

감성측정 테크놀로지의 교육적 활용방안 탐색

Educational Use of Emotion Measurement Technologies

이창윤*, 조영환**, 홍훈기*

서울대학교 사범대학 화학교육과*, 서울대학교 사범대학 교육학과**

Chang Youn Lee(naver@snu.ac.kr)*, Young Hoan Cho(yhcho95@snu.ac.kr)**,
Hun-Gi Hong(hghong@snu.ac.kr)*

요약

감성이 기억 및 학습과 밀접하게 관련되어 있다는 최근의 연구결과와 학습의 정의적 측면에 관한 교육계의 높은 관심에도 불구하고 학습자의 감성에 기반한 교수방법이나 학습환경에 대한 체계적인 연구가 부족하다. 면대면 강의와 온라인 학습에서 감성의 역할을 이해하고 긍정적 감성을 촉진하기 위한 노력이 점차 증가하고 있으나, 학습자의 감성을 타당하고 신뢰롭게 측정하는 것은 여전히 도전적인 과제로 남아있다. 감성을 고려한 교육을 실천하기 위해서는 학습자의 기억에 의존한 자기보고식 감성측정도구의 제한점을 보완하는 것이 필요하다. 본 연구는 최근 교육학과 인접학문 영역에서 사용되고 있는 감성측정도구를 자기보고, 생리적 신호, 행동적 반응의 측면에서 조사하고 그 도구들이 교수학습 상황에서 어떻게 활용될 수 있는지를 논의하였다. 특히, 실시간으로 학습자의 감성을 편리하게 수집하여 분석할 수 있는 첨단 테크놀로지의 교육적 활용방안을 조사하였다. 이 연구는 향후 실제적인 교수학습 상황에서 감성의 역할을 규명하고 학습자의 감성 변화를 고려한 적응적 학습환경을 설계하는 데 크게 기여할 것이다.

■ 중심어 : | 감성 | 측정도구 | 테크놀로지 | 교육적 활용 |

Abstract

Recent research shows that emotion is closely related to memory and learning. Although a growing number of educators have high interest in affective aspects of learning processes and outcomes, there are few studies to investigate systematically instructional strategies and learning environments based on learners' emotion. Despite the efforts to understand the role of emotion and to facilitate positive emotion for meaningful learning in face-to-face and online environments, it is still a challenging issue to measure emotion in a valid and reliable way. To implement emotion-based education, it is essential to overcome the limitation of self-report surveys on emotion, which rely on the memory of learners. The current study surveyed emotion measurement tools, which are recently developed in education and other domains, in terms of self-report, neurophysiology, and behavioral responses. This study also discussed how emotion measurement tools can be used in authentic learning and teaching situations. Particularly, this study focused on cutting-edge technologies that would enable educators to collect and analyze learners' emotion easily in real-world contexts. This study will contribute to the research about the role of emotion in education and the design of adaptive learning environments that consider the change of learners' emotion.

■ keyword : | Emotion | Measurement | Technology | Educational Use |

* 이 논문은 서울대학교 사범대학의 학과간 학제간 공동연구지원사업과 BK21 플러스 사업(관리번호 21B20130011080)에 의하여 지원되었음.

접수일자 : 2015년 04월 13일

수정일자 : 2015년 05월 20일

심사완료일 : 2015년 05월 20일

교신저자 : 조영환, e-mail : yhcho95@snu.ac.kr

I. 서론

정서지능을 비롯하여 감성(emotion)에 대한 교육연구가 최근에 주목을 받고 있다. 학교에서 학생들은 다양한 감성적 경험을 하고 있으며, 교사와 상호작용하는 과정에서 긍정적 혹은 부정적 감성이 발생하기도 하고 소멸되기도 한다. 이 때 발생하는 기쁨이나 행복과 같은 긍정적 감성은 학생들의 내재적 동기를 향상시키고 정보처리를 촉진시킬 수 있다. 반면에 불안, 분노, 두려움과 같은 부정적 감성은 학생들이 문제를 다양하게 표상하고 창의적이고 유연한 방식으로 사고하는 것을 방해할 수 있다[1][2]. 기존의 감성 연구가 교육적 맥락에서 시험 불안에 집중되어 있었던 것에 비해서 최근에는 다양한 유형의 감성이 학습과 어떠한 관련성을 가지고 있는지에 관한 연구가 보다 체계적인 방식으로 진행되고 있다[3]. 그리고 감성이 학습과 밀접한 관련성을 가지고 있다는 연구결과를 바탕으로 학습자의 감성을 고려한 교수전략과 학습환경을 개발하려는 연구가 증가하고 있다[4-6]. 이러한 연구들은 학습에 긍정적 영향을 미치는 감성을 학습과정에서 증가시키고 부정적 영향을 미치는 감성을 감소시킴으로써 보다 효과적인 교육을 할 수 있다고 주장한다[3][7].

교육 분야에서 감성에 대한 관심이 증대되고 있음에도 불구하고, 학습의 인지적 측면에 관한 연구에 비해서 감성적 측면에 관한 경험과학적 연구가 체계적으로 이루어지지 않고 있다. 더욱이, 실험실 상황을 벗어나서 실제적인 교육 맥락에서 감성의 역할을 연구하는데 많은 한계가 있다. 그 이유 중의 하나는 교육현장에서 감성을 타당하고 신뢰로우면서도 편리하게 측정할 수 있는 도구와 방법이 부족하기 때문이다. 감성을 측정하기 위해서 자기보고식 검사지가 자주 활용되고 있으나[8], 학생들이 자신의 감성을 기억에 의존하여 주관적으로 보고하는 과정에서 실제적인 감성과 오차가 발생할 수 있다. 특히 학령전기 아동과 저학년 학생들을 대상으로 자기보고식 검사지를 사용하여 감성을 측정하는 것은 현실적으로 매우 어렵다. 그리고 학습과정에서 특정 감성이 장기간 유지되는 것이 아니라 감성 상태가 지속적으로 변하기 때문에 자기보고식 검사지는 시간에 따른

감성의 변화를 조사하는 데 적절하지 않다.

자기보고식 감성측정도구의 한계점을 보완하기 위하여 최근에는 학습자의 생리적(physiological), 행동적(behavioral) 반응을 이용한 감성측정도구가 연구에 활용되고 있다[9][10]. 심장박동, 뇌파, 피부전기전도도 등의 생리적 반응과 얼굴 표정과 목소리 같은 행동적 반응을 지속적으로 측정함으로써 학습과정에서 감성이 어떻게 변하는지 조사할 수 있다. 이러한 접근방식은 자신의 감성상태를 정확히 인식하고 표현하는 데 어려움을 가진 학습자에게도 적용될 수 있다는 점에서 감성연구의 발전에 기여할 수 있다.

본 연구의 목적은 학습자의 감성을 실제적인 교육 맥락에서 효과적으로 측정할 수 있는 도구들을 조사하고 이들의 교육적 활용방안을 연구와 실천의 측면에서 논의하는 것이다. 이 연구에서는 감성을 엄밀하게 측정하기 위한 고가의 의료장비보다는 학교 교실과 같은 실제적인 맥락에서 학습자의 감성을 실시간으로 용이하게 측정할 수 있는 장비에 초점을 맞추고자 한다. 교육 분야에서 감성과 학습의 관계를 연구하고 특정 감성을 유발하거나 감소시키는 교수전략을 개발하기 위해서는 감성을 실제적인 교수학습 맥락에서 측정하는 것이 필요하기 때문이다. 최근 주목을 받고 있는 웨어러블 디바이스 기술이 더 발전한다면 학습자의 생리적 정보와 행동적 반응을 손쉽게 수집해서 학습자의 감성을 실시간으로 분석할 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 감성의 개념

감성에 대한 정의는 학자들마다 기술하는 방식에 차이가 있으나, 공통적으로 감성을 인지적, 생리적, 행동적 측면이 서로 연결된 복합적인 시스템으로 인식하고 있다[1][11]. Pekrun은 감성을 “정서적, 인지적, 동기적, 표현적, 신경생리적 과정들을 포함하는 정신적 하부조직의 통합된 프로세스 또는 다중 요소(p. 316)”로 정의하였다[12]. 예를 들어, 불안(anxiety)이라는 감성은 불쾌, 신경질적인 느낌(정서적), 걱정(인지적), 회피 동기

(동기적), 걱정스러운 얼굴표정(표현적), 땀 발생(신경생리적)과 같은 요소를 포함한다[12]. 이처럼 감성 체계를 구성하는 인지적, 생리적, 행동적 요소는 서로 밀접하게 연결되어 있으며, 상호 영향을 주고받는다.

일상적인 대화에서 감성을 분위기(mood), 정서(affect), 감정(feeling) 등과 구분하지 않고 혼용하여 쓰는 경우가 종종 있다. 감성, 분위기, 정서, 감정에 대해 정의를 내리는 것은 감성 연구 영역에서 여전히 이슈가 되고 있다. 분위기는 강도와 지속기간 측면에서 감성과 구분된다. 분위기는 강도 측면에서는 낮고 넓게 퍼져 있으며, 종종 특정 대상물이나 목적, 초점이 없이 오랜 기간 지속된다[11][13]. 반면에 감성은 시작과 끝을 구분할 수 있고, 짧은 시간 동안 지속된다[11]. 감성은 특정 대상이나 사건에 의해서 유발되며, 구체적인 원인을 가지고 있고, 인지할 수도 있다[14]. 이 같은 감성의 특성을 “에피소드적”이라는 용어로 표현할 수 있다. 한편, 감성과 분위기를 포함하는 주관적 감정 상태를 지칭하는 용어로서 정서가 비교적 포괄적이고 넓은 의미로 사용되고 있다[11][15]. 마지막으로, 감성은 건강한 뇌에서 느끼는 자극으로부터 유발되는 반면에, 정상 자극과 잘못된 자극 모두로부터 유발된 정서적 상태를 감정이라고 한다[16]. 예컨대, 정상적인 뇌에서는 도파민 등의 신경전달물질이 균형을 이루면서 정신 상태를 정상적으로 유지한다. 그러나 흡연자들은 도파민을 활성화시키는 니코틴의 섭취를 통해 즐거움을 추구하고, 항정신성 약물은 뇌가 허구를 실재하는 것으로 인식하도록 만든다.

