

전국호환 교통카드 X-CASH 시스템과 정산인터페이스 개발

Nation-wide Interoperable transportation card X-CASH System and Settlement interface Development

이 기 한* 김 혜 현** 김 태 희*** 맹 재 환**** 박 하 나*****
(Ki-Han Lee) (Hye-Hyeon Kim) (Tae-Hee Kim) (Jae-Hwan Maeng) (Ha-Na Park)

요 약

기존 X-CASH 시스템은 표준 규격을 준수하고 있으나, 표준규격에 미 정의된 부분으로 인하여, 타 사의 대중교통 시스템과 호환이 불가능하다. 그래서 X-CASH 카드 사용자가 X-CASH가 운영하는 대중교통 수단 외에 다른 대중교통 수단을 이용하고 싶을 경우, 그 대중교통수단의 카드도 구입해야할 뿐만 아니라 많은 카드를 소지하고 다녀야 하기 때문에 불편이 야기되었다. 또한 X-CASH 사업자는 타 사의 인프라에 X-CASH를 적용하려고 할 경우, 타 인프라를 활용하지 못하고 X-CASH만의 독자적인 기술을 적용하여 구축해야 하기 때문에 비효율적인 비용이 유발되었다. 이를 해결하고자 기존 X-CASH 시스템을 수정하여, 기존 X-CASH 카드도 이용가능하면서도, 전국 어디에서나 대중교통을 이용할 수 있는 전국 호환 X-CASH 시스템인 전국호환 X-CASH 교통카드, 지불SAM, 지불단말기, 상호 정산시스템 등을 개발하였다. 그리고 이에 대한 적합성 평가를 성공적으로 마치고, 코레일네트웍스 및 금융결제원과 하이플러스카드가 함께 광주광역시에서 6개월간 테스트베드 운영을 성공적으로 마침으로써, 전국호환 기술을 보장하였다.

Abstract

Although the existing X-CASH card system observes the KS standard for a transportation card system, there has been an issue for interoperability between X-CASH and other public transportation system due to the partially undefined part in the standard. This issue is followed by the inconvenience of the existing X-CASH users. If the existing X-CASH card user wants to get any other public transportations which are not interoperated with X-CASH, the user would have to buy other cards. Consequently, some users have to bring more than one card with them. In addition, it is almost impossible that the existing X-CASH system operator makes the X-CASH card available for the infrastructure built by other cards operators because their technologies are too much different. The X-CASH operator must construct its own infrastructure on the same route and it would cause an unnecessary loss of expense and labor. To solve these problems, We modified the existing X-CASH system and developed the Nation-wide Interoperable X-CASH system which lets both the existing X-CASH card and Nation-wide Interoperable X-CASH card work. This developed X-CASH system consists of the purchase SAM, the purchase terminal and the settlement. And The conformity test for it was successfully authorized. Also we, KORAIL NETWORKS, have done the test-bed on this Nation-wide interoperable X-CASH system in Gwangju for six months with Telecommunications & Clearings, the HiPlusCard Corporation. This test confirmed that the Nation-wide Interoperable X-CASH system would practically work well.

Key words : Nation-wide interoperable X-CASH system, X-CASH card, purchase SAM, purchase terminal, settlement system

† 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업 연구비지원(07교통체계-지능05)에 의해 수행되었습니다.

* 주저자 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 교수

** 공저자 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 석사과정

*** 공저자 : 한국건설교통기술평가원 실장

**** 공저자 : 한국건설교통기술평가원 연구원

***** 공저자 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 석사과정

† 논문심사일 : 2010년 6월 7일(1차), 2010년 8월 29일(2차)

† 논문접수일 : 2010년 3월 4일

† 게재확정일 : 2010년 9월 9일

I. 서 론

기존 X-CASH 시스템은 교통카드, 지불SAM(Secure Application Module), 지불단말기, 정산시스템으로 이루어져 있다[1]. 교통카드는 대중교통 수단 이용의 대가의 지급을 현금을 대신하여 전자적으로 해결하는 카드를 의미한다. 지불SAM은 정해진 프로토콜에 의해 카드와 통신하여 거래를 수행하는 장치로써, 지불단말기 안에 장착된다. 그리고 지불단말기는 카드와 지불SAM이 거래를 수행할 수 있도록 카드를 인식하고, 카드와 지불SAM이 거래한 내역을 저장하는 역할을 한다. 마지막 정산시스템은 지불단말기와 통신하여 거래 내역을 수신하고, 이를 정해진 정산방법에 의해 정산하여 은행에 입출금 지시를 내리는 시스템이다.

