

## 오프라인 단말기를 이용한 NFC 출입문 시스템에 관한 연구

한찬명\*, 우승민\*\*, 하유신\*\*, 오종하\*, 허상수\*, 두움우에다니엘\*\*

\*(주)엠플러스비전

\*\*경북대학교 생물산업기계공학과

e-mail:cmhan@mplusvision.com

## A Study on NFC Access Control System Using Offline Terminal

Chan-Myeong Han\*, Seung-Min Woo\*\*, Yu-Shin Ha\*\*, Jong-Ha Oh\*, Sang-Su Hur\*,  
Uyeh Daniel Dooyum\*\*

\*Mplusvision Co. Ltd

\*\*Dept of Bio Industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University

## 요 약

최근에 개발된 출입문 시스템은 출입자의 신원과 출입시간을 정확하게 기록할 뿐만 아니라 방문자에게 일시적인 출입권한을 동적으로 부여하기도 한다. 이러한 기능은 스마트폰에 NFC 카드 에뮬레이션 기능이 탑재되기 시작하면서 가능해졌다. RFID와 달리 스마트폰에 탑재된 NFC는 출입할 때마다 변경되는 전자키를 전달 할 수 있고 출입키 이외에 여러 가지 정보를 전달할 수도 있다. 이는 매우 강력한 보안기능을 구현할 수 있는 토대가 될 뿐만 아니라 더욱 다양한 기능을 출입문에 부여할 수 있는 기반 기술이 된다.

본 논문에서는 오프라인 단말기와 스마트폰을 이용한 출입시스템을 제안한다. 오프라인 단말기란 출입문에 부착된 NFC 단말기가 오프라인 상태, 즉 외부로 통신이 연결되지 않은 상태에 있는 것을 의미한다. 본 시스템은 출입문 단말기에 출입자의 정보를 등록하지 않고 동적으로 출입자를 추가하거나 삭제할 수 있어 비정기적인 방문자를 위한 출입시스템을 구현하기에 매우 유리하다. 또한, 본 시스템은 오프라인 단말기를 이용하지만 온라인 단말기를 이용한 시스템과 동일한 기능을 구현할 수 있다. 단말기에 통신라인을 연결하지 않음에도 불구하고 기존 온라인 단말기를 이용한 출입 시스템에서 가능했던 출입자 실시간 등록과 출입사항 기록 및 실시간 조회 기능을 모두 구현할 수 있게 된 것이다. 온라인 단말기 기반의 출입 시스템 보다 유지보수가 쉽고 저렴한 출입시스템을 구현할 수 있다는 것은 본 논문에 제안한 방식의 장점이다.

## 1. 서론

기존 출입시스템에 가장 보편적으로 쓰이던 RFID 기술이 빠르게 NFC로 대체되고 있다. 최근 스마트폰에 NFC 카드 에뮬레이션 기능이 탑재되면서 단순하고 불편한 출입통제 시스템이 아닌 편리하고 다재다능한 출입시스템을 디자인할 수 있는 기술적 환경이 마련되었고 NFC를 이용한 다양한 출입문 시스템이 활발히 실험되고 있다.

RFID를 이용한 출입문 시스템은 출입자가 RFID 카드를 구비하고 관리자는 RFID 카드 정보를 출입문 관리 시스템에 등록해야하는 불편한 점이 있었다. 이러한 RFID 카드의 발급과 등록과정은 매우 불편하고 시간이 많이 소요되었다. 출입자를 삭제할 경우에도 등록하는 경우에 버금가는 불편한 과정이 수반된다. RFID 카드는 단순히 일련번호를 전달하는 방식이고 인식거리도 수cm ~ 수m로 매우 길기 때문에 악의적인 해커에 의하여 신체적인 혹은 물리적인 접촉 없이도 RFID 카드의 복제가 가능하여 보안상 매우 취약하다.

