

심박동의 광학적 측정을 이용한 개인 인증 방법

김신자* · 이영우*

*목원대학교

Individual verification using optical measurement of heartbeat

Sheen-Ja Kim* · Young-Woo Lee*

*Mokwon University

E-mail : ywlee@mokwon.ac.kr

요 약

사람의 심박동은 심장 상태와 구조, 나이 등의 여러 요소에 의하여 고유한 특성을 갖는다. 본 논문에서는 심박동의 고유 특성을 이용한 개인 인증 방법을 제안하였다. 이 고유 특성은 LD와 PD를 이용, 광전용적맥파(PPG, Photo Plethysmogram)를 측정함으로써 얻었다.

ABSTRACT

Individual heartbeat has specific character by a condition of heart, structure, age, and so forth. On this paper, We propose that individual verification method using specific character of heartbeat. This character are obtained by measure PPG(Photo Plethysmogram) using LD and PD.

키워드

PPG(Photo Plethysmogram), biometrics, individual verification

1. 서 론

정보통신 인프라의 확장에 따라 인간의 생활권은 오프라인에서 온라인으로 빠르게 확장중이다. 이 과정에서 비대면이라는 사이버상의 특징을 이용하여 타인의 신원을 위장·도용하여 개인의 정보 안전에 위협 요소가 되고 있다.

이를 막기 위해 현재 가장 보편화 된 사용자 인증 방식으로는 키나 패스워드, PIN 방식이 있다. 그러나 이러한 방식 역시 타인에게 노출될 위험이 크다는 단점을 안고 있다. 이에 따라 단조로운 패스워드 방식에서 벗어나 개인 고유의 생체 정보를 활용함으로써 분실의 위험성이 적고 타인에 의한 위·변조의 가능성을 낮춘 보안 방법들이 등장하기 시작하였다.

현재 지문, 손모양, 혈관, 얼굴, 홍채, 서명, 음성 등의 다양한 생체 정보를 활용한 인식 방법이 연구 되고 있으며, 이중에서 지문, 홍채, 얼굴, 서명 등의 생체 정보를 활용한 인식 방법들은 범인 검거, 은행 업무 등의 분야에서 널리 활용 중에 있다.

그러나 지문을 이용한 인식은 타인에 의한 위·변조의 가능성이 크고, 얼굴 인식은 조명이나 나이를 먹어감에 따른 모양 등의 주변 환경 변화에 민감한 반응을 갖는다. 또한 홍채나 안구를 이용한 인식 방법은 기기에 민감한 눈을 직접적으로 접촉함으로써 질병에 대한 노출과 사용자의 거부감을 일으킬 수 있는 등의 단점을 갖는다 [1-2].

이러한 단점을 최소화 할 수 있는 방법으로서 심장박동을 이용한 인식 방법이 제안되었다. 사람의 심전도(ECG, electrocardiogram)는 심장 상태와 구조, 나이 등의 여러 요소에 의해서 개인마다 차이가 생긴다. 또한 잃어버릴 염려가 없고 타인에 의해서 도용될 염려가 거의 없다는 장점을 갖는다.

심전도의 파형은 심방에서 수축이 일어날 때의 P파, 심실의 수축에 의한 QRS 파, 그리고 다음 수축을 준비하기 위한 불응기 T 파로 구분이 된다. 각 파형의 포인트 사이에는 시간적으로 주기성을 갖으며 이러한 주기성과 각 파형 사이의 시

간을 특징화 하여 개인 식별이 가능하다[3~5].

본 논문에서는 ECG 측정 방법에서 벗어나 PPG(Photo Plethysmogram) 측정법으로 얻어진 심박동 파형을 사용, 개인 인증 방법의 적용 가능성을 생각해 보았다.

II. 본 론

가. 광전용적맥파(PPG, Photo Plethysmogram)

심장이 수축하면서 좌심실에서 박출되는 혈액이 말초로 이동하거나 이완기에 말초에서 심장쪽으로 부분적인 혈액 흡입등의 현상에 의하여 혈액부피의 변화가 일어난다. 이러한 미소한 혈액량의 변화를 광학적으로 측정할 것을 광전용적맥파(PPG, Photo Plethysmogram)이라고 한다.

피부에 발광부와 광검출부를 부착, 투과하는 빛의 강도를 측정하면 출력신호는 심장박동 주기에 따라서 변화한다. 이 투과광 중에서 DC 성분을 제외한 AC 성분이 바로 PPG 신호이다. 또한 PPG 신호의분당 피크수를 측정하면 맥박도 얻을 수 있다.

