

개인인증용 심전도 및 광용적맥파 특징점 데이터 교환포맷

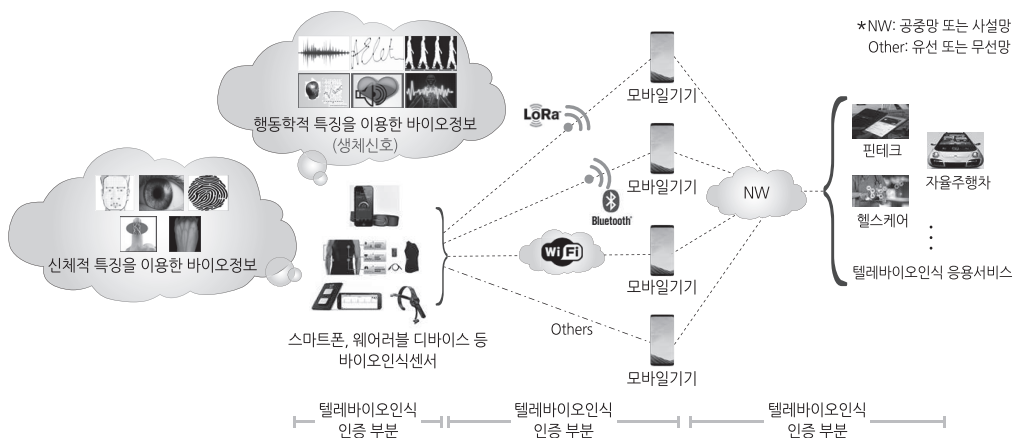
김재성 바이오인식 프로젝트그룹(PG505) 의장
한국인터넷진흥원 보안기술확산팀 연구위원



1. 머리말

바이오인식기술은 사람의 지문·얼굴·홍채·정맥 등 신체적 특징(Physiological characteristics) 또는 음성·서명·생체신호·걸음걸이 등 행동적 특징(Behavioral characteristics)을 자동화된 IT 기술로 추출·저장하여 다양한 IT 기기로 개인의 신원을 확인하는 사용자 인증기술이다. 최근 들어 스마트폰·태블릿 PC 등 모바일기기에 지문·얼굴·홍채·정맥

등 바이오정보를 탑재하여 모바일 지급결제 등 다양한 모바일 바이오인식 응용기술이 전 세계적으로 개발·보급되었으나, 가짜지문 등 스마트폰에서 신체 외부의 특징을 이용한 바이오정보에 대한 위변조 위협 또한 급증하고 있는 추세이다. 이에 따라 주요 선진국에서는 살아있는 신체내부에 있는 근전도·뇌파·심전도·광용적맥파(심박수) 등 행동학적 특징을 이용하는 생체신호 인증기술이 주목을 받아 영국의 Halifax 은행, 캐나다 왕립 은행 등 금융권을 중심으로



[그림 1] 생체신호를 이용한 텔레바이오인식 프레임워크

심전도를 이용한 고객에 대한 신원확인 시범 서비스를 운영 중에 있다. 이러한 생체신호 인증기술은 신체외부의 특징을 이용한 바이오인식기술에 비하여 상대적으로 위변조가 어려우며, 스마트워치, 스마트밴드 등 웨어러블 디바이스를 통하여 지속적으로 생체신호정보를 취득 및 인식이 가능하여 편의성과 보안성이 우수한 반면, 신체·감정변화 등에 민감하여 정확도는 상대적으로 취약한 면이 있다. [그림 1]은 생체신호정보를 웨어러블 디바이스에서 취득하여 유무선 통신망을 통하여 모바일 지급결제(핀테크), 원격의료(의료복지), 자율주행(스마트카) 등의 텔레바이오인식 응용서비스에서 생체신호를 이용하는 텔레바이오인식기술 개념도를 설명하고 있다.

