

전자 자동 요금 징수 시스템

김 옥 환[†]

◆ 목 차 ◆

- | | |
|-----------------------|---------|
| 1. 서 론 | 4. 통신기술 |
| 2. 차량통행료 자동 요금 징수 시스템 | 5. 결 론 |
| 3. 시스템의 구성 | |

1. 서 론

현재 우리 나라는 대도시 지역을 중심으로 만성적인 도로 교통 혼잡을 겪고 있으며, 이로 인해 연간 10조원이 넘는 도로 교통 혼잡 비용이 낭비되고 있는 실정입니다. 또한 공해문제, 유류낭비, 뿐만 아니라 차량 지체로 인한 과도한 물류비 부담은 국내 산업의 국제 경쟁력을 크게 약화시키고 있습니다. 따라서 본고에서는 지능형 수송시스템(ITS:intelligent transport system)에서 통행료 전자 요금 징수 시스템의 개념과 구성 및 특성을 알아보고 도로측(비콘)과 이동측(차량)간의 통신 및 향후 방향에 대하여 언급하고자 한다

2. 차량통행료 자동 요금 징수 시스템

2.1 지능 요금 징수 시스템

전자 자동 요금 징수 시스템(Electronic Toll Collection system)은 지능형 교통 시스템(ITS:intelligent transport system)의 일환으로 통행료 징수에 따른 지정체 이용 차량 및 통행료 규모 증가, 통행료 징수 업무의 효율화, 차로 증설에 따른 비용 급증으로 인한 문제 해결 방안으로 추진되고 있으며

차량 내에 transponder를 부착하여 요금 징수 구간을 통과하면 자동으로 요금을 징수하는 시스템을 말한다.

2.2 지능 징수 시스템의 현황

지능 징수 시스템은 1960년대 적외선 방식, 1990년대 유럽 미국을 중심으로 R/F(Radio Frequency)방식이 주종을 이루어 왔으며, 최근에는 Chip card reader 와 smart card를이용한 OBU(On Board Unit)방식 등 microwave기술과network기술이 접목되어 ITS(intelligent transport system)에서 전자적 자동 징수 system으로서 선불(pre payment), 후불(post payment),스마트카드(smart card),전자지갑(electronic purse) 방식으로 지불 할 수 있도록 되어 있다.

2.3 시스템의 특징 및 기대 효과

전자 자동 요금 징수 시스템을 설치함으로써 다음과 같은 특징 및 기대 효과를 들 수 있습니다.

특 징

- ① 높은 확장성
- ② 보안성 및 신뢰성
- ③ 선불,지불,후불식 요금 처리
- ④ 시간/요일/교통 상황에 따른 요금 차별화

[†] 정회원 : 스마트에이타뱅크(주) 사장

구현

⑤ 전자 지갑 상품과 연계성 확장

기대 효과

- ① 지정체로 인한 산업의 경쟁력 강화
- ② 논스톱(nonstop)으로 인한 연료비절감으로 외화 유출방지
- ③ nonstop으로 공해 및 환경 오염방지
- ④ 차로 증설에 따른 비용 문제 해결

3. 시스템의 구성

3.1 징수 시스템(Toll system)의 구성

시스템의 구성은 차량 장비, 지상 장비, 운영 장비로 크게 구분 할 수 있으며 차량 장비로서는 스마트카드를 이용한 OBU, RF ID TAG, SMART TAG 등을 채택 할 수 있으며, 지상 장비로서는 통신 시스템, 비디오 시스템, 징수구간 운영 시스템으로 구성되어 있으며, 운영 장비로서는 중앙 운영 시스템, 자체 진단 시스템, 화상 평가 시스템, 충전 시스템으로 구성되어 있다.

3.2 태그의 종류 및 특징

차량 장비에 부착되는 transponder의 종류 및 특징은 다음과 같다.

