

# Video Digital Doorlock System for Recognition and Transmission of Approaching Objects

Sang-Rack Lee<sup>†</sup> · Jin-Tae Park<sup>\*\*</sup> · Byoung-Hyoun Woo<sup>\*\*</sup> · Han-Go Choi<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

Current digital door lock systems are mainly designed for users' convenience, so they have weakness in security. Thus, this paper suggests a video digital doorlock system grouped with a relay device, a server, and a digital doorlock with a camera, sensors, and communication modules, which is detecting or recognizing objects approaching to the front of the door lock system and sending images and door-opening information to users' smart devices. Experiments showed that the suggested system has 96~98% recognition rate of approaching objects and requires 17.1~23.9 seconds for transmission on average, depending on network systems. Therefore, the system is thought to have enough capability for real time security response by monitoring the front area of the doorlock system.

**Keywords :** Video Digital Doorlock, Object Detection, Motion Detection, Difference Image

## 접근객체 인식 및 전송을 위한 영상 디지털 도어락 시스템 설계

이 상 락<sup>†</sup> · 박 진 태<sup>\*\*</sup> · 우 병 현<sup>\*\*</sup> · 최 한 고<sup>\*\*\*</sup>

### 요 약

기존 사용되고 있는 디지털 도어락 시스템은 사용자의 편의에 중점을 두어 보안 측면에서는 취약한 단점이 있다. 이에 본 논문은 중계기, 서버, 카메라와 센서, 통신 모듈이 결합된 디지털 도어락 시스템화하여 도어락 설치장소 전방에서 접근하는 객체를 감지 및 인식하고 이미지와 문 열림 정보를 사용자의 스마트 디바이스로 전송해 주는 영상 디지털 도어락 시스템을 제안하고자 한다. 제안한 시스템은 실험 결과 대상거리 내에서 96~98%의 접근자 인식률과 사용 통신망에 따라 평균 약 17.1~23.9초의 전송시간이 소요되었다. 따라서 도어락 시스템 전방의 상황을 모니터링하여 실시간 보안 대응이 가능할 것으로 판단된다.

**키워드 :** 영상 디지털 도어락, 객체 검출, 모션 검출, 차영상

### 1. 서 론

현재 가장 널리 사용되고 있는 보안 CCTV(Closed Circuit Television)는 상시로 관심지역을 촬영하여 특정 사건이 발생 후 중요한 증빙자료의 역할을 해왔지만, 실시간 대응에는 한계가 있다. 반면 보안업체를 통한 방식은 별도의 상시인력을 상주시켜야 하므로 추가비용이 발생할 뿐만 아니라, 상시인력의 개인 역량과 상황에 따른 대응 방법에 따른 변수가 존재한다. 따라서 최근에는 상황에 따라 사용자가 판단하여 원하는 대응을 취할 수 있도록 설치형 디지털 도어락에 M2M(Machine To Machine) 통신 기술을 융합하

여 3G 및 무선 보안시스템을 연동한 다양한 보안성 강화 제품이 출시되는 등 각 가정과 사무실에서 사용되는 디지털 도어락 분야에서도 보안에 대한 관심이 증가하고 있다[1-3].

또한, 설치형 디지털 도어락에 카메라와 네트워크를 연동한 영상보안 시스템, 얼굴인식 및 인증을 이용한 도어락 제어 시스템과 휴대폰으로 음성 및 영상이 확인 가능한 시스템 등 영상 디지털 도어락에 대한 연구 및 개발도 활발히 이루어지고 있다[4-6].

본 논문에서는 기존의 CCTV와 보안업체의 단점을 최소화하고, 현재 활발히 연구가 이루어지고 있는 카메라와 통신기술을 융합한 시스템의 장점을 극대화한 접근 객체 인식 및 이미지 전송을 위한 영상 디지털 도어락 시스템을 다루고자 한다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 실시간 접근자 감지 및 촬영을 위한 PIR(Passive Infrared Ray) 센서, CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 카메라, 초음파

<sup>†</sup> 종신회원 : 국립금오공과대학교 전자공학부 박사과정  
<sup>\*\*</sup> 정 회 원 : 뉴런 기술연구소 연구원  
<sup>\*\*\*</sup> 정 회 원 : 국립금오공과대학교 전자공학부 교수  
Manuscript Received : April 3, 2013  
First Revision : May 20, 2014  
Accepted : May 26, 2014  
\* Corresponding Author : Han-Go Choi(hgchoi@kumon.ac.kr)

