

생체신호를 이용한 텔레바이오인식기술 동향 및 전망

김재성*, 이새움**

요약

전통적으로 바이오인식기술은 출입국심사(전자여권, 승무원·승객 신원확인), 출입통제(도어락, 출입통제·근태관리), 행정(무인민원발급, 전자조달), 사회복지(미아찾기, 복지기금관리), 의료(원격의료, 의료진·환자 신원확인), 정보통신(휴대폰·PC·인터넷 인증), 금융(온라인 뱅킹, ATM 현금인출) 등 다방면에서 폭넓게 보급되어 실생활에서 널리 활용되고 있다. [그림 1]은 신체적 특징(Physiological biometrics)과 행동적 특징(Behavioral biometrics)을 이용한 사용자 인증기술인 바이오인식기술의 유형과 함께 각 기술별 보안취약점(팔호 안 빨강색글자)을 나타내고 있다. 최근 들어, 모바일 지급결제서비스·ATM 인출기·인터넷전문은행 등과 같은 핀테크 분야에서 비대면 인증기술로 바이오인식기술이 각광을 받기 시작했다. 한편, 가짜지문 등 기존의 신체적 특징을 이용한 바이오인식기술의 위변조 위협에 대한 우려 존재함에 따라 뇌파·심전도·근전도·맥박 등 살아있는 사람의 행동적(신체의 기능적) 특징을 이용한 생체신호를 이용하여 비대면 인증기술로서 활용하기 위하여 주요 선진국에서 차세대 바이오인식 기술개발이 가속화되고 있는 추세이다.[1] 또한, 이러한 생체신호는 최근에 삼성전자, LG전자, 애플 등에서 스마트워치를 통해 심장박동수를 측정하고 스마트폰을 통하여 모바일 지급결제, 헬스케어 등과 같은 IoT 모바일 융복합 응용서비스에 활용될 전망이다.

본고에서는 뇌파·심전도(심박수)와 같은 생체신호를 측정하는 스마트워치·밴드형·의복형 또는 패치형태의 웨어러블 디바이스와 같은 생체신호센서, 생체신호 인증기술 및 관련표준화 동향을 고찰해 보기로 한다. 국내외 관련기술과 표준화 동향을 면밀히 분석하여 지난 2015년 5월29일에 발족한 국내외 전문가그룹인 KISA“모바일 생체신호 인증기술 표준연구회”(이하 KISA 표준연구회)가 중심점이 되어 한국형 생체신호를 이용한 차세대 텔레바이오인식기술에 대한 연구개발과 국내외 표준화 추진에 박차를 가할 계획이다.

I. 서론

최근 유럽에서는 유럽바이오인식협회(EAB, European Association for Biometric)를 중심으로 매년 금융기관 대상으로 바이오인식 위변조 방지기술과 프라이버시 보호에 대하여 열띤 논의와 연구개발이 진행중에 있다. 한편, 기존의 지문·얼굴·홍채·정맥 등과 같은 신체적 특징을 이용하는 바이오인식기술에 대한 위변조 위협 [1,2,10]이 증대됨에 따라 행동학적 특징인 뇌파·심전도 등과 같은 생체신호를 이용하는 메디컬(감성인식) 바이오인식기술(Medical or Cognitive biometrics)에 관하여 미국 워싱턴대학·TI(Texas Instrument)社·애플

社, 캐나다 Nym社, 일본 소니, 한국 삼성전자 등 주요 선진국에서 앞다투어 스마트워치 등 웨어러블 디바이스에 생체신호센서를 탑재하여 스마트폰을 이용한 생체신호 인증기술개발에 박차를 가하고 있는 추세이다.[6]

생체신호가 측정되는 순간에 갖는 물리적인 특성에 근거하여 전기적, 기계적·물리적, 광학적·화학적 생체신호로 분류할 수 있으며, [그림 1]은 살아있는 사람에 대한 개인식별에 사용되는 대표적인 생체신호 분류를 나타내고 있다.

