

수도권 전철(지하철)의 역무자동화에 따른 문제점 분석 및 개선방안

Study on Analysis of the Improvement and Problem for Automatic Fare Collection of Metropolitan Area Railway(Subway)

이태식* 문득수** 박은수*** 이정호****
Lee, Tai-Sik Moon, Deuk-Soo, Park, Eun-Soo Lee, Jung-Ho

ABSTRACT

The metropolitan area needs to control the Automatic Fare Collection (AFC) and transportation card system in order to implement an efficient railway and subway. This paper introduces a suitable analysis to take advantage of the systematic method of the AFC and transportation card. These systems should consider the fare system, transportation pass and AFC equipment, which are organized with the Automatic Ticket Vending Machine, the Ticket Office Machine and the Card System of Radio Frequency (RF). However, the organization includes the fact the Automatic Ticket Vending Machine has a problem with the proceeding speed of passengers and inconvenience. Second, the majority of passengers have not utilized the Ticket Office Machine. Also, it should consider whether the transportation card is the proper system in the metropolitan area. Based on the analysis of national and international cases, it suggests that the AFC should make more improvements in the metropolitan area railway and subway.

1. 서론

1.1 연구의 도입 배경

역무 자동화 시스템(AFC: Automatic Fare Collection)은 수도권 전철(지하철)을 이용하는 승객이 직접 승차권의 구매 및 개집표를 할 수 있도록 하는 시스템이다. 이때 수집되어지는 각종 정보는 각 역에 역단위 감시 시스템으로 실시간으로 전달되어 진다. 저장되어진 정보는 다시 중앙전산기에 필요한 정보를 실시간 전송하여 승객 서비스 향상 및 운영 주체의 경영 관리에 기여한다. 우리나라에서는 1983년 3월 서울시에서 AFC시스템 도입과 관련하여 타당성 조사를 한 후 역무자동화 설비를 도입하기로 결정하였다. 이후 경인선 등 수도권 전철 52개 역사에 시범 설치하여 운영하게 되었으며, 서울2기, 인천, 부산, 대구, 광주, 대전 등 현재 운영 중인 모든 도시철도에 역무자동화가 이루어짐에 따라 전철 이용승객의 편의 증진과 운영 주체의 수집 자료의 정확성을 유지하게 되었다.

그러나 처음 도입한 역무 자동화 시스템에 사용된 MS(Magnetic Stripe)방식의 승차권은 자기 띠에 정보를 기록하여 사용하기 때문에 자성에 민감하여 자성체와 접촉 시 승차권의 자기 띠(Magnetic Track)가 쉽게 손상되는 단점을 가지고 있다.

* 한양대학교 건설환경공학과 교수, 정회원
** 한양대학교 토목공학과 석사과정, 학생회원
E-mail : deuksoo@hanyang.ac.kr
TEL : (031)400-4108 FAX : (031)418-2974
*** 한양대학교 토목공학과 박사과정, 학생회원
**** 서울메트로 전자사무소 소장, 비회원

또한, 승차권에 정보기록, 해독 및 확인과 인쇄 처리과정에 필요한 이송장치에 승차권이 자주 걸리는 등 고장이 자주 발생하게 되어 유지비용이 많이 소요하고 있다. 정보의 기억용량이 작고, 기억장소가 노출되어 있으며 기억된 정보를 쉽게 해독, 기록, 임의변경이 용이하기 때문에 위·변조 등의 취약함이 있다.

이에 본 연구는 이러한 단점을 개선하기 위해 도입된 RF(Radio Frequency) 교통카드의 이용이 증가함에 따라 역무자동화 시스템 특성에 적합하여 많은 발전이 진행되고 있는 현실이다. 운임제도와 승객 처리체계에 대한 현황과 국내 승차권의 종류 및 요금 특성에 대하여 조사하고, 역무자동화설비의 주 구성요소인 주전산기, 후선별전산기 등 주요 구성요소를 분석하고자 한다.

1.2 연구의 방법

본 연구는 역무자동화에 따른 자기승차권과 RF 교통카드 시스템에 따라 승객처리 체계, 요금수납처리에 대한 현황을 분석하고, 역무자동화 시스템을 구성하는 주전산기 외 7개의 설비에 대한 현황 및 특징을 분석하여 개선방안을 도출하고자 한다.

