

감성신호 추출 및 감성/심리 인지 기술



신현순 한국전자통신연구원 감성인식IoT연구실 실장

1. 머리말

감성¹⁾신호 추출 및 감성/심리 인지 기술은 일상 생활에서 인간의 감성변화에 의한 자율신경계의 활동에 의해 나타나는 생체신호 및 환경상황신호, 영상신호, 음성신호 등을 센싱 할 수 있는 초소형/초정밀 센서 기술과 센싱된 신호 및 정보를 처리, 분석하여 이를 기반으로 심리감성을 인지, 검증, 규격화하여 정보화하고 사용상황에 맞게 정보를 처리하는 기술로 정의된다.

전 세계적 Life 패러다임은 급격한 노령화 사회로의 진입과 삶의 질 향상을 위한 복지의 중요성이 대두되는 사회적 변화가 진행되고 있다. 선진국을 중심으로 다양한 생체정보와 인간의 감성상태를 파악하여, 그에 맞춘 서비스를 제공함으로써 제품의 고부가가치화를 향상시키는 연구가 중점적으로 진행 중이며, 이에 인공지능, 지식마이닝, 딥 러닝 기술을 활용한 감성신호 추출, 감성인지 및 분석, 감성지식 정보 추출 기술에 대한 국내외 핵심원천 기술개발과 국내외 표준화의 필요성이 대두되고 있다.

감성신호 추출 및 감성/심리 인지는 의료진단 및 각종 특화된 서비스 제공을 위하여 새로운 사업 분야로 등장하고 있으며 고부가가치 산업으로 응용이 가속화될 전망이다. 따라서 특정 집단의 특정감성 모델을 생성하고 인지하는 기술의 연구개발에 관심이 필요하다. 또한, 로봇·교육·의료·미디어·자동차·실버·국방·건설·해양·농업 등 다양한 분야와 융·복합화를 통해 지능화된 서비스를 창출하는 개념으로 발전할 것으로 기대된다.

본고에서는 감성신호 추출 및 감성/심리 인지 기술과 서비스 및 활용분야에 대하여 살펴보기로 한다.

2. 감성신호 추출 기술

2.1 센서 및 센싱 기술

우리는 감성 변화 시 심장 박동의 변화, 몸의 땀 분비, 체온의 변화를 경험한다. 이러한 신체적 변화는 교감신경과 부교감 신경으로 구성된 자율신경계

1) 감성(Emotion): 감정(feeling)에 의해 사람의 뇌(brain)를 거쳐 표출되는 생리·심리적 반응

<표 1> 자율신경계의 자극에 따른 싸움-도주 반응

효과기관	교감신경	부교감신경
동공	확대	축소
땀샘	땀 분비 촉진	
심장	맥박 증가	맥박 감소
폐	세기관지 확장	세기관지 축소
지방조직	지방 분해	

<표 2> 각 생체 신호의 전기적 특성

Biosignal	Range	Freq.,(Hz)	Sensor
Electrocardiogram(ECG)	0.5~5mV	0.01~250	Skin electrodes
Electroencephalogram(EEG)	5~300μV	0~150	Scalp electrodes
Electrocorticogram(EMG)	0.1~5mV	0~10,000	Needle electrodes
Electrooculogram(EOG)	50~3500μV	0~5	Contact electrodes



[그림 1] Vishay Electronic 社のTCRT1000 범용 반사형 광센서

에 의해 조절이 되고 있으며, 자율신경계는 다양한 상황에 따라 우리 몸의 안정된 상태를 유지할 수 있도록 교감신경과 부교감신경의 균형을 조정하고 있다(<표 1> 참조).

정상인의 상황에 따른 자율신경계의 조절에 의한 생체항상성유지 작용은 몸의 이온이동, 활동 전위의 전달 등 생체 신호의 변화를 가져오며, 전기, 임피던스, 음향, 자기(Biomagnetic), 화학, 광학신호의 변화 측정이 가능하다(<표 2> 참조).