이 논문은 2016년도 미래창조과학부의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (B0719-16-1007, 심전도를 이용한 텔레바이오인식 인증기술개발)

* 한국인터넷진흥원 보안기술확산팀 (jskim@kisa.or.kr)

** 한국인터넷진흥원 보안기술확산팀 (sprout2@kisa.or.kr)



Others e.g. Electrooculography (EOG) – measurement of the resting potential of the retina.

(그림 1) 생체신호 유형

II. 생체신호 특성분석

2.1. 전기적 생체신호

전압, 전류, 저항, 전도도 등의 전기적인 변수로 측정되는 생체신호를 지칭한다. 이러한 생체 신호를 측정하는 가장 대표적인 방법은 신호의 특성이 잘 반영되어 나타나는 신체의 표면에 전극을 부착하여 신호를 전압 또는 전위차의 형태로 기록하는 방법이다. 전기적인 생체 신호의 범주에 속하는 생체 신호들은 다음과 같다.

○ 심전도(ECG/EKG, Electrocardiogram)

심장의 박동과 관련되어 전압의 형태로 측정되는 전기적인 신호이다. 심장 각 박동의 세부적인 순서에 따라서 정형적인 패턴을 나타내고 있어, 심장의 이상 진단에 활용되고 있는 대표적인 생체 신호이다.[11]

○ 뇌전도(EEG, Electroencephalogram)

대뇌의 활동 상태에 따라 변화하는 신호로, 머리 표면에 부착한 전극에서 전압의 형태로 측정된다. 인지 기능, 감각기능, 운동 기능, 감정상태, 수면 상태 등 뇌의 다양한 활동 상태를 부위에 따라 선택적으로 나타내는 대표적인 생체 신호이다. 심전도를 이용한 개인식별에 관한 연구는 현재 생체신호를 이용한 개인인증에서 가

장 활발한 분야이다. 의학에서도 가장 핵심적인 역할을 하듯 인식 및 인증에서도 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 측정을 위한 방법이 다양하게 존재하고, 유헬스케어 분야에서도 많은 연구가 진행되고 있는 생체신호라 그 결과들이 인증 및 인식의 분야에도 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

○ 근전도(EMG, Electromyogram)

근육의 활동 상태를 나타내는 전기적인 생체 신호로, 관찰하고자 하는 근육의 부위로 부터 가까운 위치에 전극을 부착하여 전위차의 형태로 측정한다. 근육 수축의 여부 및 수축 강도를 나타내어 준다. [3,4]

2.2. 기계적·물리적 생체신호

압력, 가속도, 온도, 소리, 힘 등의 기계적/물리적인 형태의 특성을 갖는 생체 신호로, 전기적인 생체 신호와 광학적인 생체 신호를 제외한 대부분의 생체 신호가 이 범주에 속한다고 볼 수 있다. 이 범주에 속하는 생체 신호들은 다음과 같다.

○ 심탄도(BCG, Ballistocardiogram)

혈액을 신체의 말단 부위까지 전송하기 위하여 박출하는 과정에서 심장의 운동 및 대동맥에서의 집단적인 혈액의 움직임은 외부에 미약한 힘을 가하게 된다. 힘을 측정하는 민감한 센서를 신체의 표면 또는 힘이 전달될 수 있는 위치에 장착하고 이 미세한 힘 신호를 측정하면 심장박동의 동태를 파악할 수 있다. 심전도와 함께 심장 활동에 관한 정보를 제공하면서 심장 박동에 의한 결과적인 정보를 제공한다. [3,4]

2.3. 광학적·화학적 생체신호

가시광선 또는 적외선 범위의 파장을 이용하여 신체 내부 특성 성분의 비율 또는 분포를 측정한 생체신호를 지칭한다. 이 범주에 속하는 생체 신호들은 다음과 같다.