리 센서, Flash LED(Light Emitting Diode), 상태 LED, 유·무선 전송 모듈을 포함하는 영상 디지털 도어락과 유·무선 중계기, TCP(Transmission Control Protocol)/IP(Internet Protocol), Web, Push 서버를 통해 실시간으로 안드로이드와 iOS기반의 사용자 Smart Device로 구성된 장치로서 접근 객체의 이미지와 문열림 정보를 전송해 주어 실시간 모니터링이 가능하도록 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 영상 기반의 객체 검출 기법 및 전송 방법에 대해 설명하고, 3장에서는 영상 디지털 도어락 시스템의 구성과 구현 및 설계, 그리고 실험을 통한 시스템 성능에 관해 기술한다. 끝으로 4장에서 결론 및 향후 연구방향에 대하여 기술한다.

## 2. 영상 기반 객체 검출 기법 및 전송 방법

### 2.1 차영상 기반 객체 검출 알고리즘

객체 검출은 다양한 방법과 알고리즘으로 활발하게 연구되고 있지만[7-11] 본 논문에서는 제한적 전력과 디지털 도어락이라는 기구적인 공간적 제약상 고성능의 CPU를 적용하기에는 어려움이 따른다. 따라서 저전력 객체 검출을 위해 일반적으로 널리 알려져 있고 비교적 구현이 쉬운 차영상 기법을 이용해 영상 디지털 도어락에 적합한 객체 검출 기법을 구현하였다.

적용된 차영상 기반 객체 검출 기법 알고리즘의 동작순서는 그림 1과 같다. 먼저 배경이미지의 화소값  $f_r(x, y)$ 를 저장한 후 현재 입력 이미지의 화소값  $f_c(x, y)$ 와 각 픽셀 단위로 차영상 화소값  $d(x, y)$ 를 식 (1)과 같이 계산한다.

$$d(x, y) = f_r(x, y) - f_c(x, y) \tag{1}$$

$$h_n(x, y) = |f_r(x, y) - f_c(x, y)| \tag{2}$$

저장된 배경영상과 현재 입력영상의 화소 값으로 정의된  $f_r(x, y)$ 와  $f_c(x, y)$ 의 차이는 RGB 각 2<sup>8</sup>이므로 표현될 수 있는 색 정보의 범위는 0~255이다. 그러므로 차영상 화소  $d(x, y)$ 의 값은 최소 -255에서 최대 255까지 표현되기 때문에 하드웨어에서 처리하기 위해 차영상 화소의 정규화가 요구되는데, 정규화는 식 (2)와 같다.

식 (2)를 통해 연산된 정규화 차영상 화소  $h_n(x, y)$ 의 출력 결과는 그림 2와 같다.

그림 2(a)는 최초 저장된 배경 이미지, 그림 2(b)는 현재 입력된 이미지이다. 그림 2(c)는 그림 2(a)와 (b)의 차영상으로서 화소 계산식 (2)에 의해 구해진 값이 ±5 이상 차이가 나는 경우를 흰색으로 표현하고 나머지를 검은색으로 표현한 그림이다. 실험을 통해서 결정된 임계값 ±5는 노이즈에 의한 픽셀의 화소값 변화 감지를 방지하기 위함이다. 따라서 사용된 ±5는 픽셀의 화소값의 변화여부를 판단하는 임계값  $P_v$ 로 정의할 수 있으며,  $P_v$ 의 설정값 조절을 통해 픽셀 변화의 민감도를 조절할 수 있다.

이와 같은 방법으로 정규화 된 픽셀 화소값 비교를 통해 배경이미지와 입력이미지의 픽셀 변화를 판단하며, 비교결과 다른 픽셀이 존재하지 않을 경우 배경이미지 카운팅 변수  $F_u$ 를 1씩 증가시키며, 다른 픽셀이 존재 할 경우  $F_u$ 를 0으로 변경한다. 즉, 배경영상과 실시간 입력 영상의 차이가 없을 경우 미리 설정된 상수보다  $F_u$ 가 크거나 같으면 배경