이 X-CASH를 비롯한 모든 대중교통카드 시스템은 대중교통 이용자에게 편리함을 제공하고, 대중교통운영주체의 경영 효율화를 도모하기 위하여 도입이 되었으며, 산업표준규격을 준수하여 시스템을 개발하였다[2]. 그러나 이 산업표준규격에는 사업자의 AID(Application ID), 파일구조, 거래 프로토콜 등 표준으로 정의되지 않은 부분이 존재하였고, 이처럼 표준으로 정의되지 않은 부분은 자체적으로 개발하였기 때문에, 기존의 X-CASH 시스템은 다른 사업자의 시스템과 호환이 되지 않는 문제가 있었다. 즉 기존 X-CASH 단말기는 기존 X-CASH 카드만을 인식하고 처리할 뿐, 다른 사업자 카드의 인식 및 정보의 읽고 쓰기와 거래가 불가능한 것이다. 따라서 기존 X-CASH 사용자는 코레일네트웍스가 운영하는 대중교통 수단 외에 다른 대중교통 수단을 이용하고 싶을 경우, 그 대중교통 수단을 운영하는 사업자의 카드도 구입해야하고, 여러 개의 카드를 소지하고 다녀야 하기 때문에 불만을 야기시켰다. 또한 X-CASH 사업자는 타 사업자의 인프라에 X-CASH를 적용하려고 할 경우, 이미 구축되어 있는 타 인프라의 시스템을 활용하지 못하고, X-CASH만의 독자적인 기술을 적용한 개발을 감행해야만 했다. 이것은 사용자, 사업자, 국가 차원에서 모두 비효율적임을 판단할 수 있다.

이를 해결하기 위해 기존 X-CASH 시스템을 산업표준 규격을 기반으로 수정하여, 기존의 X-CASH 카드의 거래가 가능하면서도 전국호환이 되는 기술을 제안하고, 이 기술을 적용한 전국호환 X-CASH 시스템 시제품을 개발 하였다[3, 4]. 그리고 이 전국호환 X-CASH 시스템의 성능을 검증하기 위해 적합성 평가를 실시하였고, 이에 통과함으로써 품질을 보증하였다. 또한 타 교통수단과 호환이 적절하게 이루어지고 정상적으로 거래가 이루어짐을 검증하기 위해, 코레일네트웍스와 금융결제원, 하이플러스카드가 각 사의 전국호환 시스템을 개발하여 테스트베드를 운영하였고, 성공적으로 마침으로써 개발한 전국호환 기술의 우수성을 증명하였다. 따라서 개발한 전국호환 X-CASH 시스템을 전국호환 교통카드 시스템에 모델로 활용하여 조기 상용화가 가능하다.

본 논문은 2장에서 기존 X-CASH 시스템을 파악하고자 기존 X-CASH 현황과 표준 규격을 분석한 결과를 기술하고, 3장에서 파일 구조, 데이터추가 등 전국호환을 위한 카드의 설계방법과 전국호환 지불SAM의 거래 명령어, 그리고 변경된 카드를 인식하기 위해 수정한 전국호환 지불단말기의 거래 프로토콜, 상호 정산시스템 등 전국호환 X-CASH 시스템에 대해 설명한다. 그리고 이 설계를 바탕으로 개발한 시스템을 적합성 평가를 거쳐 테스트베드를 운영한 결과를 4장에서 기술하고, 마지막 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 교통카드 표준 규격 분석

교통카드 규격은 [KSX6924-1, 2, 3, 4]이고, 교통카드에 대한 물리적 특성, 기본구조, 명령어, 프로토콜, 암호 알고리즘, 시험항목, 방법 등에 관한 사항이 규정되어 있다[5-8]. 그리고 지불SAM 규격은 [KSX6923-1, 2, 3, 4]이며, 교통카드용 지불 SAM 규격은 교통카드 지불거래 시 금액 등 관련 정보를 확인, 검증할 수 있도록 단말기 내부에 장착되

는 칩에 대한 물리적 특성 및 기본구조, 명령어, 암호, 알고리즘 등이 규정되어 있다[9-12]. 또한 지불 단말기 규격은 지불 SAM 규격[KSX6923]과 선불IC 카드 규격[KSX6924]의 물리 규격을 준수하여 대응할 수 있도록 하였다[13-15]. 전반적인 규격을 그대로 활용할 수 있으나, 전국호환을 위한 X-CASH 카드에 추가적으로 필요한 사항이 있다고 판단된다.

2. 기존 X-CASH 정산시스템 분석

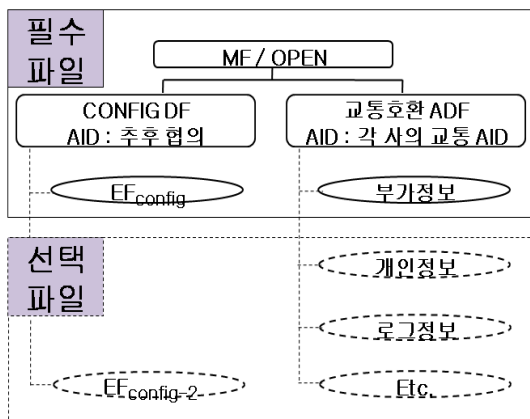
기존 정산 시스템의 거래는 지불 거래 처리 시간과 승차시간이 동일하고, 취급일시와 승차일시도 동일한 값으로 존재하며, 취소 및 반환에 대한 처리 기준이 존재 하지 않는다. 이는 기존 X-CASH 교통카드 정산시스템이 상호정산을 고려하지 않았기 때문이므로, 기존 X-CASH 정산시스템의 전국호환을 위해 수정 및 보완이 필요하다고 판단된다.