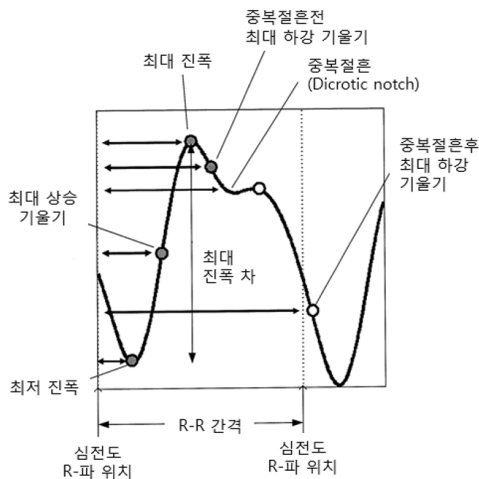
○ 광용적맥파(PPG, Photoplethysmogram)

신체 말단에서 혈관의 용적이 변화하는 것을 모니터링 하는 생체 신호이다. 심장에서 혈액이 박동에 의하여 일정한 간격을 두고 간헐적으로 박출되므로, 말단에

서 혈액의 흐름도 일정하지 않고 심장의 박동에 따라서 혈액의 양이 변화하게 된다. 혈액의 양이 증가하면 빛을 더욱 많이 흡수하게 되므로, 투과 또는 반사하는 광량이 감소하게 되는데 이를 통하여 혈관의 용적 변화를 측정할 수 있고, 심장 박동의 변화도 평가 할 수 있는 생체 신호이다. [3,4]

광용적맥파는 근본적으로 심장 및 심혈관계의 활동 상태를 반영하고 있으므로 심전도를 이용한 개인 인증과 유사한 수준의 성능을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. [그림 2]는 광용적맥파의 특징파라미터를 나타내고 있다.

애플 아이워치, 삼성전자 갤럭시기어 등과 같은 심박 측정을 목적으로 많은 웨어러블 기기들이 광용적맥파 기술을 사용하고 있다. 광용적맥파를 이용한 개인 인증 기술은 정확도가 낮은 단점이 있지만 웨어러블 기기에서 쉽게 측정될 수 있는 장점이 있어서 심전도와 마찬가지로 지문 등과 함께 다중 바이오인식기술로 응용될 가능성이 높다.[11]



(그림 2) 광용적맥파 특징 파라미터

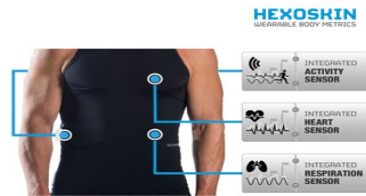
III. 생체신호 인증기술 및 표준화 현황

3.1. 생체신호센서

지난 2016년 1월 미국 텍사스주 달라스에 위치한 TI社(Texas Instrument)에 방문하여 생체신호센서기술에 대한 국제공동연구 협의차 방문한 바 있다. 한국측



(그림 3) 신체부착형 뇌파측정센서



TRAIN TO THE EDGE



Fitlimx

(그림 4) 약세사리·의료·부착형 심전도 측정센서

에서는 KISA, 웨어러블디바이스 개발업체 전문가와 미국측에서는 TI社 생체신호센서 IC칩(프로세서, DSP 엔지니어) 전문가간 생체신호 인증기술에 대한 논의가 진행되었다. 특히, TI社는 심박수(PPG), 심전도(ECG)를 동시에 측정할 수 있는 센서칩 개발이 완료되어 연내에 제품발표를 앞두고 있으며, 대부분의 웨어러블 디바이스에 해당센서칩을 탑재할 계획으로 파악되었다. 이러한 생체신호 센서칩을 탑재한 웨어러블 디바이스에서는 고품질의 생체신호를 취득할 수 있도록 신체부위에 착용하거나 부착하여 장시간 불편함없이 편리하게 사용할 수 있도록 설계되어야 한다. 이에 따라, 국내외적으로 생체신호센서를 탑재한 웨어러블 디바이스의 형태를 살펴보면 액세서리형(스마트워치·밴드·안경·목걸이), 직물/의류일체형(셔츠·양말·신발), 신체부착형(패치·헤드셋·모자·헤어밴드), 생체이식형(알약·신체부위에 칩이식) 등으로 분류할 수 있다. 현재 상용화된 생체신호센서를 탑재한 웨어러블 디바이스는 [그림 3]에서 보논바와 같이 머리부위에 착용할 수 있는 모자, 헤어밴드, 헤드셋의 형태로 뇌파인식용 웨어러블 디바이스에 대한 상용제품을 보여주고 있다.

