

## 비접촉식 카드를 이용한 자동요금정산 시스템의 설계와 구현

김 휘 영 \*, 박 두 열\*, 신 경 애\*  
동주대학 컴퓨터정보통신계열 \*

전화 : 051-200-3449 / 핸드폰 : 011-860-0659

A Design and Implementation of electronic pay system using contactless card.

Whi-Young Kim, Doo-Yul Park, Kyung-Ae Shin  
Dept. of Computer Information & Communication, Dongju College  
E-mail : ndyag@dongju.ac.kr & ndyag@hanmail.net

### Abstract

기존의 유료도로와 유료터널의 톨게이트에서 정제로 인한 개선방안이 시급히 요구되어 진다. 이에 대해 차량 속도를 향상시키며 평균차량 대기시간을 줄이는 새로운 요금정산 방법인 전자자동 요금징수 시스템에 대해 기술하였다. 유료도로를 통과시 차량당 요금정산을 위해 평균대기 시간이 길어짐으로 인해 공해, 유류 낭비 뿐만 아니라 과다한 물류비로 인해 국가적으로 손실이 엄청 크다. 이에 대해 기능이 향상되고 보안성이 뛰어난 Off-Line의 상거래 처리가 가능한, 비접촉식 IC 카드를 대상으로 게이트 리더기와 원격정보 수집장치로 구성으로 설계 및 제작을 하였다. 기존의 방식보다 차량대기속도 및 평균주행속도가 15%에서 40% 가량 개선됨을 확인할 수가 있었다.

### 1. 서 론

최근 카드테크놀로지 분야에서는 과거의 On line방식의 MS(마그네틱) 카드방식의 처리시간 지연 및 보안성의 문제점에 대처하기 위하여 보다 기능이 향상 되고 보안성이 뛰어나며, Off-Line의 상거래 처리가 가능한 접촉식 IC 카드나, 비접촉식 IC 카드가 새로이 부상되고 있다. 이는 우리나라에도 도입되어 접촉식 IC카드의 경우 전자지갑 또는 선불카드로 사용되고 있고 무선으로 사용하는 비접촉식 IC카드는 채택되어 이른바, 전자금융 시대를 주도하고 있다. 대도시 지역에서는 이미 대중교통 시민을 대상으로 상용 실시 되어 그간 대중 교통 요금 지불 운용상의 많은 문제점을 해결하고, 그 편의성 등에 있어서 적지 않은 호평을 받고 있으나, 아직 도입 초기 시점이라 운용에 필요한 부대 처리장치 및 운용 시스템의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구에서 단거리 전용통신을 기반으로 한

유료도로 차량요금 정산시스템 및 관련 장치의 개발은 비접촉식 IC카드로 유료도로의 통행료를 지불하는 전자식톨게이트 차량통행료 자동징수시스템으로서 통행료징수에서부터 금융관리까지 자동무인운영이 가능한 시스템 설계 및 구현을 목표로 하였다. 또한, 설계한 시스템에 간단한 외부접속 장치부의 변경만 으로 유료자동차 전용도로, 유료터널, 유료주차장 등에 동일한 시스템으로 적용할 수 있어 원천기술 개발에 따른 기술파급 효과도 기대된다.

기존의 톨게이트의 운영방식은 동전 투입기를 이용한 방식과 톨게이트 근무자에 의한 직접 현금 징수방법의 크게 준비하여야 하고 빈번한 통행이 불가피한 차량(화물차 등)은 많은 동전을 사전에 환전하여 차량 내 불필요한 보관과 통행료 동전을 준비시 안전사고 유발의 위험요소를 가지며 동전이 준비되지 못한 차량은 환전을 위하여 장시간의 차량 행렬에 대기한다. 그리고 불량주화로 인한 고장, 투입 동전의 이탈 등으로 인하여 교통체증을 유발과 톨게이트 근무자의 무거운 동전 운반 및 소음이 심한 동전 계수 작업을 해야 한다. 그리고, 금융기관에 입금을 위한 별도 인력의 투입과 톨게이트 차단기를 개방한 시간의 통행료 입수금의 현금 취급에 따른 부작용 등 운영에 많은 문제점을 안고 있었다.