NFC 카드를 이용한 방식도 RFID에 기반을 둔 출입 시스템과 거의 유사한 과정을 거치므로 불편한 것은 동일하지만 RFID 카드에 비하여 NFC 카드는 일련번호 이외의 다양한 정보를 기록할 수 있고 또 저장내용의 암호화가

가능하므로 보안상 유리하다. RFID 카드를 NFC 카드로 대체하는 것은 보안상 더욱 안전한 출입시스템을 구현할 수 있다는 점에서 의의가 있지만 출입자를 등록하고 삭제하는 출입시스템 관리의 측면에서는 RFID 출입시스템과 크게 차별점은 없다.

최근 NFC를 이용한 출입시스템에 대한 연구와 관심이 높아지고 있는데 이는 스마트폰을 마치 NFC 카드와 같이 사용할 수 있도록 하는 NFC 카드 에뮬레이션 기능이 장착되었기 때문이다. NFC 카드는 단순히 정보를 전달하거나 정보를 저장하는 카드의 역할만 할 수 있지만 스마트폰에 장착된 NFC는 카드의 기능뿐만 아니라 카드 리더기/라이터기의 역할, P2P 통신이 가능한 장치로써의 다양한 기능을 구비하고 있기 때문에 출입시스템, 전자결제 등 다양한 응용사례에 대한 연구와 구현이 활발하게 이루어지고 있다.

스마트폰에 장착된 NFC의 ‘카드모드’ 혹은 ‘카드 에뮬레이션 모드’는 초기에 유심의 고유번호를 단순히 전달하는 CESE(Card Emulation with a Secure Element) 방식으로 구현되었다. 이는 NFC 카드와 정확히 동일하게 동작하는 방식으로 유심에 기록된 고유번호만을 전달할 수 있다. CESE 방식은 유심을 관리하는 통신사를 통하지

않고는 독자적으로 사업이 불가능한 단점이 있었다. 통신사에 종속되며 오직 유심 고유번호만 전송하는 CESE방식은 구글에 의하여 HCE(Host-based Card Emulation) 방식으로 대체되었다. HCE는 스마트폰을 이용하여 어떠한 정보도 전달이 가능하도록 하였고 이는 통신사에 종속되지 않는 NFC 비즈니스 모델을 구현할 수 있는 매우 중요한 계기가 되었다[1]. 어떠한 정보도 전달 가능하다는 것은 스마트폰을 이용한 NFC 기술을 적용할 수 있는 범위를 획기적으로 확장되도록 하였다.

본 논문은 스마트폰에 탑재된 NFC 기능을 이용한 여러 가지 출입시스템에 대하여 논의하고 특별히 오프라인 단말기를 이용한 NFC 출입문 시스템에 대하여 제안한다. 기존 오프라인 단말기는 출입자를 동적으로 등록하거나 삭제하는 것이 관리자에 의해서 수작업으로 이루어져야 하며 출입사항을 기록하거나 혹은 실시간으로 이를 조회할 수 없다는 단점이 있었다. 본 논문에서는 이러한 기존 시스템에 대한 단점을 해결하면서 동시에 기존 온라인 단말기에 기반을 둔 출입시스템이 가지는 모든 기능을 구현할 수 있는 방법을 제안하였다. 이는 기존 온라인 단말기에 기반을 둔 출입시스템에 비하여 동일한 기능을 구현하면서도 통신비용과 유지보수 비용을 절감할 수 있는 장점이 있다.

## 2. NFC 기술의 개요

NFC(Near Field Communication)는 13.56MHz 대역의 비접촉식 근거리 무선통신기술을 의미하는 용어로 모바일 기기, 특히 스마트폰과의 융합을 통해 단말 간 데이터통신을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 기존의 비접촉식 스마트카드 기술 및 무선인식기술 (RFID: Radio Frequency Identification)과의 상호호환성을 제공한다[2].