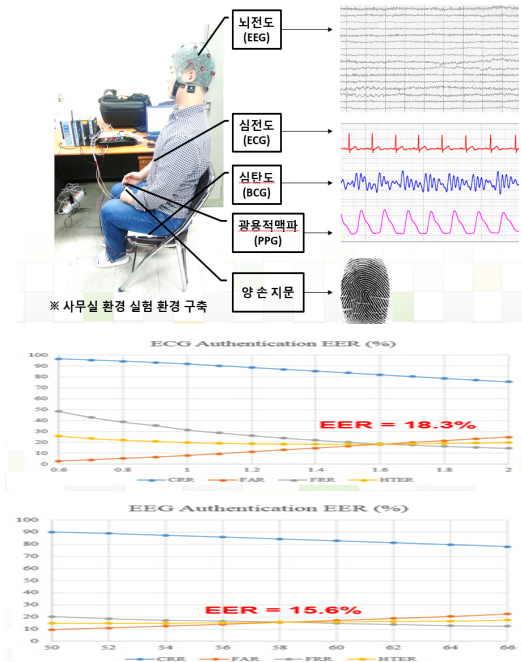
[그림 4]에서는 액세서리, 직물/의류일체, 신체부착 형태의 심전도(심박수)용 웨어러블 디바이스에 대한 상용제품을 보여주고 있다.

3.2. 생체신호 인증기술 동향

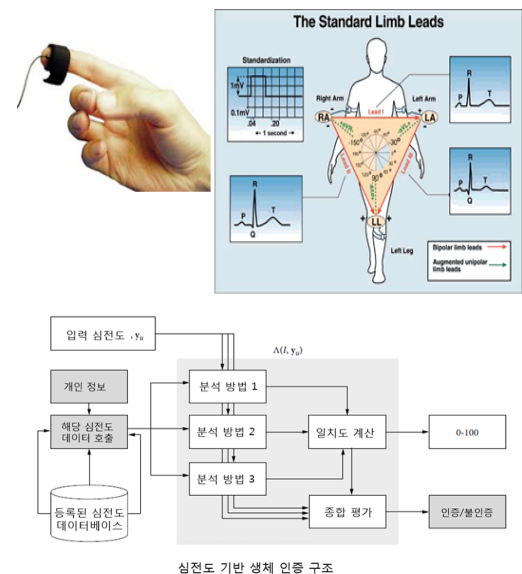
기존 신체적 특성의 바이오인식기술에 비하여 위변조에 강하고 편리성과 이동성이 우수한 차세대 바이오인식기술로 생체신호 인증기술이 주요선진국 중심으로 활발한 연구개발이 진행중에 있다. 다행히 우리나라에서도 미래부 정보통신표준 개발과제의 일환으로 지난 2015년 5월 29일 대학병원·스마트폰/바이오인식 개발업체·금융/원격의료 연구기관 등 산학연 전문가로 구성된 KISA 표준연구회가 발족되어 생체신호 인증기술에 대한 연구개발과 더불어 관련 국내의 표준화 추진에 박차를 가하고 있다.