이러한 문제점을 개선 하기 위하여 단거리 전용통신을 이용한 RF 카드를 이용한 전자 결제 방식을 도입한 것으로 현재 현재 버스, 지하철 등에서 활용되고 있는 시행 중인 RF형 대중 교통 카드를 사용할 경우 현금 소지의 필요가 없고 각종 교통 체증 요인을 해소하며 현금 취급에 따른 관리상의 각종 부작용을 방지할 수 있을 뿐만 아니라, 무인 자동 처리 방식에 의하여 인력을 절감 할 수 있다.

또한, 무접촉식 이라 고장에 따른 유지 보수 경비가 절감되며 모든 금전 처리가 은행 내에서 이루어지므로 운영자의 효율적인 금융 관리가 가능한 해결책이 될 수 있다. 뿐만 아니라, 보다 광범위한 활용 방안을 고려한다

면, 톨게이트 통과에 대한 정보를 즉시 파악하여 교통 정보로 활용할 수도 있어 여러가지 교통행정 관리에 편의를 도모할 수도 있다.

## 2. 연구내용 범위 및 방법

유료도로 등에서의 통행료 징수소의 교통혼잡을 방지하고 이용자들의 편리함을 도모하기 위한 것으로 전자 자동요금 징수 시스템 (Electronic Toll Collect System)은 지능형 교통시스템(Intelligent Transport System)의 일환으로 통행료 징수에 따른 정채 및 통행료 규모증가, 통행료 징수 업무의 효율화, 도로증설에 따른 비용증가로 인한 문제해결 방안으로 추진되고 있으며 요금징수 구간을 통과하면 자동으로 요금을 징수하는 시스템을 말한다.

초창기 1960년대는 적외선 방식, 현재에는 R/F(Radio / Frequency) 방식, Chip card reader 방식, smart card 를 이용한 OBU(On Board Unit)방식 등이 적용된 ITS 가 보편적이며 외국에서는 선불(pre-payment), 후불 방식(payment), 스마트 카드 방식 등으로 지불하는데 까지 이르고 있다. [1]

전자 자동 요금 징수시스템의 도입은 여러가지 기대 효과를 가질 수가 있다. 보안성 및 신뢰성 선불, 후불, 적불 요금정산, 교통상황과 시간에 따른 요금의 차등화 및 전자 지갑과의 연계성 증대 등을 가져올 수가 있다. 실질적으로 ETC기술로 도입으로 인한 산업경쟁력 확보와 차량 연료비 절감과 환경 오염방지 등을 동시에 기대된다.

본 연구의 내용으로는 크게 4가지로 구분할 수 있는데 첫째로는 카드인식으로 비접촉식카드(RF)를 사용한 통행료 정산을 할수 있는 톨게이트 자동요금 징수단말기의 설계구현 이다. 둘째로는 거래정보중계 전송기능으로 각 단말기로부터 전송된 거래정보를 무선으로 관리소로 전송하는 데이터 수집기 구현이다. 셋째로는 이상 발생시 근무자를 콜(call) 할수 있는 호출 제어반 설계이다. 마지막으로 단말기를 24시간 상태감시를 할수 있는 원격 감시 시스템의 개발이다. 그림1은 기본적인 운영시스템 개념도 이다.

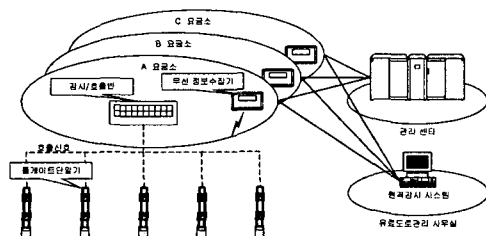


그림. 1 기본적인 운영시스템  
Fig.1 Basic of Management System

## 3. ETC시스템 구성 및 설계

톨게이트에 설치되는 주요장치는 톨게이트 리더기와 데이터수집기(원격 정보 수집 장치) 및 호출 관리반으로 구성되어 있다. 톨게이트 리더기의 경우 차종인식 장치를 통해 통행 차량의 징수금액을 판단하여 비접촉식 IC 카드 방식의 대중교통 카드로부터 통행료 차감하고 차량 통과를 위하여 차단기를 작동하며 정상적으로 지불된 거래 정보를 고속 무선 모뎀을 통하여 인근 정보 수집 장치로 자동 전송한다.