감성의 유형에는 일차감성과 이차감성이 있다. 인간의 고유한 특성과 관련 있는 것을 일차감성이라고 하고, 문화권 내 개인의 경험이나 학습에 의해서 획득되는 것을 이차감성으로 분류한다[16][17]. 학자들은 일차감성은 감성의 행동적 요소 및 생리적 요소와 관련이 있으며, 이차감성은 인지적 요소와 관련이 있는 것으로 보고 있다. 그러나 일차감성과 이차감성은 별개의 독립적인 개념은 아니며, 이차감성은 일차감성을 포함하면서 더 확장된 개념이다. 일차감성은 행복, 슬픔, 분노, 두려움, 혐오, 놀라움과 같은 6가지 감성을 포함한다. 이차감성인 쾌감, 황홀감은 일차감성인 행복의 일종이

며, 울적함과 아쉬움은 슬픔의 일종이다. 이차감성은 일차감성과 대조적으로 문화와 언어의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다[16-18]. [그림 1]에 제시된 것처럼 학습 상황에서 이차감성이 중요한 역할을 한다.

2. 감성의 쾌·불쾌도와 각성도

선행연구에 따르면, 감성은 단일의 차원이 아니라 다양한 차원으로 구성되어 있다. 감성은 쾌·불쾌도(valence), 각성도(arousal), 통제감(dominance), 사회적·비사회적 수준, 또는 접근·회피의 여러 차원에서 분석될 수 있다[19][20]. 이들 차원 중에서도 쾌·불쾌도와 각성도가 여러 연구에서 감성을 분류하는 중요한 차원으로 사용되었다. 쾌·불쾌도가 높으면 기쁨, 행복 등의 긍정적 감성을 나타내고, 쾌·불쾌도가 낮으면 슬픔, 좌절감 등의 부정적 감성을 나타낸다. 각성도는 개인이 느끼는 감성의 활성화 정도를 의미한다. 각성도가 높으면 감성에 많은 주의를 기울이고 있음을 나타내고, 각성도가 낮으면 졸립거나 고요한 상태를 나타낸다[19][21]. 아래 [그림 1]과 같이 각성도와 쾌·불쾌도의 두 축을 중심으로 학습 상황에서 발생할 수 있는 감성을 나타낼 수 있다[22].

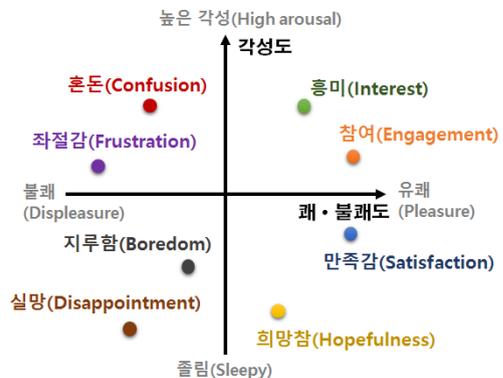


그림 1. 학습 감성의 예시[22]

감성의 두 차원인 쾌·불쾌도와 각성도는 감성을 측정할 때 유용하게 활용될 수 있다. Mauss와 Robinson은 감성의 인지적, 생리적, 행동적 요소를 쾌·불쾌도와 각성도의 두 차원에서 측정할 수 있다고 주장하였다[10].

[표 1]은 설문지, 심박전지, 얼굴표정 등의 다양한 감성 측정 도구와 지표들이 감성의 쾌·불쾌도와 각성도 중의 어떠한 측면에 초점을 맞추고 있는지를 보여준다. 이 표에서 알 수 있듯이 하나의 감성측정도구가 감성의 다양한 요소와 차원을 모두 측정하는 데는 한계가 있다. 각 도구가 가지는 강점과 제한점을 고려하여 교육적 맥락에 적합한 방식으로 적용하는 것이 필요하다.

표 1. 감성측정도구 분류(Mauss & Robinson[10] 수정)

감성 요소	단서	감성의 차원	감성측정도구 예시
인지적 요소	언어적 문항	쾌·불쾌도	PANAS
	비언어적 문항	각성도, 쾌·불쾌도	SAM, Feeltrace
생리적 요소	뇌전도	각성도, 쾌·불쾌도	Neurosky Mindwave, Emotiv headset
	피부전기반응	각성도	eSense Skin Response
	심박변이	쾌·불쾌도	emWave
행동적 요소	얼굴 표정	쾌·불쾌도	FaceReader, Afdex
	음성	각성도, 쾌·불쾌도	Moodies Emotion Analytics
	자세	각성도, 쾌·불쾌도	감성측정의자
	온라인 커뮤니케이션	다양한 감성	LIWC 소프트웨어

이 연구에서는 감성을 측정하기 위해 활용되는 디지털기기를 “감성측정 테크놀로지”로 지칭하였다. 위 [표 1]에서 주로 감성의 생리적, 행동적 요소를 측정하기 위해서 사용되는 소프트웨어와 도구가 감성측정 테크놀로지에 포함된다. 감성측정 테크놀로지는 면대면 혹은 온라인 학습환경에서 학습자의 감성변화를 즉각적이고 지속적으로 수집하여 분석하는 데 유용하게 사용될 수 있다. 본 연구에서는 감성측정 테크놀로지가 기존의 자기보고식 설문조사와 다른 점을 살펴보고 이들의 교육적 활용방안에 대해 논의를 하고자 한다.

III. 연구 방법

1. 문헌 조사

감성측정도구에 관한 선행문헌을 검토하기 위해서 Web of Science, Education Research Complete, 학술연구정보서비스의 데이터베이스를 통해 관련 학술논문

과 저서를 검색하였다. “감성(emotion)”, “감정(feeling)”, “정서(affective)”, “감성측정(emotion measure)”, “감성의 쾌·불쾌도(emotion valence)”, “감성의 각성도(emotion arousal)” 등의 일반적인 주제어와 구체적인 감성측정도구의 명칭을 이용하여 감성측정도구와 관련된 912편의 국내외 학술논문과 저서를 수집하였다. 수집된 자료들을 [표 1]에 제시되어 있는 감성측정도구 분류표에 따라서 범주화하고 3인의 연구자가 이 연구의 목적과 관련성이 높은 선행연구부터 검토를 하였다. 선행연구 검토를 통하여 감성측정도구의 특성을 파악하였으며, 그 결과에 기반하여 감성측정 테크놀로지가 교육 연구와 실천에 어떻게 활용될 수 있을지를 제안하였다.

2. 전문가 검토

연구자 3인이 논의를 통해서 도출한 감성측정 테크놀로지의 교육적 활용방안은 교육전문가 3인과 초·중·고교사 3인의 검토를 받았다. 교육전문가 3인은 모두 교육학 박사학위를 소지하고 있었으며, 교사 3인은 최소 3년 이상의 교직 경험이 있었다. 전문가 검토는 일대일 면담의 형태로 진행되었으며, [표 2]의 설문지를 보조적인 수단으로 활용하였다.

설문지는 교육 실천과 연구 측면에서 제안된 감성측정 테크놀로지의 활용방안이 타당성, 유용성, 보편성, 이해성을 갖추고 있는지에 관한 질문으로 구성되었다. 이 설문지는 Grant와 Davis가 제안한 선택형 문항에 기반하여 개발되었다[23]. 교육전문가와 교사는 4점 리커트 척도로 구성된 설문지에 응답한 이후에 각 평가항목에 관한 심층면담에 참여하였다.

표 2. 전문가 검토 설문지

영역	측면	평가 문항
교육 실천	타당성	본 활용방안은 교육실천 측면에서 타당하다.
	유용성	본 활용방안은 교사 및 교육행정자에게 도움이 될 수 있다.
	보편성	본 활용방안은 교육 현장에 보편적으로 적용될 수 있다.
	이해성	본 활용방안을 교사 및 교육행정자가 쉽게 이해할 수 있다.
교육 연구	타당성	본 활용방안은 교육연구 측면에서 타당하다.
	유용성	본 활용방안은 교육연구자에게 도움이 될 수 있다.
	보편성	본 활용방안은 교육연구에 보편적으로 적용될 수 있다.
	이해성	본 활용방안을 교육연구자가 쉽게 이해할 수 있다.

IV. 감성측정도구

교육분야에서 활용 가능한 감성측정도구를 학습자의 인지적 측면에 기반한 자기보고식 감성측정도구와 생리적 신호 및 행동적 반응에 기반한 감성측정 테크놀로지로 구분하였다.

1. 자기보고식 감성측정도구

자기보고식 감성측정도구는 일반적으로 학습자의 기억과 자발성에 의존하여 감성을 측정하기 위해 개발된 검사지를 의미한다[10]. 자기보고식 감성측정도구에는 언어적 문항과 비언어적 문항 검사지가 있다. 교육 연구에서는 PANAS(Positive Affect and Negative Affect Schedule)와 SAM(Self-Assessment Manikin)이 감성을 측정하는 자기보고식 검사지로 널리 알려져 있다.