Ⅲ. 전국호환 X-CASH 시스템 개발

1. 전국호환 X-CASH 카드

1) 파일 구조

기존 X-CASH 카드의 파일 구조는 호환을 고려하지 않았기 때문에, 자사의 카드만을 인식하



〈그림 1〉 전국호환 X-CASH 파일 구조
 〈Fig. 1〉 Nation-wide Interoperable X-CASH file configuration

〈표 1〉 EF_{config}의 구조
 〈Table 1〉 Configuration of EF_{config}

파일 구조		Lf						
파일 크기		Tag	Length	항목	Value비고	조건		
레코드 번호	6F			FCI Template		필수		
		84		DF Name		필수		
		A5		FCI Proprietary Template		필수		
			50	2	카드 규격	0100	필수	
			47	2	지원 항목		필수	
			43	1	IDCENTER		필수	
			44	5	잔액 조회 명령		필수	
			4F	5~16	교통 호환 ADF AID		필수	
			9F10	3*N	부가 Data File 정보		필수	
				45	1	카드 소지자(카드타입) 정보		필수
			5F24	2	유효기간		필수	
			BF0C	Var	FCI Issuer Discretionary Data		필수	

여 거래할 수 있도록 설계되어, 타 사의 카드를 인식할 수 있는 방법이 없다. 따라서 거래 중에 필요한 타 사 카드 안에 있는 중요한 정보의 읽기 및 쓰기가 불가능하여, 거래가 불가능하다. 그러나 다음 <그림 1>과 같이 카드 구조를 수정하여, 교통카드 ADF 및 부가정보, 개인정보, 로그정보 등의 기존 파일 구조를 유지함으로써, 기존 X-CASH카드 거래가 가능하고, 여기에 CONFIG DF(Dedicated File) 및 EF_{config}(Element File)와 EF_{config-2}등을 추가함으로써, 전국호환 X-CASH 카드도 인식 및 처리가 가능하도록 하였다. 전국호환 지불 거래에 필요한 각 파일들의 구체적인 역할은 아래에 설명하는 바와 같다.

Root Directory에 해당하는 폐쇄형 카드인 경우, Master File 및 개방형 카드의 경우, Open Platform Environment가 최상위에 존재하며, 그 아래에 있는 모든 파일은 필수파일과 선택파일로 나눌 수 있다.

필수 파일은 전국호환을 위해 꼭 존재해야하는 파일로써 4개 있다.

첫째, 교통카드 ADF은 기존 X-CASH 카드에 존재

하는 파일로, 교통카드 이용 시 지불 거래에 필요한 어플리케이션이며, AID와 실제 데이터를 가지고 있다.

둘째, 부가정보파일의 목적은 환승정보, 입구정보 등 거래 시 필요한 부가정보를 저장한다. 부가정보파일에 대한 조회에 관한 권한은 Free이며, 기록에 관한 권한은 거래 프로토콜에서 정의한 절차에 의해서 가능하다. 그 외의 기록 권한은 키가 16 바이트의 보안 알고리즘으로 보호되어야 한다. 하지만 거래 프로토콜에 의한 기록 절차 이외에 기록 권한을 금지시킬 것을 권고한다. 각각의 부가정보는 (레코드 파일의 경우 Tag Length 필드를 제외한) 순수 데이터의 길이가 최소 52바이트까지 저장 가능하여야 하며 레코드 형태의 파일 권고한다. 부가 정보 파일의 데이터 구조는 각 교통 사업자가 필요한 정보를 임의로 기록할 수 있다.

셋째, CONFIG DF는 각사와의 호환사용을 위하여 존재하며, 전국호환 X-CASH카드의 교통카드 ADF의 형식 정보를 저장하고 있다. 그리고 이 교통카드 ADF의 정보를 외부에 제공하는 역할을 하며, 최초의 거래 시 필수적으로 CONFIG DF를 선택한다. 따라서 지불 단말기가 CONFIG DF의 존재 여부를 기존 X-CASH카드인지 전국호환 카드인지를 판단하고, 전국호환 카드일 경우 응답 데이터에서 AID를 발취하여 발행사를 분별한다.

만약 카드 파일 구조에 CONFIG DF를 추가하지 않고 각 사별 전국호환 카드마다 AID를 부여하는 방식으로 설계했다면, 단말기에 저장된 모든 카드마다 유일하게 부여된 AID를 다 비교해야 카드의 발행사와 전국호환 여부를 알게 됨으로 기존 보다 약 2배의 시간이 걸리게 된다. 이는 마치 10개의 서로 다른 카드 중에서 필요한 카드를 찾다가 카드가 늘어가 20개의 서로 다른 카드 중에서 필요한 카드를 분별해 내는 것과 같은 이치이다. 이러한 문제를 본 논문에서는 CONFIG DF를 추가 설계하는 방법으로 극복하였다. 즉 단말기가 카드의 CONFIG DF를 통해 최대 2번의 선택과정으로 전국호환 가능의 여부와 발행사까지 구별하여 정확하게 인식할 수 있으므로 인식시간을 최소화하는데 아주 적합하다고 할 수 있다.

〈표 2〉 EF_{config-2}의 구성
 〈Table 2〉 Configuration of EF_{config-2}

파일 구조				Lf 또는 Lv		
파일 크기				Var.		
SFI				02		
읽기 권한				Free		
쓰기 권한				(주)		
레코드 번호	Tag	Length	항목	Value	비고	조건
1	70	Var			하이패스정보	선택

CONFIG DF 선택 시 CONFIG DF의 하위에 존재하는 EF_{config}의 내용을 응답하는 경우 <표 1>과 같다.

