

DSRC를 이용한 교통정보서비스 인터페이스 표준 구성

Standard Configuration for Interface of the Traffic Information Service using DSRC

김 경 환* 조 용 성** 배 명 환*** 김 상 현**** 이 경 임*****
 (Kyoung-Hwan Kim) (Yung-Sung Cho) (Myoung-Hwan Bae) (Sang-Heon Kim) (Kyeong-Im Lee)

요 약

현재 DSRC(Dedicated Short Range Communication)를 이용한 통행료자동요금징수시스템이 전국 영업소에 구축 되면서 많은 차량용 단말기가 보급되었다. 이러한 통행료자동요금징수시스템 및 차량용 단말기의 인프라를 이용한 교통정보 수집 및 제공, 신호제어, 대중교통정보제공 및 관리 등 다양한 분야의 ITS 서비스를 위한 연구개발 및 사업화가 추진 중에 있다. 특히 차량용 단말기와 통행료자동징수시스템에 사용되는 노변장치를 이용한 교통정보 수집 및 제공 부분에 많은 연구가 이루어지고 있지만 DSRC의 응용 부분 표준과 교통정보 수집 및 제공을 위한 정보교환 표준이 명확하게 이루어 지지 않았다. 이에 국토해양부에서 고시한 『기본교통정보교환 기술기준IV』를 DSRC 통신에서 교환되는 Action 프리미티브를 활용해 DSRC관련 표준의 수정 없이 표준화된 교통정보를 수집 및 제공하는 방안을 제안하고자 한다. 본 연구에서 제안하는 표준적용방안을 현재 ETCS(Electronic Toll Collection System)에서 사용되는 RSE(Road Side Equipment)와 OBE에 적용하여, 실제 도로에서 4대의 차량을 이용한 다양한 주행시험을 통해 시스템의 유효성 및 성능을 확인 하였다.

도로 주행시험 결과 약 97%의 통신 성공률을 통해 본 논문에서 제안한 표준 적용 방안의 유효성을 확인하였고, 약 3%의 실패를 통해 교통정보와 그 외 서비스 부분의 적용을 위해 발생할 수 있는 문제점을 분석하였다.

Abstract

Recently, a number of OBU(On Board Unit) have being spreaded since ETCS(Electronic Toll Collection System)using DSRC(Dedicated Short Range Communication) was installed in the tollgate of the whole country. Many R&D and commercialization related to ITS service using DSRC and OBU mentioned above are ongoing such as traffic information collection and provision and a signal control, and public traffic information and management and so on. Especially, there are many researches conducted(conducting) on traffic information collection and provision using communication between OBU and RSE. However, Standards for both DSRC application and traffic collection and provision are not established clearly yet. So we would like to suggest a method of traffic information collection and provision without changing of standard related to DSRC. This method is to put the traffic messages into the existing Action primitive for ETC, which is described on 『Technical criterion IV of basic traffic information exchange』 which was notified by Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

Proposed standard application method is applied both to RSE and OBE. It is the same system which ETCS used in highway, currently. We confirmed the efficiency and performance of the system through conducting a variety of driving test using 4 vehicles in real road condition.

Result of the real road test shows the effectiveness and validity of this method with about 97% communication success rate and based on studying the cases of 3% communication failure, we can analyse the expected problems in traffic information collection and provision using this method.

Key words : Standard, traffic-information, DSRC, ETCS, OBU

† 본 연구는 『2007 교통체계효율화사업』 ‘ITS 통합서비스 기반조성을 위한 표준 플랫폼 개발’의 일환으로 수행되었음.

* 주저자 : (사)한국지능형교통체계협회 김인중부 팀장

** 공저자 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터장

*** 공저자 : (사)한국지능형교통체계협회 김인중부 부장

**** 공저자 : (사)한국지능형교통체계협회 김인중부 과장

***** 공저자 및 교신저자 : (사)한국지능형교통체계협회 김인중부 대리

† 논문접수일 : 2011년 1월 31일

† 논문심사일 : 2011년 6월 30일

† 게재확정일 : 2011년 7월 29일

I. 서 론

현재, 국내 고속도로의 모든 Toll Gate에서는 자동요금징수시스템(ETCS, Electronic Toll Collection System)을 통해 서비스를 제공하고 있으며, 또한 국내 ETCS의 기반이 되는 DSRC(Dedicated Short Range Communications)를 통해 교통정보를 수집, 제공하기 위한 많은 연구가 이루어지고 있다[1,2,3].

이는 이동중인 차량에 교통정보를 제공하여 교통안전과 도로상 차량의 분산을 통해 도로의 활용을 극대화하는데 목적이 있다.

이에 따라 기존 고속도로에 구축된 인프라인 통행료자동요금징수시스템과 현재 급속히 보급되고 있는 차량용 단말기 인프라를 활용해 다양한 서비스를 제공하는 연구가 진행되고 있다. 이렇게 기존 구축된 인프라를 활용한 서비스를 개발하기 위해서는 기존 인프라를 활용한 서비스 적용방안이 필요하며, 기존 인프라의 통신 및 시스템에 대한 표준 및 구성의 변경을 통해 서비스를 구현할 수 있다.

그렇지만 표준과 시스템 구성 변경을 통해 서비스를 구현하는 경우, 기존 구축된 모든 시스템의 변경으로 많은 비용이 소요되어 중복투자를 피할 수 없다.

또한 이러한 서비스를 적용하기 위해서는 DSRC 응용부분 적용방안과 교통정보 수집 및 제공을 위한 정보교환 표준이 명확하게 이루어져야 하지만, 현재 이와 관련한 기준이 마련되지 않아 개발되는 시스템들은 상호호환성에 문제가 발생하고, 이로 인한 호환성확보와 운영관리에 많은 시간과 비용이 소요될 것이다.

