

비접촉식 지문방지 도어락 시스템 구현

김현옥 · 문광수 · 김승규 · 김두용[†] · 김기완

[†]순천향대학교 전자공학과

The Implementation of Non-contact Door-lock System for Preventing Fingerprint

Hyun Ok Kim, Kwang Soo Moon, Seung Gyu Kim, Doo Yong Kim[†], Kiwan Kim

[†]Dept. of Electronic Engineering., Soonchunhyang University.

Abstract

There have been developed in authentication systems for information using biometric information approaches such as fingerprint, face, and iris. In general, a door-lock system is operated by touching keypads, which remains fingerprints on the keypads. Such door-lock systems do not protect personal information from others due to the exposure of fingerprints to keypads. In this paper, we propose the new door-lock system that does not leave fingerprints on the keypads. Without touching keypad the system works because the system accepts authentication information by using illuminance sensor and LED. The experiment shows that the implemented door-lock system works well under any circumstance.

Key Words : Biometric information, Door-lock system

1. 서 론

국내의 도어락 시장 규모는 2015년도까지 수천억원 규모로 연평균 5.3% 성장하고 있고 앞으로 계속적인 증가가 예상되고 있다. 또한 최근의 도어락은 바이오 정보를 기반으로 사용자를 인식하는 기술이 연구 되고 있다[1]. 바이오 인식은 사용자의 다양한 개인 정보를 추출하여 특정정보를 생성하고 이를 데이터베이스에 저장된 데이터들과 비교하는 패턴 인식 시스템이다. 그러나 바이오 인식은 특성상 개수가 한정되어 있으며 한번 도용되면 다시는 사용할 수 없고 개인의 유일한 정보이기 때문에 프라이버시 침해 위험이 따르게 된다[2].

현재까지 일상생활에서 널리 사용되고 있는 사용자 인증 방식인 열쇠는 분실 또는 도난 등의 이유로 높은 보안 성능을 제공하지 못하는 단점이 있다. 반면 바이오 인식인 지문, 얼굴, 홍채, 망막, 정맥 등은 개인별로 차이가 있는 사용자의 고유한 바이오 정보를 활용하여 분실 및 도난 등의 문제가 적어 기존의 방법에 비해 높

은 보안 성능을 제공한다[3-4]. 하지만 지문인식기술의 경우 지문 스캐너 유리에 남아 있는 지문흔적을 복사할 수 있기 때문에 복제가 가능하고 이에 따른 보완이 필요하다. 그리고 지문이 손상되거나 아예 없어진 경우에는 적용이 불가능하고, 잘리거나 메마른 피부, 굳은 손가락은 지문인식 기술을 사용하기 어렵다. 홍채인식은 웨이블릿(wavelet) 변환을 수학적 알고리즘 기법을 사용하여 고유정보를 일련의 디지털 부호로 변환하여 사용하는 기술이다. 하지만 렌즈를 사용할 경우 패턴이 변질 되어 오류를 발생시키며 소형화가 불가하고 비경제적이며, 대용량의 정보가 필요하다는 기술적 문제점 때문에 대중적으로 사용하기 어렵다. 그리고, 망막인식 기술은 안구배면에 위치한 모세혈관의 구성이 인간의 지문과 같은 특성을 가지고 있으므로 적색 광선으로 안구를 투시하여 망막 패턴을 검색하는 시스템이다. 망막인식 같은 경우 안경을 벗고 검색기에 접안 하여야 하며 적색 광선이 방사되는 점에 눈의 초점을 맞춰야 하는 부분이 사람들에게 거부감을 주고 있다[5-6].

이에 본 논문에서는 비접촉식 도어락 시스템을 제안한다. 현재까지 많이 사용되고 있는 도어락 시스템에서

[†]E-mail : dooykim@sch.ac.kr

키패드는 빠질 수 없는 핵심 부분이지만 접촉식 키패드는 지문이 남는 단점을 가지고 있다. 이 부분을 보완하기 위해 LED(Light Emitting Diode)와 조도센서(CdS센서)를 활용하여 두 센서 사이에 동작감지공간을 만들어 사용한다. 손가락이 키패드에 접촉 없이 동작감지공간에 가까워지면 발생하는 빛의 세기의 차이를 비교하여 인식 할 수 있도록 구현 한다. 차츰 바이오 인식 시스템을 활성화 되고 있는 시점에서 제안하고 있는 시스템을 사용하게 되면 개인정보를 보호 할 수 있을 것이다. 2장에서 시스템 구성 및 연구방향에 대해 제시하며, 3장에서는 하드웨어 구조에 대한 설명과 소프트웨어의 구현을 설명하고, 4장에서 결론 및 향후 연구방향에 대해 언급한다.