넷째, 필수 파일 EF_{config}는 CONFIG DF 하위에 존재하며 교통호환 ADF 아래 모든 EF에 대한 정보를 저장하고 있다. Read Record 명령으로 파일 내용의 정보가 조회 가능하며, 그 정보는 카드가 지원하는 전국호환 카드 규격 버전, 전국호환 카드 규격 중 카드가 지원하는 항목, 교통호환 ADF의 AID, 교통 호환 ADF에서의 존재하는 부가정보 파일의 정보, 카드 소지자에 대한 정보, 각 전국호환 교통카드 사업자의 임의의 정보, 카드 유효기간, 잔액 조회 명령 등이다. EF_{config} 파일은 1개이상의 레코드로 구성되어 있으며 1번 레코드는 필수 항목이며 교통 호환을 위한 정보를 저장하고 있다. 2번 이하의 레코드는 선택 사항으로 발급사가 임의의 데이터를 저장할 수 있다.

선택파일은 기능과 관련하여 기능의 존재여부에 따라 선택적으로 존재하는 파일로써, 3개 이상이 있다.

첫째 EF_{config-2}은 이 또한 CONFIG DF 하위에 존재하며 하이패스 거래를 위한 정보를 저장하고 있다. 따라서 하이플러스카드 이외의 카드가 하이패스 거래가 가능한 경우에만 존재한다. Read Record 명령으로 파일 내용의 정보가 조회 가능하다. ‘하이패스 정보’는 EF_{config-2} 파일의 1번 레코드에 저장한다. EF_{config-2}의 형식은 <표 2>와 같다. 그리고 하이패스 정보 항목에서 저장되는 데이터의 목록 및 형식은 <표 3>과 같다.

그 밖에는 소지자의 개인정보를 저장하는 개인정보 파일과 로그정보를 기록하는 로그정보 파일은 모두 선택파일이다.

〈표 3〉 하이패스 정보
 〈Table 3〉 HiPass information

항목	값	길이	비고
Tag	70	1	하이패스 정보를 나타내는 Tag
Length		1	Data의 길이
발행기관		3	키 변형 시 사용되는 카드
일련번호		5	번호 데이터 8자리 기록
알고리즘ID		1	SEED:00, DES:10
만기일		4	카드의 만기일 기록
카드정산센터 ID		1	IDCENTER값 기록
카드서비스ID		3	도로공사의 PERSAMIDSERVICE를 통해서 값 얻음.
소지자지불정보	0100	2	도로공사 전자카드 규격에서 정의된 카드소지자 정보파일의 소지자 지불 정보 항목. 선불거래로 값 고정
Alias Number		8	카드 번호 저장
차량번호		10	'00'으로 10바이트 기록

2) 데이터 추가

그FCI 파일인 호환카드 버전('103'), 마지막 거래 내역 파일을 나타내는 호환 거래 유형('01'), 하이패스 거래부분 P2='02' 및 응답데이터 추가 (INITIALISE IEP명령)하고, P2='02' & LC='18' 및 응답데이터에 SHECK-SUM 추가 (Purchase IEP 명령)하였다. 또한, 하이패스거래를 위한 서비스 코드(IDSERVICE)항목 추가(PUT DATA명령)하였다.

2. 전국호환 X-CASH 지불SAM 개발

전국호환을 위한 지불SAM에서 거래에 사용되는 명령어와 그에 대한 역할, 그리고 변경한 APDU 값은 다음 <표 4>와 같다. 지불SAM은 카드와 통신하여 이러한 명령어를 주고 받으면서 지불거래, 지불취소거래, 지불재거래 등을 수행한다.

3. 전국호환 X-CASH 지불단말기 개발

지개발한 지불단말기의 모습은 위 <그림 2>와 같으며, 프로세서는 Atmega 128AI, 메모리는 4KB

〈표 4〉 전국호환 X-CASH 지불SAM 거래 명령어
 〈Table 4〉 Nation-wide interoperable X-CASH purchase SAM transaction command

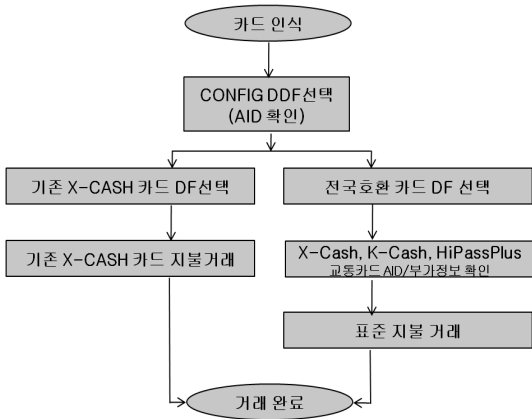
거래 명령	역할	
	APDU (CLS, INS, P1, P2)	
Initialize SAM	거래를 수행하기 위하여 지불SAM을 초기화 APDU (80, 02, 00, 00)	
Credit SAM	거래를 기록을 생성하고 거래를 종료 APDU (80, 04, 00, 00)	
Re-Initialize SAM	직전 거래 중 오류 또는 비정상 종료 시 재 거래를 수행하기 위하여 지불SAM을 초기화 APDU (80, 22, 00, 00)	
Re-Credit SAM	재 거래를 수행하고 서명을 생성하고 종료 APDU (80, 44, 00, 00)	
Initialize SAM for Cancellation	직전 거래를 취소하기 위하여 지불SAM을 초기화 APDU (80, 46, 00, 00)	
Cancellation SAM	직전 거래 취소하고 거래 종료 APDU (80, 48, 00, 00)	