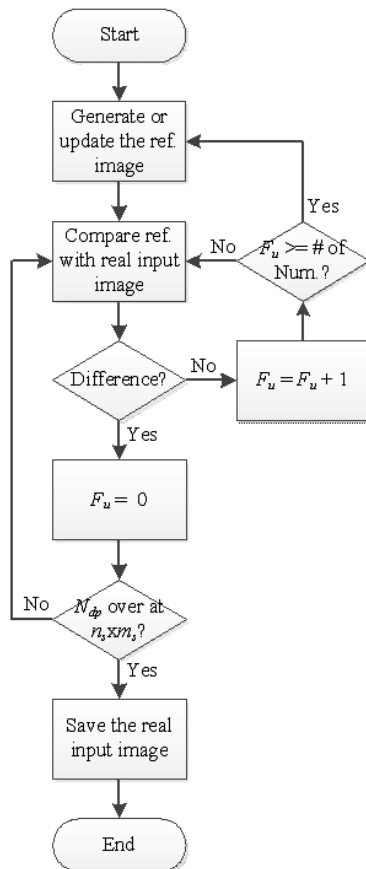


Fig. 1. Flow Chart of Object Detection

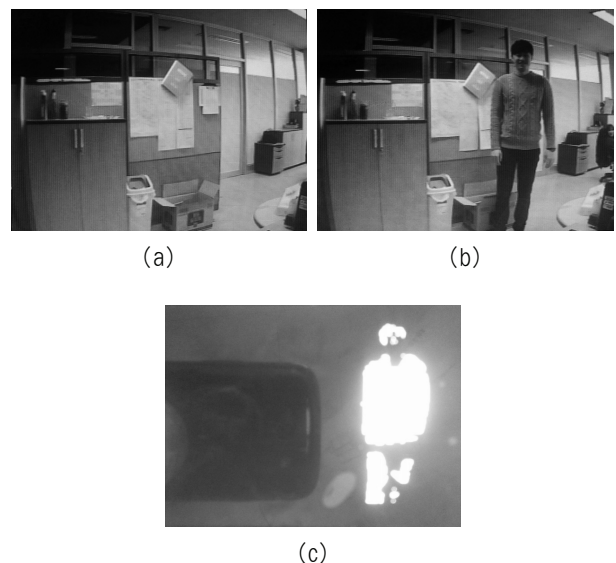


Fig. 2. Difference Image of Reference and Input  
 (a) Reference Image (b) Input Image  
 (c) Difference Image

이미지를 갱신하고, 배경 이미지와 실시간 입력 영상이 차이가 존재하는 경우는  $F_u$ 를 0으로 초기화하여 배경 이미지를 갱신하지 않게 된다. 이를 통해 배경영상을 현 시점에 적용시킴으로써 접근 객체의 오검출을 예방한다.

객체 검출 유무는 촬영된 이미지에서 선택된 검출 유효영역인  $n_s \times m_s$  내에서 다르다고 판단되는 픽셀의 수  $N_{dp}$ 가 설정된 수 이상이면 객체가 검출되었다고 판단하여 입력 영상을 메모리에 저장한다.

그림 3은 영상 디지털 도어락에 적용된 차영상 기반 객체 검출 알고리즘에 의해 접근객체가 검출된 경우 QVGA (Quater Video Graphic Array) 영상의 예시이다. 즉, 배경 이미지 안에 실선으로 표시한  $240 \times 180$  크기의 임의 영역 화소값과 현재 입력된 이미지의 화소값을 비교한 그림이다. 이때 다른 픽셀의 수  $N_{dp}$ 는 2000으로 설정하였고, 변화된 픽셀의 수가 2000 이상이 되면 객체가 검출되었다고 판단하였다. 마찬가지로  $N_{dp}$ 의 설정 값 변경을 통해 동일한 거리를 기준으로 검출할 객체의 크기를 선택할 수 있다. 그림 3의 이미지 가운데 '+'로 표시된 부분은 변화한 픽셀의 중간 값을 나타낸 것으로 검출된 객체의 중심부를 나타낸 것이다.

2.2 초음파 거리 센서와 도어 센서에 의한 전송 판단

접근 객체가 검출되어 메모리에 저장된 이미지의 전송여부 판단은 영상 디지털 도어락 시스템의 전력 소비량을 최소화하기 위해 비교적 저전력으로 거리를 측정할 수 있는 초음파 거리 센서와 마그네틱 센서로 구성되어 문 열림을 판단할 수 있는 도어 센서를 사용하였다.

Transducers와 Sonar ranging IC, Transformer, Rubber cap으로 구성된 초음파 거리 센서는 반사파 신호의 수신 상태를 MCU에 입력하고 MCU는 입력된 신호의 시간을 계산하여 거리를 측정해 저장된 이미지의 전송여부를 결정된다. 초음파 거리센서 파형에 따른 동작 방법은 그림 4와 같다.