▶ 태그 형태1

- 저 기능(low functionality)
- 안테나는 단방향 통신(읽기 전용)
- 센터에서 관리되는 거래 구조로부터 요금이 차감
- 요금 정산은 선불, 후불 가능

▶ 태그 형태2

- 보통기능(medium functionality)
- 안테나는 양방향 통신(읽기-쓰기)

- 태그 내에 저장된 잔액으로부터 요금이 차감
- 사용자는 신용카드나, 현금을 이용하여 지정된 충전소에서 충전

▶ 태그 형태3

- 다기능(high functionality)
- 안테나는 양방향 통신(OBU 및 Card와 읽기-쓰기)
- smart card내에 저장된 잔액으로부터 요금 차감
- smart tag내에 저장된 잔액으로부터 요금 차감

3.3 자동 징수 시스템(Electronic Toll Collection)의 데이터 결합기술.

▶ 통과 차량 데이터

- (1) 단거리 전용 통신(DSRC) 통신 데이터
- (2) 차량 검지 및 차종 구분 데이터
- (3) 위반 차량 데이터

▶ 데이터 결합

- (1) 트랜스 폰더가 어느 차량의 것인지지를 밝힘(Localization)
- (2) 통신 영역을 빠져나가기 전까지 계속 추적(tracking)
- (3) 잔액 부족이나 기타 불법 통과로 판정되면 차량의 번호판 촬영(enforcement)

4. 통신기술

단거리 전용 통신 DSRC(Dedicated short range communication)은 RTT(road traffic and transport telematics)응용을 위한 통신 수단으로 이용되고 있다.

그 중에서도 특히 차량의 자동 통행료 징수

(AFC, auto fee collection), 차량 자동 인식(AVI/AEI, automatic vehicle, equipment identification), 교통 및 여행 정보(TTI, traffic and traveller information)와 같은 응용 시스템에 적용되며 마이크로웨이브 통신 기술을 이용하여, 한정된 좁은 통신구간 내에서만 이루어지는 통신 기술로서 OBU는 간섭의 충격을 피하기 위하여 지능형 매체 접근 제어 기능을 보유하고 있어야 하며 통신방식으로서는 active와 passive방식이 있다.

- 대용량 데이터 전송 가능
- 불명확한 통신 구역 설정
- 높은 소비전력

(2) Passive방식의 태그

- 내부 R/F 발생 회로 없음
- 반이중 통신(Half Duplex)
- 다차선 조건 만족(Full multi-lane free flow)
- 정확한 통신 구역 설정
- 소형, 경량, 저가, 낮은 소비전력

4.1 DSRC의 개념과 통신망 비교

DSRC(dedicated short range communication)는 단거리 전용 통신으로서 도로, 차량간 정보 전달을 위해 새로 도입된 기지국(RSU)센터간 정보 전달을 양방향 근거리 통신망으로서 저가의 무선 패킷 데이터 통신 시스템이다. 다음 (표 1)은 무선 통신망의 특성 비교를 나타낸 것이다. [2]

4.2 Active방식과 passive방식의 비교

Beacon과 OBU사이의 통신 방식 비교는 다음과 같다

(1) Active 방식의 태그

- 내부 R/F발생 회로 내장
- 전이중 방식(Full Duplex)

4.3 ETC 차량과 도로 측파의 통신 프로토콜

트랜스 폰드의 기능으로 차량이 Toll plaza에 진행했을 때 시간, 날짜, 프라자, 레인 등을 Transponder에 써넣으며 빠져나갈 때는 진입 프라자 위치, 진입 시간과 날짜, 차량분류, 계산, Blance check, 현재 가격, 각종 자료가 읽혀서 처리되어야 하며 특성 및 인터페이스는 다음과 같다.