RAM, 4KB EEPROM를 사용했다. 통신 사양은 전이중 방식이고, 신호 레벨은 AS-232 serial, 최대 115,200bps의 전송속도를 가지며, 동기/비동기 방식이다. 안테나는 50 [ohm] Matching이다.

지불단말기의 프로토콜은 <그림 3>과 같이, 사용자 카드가 거래를 시작하는 시점에서 CONFIG DF의 AID를 이용하여 CONFIG DF을 선택한다. 만약 응답이 '0x9000'일 경우, 전국호환 카드이므로



〈그림 2〉 전국호환 X-CASH 지불단말기
 〈Fig. 2〉 Nation-wide interoperable X-CASH purchase terminal



〈그림 3〉 전국호환 거래 프로토콜
 (Fig. 3) Nation-wide interoperable transaction protocol

응답 데이터에서 AID를 발췌하고, 이를 이용하여 어느 사업자의 전국호환 카드인지를 분별하여 표준 거래를 수행한다. 그러나 응답이 '0x9000'이 아닐 경우, 전국호환 카드가 아니므로, 기존 X-CASH 거래를 수행한다.

4. 상호 정산시스템 개발

기존 X-CASH 지불 처리 방식은 현장 실시간 차감거래 이므로 개별 지불 거래 데이터 상호 정산 프로세스만 유지하게 되어 있다. 또한 기존 거래는 지불 거래 처리 시간과 승차시간이 동일하며, 취급 일시와 승차일시도 동일하고, 취소 및 반환에 대한 처리 기준이 존재 하지 않는다. 그러나 철도 및 버스 예약발매 시스템이 갖고 있는 사전 거래이므로 교통카드 결제 시간과 이용시간이 상이한 프로세스가 반영되어야 한다. 또한 지불 거래에 대한 반환 및 변경 등의 프로세스가 추가되어야 하므로 예약번호 및 초기 발매 시간, 이용 예정시간의 데이터 항목이 개별 거래에 포함되어야 한다. 그리고 전국호환 X-CASH카드 정산을 하기 위해 기존 발행사별 상이한 전문 형식의 특정 항목을 용도변경하거나, 신규로 추가되어야 하는 항목이 존재한해야 된다. 따라서 표준카드 거래를 위해 변경 및 추가된 정산 전문 다음 <표 5>와 같다[16].

거래금액 항목에서, 철도 승차권 구매는 선불카드 지불거래와 같이 1회 1건의 거래를 수행하지 않고, 1회 여러 장의 승차권을 발매 할 수 있다. 다권 구매에 대한 선불카드 지불거래 로그는 1건이며, 해당

〈표 5〉 변경된 정산 전문
 (Table 5) Upgraded settlement message

NO	항목	형식	길이	Offset	비고
07	거래금액	N	8	59	요청 금액 다권구매인 경우 승차권금액 (결제금액/ 발권수량)
08	거래 전 금액	N	8	67	선불카드 요청금액 이전 잔액 ※ 철도공사(2:철도승차권 환불) : 승차권 환불/변경 패널티
12	거래유형	N	1	93	0:매입 1:직전거래취소, 2:철도승차권 환불, 9:매입거래 취소
28	승차/하차 구분	AN	1	195	철도승차권 P:승차권구매, T:계좌이체환불, C:반환충전, F:기타 (혼용결제 및 변경발행시 사용)
30	출발일시	N	14	206	YYYYMMDDhhmmss 지하철 : 승차일시, 버스 : 승차일시, 도로 : 입구일시, 철도공사 : 승차일시
32	도착일시	N	14	230	YYYYMMDDhhmmss 지하철과 버스 : 하차시간, 도로 : 통과일시, 철도공사 : 도착일시
42	차량등록 번호	AN	12	299	버스 철도공사 : 실 반환금액(12)
60	PNR번호	AN	15	394	여정번호
61	반환번호	N	18	409	창구번호(5) + 발매일자(8) + 일련번호(5)
62	원권번호	N	18	427	창구번호(5) + 발매일자(8) + 일련번호(5)

거래 1건에 대해 HSM을 통해 인증하므로 발행사는 실거래 금액을 요청 금액 필드에 매칭 한다. 단, 정산기관은 개별 거래에 대한 승차권 반환, 변경업무를 가능케 하기 위하여 철도공사 승차권 발매 매수만큼의 개별 거래 로그를 수신하여야 하고, 다권의 승차권 발매를 하는 경우 선불카드 지불 거래는 1건이지만, 정산기관과 철도공사 간 거래는 승차권 발매 매수만큼의 거래를 생성하여 해당 승차권의 실 운영 금액을 거래금액 필드에 매칭 한다.