[그림 5]는 KISA와 서울대학병원이 공동으로 국내외 생체신호 개인식별성 및 연구용 DB 구축 연구결과로서 개인식별성은 심전도(ECG) 99.5%, 뇌파(EEG, eye-close) 96.8%, 뇌파(EEG, eye-open) 93.2%, 광용적맥파(PPG) 89.8%의 시험결과가 나왔으며 이중에서

생체신호에 대한 인증율은 심전도(ECG) 84.3%, 뇌파(EEG, eye-close) 78%로 나타남에 따라 현재 수준에서는 심전도에 의한 개인식별성이 가장우수하고 뇌파에 대한 개인식별성 연구도 한창 진행 중에 있다. [그림 6]은 심전도 특성을 이용한 개인인증방법을 보여주



(그림 5) KISA 생체신호 개인식별기술 연구사례



(그림 6) 심전도 개인인증방법

고 있다. [3,4,6]

3.3. 생체신호 인증기술 표준화 동향

생체신호 인증기술은 감지, 시스템, 인증, 통신으로 나누어 볼 수 있는데, 도출된 유효특허는 생체신호를 웨어러블 디바이스와 같은 스마트기기로 손쉽게 측정할 수 있는 감지기술이 42%로 가장 많은 특허가 분포해 있고, 감지값을 응용할 수 있도록 하는 시스템기술은 20%가, 무선 네트워크에 의해 측정값을 관리자 또는 통신사업자에서 보내는 통신기술이 6% 정도 출원되고 있는 추세이다. 다만 이러한 생체신호 인증기술과 관련되는 연구개발은 각국에서 활발히 진행되고 있는데 반하여 관련기술에 대한 표준화 추진사례는 전혀 발표된 바가 없다. [5,6]

이에 따라, KISA 표준연구회에서는 TTA 바이오인식 프로젝트그룹(PG505)을 통하여 다음과 같은 생체신호 인증기술관련 국내표준을 개발 중에 있다.

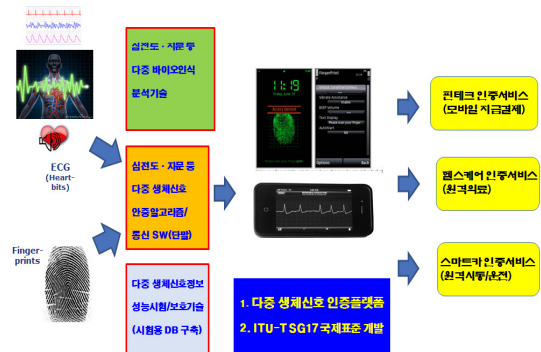
- o 개인식별을 위한 생체신호정보 시험용 DB 구축 방법(과제번호: 2015-804, 2015.12월~개발중)
- o 모바일 생체신호센서 인터페이스 표준규격(과제번호: 2015-805, 2015.12월~개발중)
- o 모바일 생체신호 특징점 데이터포맷 표준규격(개발예정, 2016년)
- o 모바일 생체신호정보 프라이버시 보호지침 기술 보고서(개발예정, 2016년)
- o 생체신호 인증알고리즘 성능시험기준(개발예정, 2017년)

이와 더불어 ITU-T SG17 Q9 국제표준화기구에 2016년 9월 X.tab(Telebiometric Authentication using Bio-signals) 신규로 국제표준을 제안하여 생체신호를 이용한 텔레바이오인식분야에서 한국이 주도적인 역할을 수행할 것으로 기대한다. [6,7,8,9]

IV. 결론 및 향후계획

최근 들어, 각광을 받고있는 애플페이·삼성페이 등과 같이 스마트폰에서 모바일 지급결제서비스를 지문 인식기술을 이용하여 사용자 인증을 하고 있지만 전세