최근, 생체정보 측정 기술은 건강 및 행복한 삶에 대한 사람들의 관심으로 일상에서 활용성이 높은 손목형, 안경형 또는 플렉서블 형태의 생체 신호 측정 제품들이 많이 연구되고 있다. 감성인지를 위한 생체 신호 측정은 맥파 등의 측정 부위의 신체적

또는 혈류량의 변화를 측정하기 위한 광학적 방법, 심전도, 뇌전도 등의 생체 전기 신호를 측정하기 위한 비침습(non-invasive) 전기적 방법 및 피부전기전도도(GSR, Galvanic Skin Response), 피부온도(SKT, Skin Temperature) 등을 이용하고 있다.

혈관에 반사되거나 혈관을 투과한 빛의 양을 측정하는 광학식 맥파(PPG, Photo-Plethysmography) 측정은 혈액용적(blood volume)과 혈액 내의 헤모글로빈에 흡수되는 빛의 선형 관계를 이용하는 것으로, 주로 일반적인 반도체 패키지 형태의 반사형 광학식을 사용해 왔지만([그림 1]), 사용자의 무구속, 무자각을 위하여 점차 전용의 소형 맥파 측정 센서가 출시되고 있다[1].

심전도란 심장 박동 시 각 심근세포의 전기적 변

화를 측정하는 것으로, 몸에 심전도 전극이 직접 부착되는 심전도 측정 방법과, 정전용량 방식 또는 마이크로웨이브를 이용하는 비접촉식 방법 등이 있다. 사용자의 편의성(무구속/무자각)을 위해 근래에는 장시간 충전없이 사용 가능한 웨어러블 심전도 센서를 위하여 피부 부착이 가능하거나 집적회로 형태의 소형, 저전력 센서의 연구가 세계적으로 진행되고 있다. 하지만 국내 생체 신호 측정 센서 개발은 회로의 소형화, 다기능에 중점을 두어 연구개발이 제한적으로 진행되고 있는 실정이다.

2.2 감성신호처리 기술

생체신호로부터 감성을 인지하는 기술은 신경과학-심리학(정신의학)-컴퓨터공학(과학) 등의 연결고리가 유기적으로 확장되어 이루어져야 하는 분야이다. 일반적으로 인간이 느끼는 감성은 맥파, 심전도, 피부전도도, 피부온도, 뇌파 등과 같은 중추신경계 또는 자율신경계의 반응을 통해 생체신호로 나타나 감성상태의 판별이 가능하다고 알려져 있다 [2]. 생체신호로부터 감성의 변화에 따른 생체신호의 특징 추출을 감성신호처리 기술이라 한다. 즉, 감성신호처리는 센싱된 생체신호의 전처리와 후처리 과정을 거쳐 감성분석이 가능한 유효신호 추출이다. 보통 센싱된 생체신호의 타임 도메인(Time Domain)과 주파수 도메인(Frequency Domain) 분석을 통해 감성신호를 추출한다. 요즘은 감성신호의 특징추출 과정없이 생체신호의 빅데이터 구축과 기계학습 및 인공지능 기술을 활용한 감성인지 기술의 연구개발이 활발히 진행 중이다.

3. 감성/심리 인지 기술

인간의 감성을 추론하는 감성지능 기술은 생체기반 감성인지 기술, 음성기반 감성인지 기술과 영상기반 얼굴표정 인식 기술로 구분하고, 생체, 음성,

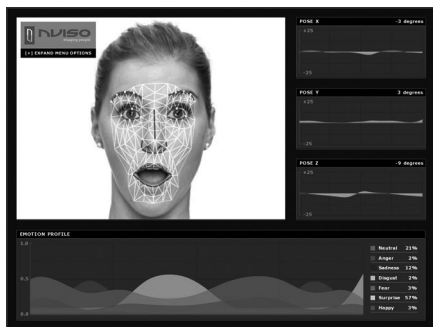
표정, 환경 정보들을 융합 분석 및 추론을 통해 휴먼 감성을 판별하는 방식으로 발전하고 있다.