PANAS는 1980년대 후반 Watson과 Clark, Tellegen이 개발한 검사지로 긍정적·부정적 정서를 측정하는 언어적 문항으로 구성되어 있다[24]. 정서적 경험을 평가하는 5점 척도의 문항으로 구성되어 있으며, 긍정적 정서에 대한 10문항과 부정적 정서에 대한 10문항을 포함한다. 긍정적 정서 문항은 개인이 주어진 환경에서 얼마나 유쾌하고, 열정적이고, 활동적이며, 기민함을 느끼는지를 측정한다. 반면에 부정적 정서 문항은 피로움, 적대심, 죄책감, 공포감 등의 정서 상태를 측정한다. 긍정적 문항과 부정적 문항은 서로 독립적이다[8][24]. 국내의 연구에서 PANAS의 긍정적·부정적 정서 문항의 신뢰도(Chronbach's α)는 .84 이상으로 비교적 높게 나타났다[8][24].

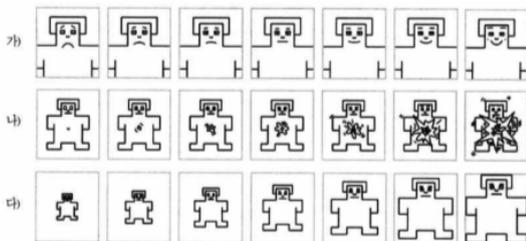


그림 2. 7점 척도 SAM[21]

SAM은 1980년대 Lang이 개발한 척도로서 쾌·불쾌도, 각성도, 통제감에 관한 비언어적 문항으로 구성되어 있다[21]. 통제감이란 상황과 대상에 대한 영향력 또는 제어할 수 있는 정도를 나타낸다. [그림 2]는 Suk이 수정한 새로운 버전의 SAM이다[21]. 첫 번째 행의 그림은 정서적 경험에 관한 쾌·불쾌도를 측정하는 문항으로서 가운데에 위치한 중립적 표정을 기준으로 왼쪽으로 갈수록 슬픈 표정을 나타내고 오른쪽으로 갈수록 기쁜 표정을 나타낸다. 두 번째 행의 그림은 정서적 경험에 대한 각성도를 측정하는 문항이다. 왼쪽은 낮은 각성도를 나타내고 오른쪽은 높은 각성도를 나타낸다. 마지막 행의 그림은 정서적 경험에 대한 통제감을 측정하는 문항이며, 왼쪽은 낮은 통제감을 나타내고 오른쪽은 높은 통제감을 나타낸다. SAM은 언어적 표현으로 인해서 발생할 수 있는 해석의 문제를 피하고, 서로 다른 문화권에서도 동일한 검사지를 사용할 수 있다는 장점을 가진다[21]. IAPS(Internal Affective Picture System)에서 선정된 60여개의 사진을 이용하여 감성을 측정할 수 있는 해석의 문제를 피하고, 서로 다른 문화권에서도 동일한 검사지를 사용할 수 있다는 장점을 가진다[21]. IAPS(Internal Affective Picture System)에서 선정된 60여개의 사진을 이용하여 감성을 측정할 수 있는 해석의 문제를 피하고, 서로 다른 문화권에서도 동일한 검사지를 사용할 수 있다는 장점을 가진다[21].

그 밖에도 기억에 의존하여 감성을 측정하는 자기보고식 설문지의 단점을 보완하기 위해서 컴퓨터를 활용하여 실시간으로 자신의 감성을 보고하는 Feeltrace라는 소프트웨어가 개발되었다[26]. Feeltrace를 사용하면, 특정 동영상을 보면서 느끼는 감성을 각성도와 쾌·불쾌도의 두 차원으로 구성된 원형 공간 안에 실시간으로 표시할 수 있다. 그리고 감성에 대한 자기보고가 종료된 이후에 감성의 변화도 시계열에 따라서 분석할 수 있다.

2. 생리적 신호 기반의 감성측정 테크놀로지

생리적 신호에 기반한 감성측정 테크놀로지는 피부 전기반응, 심박변이와 같은 자율신경계(또는 말초신경계)의 신호와 뇌전도와 같은 중추신경계의 신호를 수집하여 감성을 측정한다. [그림 3]에 제시되어 있는 것처럼 휴대가 간편하고 교실 상황에서 활용 가능한 디지털 기기를 중심으로 생리적 신호 기반의 감성측정 테크놀로지를 살펴보겠다.

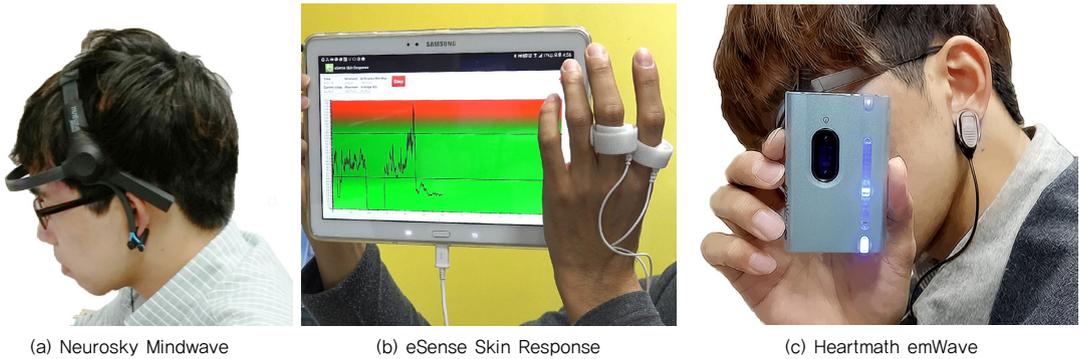


그림 3. 신경생리학적 감성측정기구 예시

첫째, 뇌전도(Electroencephalogram: EEG)를 통해 감성을 측정할 수 있다[27][28]. 뇌전도는 중추신경계 내에서 신호 전달을 위해 발생하는 일종의 전기 흐름으로서 델타파(3.5 Hz 이하), 세타파(4~7Hz), 알파파(8~12Hz), 베타파(13~30Hz), 감마파(30Hz 이상)로 구분할 수 있다. 델타파와 세타파는 수면상태에서 발생하고, 알파파는 심신이 안정적인 상태에서 발생하며, 베타파와 감마파는 긴장, 불안, 흥분과 관련되어 있다[22][29]. 이처럼 뇌에서 나오는 전기 신호를 분석하여 감성의 쾌·불쾌도와 각성도를 측정할 수 있다[10].

의료용 장비를 활용할 경우 다채널 전극을 활용하여 뇌에서 나오는 신호를 보다 정확하게 측정할 수 있으나 교육현장에서 활용하기에는 경제적 비용뿐만 아니라 학습자의 행동을 과도하게 제약하는 것과 같은 여러 가지 실천적인 문제가 발생할 수 있다[30]. 최근에는 가격이 저렴하고 휴대하기 간편하며 쉽게 사용할 수 있는 뇌전도 측정 테크놀로지가 등장하고 있다[27]. 휴대가 가능한 Neurosky Mindwave와 Emotiv 등의 감성측정 테크놀로지를 사용할 경우 학습자의 움직임에 큰 제약을 가하지 않고 자연스럽게 감성을 측정할 수 있다. Yoon과 동료들은 Neurosky Mindwave의 기본 소프트웨어로부터 획득한 집중도와 명상도 신호를 이용하여 감성을 측정하는 알고리즘을 구성하였다[28]. 이는 뇌전도로부터 측정된 감성은 자기보고식 감성측정 결과와 평균 66% 일치하였다.

둘째, 피부전기반응(Galvanic Skin Response: GSR)

을 이용하여 감성의 각성도를 측정할 수 있다. 손바닥과 발바닥에 주로 분포하는 땀샘의 일종인 에크린샘(eccrine gland)은 교감신경의 자극으로 활성화 되는데, 감성적 반응과 밀접한 관련이 있다. 건조한 상태의 피부는 전기전도도가 낮는데 소량의 이온을 포함한 땀이 발생할 경우 피부의 전기전도도가 높아진다. 피부전기반응의 수치가 높게 나타날수록 각성도가 높은 것으로 해석된다[31]. 최근에는 경제성과 편의성을 갖춘 피부전기반응 측정 테크놀로지가 많이 활용되고 있다. [그림 3]에 제시된 eSense Skin Response의 경우, 피부전기저항을 측정하는 전극 센서를 검지와 중지에 장착하여 손쉽게 피부전기반응 수준을 측정할 수 있으며 그 결과를 스마트기기에 저장할 수 있다.

셋째, 심장박동의 규칙성을 나타내는 지표인 심박변이(Heart Rate Variability)를 통해서 감성의 쾌·불쾌도를 측정할 수 있다. 긍정적 감성을 느끼면 심장이 규칙적으로 뛰지만, 분노 및 불안과 같은 부정적 감성을 느끼면 심박변이가 불규칙적으로 변한다[32]. [그림 3]에 제시된 emWave는 손가락이나 귀에 부착하는 센서를 통해 심박변이를 측정하고 그 결과를 그래프 형태로 제공해 준다. 단위 시간당 심박변이가 규칙적일 때는 그래프의 기울기가 양의 방향으로 증가하고, 불규칙할 때는 반대로 감소한다. 또한, 특정 시간 동안 얼마나 자주 심박변이가 규칙적이었는지, 불규칙했는지, 그 중간상태였는지를 수치로 제공해준다. 이러한 그래프와 수치를 통해 감성의 쾌·불쾌도를 손쉽게 알아볼 수 있다[9].