관리사무소나 인근 건물에 설치되는 데이터 수집기는 수 개소 또는 수십 개소의 톨게이트 리더기로부터 무선으로 거래 정보를 수집, 처리하며 전화선 또는 전용선으로 접속된 금융기관(은행 또는 교통카드 운용센터)으로 거래 내역을 자동 전송하도록 하여 기본적으로, 무인으로 전체 시스템이 운용될 수 있도록 설계해야 한다. 호출 관리반을 통하여 톨게이트 이용 시 문제가 발생한 경우 즉시 근무자를 호출할 수 있는 편의성을 부가한다.

교통정보 관리센터에서는 각처에서 원격으로 전송된 거래정보를 수집하여 은행으로 청구하고, 은행은 이에 대한 이용 대금을 관리 회사로 송금토록 한다. 이들의 모든 거래는 전자 거래 정보를 바탕으로 자동으로 이루어 진다. 또한, 관리사무소 내에 원격감시 시스템을 설치하여 현재의 통행차량 및 거래정보의 정산 결과 조회와 각 톨게이트 단말기의 정상 작동 여부를 실시간으로 감시하도록 되어 있다.

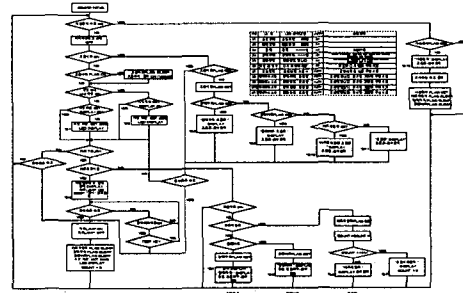


그림 2 전체 흐름도  
Fig.2 Block Diagram

만일 톨게이트 단말기가 정상적인 작동이 되지 않을 경우 페이지를 통하여 즉시 관리요원에게 자동연락 되도록 하여 전체시스템의 가동율을 높이도록 설계 하여야 한다. 그림 2는 전체 흐름도를 표1은 전체 시스템을 표 2는 네트워크 구성을 나타낸다.

## 비접촉식 카드를 이용한 자동요금정산 시스템의 설계와 구현

### 3-1 전자자동 요금단말기

그림 3은 단말기 외면도로써 카드인식으로 비접촉식 교통카드를 사용한 통행료 징수 거래방식으로 카드 인식부터 차단기의 개방신호 출력까지 1초 이내 처리를 목표로 차량에 따라 소형, 대형 차종의 높이가 다르므로 2개의 카드감지 안테나를 설치하여 어느 안테나에서도 카드인식이 가능하며 정상거래 완료시 부저음과 녹색 램프를 통하여 운전자가 쉽게 인식이 가능하도록 한다.