이에 본 논문에서는 현재 고속도로에서 운영중에 있는 인프라인 DSRC를 활용해 상호연계성과 호환성을 확보하고, 기존 시스템의 물리적 변경 없이, 서비스 어플리케이션 적용방법을 제시하고자 한다.

이를 위해 DSRC 통신 표준인 KS X ISO 14906에 서비스 어플리케이션인 국토해양부 고시 기본교통정보교환 기술기준IV 교통정보 패킷을 캡슐화하여, 실제 ETC 시스템에 적용한 시스템을 구현 하였다. 또한 DSRC 기반의 ETCS, 교통정보 서비스 기

능을 함께 가진 단말기를 구현하여, 4대의 차량을 다양한 형태로 주행, 교통정보 송수신 성능 및 ETCS 호환성을 테스트 하였다.

II. 관련 표준 현황 분석

DSRC를 기반으로 교통정보를 수집 및 제공하기 위해 적용되는 표준은 DSRC 관련분야 표준과 교통정보 관련분야 표준으로 나눌 수 있다.

1. DSRC 표준 현황

교통정보 수집 및 제공에 적용되는 DSRC관련 표준범위로 ETCS응용 프로그램 인터페이스와 DSRC 응용계층인터페이스 그리고 DSRC 통신 표준이 있다.

ETCS 응용 프로그램 인터페이스는 KS X ISO 14906에 정의되어 있으며, DSRC 응용계층은 KS x ISO 15628에 정의되어 있다. 또한 통신 표준은 IR(적외선)방식은 KS X 6915에 정의되어 있고 RF(무선주파수)방식은 TTAS.KO-06.0025에 정의되어 있다.

그리고 ETCS 정보교환 부분은 「DSRC를 이용한 ETCS의 정보교환 기술기준(국토해양부고시 제2007-304로)」에 정의되어 있다.

〈표 1〉 DSRC 관련 표준 현황
〈Table 1〉 Standard state related DSRC

DSRC 관련표준	적용범위		통신 방식
KSxISO 14906	ETCS 응용 프로그램 인터페이스		IR/RF
KSxISO 15628	DSRC 응용계층		IR/RF
KSxISO 6915	DSRC 통신 표준		IR
TTAS.KO-06.0025	DSRC 통신 표준		RF
기술기준	적용 범위	적용표준	통신 방식
DSRC를 이용한 ETCS의 정보교환 기술기준	ETC 정보	KS x ISO 14906 KS x ISO 15628	IR/RF
	ETC 통신	KS x ISO 6915	IR
		TTAS.KO-06.0025	RF

2. 교통정보 교환 표준 현황

교통정보를 수집 제공하는 통신 표준은 크게 두 개의 표준이 있으며, 센터간 통신 표준인 KS X ISO 14827과 센터와 노변사이의 통신 표준인 ISO 15784가 있다.

교통정보교환에 적용되는 방법에 따라 기술기준이 정의되어 있다. 센터간에 기본적인 교통정보교환은 기본교통정보교환 기술기준에 정의되어 있고, 센터와 개인 혹은 공중단말 장치간의 교통정보교환은 기본교통정보교환 기술기준II에 정의되어 있다. 또한 대중교통정보교환을 위한 대중교통(버스)정보교환 기술기준과 센터와 무선 노변 장치간의 교통정보교환을 위한 기본교통정보교환 기술기준 IV가 정의되어 있으며, 각 기술기준의 세부 내용은 <표 2>와 같다.

<표 2> 교통정보 교환 표준 현황
<Table 2> Traffic information exchange current status

KS X ISO	적용범위	통신방식	
KS x ISO 14827	센터-센터	TCP/IP	
ISO 15784	센터-노변	TCP/IP	
기술기준	적용범위	적용통신표준	통신방식
기본교통정보 교환 기술기준	센터-센터	KS x ISO 14827	TCP/IP
기본교통정보 교환 기술기준 II	센터-개인단 말장치	기본교통정보교환 기술기준II 통신절차	모든 통신 방식 수용
	센터-공중단 말장치	기본교통정보교환 기술기준II 통신절차, ISO 15784	모든 통신 방식 수용
대중교통(버스)정보교환 기술기준	센터-센터	KS x ISO 14827	TCP/IP
	센터-광역통신장치 및 노변장치	ISO 15784	TCP/IP
	광역통신장치 및 노변장치대중 차량장치	없음	모든 통신 방식 수용
	센터-개인단 말장치	없음	모든 통신 방식 수용
	센터-공중단 말장치	없음	모든 통신 방식 수용
기본교통정보 교환 기술기준 IV	센터-노변장치	ISO 15784	TCP/IP
	노변장치-차량장치	기본교통정보 교환 기술기준II 통신절차	모든 통신 방식 수용

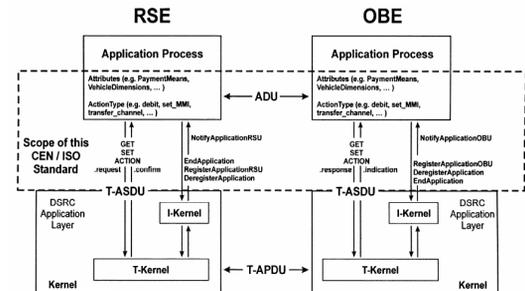
3. DSRC 응용 서비스에 적용되는 표준

DSRC를 이용한 서비스 어플리케이션 적용을 위한 표준은 DSRC 관련분야 KS X ISO 14906, KS X ISO 15628, 「DSRC를 이용한 ETCS의 정보교환 기술기준(국토해양부고시 제2007-304로)」이 있으며, 교통정보 관련분야 노변-차량장치 간 교통정보를 규정한 「기본교통정보교환 기술기준IV(국토해양부고시 제2008-45호)」가 있다.

