

하이패스플러스카드 전국호환 교통카드용 OBU 및 시스템 개발

OBU and System Development for HiPassPlusCard Nation-Wide Interoperable Transportation Card

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

요 약

하이패스플러스카드, 지불SAM, 지불단말기, 정산시스템, OBU 등으로 이루어진 기존 하이패스플러스카드 시스템은 표준에 정의 되지 않은 세부사항들로 인하여, 지역 간·사업자 간·교통수단 간 호환이 불가능하다. 이로 인해 많은 비효율적인 문제가 있음을 발견하였다. 예컨대 기존 하이패스플러스카드 사용자가 다른 사업자가 운영하는 대중교통 수단을 이용하려고 하면, 각각 그에 맞는 카드를 따로 구입하여 여러 개의 카드를 소지하고 다녀야 하는 번거로움이 있다. 또한 하이패스플러스카드 사업자가 이미 구축된 인프라에 기존 하이패스플러스카드 시스템을 적용하려고 하면, 그 인프라를 활용하지 못하고, 하이패스플러스카드만의 기술이 적용된 인프라를 구축해야 하는 중복투자가 발생한다. 이를 해결하고자 기존 하이패스플러스카드 시스템을 분석하여 문제점을 찾고, 기존 하이패스플러스카드 시스템을 수정하여, 하나의 카드로 전국 어디에서나 이용 가능한 전국호환 교통카드 하이패스플러스카드 시스템을 개발하였다. 그리고 이 전국호환 하이패스플러스카드 시스템에 대한 기술 및 성능을 보장하기 위해 적합성 평가를 하여 통과하였다. 또한 하이플러스카드, 금융결제원, 코레일네트웍스가 공동으로 광주광역시에서 6개월간 테스트베드를 운영함으로써, 실제 환경에 적용했을 때 나타날 수 있는 문제점을 발견하고 이를 보완하여 성공적인 결과를 거두었다.

Abstract

The existing HiPassPlusCard system is composed of the HiPassPlusCard, a Purchase SAM, a Purchase terminal, a settlement system and OBU. However, this system is confronted by the problem with its incompatibility. This problem occurred because the technology companies made cards in their own ways in respect of the parts which were not yet set by KS standard. Thus if existing HiPassPlusCard user wants to use any other public transportations, user would have to buy other cards and have to bring all them. Also if the HiPlusCard wants to extend their business to apply its technology into infrastructure of the other companies, the HiPlusCard has to construct infra independently so that it causes the such problems of duplicated investment. To solve these problems, we have analyzed and upgraded the existing HiPassPlusCard system, and we designed and developed the Nation-wide Interoperable HiPassPlusCard system. Then the conformity test demonstrated that it is efficiency-oriented and technically performs well. Also we, the HiPlusCard, the Korea Financial Telecommunications & Clearings and the KORAIL NETWORKS, run the Test-bed in Gwangju for 6 months. The test-bed indicated that Nation-wide Interoperable HiPassCard system practically works well.

Key words: Nation-wide HiPassPlusCard system, card, purchase SAM, purchase terminal, OBU, conformity test, testbed

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

* 주저자 : 하이플러스카드(주) 과천 기술개발실장

** 공저자 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 교수

*** 공저자 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 석사과정

**** 공저자 : 한국건설교통기술평가원 실장

***** 공저자 : 한국건설교통기술평가원 연구원

***** 공저자 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 석사과정

† 논문접수일 : 2010년 3월 4일

† 논문심사일 : 2010년 5월 10일

† 게재확정일 : 2010년 5월 13일

I. 서 론

교통카드란 대중 교통수단 이용의 대가를 지급하기 위한 전자적 카드를 의미한다. 이 교통카드는 교통 이용자에게 편리함을 제공하고, 교통운영주체의 경영 효율화를 도모하기 위하여 도입이 되었다[1]. 하이플러스카드도 이에 동참하여 산업표준규격을 준수하여 하이패스플러스카드 대중교통시스템을 개발하고, 운영하였다. 그러나 산업표준규격에는 사업자의 AID(Application ID)와 같은 정의되지 않은 부분이 존재하였다. 이렇게 정의되지 않은 부분은 하이플러스카드 자체적으로 개발하여 사용하고 있기 때문에, 기존의 하이패스플러스카드 시스템은 다른 사업자의 대중교통 시스템과 호환이 되지 않았다. 이는 기존 하이패스플러스카드 단말기가 다른 사업자 카드의 인식 및 처리가 불가능함을 뜻한다. 이러한 문제는 기존 하이패스플러스카드 사용자가 다른 사업자가 운영하는 대중교통 수단을 이용하려고 할 경우, 각각 그에 맞는 카드를 따로 구입하여야 하고, 여러 개의 카드를 항상 소지하고 다녀야 하며, 환승 할인과 같은 혜택도 받을 수 없어 불만을 야기 시켰다. 또한 하이플러스카드가 기존 하이패스플러스카드 시스템을 타 인프라에 적용하려고 할 경우, 타 인프라에 설치되어 있는 시스템을 활용할 수 없어 하이플러스카드만의 독자적인 구축을 해야 하는 사회적 손실을 유발하였다. 이렇게 기존 하이패스플러스카드 시스템이 사용자의 이중 소비 및 사업자의 이중 투자 등 비효율적 비용을 유발하기 때문에 이를 해결하고자 하이플러스카드는 교통카드, 지불SAM(Secure Application Module), 지불단말기, OBU(On Board Unit), 정산시스템 등으로 이루어져 있는 기존 하이패스플러스카드 시스템의 기술 및 현황을 분석하였다. 그리고 기존 하이패스플러스카드 시스템을 수정하여, 전국호환이 가능한 전국호환 하이패스플러스카드, 전국호환 하이패스플러스카드 지불SAM, 전국호환 하이패스플러스카드 지불단말기, 전국호환 OBU, 상호 정산시스템 등 전국호환 교통카드 하이패스플러스카드 시스템을 개발하였다. 개발 시 중점이 된 사항은 기존 하이패스플러스카드의 거래도 가능해야 한다

