다. 데이터는 50Mbps의 클립데이터로 RCM로부터 발신된 데이터에 따른 OBE의 최종 수신 완료 시간과 이더리얼의 수집정보로 변별하였다.

단일 디바이스에서는 차량속도가 증가하여도 5~8%의 적은 대역폭 감소가 이루어졌고, 평균 26.3Mbps로 송수신되었다. 그러나 다수 OBE일 때 모든 프로토콜이 전송폭이 40~55%까지 크게 감소되었다. TCP는 평균 4.3Mbps로 차량 대수를 감안했을 때 20%의 전송폭이 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 UDP에서는 평균 2.1Mbps로 다수 OBE에서는 가장 38%의 전송감소가 발생하였다. 본 제안 방식도 디바이스 증가에 따른 전송폭이 크게 감소하였지만, OBE 4개일 때 평균 5.8Mbps로 TCP보다 25%의 높은 전송률을 보였다.

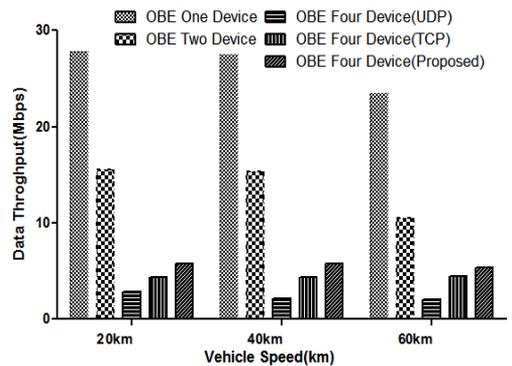


그림 10. OBE 증가에 따른 전송 대역폭 비교
Fig. 10. Transmission bandwidth comparison according to increase OBE

UDP에서 전송폭의 감소는 데이터 재전송(Data re-transmission)과 전송지연(time delay) 비례함

1) Tick의 환산 방법은 프로세서와 OS 플랫폼에 따라 오차가 5%정도 존재한다.

으로 시간에 따른 데이터 에러율(Data error rate)과 상관관계를 지니기 때문에 발생한다. 특히 본 테스트의 프로토콜들은 데이터 프레임 체크섬 과정에서, 에러 발생에 대해 재전송 요구(Request Ack)을 요구로 인해 재전송이 증가하기 때문이다.

그림 11는 IP기반 연결 시간에 따른 전송률을 나타내었다.

네트워크 계층에서 10ms 이내 OBE가 RCM에 접속 문제로 전송속도가 많이 떨어진다. 접속시간과 전송 대역폭은 비례하는 관계로 볼 수 있다. 그렇기 때문에 프로토콜 계층에서의 데이터 응답시간은 최소 10~20ms의 시간이 요구된다. 그림 11과 같이 RCM에 접속 시간을 많이 할당하면 할수록 대역폭도 증가하고 제안된 알고리즘의 성능이 큰 것으로 나타나지만, TDMA 방식을 고려한 WAVE 표준을 고려할 때 OBE와 RCM간에 50ms이상의 접속지연(link delay)은 제안된 방식에서도 무의미하다.

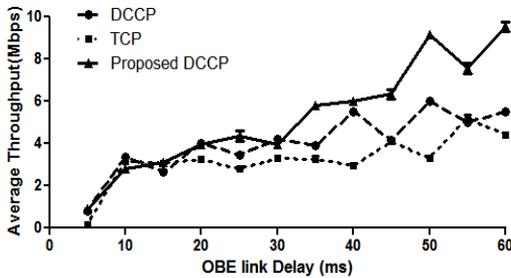


그림 11. 연결 지연에 따른 전송 성능 분석
Fig. 11. Variations of transmission performance due to connection delay

V. 결론

본 연구는 u-City 기반 교통망 구축을 위한 선행 연구와 함께 이를 바탕으로 네트워크 모형을 제시하였다. 또한 IP 기반 데이터 서비스를 위해 DCCP CCID3를 적용하여 기존 UDP에서 보장을 못한 메시지보호기능과 무선선로에 발생할 수 있는 불규칙지연에 대응하였다. 뿐만 아니라 OBE의 연결 지향(Connection Oriented)을 위해 다중IP 할당 기법을 DCCP를 결합하고 IP기반에 SCH/CCH서비스를 통합하여 제공함으로써 OBE 접속과 데이터 전송을 향상하였다. 현재 TCP/UDP 위주 프로토콜 데이터 전송 연구에서 차세대 프로토콜을 적용한

발전된 형태의 기법을 제안하였으며, 향후 V2I 기반 통신 프로토콜연구에 기여를 할 것이라 생각된다. 현재 논의되고 있는 Mobile DCCP에 대한 연구를 진행할 예정에 있으며, 이것을 V2I에 적용할 예정이다.