DSRC 관련분야 표준인 KS X ISO 14906은 DSRC를 이용한 전자요금징수(EFC, Electronic Fee Collection) 시스템에 대한 응용 프로그램 인터페이스를 규정하고 있으며, 통신절차는 KS X ISO 15628에서 정의된 절차를 준수 하고 있다[4,5].

1) KS X ISO 14906

응용인터페이스 메시지는 BST, VST, ACTION, GET, SET으로 구성되며, RSE(Road Side Equipment)는 응용인터페이스의 메시지를 전달하기 위한 I-Kernel(초기화 커널)을 구성하고, EFC를 위해 응용 프로그램 식별자(AID)를 1로 설정하여 사용한다.



<그림 1> KS X ISO 14906의 범위
<Fig. 1> Scope of KS X ISO 14906

AID는 DSRC에서 응용서비스를 식별하기 위한 것으로, 각 응용인터페이스 메시지가 사용되는 용도를 의미하며, KS X ISO 14906은 EFC를 위한 것으로 electronic-fee-collection 서비스에 사용되는 어플리케이션을 호출하는 의미로 AID 1을 사용한다 [6,7].

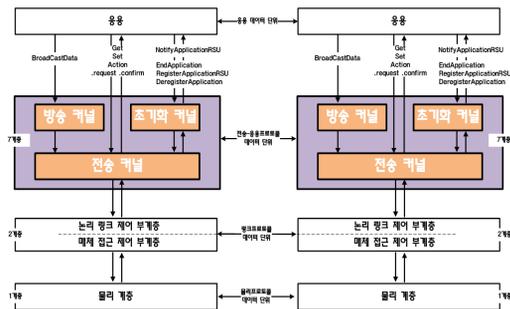
2) KS X ISO 15628

KS X ISO 15628은 DSRC를 기반으로 응용계층 상 하위계층의 기능을 포함하는 서비스 프리미티브 (Service Primitive)를 통해 응용서비스처리과정 (Application Process)에서 사용되는 커널들을 설명하고 있다.

KS X ISO 15628의 응용계층은 전송커널(T-Kernel), 초기화커널(I-Kernel), 방송커널(B-Kernel)로 구성된다.

〈표 3〉 AID 구성
(Table 3) AID organization

Application ID	DSRC Application Entity
0	System
1	electronic-fee-collection
2	freight-fleet-management
3	public-transport
4	traffic-traveller-information
5	traffic-control
6	parking-management
7	geographic-road-database
8	medium-range-preinformation
9	man-machine-interface
10	intersystem-interface

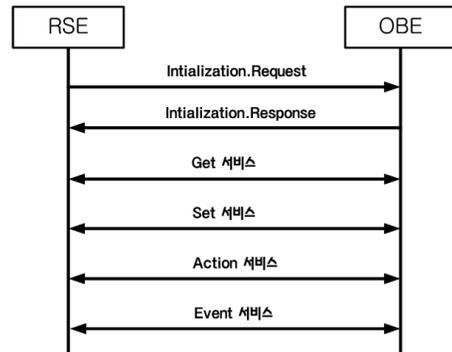


〈그림 2〉 KS X ISO 15628 응용계층의 구조
(Fig. 2) Application layer construction of KS X ISO 15628

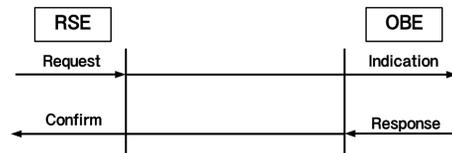
응용인터페이스 메시지 BST, VST, ACTION, GET, SET은 DSRC 응용계층의 관점에서 서비스라 부르며, 이들 서비스는 전송 커널로 서비스를 제공하게 된다.

- INITIALISATION : 초기화커널을 통해 제공되는 서비스(BST, VST)
- GET : 상대방의 응용서비스 정보를 읽어오는데 사용됨
- SET : 상대방 응용서비스 정보를 수정하는 사용됨
- ACTION : 응용서비스가 동작을 실행하도록 하는데 사용됨
- EVENT-REPORT : 응용서비스 또는 초기화 커널에 이벤트를 알리는데 사용됨

전송커널은 각 서비스의 프리미티브를 통해 서비스들이 제공된다. 서비스 프리미티브는 request, indication, response, confirm이 있으며, 제공되는 형태는 서비스명에 프리미티브가 붙은 형태인 GET.request, Get.response로 표현한다.



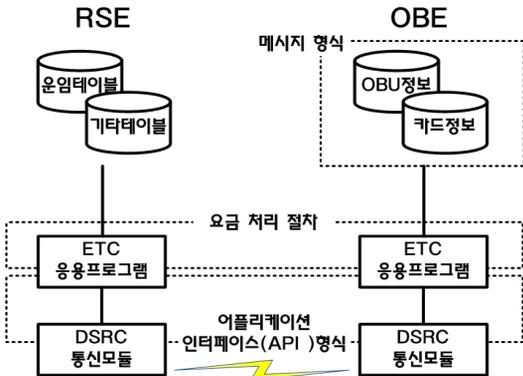
〈그림 3〉 DSRC 통신절차 기본구성
(Fig. 3) Basic composition of DSRC communication process



〈그림 4〉 서비스 제공 논리 절차
(Fig. 4) Logical process of service offer

DSRC를 이용한 ETCS의 정보교환 기술기준은 DSRC를 기반으로 교통시설의 이용요금을 현금·수표 등이 아닌 전자거래로 지불하는 징수체계 (ETCS, Electronic Toll Collection System)를 적용하

기 위해 교환되는 세부 메시지 형식, 요금처리절차, 어플리케이션 인터페이스형식을 정의하고 있다[8].



〈그림 5〉 DSRC를 이용한 ETCS의 정보교환 기술기준 범위
 〈Fig. 5〉 Information exchange technical standard scope of ETCS using DSRC

기술기준에서 정의하는 ETCS 응용프로그램은 초기화절차, 징수절차, 후속처리 절차로 나누고, 각 서비스의 적용에 대한 구체적인 내용을 설명하고 있다.