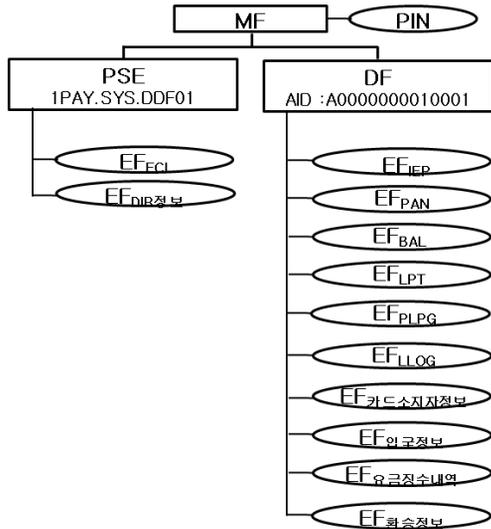
는 것과, 전국호환 기능이 추가됨에도 기존의 성능을 낼 수 있는 방안을 모색하는 것이었고, 이를 미들웨어 환경을 조성함으로써 극복하였다. 그리고 이렇게 개발한 전국호환 하이패스플러스카드 시스템을 검증하기 위해, 버스 및 지하철에서 사용되는 금융결제원(KFTC)의 전국호환 K-CASH 카드와 철도에서 사용되는 코레일네트워크(KN)의 전국호환 X-CASH 카드와 같이 적합성 평가 및 테스트베드를 운영함으로써 호환이 잘 이루어짐을 증명하였다[2-4].

본 논문은 2장에서 기존 하이패스플러스카드 시스템을 파악하고자 표준 규격과 기존 하이패스플러스카드를 분석한 결과를 기술한다. 그리고 3장에서는 전국호환을 위해 카드의 파일구조와 프로토콜 변경 사항, 전국호환을 위해 준수한 지불SAM의 명령어, 지불단말기의 변경된 사양, 전국호환 OBU, 상호 정산시스템 등 전국호환 교통카드 하이패스플러스카드 시스템 개발에 대한 주요 내용을 기술한다. 그리고 4장에서는 개발한 시스템에 대한 적합성 평가 결과와 테스트베드 운영 결과를 기술하며, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

1. 표준 규격 분석

교통카드, 지불SAM, 지불단말기에 적용된 표준 규격을 검토한 결과 전반적인 규격을 최대한 활용하고, 전국호환을 위한 하이패스플러스카드 시스템에 필요한 사항이 있으면 추가해야 한다고 판단하였다. 교통카드 규격은 선불IC카드 규격[KSX6924]으로, 교통카드에 대한 물리적인 특성, 기본구조, 명령어 프로토콜, 암호 알고리즘, 시험항목, 방법 등에 관한 사항이 규정되어 있다[4-7]. 그리고 지불SAM은 지불SAM규격[KSX6923]으로, 교통카드 지불거래 시 금액 등 관련 정보를 확인, 검증할 수 있도록 단말기 내부에 장착되는 칩에 대한 물리적 특성 및 기본 구조, 명령어, 암호, 알고리즘 등이 규정되어 있다[8-11]. 마지막 지불단말기는 선불IC카드 규격과 지불SAM 규격의 물리규격을 준수하여 대응할 수 있도



<그림 1> 기존 하이패스플러스카드 파일 구조
 <Fig. 1> The existing HiPassPlusCard card file configuration

록 규정하고 있다[12-14].

2. 기존 하이패스플러스카드 시스템 분석

기존 하이패스플러스카드의 파일 구조는 <그림 1>과 같다. 먼저 최상위에 MF(Master File)이 존재한다. 그 아래 여러 개의 DF(Dedicated File)와 EF(Element File)가 존재한다. 교통카드 지불거래에 필요한 각 파일에 대한 설명은 다음과 같다[15].

AID가 A0000000010001인 DF는 교통카드 어플리케이션으로써, 실제 부가정보 파일들을 저장하고 있다.

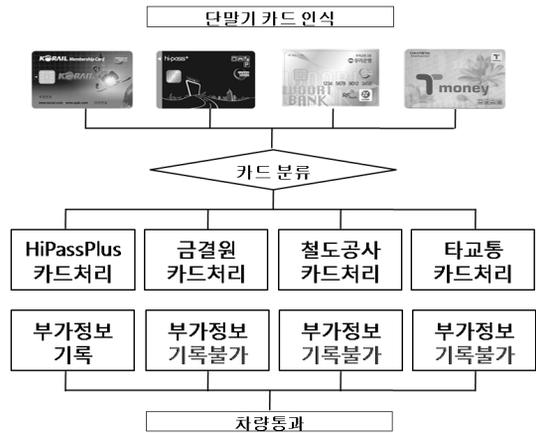
EF_{IEP}는 도로공사 선불카드 정보 파일로써, 선불카드 서비스동안 기록되거나 수정된 파라미터들과 고정 데이터 요소들이 포함된다.

EF_{PAN}은 가치저장 시 사용하는 파일로써, 선불카드에 연결되어 있는 계좌의 정보이다.

EF_{BAL}은 도로공사 선불카드 잔액 파일로써, 선불카드에 남아 있는 금액, 최대 저장 금액, 1회 출금 가능한 최대 금액을 포함한다.

EF_{LPT}는 마지막 구매 거래 내역 파일로써, 제일 마지막에 수행한 거래 데이터를 기록한다.