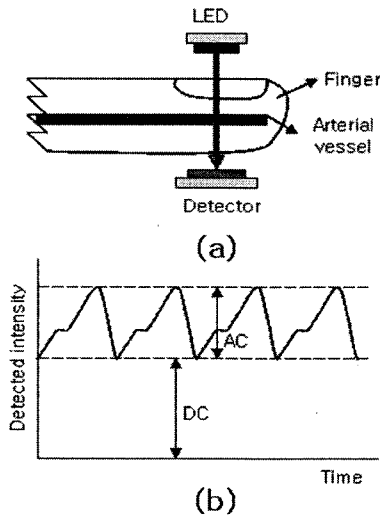


그림 1. LED와 PD를 이용한 PPG 측정
(a. 손가락에서의 PPG 신호측정
b. 측정된 PPG 신호)

그림 1은 손가락 끝에서 측정된 PPG 신호를 보여준다. 광원으로 LED를 사용하고 측정단으로는 Photo Diode를 사용하여 구현하였다. 이 때의 조직에서 투과된 광 강도는 Lambert-Beer의 법칙에 의하여 다음과 같다.

$$I_t = I_0 \times 10^{-abc}$$

I_t 는 투과 또는 반사되는 빛의 강도, I_0 는 입사되는 빛의 강도, a 는 조직의 광학적 흡수계수, d 는 광경로, c 는 조직의 농도이다[6].

나. 시스템의 구성

다음의 그림 2는 측정된 PPG 신호를 이용한 개인 인증 시스템의 개념도이다.

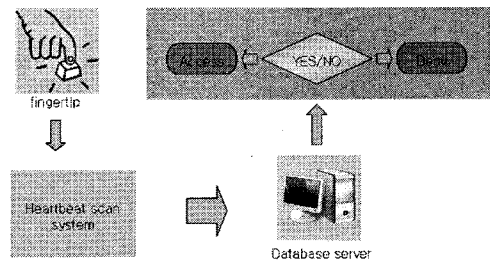


그림 2. PPG 신호를 이용한 개인 인증 시스템의 개념도

광원과 광검출기로 구성된 장치에 손가락을 가져다 댄다. 그러면 장치에서 PPG 신호 측정을 하게 되고 측정된 신호는 DB server로 전송이 된다. server로 전송된 신호는 일련의 과정을 거치면서 고유 특성을 위한 특징점을 추출한다. 이렇게 추출된 정보는 다시 server에 저장이 된다. 그 후, 다시 입력 장치에 의해 정보가 들어오면 앞에서 설명된 과정을 거치는데, 이 때는 추출한 정보를 저장하는 것이 아니라 이미 저장되어 있는 정보와 정확도를 비교·분석함으로써 입력자를 인증하는 시스템이다.

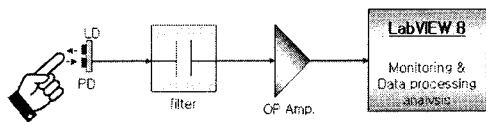


그림 3. 신호처리 시스템 구성도

그림 3은 신호처리 시스템의 구성도이다. 손가락 끝에서 LD와 PD를 통해 측정된 미세한 신호는 OP Amp를 통해 증폭과정을 거친다. 그 후 불필요한 잡음을 제거하는 필터링 과정을 거친 후, 데이터 처리 장치인 PC로 전송된다. 본 논문에서는 획득된 데이터를 monitoring하고 processing하기 위하여 LabVIEW를 이용하였다.

다. 실험 및 결과

본 실험에서는 PPG를 측정하기 위해서 광원으로 660nm 대역의 파장을 갖는 Laser Diode와 광검출부로는 Photo Detector를 사용하였다.

LD와 PD를 통해서 발생한 신호는 회로 내에서 간단한 필터링 과정과 OP Amp.를 이용한 증폭 과정을 거친다. 증폭된 신호를 획득하기 위해서 National Instrument 사의 BNC-2090을 사용하였다.

또한 NI 사의 LabVIEW 8을 이용하여 획득한 신호를 모니터링하고 잡음을 줄였다.

다음의 그림 4~6은 3명의 피실험자들로부터 얻어진 PPG 신호이다. PPG 신호 측정은 안정된 상태에서 각각 3번씩 수행하였다.

