

심전도를 이용한 생체신호 인증 알고리즘

이 새 움*, 김 재 성^o

Bio-Signal Authentication Algorithm Using Electrocardiogram

Saewoom Lee*, Jason Kim^o

요 약

전통적으로 바이오인식기술은 출입국심사, 출입통제 행정, 사회복지, 의료, 정보통신, 금융 등 다방면에서 폭넓게 보급되어 실생활에서 널리 활용되고 있다. 최근 들어, 모바일 지급결제서비스·ATM 인출기·인터넷전문은행 등과 같은 핀테크 분야에서 비대면 인증기술로 바이오인식기술이 각광을 받기 시작했다. 그러나 지문·얼굴·홍채·정맥 등 기존의 신체적 특징을 이용한 바이오인식기술은 가짜지문 등 신체적 특징을 이용한 바이오인식기술의 위변조 위협에 대한 우려가 존재하여 뇌파·심전도 등 생체신호, 걸음걸이와 같이 살아있는 사람의 행동학적 특징을 이용한 차세대 바이오인식기술에 박차를 가하고 있는 추세이다. 이에 본 논문에서는 뇌파·심전도·심박수·근전도 등 생체신호 중에서 가장 개인 식별성이 우수한 심전도를 이용한 인증 알고리즘을 사용하여 개인 인식 및 인증을 진행하였다. 심전도를 이용할 경우, 휴식 상태에서 개인 인식 및 인증 정확도가 90% 수준으로 가장 높았다. 또한 자세 및 전극 위치 등에 대한 변화는 평균 유사도가 0.98로 거의 변화가 없었으나 운동 등으로 인하여 심박수가 변할 경우 0.72로 가장 낮은 심전도 파형 일치도를 보여줌을 확인하였다.

Key Words : Bio-signals, Telebiometrics, Authentication, Electrocardiogram

ABSTRACT

Traditionally, biometric technologies have become widely available in many ways, including immigration, access control, administration, social welfare, medical care, and information and communications finance. In recent years, they have become emerge as the non-face-to-face technology in Fin-tech area such as mobile payments service, ATMs, and Internet banking. However, biometric technologies using existing physical features such as fingerprint, facial, iris and vein can be concerned about the forgery and alternations of biometric technologies using fake physical characteristics such as fake fingerprints. So, it is stepping up the trend toward next-generation biometric technologies using behavioral biometrics of a living person such as bio-signals and walking. Accordingly, in this paper, we are developing bio-signal authentication algorithm using ECG which most personally identifiable among bio-signals such as EEG, ECG, PPG and EMG. When using ECG signal, personal identification and authentication accuracy are around 90% in rest state. Also, the change in posture and electrode position are almost unchanged with 0.98, but it shows the lowest ECG waveform matching with 0.72 when the heart rate changed due to exercise.

* 이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2016-0-00417, 심전도를 이용한 텔레바이오인식 인증기술 개발)

• First Author : Korea Internet & Security Agency, Security Technology Dissemination Team, sprout2@kisa.or.kr, 정희원

◦ Corresponding Author : Korea Internet & Security Agency, Security Technology Dissemination Team, kimjs@kisa.or.kr, 정희원
논문번호 : KICS2017-08-229, Received August 31, 2017; Revised November 10, 2017; Accepted November 13, 2017