EF_{PLPG}는 구매 거래 내역 파일로써, 가장 최근에



<그림 2> 기존 하이패스플러스카드 단말기의 카드 인식
 <Fig. 2> Card awareness of the existing HiPassPlus-Card card terminal

이루어진 하나 이상의 구매거래 및 취소거래의 데이터를 기록한다.

EF_{LLOG}는 가치저장 거래 내역 파일로써, 가장 최근의 가치저장 거래를 포함한 하나이상의 가치저장 데이터를 기록한다.

EF_{카드소지자정보}는 교통수단 이용 시 카드소지자의 신분예 따라 교통요금에 다르게 적용될 수 있으며, 소지자의 신분을 구분하기 위해 카드 내에 카드소지자 정보를 기록한다.

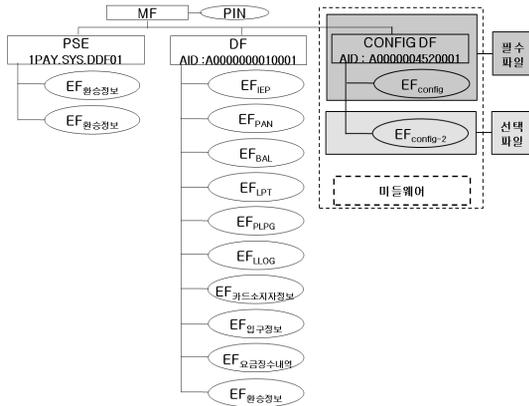
그 밖에도, 고속도로 입구정보를 저장하는 EF_{입구정보}, 고속도로 요금징수 내역을 저장하는 EF_{요금징수}, 환승정보를 저장하는 EF_{환승정보} 등이 있다.

그리고 <그림 2>와 같이, 단말기는 이처럼 호환을 고려하지 않은 채, 자사의 AID만을 인식하여 거래할 수 있도록 설계되어 있다. 따라서 다른 사업자 카드의 AID를 인식할 수 있는 방법이 없어, 거래 중에 필요한 다른 사업자 카드 안에 있는 중요한 정보의 읽기 및 쓰기가 불가능하다.

III. 전국호환 하이패스플러스카드 시스템 설계

1. 전국호환 하이패스플러스카드 설계

1) 파일 구조 변경



<그림 3> 전국호환 하이패스플러스 카드 파일 구조
<Fig. 3> Nation-wide interoperable HiPassPlusCard file configuration

각 사의 교통카드에는 고유의 AID를 가지고 있고, 기존 하이패스플러스카드도 마찬가지로 <그림 1>에서 알 수 있듯이 A0000000010001에 해당하는 AID를 가지고 있다. 그러나 전국호환 하이패스플러스카드에 신규 AID를 부여하고, 단말기 접촉 시 모든 AID와 비교하여 카드를 인식하는 기존과 같은 방법으로 카드 발행사를 식별한다면, 각각 부여할 AID수가 너무 많이 필요하고, 기존보다 2배정도의 확인 프로세스를 수행하여야 한다. 이러한 문제를 고려하여 본 연구에서는 루트 디렉토리 하위에 기존 파일 및 구조를 유지하고, 그 외에 CONFIG DF 및 EFconfig와 EFconfig-2등의 미들웨어를 추가하여 전국호환 하이패스플러스카드와 기존 하이패스플러스카드와 구분 가능하게 하였다. 변경된 전국호환 하이패스플러스카드의 구조는 <그림 3>과 같다.

추가한 파일의 기능 및 역할은 다음과 같다.

CONFIG DF는 루트 하위에 호환사용을 위하여 꼭 존재해야 하는 필수파일이다. 이 CONFIG DF는 AID가 A0000002450001인 DF(이하 ADF)의 형식 정보를 저장하여 외부에 제공하며, 단말기에 카드를 접촉하면 제일 먼저 CONFIG DF를 선택한다. 즉 단말기에 카드 접촉 시 카드의 CONFIG DF의 존재 여부는 전국호환 기능이 포함되어 있는지 아닌지 판단 기준이 되며, 또한 CONFIG DF가 외부에 제공하는 정보인 ADF의 형식 정보를 통해 발행사인 하이패스플러스

카드임을 알려준다. 이렇게 CONFIG DF를 추가하지 않고 단지 카드에 새로운 AID를 부여하기만 한다면, 단말기가 기존 하이패스플러스카드인지, 전국호환 하이패스플러스카드인지, 기존 타사 카드인지, 전국호환 타사 카드인지를 저장된 모든 교통카드의 AID와 비교해야 전국호환 하이패스플러스카드임을 인식할 수 있게 된다. 이렇게 인식하는데 시간이 오래 걸리는 문제점을 CONFIG DF를 통해 최대 2번의 선택과정으로 인식이 가능하게 함으로써 해결한 것이다. 그리고 CONFIG DF 하위에 필수파일인 EFconfig와 선택파일인 EFconfig-2를 설계하였다.

EFconfig는 교통호환 DF와 그 안의 모든 파일에 대한 정보를 저장하고 있다. EFconfig의 구조는 <표 1>과 같다.