2. 역무자동화를 위한 승차권 운영현황 및 처리체계

2.1 자기승차권

역무자동화설비에 사용되는 승차권은 Reel 형태로 기기에 정착되어 자동발매기 및 자동발권기에서 승차권 발행 시 전면에는 승차권 종류, 운임 등을 인쇄하여 육안식별이 용이하도록 하고 있다. 승차권 후면에 자기 띠에 총 64Bit의 정보가 수록되어 승객이 승차권 구입 및 승·하차 시 회계와 통계 등 경영에 필요한 각종자료를 수집할 수 있는 기능을 가지고 있다. 승차권은 각 요금수납기의 자기 Head와 접촉에 의하여 정보내용을 기록 및 인식되는 방식으로 운영되어진다.

2.2 RF(Radio Frequency)교통카드 및 신 교통카드

RF교통카드는 무선주파수방식의 비접촉식 요금징수 카드이며, 지불방식에 따라 선불카드와 후불카드로 구분한다. 선불카드는 정해진 금액만큼을 먼저 지불하고 사용하다가 해당금액이 소진되면 일정금액만큼을 충전 후 재사용할 수 있는 카드로 잔여금액이 기본운임보다 적게 남아 있을 경우 재충전하여 사용한다. 후불카드는 기존의 신용카드에 RF기능을 추가한 카드로서 교통수단 이용 후 신용카드 결제일까지 최장 48일 후에 결제하는 카드이다.

신 교통카드는 일반(신용)카드에 무선주파수 방식의 IC Chip을 내장, 비접촉으로 대중교통요금을 지불하는 기존 교통카드에 비해 메모리 용량을 확장하고 CPU를 탑재, 연산기능과 보안성을 높여 교통요금 지불외에 다양한 지불 수단으로 사용할 수 있도록 한 다기능카드이다.

2.3 승객 처리 체계

차권의 판매는 동전 및 지폐를 사용하여 승객이 직접 구입하는 자동발매기와 매표원이 조작하여 각종 승차권을 판매, 정산하는 발권기로 구성되어 있다. 자동개집표기(Automatic Gate)를 통하여 승차권에 기록된 각종 정보가 처리됨으로써 승객의 지하철 이용이 정상적으로 진행되도록 하고 있다. 여기서 수집된 각종 정보들과 장비의 고장발생 상황들이 역단 위 감시 System으로 전달되어 감시와 제어할 수 있도록 하며, 관리역 전산기와 중앙전산기에 필요한 자료(회계, 고장)를 전송하여 역무자동화설비의 생산적인 관리를 하도록 하고 있다.

2.4 요금수납 처리 체계

지하철에서 수행하고 있는 요금수납처리는 승객이 지하철을 이용하는데 필요한 승차권의 발매, 개표, 집표 및 승차권 발매수입을 처리하기 위한 회계업무로 구별된다. 역무자동화를 위한 요금수납설비

기능 및 종류가 표<2-1> 과 같다.

<표 2-1> AFC 요금수납설비 기능 및 종류

주요기능	자기승차권용 설비기기	RF Card용 설비기기	설비의 기능 및 용도
승차권 발매	자동발매기	자동충전기(선불방식)	승객전용
	자동발권기	-	
승차권 개·집표	자동개집표기	자동개집표기	승객전용
	자동정산기	자동정산기(선불방식)	승객전용

※ 인천광역시 지하철 공사(2006), AFC 보수원 교재

요금수납자동화는 이러한 모든 업무를 자동화기기(AFC)에 의해 수행하는 것으로서, 승차권을 발행하는 발매기, 발권기 및 판매된 승차권을 자동 검표하는 개집표기 및 운임 정산을 위한 정산기가 있으며, 기타 승차권 판매현황이나 승객이용현황 등의 회계 및 통계자료 등을 종합 집계하는 전산 시스템으로 구성된다.

3. 역무자동화 설비

3.1 역무자동화 설비현황

지하철의 역무자동화(AFC)설비란 지하철 운영과 관련 이용승객이 직접 승차권 구매, 개집표 할 수 있도록 역무 처리를 완전 자동화 하여 이용승객에게 편의를 제공하는 설비이다. 역무자동설비는 자동발매기(Automatic Ticket Vending Machine)와 역무원이 조작하여 각종 승차권을 판매, 정산하는 발권기(Ticket Office Machine) 및 RF 교통 Card System으로 구성되어 있다. 발권기 및 발매기에서 승차권을 구입한 승객 및 RF 교통 Card를 소지한 승객은 자동개집표기(Automatic Gate)를 통하여 승차권 및 RF 교통 Card에 정보를 기록하는 개표가 이루어진다. 지하철을 이용한 후 승차권 및 RF 교통 Card에 기록된 각종 집표기에 통과함으로써 승차권 및 RF 교통카드에 기록된 정보에 의하여 적절한 처리가 됨으로써 승객의 지하철 이용이 정상적으로 진행되도록 한다. 이러한 역무자동화 설비현황은 표<3-1>과 같다.