〈표 4〉 서비스별 기술기준 세부 설명
 〈Table 4〉 Each service technical standard detail explanation

명령어 종류	API 명령어	설명
초기화 명령	Initialize	OBE(OBU와 카드)를 초기화
정보 읽기 명령	Get	OBE의 정보를 읽기
정보 쓰기 명령	Set	OBE에 정보를 쓰기
동작 수행 명령	Action	OBE에 특별한 동작 수행을 요청
이벤트 정보전달	Event Report	OBE의 상태를 문의하거나 지정

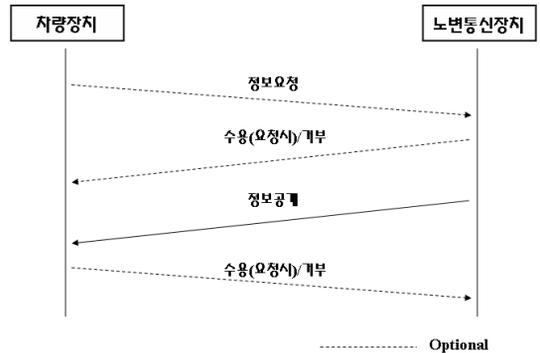
ETC 응용프로그램이 사용하는 정보 형식은 OBU와 카드에 대한 발행정보 및 어플리케이션 정보의 포맷을 의미하는 것으로 기술기준에서는 이것을 정의하고, 정의된 정보는 속성(Attribute) 형태로 지정된다. 각 Attribute는 서비스별 메시지의 세부 항목 중 Container filed의 octetstring에 설정된다.

```

Container::=CHOICE
{
integer          [0] INTEGER,
bitstring       [1] BIT STRING,
octetstring     [2] OCTET STRING (SIZE (0..127),...),
universalString [3] UniversalString,
beaconId       [4] BeaconID,
...
}
    
```

3) 기본교통정보교환 기술기준 IV

센터-노변장치, 노변장치-차량장치 간 교통정보 및 교환방법을 정의한 기본교통정보교환 기술기준 IV는 크게 정보형식 정의 부분과 정보교환을 위한 통신 프로토콜로 정의 되어 있다[9].



〈그림 6〉 노변장치-차량장치 간 데이터교환절차
 〈Fig. 6〉 Data exchange process between RSE-OBE

데이터교환 절차는 시스템에 따라 생략될 수 있는 정보요청, 수용/거부와 필수 항목인 정보공개 항목으로 구성된다.

기본 패킷의 구조는 Header부와 Data부, Tail부로 구성된다.

〈표 5〉 기본 패킷 구조
 〈Table 5〉 Basic packet construction

Header부					Data부	Tail부
Datex Version No.	Authentication Info	Data Packet No.	Data Packet Priority No.	Header Option	PDU	Crc

기본 패킷의 Data부 정보형식은 16가지의 PDU를 설정할 수 있다.

〈표 6〉 기본교통정보교환 기술기준IV 정보형식
(Table 6) Information type of basic traffic information exchange technical standard IV

정보(PDU)명칭	설 명
Initiate	초기 통신연결을 위한 개시 요청 데이터 패킷
Login	서버에 접속하기 위한 클라이언트의 로그인 데이터 패킷
FrED	서버와 클라이언트의 연결을 유지하기 위한 확인 데이터 패킷
Terminate	연결을 종료하고자 할 때, 서버에서 클라이언트에 요청하는 데이터 패킷
Logout	접속을 종료하기 위한 클라이언트의 로그아웃 데이터 패킷
Subscription	클라이언트가 서버에 정보를 요청할 경우 송신하는 데이터 패킷
TransferDone	클라이언트가 요청한 정보를 파일 형태로 제공하기 위한 데이터 패킷
Accept	클라이언트의 요청에 대한 수용
Reject	클라이언트의 요청에 대한 거부
Publication	클라이언트가 요청한 정보를 제공하기 위한 데이터 패킷
CurrentLinkState RoadSide	교통소통정보
EventRoadSide	교통통제정보
IncidentConditions RoadSide	돌발상황정보
RoadwayConditions RoadSide	도로상태정보
WeatherConditions RoadSide	기상정보
ProbeVehicleDetecti onRoadSide	프로브정보
Reserved	확장분

Ⅲ. 제안하는 표준교통정보 적용방안

DSRC에 교통정보를 전송하기 위해서는 KS X ISO 14906, KS X ISO 15628에서 정의하는 서비스에 기본교통정보교환 기술기준IV의 데이터 형식을 캡슐화하여야 한다.

기존의 DSRC를 이용한 ETCS 정보교환 기술기준에서 교환되는 시스템 운영상 필요한 정보는 속성데이터를 개별적으로 정의하고 각 속성 데이터를 DSRC

통신 데이터 내부에 캡슐화 하여, 정보를 교환한다.

교통정보를 속성데이터로 설정하는 방식은 새롭게 적용되는 교통정보를 각각 속성데이터로 지정하고, 별도의 AID(Application Identifier)를 정의해야 한다. 또한 각 속성별 EID(Element Identifier)를 지정해야 하며, 각 교통정보 메시지의 정형화된 데이터 필드와 사이즈를 정의하여야 한다. 이것은 새로운 메시지가 추가 될 경우, DSRC를 기반으로 하는 시스템의 Layer 7을 매번 수정해야 되므로 시스템의 기능 확장성이 없다는 단점이 있다. 또한 기술기준에서 정의하는 정보요청, 수용/거부, 정보공개 메시지에 대해 적용이 불가능 하며, 이로 인해 통신의 절차 또한 적용 할 수 없는 문제가 발생한다.