I. 서 론

IoT 기반의 헬스케어, 핀테크 등 모바일 지능화 기술이 발전하면서 개인정보 유출이나 해킹 등의 문제가 대두됨에 따라 개인의 정보를 안전하게 취급하기 위한 다양한 인증 기술이 연구되고 있다. 그 중에서도 생체정보를 활용한 개인인증기술이 활발히 연구되고 있는데, 개인의 생체정보를 이용한 인증 기술은 개인 별로 고유하고, 항상 몸에 지니고 다니는 신체 부위이며, 기억나지 않는다거나 공유, 분실, 도난의 염려가 없으며, 그리고 인증이 필요할 때는 항상 본인이 물리적으로 현장에 있어 사기 등의 발생 가능성이 적다는 장점 등으로 인하여 중요한 인증 기술로 인정되고 있다. 현재에도 생체정보를 이용한 여러 가지 인증 기술이 연구, 개발, 활용되고 있다. 지문을 이용한 연구가 그 대표적인 예라고 할 수 있으며, 그밖에도, 홍채, 혈관분포, 귀의 모양, 보행패턴, 음성 등을 이용한 인증 방법이 이 부류에 속한다고 할 수 있다. 그러나 이러한 생체 정보를 이용한 인증 방법 등은, 외형적으로 표출된 해부학적, 물리학적형태의 정보를 이용하는 것이기 때문에, 복제의 가능성이 존재하여 중요한 순간에 개인의 인증을 시행하기에는 부족한 부분이 있다. 이러한 관점에서 심전도(Electrocardiogram), 뇌전도(Electroencephalogram), 근전도(Electromyogram), 광용적맥파(Photoplethysmogram) 등과 같은 생체 신호를 이용한 개인의 인증은 복제가 불가능한 새로운 인증 방법을 제공하여 줄 것으로 기대되고 있다. 생체 신호는 신경계, 혈관계 등의 생리학적인 원리에 의하여 신체 내부에서 발생하는 신호로 외부적으로 보이지 않으며, 개인마다 신체적 특성에 따라 다르게 나타나고 있다. 또한 신호가 복잡하여 외부에서 복제하여 나타내기가 매우 어려우므로 위조와 변조에 강한 장점을 갖고 있다고 할 수 있다¹⁻³⁾.

생체신호는 크게 신호원, 응용분야, 물리적인 특성에 근거하여 분류될 수 있으나 본 논문에서는 생체신호가 측정되는 순간에 갖는 물리적인 특성에 근거하여 다음의 세 가지 형태로 생체신호를 기술하고자 한다.

전기적 생체신호: 전압, 전류, 전도도 등의 전기적인 변수로 측정되는 생체신호를 지칭한다. 이러한 생체신호를 측정하는 가장 대표적인 방법은 신호의 특성이 아주 잘 반영되어 나타나는 신체의 표면에 전극을 부착하여 신호를 전압 또는 전위차의 형태로 기록하는 방법이다. 대표적인 신호로는 심장의 박동과 관련하여 전압의 형태로 측정되는 심전도(ECG, Electrocardiogram), 대뇌의 활동 상태에 따라 머리 표

면에 부착한 전극에서 전압의 형태로 측정되는 뇌전도(EEG, Electroencephalogram), 근육의 활동 상태를 나타내는 전기적인 생체신호로 나타나는 근전도(EMG, Electromyogram)가 있다.

기계적·물리적 생체신호: 압력, 가속도, 온도, 소리 힘 등의 기계적/물리적 형태의 특성을 갖는 생체신호로 대부분의 생체신호가 이 범주에 속하며 대표적인 신호로는 신체의 말단 각 부위까지 혈액을 원활하게 공급하기 위해 심장에서 대동맥을 통하여 방출되는 혈액의 압력을 나타내는 혈압(Blood pressure), 혈액을 신체의 말단 부위까지 전송하기 위하여 박출하는 과정에서 심장의 운동 및 대동맥에서의 집단적인 혈액의 움직임을 나타내는 심탄도 (BCG, Ballistocardiogram) 등이 있다.

광학적·화학적 생체신호: 신체내의 조직들이 광학적 흡수도가 다른 여러 화학적인 성분들의 합으로 구성되어 있다는 원리에 근거하여, 신체 내부의 구성 성분을 광학적인 방법으로 평가하여 내는 생체 신호로 신체 말단에서 혈액의 양이 증가하면 빛을 더욱 많이 흡수하게 되므로, 투과 또는 반사하는 광량이 감소하게 되는데 이를 통하여 혈관의 용적이 변화하는 것을 모니터링하는 광용적맥파(PPG, Photoplethysmogram)와 혈액 내에 산소가 적절하게 포함되어 신체의 각 부위로 전달되는지를 평가하는 산소포화도(Oxygen saturation) 등이 이 범주에 속한다.