<표 3-1> AFC 설비현황

구 분	제1지하철(1~4호선)	제2지하철(5~8호선)	수도권전철구간
설비운영방식 -매표 -승차권처리 -승차권 -운인제도 -은행제도	완전자동화 -발매기, 발권기 -완전자동화 -자기승차권, RF -거리비례제 -115역	완전자동화 -발매기, 발권기 -완전자동화 -자기승차권, RF -거리비례제 -148역	완전자동화 -발매기, 발권기 -완전자동화 -자기승차권, RF -거리비례제 -99역
시설장비(M/S 기준) -개집표기 -처리속도	-Turnstile -30명/분	-Flap -60명/분	-Turnstile -30명/분
발매기 -형식 -종류 -사용주화	-벽부자립형 -보통권 -주화	-매입형 -보통권, 정액권 -주화, 지폐	-벽부자립형 -보통권, 정액권 -주화, 지폐
발권기	본체, Console, 요금	본체, Console, 요금	본체, Console, 요금

※ 서울지하철공사(2001), 서울지하철 3호선 연장 기본설계서

3.2 역무자동화 설비 특징

역무자동화는 승차권의 판매와 개집표업무 등을 자동으로 처리하고 이로 인해 발생하는 각종 회계 및 통계자료의 관리를 위한 구성설비이다. 주전산기, 호선별전산기, 운영관리전산기, 유지보수전산기, 자동개집표기, 자동발매기, 자동발권기로 구성되어 있으며, 각 구성들은 표<3-2>와 같다.

<표 3-2> 역무자동설비 특징

구 분	특 징
주전산기	-중앙전산기로서 각종 단말기에서 전송되어 지는 자료를 실시간으로 통합하여 운영에 필요한 각종 보고서 및 자료를 보존
호선별전산기	-각 호선별로 역사정보를 관리하고 자료를 취합하여 주전산기로 전송
운영관리전산기	-각 역사에서 발생한 각종 수입금 내역을 수신 받아 전산에 의한 집계를 비교하여 역 보고서와 상이한 부분에 대한 원인과 사유를 분석
유지보수전산기	-단말기에서 발생하는 장애내용을 표출하여 각종 보고서 및 통계자료를 정확히 산출 가능하도록 유지보수 하는데 사용
자동개집표	-승객이 구입한 승차권 및 교통카드를 이용하는 기기로서 현재 수도권을 운영하는 1기 지하철과, 수도권전철의 일부와 부산교통공단 등 삼발이 방식이며, 나머지 기관은 Flap 방식
자동발매기	-승객이 지하철을 이용하기 위하여 직접 구매가 가능토록 각 역사에 설치되어 있는 장비로서, 발매하는 승차권의 종류에 다능식 발매기, 선불 RF카드 발매기 등으로 구분
자동발권기	-각 역사 매표실에 설치되며 승객의 요구에 따라 역직원이 조작하여 승차권을 발매하는 기기. 상위시스템과 전송불능시도 홀로 운영이 가능토록 구성되어 있음

4. 역무자동화에 따른 문제점 분석

4.1 자동개집표기 및 자동발매기 문제점

현재 국내(서울, 부산 및 수도권 전철)에서 운용중인 자동개집표기는 회전식(Turnstile-Type)으로서 삼발이식 회전문(Tripod Arm)을 수동으로 조작하며 통과하여야 하므로 승객처리 속도가 늦어지는 문제점을 가지고 있으며, 승객이 가방을 소지 하였을 경우 이용이 불편하다. 특히, 이용승객이 집중되는 도심 및 사무실 밀집 지역은 Peak-hour시 일시에 집중되는 승객을 원활히 처리하기가 힘들며, 한정된 공간에 설치해야 하므로 기기 설치 대수를 늘리는 것도 제약이 있다.

각 역마다 설치되고 있는 자동발매기보다 자동발권기가 처리하는 비율이 매우 높아 매표인력이 많이 소요되며, 매표창구에 많은 승객이 몰려 창구의 혼잡 및 통로의 혼잡을 가져오고 있다. 또한 자동발매기 구조가 자립형(벽면 거치형)으로 유지관리 및 승객 이용에 불편함이 가중되고 있다.

4.2 교통카드시스템 문제점

국내 현실에 맞게 거리비례제를 채택하여 운영하고 있으나, 본 시스템이 제대로 구현되지 않는 등 신 교통카드시스템의 문제점이 드러나고 있다. 교통카드와 단말기, 프로그램의 문제가 복합적으로 얽혀있으며, 거리비례제가 제대로 적용되지 않고 있다. 거리비례제 문제는 버스나 지하철은 최대 네 번까지 갈아타도 기본거리 이내에서는 기본요금만 내고, 이후 일정거리를 갈 때마다 요금을 100원씩 더 내도록 한 거리비례제가 시스템적으로 제대로 구축되지 못하고 있다.