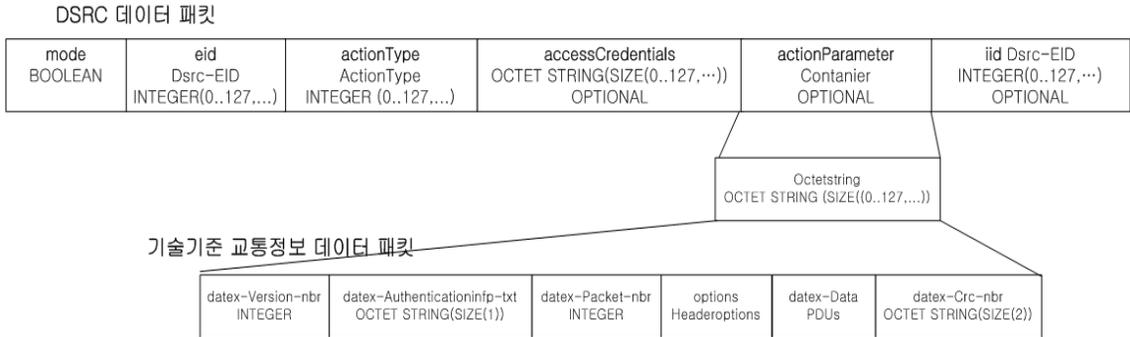
이에 본 연구에서는 KS X ISO 14906, KS X ISO 15628에서 정의하는 Container filed에 교통정보를 캡슐화 하는 방법을 제안한다.

Container filed에 교통정보를 적용하기 위해서는 DSRC 통신절차에서 기본교통정보교환 기술기준IV 기본 패킷을 어느 절차에 정보를 교환 할 것인지, 어떤 Primitive에 전송될 것인지를 결정해야 된다.

모든 서비스는 Container field를 포함하고 있지만, 실제 정보교환을 위하여 사용할 수 있는 서비스는 초기화 단계에 사용되는 Initialization 서비스를 제외한 Get, Set, Action, Event 서비스이다. 하지만 Get과 Set 그리고 Event 서비스의 Request와 Reponse 프리미티브 모두 Container field가 있는 것이 아니라 Request 또는Response 프리미티브 한 부분에만 Container field가 존재하며 Action 서비스만 Request와 Response 프리미티브 모두 Container field가 존재한다.

〈표 7〉 서비스 프리미티브 Container field 포함 여부
(Table 7) Service primitive Container field inclusion or not

서비스	프리미티브	Container field
Get	Request	미포함
Get	Response	포함
Set	Request	포함
Set	Response	미포함
Action	Request	포함
Action	Response	포함
Event	Request	포함
Event	Response	미포함



〈그림 7〉 Action Primitive를 사용한 교통정보 캡슐화
 〈Fig. 7〉 Traffic information capsulation using action Primitive

이러한 Container field를 이용하여 교통정보교환을 하는 경우 Set이나 Get 또는 Event 서비스를 이용하는 것보다는 Action 서비스의 프리미티브를 이용하는 것이 간단한 통신절차로 교통정보를 교환할 수 있어 더 효율적이다.

뿐만 아니라 Action Primitive는 RSE에서 OBU가 어떠한 동작을 행하게 하기 위한 목적으로 사용되는 Primitive이며, DSRC는 OBU가 RSE의 요청에 따라 응답하는 수동적인 특성을 가진다. 이러한 특성으로 Action Primitive를 사용해 교통정보를 전송하기 위해서는 Action Primitive의 Action Type을 정

의해 OBU도 능동적으로 교통정보를 요청 할 수 있는 환경을 구성해 주어야 한다. 이를 위해 Action Type은 WaitMsg, SendMsg 두 가지 타입으로 정의 된다.

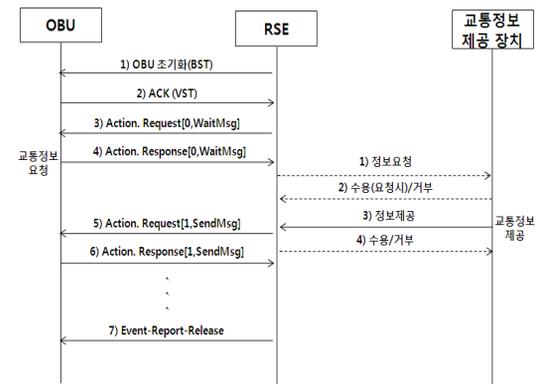
WaitMsg는 RSE가 OBU로부터 교통정보요청 (Subscription)을 수신하기 위해 주기적으로 전송되는 메시지로, OBU는 요청 데이터가 있을 경우 인코딩된 데이터를 Response Parameter의 OCTET STRING으로 전송하고, 요청데이터가 없을 경우 Response Parameter의 OCTET STRING의 Length=0으로 전송한다.

SendMsg는 RSE에서 OBU로 요청에 대한 응답 (Publication)데이터를 전송하기 위한 기능으로 응답 데이터를 인코딩하여 Request Parameter의 OCTET STRING으로 전송한다.

〈표 8〉 Action Type 정의
 〈Table 8〉 Action Type definition

기능	Action Type	Req Parameter	Resp Parameter
WaitMsg	0	n.a	OCTET STRING
SendMsg	1	OCTET STRING	OCTET STRING

응답데이터를 수신한 단말기는 준비된 요청데이터가 없을 경우 Response Parameter OCTET STRING의 Length = 0으로 전송한다.



〈그림 8〉 DSRC기반 교통정보 교환 절차
 〈Fig. 8〉 Traffic information exchange process based DSRC

또한, 교통정보 중 교통통제정보, 돌발상황정보, 도로상태정보는 모든 이용자에게 제공할 수 있는

공용의 교통정보로써 DSRC의 broadcast로 데이터를 전송할 수 있다.