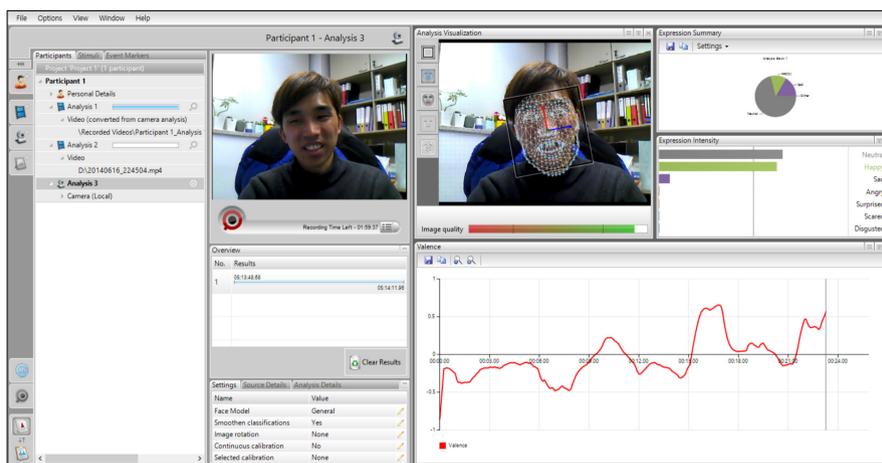


그림 4. 얼굴 표정 인식 프로그램

3. 행동적 반응 기반의 감성측정 테크놀로지

인간은 표정이나 목소리 등의 행동적 반응을 통해 감성을 표현한다[33]. 그리고 다른 사람의 행동적 반응으로부터 감성을 지각할 수 있는 능력을 가지고 있다. 문화에 따라서 감성을 나타내는 행동이 다를 수 있으나, 감성측정 테크놀로지는 다양한 사회에서 공통적으로 발견되는 감성과 행동반응 간의 관련성에 초점을 둔다. 감성을 표현하는 대표적인 행동에는 얼굴표정, 음성, 자세가 있으며, 최근에는 인터넷이나 SNS(social networking service)에서 사용되는 이모티콘이나 언어적 행동의 패턴을 분석하여 감성을 측정한다.

첫째, 얼굴표정으로부터 인간의 보편적인 감성이라고 할 수 있는 행복, 슬픔, 분노, 두려움, 혐오, 놀라움 등을 측정할 수 있다[18]. Ekman과 Friesen은 얼굴표정으로부터 감성을 분석하기 위하여 FACS(Facial Action Coding System)을 도입하였다[18]. 선행연구에서는 FACS에 관한 전문적인 훈련을 받은 두 사람이 동시에 얼굴표정을 분석해서 그 결과가 일치할 경우 타당한 것으로 인정하였다[34]. 그러나 이러한 방법은 장기간의 훈련이 요구되기 때문에 효율적인 감성측정을 위해서 컴퓨터가 자동으로 사진 혹은 비디오에 등장하는 인물의 얼굴표정을 분석하는 소프트웨어가 개발되었다. 예컨대, [그림 4]에 제시되어 있는 FaceReader 프로그램은 긍정적 감성(행복), 부정적 감성(놀라움, 두려움, 혐

오, 분노, 슬픔), 중립감성을 동영상자료로부터 자동으로 분석해 준다. FaceReader는 녹화된 동영상으로부터 감성을 분석할 수 있을 뿐만 아니라 실시간으로 얼굴표정을 촬영하면서 감성을 분석할 수 있다. 이 프로그램은 감성인식에 있어서 평균 89%의 높은 정확도를 보였다[35][36]. FaceReader 이외에도 얼굴표정으로부터 감성을 분석하는 프로그램으로 Affdex가 있는데, TV 광고와 같은 영상매체의 사용성 평가에 자주 활용된다. Affdex는 웹캠을 이용하여 실시간으로 웃음(smile), 싫어함(dislike), 놀라움(surprise), 주의집중(attention) 등을 분석할 수 있다[37].

둘째, 음성의 언어적 정보와 목소리 톤이나 억양과 같은 준언어적 정보(paralinguistic information)를 이용하여 감성의 쾌·불쾌도와 각성도를 측정할 수 있다. 언어적 정보만으로는 감성을 분석하는 데 한계가 있기 때문에 종종 준언어적 음성정보나 다른 행동적 반응과 결합하여 감성분석에 활용된다[33]. 예컨대, 우리나라 말 중에서 “그래”는 찬성, 불신, 놀라움, 무관심 등의 다양한 의미로 해석될 수 있다. 또한, 음성으로부터 감성을 분석할 때는 자연스러운 음성 이외의 거짓으로 꾸며진 음성이나 다른 사람에 의해 유도된 음성을 구분해 내는 것도 필요하다.

최근 스마트기기를 통해 음성으로부터 감성을 인식할 수 있는 앱이 개발되었다. 예컨대, Moodies Emotion

Analytics 앱은 음성의 언어적 정보와 비언어적 정보 모두를 감성분석에 활용한다. 화자의 음성에서 추출된 억양과 말 속에 포함된 일부 단어를 분석하고 데이터베이스와 비교하여 감성을 측정한다. 이 앱을 사용할 경우 행복, 감탄, 기대 등의 긍정적 감성과 피곤함, 외로움, 슬픔, 불행과 같은 부정적 감성을 분석할 수 있다. 그러나 아직 한국어 서비스를 제공하는 음성기반 감성 측정 테크놀로지는 매우 부족한 실정이다.

셋째, 서있거나 앉아있는 자세를 분석하여 감성을 측정할 수 있다. Nowicki와 Duke는 사진 속의 인물의 자세로부터 감성을 읽는 능력을 평가하기 위한 자세 검사법인 DANVA(Diagnostic Analysis of Nonverbal Accuracy)를 개발하였다[38]. 이 검사법은 사람의 자세로부터 행복, 슬픔, 분노, 두려움과 같은 보편적 감성을 확인할 수 있다는 원리에 기반하여 개발되었다[38]. 최근에는 자세에 대한 시각적 단서뿐만 아니라 의자에 압력과 가속도를 측정하는 센서를 부착하여 감성을 측정하려는 시도가 있다. Shibata와 Kijima는 앉은 자세에서 측면을 기준으로 몸 중량의 각도, 목의 각도, 팔의 위치, 다리의 상태가 감성을 예측할 수 있는 단서를 제공한다고 하였다[39]. 몸과 목이 얼마나 깨끗한지와 팔이 넓적다리에 놓여 있는지 여부를 통해 각성도를 알 수 있고, 목의 각도와 다리의 위치를 통해 감성의 쾌·불쾌도를 알 수 있다[39]. 이러한 원리에 기반해서 감성을 측정하는 의자가 고안되었다.

마지막으로, 온라인에서 이루어지는 상호작용의 내용을 분석해서 감성을 측정할 수 있다. 스마트기기와 같은 정보통신기기를 이용하여 의사소통을 할 때에는 감성을 나타내는 언어적 표현을 사용하기도 하지만, 이모티콘과 같은 준언어적 요소를 함께 사용하여 직관적이고 간편하게 감성을 표현할 수 있다[40][41]. 온라인 커뮤니케이션에서 텍스트 정보를 분석하여 사용자의 감성을 자동으로 분석하는 소프트웨어가 최근에 개발되고 있다. 예컨대, LIWC(Linguistic Inquiry and Word Count)는 텍스트의 길이, 단어의 종류, 글의 빈도, 이모티콘의 사용여부 등을 통해 SNS에서 감성이 어떻게 형성되고 전파되는지를 분석하는 데 유용하게 활용될 수 있다[42].

V. 감성측정 테크놀로지의 교육적 활용

앞에서 살펴본 감성측정 테크놀로지는 자기보고식 검사지와 달리 학습자의 생리적, 행동적 정보를 실시간으로 수집하여 분석할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 학습자가 자신의 감성을 제대로 인식하지 못하거나 잘못 기억하거나 의도적으로 감성을 숨길 가능성이 높은 경우 자기보고식 검사지보다는 생리적 행동적 반응에 기반한 감성측정 테크놀로지가 더 효과적으로 사용될 수 있다. 이 연구에서는 교육실천과 연구분야에서 감성 측정 테크놀로지를 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 아래에 구체적으로 제시하였다. 교육학 박사과 현장교사를 대상으로 한 전문가 검토에서 감성측정 테크놀로지의 활용방안에 대한 평점은 4점 척도에서 평균 3.33점 이상으로 높게 나타났다[표 3]. 전문가 평점에서 1, 2를 부정적 반응으로 분류하고 3, 4를 긍정적 반응으로 분류했을 때 내용타당도 지수인 CVI와 평정자간 일치도인 IRA는 모두 1.0으로 매우 높게 나타났다[43].

표 3. 활용방안에 대한 전문가 평점 평균(표준편차)

영역	타당성	유용성	보편성	이해성
교육실천	3.50(0.55)	3.67(0.52)	3.33(0.52)	3.67(0.52)
교육연구	3.67(0.52)	3.83(0.41)	3.67(0.52)	3.67(0.52)

1. 교육실천 측면

최근 학생의 꿈과 끼를 키우는 행복교육에 대한 교육계의 관심이 높아지고 있다. 중고등학생의 자살이나 학교폭력으로 인해서 학습자의 불안, 두려움과 같은 부정적 감성을 감소시키고 긍정적 감성을 증진시키는 것에 대한 사회적 요구가 높아지고 있기 때문이다. 이런 점에서 감성측정 테크놀로지를 행복교육을 위한 보조 도구로 활용한다면 매우 유용할 것이다. 이 연구에서는 학습자의 감성에 기반한 적응적 교육, 학습자의 감성 인식 및 조절능력 향상, 상담 및 생활지도라는 세 측면에서 감성측정 테크놀로지가 어떻게 활용될 수 있을지를 논의하였다.