그림 4(a)는 MCU로부터 출력된 제어 신호로 초음파 모듈로 입력된다. 그림 4(a) 신호가 초음파 모듈에 입력되면, 톤 형태의 신호를 모듈의 송파기로 입력하고 로딩 과정과 증폭 과정 후 초음파 신호를 발생시킨다. 이 과정이 끝나면 초음파 모듈은 MCU에게 High 상태의 펄스를 입력하고, 반사된 초음파 신호가 수신되면 Low 상태의 펄스를 입력한다. 이때, MCU는 입력된 펄스의 High 상태가 지속한 시간을 계산하여 거리를 측정한다. 따라서  $340[m/s]$ 의 속도를 가지는 초음파를 이용한 객체와의 거리 산출 수식은 식 (3)과 같다. 이때  $d_o$ 는 객체와의 거리,  $T_m$ 은 측정시간을 의미한다.



Fig. 3. Example of Object Detection at QVGA

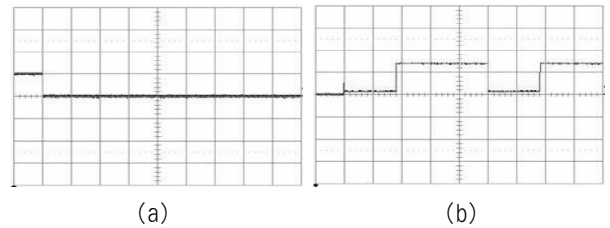


Fig. 4. Waveforms of Ultrasonic Distance Sensor according to Operating Steps  
(a) Control Signal (b) Digital Echo Signal

$$d_o [m] = \frac{340[m/s] \times T_m [s]}{2} \tag{3}$$

위와 같이 정의된 식을 통해 객체와의 유효거리를 설정하고, 유효거리 내 객체가 3초 이상 머문 경우 촬영된 영상을 유·무선 중계기로 전송한다. 이때 3초는 영상 디지털 도어락이 설치된 장소에 비밀번호를 입력하고 출입하는 시간을 실험을 통해 얻은 최소 평균 시간이다.

키 카드를 통해 문을 열고 출입하는 경우에는 3초 미만의 시간이 소요된다. 이러한 상황을 고려하여 1~2초가량 머문 접근자의 이미지를 전송하게 되면, 지나가는 사람에 대한 이미지도 불필요하게 전송하는 경우가 발생한다. 이는 배터리의 전류 소모량의 증가뿐만 아니라 사용자에게 불필요한 정보를 빈번하게 확인하게 하여 불편을 초래한다. 따라서 3초 미만의 시간 안에 문이 열린 경우에는 도어센서에 의해 촬영된 사진을 전송하도록 전송 판단 알고리즘을 구현하였다.

3. 영상 디지털 도어락 시스템

3.1 영상 디지털 도어락 시스템 구성 및 구현

영상 디지털 도어락 시스템은 그 기능에 따라 영상 디지털 도어락, 유·무선 중계기, TCP 서버, Web 서버, 푸시 서버 (Push) 서버, 스마트 모바일 장치로 구성하였으며, 시스템의 구성도와 블록 다이어그램은 각각 그림 5, 6과 같다.

시스템의 동작 순서는 먼저 영상 디지털 도어락의 PIR 센서에서 열을 가진 물체를 감지되면, 조도 센서를 통해 조도를 체크하여 20Lux를 기준으로 Flash LED ON/OFF를 결정 후 촬영을 시작한다. 그리고 입력된 이미지를 이용하여 차영상 기반의 객체와 모션 검출을 수행하고, 이미지에서 선택된 영역 내의 변화한 픽셀의 수가 설정된 값 이상이면 객체가 검출되었다고 판단하여 해당 이미지를 저장한다. 이후 초음파 거리센서를 이용해 설정된 유효거리(본 논문에서는

