

## 철도에 있어서의 비접촉 IC카드 이용

박봉순<sup>o</sup>, 박석하, 김양모  
충남대학교 전기공학과

### An Application of Non-contact IC-Card for Railway

Bong-Soon Park<sup>o</sup>, Seok-Ha Park, and Yang-Mo Kim  
Dept. of Electrical Engineering, Chungnam National Univ.

**Abstract** - This paper is investigated about the IC-card being expanded gradually, and will be presented the probability applying to fare collection system of railway. To become an intelligent system for railway system, it is necessary to acquire the information for the passengers by non-contact method.

### 1. 서 론

최근 컴퓨터에 의한 자동화로 인하여 실제 돈을 지불하지 않고서도 물품을 구입할 수 있도록 해 주는 각종 카드 체도의 발전은 1920년대 신용 카드가 출현한 이후로 점차 확대 추세에 있으며 현금카드, 신용카드, 신분증, 증권카드 및 운전면허증 등의 여러 카드를 한 사람 이 소지할 정도로 일반화되고 있다. 현재 사용하고 있는 카드의 주류를 이루고 있는 자기 카드와 문자인식 카드의 이용이 확산되면서 개인정보가 제공되어야 할 필연성이 생기며, 정보의 프라이버시를 보호하는 기능, 즉 안전성의 확보도 불가피하게 되어 이런 배경과 문제점으로 인해 차세대의 카드로서 IC카드가 개발되었다. IC카드는 반도체 접촉기술의 발전에 의해 IC를 기준의 카드와 같은 플라스틱 크기에 내장한 것으로 종래의 카드와 결정적으로 다른 점은 IC회로를 이용한다는 것이다. 이러한 IC카드를 이용하므로 전자화폐의 등장을 예고하고 있으며, 대중 교통에 있어서도 현금소지는 물론이고 버스차표 구입, 토큰, 전철 및 철도 승차권 사용에 IC카드가 이용되고 있다.

이러한 IC카드를 지하철에 이용하고자 하는 연구 및 개발이 진행 중으로 있으며, 특히 지하철 이용시 상당한 시간이 요구되는 출개발 업무가 기존에는 개찰원에 의한 수동작으로 이루어지는 것에 대하여 자동출개발기에 의한 IC카드를 이용하여 현재 출개발 업무에 비접촉식 IC 카드를 사용하여 승객에 대한 협력한 서비스 개선효과와 처리 정보에 따라 유용한 데이터들을 수송계획에 반영할 수 있는 효과적인 운영방법을 연구 중에 있다.

본 연구에서는 IC카드의 전반적인 이용실태를 파악하고 이를 철도에 어떻게 응용할 수 있는가에 대하여 조사하고자 한다.

### 2. IC카드의 개요와 특징

#### 2.1. IC카드의 개요

현재 카드라 불리는 것은 공중전화 카드와 같이 플라스틱에 자기띠를 입힌 자기 스프라이프 카드를 지칭한 경우가 대부분이지만, 이것 이외에도 정보의 기록방식에 의해 문자인쇄카드, 천공카드, 자기카드, 그리고 IC카드 등으로 분류될 수 있다.

문자인쇄카드는 상점이나 백화점에서 신용카드로 이용되고 있으며, 천공카드는 도서관의 대출카드로, 자기카드는 자기에 의해 정보를 기록하는 카드로 엠보싱 문자와 병용하여 이용하고 있으며 정보의 추가 및 변환이 가능하고 신용카드, 현금카드 등 제3의 화폐로서 카드화 사회의 선도적 역할을 담당하고 있다.

그리고 차세대 카드로는 종래의 현금카드나 신용카드를 대체해 가면서 금융기관, 카드회사들이 합동으로 개발을 추진하고 있는 IC카드로 특히 금융, 유통 등 여러분야에서 다목적으로 이용하기 위한 크로스 마켓(Cross market)용으로 개발되고 있다. IC카드가 차세대 카드로서 정착을 확립하기 위해서는 금융기관과의 긴밀한 관계 정립이 필요하며 초기 실용화의 과제는 카드생산가격의 저가격화와 관련 네트워크 및 법체제의 정비 등 사회적 기반형성이 선결되어야 할 것이다.