이러한 생체신호를 이용한 개인인증은 복제가 불가능한 새로운 인증 방법을 제공하여 줄 것으로 기대되고 있다. 생체신호는 신경계, 혈관계 등의 생리학적인 원리에 의하여 신체 내부에서 발생하는 신호로 외부적으로 보이지 않으며, 개인마다 신체적 특성에 따라 다르게 나타나고 있다. 또한 신호가 복잡하여 외부에서 복제하여 나타내기가 매우 어려우므로 위조와 변조에 강한 장점을 갖고 있기 때문이다. 이를 바탕으로 국내·외 산학연 전문가그룹인 “생체신호 인증기술 연구회” 구성·운영하여 기술수요 및 분석에 기반을 두어

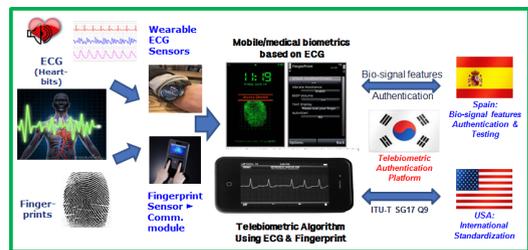


그림 1. 국제공동연구과제 개요
Fig. 1. Introduction of global collaboration research

다중 생체신호 인증플랫폼 기술개발 및 국내외 표준화 추진하고 있다. 구체적으로 한국인터넷진흥원(KISA)를 중심으로 다중 생체신호 인증플랫폼 및 생체신호센서 SoC 기술분석을 통한 생체신호 측정기술과 다중 생체신호를 이용한 인증기술 및 성능시험을 연구하며 생체신호 센서 기술 및 통신기능도 개발하고 있다. 이를 바탕으로 본 논문에서는 심전도, 광용적맥파 등 생체신호에 기반한 인증알고리즘에 대하여 살펴보고자 한다^{2,5)}.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 국내외 생체신호 인증기술에 대하여 알아보고 관련 연구에 대하여 소개한다. 3장에서는 개인 인증용 생체신호 센서 요구사항을 설명하고, 생체신호기반 인증 알고리즘에 기반한 실험 결과를 분석하여 4장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 국내 생체신호 인증기술

대기업 중심으로 뇌파·심전도 등 생체신호 센서칩을 개발하였으며, 갤럭시기어와 같은 스마트워치 등 웨어러블 디바이스에서 심전도에 대한 생체신호센서가 개발·보급되고 있고 대학병원과 공과대학교내 의

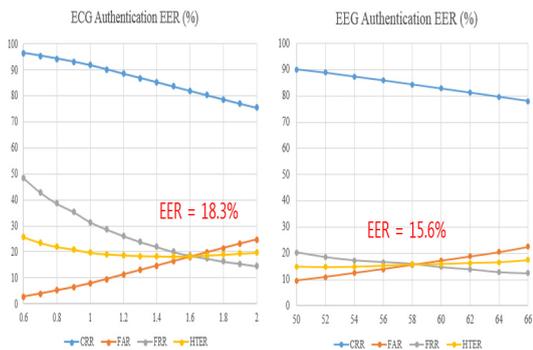
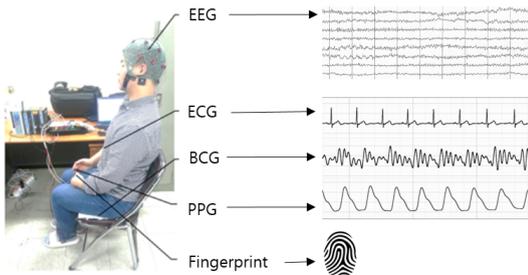


그림 2. 생체신호를 이용한 개인 식별
Fig. 2. Personal identification using bio-signals

공학연구소를 중심으로 뇌파·심전도에 대한 개인식별 기술에 관한 연구가 진행되고 있다. 구체적으로, 뇌파·심전도 등 생체신호 인증기술과 관련된 센서기술, 시험용 DB 구축지침을 진행하여 생체신호에 대한 인증률은 심전도(ECG) 84.3%, 뇌파(EEG, eye-close) 78%로 나타남에 따라 현재 수준에서는 심전도에 의한 개인 식별성이 가장 우수함을 확인하였다³⁾.