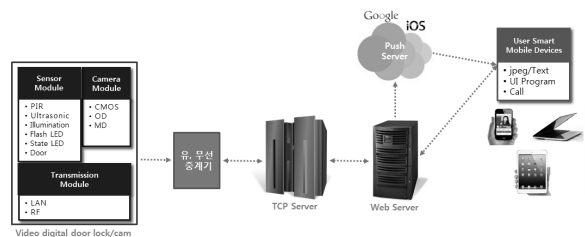


Fig. 5. Video Digital Doorlock System

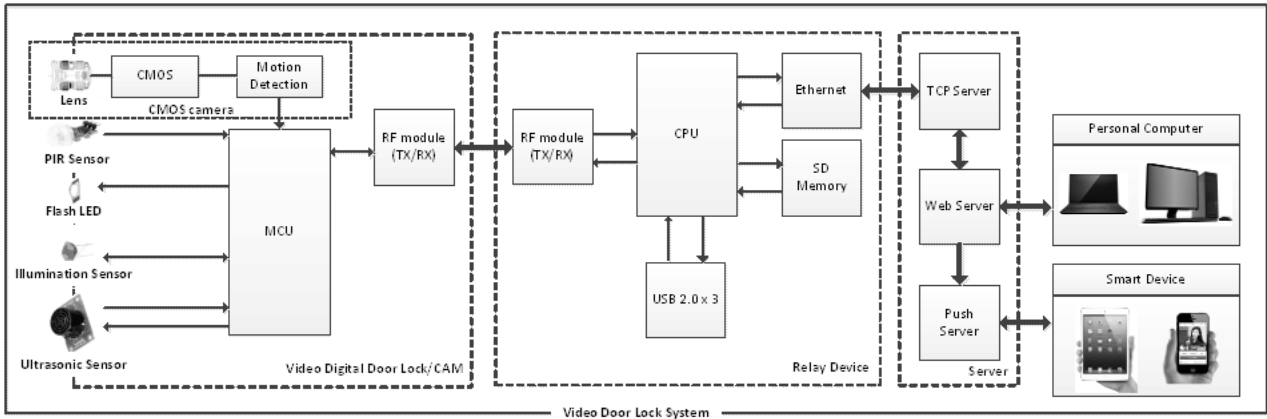


Fig. 6. Block Diagram of Video Digital Doorlock System

1.5M로 설정) 내로 객체가 접근하면 촬영된 영상을 RF 모듈을 통해 유·무선 중계기, TCP, Web, Push 서버 순서로 전송한다. Push 서버는 데이터를 송신한 영상 디지털 도어락의 일련번호와 연동된 사용자의 스마트 디바이스에 Push 메시지를 통해 수신 받을 메시지가 있음을 알리고, Push 메시지를 받은 스마트 디바이스는 실질적으로 데이터가 저장되어 있는 Web 서버로 접속하여 영상 및 문 열림 메시지를 확인 또는 저장할 수 있다. 또한, 관리자 프로그램이 설치된 PC나 노트북을 이용하여 Web 서버로 직접 접속하여 DB(Data Base)에 저장된 영상과 문열림 정보도 확인할 수 있다.

3.2 영상 디지털 도어락 설계

본 논문에서 개발한 시스템은 앞서 언급한 바와 같이 영상 디지털 도어락과 유·무선 중계기, 전송을 위한 서버, 전송된 이미지 및 문 열림 정보를 확인하기 위한 스마트 디바이스로 구분된다.

영상 디지털 도어락은 MCU를 중심으로 30만 화소의 CMOS 카메라 센서, 조도센서, PIR 센서, 초음파 거리센서, RF 전송 모듈, 상태 LED, Flash LED를 포함하고 있다. 그림 7은 개발된 영상 디지털 도어락을 보여주고 있다.

영상 디지털 도어락은 도어의 처리부는 문의 내측에, CMOS 카메라와 주요 센서는 문의 외측부에 각각 설치되며 주기적으로 서버와의 통신을 통해 Alive 신호를 수시로 송수신한다. 이 과정을 통해 만약 외부로부터 물리적인 충격이 가해져 특정 모듈이 파손된 경우, 사용자의 스마트 디바이스로 팝업 알람을 주어 기기 상태의 모니터링과 함께 기기 확인을 가능하게 한다.

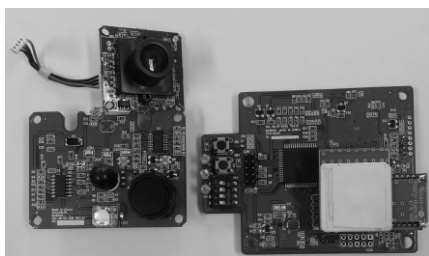


Fig. 7. Video Digital Doorlock

구현된 유·무선 중계기는 영상 디지털 도어락으로 부터 수신된 이미지 및 문 열림 데이터를 서버로 전송해 주는 역할을 수행하도록 개발되었다. 그림 8은 개발된 유·무선 중계기를 보여주고 있다.

서버는 리눅스 OS 환경을 기반으로 TCP/IP 서버와 Web 서버를 구현하였다. TCP/IP 서버는 유·무선 중계기를 통해 영상 디지털 도어락으로부터 전송된 영상 및 문 열림 데이터를 수신하고, 데이터의 수신 완료 여부를 확인하는 역할을 한다. 그리고 데이터 수신이 완료되면 Web 서버로 수신된 데이터를 전달한다.