13.56MHz 대역의 비접촉식 근거리 무선통신은 통신 범위에 따라 10cm 이내의 근접형(Proximity)과 1m 범위까지 인식이 가능한 주변형(Vicinity)으로 분류할 수 있다. 이들 중 스마트카드에 적용되는 것은 비접촉식 근접형 무선통신기술로서 ISO/IEC 14443을 대표적인 표준으로 꼽는다. 가장 널리 사용되고 있는 ISO/IEC 14443 기반 IC칩은 NXP사의 마이패어 (mifare®)인데 전 세계시장의 72.5%를 점유하고 있는 것으로 조사되었다[2].

NFC 단말 내부에는 NFC 칩, 안테나, NFC 기반 USIM 등이 탑재되어 있으며, 동작방식은 카드 에뮬레이션 모드, Read/Write 모드 그리고 P2P의 세 가지 모드가 있다. 카드 에뮬레이션 모드는 NFC 카드와 같은 기능을 모사하도록 하는 기능이며 Read/Write 모드는 스마트폰이 NFC 카드 리더기나 라이터기로 동작할 수 있는 모드이다. P2P는 근거리 통신을 이용하여 기기와 기기간에 데이터 통신이 가능한 방식이다.

## 3. NFC 출입시스템의 개요

NFC 출입시스템은 출입문에 부착된 단말기의 NFC리

더기로부터 NFC 카드의 정보를 읽어 등록된 카드의 여부를 판별하고 등록된 카드이면 출입문을 개방하는 시스템이다.

초기의 NFC 출입시스템은 리더기와 카드의 구성으로 RFID 출입 시스템과 매우 유사하였다. 최근에 IoT 기술의 발전과 더불어 스마트폰에 NFC 기능이 탑재된 이후로 다양한 형태의 NFC 출입문 시스템이 출현하게 되었다. 출입문 단말기가 통신선로 상에 연결되어 있는지 여부와 단말기에 접촉하는 장치가 NFC 카드인지 스마트폰인지에 따라 NFC 출입문 시스템은 표 1과 같이 크게 네 가지로 구분할 수 있다.

OFF-OFF NFC 출입시스템은 출입 단말기에 유선 랜, 와이파이, LTE, 블루투스 등의 통신선로에 연결되어 있지 않고 접촉 장치로써 NFC 카드를 사용하는 시스템이다. RFID 시스템과 매우 유사하며 초창기에 제안된 시스템이다. 장점은 RFID 출입시스템과 비교하여 보안상으로 더욱 안전해졌지만 출입자의 등록, 삭제 관리가 여전히 수작업으로 이루어져야 하기 때문에 매우 불편하다. 또 물리적인 NFC 카드를 구비해야하기 때문에 카드 구입, 등록, 반납 그리고 폐기 등의 복잡한 과정을 관리하여야 한다.

<표 1> 통신 연결상태에 따른 NFC 출입시스템의 분류

시스템 명칭	단말기 형태	접촉장치 형태
OFF-OFF	오프라인	오프라인(카드)
OFF-ON	오프라인	온라인(스마트폰)
ON-OFF	온라인	오프라인(카드)
ON-ON	온라인	온라인(스마트폰)

OFF-ON NFC 출입시스템은 출입 단말기는 오프라인 상태로 사용하지만 접촉 장치는 스마트폰을 이용하는 방식이다. OFF-OFF NFC 출입시스템의 불편한 점을 동일하게 가지고 있지만 NFC 카드 대신에 스마트폰을 사용하므로 NFC를 구매하는 비용이 불필요하며 카드반납과 카드 폐기의 관리가 불필요하게 된다. 그리고 여러 장의 NFC 카드를 사용하는 시스템도 스마트폰 한 대로 접촉 장치를 통일하여 사용자 측면에서는 약간의 비용절감과 이점이 있다.

ON-OFF NFC 출입시스템은 출입문 단말장치에 통신을 연결하여 NFC 카드의 등록, 삭제 등의 관리를 실시간으로 수행할 수 있는 시스템이다. 관리자의 입장에서 출입시스템의 관리가 용이한 것이 특징이다. 출입문 단말장치가 온라인이기 때문에 출입상황을 실시간으로 기록하고 조회할 수 있는 이점이 있다. 관리실에서 출입문을 원격으로 개방할 수도 있다. 접촉 장치는 NFC 카드를 사용하기 때문에 카드의 관리의 측면에서는 여전히 불편하다.