EFconfig는 필수파일로써, CONFIG DF 선택 시 이 EFconfig의 내용으로 응답을 할 수 있으며, Read Record 명령으로 파일 내용의 정보가 조회 가능하다. 파일 내용은 카드가 지원하는 전국호환 카드 규격 버전, 전국호환 카드 규격 중 카드가 지원하는 항목, ADF의 AID, ADF에서의 존재하는 부가정보 파일의

<표 1> EF_{config}의 구조
<Table. 1> Configuration of EF_{config}

| 파일 구조 | | Lf | | | |
|-------|--------|--------------|----------------|----|--|
| 파일 크기 | | | | | |
| Tag | Length | 항목 | Value | 조건 | |
| 6F | | FCI 템플릿 | | 필수 | |
| 84 | | DF 이름 | | 필수 | |
| A5 | | FCI 속성 템플릿 | | 필수 | |
| | 50 | 카드 규격 | 0100 | 필수 | |
| | 47 | 지원 항목 | | 필수 | |
| | 43 | IDCENTER | | 필수 | |
| | 11 | 잔액 조회 명령 | | 필수 | |
| | 4F | ADF AID | | 필수 | |
| | 9F10 | 부가정보파일 형식 정보 | | 필수 | |
| | 45 | 카드소지자 정보 | | 필수 | |
| | 5F24 | 유효 기간 | | 필수 | |
| | BFOC | Var | FCI 발급자 임의 데이터 | 필수 | |

레코드 번호

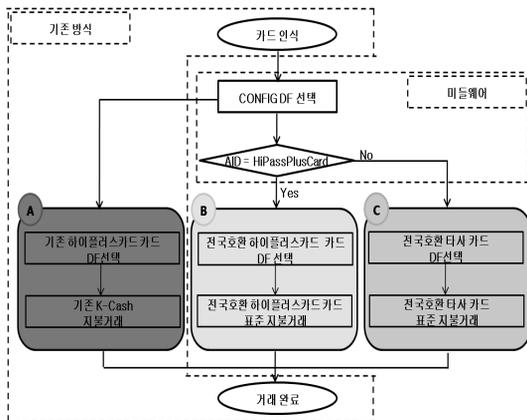
<표 2> EF_{config-2}의 구조
 <Table 2> Configuration of EF_{config-2}

| 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 |

형식 정보, 카드 소지자에 대한 정보, 각 전국호환 교통카드 사업자의 임의의 정보, 카드 유효기간, 잔액 조회 명령 등이다. 그리고 이 EF_{config}의 1번 레코드는 필수 항목이고 교통 호환을 위한 정보를 저장하고 있다. 그러나 2번 이하의 레코드는 발급사가 임의의 데이터를 저장할 수는 선택 항목이다.

EF_{config-2}는 다음 <표 2>와 같이, 하이패스 거래를 위한 정보를 저장하고 있는데, 도로공사의 카드 이외의 카드가 하이패스 거래가 가능한 경우에만 존재하는 선택파일이다. Read Record 명령으로 파일 내용의 정보가 조회 가능하며, 하이패스 정보는 EF_{config-2}의 1번 레코드에 저장한다.

2) 프로토콜 변경



<그림 4> 전국호환 HiPassPlusCard 프로토콜
 <Fig. 4> Nation-wide interoperable HiPassPlusCard purchase protocol

기존에는 하이패스플러스카드만 통신을 하여 거래를 하였지만, 기존 하이패스플러스카드뿐만 아니라 전국호환 하이패스플러스카드, 전국호환 타사 카드를 모두 처리할 수 있도록 <그림 4>와 같이 미들웨어를 설계 및 개발하였다. 또한 카드의 무선 프로토콜 타입(타입 A/B)에 상관없이 사용이 가능하도록 하였다. 따라서 전국호환 지불단말기는 기존 하이패스플러스카드, 전국호환 하이패스플러스카드, 전국호환 타사 카드를 지속적으로 모니터링 하다가 카드가 발견되면, 먼저 CONFIG DF를 선택한 다음, 응답을 통해 기존 하이패스플러스카드와 전국호환 카드를 구분한다. 기존 하이패스플러스카드 카드의 경우 기존 하이패스플러스카드의 지불 거래 처리 순서를 따르고, 전국호환 카드의 경우 각 발행사를 구분한 후 전국호환 표준 지불 거래 처리 순서를 따라 거래를 수행 한다.

2. 전국호환 하이패스플러스카드 지불SAM 설계

지불SAM은 카드와 통신하여 정해진 프로토콜에 의해 거래를 수행하는 보안 칩이다[16]. 전국호환 하이패스플러스카드 지불SAM이 거래에 사용하는 명령은 KSX6923을 준용하였고, 변경된 명령의 APDU(Application Protocol Data Unit)는 위의 <표 3>과 같다. 이에 대한 더 자세한 사항은 KSX6923-2를 참조하면 된다. Initialize_SAM명령은 거래를 수행하기 위하여 지불SAM을 초기화하고, Credit_SAM명령

<표 3> 전국호환 하이패스플러스 지불SAM 명령어
 <Table. 3> Nation-wide Interoperable HiPassPlusCard purchase SAM command

| 거래명령 | 변경 전 | | | | 변경 후 | | | |
|---------------------------------|------|-----|----|------|------|-----|----|----|
| | CLS | INS | P1 | P2 | CLS | INS | P1 | P2 |
| Initialize_SAM | 80 | 70 | 00 | 01 | 80 | 02 | 00 | 00 |
| Credit_SAM | 80 | 72 | 01 | 00 | 80 | 04 | 00 | 00 |
| Re-initialize_SAM | 80 | 70 | 00 | 02 | 80 | 22 | 00 | 00 |
| Re_credit_SAM | 80 | 72 | 01 | 00 | 80 | 44 | 00 | 00 |
| Initialize_SAM_for_Cancellation | 80 | 70 | 01 | 00 | 80 | 46 | 00 | 00 |
| Cancellation_SAM | 80 | 74 | 0 | 1 00 | 80 | 48 | 00 | 00 |