Web 서버는 아파치 Web 서버와 PHP가 결합된 형태의 DB 서버로 구현하여 DB에 데이터를 저장하고 Push 서버를 통해 데이터를 수신받을 스마트 디바이스로 Push 메시지를 전송한 후 스마트 디바이스의 접속을 기다린다. Push 메시지를 받은 스마트 디바이스는 Push 서버에 접속하여 데이터가 있는 Web 서버의 URL 정보를 획득하고 Web 서버로 접속을 시도한다. 스마트 디바이스와 성공적으로 접속이 이루어진 Web 서버는 직접적인 통신을 통해 DB에 저장된 요청 데이터를 송신 및 삭제하여 데이터를 관리하는 역할을 한다.

스마트 디바이스에 적용하기 위해 개발된 전용 어플리케이션은 안드로이드 3.1 허니콤브와 iOS 5 버전 이상의 스마트 디바이스에서 동작하도록 개발되었다. 어플리케이션은 Google에서 제공하는 GCM(Google Cloud Message)과 Apple에서 제공하는 APNS(Apple Push Network Service) Push 메시지를 수신한 다음 Web 서버에 접속하여 DB에 저장된 사진 및 문 열림 데이터를 수신 받아 사용자에게 사진 및 문 열림 기록을 열람 및 다운로드할 수 있다.

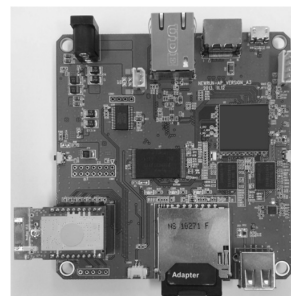


Fig. 8. Wire and Wireless Relay Device



(a) (b) (c)  
 Fig. 9. Example of Received Image and Door-Opening  
 (a) Timeline of Received Images  
 (b) The Selected One of Image Timeline  
 (c) Timeline of Received Door-Opening

그림 9는 iOS 5 버전의 아이폰에서 수신된 접근자 사진 및 문 열림 기록, 그리고 그 히스토리 내역을 보여주고 있다. 그림 9(a)는 시간별 수신된 이미지의 타임라인을 보여주는 그림이고, 그림 9(b)는 그림 9(a)의 타임라인 중 하나의 이미지를 선택한 경우 자세히 표시된 이미지이다. 그림 9(c)는 시간별 수신된 문 열림의 타임라인이다. 이외에도 설치 장소 리스트에 따른 수신된 문 열림 리스트와 선택된 장소의 수신된 이미지도 표시할 수 있다.

3.3 실험 내용 및 결과

제안한 영상 디지털 도어락 시스템의 성능을 확인하기 위해 오검출률과 전송시간 측정 실험을 수행하였다. 실험에는 1.5V 에너지저장 울트라캡 리튬 건전지 4개를 직렬 연결하여 6V 전압을 사용하는 무선 영상 디지털 도어락과 무선 중계기, 서버, 3G와 LTE 통신망을 사용하는 iOS 5기반 iPhone4와 Android 4.1.2기반 LG-F160S 스마트 폰을 사용하였다. 감지 거리는 행정안전부의 개인정보 보호법령에 따라 범죄예방 목적으로 감시용 카메라 운용 및 설치가 가능한 대문 및 현관 앞 50, 100, 150cm를 대상으로 실험하였고, 영상 디지털 도어락과 무선 중계기와의 거리는 일반적인 중·소형 주거지의 중심에서 커버리지 할 수 있는 5와 10m에서 인터넷이 원활하게 동작한다는 가정 하에 각 50회씩 실험을 수행하였다. 실험을 수행한 개발실은 무선 AP 16개가 검색되는 일반 주거지의 무선 환경보다 주파수의 간섭이 심한 열악한 환경을 대상으로 하였다.

표 1은 감지 거리에 따른 오검출률을 실험한 결과이다. 실험 방법은 최대 유효 감지 거리를 150cm로 설정하고 50, 100, 150cm에 각각 사람을 3초 이상 위치시킨 경우를 실험하고 서버에 수신된 이미지의 수를 확인한 결과이다.