ON-ON NFC 출입시스템은 출입문 단말장치에 통신을 연결하고 접촉 장치도 스마트폰을 이용한 경우이다. 이러한 경우의 이점은 사용자를 동적으로 등록하고 삭제할 수 있을 뿐만 아니라 전달된 전자키도 수시로 변경하거나 전

자키 이외의 정보를 전달할 수 있다는 점이다.

온라인 출입문 단말기나 스마트폰을 이용할 경우 이들은 각각 혹은 동시에 관리서버에 접속하여 복잡한 출입제어 기능을 수행할 수 있게 된다. 최근에 제안된 가장 정교한 시스템은 사용자가 앱을 통하여 방문지의 방문예약을 하고 관리자가 이를 승인하면 스마트폰을 통하여 전자키를 부여받게 된다. 방문객은 약속시간에 방문 장소를 방문하여 스마트폰을 이용하여 부여받은 전자키를 스마트폰 NFC에 탑재하고 출입문 NFC 단말기를 태깅하게 된다. NFC 단말기는 방문객의 스마트폰에서 전달받은 전자키를 출입 인증서버로 전송하여 전자키가 유효한지 인증을 요청하고 만약 전자키가 유효하다고 응답을 받으면 출입문을 개방하고 출입상황을 기록하는 시스템이다. 이러한 시스템의 가장 대표적인 예는 축산시설 출입인증 시스템이며 그림 1과 같은 구성을 가진다[3].

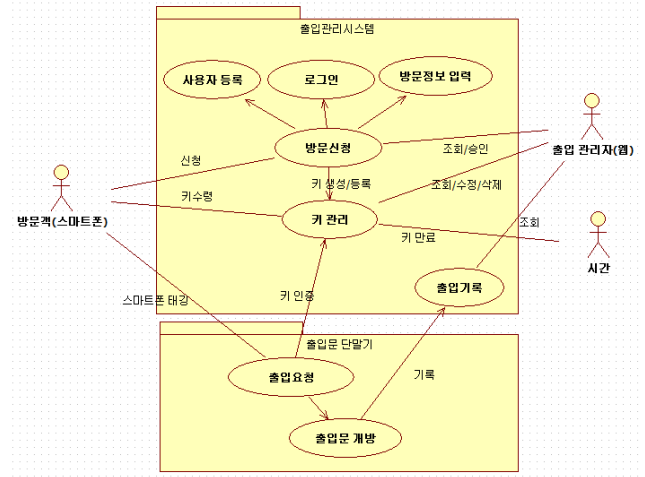


(그림 1) ON-ON NFC 출입시스템의 예 (NFC 농장출입 시스템)

#### 4. NFC 출입시스템의 기능명세

일반적인 ON-ON 형태의 간단한 NFC 출입시스템을 Use Case를 이용하여 그림 2와 같이 모델링하였다. 행위자는 방문객, 출입 관리자, 그리고 인격체는 아니지만 시간으로 정의하였다. 시스템은 방문객의 스마트폰, 출입 인증서버, 출입문 단말기로 정의하였다.

방문객은 앱을 통하여 사용자 등록, 로그인 과정을 거치고 방문정보를 입력하여 스마트폰 앱으로 방문신청을 한다. 관리자는 방문신청 사항을 조회하고 방문객의 방문을 승인할지 결정한다. 만약 방문신청을 승인하면 출입관리 시스템에서 자동으로 전자키가 생성되고 등록되며 방문객에게로 전자키가 전송된다.



(그림 2) NFC 출입시스템의 USE Case

방문객은 전자키를 수령한 후 이를 스마트폰의 NFC에 탑재하고 방문지의 NFC 단말기에 태깅한다. 방문지의 NFC 단말기는 NFC 통신을 통하여 전자키를 전달받고 이를 출입 인증서버에게 유효한 전자키인지 인증을 요청한다. 출입 인증서버가 전자키가 유효하다고 응답하면 NFC 단말기는 출입문을 개방하게 되고 출입 인증서버는 출입로그를 기록하게 된다.