첫째, 감성측정 테크놀로지를 활용하여 학습자의 감성을 고려한 적응적인 교육을 실시할 수 있다[22]. 학습

자가 지속적으로 부정적 감성을 가지고 시험에서 높은 성적을 얻기 위해 공부를 한다면 정의적 측면에서의 성장을 저해할 수 있다. 각종 국제성취도 검사에서 우리나라 학생들은 학업 측면에서는 높은 성취도를 보이지만 교과에 대한 흥미, 자신감, 동기와 같은 정의적 측면에서는 낮은 성취도를 보이고 있다[44]. 그리고 부정적 감성은 유연하고 발산적인 사고를 방해하기 때문에 창의융합형 인재를 양성하기 위한 교육에 적합하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 학습과정에서 불안과 같은 부정적 감성을 줄이고 행복과 같은 긍정적 감성을 높여주는 학습환경을 설계하는 것이 필요하다. 예컨대, 문익수, 박종길, 문창일은 체육수업에서 학습자의 긍정적 감성을 촉진하기 위하여 협력학습을 6주간 실시하였다[45]. 각 조별로 서로 다른 배구실력을 가진 학습자들이 조원 모두의 배구실력을 향상시키기 위해서 서로 돕도록 하였을 때 학습자의 긍정적 감성이 유의미하게 향상되는 것을 발견하였다.

감성측정 테크놀로지는 학습자의 감성을 실시간으로 분석하여 적응적 수업에 필요한 정보를 제공하는 데 활용될 수 있다. 초보 교사나 학습자의 감성을 인식하는 능력이 부족한 교사의 경우 감성측정 테크놀로지를 적응적 수업을 위한 보조도구로 활용할 수 있다. Schmidt와 동료들은 문제중심학습과 강의식 수업에서 학습자의 상황흥미가 시간이 흐름에 따라서 어떻게 변하는지를 자기보고식 설문지를 이용하여 조사하였다[46]. 이 연구에 따르면, 문제 및 학습목표를 제시하는 것과 같은 특정 활동이 학습자의 상황흥미를 높이거나 낮추는 것과 밀접하게 관련되어 있었다. 만약 감성측정 테크놀로지를 이용하여 학습자의 감성상태를 실시간으로 확인할 수 있다면 그에 따라 교수학습 활동을 조정하거나 특정 학습자나 그룹에 적응적 교수지원을 제공할 수 있을 것이다. 예컨대, 협력적 프로젝트를 수행하는 과정에서 감성측정 테크놀로지를 통해 특정 그룹의 구성원들 사이에 부정적 감성이 강하게 나타나는 것을 확인한다면, 학습자가 교사의 도움을 요청하지 않더라도 적절한 교수지원을 적시에 제공할 수 있을 것이다. 또한, 수업 이후에도 감성측정 테크놀로지에 기록된 학습자의 감성상태를 기반으로 교수학습활동의 개선점을 파악하고

다음 차시의 수업을 효과적으로 준비할 수 있다. 우리나라처럼 자신의 감성을 밖으로 표현하는 것을 꺼려하는 문화에서 감성측정 테크놀로지는 자기보고식 검사와 달리 교수학습활동을 방해하지 않고 자연스럽게 감성의 변화를 연속적으로 수집하여 분석함으로써 교사에게 적응적 수업을 위한 유용한 정보를 제공할 수 있다.

감성측정 테크놀로지는 면대면 교육뿐만 아니라 온라인 교육에서 학습자의 감성에 기반한 적응적 학습환경을 설계하는 데 유용하게 활용될 수 있다. 이정희와 이재무는 게임형 학습 프로그램이 학습에 얼마나 유용한지, 학습자가 얼마나 편리하게 사용할 수 있는지와 함께 감성 측면에서 프로그램이 학습자를 얼마나 즐겁게 하는지를 평가하였다[47]. 감성측정 테크놀로지를 활용하여 교육용 소프트웨어가 어떠한 감성을 유발하는지 분석함으로써 소프트웨어의 학습기능을 효과적으로 개선할 수 있을 것이다[9]. 또한, 박태정은 이러닝에서 감성적 어포던스를 높이기 위해서 긍정성, 유희성, 인간미, 자아개방성, 안정감, 개인화, 호감, 친근감의 원리를 제안하였다[19]. 이 중에서 학습자가 느끼는 감성에 따라서 이러닝 학습환경을 적응적으로 변화시키는 개인화의 원리를 실현하는 데 있어서 감성측정 테크놀로지가 유용하게 활용될 수 있다. 이러닝에서 학습자의 생리적, 행동적 정보를 수집하여 감성을 분석할 수 있다면, 학습자의 감성 상태에 적합한 학습과제, 배경음악, 교수전략(게임) 등을 이러닝에서 제공할 수 있을 것이다.

둘째, 감성측정 테크놀로지는 학습자가 감성을 인식하고 조절할 수 있도록 돕는데 활용될 수 있다. 자신과 타인의 감성을 인식하고, 자신의 감성을 조절하며, 스스로에게 동기를 부여하고 원만한 대인관계를 맺을 수 있는 능력을 감성지능(또는 정서지능, EQ)이라 부른다[48]. 감성지능이 고정불변의 것이 아니라 교육을 통해 변할 수 있는 것이라는 인식 하에 우리나라에서는 1990년대 말부터 감성지능을 향상시키기 위한 다양한 시도가 이루어졌다[49]. 감성지능이 낮은 학습자는 공포, 분노, 불안과 같은 부정적 감성을 스스로 조절하지 못하여 학습뿐만 아니라 대인관계에서도 큰 어려움을 겪는

다[50]. 학습자가 자신의 부정적인 감성을 조절하기 위해서는 먼저 자신의 감성 변화를 정확하게 인식하는 것이 필요하다. 감성측정 테크놀로지는 학습자가 자신의 감성을 정확히 인식하고 부정적 감성을 조절할 수 있도록 유용한 정보를 제공할 수 있다.

뇌전도, 피부전기반응, 심박변이 등의 신경생리적 정보를 학습자에게 제공함으로써 감성조절을 돕는 기법을 바이오피드백이라고 한다[51][52]. Peira와 동료들은 바이오피드백 연구의 일환으로서 부정적 감성을 유발하는 이미지를 보여주고 심박동수의 변화에 따라 이미지의 배경을 녹색, 주황색, 빨간색으로 표시하였다[51]. 이 연구에 참여한 대학생들은 이미지의 배경을 통해 자신의 감성을 정확히 파악하고 부정적 감성을 스스로 조절할 수 있는 방법을 학습하였다. 이처럼 감성측정 테크놀로지를 활용한 바이오피드백은 시험이나 발표와 같은 상황에 심한 불안감을 느끼는 학습자가 스스로의 감성을 인식하고 조절할 수 있도록 도와준다[3][51][52].

그리고 감성측정 테크놀로지는 학습자가 타인의 감성을 인식하는 능력을 향상시키는 데 활용될 수 있다. 우리나라 초등학교 5학년 도덕교과에는 감성의 조절과 표현에 대한 내용이 포함되어 있다. “도덕적 주체로서의 나”라는 단원에서 학생들은 자신의 감성을 올바르게 표현하고 조절하는 것뿐만 아니라 타인의 감성을 올바르게 인식하는 방법을 배운다. 이러한 교육과정을 실행하는 데 있어서 감성측정 테크놀로지가 학습도구로서 유용하게 활용될 수 있다. 예컨대, 학교폭력 문제에 관한 동영상을 보여주고, 학생들에게 가해학생과 피해학생의 얼굴표정이나 음성, 자세 등으로부터 그 사람의 감성을 추측하도록 한다. 그리고 학생들이 인식한 감성과 행동정보에 기반하여 감성측정 테크놀로지가 분석한 감성 간의 차이를 비교하여 학생들이 타인의 감성을 얼마나 정확히 인식했는지에 관한 피드백을 제공해 줄 수 있다. 학생들의 행동이 타인의 감성에 어떠한 영향을 미칠 수 있는지를 감성측정 테크놀로지를 활용하여 명시적으로 보여줌으로써 감성지능을 향상시키고 원만한 대인관계를 촉진할 수 있다.

셋째, 감성측정 테크놀로지는 정서적 어려움을 겪고 있는 학생을 상담할 때 유용하게 활용될 수 있다. 최근

학교폭력, 왕따, 청소년 자살 등이 교육계 안팎에서 매우 중요한 문제로 인식되고 있다[50][53]. 이러한 문제를 조기에 예방하기 위해서 학생들의 감성상태와 정서적 문제를 주기적으로 확인하는 것이 필요하다. 또한, 자살충동과 같이 심각한 정서적 문제를 가지고 있는 학생을 위해서는 상담교사의 전문적인 관리와 지원이 필요하다. 정서적 어려움을 겪고 있는 학생이 자신의 감성을 밖으로 드러내는 것을 꺼려하거나 상담 시간과 인력의 부족으로 인해서 학생을 수시로 상담하는 것이 어려운 경우 감성측정 테크놀로지가 유용하게 활용될 수 있다.