본고에서는 생체신호를 이용한 텔레바이오인식 프레임워크에서 생체신호센서인 웨어러블 디바이스와 스마트폰 간에 블루투스를 통하여 생체신호정보를 송수신하는 표준규격인 ‘개인인증용 심전도 및 광용적맥파 데이터 교환포맷’에 대하여 소개하고자 한다.

2. 표준의 목적 및 주요내용

본 표준은 심전도 및 광용적맥파에 대하여 개인인증에 필요한 생체신호 특징값 데이터 포맷을 정의함으로써 생체신호의 상호 호환성을 보장하며 효율적인 생체신호 인식 알고리즘과 생체신호 응용 프로그램의 개발에 도움이 될 수 있을 것이다. 세부적으로, 본 표준은 생체신호 센서에서 추출되는 심전도, 광용적맥파에 대하여 개인인증용 생체신호 특징 정보의 저장·전송 등에 필요한 데이터 교환 규격을 정의하고 심전도, 광용적맥파에 대한 인증 알고리즘 및 전송 프로그램에서 사용되는 사용자 인증관련 정보의 데이터 포맷 규격을 기술한다.

본 표준에서 정의하는 생체신호 데이터는 심전도, 광용적맥파 원본 정보로부터 추출되는 정보 및 생체신호 정보로 그 범위를 정한다. 생체신호 특징 정보로는 심전도, 광용적맥파기반으로 개인인증에 필요한 생체신호 특징값을 포함한다. 생체신호 정보 데이터는 생체신호 특징값과 개인을 식별할 수 있는 정보가 용이하게 결합한 개인의 사적 영역의 데이터를 의미하며 이를 이용한 심전도 및 광용적맥파 인증 알고리즘 및 응용 프로그램에서 사용되는 사용자 인증관련 정보의 데이터 포맷 규격을 본 표준에서 정의한다.

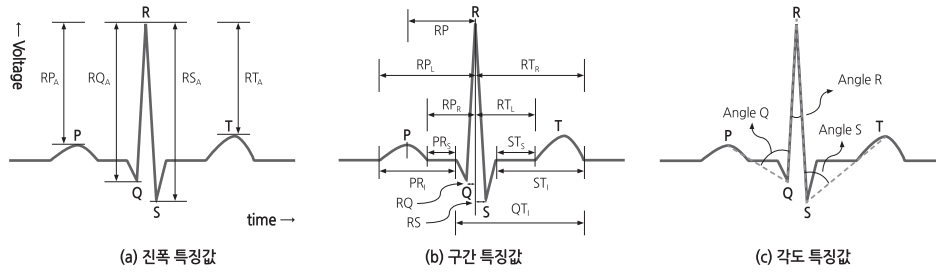
3. 개인인증을 위한 생체신호 특징점 정의

3.1 심전도 생체신호 특징값

심전도(ECG)는 심장 근섬유에서 발생하는 전기신호의 합으로 나타나는 생체신호로서 사람마다 다른 모양의 심장근육 조직을 갖고 있어 개인마다 고유의 심전도가 발생한다. 이는 특히 살아있는 사람의 자율신경계 영향에 민감하여 주변 환경이나 감정 등에 따라 개인별로 편차가 발생할 수 있으며, 이러한 심전도 파형의 주성분으로는 P, QRS complex, T 파형으로 구성된다. [그림 2]는 개인식별에 활용되는 심전도 생체신호 파형과 개인인증에 사용되는 생체신호 특징값을 정의하고 있다.