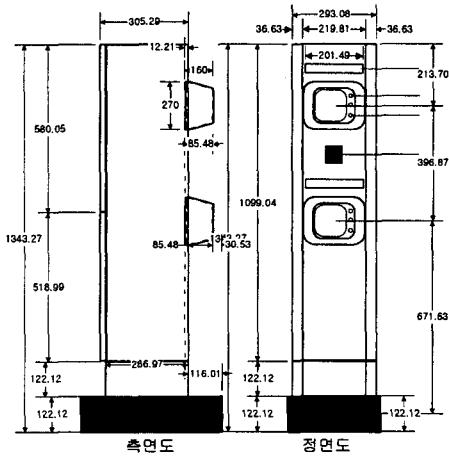


그림. 3 단말기 외면도  
Fig. 3 Terminal Output

### 3-2 자료 수집기

그림 4는 데이터 수집기 구성도로서 거래정보 중계 전송 기능으로는 각 단말기로부터 전송된 거래 정보를 유선 전송로를 통하여 센터로 전송하며 작동상태 감시 기능을 각 단말기와의 통신 상태를 화면에 표시하고 틀게이트 ETCS 통신 장치부로서 이상 발생시 부저를 통하여 경보 한다. 이상이 발생한 단말기를 화면에 표시하며 부저는 부저스톱 스위치에 의하여 정지 하며 이상 복귀시 이상이 발생한 단말기의 표시를 제거한다

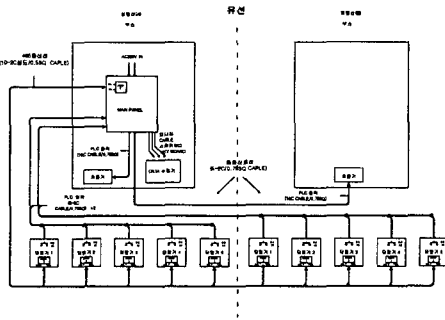


그림 4 데이터 수집기 구성도  
Fig. 4 Data Collection Component

### 3-3 이상 제어반

그림 5는 호출제어반 구성도를 호출 제어반 구성으로서 호출관리를 하는 장치는 근무자가 상시 체류하는 톨부스 내에 설치되어야 하며 운전자가 소지한 IC카드의 불량 또는 잔액 부족으로 인하여 근무자의 도움이 필요할 경우 단말기에 부착된 호출 스위치를 누르면 본 장치에서 해당 단말기의 램프가 점멸하고, 동시에 부저음을 통하여 근무자에게 알려 주어야 한다.

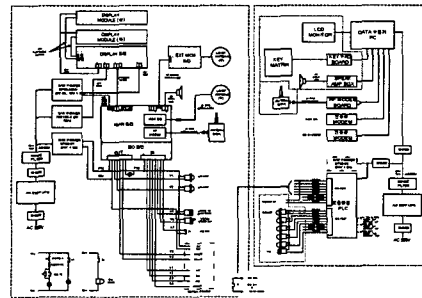


그림 5 호출 제어반 구성도  
Fig.5 Call Control Parts

### 3-4 원격 모니터링 시스템

그림 6은 원격감시 시스템의 구성도로서 단말기 상태 감시를 하여 전역의 단말기의 이상여부를 파악할 수 있다. 이상 내용은 기록 유지되며 필요시 그 내용을 조회할 수 있다. 또한 이용 실적 관리 시간대별 각 게이트의 이용실적을 전송받아 집계 자료로서 사용 가능하다 특히, SYSTEM 기능으로는 사용 집계 정보 처리를 다음 도시고속 도로 하나로 교통카드 단말기의 사용 집계 정보 원격 파악 및 통합관리, 보고서 자동 작성 및 출력,

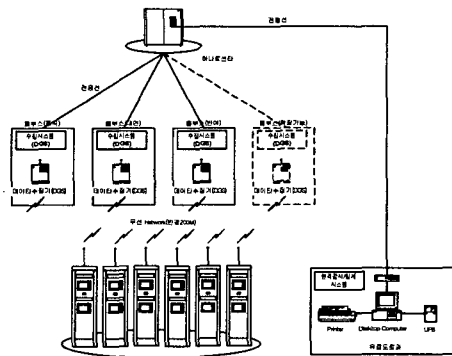


그림 6 원격감시 시스템의 구성도  
Fig.6 Remote monitor system

관리센터 BBS 정산 조회, HOME BANKING On-Line 계좌관리 기능을 한다. 그리고 원격 중앙 감시, 각부 장치의 운전 및 통신상태 중앙감시, 이상정보 Reporting기능, 효율적 유지관리 기능, 이상 발생 시 24시간 A/S 요원 자동 호출한다. 통신 Network 구축 구성은 다음 그림과 같다.