그러나 현재 ISO 표준의 구성상 broadcast로 전송할 수 있는 데이터는 VisibleString 타입의 simple 데이터만 가능하며, 다양하고 많은 양의 데이터를 전송할 수 없다.

```

BroadcastPool ::= SEQUENCE {
  directoryvalue      Directory,
  content      SEQUENCE(SIZE(0..127,...)) OF File
}
Directory ::= SEQUENCE(SIZE(0..127,...)) OF FileName
File ::= SEQUENCE(SIZE(0..127,...)) OF Record

FileName ::= SEQUENCE {
  aseID      Dsrc-EID,
  fileID     INTEGER(0..127,...)
}
Record ::= CHOICE {
  simple      VisibleString,
  ...
}
    
```

다양하고 많은 양의 데이터를 전송하기 위해 BroadcastPool의 Record 내에 있는 extension field에 데이터를 직접입력 할 경우, PER 인코딩된 데이터는 기존 Preamble field의 존재로 인해 extension field의 데이터를 Decoding 할 수 없게 된다.

```

Record ::= CHOICE {
  simple      VisibleString,
  ...
}
    
```

CHICE	Preamble : Data 유무	Data
-------	--------------------	------

〈그림 9〉 ISO 표준의 PER Encoding 패킷
 〈Fig. 9〉 PER encoding packet of ISO standard

```

Record ::= CHOICE {
  simple      VisibleString,
  octetstring OCTET STRING
}
    
```

CHICE	Data
-------	------

〈그림 10〉 Extension field에 데이터가 추가된 PER Encoding 패킷
 〈Fig. 10〉 PER encoding packet which OCTET STRING add to extension field

ASN.1 인코딩 규칙을 준수하면서 다양하고 많은 데이터를 전송하기 위해 extension field는 그대로 유지하고, 새로운 Octet String 필드와 extension field를 추가해야, 기존의 ISO 표준과 ASN.1 encoding rule에 호환성을 갖출 수 있다.

```

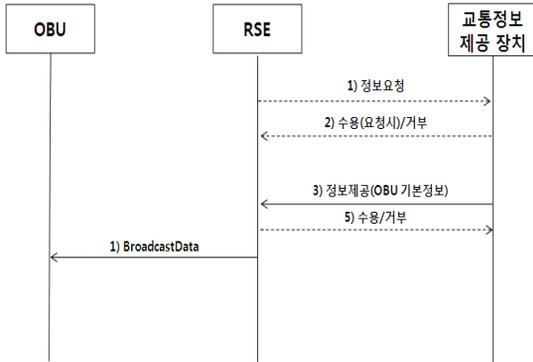
Record ::= CHOICE {
  simple      VisibleString,
  ...,
  octetstring OCTET STRING,
  ...
}
    
```

CHICE	Preamble : Data 유무	Data
	Preamble : Data 유무	Data

〈그림 11〉 제안하는 방식의 PER Encoding 패킷
 〈Fig. 11〉 PER Encoding packet proposed

이렇게 구성된 방송서비스로 교통정보를 제공경우 속성ID를 사용하지 않고 FileName의 aseID, fileID로 구분해 데이터를 전송할 수 있다.

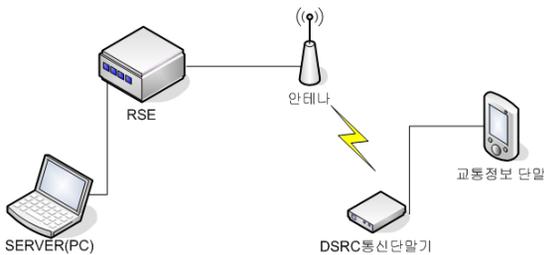
방송서비스를 통한 교통정보제공은 RSE와 OBU의 초기화 통신 이전에 통신이 이루어지며, RSE의 통신영역에 진입한 OBU는 방송서비스를 통한 교통정보를 수신하게 된다.



〈그림 12〉 방송서비스를 통한 교통정보 제공 절차
 〈Fig. 12〉 Traffic information offer process through broadcast service

IV. 시스템 구성과 시험

제안한 표준을 적용하기 위해 DSRC시스템의 Application ID는 일반적인 교통정보 용도로 사용하는 traffic-traveller-information AID 4를 사용하였다.



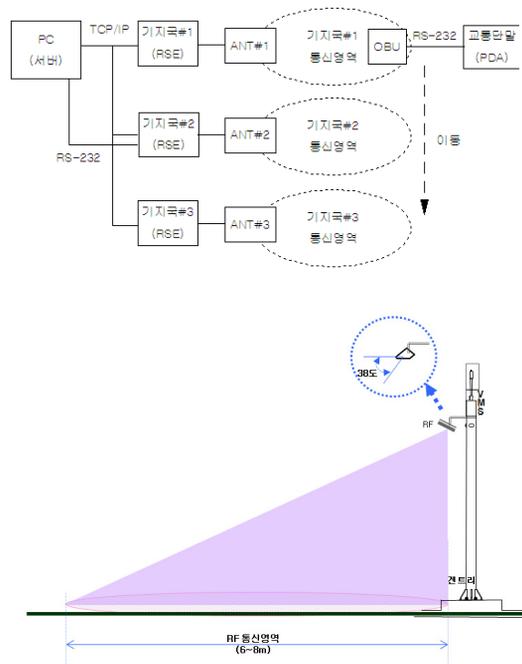
〈그림 13〉 제안 표준을 적용한 시스템의 구성
 〈Fig. 13〉 Proposed standard applied System construction



〈그림 14〉 OBE와 교통정보 단말간의 통신 구성
 〈Fig. 14〉 Communication construction of between OBE and PDA

중계기단의 구성은 RSE, 안테나, 서버로 구성되며, RSE와 안테나는 Hipass에서 사용되는 RSE와 안테나를 활용하였다. RSE와 통신하는 Server는 RSE에 교통정보를 제어하고, 가상의 ETCS 기능을 하는 시뮬레이션 기능을 수행한다. 또한 단말과 송수신한 결과를 기록하게 된다.