한편, KISA에서는 2001년도부터 “Biometrics 인증 시스템 보안성 평가기술 개발(정통부), 생체인식시스템 시험기술 표준화 연구(‘06년, 정통부), 모바일 바이오인식 신용합기술 표준개발(‘15년, 미래부) 등 바이오인식 원천기술 개발을 진행하였고, 아시아 최초로 국내 바이오 인식 제품의 정확성과 호환성을 검증하는 시험 서비스와 정부 및 공공기관 시범사업의 기술 자문 서비스를 본격 제공하기 위해 개소한 국내 최초의 바이오인식 제품 인증기관인 바이오인식정보시험센터(K-NBTC) 운영하고 있다.

2.2 해외 생체신호 인증기술

기존 신체적 특성의 바이오인식기술에 비하여 위변조에 강하고 편리성과 이동성이 우수한 차세대 바이오인식기술로 생체신호 인증기술이 주요 선진국을 중심으로 활발한 연구가 진행 중에 있다. 그 중, 인도 IIT에서 심전도와 얼굴 사진 및 지문을 이용하여 인증하는 연구를 진행하였다⁶⁾.

심전도 데이터의 경우 온라인상에 있는 MIT-BIH dataset을 이용하였으며 사용한 데이터에 대해서는 20개의 시간 축 상에서의 특징값들을 추출한 후 정규화를 진행하였다. 얼굴 데이터의 경우 NIST (2011년) 데이터셋을 이용하였으며 위에서 언급한 심전도 데이터를 갖는 실제 사람의 얼굴이 아닌 가상의 (surrogate) 피실험자 데이터군을 생성하였다. 지문 데이터 역시 NIST 데이터셋을 사용하였으며 다양한 방식으로 진행된 생체인식 점수 결과 데이터베이스를 이용하여 얼굴 데이터와 같이 점수-레벨 융합 기술을

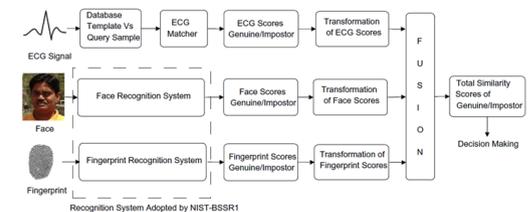


그림 3. 심전도, 얼굴, 지문을 이용한 멀티 모달 알고리즘
Fig. 3. Multi-modal algorithm using ECG, face and fingerprint

사용하였다.

심전도 및 얼굴 사진 및 지문을 멀티 모달로 융합하는 점수-레벨 알고리즘으로는 가중 합 규칙 (weighted sum rule)을 이용한 융합 방식을 이용하고 이를 바탕으로 일치도 점수를 판단하였다. 심전도, 얼굴, 지문 각각에 대한 EER 값에 대하여 가중치를 계산하고 점수-레벨에 대한 분포도를 계산하여 최종 융합된 점수를 산출하게 된다. 이러한 연구 사례는 기존의 얼굴 및 지문 데이터를 생체신호인 심전도와 융합하여 멀티 모달로 인증을 시도하였으나 실제 사람에 대한 데이터를 사용하지 않아 정확도 검증이 어렵다.

한편, 캐나다의 토론토 대학에서 시간과 자세에 따른 심전도 및 지문을 이용한 인증 기법에 대하여 연구하였다. 심전도의 경우 UofTDB(University of Toronto ECG Database)라는 데이터베이스를 구축하였으며 이 중 45명에 대하여 지문을 직접 측정하였다. 각각의 단일 생체인식 성능은 ECG의 경우 6.97%의 EER을 나타내었으며 지문의 경우 왼손 엄지의 경우 0.28%의 최소 EER을 나타내었으며 열 손가락 평균 3.62%의 EER 결과를 보였다. 이 연구는 직접 심전도 및 지문 데이터베이스를 구성하고 멀티 모달로 인증을 시도하였으나 알고리즘에서 사용된 측정 시간이나 다소 길다는 단점이 있다^[7].