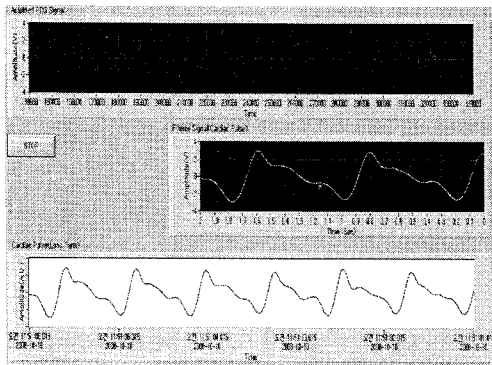


그림 4. 피실험자 1의 PPG 신호 (26세, 남성)

그림 4는 26세의 남성을 대상으로 획득한 PPG 신호이다. PPG와 Filterd signal에서 진폭은 센서와 손가락의 미세한 움직임 차에 따라서 다른 값을 나타냈다. Filterd signal에서 각 파형 하나의 시간 폭을 계산하였을 때, 피실험자 1은 평균 0.82s의 시간 폭을 갖는다. 이를 바탕으로 Cardiac Pulse에서 3초간 측정된 펄스의 개수를 확인하면 약 3.8개의 펄스가 나타남을 확인 할 수 있었다.

그림 5는 27세 남성의 PPG 신호이다. 피실험자 1의 경우와 마찬가지로 진폭의 크기에 있어서는 그 변동폭을 가졌다. 그러나 Filterd signal에서 시간폭이 약 0.77s로 주기성을 갖는 것을 확인 할 수 있었다. 그리고 Cardiac Pulse에서 3초간 약 3.5개의 펄스를 확인 할 수 있었다.

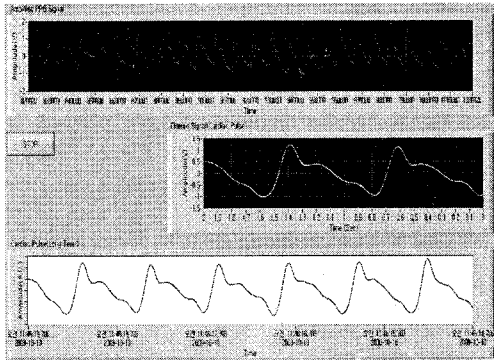


그림 5. 피실험자 2의 PPG 신호 (27세, 남성)

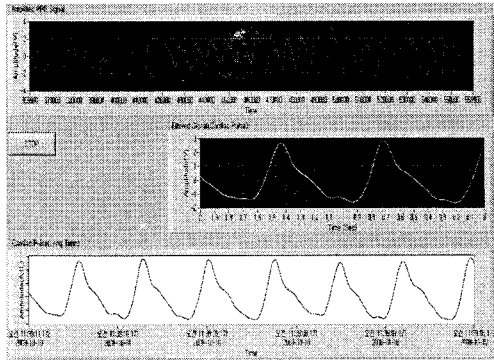


그림 6. 피실험자 3의 PPG 신호 (28세, 여성)

그림 6은 28세 여성의 PPG 신호를 보여준다. 앞의 두 경우와 진폭은 같은 현상을 보였으며, Filterd signal에서 계산된 펄스의 시간 간격은 평균 약 0.7s였다. 또한 Cardiac Pulse에서 3초간 약 4.2개의 펄스를 확인 할 수 있었다.

III. 결 론

본 논문에서는 PPG 신호를 이용한 생체인식 방법을 제안하였다. 그를 위해 LD와 PD를 이용하여 피실험자 3명으로부터 PPG 신호를 측정하여 얻었다. 그리고 각 실험자들의 PPG 신호로부터 미세하지만 개인차에 따른 특징을 확인 할 수 있었다. 따라서 차후 Pulse Height, Peak Threshold, Cardiac Period, Peak Width 등의 PPG 특징점들을 수치적으로 계산할 수 있는 프로그램을 수행할 예정이며, 그에 따라서 생체인식 시스템에의 적용이 가능할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 장재득, 최송인. 생체 인식 기술/표준화/시장 동향 분석. IITA기술정책정보단.
- [2] 문기영. 생체인식 기술현황 및 전망. TTA journal. No. 98.
- [3] Steven A. Israel, John M. Irvine, Andrew Cheng, Mark D. Wiederhold, Brenda K. Wiederhold. ECG to identify individuals. Pattern Recognition 38. 133-142. 2005
- [4] Gerd Wübbeler, Manuel Stavridis, Dieter Kreiseler, Ralf-Dieter Boussejot, Clemens Elster. Verification of humans using the electrocardiogram. Pattern Recognition Letters 28. 1172~1175. 2007.2008
- [5] Foteini Agrafioti, Dimitrios Hatzinakos. Fusion of ECG sources for human identification. ISCCSP. 12-14 March. 1542~1547.
- [6] 정동근, 김광년, 연구선, 최병철, 서덕준. 광전 용적맥파를 이용한 요골동맥 맥파 검출. Korean Journal of Life Science. Vol.13. No.1. 42~46. 2003.