- ▶ OBU는 고객이 구입 또는 기관에서 대여 할 수 있으며 security관리 와 상호 동작 호환성이 중요하다.
- ▶ 자동 징수 시스템의 응용에 관련된 모든 message들은 전송 통로 command에 의해 RSE에서 SAM까지 전달 되어진다.
- ▶ 다른 ITS message 들은 DSRC/L-7의 GET/SET

(표 1) 무선 통신망의 특성비교

종류	주파수	전송률	셀 반경	방향성	주서비스
무선데이터	936-938Mhz 896-898Mhz	~ 19 2Kbps	2~5Km	양방향	데이터 통신
TRS	806-821Mhz 855-866Mhz	9.6BPS	30~50 Km	양방향	지령식 통신
PCS	1840~1870Mhz 1750~1780Mhz	14.4Kbps	300~4 Km	양방향	전화, 저속 데이터
셀 톨라	800Mhz대	9.6Kbps	500~수 Km	양방향	
DARC	87.5~108Mhz	16Kbps	수십Km	단방향	방송형 정보 제공
DSRC망	5.8KHZ	~1Mbps	200m	양방향	ITS 전용

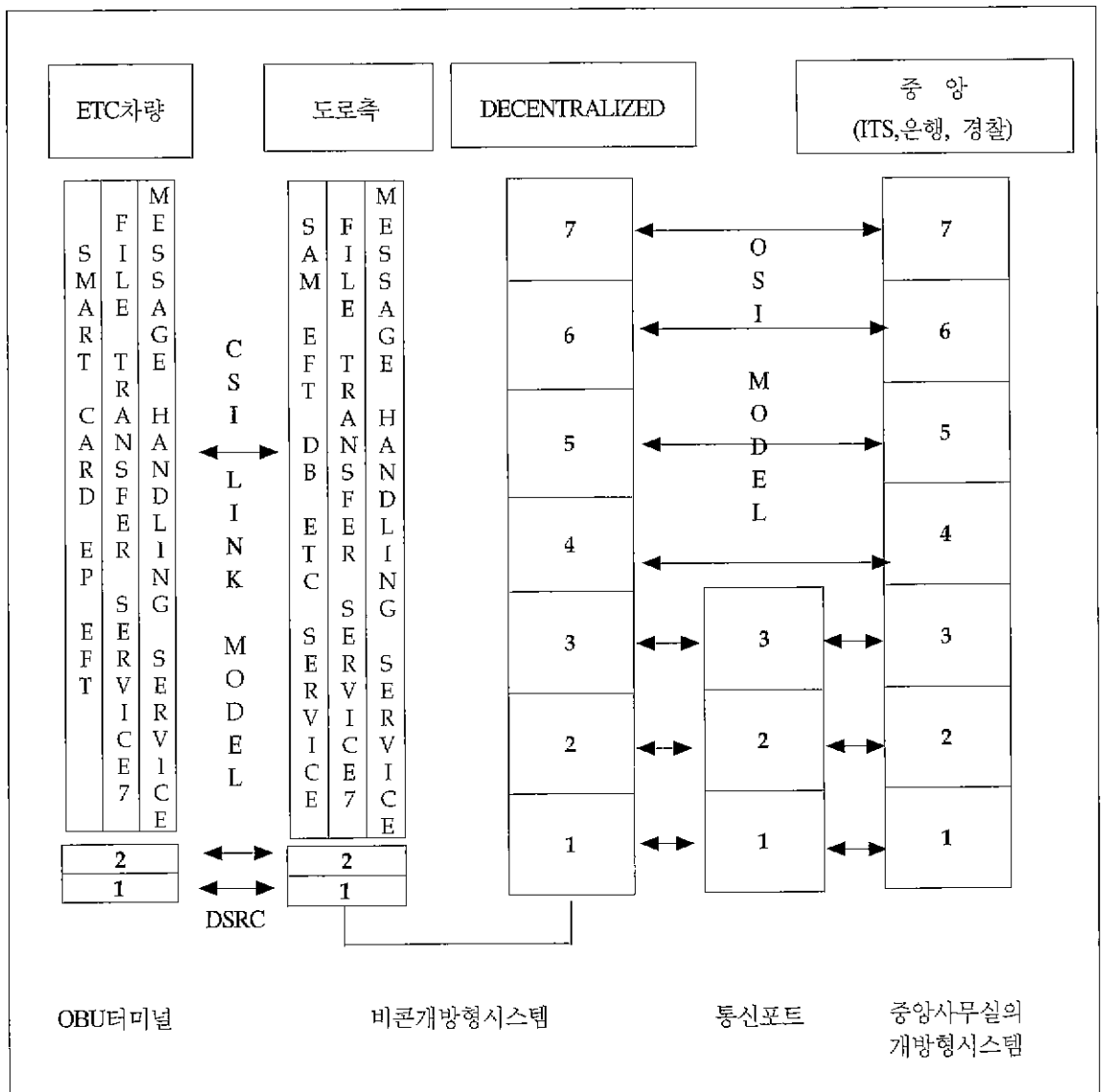
기능에 의해 전송 되어진다.