#### 2.2. IC카드의 종류와 표준화

표 1. IC카드의 종류

분류 방법	카드의 종류	
메모리 카드	ROM 카드 (소품종 대량형)	<ul style="list-style-type: none"><li>◦ EPROM</li><li>◦ EEPROM</li><li>◦ Mask-ROM</li></ul>
	RAM 카드 (다품종 소량화)	<ul style="list-style-type: none"><li>◦ RAM</li><li>◦ RAM + 전지</li></ul>
CPU 내장형 카드	<ul style="list-style-type: none"><li>◦ (CPU + 메모리) 1 칩 카드</li><li>◦ (CPU + 메모리) 2 칩 카드</li></ul>	

IC카드는 메모리와 CPU의 내장여부에 따라 표 1과 같이 분류할 수 있으며 현재 ISO(국제표준화기구)에 의거한 IC카드는 메모리와 CPU를 갖고 있고 정보교환 기능이 모두 갖추어진 카드를 대상으로 하고 있다.

IC카드의 형상과 물리적 특성에 관한 규격으로 일반적

으로 ISO/7810을 따르고 있다.<sup>[1]</sup> 내외부 자계는 80,000 A/m의 자계하에서도 기능이 유지하여야 하고, 카드는 항상 휴대하여도 인체의 정전기에 의해 기능장애가 발생하지 않아야 하며 100pF의 정전용량으로부터 1KΩ의 저항을 통해 1,500V의 방전전압에도 정상동작이 되어야 한다.

카드의 사용, 보관, 그리고 취급시에도 카드의 표면과 내부 구성부품이 손상하지 않을 기계적 강도는 다음과 같다. 휨 강도는 가로방향으로 20mm, 세로방향으로 10mm의 휨량을 허용하고, 뒤틀림 강도는 세로변 뒤틀림 모멘트를 가하여도 뒤틀림 각도 10°로 분당 30회의 속도로 1,000회의 외압에도 정상상태를 유지하고, 그리고 단자의 강도는 단자의 표면에 직경 1mm의 강구로 1.5 N의 힘을 가하거나 그와 동일한 압력에도 손상을 입지 않아야 한다. 카드내 IC의 발열은 2.5 W 이하가 되고 어떠한 주변 환경에도 관계없이 카드 표면의 온도가 50°C를 넘지 않아야 한다.

### 2.3. 국내외 IC카드의 동향

아미 세계적인 신용카드 브랜드인 EMV (Europay/Master/VISA)의 구성원인 비자와 마스터는 2001년까지 마그네틱 스트라이프 카드를 IC카드로 교체하겠다고 발표했다. 또한 프랑스는 독자 사양인 은행카드 5,000만매를 IC카드화 하고 있으며, 독일에서는 5,000만매의 은행 카드 중 2,000만매를 IC카드화 하는 등 유럽을 비롯한 세계 각국에서 은행카드의 IC카드화가 본격적으로 진행되고 있다.

국내에서는 1995년초에 대중교통 요금의 통합 징수를 위해 비접촉식 IC카드를 이용한 시스템의 도입으로 서울 버스조합의 버스카드가 시행되었으나 효과적이진 못하였고 현재 수도권 지하철(전철)에서 비접촉식 IC카드를 이용한 승차제도를 실시하려는 준비중에 있다. 시내버스에서의 버스카드제의 도입이 성공적이지 못한 이유중의 하나는 당초 버스카드가 범용성이 없는 자기발행형 카드(House Card)로써 시작되었기 때문이다. 자기발행형 카드란 백화점 카드나 지하철의 정기권과 같이 발행기관에서만 사용할 수 있는 것으로 하나의 카드로 모든 대중교통을 이용한다는 것이 불가능하기 때문에 용도에 따라 여러 카드를 소지해야 하는 불편 때문이기도 하였다.

### 2.4. IC카드의 응용분야

표 2는 IC카드의 이용분야 및 형태를 나타낸 것으로, 현재 IC카드는 고도의 안정성, 데이터 관리기능, 대용량 메모리 등의 특징에 통신네트워크와 컴퓨터가 결합되어 IC카드의 이용은 금융, 유통, 운송수단 뿐만 아니라 전산업분야에 걸쳐 그 응용범위를 확장시켜 나가고 있다. IC 카드의 이용분야는 교육에 있어서는 학생의 학습진도 파악이나 학생증, 출석상황 및 수업료 납입 체크 등에 이용할 수 있고 운송수단에 있어서는 승차권, 정기권 등에, 또한 고속도로 사용료 지불, 주차비, 택시운행 기록 등 매우 여러 분야에서 이용될 수 있다.