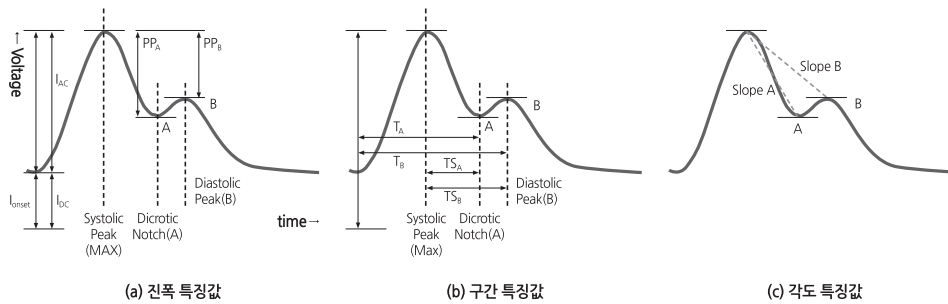
3.2 광용적맥파 생체신호 특징값

광용적맥파(PPG)는 개인마다 다른 혈관의 형태 및 탄성을 갖고 있어 개인별로 고유한 형태의 모양으로 생체신호 파형이 나타난다. [그림 3]은 개인 식별에 활용되는 광용적맥파 생체신호 파형과 개인인증에 사용되는 생체신호 특징값을 정의하고 있다.



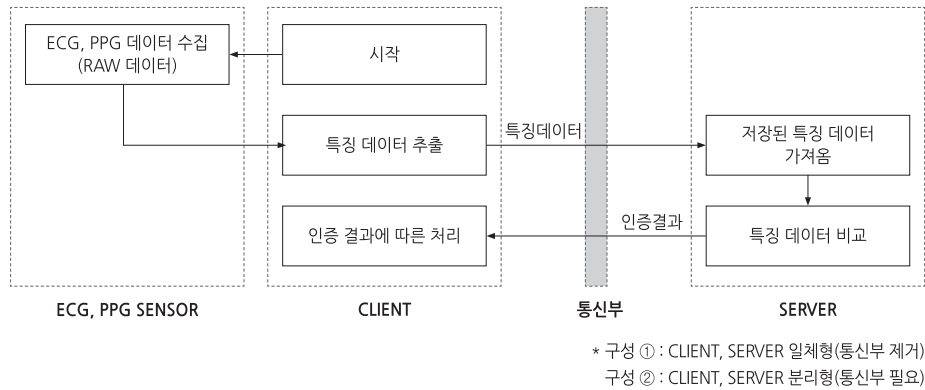
구분	특징값	표기	구분	특징값	표기
(a) 진폭 특징값	RQ 진폭 RS 진폭	RQ _A RS _A	(a) 진폭 특징값	RP 진폭 RT 진폭	RP _A RT _A
(b) 구간 특징값	PR 간격 PR 구간 QT 간격 ST 구간 ST 구간 Rpeak 에서 Ponset 까지 구간 Rpeak 에서 Ppeak 까지 구간	PR _I PR _S QT _I QT _S ST _I ST _S RP _L RP	(b) 구간 특징값	Rpeak 에서 Poffset 까지 구간 Rpeak 에서 Qpeak 까지 구간 Rpeak 에서 Speak 까지 구간 Rpeak 에서 Tonset 까지 구간 Rpeak 에서 Toffset 까지 구간 RR 간격	RP _R RQ RS RT _L RT _S RR
(c) 각도 특징값	Angle Q Angle R	∠Q ∠R	(c) 각도 특징값	Angle S	∠S

[그림 2] 심전도 생체신호 파형 및 개인인증에 사용되는 생체신호 특징



구분	특징값	표기
(a) 진폭 특징값	Amplitude of maximum of PPG Amplitude of minimum PPG I_{onset}/I_{DC} Amplitude from minimum to maximum of PPG Amplitude from minimum of dirotic notch to maximum of PPG Amplitude from maximum of dirotic notch to maximum of PPG PP_A/I_{AC} PP_B/I_{AC}	I_{onset} I_{DC} I_{onset}/I_{DC} I_{AC} PP_A PP_B PP_A/I_{AC} PP_B/I_{AC}
(b) 구간 특징값	Time from minimum to minimum of dirotic notch in PPG Time from minimum to maximum of dirotic notch in PPG Time from maximum of first derivative to minimum of dirotic notch in PPG Time from maximum of first derivative to maximum of dirotic notch in PPG Time from maximum to minimum of dirotic notch in PPG Time from maximum to maximum of dirotic notch in PPG	T_A T_B TD_A TD_B TS_A TS_B
(c) 각도 특징값	Slope from maximum to minimum of dirotic notch in PPG Slope from maximum to maximum of dirotic notch in PPG Slope A normalized with I_{AC} Slope B normalized with I_{AC}	Slope A Slope B Slope A _{norm} Slope B _{norm}