오검출률은 거리와 상관없이 2~4% 확률로 발생하였다. PIR 센서에 의한 오검출은 원적외선을 이용해 사람이나 열을 가진 물체를 감지하는 PIR 센서의 특성상 1초에 30cm 이상 움직이지 않거나 멈춰 있는 경우 원적외선 방사 양이 줄어들어 감지에 어려움이 있었다. CMOS 카메라에 의한 오검출은 차영상 기반의 객체 검출 방식의 특성상 동일한 거리에서 동일한 크기의 객체라 하더라도 배경 이미지와 유

사한 색상의 객체인 경우, 다른 픽셀의 수  $N_{dp}$ 에 차이가 나타나 검출 능력의 차이를 보였다. 따라서 이러한 내용들을 보완하면 오검출률을 감소시킬 수 있다.

표 2는 전송 판단에 따른 전송 성공률을 실험한 결과이다. 실험내용은 초음파와 거리센서를 이용하여 접근자가 영상 디지털 도어락이 설치된 장소의 유효거리 내 3초 이상 머무른 경우 전송하는 방법과 접근과 동시에 키 카드를 이용해 3초 이내 문을 연 경우를 각각 50회 실험하였다.

실험 결과는 초음파와 거리 센서를 이용한 방법은 98%의 전송 성공률을 나타내었고, 문 열림에 의한 경우는 100%의 전송 성공률을 나타내었다. 이는 초음파를 이용해 거리를 측정하는 경우 Line of Sight를 제외하고 회절, 굴절에 따른 오차에 의한 영향이었다. 반면 마그네틱 센서로 구성된 도어 센서의 경우는 계폐여부가 명확하여 50번의 실험에서는 전송되지 않은 경우를 확인할 수 없었다.

무선 중계기와 영상 디지털 도어락의 거리에 따른 전송시간 실험 결과는 표 2와 같다. 전송 시간은 3G와 LTE 통신망을 사용하는 Android와 iOS 기반의 스마트 폰을 대상으로 실험하였다. 실험 결과 평균적으로 LTE 통신망을 사용하는 스마트 폰의 전송 속도가 3G 통신망을 사용하는 스마트 폰보다 4.5~6.8초가량 더 빠른 것으로 확인되었다. 또한, 영상 디지털 도어락과 무선 중계기 사이의 거리에 따라 다소 차이가 있었다. 거리가 먼 경우 평균 전송시간이 근소하게 더 소요되었다. 이는 무선 통신거리와 주변 무선기기들의 영향을 받아 재전송을 반복하는 과정에서 발생된 시간으로 사료된다.

4. 결 론

본 논문은 기존의 디지털 도어락에 CMOS 카메라와 각종 센서 및 통신 모듈을 결합하고 서버를 연동하여 실시간 이미지와 문 열림 전송을 위한 영상 디지털 도어락 시스템을 국내 최초로 제안하였다. 그리고 차영상 기반의 객체 및

Table 1. Detection Error Rate according to Detection Distance

Distance (cm)	50	100	150
Error Rate (%)	4	2	4

Table 2. Transmission Success Rate of according to Transmission Decision

Decision	Ultrasonic	Door-Opening
Success Rate(%)	98	100

Table 3. Transmission Time according to Distance between Video Digital Doorlock and Wireless Relay Device

Distance	Network	3G	LTE
5M	Android	24.0 초	17.2 초
	iOS	23.9 초	17.1 초
10M	Android	22.5 초	18.0 초
	iOS	22.6 초	17.8 초

모션 검출을 통해 객체가 비교적 이미지 중앙에 위치한 경우 촬영하여 가시성을 높이는 방법도 기술하였다.

제안한 시스템을 기반으로 실험한 결과, 유효거리 150cm 내에서 통신망에 따라 평균 17.1~23.9초 내외로 접근자를 감지 및 검출하여 스마트 폰으로 전송되어 기존의 방법 시스템보다 저렴한 비용으로 실시간 대응에 강점을 가질 수 있을 것으로 판단된다.

현재 적용된 PIR 센서는 가정용을 대상으로 개발하였으나 설치장소와 목적에 따라 PIR 센서를 교체할 경우 감지범위와 응용범위를 다양화할 수 있다. 따라서 신체 및 사회적 약자의 주거지 대상 범죄 예방 및 주요 기밀문서가 있는 개인 사무실과 관공서, 고가 장비가 설치되어 있는 연구실, 그리고 농작물 보관 창고 등의 다양한 장소에 영상 디지털 도어락을 설치함으로써 접근자 모니터링을 통해 범죄 예방 및 실시간 대응이 가능할 것으로 판단된다.