또한, 교통카드는 시행 초기에 비해 단말기의 카드 인식 오류가 크게 줄었지만, 여전히 일부 교통카드는 제대로 인식이 되지 않고 있다. 시스템적으로 구 교통카드시스템에 대한 공급원가 미확정과 신 교통카드시스템에 대한 심사시스템 미구축이 문제점으로 대두되고 있다. 그리고 일회권 교통카드의 미사용으로 인하여 역무자동화 시스템을 구축하는데 기존의 자기 락 승차권을 이용하는 설비기구의 감축으로 인하여 호환성에 문제점을 가지고 있다.

5. 역무자동화 개선방안 및 기대효과

현재 도입되고 있는 지하철 승차권제도는 이용승객의 편리성, 신속성 등 서비스 향상 및 대중교통수단으로서의 효율성을 극대화하기 위하여 최신 기술방식인 비접촉 전용방식으로 세계최초로 구축되어 국내 모든 지하철에서 도입 중에 있다. 또한, 승차권은 일회권과 전자화폐로 구분되며 일회권은 수집하여 재활용 가능하고 전자화폐는 금액을 보충하여 계속 사용할 수 있다. 전자화폐는 카드 하나로 버스, 택시 등 타 교통수단과도 상호 연계 사용이 가능하며 다가오는 전자화폐시대 및 전국 교통카드시스템 표준화에 대비한 시스템이 더 구축되어야 한다. 여기에 따른 요금수납처리는 사용이 간편한 자동화기기의 채택으로 이용승객에게 양질의 서비스를 제공하고 삶의 질의 향상을 가져올 것으로 기대한다. 자동개집표기는 대량수송 승객처리에 적합하도록 자동개집표기 성능개선을 해야 하며, 승차권의 유·무효에 따라 자동개폐되는 구조로 개선되어, 처리속도를 증대하여 대량 승객처리에 적합한 설비기기를 보완해야 한다.

6. 결론

1983년도부터 시작된 수도권 역무자동화 시스템은 실행초기에는 자기 띠(MS)승차권 방식을 택하여 시행해 왔다. 그러나 MS 승차권은 자동개집표기에 승차권을 투입하고, 해당 마그네틱에 기록된 정보를 읽어내어 판독, 재기록, 반환 등의 절차를 요하는 조금은 복잡한 기계적 방식이었다. 이에 전철(지하철)을 이용하는 승객들의 편리를 도모하고자 수도권 전철에서도 승객이 이용하는 승차권을 기존의 MS방식 승차권과 혼용하여 IC칩이 사용된 RF 교통카드의 도입이 검토되기 시작하였다. 이와 같이 기존의 역무자동화 시설의 개선을 통하여, 역사의 무인화를 증대하기 위하여 RF 교통카드와 시설 개선을 모색되어야 한다.

정보의 안전성, 사용할 정보량의 충분성, 승객의 편리성, 경제성과 자원의 절약, 기존 시스템과의 연계성, 타 분야와의 연계성을 고려하여 수도권 역무자동화 실현에 현실화 되도록 개선해야 한다. 사용이 편리한 교통카드로의 완전한 전환을 위해 기존의 MS 방식 승차권을 노령인, 장애인에 대한 기관별 지하철(전철)요금 관련 정책의 확정과 1회권 사용가능 여부 등이 해결되어야 한다. 승객과 운영기관의 win-win을 위한 과감한 개혁과 투자가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 향후 국토의 반일화를 이루기 위하여 수도권 전철(지하철)의 역무자동화와 더불어 각 지역을 연결하는 일반철도와 고속철도 역사의 역무자동화가 같이 분석되어야 하며, 이에 대한 적합한 교통카드가 연구되어야 한다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부의 건설핵심기술연구개발사업(CTRM)과 교육인적자원부의 2단계 두뇌한국21(BK21)사업으로 이루어진 것으로, 본 연구비를 지원해 주신 해당기관에 감사드립니다.

참고문헌

1. 교통개발연구원(2004), “수도권 지하철 정기권 도입방안”
2. 서울지하철공사(2001), “서울지하철 3호선 연장 기본설계서”
3. 서울메트로(2006), “AFC 보수원 교체”
4. 신우현(1998), “IC카드를 이용한 수도권 전철의 역무자동화시스템에 관한 연구”, 서울시립대학교 일반대학원, 석사학위논문
5. 인천광역시 지하철공사(2006), “AFC 보수원 교체”
6. 한국철도기술연구원(2001), “도시철도 건설 및 운영기술 발표자료집”