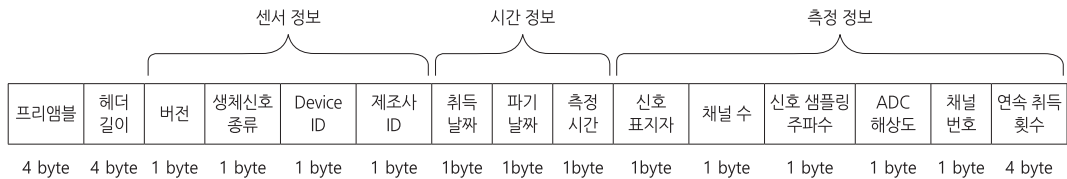
[그림 3] 광용적맥파 생체신호 파형 및 개인인증에 사용되는 생체신호 특징



[그림 4] 심전도 및 광용적맥파를 이용한 개인인증 절차구성도



[그림 5] 기본적인 개인인증용 심전도 및 광용적맥파 원본데이터 포맷 구성도



[그림 6] 개인인증용 생체신호 파일 헤더 구성도

4. 생체신호를 이용한 개인인증 절차 정의

생체신호를 이용하여 개인인증을 하기 위해서는 [그림 4]에서와 같은 절차를 수행하게 된다. 여기서 생체신호를 수집하는 센서를 기반으로 한 클라이언트-서버 구조를 가지며, 통신부 유무에 따라 클라이언트, 서버 분리형과 일체형으로 분류할 수 있다.

5. 개인인증을 위한 생체신호 원본 데이터 포맷 정의

개인인증을 위한 생체신호 원본데이터 파일포맷

은 [그림 5]와 같은 데이터 구조로 구성된다.

5.1 파일 헤더

파일 헤더는 심전도 및 광용적맥파 특징값 데이터 특성을 요약하여 전달하는 기본 정보로 구성되며, 생체신호센서에 대한 정보, 시간 정보, 측정 정보를 포함한다. [그림 6]은 개인인증을 위한 생체신호 파일 헤더의 구성을 보여주고 있다.

5.2 심전도 및 광용적맥파 생체신호 특징값 데이터 포맷

심전도 및 광용적맥파 특징값 데이터 포맷은 특징

<표 1> 심전도 특징값 데이터 포맷구조

구분	특징값	표기	데이터 표현형	데이터 크기
진폭 특징값	RQ amplitude RS amplitude RP amplitude RT amplitude	RQ_A RS_A RP_A RT_A	unsigned integer	8 bytes
구간 특징값	PR interval PR segment QT interval ST segment ST interval Rpeak to Ppeak segment Rpeak to Ppeak segment Rpeak to Poffset segment Rpeak to Qpeak segment Rpeak to Speak segment Rpeak to Tonset segment Rpeak to Toffset segment RR interval	PR_I PR_S QT_I ST_S ST_I RP_L RP RP_R RQ RS RT_L RT_S RR	unsigned integer	26 bytes
각도 특징값	Angle Q Angle R Angle S	$\angle Q$ $\angle R$ $\angle S$	unsigned integer	6 bytes