그러나 실험을 통해 PIR 센서의 원적외선 양에 따른 오검출이나 배경 영상과 객체의 색상 및 재질에 따라 접근 객체를 오검출하는 경우도 발생하였다. 이를 개선하기 위해 향후 저전력의 높은 신뢰성을 구현할 수 있는 대체 감지 센서 기술과 얼굴 및 사람 검출 등 영상 디지털 도어락에 적합한 인식 및 추적기술 개발이 요구된다.

### Reference

[1] S. R. Kwon, "Study on development of the remote control door lock system including speaker verification function in real time", *J. KIIS*, Vol.15, No.6, pp.714-719, Dec., 2005.

[2] S. H. Shin, S. L. Lee, D. B. Oh and H. G. Choi, "Design of the video digital doorlock system for real-time MMS transmission", *in conf. IEIE*, pp.597-582, Nov., 2011.

[3] Y. T. Park, Sthapit. P and J. Y. Pyun, "Smart digital door lock for the home automation", *in Conf. IEEE TENCON 2009, Singapore*, Jan., 2009.

[4] Hassan, H., Bakar, R. A. and Mokhtar, A. T. F, "Face recognition based on auto-switching magnetic door lock system using micro-controller", *in Conf. ICSET 2012, Bandung, Singapore*, Sept., 2012.

[5] Al-Shebani, Q., Premaratne, P. and Vial, P., "Embedded door access control systems based on face recognition: A survey", *in Conf. ICSPCS 2013, Carrara, VIC.*, Dec., 2013.

[6] K. H. Lee, Y. G. Kim, J. G. Jee and H. S. Oh, "Object Tracking and Face extract by Real-time Image", *in Conf. KIPS*, Vol.10, No.1, pp.647-650, May, 2003.

[7] Lee, P. -H., Yen-Liang Lin, Shen-Chi Chen, Chia-Hsiang Wu, Cheng-Chih Tsao and Yi-Ping Hung, "View-point-independent object detection based on two-dimensional contours and three-dimensional sizes", *IEEE Trans. Intelligent Transportation system*, Vol.12, No.4, pp.1599-1608, Dec., 2011.

[8] Xiaowei Zhou, Can Yang and Weichuan Yu, "Moving object detection by detecting contiguous outliers in the low-rank representation", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.35, No.3, pp.597-610, Mar., 2013.

[9] Vilaplana, V., Marques, F. and Salembier, P., "Binary partition trees for object detection", *IEEE Trans. Image Processing*, Vol.17, No.11, pp.2201-2216, Nov., 2008.

[10] B. S. Kim, S. H. Song, G. G. Lee and W. Y. Kim, "People-Flow Density Estimation for Video Surveillance", *in Conf. KIPS*, Vol.14, No.1, pp.289-292, May, 2007.

[11] K. S. You, M. S. Park and B. K. Kim, "Lossless Image Compression using Pixel's Frequency", *in Conf. KIPS*, Vol.13, No.2, pp.203-206, Nov., 2006.

### 이 상 락



e-mail : srlee@new-run.net

1997년 계명대학교 전자공학과(학사)

2006년 금오공과대학교 전자제어공학과 (석사)

2008년~현 재 국립금오공과대학교 전자공학부 박사과정

2005~2009년 (주)삼전 IT 사업부 사업부장(상무이사)

2009~2012년 (주)도란도란 기술부사장

2012~현 재 (주)뉴런 대표이사

관심분야: 객체검출, 모션검출, 영상 디지털 도어락, DVR

### 박 진 태



e-mail : jtpark@new-run.net

2008년 위덕대학교 정보통신공학과 (학사)

2012년 경북대학교 전자공학과(석사)

2012년~현 재 뉴런 기술연구소 연구원

관심분야: 객체검출, 모션검출, FPGA

### 우 병 현



e-mail : bhwoo@new-run.net

2003년 포항공과대학교 화학공학(학사)

2011년 갈스태이트베이커스필드대학교

수학교육학과(석사수료)

2014년~현 재 뉴런 기술연구소 연구원

관심분야: 사람검출, 패턴인식, 영상처리 알고리즘

### 최 한 고



e-mail : hgchoi@kumoh.ac.kr

1979년 경북대학교 전자공학과(학사)

1988년 플로리다대학교 전기전자공학과

(석사)

1992년 플로리다대학교 전기전자공학과

(박사)

1979~1986년 국방과학연구소 연구원

1993년~현 재 국립금오공과대학교 전자공학부 교수

관심분야: 디지털신호처리, 영상처리, 물체 추적