#### 5. OFFLINE 단말기를 이용한 출입시스템의 제안

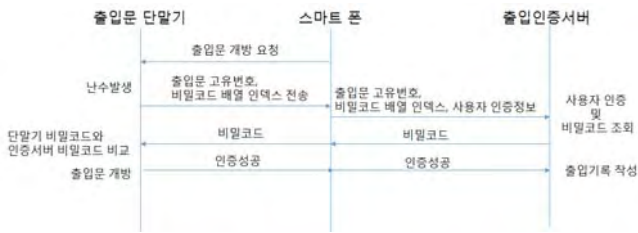
OFF-ON 형태의 NFC시스템은 출입문 단말기가 통신이 연결되지 않은 상태이므로 NFC 전자키를 출입 단말기 내에 저장하여야 한다. 이는 출입자의 등록과 삭제 등의 출입자 관리가 오프라인으로 출입문 현장에서 수작업으로 이루어져야 하는 불편함이 있다.

OFF-ON 형태이지만 마치 ON-ON 형태의 NFC 출입시스템처럼 동작하도록 하면 출입문 단말기에 통신라인을 연결하지 않아도 되므로 통신비는 물론이고 유지관리비를 절약할 수 있을 뿐만 아니라 ON-ON 형태의 NFC 출입문과 같은 동일한 기능을 이용할 수 있으므로 매우 유리하다.

기존 OFF-ON 형태의 출입문 단말기에는 출입을 허용하는 스마트폰을 등록한다. 이렇게 하면 출입인원이 변경될 때마다 새로 스마트폰을 등록하거나 삭제해 주어야 한다. 제안하는 시스템의 핵심은 출입문 단말기에 인증정보를 저장하는 것이 아니라 비밀 코드표를 저장하고 스마트폰을 이용하여 출입문 단말기와 출입 인증서버를 중계하도록 하는 것이다.

그림 3과 같이 방문객은 스마트폰으로 출입관리 서버에 사용자 등록 및 로그인을 한다. 그리고 출입문 단말기로 가서 NFC 태깅을 한다. 출입문 단말기는 스마트폰에게 출입문의 고유번호와 랜덤하게 생성된 비밀 코드표의 배열 인덱스를 전송한다. 스마트폰은 출입문으로부터 전달받은 정보에 자신의 인증정보를 더하여 출입 인증서버에게 전송한다. 출입 인증서버는 전달된 출입문의 고유번호

와 사용자 인증정보를 이용하여 해당 방문객이 해당 출입문에 출입할 권한이 있는지 체크한다. 만약 출입권한이 확인되면 전달 받은 비밀 코드표의 배열 인덱스를 이용하여 해당 인덱스에 저장된 비밀코드를 스마트폰에 전달한다. 스마트폰은 출입 인증서버에게 전달받은 비밀코드를 NFC 통신을 통하여 다시 출입문 단말기에 전달한다. 출입문 단말기는 자신이 찾은 비밀코드와 스마트폰이 전송한 비밀코드를 대조하여 일치하면 출입문을 개방하고 스마트폰에게 인증이 성공하였음을 알린다. 스마트폰은 출입 인증서버에게 인증이 성공하였음을 알리고 출입관리 서버는 출입기록을 저장한다.



(그림 3) OFF-ON NFC 출입시스템의 프로토콜 모사도

### 참고문헌

[1]<https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc/hce.html>

[2]김경식, 신준호, “NFC 기술 및 인증동향”, TTA Journal Vol.133 pp. 132-136, 2011.

[3]우승민, 하유신, 한찬명, 오종하, 여대휘, “NFC 전자키를 이용한 축산시설 자동출입 시스템의 개발”, 한국농업기계학회 학술발표논문집 Vol. 21 (1), pp. 277-278, 2016.