거래전금액 항목에서 철도공사 승차권은 예약 발매 승차권 이므로, 발매 후 반환하는 경우 고객에게 패널티를 부여하게 된다. 승차권 반환 시 고객은 최초 결제 금액이 아닌 패널티를 차감한 금액을 환불 받으므로, 발행사는 패널티 금액에 대해 철도공사에 정산을 해 주어야 한다. 정상적인 최초 발권 거래에 대해서 거래 전 금액은 선불카드 지불 거래 이전 금액을 매칭 하지만, 변경 및 반환거래 시에는 선불카드가 없는 상태에서 DB에 존재하는 데이터로 반환 거래 데이터를 생성한다. 반환 거래 생성 시 고객이 지불해야 하는 패널티 금액을 “거래 전 금액”에 매칭 한다.

거래유형 항목에서 예약발매 승차권은 사용일 이전 환불이 가능하므로, 최초 승차권 지불 거래에 대한 환불처리가 필요하다. 환불 처리된 거래에 대해서는 최초 지불거래를 수행한 선불카드 혹은 계좌 환불 등의 수단을 통해 고객에게 반환해 준다. 정산기관은 운수사의 환불처리 거래에 대해 운수사로부터 반납 받는다.

승차/하차구분 항목에서 예약발매 시스템을 통해 발매한 승차권 등에 대해서는 최초 발권 시 결제 거래와, 발권된 승차권의 반환 변경 등을 구별할 수 있는 구분 코드가 필요하다. 반환 및 변경의 거래는 고객 환불처리 대상으로 구분되며, 운영자 관리 시스템 및 고객 환불 접수 시스템을 통해 해당 금액에 대한 환급처리를 수행한다.

승차/하차일시 항목에서 예약발매 승차권은 고객이 결제한 시간과 운송수단을 이용하는 시간이 상이하므로, 이용하고자 하는 운송수단의 출발 및 도착 일시를 별도 관리한다. 현재 운영되는 지하철 및 버

스 거래는 거래시간이 승차 일시며, 하차시간이 도착일시로 적용 되므로 의미를 구분하여 활용한다.

차량등록번호 항목은 승차권 반환 및 변경 등으로 최초 결제된 금액에서 고객이 지불하여야 하는 변경 수수료를 제외한 실 수령 금액을 관리하기 위한 필드로 용도 변경한다. 충전이 가능한 선불카드의 경우 실 반환 금액을 고객 선불카드에 충전하여 반환하며, 충전이 불가능한 경우는 계좌 등의 수단을 통해 해당 금액을 반환해 준다.

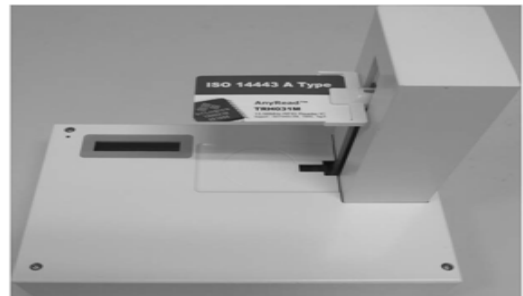
여정 및 반환, 원권번호 항목은 철도 승차권 발매 시스템 필수 항목으로 고객 여정 및 결제 변경 내역 추적에 활용된다. 최초 승차권 결제 시 사용되어진 여정 및 반환번호를 기본으로 하여 이후 변경되는 승차권은 직전 정보를 연계하여 활용한다.

IV. 검 증

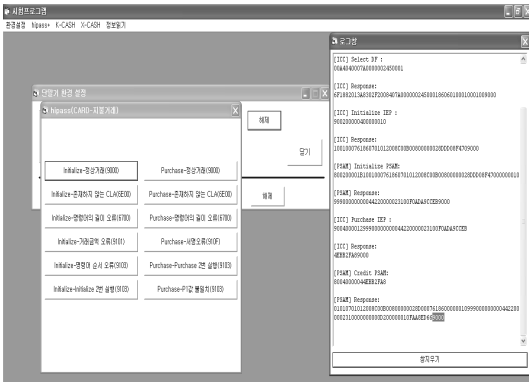
1. 적합성 평가

적합성 평가는 전국호환 X-CASH 시스템의 성능, 정확성, 물리적 규정 준수 여부 등을 시험하는 것으로, 국제표준화기구(ISO)에서 제정한 카드관련 국제표준, KS 규격을 참조하여 적합성을 평가하였으며, 이 적합성 절차는 전국호환 X-CASH카드를 위해 새롭게 추가되거나 수정이 되었다.

Anti-Collision 알고리즘을 포함하는 통신 측정기와 충돌방지 측정기를 이용하여, 각각 거리는 0~10cm, 각도는 0~90° 사이에서 카드 접촉 각도에



〈그림 4〉 카드의 물리적 적합성 평가 기기
 〈Fig. 4〉 Equipment for physical conformity test of card



〈그림 5〉 지불 프로토콜의 적합성 평가
(Fig. 5) Purchase protocol conformity test

다른 통신거리 확인하고, 복수 개의 시료 존재 시 충돌방지 확인하였다. <그림 4>는 ETRI에서 개발한 적합성 장비를 통해 카드의 작동거리, 힘을 시험하는 모습이다. 이를 장비를 통해 물리적 적합성을 검증 받았다.