III. 생체신호 인증 알고리즘

3.1 개인 인증용 생체신호센서 요구사항

생체신호센서 중 신체에 삽입되거나 접촉되는 도체 부분을 전극이라 하며 살아있는 사람의 신체에서 발생하는 전기적 신호를 시스템에 유입되도록 유도하는 역할을 담당한다. 심전도-심박수와 같은 전기 생리학 적 신호는 신체에 직접 접촉되는 방법으로도 취득할 수 있는 생체 신호이다. 신체에 직접 접촉되는 방식의 전극은 임피던스 (Impedance) 특성을 향상시켜 신호의 품질을 높이기 위하여 사용하는 전해질의 적용 여부에 따라, 습식 (Wet) 전극과 건식 (Dry) 전극으로 나눌 수 있다.

3.1.1 디지털 신호로 변환 시 샘플링 주파수

전극을 통하여 유입되는 생체신호는 아날로그 신호이므로 이 신호를 디지털 장치로 전달하여 처리하기 위해서는 디지털 신호로 변환하여야 한다. 이를 위해서 아날로그 디지털 변환회로를 사용하는데, 이 장치는 내부적으로 아날로그 입력신호를 샘플링하고 디지털 비트 스트림으로 양자화하여 출력하는 집적회로이

다. 아날로그 디지털 컨버터 (Analog-to-Digital Converter)가 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키는 속도를 데이터 변환속도라 하는데 Hz 또는 SPS로 표현한다. 한편, 샘플링 속도는 입력받는 아날로그 신호의 최대 주파수에 따라 달라지는데, 디지털 변환 신호의 왜곡을 최소화하기 위해서는 나이퀴스트 이론 (Nyquist Theory)에 따라 샘플링 주파수는 입력 최대 주파수의 2배 이상이어야 한다.

3.1.2 아날로그-디지털 변환 해상도

생체신호를 아날로그 신호에서 디지털 신호로 변환 시, 샘플 별로 양자화 되는 신호는 유한한 길이의 비트로 표현되는데, 이 비트의 길이를 해상도라 하고 BPS로 표현한다. 일반적으로 16 BPS 이하를 저해상도, 24 BPS 이상을 고해상도로 분류한다.

3.1.3 주파수 특성

신호를 구성하는 각각의 주기함수는 독립적인 진폭을 가진다. 이 신호를 특정 시스템에 인가하면 출력되는 신호가 바뀌는데, 이는 입력 신호를 구성하는 주기함수들의 진폭을 시스템이 변경시키기 때문이다. 이와 같이 주파수 별 신호의 크기를 변경시키는 시스템의 요소를 주파수 특성이라 한다. 심전도는 0.05~150Hz 주파수 대역에 분포하고 전극을 통하여 입력되는 신호의 크기는 수 mV 정도이다. 따라서 생체신호센서는 분석에 필요한 주파수 대역의 신호는 증폭하여 통과시키고 불필요한 신호는 줄여 제거할 수 있는 주파수 특성을 가져야 한다.

각각의 생체신호에 대하여 측정하는 센서의 성능에 따라 생체신호의 정보량과 질이 달라진다. 샘플링 주파수에 따른 개인식별성 변화를 관찰하기 위해 국내의 생체신호 개인식별성 및 연구용 DB를 구축하고 심전도 피크를 자동으로 검출하여 하나의 피크 기준으로 약 1초의 데이터를 인증 시험용 데이터로 사용하여 패턴인식 알고리즘을 이용하여 인증률을 분석하였다. 신호 샘플링 주파수의 경우 기본적인 조건에서 심전도의 경우 250Hz 이하로 샘플링 주파수를 낮출 시 개인 인증률이 85% 이하로 떨어진다는 결과를 보여주기도 한다. 따라서 고주파 성분이 상대적으로 많은 심전도 신호는 최소한의 신호 샘플링 주파수를 256 Hz로 제한하고, 저주파 성분이 상대적으로 많은 광용적맥파는 그의 절반 수준인 128Hz로 최소 센서 규격을 권장한다. 한편, 디지털 변환 해상도 및 주파수 성분 대역폭 역시 각각 생체신호의 특성에 따라 일반적으로 통용되는 수준을 포함하는 수준의 센서를