2. 비접촉식 도어락 시스템 구성

비접촉식 도어락 시스템의 구성도는 Fig. 1과 같이 조도센서와 LED를 이용하여 키패드를 구현한다. 구현된 시스템은 조도센서를 통해 들어오는 빛의 세기를 디지털 값으로 변환시켜 분석하고 사용자의 동작을 판단하여 도어락을 작동시키는 방식이다.

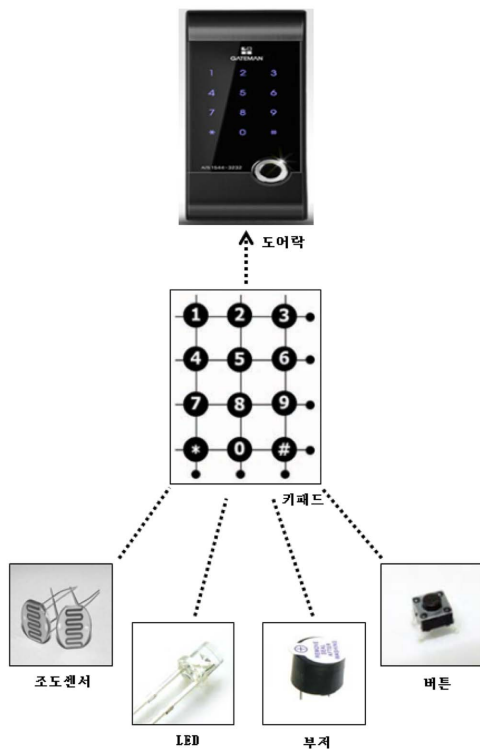


Fig. 1. Non-contact Door-lock System.

비접촉식 도어락을 구현하기 위해 아두이노 보드와 조도센서인 CdS셀을 활용한다[7]. 조도 센서는 황화카드뮴으로 구성되어 강한 빛이 비추지면 전기저항이 줄고 빛이 약해지면 저항이 늘어나는 성질을 가지고 있다. 즉, 어두운 곳에서 조도 센서는 절연체처럼 저항이 높아지고, 밝은 곳에서는 도체처럼 저항이 낮아지는 성질을 이용하여 빛의 세기에 따라 변화하는 저항의 값을 사용한다.

고휘도 LED는 다양한 색상을 가지고 있으며 각 색상 별로 고유의 특성인 파장, 광속, 휘도 등을 가지고 있다. 본 시스템에서는 고휘도 LED의 고유특성 중 가장 높은 휘도를 가지고 있는 LED를 사용한다. 휘도는 광원을 바라볼 때 빛나는 정도를 뜻하며, 청색의 LED가 가장 높은 휘도를 가지고 있기 때문에 본 시스템에서는 청색의 LED를 사용한다[8-9].

3. 비접촉식 도어락 시스템의 구현

3.1. 하드웨어 구현

Fig. 2는 LED와 조도센서로 구성된 키패드의 상태를 소리로 알려주기 위한 부저, 도어락의 개폐를 위한 서버 모터 그리고 마이크로 컨트롤러 유닛으로 구성된 비접촉식 도어락 시스템의 구성을 나타낸다.

비접촉식 키패드 시스템은 조도센서로 들어오는

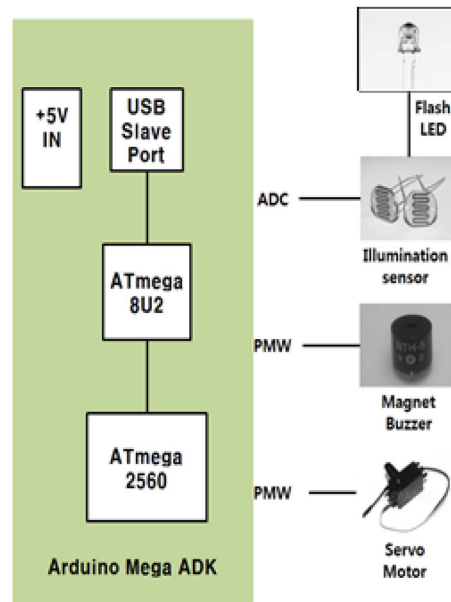


Fig. 2. Door-lock Hardware Architecture.