ETC차량과 도로 측과의 통신 프로토콜은 그림 1과 같다.[5]

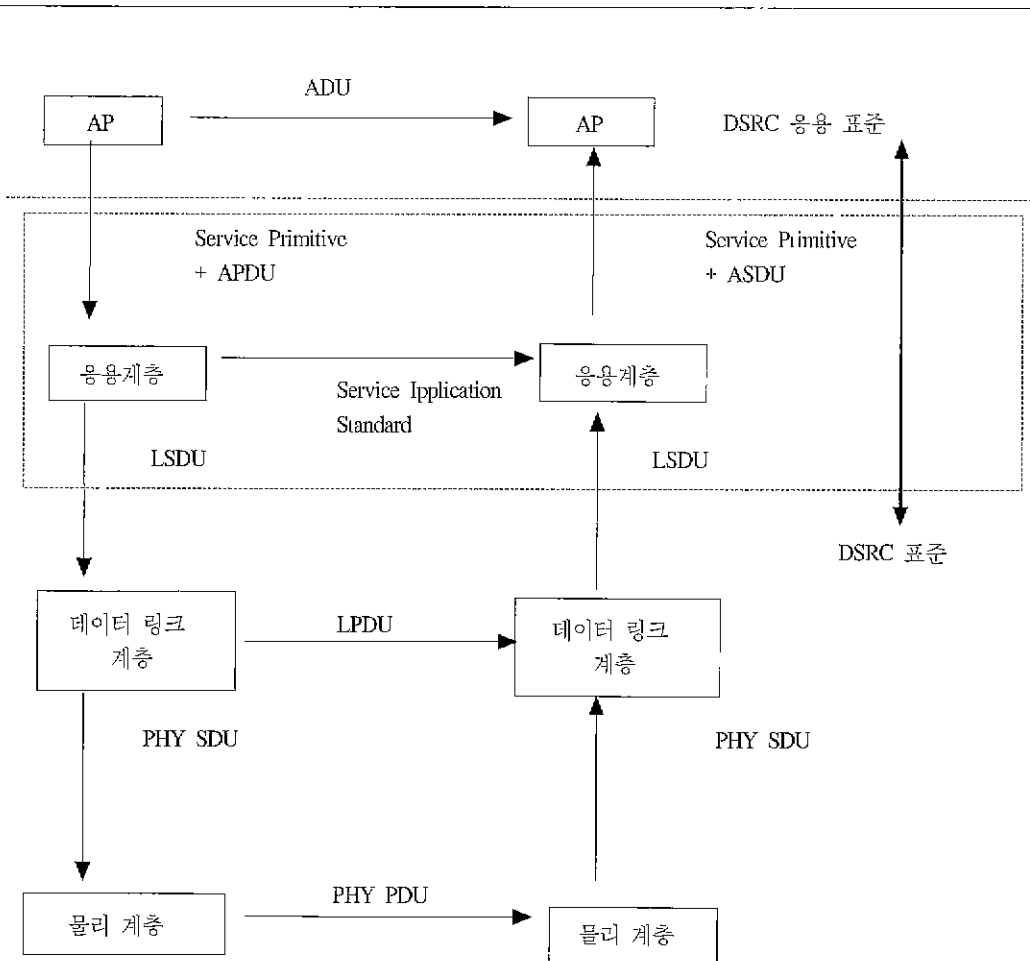
4.4 단거리 전용 통신(DSRC)의 아키텍처

단거리 전용 통신(DSRC)은 시스템의 응용계

층에 적용된다.DSRC의 아키텍처는 DSRC 시스템과 응용 시스템 사이에 광범위한 데이터 흐름을 나타내며 응용계층(Application Layer)의 목적은 응용 시스템에 대한 통신 기술을 제공하는 것으로서 DSRC의 아키텍처는 그림2에서 구체적으로 언급되어 지며, 또한 다른 통신 환경에서도 응용 프로세스의 재사용을 가능하게 한다.[4]



(그림 1) ETC차량과 도로 측과의 통신 프로토콜



ADU=Application Data Link	LSDU=Link Layer Service Data Unit
APDU=Application Protocol Data Link	LPDU=Link Layer Service Data Unit
ASDU=Application Service Data Uink	PHY SDU=Physical Layer Service Data Uni
ASDU=Application Service Data Uink	PHY PDU=Physical Layer Service Data Uni

4.5 각 지역의 통신 표준 비교

항목	유럽(CEN)	미국	일본
무선 주파수	5.8 GHz	915Mhz (향후 5.8GHz)	5.8GHz
통신 시스템	Transponder	Dual mode (Active&Backscatter)	Transceiver (Active)
데이터 전송	Downlink:500Kbps Uplink :250Kbps	Downlink:500Kbps Uplink :500Kbps	Downlink:1,024Kbps Uplink :1,024Kbps
프로토콜 형태	Asynchronous	Synchronous& Asynchronous	Synchronous
Duplexity	Half-duplex	Half-duplex, Full-duplex (연구중)	Half-duplex, Full-duplex(RSE)

주: 다운 링크(Downlink)는 비콘(Beacon)이 트랜스폰더(OBU)에게 정보를 전송하는 통신 채널이며 업 링크(Uplink)는 트랜스폰더가 비콘에게 정보를 전송하는 채널을 말한다.