<표 2> 광용적맥파 특징값 데이터 포맷구조

구분	특징값	표기	데이터 표현형	데이터 크기
진폭 특징값	Amplitude of maximum of PPG Amplitude of minimum PPG I_{onset}/I_{DC} Amplitude from minimum to maximum of PPG Amplitude from minimum of dicrotic notch to maximum of PPG Amplitude from maximum of dicrotic notch to maximum of PPG PP_A/I_{AC} PP_B/I_{AC}	I_{onset} I_{DC} I_{onset}/I_{DC} I_{AC} PP_A PP_B PP_A/I_{AC} PP_B/I_{AC}	unsigned integer	16 bytes
구간 특징값	Time from minimum to minimum of dicrotic notch in PPG Time from minimum to maximum of dicrotic notch in PPG Time from maximum of first derivative to minimum of dicrotic notch in PPG Time from maximum of first derivative to maximum of dicrotic notch in PPG Time from maximum to minimum of dicrotic notch in PPG Time from maximum to maximum of dicrotic notch in PPG	T_A T_B TD_A TD_B TS_A TS_B	unsigned integer	12 bytes
각도 특징값	Slope from maximum to minimum of dicrotic notch in PPG Slope from maximum to maximum of dicrotic notch in PPG Slope A normalized with I_{AC} Slope B normalized with I_{AC}	Slope A Slope B Slope A_{norm} Slope B_{norm}	unsigned integer	8 bytes

값 신호의 길이를 나타내는 길이 헤더와 심전도 및 광용적맥파 생체신호 원본 데이터로부터 추출된 특징값 데이터로 구성된다.

계 시간 영역에서의 특징값과 주파수 영역에서의 특징값으로 나뉜다.

5.2.2 광용적맥파 특징값 데이터 포맷


5.2.1 심전도 특징값 데이터 포맷

심전도 특징값은 <표 1>에서 보는 바와 같이, 크

광용적맥파 특징값은 심전도와 마찬가지로 시간 영역에서의 특징값과 주파수 영역에서의 특징값으로

나누어지며 <표 2>와 같이 구성된다.

6. 맺음말

본 표준은 스마트밴드 등과 같은 웨어러블 디바이스에서 심전도·광용적맥파 등의 생체신호를 취득하여 유무선 통신망을 통하여 스마트폰으로 생체신호를 송수신하는데 필수적인 표준규격으로 자체개발한 국내표준이다. ITU-T SG17에서 우리나라가 개발한 생체신호를 이용한 텔레바이오인식기술(X.tab, Telebiometric Authentication using Biosignals) 국제표준 권고문에 주요 내용이 반영되었다. 향후에는 본 표준을 활용하여 생체신호를 이용하여 부정맥·심정지 등 살아있는 사람의 건강상태정보를 분석하는 생체신호 인증기반의 헬스 모니터링 분석기술 개발 및 국내외 표준화를 추진하여 노령화 사회에서 1인가구의 증가와 독거노인 등 취약계층의 고독사 예방을 위한 의료·복지·재난방지 공공서비스에 활용할 필요가 있겠다. 

[참고문헌]

- [1] 김재성, '텔레바이오인식기반 비대면 인증기술 표준화 동향,' 정보보호학회지, 제25권, 제4호, 2015. 8.
- [2] 박광석, '국내외 생체신호 개인식별 기술분석 및 연구용 DB 구축,' 한국인터넷진흥원 용역과제 연구보고서, 2016. 1.
- [3] 과기정통부 정보통신기술진흥센터, '심전도를 이용한 텔레바이오인식 인증기술 개발 2017년도 연차보고서,' 한국인터넷진흥원, 2017. 11.
- [4] 과기정통부 정보통신기술진흥센터, '스마트 융합보안서비스를 위한 텔레바이오인식기술 표준개발 2018년도 최종연구보고서,' 한국인터넷진흥원, 2018. 4.
- [5] 김재성, '바이오인식기술 표준화 현황 및 발전전망,' TTA 저널 Vol.177, 2018. 5.
- [6] Jason Kim, 4rd draft of Recommendation of ITU-T SG17 X.tab: Telebiometric Authentication using Bio-signals, 2018. 9.

※ 이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2016-0-00417, 심전도를 이용한 텔레바이오인식 인증기술 개발).