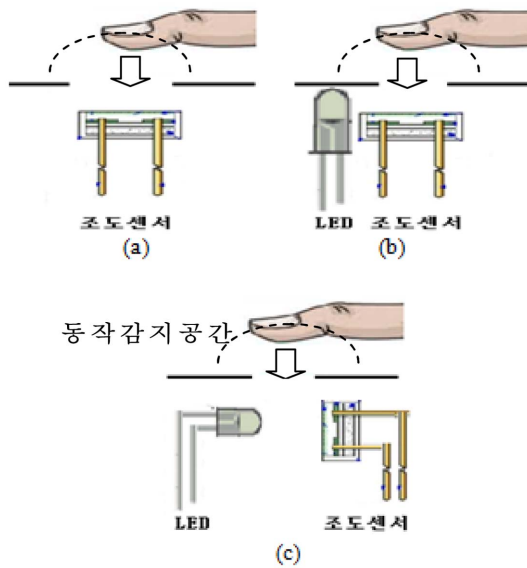


Fig. 3. Keypad Implementation : (a) CdS cell and Ambient Light, (b) CdS cell and Light Emitting Diode (1), (c) CdS cell and Light Emitting Diode (2).

LED빛의 세기가 가장 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나, 주변 환경의 변화에 따라 빛의 세기는 큰 차이를 보이며, 조도센서가 빛의 세기에 민감하게 반응하기 때문에 세가지 방법으로 시스템을 구현할 수 있다.

방법(a)는 Fig. 3(a)와 같이 조도센서만으로 키패드를 구현하고 주변환경의 빛의 세기만을 이용하여 센서에 들어오는 데이터를 수집한다. 사용자의 접근이 없는 경우 조도센서에서 측정되는 빛의 세기는 일정한 값을 가지게 되어 정확한 인식이 가능하다. 또한 사용자가 키패드를 동작시키기 위해 센서 위에 손을 가까이 했을 경우에도 센서에서 측정되는 값의 변화로 인해 정확한 인식이 가능하다. 하지만 키패드로 구현하여 실험해 본 결과 사용자의 손이 센서에 가까워질 때 발생하는 그림자로 인하여 다른 번호의 센서에 간섭을 일으켜 중복인식이 일어나며 오작동이 발생한다. 그리고 외부가 어두운 경우에는 빛의 세기가 부족하여 센서가 인식을 거의 못하는 단점이 있다.

방법(b)는 Fig. 3(b)와 같이 LED를 조도센서와 근접하게 부착하여 LED에서 나오는 빛의 세기를 데이터 값으로 사용할 수 있도록 구현한다. LED를 부착함으로써 외부에서 들어오는 빛의 세기에 대한 간섭이 감소하고 실내와 실외에서 주변환경의 밝기가 변경된 경우에도 정상적인 인식을 한다. 하지만 사용자가 접근할 때 발생하는 그림자의 간섭은 방법(a)와 동일하게

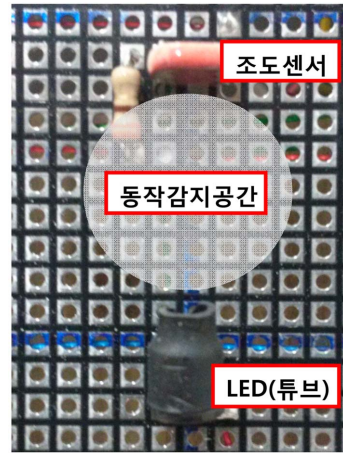


Fig. 4. Door-lock Keypad Hardware.

발생하여 인식률이 감소한다. 방법(b)는 방법(a)에 비해 외부의 간섭이 감소되며 일정수준 이상의 인식률을 유지하지만 중복인식으로 인해 시스템의 오류가 발생하는 단점을 가지고 있다.

방법(c)는 Fig. 3(c)와 같이 LED와 조도센서를 직각으로 만들어 서로가 마주보도록 구현하고, LED의 빛이 조도센서로 직접 전달 될 수 있도록 LED튜브를 활용하여 확산이 최소화 되게 구현한다. 일정한 LED의 빛이 직접적으로 조도센서에 들어오기 때문에 주변 환경이 바뀌더라도 센서에서 측정되는 데이터 값은 일정하게 유지되고, 사용자가 접근 시 발생하는 그림자로 인한 간섭 또한 제거된다. 그러므로, 주변환경의 간섭이 배제되어 높은 센서 인식률을 나타낸다.