상담에 관한 전문적인 훈련을 받지 못한 교사의 경우 학생이 자신의 감성상태와 다르게 말할 때 학생의 얼굴표정이나 음성으로부터 감성의 쾌·불쾌도를 인식하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 감성측정 테크놀로지는 면담과정에서 혹은 면담 이후에 녹화된 동영상을 기반으로 교사가 학생의 긍정적 감성과 부정적 감성을 확인하는 데 도움을 줄 수 있다. 학생이 특정 주제나 상황과 관련해서 어떠한 감성을 느끼는지를 정확히 파악하는 것은 이후 상담과 생활지도를 계획하는 데 중요하다. 더욱이, 감성측정 테크놀로지는 학생들이 구체적인 일상생활 속에서 느끼는 감성을 지속적으로 측정할 수 있다는 장점을 가진다. 최근에 개발된 스마트워치는 심박동수를 포함한 다양한 생체정보를 수집할 수 있는 기능을 가지고 있다. 웨어러블 디바이스에 감성을 측정하는 센서가 부착된다면 자살이나 학교폭력의 위험이 있는 학생의 감성이 학교 안과 밖에서 어떻게 변하는지를 수시로 점검하고 어떤 이유에서 불안, 분노, 두려움과 같은 부정적 감성이 유발되는지를 보다 효과적으로 진단할 수 있을 것이다.

이러한 감성측정 테크놀로지의 유용성에도 불구하고 감성측정 테크놀로지를 학교현장에 도입하는 데 있어서는 신중한 태도가 필요하다. 몇몇 연구중심 학교에 감성측정 테크놀로지를 적용해 보고 그 결과에 따라서 점진적으로 장비와 제도를 보완하는 것이 필요하다. 감성측정 테크놀로지가 가져올 지도 모를 부작용과 새로운 테크놀로지의 도입에 따른 교사의 업무 증가에 대한 우려가 있기 때문이다. 감성측정 테크놀로지를 교육과

상담을 위해서 효과적으로 활용하기 위해서는 사생활 침해와 같은 윤리적 문제를 충분히 고려하고 학생과 학부모의 동의를 받는 것이 필요하다. 학생의 행동적, 생리적 정보로부터 감성상태를 판단하기 때문에 학생에게 민감한 건강정보나 사생활에 관한 정보가 함께 수집될 수 있으며, 그러한 정보가 교육 이외의 목적으로 활용될 경우 심각한 사회 문제를 야기할 수 있다. 따라서 감성측정 테크놀로지를 통해 수집되는 원자료와 감성정보를 저장하고 활용하는 데 있어서 각별한 주의를 기울일 필요가 있다.

감성측정을 통해서 교육의 질을 향상시키는 것을 목적으로 삼아야 하고, 감성을 측정하는 것 그 자체가 목적이 되어서는 안 된다. 감성측정 테크놀로지의 센서를 신체에 부착하는 것으로 인해서 학생들의 주의가 산만해지거나 학습활동에 방해가 되는 것도 방지해야 한다. 그리고 교사가 학습자의 감성에 관심을 가지고 전문적 지식을 획득할 수 있는 기회를 충분히 제공해야 한다. 교사가 학습자의 감성을 중요하게 인식하지 않는다면 감성측정 테크놀로지의 교육적 활용은 요원한 일이 될 것이다. 행복교육을 위한 감성의 중요성에 대한 공감대가 학교 구성원들 간에 형성될 때 감성측정 테크놀로지도 그 기능을 충분히 발휘할 수 있을 것이다.

2. 교육연구 측면

감성측정 테크놀로지는 교육의 질을 개선하기 위해서 뿐만 아니라 교육이론의 발전을 위해서도 유용하게 활용될 수 있다. 첫째, 감성측정 테크놀로지를 통해서 기존의 자기보고식 검사의 한계점을 극복하고 감성의 다양한 측면을 측정할 수 있다. 감성은 인지적, 생리적, 행동적 요소로 구성되어 있으며 쾌·불쾌도와 각성도를 비롯한 다양한 차원을 가진다. 감성측정 테크놀로지는 PANAS와 SAM과 같은 기존의 자기보고식 검사도구가 측정하지 못했던 생리적, 행동적 요소로부터 감성의 쾌·불쾌도와 각성도를 측정할 수 있다. 예컨대, Chiu와 동료들은 기압과 끓는 점에 관한 동영상 문제를 제시하고 학생들이 결과를 예측하도록 한 다음에 문제와 관련된 실험장면을 보여주었다[54]. 이 과정에서 학습자의 얼굴표정을 녹화한 다음 FaceReader라는 소프트웨어

를 이용하여 학습자의 감성변화를 측정하였다. 그 결과 학습자의 예측과 실험결과가 일치하지 않았을 때 62%의 학생들이 놀라움을 느꼈으며, 이 중에서 39%의 학생들이 개념변화(conceptual change)에 성공한 반면에 감성에 변화가 없었던 학생들의 경우에는 14%만이 개념변화를 경험했다. 이 연구는 학습자의 감성변화를 자기보고식으로 조사하는 대신에 학습과정에서 얼굴표정의 변화를 통해서 학습자가 과학적 현상에 대한 인지감등을 느꼈는지 여부를 판단하였다. 이처럼 감성측정 테크놀로지는 학습을 방해하지 않고 학습자의 감성변화를 자연스럽게 측정할 수 있기 때문에 감성과 학습활동의 역동적인 상호작용을 연구하는 데 유용하게 활용될 수 있다.

감성측정 테크놀로지의 신뢰도와 타당도가 점차 향상되고 있으나, 테크놀로지가 감성을 측정하는 것보다 학습자가 자신의 감성을 더 정확하게 인식할 수 있다는 의견이 있다[55-57]. 비록 감성측정 테크놀로지가 인간이 자신의 감성을 느끼거나 다른 사람의 감성을 인식하는 방식에 기반하여 개발되었지만, 개인이나 문화의 특성에 따라서 감성측정에 오차가 발생할 수 있다. 예컨대, 서양인의 얼굴표정에 기반하여 개발된 감성측정 테크놀로지를 감성 표현이 상대적으로 적은 우리나라 학습자에게 적용할 경우 감성측정이 부정확할 수도 있다. 또한, 불안으로 인해서 땀이 발생하고 그 결과 피부전기반응이 변하기도 하지만, 신체의 움직임이나 건강의 악화가 피부전기반응에 영향을 미칠 수도 있다[10]. 감성을 보다 타당하게 측정하고 감성에 관한 풍부한 정보를 얻기 위해서는 단일의 도구를 사용하는 것보다는 복수의 감성측정도구를 함께 사용하는 것이 바람직하다. 질적 연구의 타당도를 높이기 위하여 삼각측정법(triangulation)을 사용하듯이 다양한 측정도구를 활용하여 감성을 측정하고 그 결과가 서로 일치하는지 검토할 필요가 있다[58][59]. 단, 감성측정도구의 특성에 따라서 감성의 어떤 측면을 더 효과적으로 측정할 수 있는지가 다르기 때문에 둘 이상의 감성측정도구를 측정할 결과 간의 상관관계가 높지 않을 수도 있다는 점을 고려해야 한다[60]. 향후 다양한 도구를 이용하여 측정할 다수의 감성 통계치를 어떻게 유의미하게 통합할 것

인지에 대한 논의가 더 이루어져야 한다.

둘째, 감성측정 테크놀로지를 활용하여 학습과정에서 감성을 유발하는 요인과 감성이 학습에 미치는 영향을 보다 체계적으로 조사할 수 있다. 선행연구에 따르면, 감성은 교실 환경, 교사의 행동, 교수방법, 시험결과와 같은 외적 요인과 학습자의 성취목표와 같은 내적 요인의 영향을 받는다[1][45][61]. 그리고 감성은 학습자의 행동을 안내하며, 정보처리과정에 영향을 미치고, 인지, 동기, 행동 간의 관계를 조정하고 통합하는 역할을 한다[1]. 예컨대, 시험불안이 높은 학습자는 자신이 시험에서 실패할 것에 대한 두려움 때문에 과제 자체에 집중하지 못하고, 부정적 감성에서 벗어나기 위해서 도전적인 과제를 회피한다[2]. 반면에, 학습과정에서 유발된 긍정적인 감성은 기억과 이해를 도울 뿐만 아니라 전이와 창의적 문제해결을 촉진한다[6].

이처럼 학습과 감성의 관련성에 대한 연구가 최근 활발히 이루어지고 있음에도 불구하고 여전히 많은 연구가 학습자의 기억에 의존하는 자기보고식 감성측정 도구를 사용하고 있다. 그러나 분위기와 달리 감성은 특정 사건에 의해서 유발되고 짧은 기간 지속되기 때문에 감성을 어떤 조건에서 측정하는지에 따라서 연구결과가 달라질 수 있다. 또한, 감성을 일회적으로 측정할 경우 감성이 어떻게 지속되거나 소멸되는지에 관한 연구가 불가능하다. 이러한 연구의 제한점을 극복하고 시간에 따른 감성의 자연스러운 변화를 조사하는 데 감성측정 테크놀로지가 효과적으로 사용될 수 있다. 예컨대, 실패경험은 학습자에게 부정적인 감성을 불러일으키는 것으로 알려져 있는데, 학습자의 개인차에 따라서 실패 경험 이후 부정적 감성이 어떻게 변하는지에 관한 연구가 부족하다. 생리적, 행동적 반응에 기반한 감성측정 테크놀로지를 활용하여 시간에 따른 감성의 변화를 체계적으로 분석하면 학습자 간에 부정적 감성을 조절하는 패턴에 있어서 어떠한 차이가 있는지를 연구할 수 있다.