참고문헌

- [1] 이상선, "ITS 및 텔레매틱스 국내의 표준화", 한국 통신학회지, Vol.25, No.7, 2008.
- [2] 박경린, "ITRC의 텔레매틱스 요소기술 연구현황", TTA, Special Report, 2007.
- [3] Join B. Kenney, "Vehicle safety communications applications", Toyota Infor Technology Center[online], 2008.
- [4] GM, DAIMLERCHRYSLER, TOYOTA, HONDA, FORD, "CAMP VSC(Vehicle Safety Consortium 2 Consortium)", CAMP 2006 [online], Apr. 2006. <http://car-to-car.org>
- [5] IEEE P802.11pTM/D5.0, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications, 2008.
- [6] Tsutomu Tsuboi, etc. "Dual receiver communication system for DSRC", IOT 2008, pp. 39-45, 2008.
- [7] Booz, Allen, Hamilton, "Securing wireless access in vehicular environments (WAVE): infrastructure and operations support systems (OSS) architecture", IEEE GLOBECOM, 2008.
- [8] Osamu Maeshima, etc., "A roadside to vehicle communication system for vehicle safety using dual frequency channels", IEIC Technical Report, Vol.106, No.265, pp. 13-18, 2006.
- [9] 이소연, "텔레매틱스 서비스 플랫폼 기술 및 표준 현황", TTA, Special Report, 2007.
- [10] 정부만, "u-City 테스트베드 구축 현황 및 표준화전망", TTA, Special Report, 2007.
- [11] 김경준, 김철원, "ITS: U-City 실현을 위한 지능형 통신기술", 인터넷정보학회지, Vol.10, No.1, 2009.
- [12] J. Padhye, V. Firoiu, D. Towsley, and J. Kurose, "Modeling TCP throughput: a simple model and its empirical validation", ACM SIGCOMM, 1998.

- [13] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson, "RTP: A transport protocol for real-time applications", IETF, RFC 1889, Jan. 1996.
- [14] IETF, RFC 4336 "Problem statement for the datagram congestion control protocol", Mar. 2006. <http://tools.ietf.org/html/rfc4336>
- [15] IETF, RFC 4340 "Datagram congestion control protocol", Mar. 2006. <http://tools.ietf.org/html/rfc4340>
- [16] IETF, RFC 4342 "Profile for datagram congestion control protocol(DCCP) congestion control ID 3: TCP-friendly rate control", <http://tools.ietf.org/html/rfc4342>
- [17] IETF, RFC 3436 "Transport layer security over stream control transmission protocol", Dec. 2002. <http://tools.ietf.org/html/rfc3436>
- [18] IETF, RFC 5061, "Stream control transmission protocol(SCTP) dynamic address reconfiguration", September. 2007. <http://tools.ietf.org/html/rfc5061>
- [19] SAFESPOT INTEGRATED PROJECT - IST-4-026963-IP, "Hardware and software platform public specification D1.3.4", Apr. 2008.
- [20] SAFESPOT INTEGRATED PROJECT - IST-4-026963-IP "Description of the integrated vehicle and infrastructure platform D8.4.2", Apr. 2008.
- [21] 유성은 외 5명, "무선 센서네트워크 기반 차량 속도 측정 시스템", 대한임베디드공학회지, Vol.3, No.1, pp. 42-48, 2008.

저 자 소 개

박현문



2004년 : 한세대학교 정보통신학부 공학사.
2006년 : 국민대학교 정보통신학 석사.
2008년 8월 : 국민대학교 BIT 비즈니스 정보통신 박사수료.

2008년 9월~현재, 전자부품연구원 연구원.
관심분야 : 위치인지, USN, WLAN, 차량통신.
Email : kimagu@naver.com

서해문



2000년 : 경북 대학교 전자공학 석사.
2009년 : 경북 대학교 전자공학과 박사.
2004년 : 삼성전자 통신연구소 R&D 센터.

2004년~현재, 전자부품연구원 선임연구원.
관심분야 : RFIC, RF시스템, 통신시스템.
Email : bmoons@keti.re.kr

이길용



1998년 : 동국 대학교 반도체학과 이학사.
2004년 : 세종 대학교 소프트웨어 공학석사.
2006년~현재, 국민대학교 BIT 비즈니스 정보통신 박사과정.

2004년~2006년 : 한국 소프트웨어 진흥원 선임연구원.
2006년~현재, 한국전자통신연구원 연구원.
관심분야 : SoC, ITS.
Email : gylee@etri.re.kr

박수현



1988년 : 고려대학교 컴퓨터학과 이학사.
1990년 : 고려대학교 대학원 전산학 이학석사.
1998년 : 고려대학교 대학원 컴퓨터학 이학박사.

1990년 : LG 전자 중앙연구소 선임연구원.
1999년~2001년 : 동의대학교 공과대학 컴퓨터·소프트웨어 조교수.
2002년~현재, 국민대학교 비즈니스 IT학부 부교수.
관심분야 : USN, UW-ASN.
Email : shpark21@kookmin.ac.kr

김성동



1990년 : 경북대학교 전자공학과 석사.
1996년 : 미국 텍사스 A&M 컴퓨터공학 박사.
1996년 : 삼성전자 컴퓨터 사업부 수석연구원.

2005~현재, 전자부품연구원 메카트로닉스 연구본부 본부장.
관심분야 : ITS, USN, 메카트로닉스.
Email : sdkim@keti.re.kr