3.1 생체기반 감성/심리 인지 기술

현재까지 진행된 생체기반 감성인지 기술은 경험적이고 통계적인 Rule-based 기법과 기계학습법을 이용한 연구로 나뉘어 진행되고 있다. Rule-based 기법에 의한 기술들은 수많은 생체신호를 분석하고 감성에 따른 감성 특징값을 추출한 후, 감성별로 Rule에 해당하는 조건을 설정하고 이를 통해 감성을 분류·판별한다. 또한, 기계학습 및 인공지능에 의한 감성인지는 학습을 위해서 많은 양의 감성에 따른 생체데이터를 수집하여 감성인지에 필요한 파라미터(특징)를 학습해야 하므로 수집된 학습 데이터의 신뢰도가 인지시스템의 성능을 크게 좌우한다. 따라서 생체신호 기반으로 감성인지를 위해서는 신뢰성 있는 감성별 생체데이터의 수집이 필수적이라고 볼 수 있다. 그러나 생체신호는 주위의 환경조건이나 개인에 따른 심리의 기저상태에 따라 감성의 변화가 달리 측정될 수 있어, 단일 생체신호만으로 감성을 정확히 인지하는 것은 매우 어렵다 [3]. 그러므로 단일 생체신호만을 이용한 감성인지를 지양하고 여러 생체신호와 환경정보 등을 복합적으로 활용하는 추세이다.

3.2 음성기반 감성/심리 인지 기술

감성에 따라 음성의 형식, 음의 강약, 장단, 고저 등이 각각 다르게 발생된다. 같은 말이라도 운율이 서로 다른 두 음성은 전혀 다른 의미 또는 의도를 표현하게 된다. 또한, 발생 속도, 각 발음 사이 묵음구간의 길이, 의성어도 사람의 감성을 표현하는 데 있어 매우 중요한 요소가 된다. 음성감성 인지에서 주로 사용되는 파라미터로는 발음 세기, 음질, 발음 속도, 피치, 평균, 피치 변화 범위, 피치의 변화, 발음법 등이 주로 사용되어 오고 있다. 최근



[그림 2] Facial Emotion Recognition @nViso

에 음성신호로부터 감성의 특징을 선정하고 감성을 분류, 감성별 인지 모델을 생성하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 인간의 발성을 이용한 감성상태를 인지하는 연구로는 음성을 분석하여 stress, confusion[4]~[10] 등 분석하거나 음성 속의 의미(웃음, 기침) 등을 인식하여 활용하는 연구도 진행되고 있다[11][12][13]. 오디오기반 감성인식 시스템의 경우 현재 개발된 시스템은 다양한 형태의 음향학적 신호를 추출하고 있다. 예를 들면 피치, 에너지, 기간(duration), 발음속도 등의 prosodic feature와 LPC, Cepstrum, MFCC 등의 spectral feature가 있다[7][14][15]. 이렇게 추출된 음향학적 신호들은 인식 과정을 거쳐서 감성으로 사상된다.

3.3 영상기반 감성/심리 인지 기술

영상기반 감성/심리 인지 기술은 최근 바이오인식 기술에 속하는 얼굴의 표정인식 분야에 포함된다. 사람의 얼굴 표정과 제스처를 읽어 들여 이에 따라 감성상태를 인지하는 기법이다. 이 중 가장 큰 비중을 차지하는 기법이 얼굴표정을 인식하는 기술이다. 표정의 변화는 인간의 얼굴 부위(눈, 눈썹, 입 등)의 얼굴 근육 변화에 의해 각기 다른 감정²⁾을 표현한다[16].

얼굴 표정을 이용한 감성인지는 분노, 슬픔, 혐오, 기쁨, 놀라움 등 기본적인 감정표현에서 파생된 특징요소들의 변형을 통해 인지하며, 안경, 머리모양, 표정 등에 의해 수시로 바뀌는 얼굴모양과 주변 환경의 다양한 변화를 고려한 연구들이 진행 중이다. 얼굴의 형상과 외관을 주성분 분석(PCA)으로 모델링하여 입력 영상으로부터 눈, 코, 입 등의 위치를 자동 추출하는 AAM(Active Appearance Model) 인식과 입력영상을 GW(Gabor Wavelet)으로 얼굴의 특징점을 통해 표정을 인식하는 기술이 표정인식의 주요 기술로 발전 중이다. FACS(Facial Action Coding System)([그림 2])는 얼굴근육 움직임에 따른 감성 상태를 측정하는 것을 AU(Action Units)로 분류하여 얼굴 표정 변화에 대한 감성상태를 데이터베이스화한다. 얼굴 이미지 기반의 표정 인식 기술은 미세한 표정 변화를 검출하여 현재 사용자의 감정을 인식해 내는 기술로 최근 휴먼-컴퓨터 인터랙션 분야에서 주목받고 있다.