그리고 전국호환 X-CASH 카드와 단말기 사이의 프로토콜과 그에 대한 명령어 처리가 제대로 이루어지는 지 확인하기 위해 이용하여 적합성 평가를 아래에 설명한 바와 같이 실시하였다.

카드 적합성 평가 S/W를 이용하여, 지불거래 프로토콜 중 Initialize CARD command, Purchase CARD command, Re-Initialize CARD command, Re-Purchase CARD command, Initialize CARD for Cancellation command, Cancellation CARD command의 적합성을 확인하였다. 위의 <그림 5>는 Initialize CARD command가 원활하게 이루어지고 있는지 적



〈그림 6〉 지불 단말기
(Fig. 6) Purchase terminal

합성을 평가 하는 장면이다. 맨 끝에 파란부분은 응답이 '0x9000'이 나온 것으로써, 보통 정상적인 처리에 대한 응답을 뜻하며, 따라서 정상적으로 초기화가 되었음을 알 수 있다. 이와 같은 방법으로 지불SAM 적합성 평가 S/W를 이용하여, Initialize SAM command, Credit SAM command, Cancellation SAM command, Re-Initialize SAM command, Re-Credit SAM command, Initialize SAM for Cancellation command의 적합성을 확인하였다.

또한 <그림 6>과 같이 ETRI에서 개발한 지불단말기에 나타나는 지불요금과 카드잔액을 통해 육안 및 음성으로 정상적으로 작동함을 확인하였다.

2. 테스트베드 결과

코레일네트웍스(이하 KN), 금융결제원(이하 KFTC), 하이플러스카드(이하 HP) 3가 모여, 광주에서, 각사가 개발한 전국호환 시스템을 구축하고, 480명의 테스트 요원을 선발하여 2008년 12월 23일 ~ 2009년 6월 30일까지 약 6개월 간 시범 운영을 하였다. 이는 본 논문의 제안에 따라 개발한 전국호환을 위한 X-CASH 시스템의 전국호환 기술의 성공 여부와 이를 통해 실제 환경에 적용 가능한지 실험해 보고 예상치 못한 오류 등을 파악 및 수정하기 위함이다. 위의 <그림 7>은 전국호환 X-CASH 시스템의 정산시스템에서 집계한 전국호환 하이패스플러스카드의 이용현황을 보여준다. 이는 전국호환

정산대상기간 : 2008-12-23 ~ 2009-03-31 기관: 코레일 (단위 원)

구분	A. 청구내역		B. 정산내역					
			합계		정산		반송	
	건수	금액	건수	금액	건수	금액	건수	금액
a.매입	81	276,900	81	276,900	81	276,900	0	0
b.정상	81	276,900	81	276,900	81	276,900	0	0
c.채처리	0	0	0	0	0	0	0	0
수수료		0				0		
확정수입금		0				276,900		

〈그림 7〉 KN 인프라에서 사용된 전국호환 하이패스플러스카드의 전국호환 카드 정산 현황

(Fig. 7) Nation-wide interoperable HiPassPlusCard settlement state in the KN infra

정산대상기간 : 2008-12-23 ~ 2009-03-31 기관: 코레일 (단위 원)

구분	A. 청구내역		B. 정산집계내역							
			합계		정산		반송		정산제외	
	건수	금액	건수	금액	건수	금액	건수	금액	건수	금액
a.매입	307	2,451,800	307	2,451,800	187	2,139,700	0	0	120	312,100
b.정상	307	2,451,800	187	2,139,700	187	2,139,700	0	0	0	0
c.취소	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d.재처리	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
e.승차권반환	120	312,000	0	0	0	0	0	0	120	312,100
수수료	0		0							
반환수수료	0		0							
확정수입금	0		2,139,700							

〈그림 8〉 HP 인프라에서 사용된 전국호환 X-CASH 카드의 전국호환 카드 정산 현황
 〈Fig. 8〉 Nation-wide interoperable X-CASH card settlement state in the HiP infra

X-CASH 단말기와 전국호환 X-CASH 지불SAM이 타사 카드의 이용을 정상적으로 처리하고, 뿐만 아니라 이를 정산시스템에 적절히 잘 반영하는 등 전국호환 K-CASH 시스템의 각 구성 요소가 잘 연계되어 원활한 작동이 이루어지고 있음을 확인 할 수 있다. 또한 <그림 8>은 HP가 개발한 전국호환 하이패스플러스카드 시스템의 정산시스템에서 집계된 전국호환 X-CASH 카드 사용 현황이다. 타사 정산시스템에 전국호환 X-CASH 카드 이용이 정상적으로 반영된 것을 통해, 전국호환 X-CASH 카드가 타사 시스템과 호환이 제대로 이루어짐을 확인할 수 있다. 이를 통해 개발한 전국호환 기술 및 이를 적용한 전국호환 X-CASH 시스템의 타당성을 입증하였다. 이는 실제 우리나라 전국에 전국호환 X-CASH 시스템의 구축이 가능함을 뜻하는 바이다.