5. 결 론

- 지능형 수송 시스템에서 통행료 전자 요금 징수 시스템(ETC)의 개요와 현황, 및 단거리 전용 통신(DSRC)의 통신 프로토콜에 관하여 언급하였으며 특히OBU와 smart card를 사용시 에러율을 최소화시키기 위하여서는 smart card에서 OBU에 정보가 전달되는 시간을 최소화 할 수 있는 기술이 보다 더 연구되어야 하며 10Mbps의 높은 전송 스피드를 위한 단거리 전용 통신 프로토콜의 개발이 차세대 멀티미디어 서비스를 위하여 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] microwave ID TAG for electronic toll and traffic management sys : intelligent transport systems world congress 95

[2] 정보 통신 활성화를 위한 ITS 기술 워크샵 : Status of DSRC standards in north america 17,DEC 1998

[3] micro design A. S Q-Free

user's manual

[4] 차량 통행료 자동 징수 시스템 통신 프로토콜 DRAFT Prens278/#65

[5] IC카드 연구 센터 창립 1주년 기념 워크숍. 전자 요금 자동 징수 시스템(Electronic toll collection system)

[6] Chicago's transitional smart card implementation approach (card tech/secure tech 96)

[7] Smart Card 95 Conference proceedings : Automatic Debiting systems on the European Highway Network.

김 옥 환



1978년 인히대학교 전자공학과 졸업
1982년 한양대학교 대학원 전자공학 석사
1982년-1985년 동양 공업 전문대학 교수

1978년-1982년 현대전산 직업 훈련원 강사
1982년-1990년 삼성전관 연구소 책임 연구원
1991년-1992년 일진전자 연구소 소장
1992년-현재 스마트 데이터 뱅크(주) 대표이사
저서 : 전기 자기학상론
관심분야 : 컴퓨터 Network, 스마트 카드 응용, 지능형 교통시스템, 인터넷 전자 상거래, 사이버 교육