	심전도 (ECG)	광음전역파 (PPG)
신호 샘플링 주파수	256Hz	128Hz
디지털 변환 해상도	>10bit	>10bit
주파수 성분 대역폭	0.5~35Hz	1~5Hz

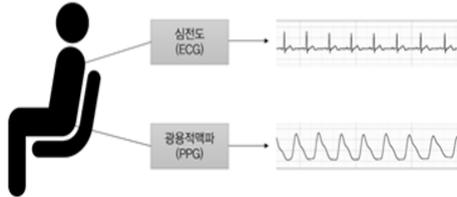


그림 4. 개인인증용 생체신호센서의 신호 품질 요구사항
Fig. 4. Requirements of bio-signals for personal authentication

사용하여 측정하여야 하며 그 기준은 그림 4와 같다.

3.2 생체신호 인증 알고리즘

이러한 연구를 바탕으로 심전도를 이용한 생체신호 인증 알고리즘은 0.5-35Hz의 Bandwidth로 디지털 필터링, 1계도함수(FD-ECG) 및 2계도함수(SD-ECG)을 구한 후 각각을 peak detection을 진행하는 데이터 처리 단계와 시간 영역에서 특징점 200~600개 (detect된 R-peak 기준으로 전 250ms/후 400ms의 데이터를 1ms간격으로 샘플링) 추출 단계를 거쳐 데이터셋에 대하여 10-fold cross validation을 진행하고 분류 알고리즘으로는 LDA(Linear-Discriminant Analysis) 알고리즘을 사용하여 개인인식 및 인증을 진행한다.

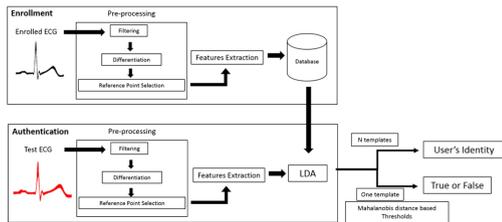


그림 5. 심전도를 이용한 인증 알고리즘
Fig. 5. Authentication algorithm using ECG

3.2.1 실험 환경

다양한 상황에 따른 심전도 파형의 일치도를 확인하기 위해 다음과 같은 환경에서 심전도 파형을 측정하였다. 먼저, 심전도 측정을 위해 Biopac 생체신호 측정 시스템을 사용하였다. 105명을 대상으로 실험이 진행되었으며, 연령대는 20대에서 60대이고, 남성과

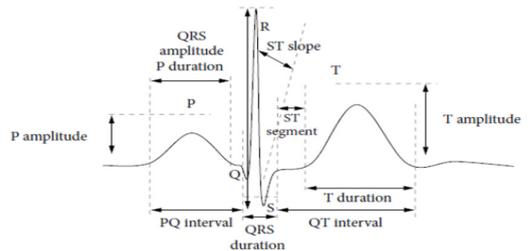
여성의 비율은 50,5%와 49.5% 이었다.

실험은 서있을 때, 앉았을 때, 운동 중일 경우, 휴식을 취하고 있을 경우 등 다양한 상황을 바탕으로 Finger 및 Wrist ECG을 통해 심전도를 측정하였다. 각 상황별로 1분씩 5번을 측정하였으며 특히 스텝퍼를 통해 운동하는 상황에서는 5분 이상의 운동을 통하여 심박수가 130 bpm에 도달한 상태에서 심전도를 측정하였다.

3.2.2 심전도를 이용한 특징점 추출

심전도를 이용한 개인식별 특징점 추출을 위하여 그림 6과 같이 심전도 파형상에서 시간간격, 진폭, 기울기, 대칭성, 상대적 비율 등 시간영역에서의 특징벡터와 심박수, 고조파 성분 등 주파수 영역에서의 특징벡터를 분석하고 선형 판별분석 알고리즘(Linear Discriminant Analysis, LDA), 확률 모델에 근거한 베이시언 분류기(Baysian classifier), 최소 근접 이웃 분류기(K-Nearest Neighbors classifier, KNN) 등 다양한 생체신호 모델을 적용하여 심전도 파형에 대한 생체신호 인증알고리즘을 개발하고, 추가적으로 기존의 지문용선 등 지문인식 특징점을 동시에 분석함으로써, 개인식별 대상자에 대한 심전도 파형과 지문패턴을 결합한 다중 생체신호 알고리즘을 개발한다.