단말단의 구성은 DSRC 통신이 가능한 기존의 Hipass 단말기와 교통정보를 수신할 경우 수신한 데이터를 확인할 수 있는 PDA로 구성하였다. Hipass 단말기와 PDA는 RS-232 Serial 통신으로 연결되어 PDA에서 송수신하는 교통정보를 사용자가 제어할 수 있는 형태로 구성하였다.



〈그림 15〉 시험환경
 〈Fig. 15〉 Test circumstance

ANT #1, 2, 3은 통신영역이 중첩되지 않게 배치하였고, ANT #1, 3은 교통정보를 송수신하는 제안한 표준을 적용한 시스템이며, ANT #2는 ETCS 기능을 하는 기지국으로 구성하였다. 이렇게 ANT #2에 ETCS 기능을 추가 한 것은 OBU의 Application ID에 따라 서비스를 구분하여 Application Switching

기능의 OBU 적용 가능 여부를 함께 확인하기 위한 목적도 있다.

OBU는 ANT #1에서 ANT #2를 거쳐, ANT #3까지 이동하며, 교통정보를 송수신한 결과를 확인하였다.



〈그림 16〉 구축된 노변시스템 〈그림 17〉 차량 주행시험
 〈Fig. 16〉 constructed RSE 〈Fig. 17〉 Vehicle driving test

OBU의 이동은 4대의 차량을 이용해 주행속도별로 주행하는 시험과 일부 차량이 근접으로 주행하는 시험, 4대의 차량이 군집으로 주행하는 시험을 전체 1200회 주행하여 통신성공 여부를 확인 하였다. 다양한 조건의 주행결과 전체 1200회 통신 중 교통정보 통신 성공률은 약 97%의 성공률을 보였다.

〈표 9〉 시험결과
 〈Table 9〉 Test results

구분	전체 통신회수	통신성공 회수	통신 성공률
ANT #1 (교통정보)	1,200	1,159	96.6%
ANT #2 (ETCS)	1,200	1,167	97.3%
ANT #3 (교통정보)	1,200	1,160	96.7%
합계 (교통정보)	2,400	2319	96.6%

시험결과 약 97%의 통신 성공과 약 3%의 통신 실패로 보아 교통정보 교환 기능에는 문제없음을 확인 하였다. 시험에서 측정된 데이터 전송 소요 시간과 통신영역 통과 시간 측정결과는 다음과 같다.

〈표 10〉 데이터 전송 소요시간
 〈Table 10〉 Needed time of data transmission

패킷	크기 (Byte)	DSRC패킷 캡슐화크기(Byte)	전송시간 (msec)
Subscription	151	292	36
Accept	47	188	21.6
Reject	115	256	28.8
401	385	526	64.8
402	421	562	64.8
403	1553	1694	194.4
404	1286	1427	158.4
405	1547	1688	187.2
406	410	551	64.8
407	381	522	64.8

〈표 11〉 ETCS 통행료 징수 통신소요시간
 〈Table 11〉 Needed communication time for ETCS toll collection

처리 단계	처리내용	단계	소요 시간	비고
링크 접속 절차	OBU가 통신영역 진입 후 링크 접속 시도	Association	20	총 소요 시간 : 약 170 msec
	RFCU가 OBU를 인식하고 BST 송신			
	OBU가 BST를 수신하고 VST를 송신			
지불 절차	OBU로부터 VST를 받고 RFCU가 OBU 관련 정보 설정 초기화	Get	2	
	RFCU가 OBU에게 카드정보 등 송신 요청		8	
	OBU가 카드정보 등 송신		12	
	RFCU의 PSAM에서 OBU의 IC-Card 인증(S1) 및 Balance 확인 및 서명 값(S2) 생성	Init -PSAM	30	
	통합차로제어기의 PSAM에서 OBU의 IC-Card인증 및 Balance확인 및 서명 값 (S2) 송신		8	
	OBU의 IC-Card에서 서명 값 검증(S2), 요금차감, 서명 값 (S3) 생성	Action	40	
	OBU의 IC-Card에서 과금 및 서명 값		8	

	RFCU에서 서명값(S3)수신 및 PSAM에서 검증, 거래 내역 생성	Credit-PSAM	30	
	PSAM에서 통합차로제어기에 서명 인증 값(MAC) 송신		22	
	RFCU에서 차량단말기에게 거래내역 송신	Set	4	
	OBU에서 RFCU에게 거래내역 수신확인 송신		2	
	후속 절차	RFCU에서 OBU에게 접속종료 통보	Event-Report (release)	4
		RFCU에서 영업소 서버로 거래내역 데이터 전송	영업소서버연동	2

<표 12> 시험 환경에서의 통신 조건
<Table 12> Communication condition in test circumstance

통신영역		전송율	
7m		1Mbps	
속도(km/h)	통신영역 통과시간(s)	통과시간동안 전송량(Mbps)	
10	2520	2.52	
20	1260	1.26	
30	840	0.84	
40	630	0.63	
50	504	0.504	
60	420	0.42	
70	360	0.36	
80	315	0.315	
90	280	0.28	
100	252	0.252	

<표 9>과 <표 10> 그리고 <표 11>의 내용을 비교해보면 가장 큰 교통정보데이터 패킷인 403과 405패킷을 전송하는 시간과 ETCS 통행료 징수통신 소요시간이 100km/h로 통신영역을 통과하는 시간과 차이가 크지 않음을 알 수 있다. 또한 약 3%의 통신 에러는 대부분이 고속에서 발생하였다.