<표 4> 전국호환 하이패스플러스카드 지불단말기 사양
 <Table. 4> Nation-wide interoperable HiPassPlusCard purchase terminal specifications

| | |
|--|---|
| [리스트] : 요구사항 | |
| [카드 처리부 인터페이스] : RS-422 | |
| [카드 인터페이스] : 비접촉식 | |
| [모바일결제 인터페이스] : RS-232 (예비) | |
| [SIM Type SAM 슬롯 수] : SIM 5개 | |
| [PLCC SAM 슬롯 수] : SIM 5개 | |
| 제어 프로세서 | [마이크로 프로세서] : ATMEL/ATmega128 [마이크로 컴퓨터] : 8 bit 마이컴 [동작 클럭] : 14.7456MHz [메모리] : 128KB Flash Memory, 4KB EEPROM, 4KB SRAM 내장 [기타] : 2UART 내장, Programmable IO Line |
| 통신 | [거리] : 50mm 이상, [속도] : 400mS 이하 |
| [사용 가능한 카드 규격] : ISO-1443 Type A Card, ISO-1443 Type B Card, Mifare Card | |
| 7세그먼트 표시 | [차종] : 1자리, [요금] : 6자리, [잔액] : 6자리 |
| LED 표시 | [유도] : BLUE, 24개, 이중 밝기 [정상] : GREEN, 10개, 이중 밝기 [오류] : RED, 10개, 이중 밝기 |
| [FAN] : DC 24V FAN 4개 구동 | |
| [히터] : 24V, 10W 시멘틱 저항 | |
| [스피커] : 5W, 4ohm, 66*66mm | |
| [Board 크기] : 247mm X 140mm X 1.6mm, 4 Layer | |

은 거래 기록을 생성하고 거래를 종료한다. 그리고 Re_initialize_SAM 명령은 직전거래 중 오류 또는 비정상 종료 시 재거래를 수행하기 위해 지불SAM을 초기화하며, Re_credit_SAM 명령은 재거래를 수행하고 서명을 생성해서 종료한다. 또한 Initialize_SAM_for_Cancellation 명령은 직전거래를 취소하기 위해 지불SAM을 초기화하며, Cancellation_SAM 명령은 직전 거래를 취소하고 거래를 종료한다.

3. 전국호환 하이패스플러스카드 지불단말기 설계

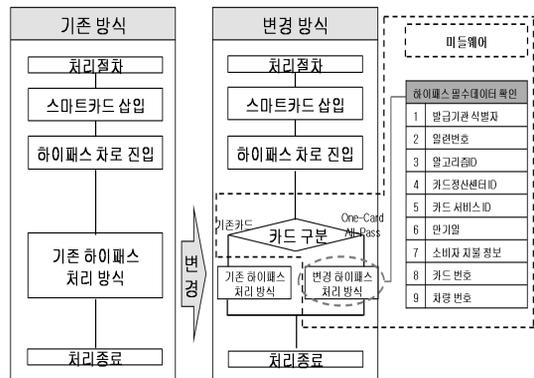
지불단말기는 카드가 지불단말기 안에 장착된 지불SAM과 통신하여 거래를 할 수 있도록 카드를 인식하고 거래 내역을 저장하는 기기이다. 전국호환 카드를 인식하기 위해 개발한 전국호환 하이패스플

러스카드 지불단말기는 접촉식 및 비접촉식으로 카드의 이용요금징수, 충전, 잔액조회 등을 하기 위한 내부 안테나와 접촉식카드 인터페이스, 요금 터미널 제어기, 그리고 차종, 요금, 잔액을 표시하는 표시부 및 제어 보드로 구성되어 있으며, 사양은 위의 <표 4>와 같다.

4. 전국호환 OBU 설계

OBU는 차량용 단말기로서, 차량에 장착하여 카드를 삽입하면, 하이패스 차로 진입 시 자동으로 요금이 차감되는 하이패스 거래를 하는 기기이다[17]. 이 하이패스 거래는 3단계로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 초기화 단계로써 하이패스 거래에 앞서 교통카드 정보를 미리 읽어두어 메모리에 저장하고, 두 번째는 처리 단계로써 차로로부터 전달된 통행요금을 인증 절차를 거쳐 차감하며, 마지막은 후처리 단계로써 통행료 차감이 수행된 결과를 카드 내 메모리에 기록한다.

본 연구에서는 기존 하이패스플러스카드만을 인식하고 처리하는 기존 OBU를 수정하여 기존 하이패스플러스카드 카드뿐 아니라 전국호환 카드도 처리할 수 있도록 변경하는 것이 요구되었다. 따라서 전국호환 OBU는 하이패스 차로 진입 시, 기존 하이패스플러스카드와 전국호환 카드를 구분하여, 기존 하이패스플러스카드면 기존 방식 그대로, 전국호환 카



<그림 5> 전국호환 하이패스플러스카드 프로토콜
 <Fig. 5> Nation-wide interoperable HiPassPlusCard protocol

드면 전국호환 카드 처리 방식으로 처리하도록 미들웨어를 설계 및 개발 하였다. 이는 <그림 5>와 같다.

또한 기존 OBU는 초기화 단계에서 EF_{IEP}, EF_{카드소} 지자정보 두 가지 파일을 읽고 메모리에 저장하기 때문에 97ms가 소요되는데, 이러한 방법으로 전국호환 카드를 처리하게 되면 230ms가 소요되어, 기존 OBU에 비해 2배 이상 시간이 지체되어 성능 개선이 요구되었다.