V. 결 론

KS에 따른 전국호환 교통카드 및 관련 시스템을 구현하기 위한 핵심적이고 구체적인 표준기술을 개발하였다, 그리고 이에 대한 기능 및 성능을 확인하기 위한 전국호환 X-CASH 카드, 전국호환 지불SAM, 전국호환 지불단말기, 상호 정산시스템 등의 시제품을 개발하여, 적합성 평가를 통과하고, 테스트베드 과정을 성공적으로 마쳤다. 이로써 전국호환 교통카드 X-CASH 시스템이 전국호환 교통카드 시스템의 모델이 되어, 전국호환 대중교통의 조기 상용화를 이끌 수 있을 것으로 기대된다.

그리고 기존 버스 및 지하철 그리고 고속도로 및 철도의 인프라와 지불 수단을 호환 사용함으로써, 사용자에게 운송수단에 대한 괴리감을 제거하여 모든 대중교통 수단을 친숙하게 다가가 대중교통 활성화에 도움이 되고자 하였다.

또한 기차와 비행기 그리고 공공자전거와 같은 연계 대중교통 수단을 확대 가능하며, 각 수단별 연계 서비스가 가능하여 서비스가 향상될 것으로 기대된다. 특히 운송수단별 고유영역에 대해 상호보완적으로 적용하다. 예컨대 타 기관간의 데이터를 공유하게 되고, 공유된 데이터를 통해 교통 수요를 판단하여 공유하게 됨으로 각 운송수단별 보다 효율적인 배차 시스템을 운영이 가능할 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] 조규석, “교통카드 전국호환시스템 도입에 관한 연구, 한국운수산업연구원,” pp.1~61, 2005. 12.
- [2] 건설교통부, “대중교통기본계획,” pp.1~115, 2006. 6.
- [3] 금융결제원, “지급결제와 정보기술,” pp.1~60, 2008. 7.
- [4] 금융정보화추진위원회, “금융IC카드 표준(폐쇄형),” pp.1~65, 2008.
- [5] KS X 6924-1, 선불IC카드 : KS X 6923 대응 사용자카드 제1부 : 물리적 특성 및 기본 구조, pp.1-9, 2006. 10.
- [5] KS X 6924-2, 선불IC카드 : KS X 6923 대응 사용자카드 제2부 : 명령어 및 프로토콜, pp.1-22, 2006. 10.

- [7] KS X 6924-3, 선불IC카드 : KS X 6923 대응 사용자카드 제3부 : 암호 알고리즘, pp.1~10, 2006. 10.
- [8] KS X 6924 - 4, 선불IC카드 : KS X 6923 대응 사용자카드 제4부 : 적합성 시험, pp.1~50, 2006. 10.
- [9] KS X 6923 - 1, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제1부 : 물리적 특성 및 기본 구조, pp.1~25, 2004. 1.
- [10] KS X 6923 - 2, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제2부 : 명령어 및 프로토콜, pp.1~55, 2004. 1.
- [11] KS X 6923 - 3, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제3부 : 암호 알고리즘, pp.1~13, 2006. 10.
- [12] KS X 6923 - 4, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제4부 : 품질 인증 및 관리, pp.1~152, 2006. 12.
- [13] KS X 6925-1, 선불IC카드 : 지불단말기 제1부 : 물리 규격, pp.1~5, 2006. 10.
- [14] KS X 6925-2, 선불IC카드 : 지불단말기 제2부 : 논리 규격, pp.1~9, 2006. 10.
- [15] KS X 6925-3, 선불IC카드 : 지불단말기 제3부 : 보안 규격, pp.1~10, 2006. 10.
- [16] 코레일네트웍스, "OCAP 표준기술개발 및 테스트 베드 운영 사업 연구보고서," pp.1~231, 2009. 7.

저자소개



이 기 한 (Lee, Ki-Han)

1995년 2월 ~ 현재 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 교수
 1989년 3월 ~ 1994년 8월 : 서울대학교 컴퓨터공학 공학박사
 1987년 3월 ~ 1989년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학 공학석사
 1982년 3월 ~ 1987년 2월 : 서강대학교 전산학 이공학사



김 혜 현 (Kim, Hye-Hyeon)

2008년 3월 ~ 현재 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 석사과정
 2002년 3월 ~ 2008년 2월 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 학사



김 태 희 (Kim, Tae-Hee)

2007년 1월 ~ 현재 : 한국건설교통기술평가원 실장
 1986년 3월 ~ 2001년 2월 : 홍익대학교 교통계획 공학박사
 1984년 3월 ~ 1986년 2월 : 홍익대학교 도시계획 공학석사
 1980년 3월 ~ 1984년 2월 : 홍익대학교 도시계획 공학사



맹 재 환 (Maeng, Jae-Hwan)

2007년 3월 ~ 현 재 : 연세대학교 교통공학 공학박사 수료
2006년 3월 ~ 현 재 : 한국건설교통기술평가원 연구원
2004년 3월 ~ 2006년 2월 : 연세대학교 교통공학 공학석사
2000년 3월 ~ 2004년 2월 : 연세대학교 교통공학 공학사



박 하 나 (Park, Ha-Na)

2009년 3월 ~ 현 재 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 석사과정
2005년 3월 ~ 2009년 2월 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 학사