그러므로 본 논문에서는 Fig. 3의 방법(c)를 이용하여 도어락 시스템을 구현한다. Fig. 4와 같이 주변의 간섭을 배제하기 위해 키패드의 LED와 조도센서를 서로 마주보는 형태로 구현하여 동작감지 공간을 형성한다. 그리고 LED튜브를 활용하여 LED의 빛이 확산되는 것을 방지하여 동작감지공간에 손가락을 가까이 할 때 차단되는 빛의 세기가 조도센서에서 정확하게 측정될 수 있도록 구성하고 전체적인 모듈제어는 아두이노 보드를 활용한다.

Fig. 5,6,7은 세가지 시나리오를 기반으로 주변 환경에 따른 인식률에 대한 테스트 결과이다. 조건(I)는 건물 내부가 밝은 경우, 조건(II)는 건물 내부가 어두운 경우, 조건(III)는 외부가 밝은 경우 그리고 조건(IV)는 외부가 어두운 경우이다. Fig. 5는 방법(a)에 대한 실험 결과로 빛의 세기가 강한 곳에서는 40%에 가까운 인식률을 보이지만 빛의 세기가 적은 경우에는 현저히

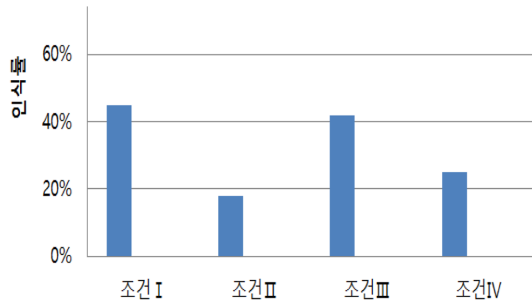


Fig. 5. Scenario (a) Recognition Chart.

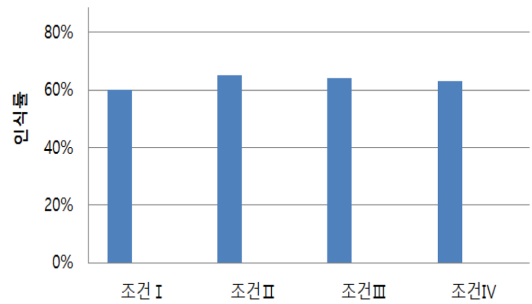


Fig. 6. Scenario (b) Recognition Chart.

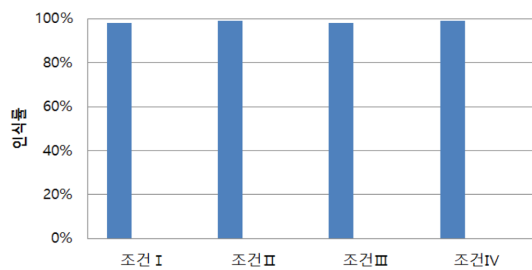


Fig. 7. Scenario (c) Recognition Chart.

낮은 인식률을 보여, 주변의 빛의 세기가 많은 영향을 주는 것을 확인 할 수 있다. Fig. 6은 방법(b)에 대한 결과로 주변의 밝기에 따른 인식률의 변화가 현저히 감소되고 장소에 관계없이 일정하게 60%의 인식률 보인다.

Fig. 7은 방법(c)에 대한 결과로 장소와 주변환경의 밝기로 인해 발생하는 간섭이 제거되어 모든 조건에서 99%에 가까운 인식률을 보인다. 그러므로 본 논문에서는 방법(c)를 Fig. 4와 같이 구성하여 도어락 시스템을 구현한다.

3.2. 소프트웨어 구성

Fig. 8은 키패드 동작에 관한 소프트웨어의 흐름도를

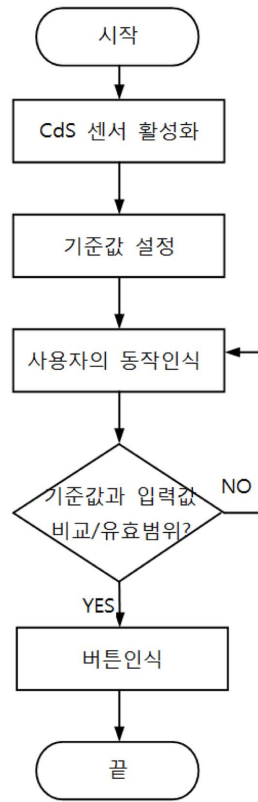


Fig. 8. Flow Chart of the Keypad System.