또한, 얼굴표정 훈련 기술을 연구개발하여 이를 활용한 한국 일반인의 표준 영상 이미지를 기반으로 하여 타 인종 효과를 배제한 한국인만의 얼굴 표정 인식이 가능하도록 데이터베이스를 구현한 사례도 있다. 최근 빅데이터 및 인공지능이 이슈화되면서 영상을 기반으로 한 감성인지 기술 역시, 각 감성 표정에 대한 얼굴 영상의 학습을 통해 빅데이터를 구축하고 인지모델을 생성, 감성을 인지하는 기술이 진행되고 있다. 얼굴표정 훈련 기술의 성능향상과 활용이 기대된다.

4. 서비스 및 활용분야

국내의 경우를 살펴보면 감성정보 기반 감성맞춤형 서비스를 제공하기 위한 서비스 플랫폼 기술개

2) 감정(Feeling): 어떤 현상이나 사건을 접했을 때 마음에서 일어나는 느낌이나 기분의 상태(Status)


발이 ETRI를 중심으로 진행 중이며, 이를 기반으로 서비스 업체에서 감성정보 응용서비스 개발을 계획 중이다. 특히 휴먼감성 인지 기반의 서비스 창출은 4차 산업혁명을 이끌 주요 상품이 될 것이다. 특히 국내 서비스 업체들은 ETRI의 웨어러블 감성센싱 장치 및 건강 및 심리/감성 인지 기술의 기술이전을 통한 서비스 및 제품에 관심을 갖고, 인지된 감성정보를 활용한 콘텐츠 서비스, 광고 서비스, U-Health 서비스 등의 감성인지장치 및 감성맞춤형 서비스 상품을 기획 중이다.

국외의 경우를 살펴보면 MIT, MS, NTT Docomo, 어펙티브미디어사 등 글로벌 연구기관은 감성융합기술을 차세대 프로젝트로 선정하여 기술 개발을 적극적으로 추진 중이며 감성게임, 감성형 홈서비스를 위한 플랫폼 개발을 진행 중이다. 또한, 세계 유수의 자동차 회사들은 미래 자동차 시장의 핵심은 감성기술의 접목임을 인식하고 감성인지기술 확보를 위한 투자에 적극 나서고 있다[17][18].

5. 맺음말

본고에서는 미래 4차 산업혁명을 주도할 기반 기술인 감성신호 추출 및 감성/심리 인지 기술을 살펴 보았다. 미래 우리 삶의 질을 책임지게 될 인간중심의 기술인 감성신호 추출 및 감성/심리 인지 기술은 궁극적으로 개개인의 감성정보를 기반으로 제품 및 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다. 본 기술을 점진적으로 융합 정착시키기 위해서 기술적 부분과 법제도 정비가 필요한 부분이 있다. 이에 대해서는 세심한 검토와 접근이 요구된다.

또한, 감성정보의 규격 및 감성정보 교환 포맷, 감성서비스 플랫폼, 인터페이스 등 관련 기술 개발 검증과 나아가 국가 주도의 표준화가 이루어져야 한다. 아직 선진국에서 시도되지 않은 인지된 감성 정보 및 감성환경/감성상황 정보를 서로 교감할 수

있는 감성교감통신 네트워크 및 감성교감통신 프로토콜 기술을 선제적으로 연구개발하고 표준화로 연계 추진이 정책적으로 이루어져야 한다. 