그림 7은 원격감시 시스템의 구현 프로그램틀로서 다음과 같이 구성된다. 초기 화면은 상부 메뉴 바를 통하여 기능선택이 간편하게 이루어지며 시스템 운용 시 금일 합산 금액 및 요금소 별 금액의 확인 시 사용자의 화면 이동을 최소화 하였다. 모니터링 화면으로 종합 및 요금소 별 이상발생 내용 관리가 가능하며 각 톨게이트 단말기 별 운영 유무를 색으로 확인할 수 있으며, 현재 상태의 확인 및 프로그램이 가능하다. HOT KEY를 사용한 시스템 조작 기능의 삽입으로 사용자의 편의성을 도모하며 화면 상단에 아이콘을 배치하여 사용기능을 원클릭으로 가능하게 하였다.

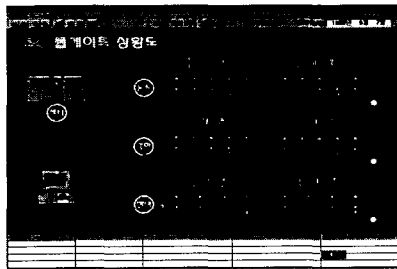


그림 7 원격감시 시스템의 구현  
Fig.7 Implementation of Remote monitor system

#### 4. ETCS시스템의 구현

기본 통신1 기본 통신규격방식에서 PSTN/전용선을 이용한 Async 통신방식을 채택 하였다. 통신절차에서 통신의 기본은 HOST가 Master로 단말기는 Slave로서 운영된다. 통신의 빈도를 줄이기 위하여 Piggyback전문을 사용한다. TIMEOUT은 Host는 15초, DGS는 20초를 적용한다. Dialup Connection을 시도할 때는 Connect후에 15초를 적용한다. Timeout이 걸리면 모든 거래를 종료한다. 전문별 통신절차는 0x30 0x30 에서 NOP 전문은 단말기와 HOST의 무의미 전문 전송시 운영상의 이유로 Timeout전에 작업전문의 전송이 어려울 때, Timeout을 방지하기 위해 사용하며 이 전문에 대해서는 응답은 필요없으나, Piggyback ACK는 정상적으로 적용된다. 단말기와 HOST 모두 사용할 수 있다0x30 0x31에서 통신요청 전문을 단말기가 HOST로 통신의 개시를 요청한다. HOST는 단말의 DIALUP접속시 단말의 통신

개시 의도를 알 수 있으나 전용선 연결시에는 단말의 의도를 알 수 없다.

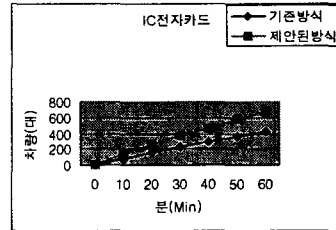


그림 8 제안된 방식  
Fig. 8 proposal type

#### 5. 결론 및 향후과제

본 시스템에 따른 주요 기대 효과는 칩 단 카드 인식 및 정보 처리 장치의 설계 기술 확보와 RISC CPU를 채용한 고속 정보 처리 COMPUTER장치 설계기술, 비접촉식 IC 카드의 무선 인식 장치 설계 및 프로그램 기술, 무선 고속 모뎀 장치의 도입에 따른 신뢰성 있는 네트워크 프로그램 기술, 무인 정보 처리 시스템 구성 설계, 금융 VAN과 연계한 원격정보 처리기술 등으로서 향후 관련 시스템 장치의 개발 시 필수적인 기본 기술을 확보할 수 있었다.

#### 참고문헌

- [1] J. Bingham, "Multicarrier Modulation for Data Transmission : An idea whose time has come", IEEE Commun. Mag., Vol.28, No.5, pp.5-14, May 1990.
- [2] C. Tellambura, "Upper bound on the peak factor of N-multiple carriers", Electron. Lett., Vol.33, pp.1608-1609, Sept. 1997.