마지막으로, 감성측정 테크놀로지는 복잡하고 실제적인 학습환경 속에서 감성 연구를 수행할 수 있도록 돕는다. 실험실 상황에서 감성이 학습에 어떤 영향을 미치는지를 조사할 경우 연구 관심사 이외의 변수들을

효과적으로 통제할 수 있다는 장점이 있는 반면에 연구 결과를 실제적인 상황에 적용하는 데 어려움을 겪을 수 있다. 즉, 실험실 연구는 높은 내적 타당도를 가지고 있지만, 생태계적 타당도에 있어서는 사례연구에 비해서 낮은 편이다. 이러한 기존 연구의 제한점을 개선하기 위하여 학습과학과 교육공학에서는 디자인 실험 혹은 디자인 기반 연구를 제안하고 있다[62][63].

디자인 기반 연구를 적용하여 학습자의 감성을 연구하기 위해서 연구자는 이론에 기반하여 학습자의 긍정적인 감성을 촉진하는 교수학습 활동을 설계하고 교실과 같은 실제적인 환경 속에서 설계된 활동을 실행한다. 그 과정에서 연구자는 학습자의 감성과 학습에 관한 자료를 수집하고 분석하여 초기에 설정한 이론이 가지는 제한점을 보완한다. 이러한 과정을 반복함으로써 이론과 교육 실천의 발전을 동시에 추구하는 것이 디자인 기반 연구의 특징이다. 이러한 연구방법을 적용하여 복잡한 교실 환경 속에서 학습자의 감성을 연구하기 위해서는 앞에서 언급한 다양한 감성측정 테크놀로지를 활용하여 인위적인 상황이 아니라 자연스러운 맥락에서 감성을 측정해야 한다. 예컨대, 온라인 학습에서 학습자의 감성을 측정할 경우 컴퓨터에 부착된 카메라를 이용하여 학습자의 얼굴표정과 음성자료를 자연스럽게 수집할 수 있다. 또한, 학습자가 온라인 토론게시판이나 SNS에 남긴 메시지를 자동적으로 온라인 서버에 저장하였다가 감성분석을 위해 활용할 수 있다. 이러한 행동 정보는 끊임없이 대량으로 생성되기 때문에 향후 감성에 초점을 둔 학습분석 혹은 빅데이터 연구가 이루어져야 할 것이다.

VI. 결론

감성은 유의미 학습에 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 희망, 즐거움, 감사 등의 긍정적 감성과 불안, 슬픔, 분노 등의 부정적 감성은 학습과정과 결과에 유의미한 영향을 미친다[1][61]. 본 연구에서는 학습자의 감성을 측정하기 위한 도구를 자기보고식 측정도구와 생리적, 행동적 반응에 기반한 감성측정 테크놀로지로 구분하

여 조사하였다. 그리고 선행연구에 기반하여 새롭게 등장한 감성측정 테크놀로지를 교육실천과 연구에 어떻게 활용할 수 있는지를 논의하였다. 감성의 다양한 측면을 타당하게 측정하기 위해서는 학습자의 기억에 의존하는 자기보고식 검사지만을 사용할 것이 아니라 생리적 신호와 행동적 반응에 기반한 감성측정 테크놀로지를 통합적으로 활용하는 것이 필요하다.

과거 복잡한 설비를 갖추어야 하는 고가의 의료용 장비에서 벗어나 간편하게 학습자의 감성을 수집할 수 있는 테크놀로지가 점차 대중화되고 있다. 뇌전도를 측정하는 Neurosky Mindwave는 차세대 스마트 안경인 구글 글래스의 제어를 위한 인터페이스로서 활용될 전망이다. 또한, 최근에 개발된 스마트워치는 심박변이를 측정할 수 있는 센서를 내장하고 있다. 이와 같이 감성측정 테크놀로지가 발전함에 따라서 학습자의 감성을 고려한 적응적 학습환경에 관한 연구가 보다 활발하게 이루어져야 한다[22]. 교사에게 학습자의 감성상태를 효과적으로 전달하는 것을 뛰어 넘어서 학습자의 긍정적 감성을 유발하기 위해서 적응적 학습환경을 어떻게 설계할지에 관한 처방적 연구가 필요하다. 예컨대, 한 교실에 있는 30명의 학생들 중에 1-2명이 매우 부정적인 감성을 느끼고 있다면, 교사는 무엇을 어떻게 해야 하는지에 관한 실제적인 연구와 논의가 필요하다. 그리고 향후 교육 실천과 연구의 목적에 따라서 어떤 감성측정 테크놀로지를 선택하여 어떻게 활용해야 하는지에 관한 연구가 필요하다. 감성측정 테크놀로지를 교실현장에 적용하는 과정에서 예상하지 못한 장애물에 직면할 수도 있으나 반복적인 디자인 기반 연구를 통해서 감성측정 테크놀로지의 제한점을 극복해 나가야 할 것이다.

지금까지 우리나라 교육에서 감성은 학업성취에 비해 큰 관심을 받지 못했다. TIMSS나 PISA와 같은 국제 학업성취도 평가에서 우리나라 학생들은 과학과 수학에서 매우 높은 성취도를 보이지만 교과흥미와 자신감 같은 정의적 영역에서는 매우 낮은 성취도를 보이고 있다[44]. 향후 학습자의 교과에 대한 흥미를 높이고 행복교육을 추구하기 위해서 감성에 대한 보다 체계적인 연구와 논의가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김민성, “학습상황에서 정서의 존재”, 아시아교육연구, 제10권, 제1호, pp.73-98, 2009.
- [2] D. Meyer and J. Turner, “Discovering emotion in classroom motivation research,” Educational Psychologist, Vol.37, No.2, pp.107-114, 2002.
- [3] 박완성, 정구철, “대학생의 학습전략과 부정적 정서, 학업적· 사회적 적응이 성적에 미치는 영향”, 한국콘텐츠학회논문지, 제14권, 제3호, pp.490-499, 2014.
- [4] 박태정, 임철일, 김광일, “디지털교과서 커뮤니케이션 환경에 감성적 반응유발가능성을 위한 이모티콘 지원도구 개발에 관한 연구”, 교육정보미디어연구, 제18권, 제2호, pp.199-225, 2012.
- [5] H. Astleitner, “Designing emotionally sound instruction-An empirical validation of the FEASP-approach,” Journal of instructional Psychology, Vol.28, No.4, pp.209-219, 2001.
- [6] E. Um, J. Plass, E. Hayward, and B. Homer, “Emotional Design in Multimedia Learning,” Journal of educational psychology, Vol.104, No.2, pp.485-498, 2012.
- [7] 김은주, 박해정, 김주환, “교육에서의 긍정적 감성의 역할”, 감성과학, 제13권, 제1호, pp.225-234, 2010.
- [8] 이현희, 김은정, 이민규, “한국판 정적 정서 및 부정적 정서 척도의 타당화 연구”, 한국심리학회지: 임상, 제22권, 제4호, pp.935-946, 2003.
- [9] C. Chen and Y. Sun, “Assessing the effects of different multimedia materials on emotions and learning performance for visual and verbal style learners,” Computers & Education, Vol.59, No.4, pp.1273-1285, 2012.
- [10] I. Mauss and M. Robinson, “Measures of emotion: A review,” Cognition and emotion, Vol.23, No.2, pp.209-237, 2009.
- [11] V. Tran, “The use, overuse, and misuse of

- affect, mood, and emotion in organizational research,” In Research on emotion in organizations, Vol.3, pp.31-53, 2007.
- [12] R. Pekrun, “The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice,” Educational Psychology Review, Vol.18, No.4, pp.315-341, 2006.
- [13] E. Linnenbrink, “Emotion research in education: Theoretical and methodological perspectives on the integration of affect, motivation, and cognition,” Educational Psychology Review, Vol.18, No.4, pp.307-314, 2006.
- [14] J. Forgas, “Affect and social judgments: an introductory review,” Emotion and social judgments, 1991.
- [15] J. Kelly and S. Barsade, “Mood and emotions in small groups and work teams,” Organizational behavior and human decision processes, Vol.86, No.1, pp.99-130, 2001.
- [16] A. Damasio, “Descartes’ error: Emotion, reason and the human brain,” Avon Books(New York), 1994.
- [17] C. Becker-Asano and W. Ipke, “Affective computing with primary and secondary emotions in a virtual human,” Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, Vol.20, No.1, pp.32-49, 2010.
- [18] P. Ekman and W. Friesen, “Unmasking the face: A guide to recognizing emotions from facial clues,” ISHK, 2003.
- [19] 박태정, *이러닝 환경에서의 감성적 어포던스 설계원리 개발*, 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 2015.
- [20] 이주영, *또래 괴롭힘 상황에서 지각된 위협 수준에 따른 중학교의 친사회적 정서와 도움 의도 분석*, 서울대학교 대학원, 박사학위논문, 2014.
- [21] H. Suk, “Color and Emotion—a study on the affective judgment across media and in relation to visual stimuli,” 2006.
- [22] L. Shen, M. Wang, and R. Shen, “Affective e-Learning: Using Emotional Data to Improve Learning in Pervasive Learning Environment,” Educational Technology & Society, Vol.12, No.2, pp.176-189, 2009.
- [23] J. Grant and L. Linda, “Selection and use of content experts for instrument development,” Research in nursing & health, Vol.20, No.3, pp.269-274, 1997.
- [24] D. Watson, L. Clark, and A. Tellegen, “Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales,” Journal of personality and social psychology, Vol.54, No.6, p.1063, 1988
- [25] 석현정, 정상훈, 박종민, 박진영, 정은빛, “사진 이미지의 색조 변화에 따른 감성적 반응연구,” 디자인학연구, 제20권, 제5호, pp.229-238, 2007.
- [26] R. Cowie, E. Douglas-Cowie, S. Savvidou, E. McMahan, M. Sawey, and M. Schröder, “FEELTRACE: An instrument for recording perceived emotion in real time,” In ISCA Tutorial and Research Workshop on Speech and Emotion, 2000.
- [27] Y. Liu, O. Sourina, and M. Nguyen, “Real-time EEG-based emotion recognition and its applications,” In Transactions on computational science XII, Springer(Heidelberg, Berlin), pp.256-277, 2011.
- [28] H. Yoon, S. Park, Y. Lee, and J. Jang, “Emotion recognition of serious game players using a simple brain computer interface,” In ICT Convergence, International Conference on IEEE, pp.783-786, 2013.
- [29] L. Marzetti, S. Della Penna, A. Snyder, V. Pizzella, G. Nolte, F. de Pasquale, and M. Corbetta, “Frequency specific interactions of