나타낸다. 그림에서 설명한 바와 같이 본 논문에서 제안하는 비접촉식 도어락 시스템은 LED에서 발생하는 빛의 세기를 손가락으로 차폐를 시도하여 변화된 빛의 세기를 조도센서에서 감지하여 동작한다. 따라서 사용자가 키패드를 동작시키기 위해서는 우선 조도센서를 활성화시키고 손가락으로 차폐를 시도하지 않을 경우 LED로부터 발생하는 빛의 세기를 측정하여 기준 값으로 사용한다. 다음으로 사용자가 키패드를 누르는 효과를 얻기 위해 손가락을 동작감지공간에 근접시켜 LED에서 발생하는 빛을 차단시켜서 얻은 값과 기준 값과의 차이를 비교하여 일정한 범위 안에 속한다면 유효한 입력값으로 받아들인다. 그리고 키패드의 동작 조건은 손가락 위치와 주변환경의 변화에 따른 빛의 세기 변화에 맞추어 최적의 값으로 설정이 가능하다. 따라서 키패드 입력값이 동작 조건과 일치 할 경우 입력으로 인식되고 일치하지 않을 경우 새로운 인식이 다시 들어올 수 있도록 이전의 상태로 돌아가 대기하도록 소프트웨어를 구성한다. 위와 같은 순서를 반복하여 각 키패드로부터 값을 입력 받게 되고 키패드로부터 입력

받은 값과 미리 입력되어 있는 비밀번호가 일치하면 도어락을 동작시켜 문을 열게 된다.

4. 결 론

본 논문에서는 접촉식 도어락의 사용으로 인해 유출되는 개인정보를 보호하기 위해서 조도센서와 LED를 활용한 비접촉식 도어락 시스템을 제안한다. 기존에 있는 도어락은 접촉식 키패드를 사용하여 인식되는 부분에 지문이 남아 고유의 개인정보가 유출되는 단점을 가지며, 추가적인 범죄에 악용 될 수 있다. 하지만 본 논문에서 제안한 비접촉식 키패드는 외부 환경에 따른 간섭이 없고 99%의 높은 인식률로 안정성을 보장한다. 또한 비접촉식 키패드는 물리적 버튼을 사용하는 기존의 키패드와 달리 지문이 남지 않아 개인의 고유정보를 보호할 수 있을 것이다. 향후 비접촉식 도어락을 상용화하기 위해서는 시스템의 제어 모듈의 소형화가 필요할 것이다.

참고 문헌

1. Park, Y. O., "Digital Door-Lock(Plan for Enlarging the Market of Small Business)", KISTI Market Report, Vol.3, No.6, pp.11-14, 2013.
2. Yun, S. H., "The Survey of the Privacy Invasion Threats on Biometric Based User Recognition Sys-

- tems", Korean Management Consulting Review, Vol.4, No.24, pp.129-148, 2009.
3. David Zhang, "Automated Biometrics Technologies and Systems", Kluwer Academic Publishers, 2000.
4. Joo, Y. D., "Analysis on Security Vulnerabilities of a Biometric-based User Authentication Scheme for Wireless Sensor Networks", The Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, Vol.14, No.1, pp.147-153, 2014.
5. <http://www.kipo.go.kr/home/portal/nHtml/Data/DataNews85-07.pdf>
6. Lee, H. Y. and Kim, J. G., "Quality Evaluation Model about Efficiency for Fingerprint Recognition System", Journal of Digital Convergence, Vol.12, No.6, pp.215-221, 2014.
7. Michael Margolis, "Arduino Cookbook, 2nd Edition", O'Reilly Media, 2011.
8. Lee, S. R., Park, T. J., Woo, B. H. and Choi, H. G., "Video Digital Doorlock System for Recognition and Transmission of Approaching Objects", KIPS transactions on software and data engineering, Vol.3, No.6, pp.237-242, 2014.
9. Hwang, M. K., Song, J. Y. and Huh, C. S., "The Optical Characteristics of High-Brightness LEDs for R/G/B/A/W Properties", KIEEME, pp.100-103, 2003.

접수일: 2014년 12월 4일, 심사일: 2014년 12월 11일,
2차심사일: 2014년 12월 16일, 게재확정일: 2014년 12월 22일