표 2. IC카드의 이용분야 및 형태

특정 이용 목적	안정성	정보기록	자금결제
금융	- ID카드 - 단말기 - 예금입출금 ID카드	- 전자통장 - 전자증명서	- 캐쉬카드 - 크레디트카드 - 복합카드
유통	- 단말기 - 오퍼레이터 카드	- 전자전표 - 구매물기록	- 구매물카드 - 상품권기록
교통	- 면허증	- 운전기록	- 회수권 - 정기권 - 유료도로 이용권
의료보험	- 진찰권 - 건강보험증	- 건강진단카드 - 병력카드	- 의료비
OA기타	- 종업원증 - 출퇴근카드	- 거래기록 - 인사관리카드	- 전화카드

## 3. 철도의 출개찰 시스템에 응용되는 비접촉식 IC카드

### 3.1. 비접촉식 IC카드의 개요

비접촉식 IC카드는 자기 카드와 같은 접촉을 요하지 않으며 데이터를 주고 받을 수 있는 카드이다. 최근 여러 종류의 카드가 선보이고 있는데, 슈퍼마켓의 금전등록기에서 바코드를 카드에 첨부하여도 비접촉식 카드라고 부르고 있지만, 이것은 소용량의 읽기만 하는 전용이고, 복제도 용이하기 때문에 일반용으로 유리하지 못하다.

철도의 출개찰 시스템에서 주목하는 것은 카드에 IC를 내장시켜 RF에 의한 비접촉식 통신을 행하는 방식의 카드이다. 또 열차의 개찰기 현황을 고려해 볼 때 통신거리가 짧은 근접형(수mm~cm) 보다도 공간적으로 떨어진 가능한 원격형(수십cm~수십m)이 요구된다.<sup>[2]</sup>

### 3.2. 비접촉식 자동개찰 시스템

일본의 JR에서는 차세대 개찰시스템의 구축을 위한 연구를 행하고 있는데, 그 중 하나의 방안이 비접촉식 IC카드를 활용한 자동개찰시스템의 개발을 추진하고 있다. 이 시스템의 장점은 첫째, 차표의 구입시간, 정기권이나 차표를 자동개찰기에 투입하는 시간, 정산시간을 줄일 수 있어 승객의 편리성을 향상시킬 수 있다. 둘째, 자동개찰기에 있는 자기 반송부의 마모부품 교환주기를 대폭 늘릴 수 있어 원가의 절감을 도모할 수 있다. 셋째, 통신데이터가 암호화되므로 위조가 곤란 하는 등의 보안성이 높다. 그리고 넷째, 접촉에 의한 체손이 없으므로 수명이 반영구적이다.

위와 같은 장점에 입각한 전지 내장형 비접촉식 IC카드가 되어 오고는 있지만, 전지 내장형 비접촉식 IC카드의 단점으로는 수명이나 정보의 휘발성이 높다는 문제점을 갖고 있다. 또한 수년 전에는 통신주파수로써 마이크로파 또는 중파를 사용한 비접촉식 IC카드의 연구가 주

통신 속도가 충분하지 않았고, 1990년대의 마이크로파를 이용한 연구에서는 통신이 쉽게 중단되는 경향을 보였으며, 현재에는 단파대를 사용한 비접촉식 IC카드의 방향으로 연구의 경향이 변하고 있다.<sup>[3]</sup>

그러나 수명이나 정보 휘발성의 문제가 없는 무전지형 비접촉식 IC카드에서 통신주파수로 단파대를 사용하는 것은 아직 세계적으로 자동개찰기에의 응용이 실용화 시기가 안 되고 있으며, 통신거리, 처리시간 등의 미확인 부분이 많다.

무전지형 비접촉식 IC카드의 단점은 전지 내장형보다 통신거리가 짧고 처리시간이 길다는 것이다. 통신거리가 짧은 것에 대해서는 전원케이블의 실드 및 부품배치의 개선에 의해 전파잡음의 영향을 저감시키고, 국내전파법에 있어서 적절한 주파수를 확보하는 것이 중요하다. 그리고 처리시간이 길은 것에 대해서는 S/W 등의 개선을 통하여야 한다. 표 3은 전지 내장형과 무전지형 비접촉식 IC카드를 개략적으로 비교한 것이다.