그림 7에서는 다양한 상황에 따른 심전도 파형의 평균 일치도를 보여준다. 구체적으로 시간에 따른 일치도, 자세에 따른 일치도, 심박수가 증가했을 경우의



			1. ECG acquisition
			2. ECG feature extraction
			3. Differencing
$P(x) = C_0x^7 + C_1x^6 + C_2x^5 + C_3x^4 + C_4x^3 + C_5x^2 + C_6x + C_7$	$P(x) = C_0x^7 + C_1x^6 + C_2x^5 + C_3x^4 + C_4x^3 + C_5x^2 + C_6x + C_7$	$P(x) = C_0x^7 + C_1x^6 + C_2x^5 + C_3x^4 + C_4x^3 + C_5x^2 + C_6x + C_7$	4. Coefficient generation
$C_0, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7$			

그림 6. 심전도 및 심전도 도함수의 특징점 추출
Fig. 6. Feature extraction for ECG and derived function of ECG

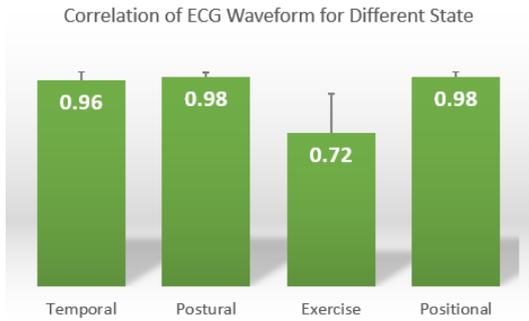


그림 7. 다양한 상황에 따른 심전도 파형의 평균 일치도
Fig. 7. Average matching for ECG signal based on various situations

일치도 및 전극 위치에 따른 일치도를 보여준다. 심전도를 이용할 경우, 휴식 상태에서 개인인식 정확도와 개인인증 정확도가 90% 수준으로 가장 높았다. 자세에 따른 변화, 전극 위치에 따른 변화(손목-손가락)는 모든 대상에 대하여 평균 유사도가 0.98로 거의 변화가 없었으며 그 다음으로 2주 정도의 시간에 따른 변화가 0.96의 상관계수, 마지막으로 운동 등으로 인하여 심박수가 변할 경우 0.72로 가장 낮은 심전도 파형 일치도를 보였다. 따라서 피실험자 내에서 심박변이가 일어날 경우 인증률이 낮아질 것으로 예상된다.

IV. 결 론

최근 들어, 모바일 지급결제서비스·ATM 인출기·인터넷전문은행 등과 같은 핀테크 분야에서 비대면 인증기술로 바이오인식기술이 각광을 받기 시작했다. 지문·얼굴·홍채·정맥 등 기존의 신체적 특징을 이용한 바이오인식기술은 가짜지문 등 신체적 특징을 이용한 바이오인식기술의 위변조 위협에 대한 우려가 존재하고, 특히나 삼성·애플페이 등 지문인식기술을 이용한 모바일 지급결제서비스에서 전 세계 10% 인구의 지문영상 채취가 불가능한 기술적인 제약조건 (손가락 절단, 지문패턴 마모) 등이 있어 주요 선진국에서는 뇌파·심전도 등 생체신호, 걸음걸이와 같이 살아있는 사람의 행동학적 특징을 이용한 차세대 바이오인식기술에 박차를 가하고 있는 추세이다.

이에 본 논문에서는 뇌파·심전도·심박수·근전도 등 생체신호 중에서 가장 개인 식별성이 우수한 심전도를 이용한 인증 알고리즘을 사용하여 개인 인식 및 인증을 진행하였다. 심전도를 이용할 경우, 휴식 상태에서 개인인식 정확도와 개인인증 정확도가 90% 수준으로 가장 높았다. 또한 자세에 따른 변화, 전극 위치에