계 10% 인구가 지문손상 등의 이유로 지문패턴을 취득할 수 없고, 가짜지문 등 위변조 등의 보안취약점이 존재함에 따라, 특히 심전도(심박수) 등과 같은 가장 개인식별성이 우수하고 위변조에 강인한 생체신호를 이용한 차세대 바이오인식기술 연구개발과 전 세계적으로 전무한 관련표준 개발이 시급하다 하겠다. 이에 따라 KISA에서는 [그림 7]에서 보는 바와같이 심전도(심박수)의 개인식별성을 개선하고자 기존 지문인식기술의 정확성을 활용하여 심전도를 이용한 텔레바이오인식 인증플랫폼을 미국의 텔레바이오인식 민간연구소와 스페인 마드리드대학교 등 주요 선진국 연구기관과 국제협력을 통하여 공동개발하고 관련된 기술특허 및 ITU-T SG17 국제표준화와 연계하는 글로벌 프로젝트를 착수하였다. 이를 통하여 향후 생체신호기반의 차세대 바이오인식기술을 선도적으로 개발하여 모바일 지급결제, 헬스케어, 스마트카 등 IoT 융합보안서비스에 비대면 인증기술로서 활용하고, 더불어 글로벌 전자인증산업에서 차세대 핵심인증기술로서 새로운 시장창출과 글로벌 기술경쟁력을 확보하여 국제사회에서 선도적 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.



(그림 7) 심전도를 이용한 텔레바이오인식 기술개발

참고 문헌

[1] 김재성, “텔레바이오인식기반 비대면 인증기술 표준화 동향,” 정보보호학회지, 제25권, 제4호, August, 2015.

[2] 김재성, 생체인식시스템 보안성 평가 및 표준적 합성 시험기술, 인하대학교 공학박사 학위논문, August, 2005.

[3] 박광석, “생체신호와 개인인증,” KISA 표준연구

- 회 연구보고서, December, 2014.
- [4] 박광석, “국내외 생체신호 개인식별 기술분석 및 연구용 DB 구축”, KISA 용역과제 연구보고서, January, 2016.
- [5] 김재성, “모바일 생체신호 인증기술 특허현황 분석보고서”, KISA 표준연구회 연구보고서, December, 2015.
- [6] 미래부 정보통신기술진흥센터, “스마트 융합보안 서비스를 위한 텔레바이오인식기술 표준개발 2015년도 연차보고서,” 한국인터넷진흥원, March, 2016.
- [7] Jason Kim, Recommendation of X.tif, Integrated framework for telebiometric data protection in e-Health and worldwide telemedicine, ITU-T SG17 Q.9, Aug., 2013.
- [8] Jason Kim, 7th revised text for Draft Recommendation of ITU-T SG17 X.tam : A guideline to technical and operational countermeasures for telebiometric applications using mobile devices, March. 2016.
- [9] Jason Kim, ISO/IEC DIS 17922 & 5th revised text for Draft Recommendation of ITU-T SG17 X.bhsm : Telebiometric authentication framework using biometric hardware security module, March. 2016.
- [10] ISO/IEC FDIS 30107-1, Biometrics presentation attack detection-Part1:Framework, January. 2016.
- [11] 박광석, 김지훈, “생체신호를 이용한 개인인증기술 및 DB 구축”, TTA 저널 제165호, ISSN 1975-5112, 2016.5.

〈저자소개〉

김재성 (Jason Kim)



1986년 2월 : 인하대학교 전산학과 졸업

1989년 2월 : 인하대학교 전산학과 석사

2005년 8월 : 인하대학교 정보통신공학과 공학박사

1996년 7월~현재 : 한국인터넷진흥원 보안기술확산팀(연구위원)

<관심분야> 텔레바이오인식 기술표준화, 바이오인식 프라이버시 보호기술, 생체신호 인증기술 개발

이새움 (Saewoom Lee)



2005년 2월 : 성균관대학교 정보통신학과 학사

2007년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 공학석사

2015년 8월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 공학박사

2016년 7월~현재 : 한국인터넷진흥원 보안기술확산팀(선임연구원)

<관심분야> 텔레바이오인식 기술표준화, 생체신호 인증기술 개발