표 3. 전지 내장형과 무전지형 비접촉식 IC카드의 비교

비교 항목	무전지형 비접촉식 IC카드	전지 내장형 비접촉식 IC카드
주파수	13.56 MHz	32 MHz
처리시간	약 0.15초	약 0.064초
최대 통신거리	5cm 정도	21cm 정도
정보 유지능력 (카드수명)	• 10년 정도 • 물리적 수명에 의존	• 현행 1년 정도 • 전지의 수명에 의존
가격(무전지형을 100으로 기준)	100	150 정도
국제 동향	홍콩지하철은 향후 모니터 확대예정	시험실시 중인 곳은 없음
신뢰성	파손 이외에는 정보 보호	전지 수명이 다하면 정보소거

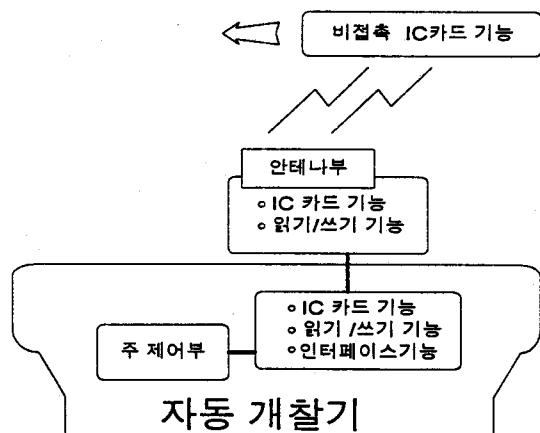


그림 1. 비접촉식 자동개찰기의 구성도

그림 1은 비접촉식 자동개찰기의 구성도를 보이고 있다. 비접촉식 자동개찰기는 현재 사용중인 자기식 자동개찰기에서 무전지형 비접촉식 IC카드의 쓰기/읽기를 부가시킨 것으로써 무전지형 비접촉식 IC카드와 자기권의 처리를 동일한 관정부에서 행하도록 한다.

## 4. 시험 평가절차

제작될 비접촉식 자동개찰기의 기능을 평가하기 위한 순서는 다음과 같다.

### 4.1. IC카드의 읽기/쓰기 및 인터페이스부 S/W의 점검<sup>[4]</sup>

- 자동개찰기의 판단시험 : 유효기간과 유효구간의 판단
- 자동개찰기로부터 무전지형 IC카드로 데이터 입력 확인 : 승하차시, 동일역 입출장 카운터, 그리고 사용 카운터 등의 동작확인 (읽기/쓰기)
- 축적 데이터 확인 : 비접촉식 자동개찰기내의 판단결과의 통신 정보를 확인

### 4.2. 정적 특성시험

- 정적으로 통신 가능한 영역의 측정
- 혼합된 다른 IC카드에서의 영향을 확인
- 처리속도 : 무전지형 IC카드와 읽기/쓰기 간의 통신 처리속도와 판단부에서 다음 승객을 받을 수 있는 처리시간 측정

### 4.3. 동적 특성시험

- 동적으로 통신 가능한 영역의 측정
- 기계에 의한 연속 부하시험
- 사람에 의한 연속 통과시험

## 5. 결 론

현재 각국에서 여러 분야에서 활용하고자 연구되고 있는 IC카드의 개발동향과, 특히 출퇴근시 상당한 시간을 요구하는 지하철의 출개찰 업무에 사용하고자 하는 연구개발에 관한 내용을 조사하였다. 국내에서도 비접촉식 IC카드를 적용한 자동출개찰기의 시스템이 철도 및 지하철의 이용 승객에 대한 협력한 서비스를 개선하고 유용한 데이터들을 수송 계획에 반영할 수 있도록 하기 위해서는 국가의 관련부처와 업계에서 공동으로 협력하여 IC카드의 생산기술과 전자산업의 발전을 위해 빠른 시일 내에 실용화시켜야 할 것이다.

본 연구는 한국과학재단 MICROS 지원에 의하여 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- [1] "Identification cards - Financial transaction cards" ISO 7816-1, 1987, pp. 1-4.
- [2] Koichi GOTO, "非接觸式 カードによる 出改札 システム" 鐵道總研, VOL.36, No.1, 1993年, pp 921953-21955
- [3] TAKAGI Ryo, "The Concept of Gateless Fare Collection System with Individual Guidance and Marketing Functions", 대한전기학회 전기철도연구회 춘계 학술발표회, 1996년 5월, pp. 3-9.
- [4] 濱崎 芳文 外 3人, "非接觸式 自動改札 システムの 開発", 鐵道におけるサイバネティクス利用 國內 Symposium, 第 33回, 1996年 11月, pp 95-98.