따른 변화(손목-손가락)는 모든 대상에 대하여 평균 유사도가 0.98로 거의 변화가 없었으나 운동 등으로 인하여 심박수가 변할 경우 0.72로 가장 낮은 심전도 파형 일치도를 보였다. 이러한 내용을 바탕으로 기존 바이오인식기술의 위변조 위협과 기술적 제약을 벗어나는 차세대 텔레바이오인식기술을 개발함으로써 모바일 지급결제 등 핀테크, 원격의료 등 헬스케어, 스마트카 인증 등 IoT 융합서비스에서 비대면 인증수단을 제공하여 새로운 시장창출과 더불어 웨어러블 디바이스 등 관련융합산업에 글로벌 기술경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 한편, 심전도는 질환 유무, 슬픔·분노 등의 심리적 요인 등으로 인하여 살아있는 사람의 심장 상태가 유동적으로 변하기 때문에 인증기술로서 정확도가 다소 떨어질 수 있다는 단점이 있다. 이를 보완하고자 지문인식기술과 광용적맥파(PPG) 등을 이용한 다중 생체인식 알고리즘을 개발하고 이에 대한 정확성 검증을 위해 다양한 상황에서의 생체신호정보를 구축하고자 한다.

References

- [1] J. Kim, S. Lee, B. Kim, and S. Lee "Standardization trend of non-face-to-face authentication technology based on teletometrics," *KIISC*, vol. 25, no. 4, pp. 43-50, Aug. 2015.
- [2] G. Park, *Bio-signal and personal authentication*, KISA Report, Aug. 2014.
- [3] G. Park, *Analysis of authentication technology using bio-signals and construction of bio-signal database*, KISA Report, Jan. 2016.
- [4] J. Kim, "Recommendation of X.tif, integrated framework for telebiometric data protection in e-Health and worldwide telemedicine," *ITU-T SG17 Q9*, Aug. 2013.
- [5] G. Park and J. Kim, "Personal authentication technology using bio-signals," *TTA J.*, vol. 165, pp. 41-46, Mar. 2016.
- [6] Y. Singh, S. Singh, and P. Gupta, "Fusion of electrocardiogram with unobtrusive biometrics: an efficient individual authentication system," *Pattern Recognition Lett.*, vol. 33, no. 14, pp. 1932-1941, 2012.
- [7] S. Wahabi, S. Pouryayevali, S. Hari, and D. Hatzinakos, "On evaluating ECG biometric

systems: session-dependence and body posture,” *IEEE Trans. Inf. Forensics and Secur.*, vol. 9, no. 11, pp. 2002-2013, Nov. 2014.

- [8] R. Palaniappan, “Two-stage biometric authentication method using thought activity brain waves,” *Int. J. Neural Syst.*, vol. 18, pp. 59-66, Feb. 2008.
- [9] R. Paranjape, J. Mahovsky, L. Benedicenti, and Z. Koles, “The EEG as a biometric,” in *Proc. IEEE Canadian Conf. Electrical and Comput. Eng.*, vol. 2, pp. 1363-1366, 2001.
- [10] E. Vural, S. Simske, and S. Schuckers, “Verification of individuals from accelerometer measures of cardiac chest movements,” *BIOSIG*, pp. 1-8, Sept. 2013.
- [11] H. Guo, X. Cao, J. Wu, and J. Tang, “Ballistocardiogram -based person identification using correlation analysis,” *IFMBE Proc. World Congress on Med. Phys. and Biomed. Eng.* 39, pp. 570-573, 2013.

이 새 음 (Saewoom Lee)



2005년 2월 : 성균관대학교 정보통신공학과 졸업
2007년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사
2015년 8월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 공학박사
2016년 7월~현재 : 한국인터넷

진흥원 보안기술확산팀(선임연구원)
<관심분야> 텔레바이오인식 기술표준화, 생체신호 인증기술 개발

김 재 성 (Jason Kim)



1986년 2월 : 인하대학교 전산학과 졸업
1989년 2월 : 인하대학교 전산학과 석사
2005년 8월 : 인하대학교 정보통신공학과 공학박사
1996년 7월~현재 : 국인터넷진

흥원 보안기술확산팀(연구위원)
<관심분야> 텔레바이오인식 기술표준화, 바이오인식 프라이버시 보호기술, 생체신호 인증기술 개발