- MEG resting state activity within and across brain networks as revealed by the multivariate interaction measure,” *Neuroimage*, Vol.79, pp.172-183, 2013.
- [30] G. Ranky and S. Adamovich, “Analysis of a commercial EEG device for the control of a robot arm,” In *Bioengineering Conference, Proceedings of the 2010 IEEE 36th Annual Northeast*, pp.1-2, 2010.
- [31] M. van Dooren, J. de Vries, and J. Janssen, “Emotional sweating across the body: Comparing 16 different skin conductance measurement locations,” *Physiology & behavior*, Vol.106, No.2, pp.298-304, 2012.
- [32] R. McCraty, M. Atkinson, W. Tiller, G. Rein, and A. Watkins, “The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability,” *The American journal of cardiology*, Vol.76, No.14, pp.1089-1093, 1995.
- [33] S. Koolagudi and K. Rao, “Emotion recognition from speech: a review,” *International Journal of Speech Technology*, Vol.15, No.2, pp.99-117, 2012.
- [34] J. Cohn, Z. Ambadar, and P. Ekman, “Observer-based measurement of facial expression with the Facial Action Coding System,” In A. James and J. John, *The handbook of emotion elicitation and assessment*, Oxford University Press(New York), pp.203-221, 2007.
- [35] M. Den Uyl and H. Van Kuilenburg, “The FaceReader: Online facial expression recognition,” In *Proceedings of Measuring Behavior*, Vol.30, pp.589-590, 2005.
- [36] J. Harley, F. Bouchet, and R. Azevedo, “Aligning and Comparing Data on Emotions Experienced during Learning with MetaTutor,” In *Artificial Intelligence in Education*, Springer(Heidelberg, Berlin), pp.61-70, 2013.
- [37] E. Kanjo and A. Chamberlain, “Emotions in context: examining pervasive affective sensing systems, applications, and analyses,” In *Personal and Ubiquitous Computing*, 2015.
- [38] H. Pitterman and S. Nowicki, “A test of the ability to identify emotion in human standing and sitting postures: The Diagnostic Analysis of Nonverbal Accuracy-2 Posture Test (DANVA2-POS),” *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, Vol.130, No.2, pp.146-162, 2004.
- [39] T. Shibata and Y. Kijima, “Emotion recognition modeling of sitting postures by using pressure sensors and accelerometers,” In *Pattern Recognition, 21st International Conference on*, pp.1124-1127, 2012.
- [40] E. Dresner and S. Herring, “Functions of the nonverbal in CMC: Emoticons and illocutionary force,” *Communication Theory*, Vol.20, No.3, pp.249-268, 2010.
- [41] D. Derks, A. Bos, and J. Von Grumbkow, “Emoticons and online message interpretation,” *Social Science Computer Review*, Vol.26, No.3, pp.379-388, 2008.
- [42] 권영옥, “빅데이터를 활용한 맞춤형 교육 서비스 활성화 방안연구”, *지능정보연구*, 제19권, 제2호, pp.87-100, 2013.
- [43] D. Rubio, M. Berg-Weger, S. Tebb, E. Lee, and S. Rauch, “Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research,” *Social Work Research*, Vol.27, No.2, pp.94-104, 2003.
- [44] Y. Kim and Y. Cho, “The Second Leap Toward “World Class” Education in Korea,” *The Asia-Pacific Education Researcher*, Vol.23, No.4, pp.783-794, 2014.
- [45] 문익수, 박중길, 문창일, “STAD모형의 체육수업

- 이 중학생의 자아존중감과 정서에 미치는 효과”, 코칭능력개발지, 제8권, 제4호, pp.195-206, 2006.
- [46] H. Schmidt, J. Rotgans, and E. Yew, “The process of problem-based learning: What works and why. *Medical Education*,” Vol.45, No.8, pp.792-806, 2011.
- [47] 이정희, 이재무, “HCI 이론에 기반한 게임형 학습 프로그램 평가 준거 개발 및 적용”, 정보교육학회논문지, 제11권, 제1호, pp.1-10, 2007.
- [48] D. Goleman, *Emotional intelligence*, Bantam Books(New York), 1995.
- [49] 이성숙, “실과 가정영역에서 오감활용 감성교육 방안 연구”, 한국실과교육학회지, 제26권, 제4호, pp.21-42, 2013.
- [50] 정구철, “대학생의 부정적 정서가 자살생각에 미치는 영향”, 한국콘텐츠학회논문지, 제12권, 제14호, pp.775-784, 2014.
- [51] N. Peira, M. Fredrikson, and G. Pourtois, “Controlling the emotional heart: Heart rate biofeedback improves cardiac control during emotional reactions,” *International Journal of Psychophysiology*, Vol.91, No.3, pp.225-231, 2014.
- [52] A. Whited, K. Larkin, and M. Whited, “Effectiveness of emWave Biofeedback in Improving Heart Rate Variability Reactivity to and Recovery from Stress,” *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, Vol.39, No.2, pp.75-88, 2014.
- [53] 김상운, “학교폭력으로 인한 두려움이 청소년의 반응에 미치는 영향”, 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제8호, pp.152-159, 2013.
- [54] M. Chiu, C. Chou, W. Wu, and H. Liaw, “The role of facial microexpression state (FMES) change in the process of conceptual conflict,” *British Journal of Educational Technology*, Vol.45, No.3, pp.471-486, 2014.
- [55] 홍예운, 임연옥, “테크놀로지를 활용한 교사의 확신(self-confidence)에 영향을 미치는 요인 탐색”, 디지털융복합연구, 제10권, 제11호, pp.565-577, 2012.
- [56] 전수진, 한선관, “최신 정보기술에 대한 초등교사의 인식과 태도에 관한 연구 : S-Learning, SNS, Web3.0 기술 중심으로”, 정보교육학회논문지, 제16권, 제1호, pp.635-648, 2005.
- [57] 정효일, 박태선, 이배환, 윤성현, 이우영, 김왕배, “감성과학을 위한 측정기법의 최근 연구 동향”, 감성과학, 제13권, 제1호, pp.235-242, 2010.
- [58] A. Kapoor and R. Picard, “Multimodal affect recognition in learning environments,” In *Proceedings of the 13th annual ACM international conference on Multimedia*, pp.677-682, 2005.
- [59] A. Jaimes and N. Sebe, “Multimodal human - computer interaction: A survey. *Computer vision and image understanding*,” Vol.108, No.1, pp.116-134, 2007.
- [60] J. Harley, F. Bouchet, M. Hussain, R. Azevedo, R. Calvo, “A multi-componential analysis of emotions during complex learning with an intelligent multi-agent system,” *Computers in Human Behavior*, Vol.48, pp.615-625, 2015.
- [61] R. Pekrun, T. Goetz, W. Titz, and R. Perry, “Academic emotions in students’ self-regulated learning and achievement: A program of qualitative and quantitative research,” *Educational Psychologist*, Vol.37, No.2, pp.91-105, 2002.
- [62] T. Anderson and J. Shattuck, “Design-based research a decade of progress in education research,” *Educational Researcher*, Vol.41, No.1, pp.16-25, 2012.
- [63] A. Brown, “Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings,” *Journal of the Learning Sciences*, Vol.2, No.2, pp.141-178, 1992.

저자 소개

이창윤(Chang Youn Lee)

준회원



- 2013년 3월 ~ 현재 : 서울대학교 대학원 과학교육과 석사과정

<관심분야> : 감성기반학습, 스마트 앱 개발

조영환(Young Hoan Cho)

정회원



- 2002년 2월 : 서울대학교 교육학과(문학사)
- 2005년 2월 : 서울대학교 교육학과(교육공학 석사)
- 2011년 7월 : 미주리대학교 정보과학과 학습공학과(철학박사)

▪ 2011년 7월 ~ 2013년 2월 : 싱가포르 국립교육원 선임 연구원

▪ 2013년 3월 ~ 현재 : 서울대학교 교육학과 조교수

<관심분야> : 감성, 체화된 인지, 구성주의 학습환경, 컴퓨터기반 협력학습, 가상세계

홍훈기(Hun-Gi Hong)

정회원



▪ 1981년 2월 : 서울대학교 화학교육과(이학사)

▪ 1985년 8월 : 서울대학교 화학과(이학석사)

▪ 1991년 5월 : University of Texas at Austin 화학과(이학박사)

사)

▪ 2004년 3월 ~ 현재 : 서울대학교 화학교육과 교수

<관심분야> : 전기분석화학, 과학교육, 영재교육