이것은 실제 운영환경에서 통신 지연 시간을 포함하면 100km/h로 진행하는 차량도 통신이 안 될 가능성이 있고, 또한 기존 고속도로 영업소에서 사

용하는 안테나는 한 차로당 2개의 안테나로 약 12 ~ 14m의 통신영역을 확보하고 있으나, 테스트 환경의 안테나는 기존 영업소 요금징수에 사용하는 2개의 안테나 중 하나의 안테나를 사용하여 통신영역이 약 6~8m로 줄어들어 발생한 에러로 판단된다.

VI. 결 론

현재 DSRC를 이용한 교통정보 수집 및 제공 분야의 다양한 연구가 진행 중이지만, DSRC와 교통정보 수집 및 제공 분야의 표준과 정보교환 방안이 명확하게 정의되어 있지 않다. 이러한 상황에서 DSRC를 이용한 교통정보 교환을 위한 시스템구축에 많은 어려움이 있다.

이에 본 논문은 DSRC를 이용한 교통정보 교환을 위한 방안을 제안하고, 제안한 교통정보 교환 방안을 이용하여 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템의 통신 부분은 ETC에서 사용되는 RSE와 OBE를 이용하였고, 교통정보수신 확인은 OBE에 PDA를 연결하여 현재 구축된 인프라의 활용가능성을 확인하였다.

이러한 통신 환경에서 차량 속도를 최대 100km/h로 여러 가지 실험을 한 결과 구현된 시스템은 약 97% 통신 성공률을 나타냈다. 여기서 약 3%의 에러가 나타났으며, 이 에러의 원인을 분석해본 결과 에러의 주요인은 통신 영역 설정과 관련 있음을 알 수 있었다.

현재 통신 영역에 대한 자료의 경우 ETC 서비스에 관련된 통신 영역만 연구되고 있으며, 다른 다양한 서비스에 대한 통신 영역 연구는 아직 미비하기 때문에 서비스별 적정 통신영역과 다양한 서비스를 커버 할 수 있는 영역에 대한 연구가 필요하며, 이와 더불어 통신 영역 설정을 위한 안테나의 설계 및 개발이 필요하다.

향후 이러한 연구는 도로의 특성 때문에 통신 영역 설정이 어려운 상황에서도 자유롭게 통신할 수 있는 안테나의 설계 및 개발에 많이 활용될 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 이승환, “DSRC를 이용한 ITS 서비스 활성화 방안 연구,” 정보통신연구진흥원, 04-학술-022, 2000. 4.
- [2] 최광주, “DSRC 시스템 기반의 긴급차량을 위한 교통 관리 시스템,” 대한전자공학회, 논문 2006-43TC-9-6, 2006. 8.
- [3] 이성룡, “DSRC 기반 지능형 교통 시스템의 통신망 구조 연구,” 대한산업공학회/한국경영과학회, Session 083.1, 2000. 4.
- [4] KS X ISO 14906, “도로 운송 및 교통 텔레매틱스-전자 요금 징수-DSRC를 이용한 응용 서비스 인터페이스 정의,” 2005. 11.
- [5] KS X ISO 15628, “교통정보 및 제어시스템 (TICS) - 단거리 전용통신 (DSRC) - DSRC 응용 계층,” 2005. 6.
- [6] KS X 6915, “지능형 교통 체계(ITS) 응용 서비스를 위한적외선 근거리 전용 통신(DSRC) 기술,” 2005. 12.
- [7] TTAS.KO-06.0025, “5.8 GHz 대역 노변기지국과 차량 단말기간 근거리전용 무선통신 표준,” 2011. 6.
- [8] 국토해양부 고시 제2006-304호, “근거리 전용통신(DSRC)를 이용한 자동요금징수시스템(ETCS)의 정보교환 기술기준(노변-단말간),” 국토해양부, 2006. 7.
- [9] 국토해양부 고시 제2008-45호, “기본교통정보 교환 기술기준 IV - 무선통신 기술을 이용한 교통 정보 수집·제공 기술표준,” 국토해양부, 2008. 1.

저자소개



김 경 환 (Kim, Kyoung-Hwan)

2008년 2월 : 중앙대학교 통신공학 석사
 2002년 2월 : 동국대학교 정보통신공학 학사
 2005년 6월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 팀장
 2004년 9월 ~ 2005년 4월 : (주)새롭리더스 과장
 2003년 12월 ~ 2004년 8월 : (주)아바타라 팀장
 2002년 6월 ~ 2003년 12월 : (주)아이에스비테크놀로지 대리



조 용 성 (Cho, Yung-Sung)

2005년 12월 ~ 현 재 : ITS 전문위원회 위원(국토해양부)
 2003년 9월 ~ 현 재 : ISO/TC204 국내교통전문위원회 전문위원(기술표준원)
 2002년 2월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터장
 2001년 1월 ~ 2001년 7월 : (주)심테크시스템 시스템사업부 책임연구원
 1999년 6월 ~ 2001년 1월 : 국토연구원 SOC연구센터 연구원
 1997년 3월 ~ 1999년 6월 : 아주대학교 교통연구센터 연구원
 2005년 2월 : 아주대학교 건설교통공학과 박사
 1999년 2월 : 아주대학교 교통공학과 석사



배 명 환 (Bae, Myoung-Hwan)

2002년 8월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 부장
 2000년 7월 ~ 2002년 5월 : (주)심테크시스템 시뮬레이션 사업부 연구원
 2000년 3월 ~ 2000년 7월 : 경기개발연구원 교통정책연구부 위촉연구원
 2000년 2월 : 아주대학교 석사(건설교통공학전공)



김 상 현 (Kim, Sang-Heon)

2007년 8월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 과장
2007년 7월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학 석사
2005년 2월 : 경원대학교 컴퓨터공학과 학사



이 경 임 (Lee, Kyeong-Im)

2006년 2월 ~ 현 재 : (사)한국지능형교통체계협회 기술연구센터 검인증부 대리
2011년 2월 : 아주대학교 ITS대학원 석사
2002년 2월 : 강원대학교 산업공학과 학사