이를 위해 기존 OBU가 초기화 시 읽는 EF_{IEP}, EF_{카드소지자정보} 파일에 저장된 내용 전부 다 하이패스 거래에서 필요하지는 않다는 점을 착안하여 연구하였다. 따라서 CONFIG DF의 하위에 존재하는 EF_{config}를



<그림 6> 전국호환 OBU
<Fig. 6> Nation-wide interoperable OBU

<표 5> 상호 정산시스템의 프로세서와 역할
<Table. 5> Interoperable settlement system' processor and role

| 프로세서 | 역할 |
|--------------------|--|
| BL 등록 | BL 등록 후 타 기관으로 BL 온라인 전송 |
| BL 전송 요청 | 파일전송, 수정분 수동 전송 요청 |
| 전국호환 지불현황 조회 | 전국호환카드 지불현황을 조회 |
| 특정카드 거래내역 조회 | 전국호환 거래내역을 포함하여 특정카드 거래내역을 조회. |
| 타 기관 일일정산현황 | KFTC 및 KN 인프라에서 거래된 HP 정산내역을 조회 |
| 매입자료 처리현황 | KFTC 및 KN 인프라에서 거래된 HP 지불내역의 매입파일 수신시각 및 일마감 단계별로 처리시각을 조회 |
| 인증 처리 요청 | 해당 기관의 매입 파일에 대하여 정산리너로 인증 처리를 요청 |
| 반송심사, 집계처리 요청 | 해당 기관의 매입 파일에 대하여 정산리너로 반송심사 및 집계 처리 |
| 반송자료 전송 요청 | 해당 기관의 매입 파일에 대하여 필요 시 중계시스템으로 반송자료를 전송 요청 |
| 일반차료/하이패스 일일정산현황 | 도로공사의 광주/장성 영업소에서 거래된 KFTC, KN에서 발행한 카드의 정산내역 조회 |
| 일일정산 처리현황 | 도로공사 광주/장성 영업소에서 전송된 일마감 파일 수신 일시 및 전국호환정산을 위한 일마감 처리 일시를 조회 |
| 정산자료생성 요청 | 해당 영업소의 일마감 파일에 대하여 정산리너로 전국호환 정산자료 생성 요청을 |
| 재인증 처리 요청 | 해당 영업소의 일마감 파일에 대하여 정산리너로 전국호환 재인증 처리를 요청 |
| 집계 처리 요청 | 해당 영업소의 일마감 파일에 대하여 정산리너로 전국호환 집계 처리를 요청 |
| 매입파일 전송요청 | 도로공사 광주/장성 영업소에서 발생한 거래에 대해 중계시스템으로 매입자료 전송 요청 |
| 기관별/영업소 반송자료 조회 조회 | 도로공사 광주/장성 영업소에서 거래된 타사카드 및 타 기관 인프라에서 사용된 HP의 매입 자료에서 반송 처리된 거래내역을 조회 |
| 특정카드 전후거래내역 조회 | 반송자료의 검증을 위한 전후거래내역의 잔액을 비교 조회 |
| 반송자료 정상승인 처리 | 반송거래 거래후잔액과 다음거래의 거래잔액을 조회하여 정상적인 출금으로 판별되었을 경우 정상승인 처리 |
| 재처리 지불현황조회 | 도로공사 광주/장성 영업소에서 거래된 타기관 카드의 거래내역 중 타기관에서 반송 처리된 내역을 재처리하여 청구한 내역을 조회 |
| 카드사별 통행료 지불내역 조회 | 기관(HP/KN/KFTC)별 일정산 현황을 조회 |
| 전국호환 재인증 처리 | 일마감 처리 시 또는 정산시스템의 요청에 의하여 전국호환용 카드에 대한 인증처리 수행 |
| 반송심사 처리 | 일마감 처리 시 또는 정산시스템의 요청에 의하여 반송심사 프로시저를 호출 |
| 집계 처리 요청 | 일마감 처리 시 또는 정산시스템의 요청에 의하여 정산 집계 프로시저를 호출 |

이용하여 Read Record 명령으로 하이패스 거래에 필요한 필수 데이터를 읽어 와서 처리하게 함으로써, 기존 OBU의 초기화 시간과 비슷하게 100ms가 나올 수 있도록 성능을 개선하였다. 즉 하나의 명령으로 하이패스에서 필수적으로 필요한 데이터만을 수집하여 처리하게 함으로써 처리 시간을 현저하게 줄인 것이다. 개발된 전국호환 OBU의 외관은 <그림 6>과 같다.

5. 상호 정산시스템 설계

상호 정산시스템은 하이패스플러스카드 인프라에서 발생하는 기존 하이패스플러스카드 거래내역 및 전국호환카드의 거래내역과 타 인프라에서 생성된 전국호환 하이패스플러스카드의 매입 자료를 수집하여, 각 기관별로 상호정산 수익금을 집계하고, 각 기관에 해당하는 매입 자료를 표준 전문을 통해 송수신한다. 그리고 이를 각 사의 상호 정산시스템에 반영하여 운영자에게 조회 단말을 통해 정산 정보를 제공한다.

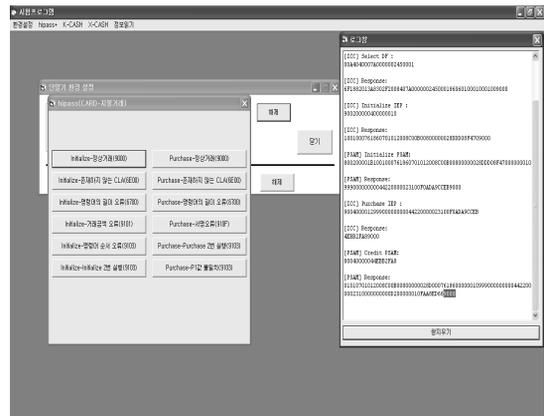
상호 정산시스템은 위의 <표 5>에서 설명하는 바와 같이, 각 각의 역할을 하는 프로세서를 포함하는 미들웨어가 있어 정산 처리가 가능하며, 운영자는 전국호환 카드 지불현황, 특정카드 거래내역, 타기관 일일정산 내역, 일반차료/하이패스 일일정산현황, 기관별/영업소 반송자료, 재처리 지불 현황 조회, 카드 사별 통행료 전자 지불 내역 등이 조회가 가능하다.