[참고문헌]

- [1] www.cismst.org
- [2] Yanqing Zhang, Fan Zhang, Yousef Shakhsheer, et al., 'A Batteryless 19 μ W MICS/ISM-Band Energy Harvesting Body Sensor Node SoC for ExG Applications', IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 48, No. 1, Jan. 2013, pp 199-213
- [3] Xiaowei Niu, Liwan Chen and Qiang Chan, 'Research on Genetic Algorithm based on Emotion recognition using physiological signals,' ICCP Proceedings, 2011, pp.614-618.
- [4] S. Steidl, M. Levit, A. Batliner, E. Noth and H.Niemann, 'Off all things the measure is man:Automatic classification of emotions and inter-labeler consistency,' Proc. IEEE Int'l Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing(ICASSP '05), 2005,pp. 317-320.
- [5] J. Hirschberg, S. Benus, J. M. Brenier, F. Enos and S. Friedman, 'Distinguishing deceptive from non-deceptive speech,' INTERSPEECH '05, 2005,pp. 1833-1836.
- [6] J. Liscombe, J. Hirschberg and J. J. Venditti, 'Detecting certainty in spoken tutorial dialogues,' INTERSPEECH '05, 2005.
- [7] O. W. Kwon, K. Chan, J. Hao and T. W. Lee, 'Emotion recognition by speech signals,' INTERSPEECH '03, 2003.
- [8] T. Zhang, M. Hasegawa-Johnson and S. E. Levinson, 'Children's emotion recognition in an intelligent tutoring scenario,' INTERSPEECH '04, 2004.
- [9] A. Batliner, K. Fischer, R. Hubera, J. Spilker and E. Noth, 'How to find trouble in communication,' Speech Communication, Vol. 40, 2003, pp. 117-143.
- [10] J. Ang et al., 'Prosody-based automatic detection of annoyance and frustration in human-computer dialog,' ICSLP'02, 2002
- [11] K. P. Truong and D. A. van Leeuwen, 'Automatic discrimination between laughter and speech,' Speech Communication, Vol. 49, 2007, pp. 144-158.
- [12] S. Matos, S. S. Birring, I. D. Pavord and D. H. Evans, 'Detection of cough signals in continuous audio recordings using HMM,' IEEE Trans. Biomedical Eng.,Vol. 53, No. 6, 2006, pp. 1078-1083.
- [13] P. Pal, A. N. Iyer and R. E. Yantorno, 'Emotion detection from infant facial expressions and cries,' Proc. IEEE Int'l Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing(ICASSP '06), 2006, pp. 721-724.
- [14] R. Cowie et al., 'Emotion recognition in human computer interaction,' IEEE Signal Processing Magazine, Jan. 2001,

pp. 32-80.

- [15] C. M. Lee and S. S. Narayanan, 'Toward detecting emotions in spoken dialogs,' IEEE Trans. Speech and Audio Processing, Vol. 13, No. 2, Mar. 2005.
- [16] Bernard Fong, Senior Member, IEEE, and Joyce Westerink, 'Affective Computing in Consumer Electronics' IEEE TRANSACTIONS ON AFFECTIVE COMPUTING, VOL. 3, NO. 2, APRIL-JUNE 2012.
- [17] Sano, A., Picard, R. W., 'Stress recognition using wearable sensors and mobile phones', To appear in The 5th biannual Humaine Association Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction(ACII 2013), 2-5 September 2013.
- [18] Hernandez J., McDuff D., Benavides X., Amores J., Maes P., and Picard R. W., 'AutoEmotive: Bringing Empathy to the Driving Experience to Manage Stress,' In work-in-progress/provocative work in Designing Interactive Systems(DIS), Vancouver, Canada, June 2014.



위치 측정 및 동시 지도화 Simultaneous Localization And Mapping, SLAM

로봇이 임의 공간을 이동하면서 주변을 탐색하고 자신의 위치를 측정하여 동시에 지도를 작성하는 것.

주요 카메라와 레이저 센서를 이용하여 주변 환경과의 거리를 측정한다. 자율 주행 자동차, 무인 항공기(드론), 무인 청소기 등에서 SLAM을 활용할 수 있다.