IV. 검 증

1. 적합성 평가

국제표준화기구에서 제정한 카드관련 국제표준, 한국산업규격을 참조하여, 전국호환 하이패스플러스카드와 단말기 사이의 프로토콜과 명령어 처리가 올바르게 동작하는지 확인하기 위해 적합성 평가를 실시하였다. 이 적합성 절차는 전국호환 하이패스플러스카드를 위해 새롭게 추가되거나 수정하였다.

카드 적합성 평가 S/W를 이용하여, < 그림 7>과



<그림 7> 지불 프로토콜의 적합성 평가
<Fig. 7> Purchase protocol conformity test

같이, Initialize CARD command, Purchase CARD command, Re-Initialize CARD command, Re-Purchase CARD command, Initialize CARD for Cancellation command, Cancellation CARD command등의 적합성 준수 여부를 확인하였다.

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 command등의 적합성 준수 여부를 확인하였다.

Anti-Collision 알고리즘을 포함하는 통신 측정기와 충돌방지 측정기를 이용하여, 거리 0~10cm, 각도 0~90° 사이에서 시료의 접촉 각도에 따른 통신거리 확인하고, 여러 개의 시료 존재 시 충돌이 방지됨을 확인하였다.

전국호환 하이패스플러스카드 지불단말기에 나타는 지불요금과 카드잔액을 통해 육안 또는 음성으로 정상적으로 작동함을 확인하였다.

2. 시험 운영 결과

하이플러스카드 및 KFTC와 KN이 공동으로 광주광역시에서 테스트요원을 선발하여 2008년 12월 23일 ~ 2009년 6월 30일까지 약 6개월 동안 테스트베드를 구축 및 운영을 하였다. 하이플러스카드, KFTC,

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

| 구분 | A. 청구내역 | | B. 정산내역 | | | | | |
|---------|---------|---------|----------|---------|-----|---------|----|----|
| | | | 합계 | | 정산 | | 반송 | |
| | 건수 | 금액 | 건수 | 금액 | 건수 | 금액 | 건수 | 금액 |
| a.매입 | 615 | 569,210 | 615 | 569,210 | 615 | 276,900 | 0 | 0 |
| b.정상 | 615 | 569,210 | 615 | 569,210 | 615 | 276,900 | 0 | 0 |
| c.취소 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d.재처리 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| e.승차권반환 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 수수료 | 0 | | 0 | | | | | |
| 반환수수료 | 0 | | 0 | | | | | |
| 확정수입금 | 0 | | 569,2100 | | | | | |

<그림 8> KFTC 인프라에서 사용된 전국호환 하이패스플러스카드 정산 현황

<Fig. 8> Nation-wide interoperable HiPassPlusCard settlement state in the KFTC infra

KN이 각각 미들웨어가 포함된 자사의 인프라를 구축하고, 미들웨어가 포함된 각 사의 전국호환 카드를 타 사의 인프라에서 사용해 봄으로써 호환 기능이 잘 이루어지는지 확인하고, 하이패스플러스카드 시스템을 실제 환경에 적용했을 때 나타나는 예상치 못한 문제점을 찾아 이를 개선하기 위함이다.

만약 전국호환 하이패스플러스카드를 KFTC 혹은 KN의 전국호환 단말기에 접촉하였을 때 카드가 제대로 인식되지 않거나, 요금이 정상적으로 차감되지 않아 정산시스템에 반영되지 않는다면, 전국호환 기능이 제대로 이루어지지 않는 것이므로 전국호환 하이패스플러스카드가 호환 기능을 잘 수행하지 못한다고 생각할 수 있다. 더불어 KFTC 혹은 KN의 전국호환 카드를 전국호환 하이패스플러스카드 단말기

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.재처리 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 수수료 | 0 | | 0 | | | | | |
| 확정수입금 | 0 | | 276,900 | | | | | |

<그림 9> KN 인프라에서 사용된 전국호환 하이패스플러스카드 정산 현황

<Fig. 9> Nation-wide interoperable HiPassPlusCard settlement state in the KN infra

가 인식하지 못하거나 정산이 원활하게 이루어지지 않으면 전국호환 하이패스플러스카드 단말기, OBU, 상호 정산시스템 등의 전국호환 하이패스플러스카드 시스템이 개발이 제대로 이루어지지 못한다고 판단할 수 있다. 물론 KFTC, KN의 교통카드 시스템에서 문제가 발생할 수도 있으나 본 논문에서는 고려 사항이 아니다.

그러나 다음 <그림 8>은 3개월간 KFTC 인프라에서 사용된 전국호환 하이패스플러스카드의 정산 현황이고, <그림 9>는 3개월간 KN 인프라에서 사용된 전국호환 하이패스플러스카드의 정산 현황을 보여준다. 또한 <그림 10>과 <그림 11>은 전국호환 하이패스플러스카드 시스템에서 각각 KN, KFTC의 전국호환 카드를 사용하여 요금 정산이 이루어진 화면을

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 10> HP 인프라에서 사용된 전국호환 X-CASH 카드의 전국호환 카드 정산 현황

<Fig. 10> Nation-wide interoperable X-CASH card settlement state in the HiP infra

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

| 구분 | A. 청구내역 | | B. 정산내역 | | | | | |
|-------|---------|---------|---------|---------|-----|---------|----|----|
| | | | 합계 | | 정산 | | 반송 | |
| | 건수 | 금액 | 건수 | 금액 | 건수 | 금액 | 건수 | 금액 |
| a.매입 | 142 | 282,500 | 142 | 282,500 | 142 | 282,500 | 0 | 0 |
| b.정상 | 137 | 271,400 | 142 | 282,500 | 142 | 282,500 | 0 | 0 |
| c.재처리 | 5 | 11,100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 수수료 | | 0 | | | | 0 | | |
| 확정수입금 | | 0 | | | | 282,500 | | |

<그림 11> HP 인프라에서 사용된 KFTC의 전국호환 카드 정산 현황

<Fig. 11> KFTC's Nation-wide interoperable card settlement state in the HiPlusCard infra

보여준다. 이렇게 정산이 원활히 이루어지고 있는 것으로 보아 전국호환 하이플러스카드 카드의 호환이 미들웨어를 통해 잘 이루어져, 거래가 정상적으로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

기존의 하이패스플러스카드 시스템은 표준을 따르고 있으나, 표준에 정의되지 않은 부분은 각자의 독자적인 구축이 이루어졌고, 이 때문에 지역 간, 사업자 간, 교통수단 간 상호호환이 불가능 하여 많은 문제가 발생하는 것을 발견하였다. 이에 본 논문은 기존의 하이패스플러스카드 시스템의 현황과 표준 규격을 분석하고, 기존의 하이패스플러스카드 시스템을 수정하여, 전국호환 하이패스플러스카드 교통카드, 전국호환 하이패스플러스카드 지불SAM, 전국호환 하이패스플러스카드 지불단말기, 상호 정산시스템 등의 전국호환 하이패스플러스카드 시스템과 전국호환 OBU의 시제품을 개발하였다. 이는 기존 하이패스플러스카드도 사용이 가능하고, 전국호환 기능이 부여됨으로써 생기는 오버헤드를 극복하기 위해 카드의 기존 구조를 유지하면서 CONFIG DF 및 EFCONFIG를 추가하여 미들웨어 환경을 만들었다는 데 의의가 있다. 이로써 기존 하이패스플러스카드와 전국호환 하이패스플러스카드 모두 사용이 가능하며, 전국호환 기능을 부여됨에도 불구하고 기존 시스템과 비슷한 성능을 낼 수 있다. 그리고 시제품

에 적용된 기술의 성능을 평가하기 위해 적합성 평가를 실시하여 통과하였고, 테스트베드 과정을 거쳐 오류를 보완함으로써 성공적으로 마쳤다. 이로써 전국호환이 되지 않아 중복 소비 및 중복 투자가 불가피했던 사용자와 사업자 그리고 정부차원의 사회적 비용 낭비를 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 교통카드 전국호환 서비스 제공의 기술적 기반을 조성하고, 전국호환 교통카드 시스템에 의한 서비스의 다양화, 신뢰성, 실시간 유용성을 빨리 확보하는데 도움이 될 것으로 기대된다. 그리고 한 사용자가 전국 어디에서나 이용 가능한 하나의 카드를 사용함으로써, 국민의 대중교통 이용 실태 파악이 쉽고, 이를 반영하여 대중교통 정책 수립하는데도 도움을 줄 수 있다. 따라서 국내뿐만 아니라 전 세계적인 차세대 교통 선진화 조기 실현을 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 금융정보화추진위원회, “금융IC카드 표준(폐쇄형, 개방형),” pp. 1~65, 2008.
- [2] 건설교통부, “대중교통기본계획,” pp.1~115, 2006. 6.
- [3] 금융결제원, “지급결제와 정보기술,” pp.1~60, 2008. 7.
- [4] 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.
- [6] KS X 6924 - 3, 선불IC카드 : KS X 6923 대응 사용자카드 제3부:암호 알고리즘, pp.1-10, 2006. 10.
- [7] KS X 6924 - 4, 선불IC카드 : KS X 6923 대응 사용자카드 제4부:적합성 시험, pp.1-50, 2006. 10.
- [8] KS X 6923 - 1, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제1부:물리적 특성 및 기본 구조, pp.1~25, 2004. 1.
- [9] KS X 6923 - 2, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제2부:명령어 및 프로토콜, pp.1~55, 2004. 1.

- [10] KS X 6923 - 3, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제3부 : 암호 알고리즘, pp.1~13, 2006. 10.
- [11] KS X 6923 - 4, 비접촉식 전자화폐 단말기용 지불 보안응용모듈(SAM) 규격 제4부 : 품질인증 및 관리, pp.1~152, 2006. 12.
- [12] KS X 6925 - 1, 선불IC카드 : 지불단말기 제1부 : 물리 규격, pp.1~5, 2006. 10.
- [13] KS X 6925 - 2, 선불IC카드 : 지불단말기 제2부 : 논리 규격, pp.1~9, 2006. 10.
- [14] KS X 6925 - 3, 선불IC카드 : 지불단말기 제3부 : 보안 규격, pp.1~10, 2006. 10.
- [15] 한국도로공사, “제 3권 한국도로공사 선불카드 규격서,” pp.1~101, 2005. 10.
- [16] 한국도로공사, “제 5권 한국도로공사 PSAM 규격,” pp.1~75, 2005. 6.
- [17] 하이플러스카드, “One Card All Pass 전국호환용 도로공사(하이플러스카드) 교통카드 시스템 개발 및 테스트베드 운영 최종연구결과보고서,” pp.1~514, 2009. 3.

저자소개



지 동 목 (Jee, Dong-Mok)

2008년 12월 ~ 현재 하이패스 카드(주) 파견 기술개발실장
2008년 12월 : 아주대학교 박사과정 수료(교통공학)
2007년 12월 ~ 2008년 12월 : 한국도로공사 교통정보센터 운영팀장
1999년 9월 ~ 2001년 8월 : 연세대학교 공학석사(경영정보전공)
1981년 2월 ~ 1985년 2월 : 숭실대학교 전산계산학 학사



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



박 하 나 (Park, Ha-Na)

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