

Estimation of Social Intelligence Levels Model using Autonomic and Central Nervous System Mutual Synchronization

Seongeon Park¹, Jung-Nyun Lee¹, Min-Ji Park¹, Mincheol Whang²

¹Sangmyung University, Department of Emotion Engineering, Seoul, 03016

²Sangmyung University, Department of Intelligent Engineering Informatics for Human, Seoul, 03016

증추신경계 및 자율신경계 상호 동기화 현상을 이용한 사회지능 수준 추론 모델 개발

박성언¹, 이정년¹, 박민지¹, 황민철²

¹상명대학교 감성공학과

²상명대학교 휴먼지능정보공학과

Corresponding Author

Mincheol Whang

Sangmyung University, Department of Intelligent Engineering Informatics for Human, Seoul, 03016

Phone : +82-2-2287-5293

Email : whang@smu.ac.kr

Received : May 08, 2018

Revised : May 28, 2018

Accepted: June 15, 2018

Objective: This study was to determine the levels of social intelligence based on physiological responses in emotional contagion.

Background: The social intelligence is an important factor in the understanding of others such as the emotional state, intention, and ideas in the interpersonal relationship. The methods for evaluating social intelligence in previous researches have been shown the limitations of the objectivity and quantification because of the subjective assessment.

Method: The participants watched avatars that expressing target emotion through facial expression and gesture. At the same time autonomic nervous system response and central nervous system response were measured.

Results: The EEG level was significantly discriminated in positive, negative, empathy, non-empathy, intimacy and non-intimacy emotional contagion situations, and the ECG signals showed significant difference in negative emotion and non-empathy emotional contagion situations. In the case of GSR, there was a difference according to the level of social intelligence only in the non-intimacy emotional contagion state.

Conclusion: It was confirmed that the physiological responses of the three groups with different levels of social intelligence are significantly different according to the emotional expression of the avatar. As a result, an objective and immediate social intelligence reasoning model was developed.

Application: This study suggests the possibility of quantitative discrimination in social intelligence evaluation and suggests the importance of development of social intelligence evaluation tool.

Keywords: Social intelligence, Emotion contagion, EEG, ECG, GSR

Copyright@2018 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. Introduction

본 연구는 사회지능 수준이 다른 연구대상자들에게 감성전이 반응을 유도하고, 이때 발생하는 생리반응 차이를 확인하여 사회지능 수준 평가 모델을 개발하고자 하였다. 개인의 뛰어난 능력이 중요하게 평가되던 과거와는 달리 현대사회는 공동의 생산성이 중요하게 여겨진다. 이에 따라 개인에게 요구되는 능력도 변하고 있다. 과거에는 빠르게 지식을 습득하고 활용할 수 있는 능력인 학업지능이 성공의 요건으로 여겨졌지만, 현대사회에서는 협업을 위한 대인관계 능력이 관심의 대상이다. 원만한 대인관계를 유지하고 빠르게 집단에 적응하는 능력인 사회지능(Social Intelligence)이 학업지능보다 사회적 행동을 더 효율적으로 설명할 수 있어, 집단의 문제를 해결하는데 요구되는 사회적 기능을 예측하는데 더 효과적이다. 사회지능은 후천적으로 형성되며, 성인이 된 후에도 지속적인 연습을 통해 능력을 향상시킬 수 있다(Goleman, 2006). 비록 국내에서는 관련 연구가 미흡한 편이지만, 타 국가의 경우 사회지능 향상을 위한 학습 제도가 도입되고 있는 추세이며 다양한 방식으로 사회지능 교육 프로그램이 개발되고 있다.

선행 연구들이 사회지능과 학업지능이 차별화된 영역임을 입증하고, 사회지능의 다차원적 특성을 밝혀냈으며(Barnes and Sternberg, 1989; Marlowe, 1986; Wong et al., 1995), 학습 효과가 검증된 교육 프로그램이 다수 등장하고 있음에도 사회지능 평가 도구는 여전히 관찰 평가 혹은 자기보고식 주관 평가 방식을 따르고 있다. 주관 평가의 경우 사회적 바람직성에 관한 논란이 있어 객관적 평가 지표로 활용하기 어렵다. 또한, 사회지능을 각기 다른 방식으로 평가하게 되면 시간소모가 매우 많고 복잡하며 결과를 즉각적으로 확인하지 못한다(Silvera et al., 2001). 특히, 국내의 경우에는 해외 연구 기반의 주관 평가 측정 지표를 활용하고 있기 때문에 언어와 문화의 차이를 고려한 평가 지표의 재검증이 이루어져야하는 단점이 존재한다. 본 연구에서는 기존 사회지능 평가 도구의 한계점과 국내 적용의 단점을 보완하고, 나아가 생리반응을 기반으로 즉각적이고 객관적인 사회지능 평가 도구 개발에 기초가 되는 평가 모델을 개발하는 것에 목적을 둔다.

사회지능 평가 도구를 개발하기 위해 감성전이와 사회 감성의 개념을 이론적 배경으로 삼았다. 선행 연구를 통해 감성전이 과정에서 발생하는 인지 활동과 생리반응이 상대방을 파악하는 능력에 따라 다르게 발생할 것으로 예상했으며, 또한 다르게 발생하는 생리반응 차이를 이용하여 사회지능 수준을 추론할 수 있는 평가 모델 구축을 기대했다.

본 연구 목적을 위해, 감성전이 과정에서 사회지능 수준에 따른 생리반응의 차이를 확인하는 실험을 진행했다. 연구대상자들에게 사회 감성전이를 유도하고, 동시에 중추신경계 반응과 자율신경계 반응을 측정하였다. 사회 감성 중 긍정도, 공감도, 친밀도 감성에서 생리반응의 차이를 확인한 기존 연구들에 기초하여 자극과 생리반응 변수를 선정했다(Lischke et al., 2018; Bernhardt et al., 2013; Zaki et al., 2007; Jabbi et al., 2008; Lee et al., 2014). 연구대상자들의 사회지능은 트롬소 사회지능 척도(The Tromso-Social Intelligence Scale)를 통해 평가되었다. 트롬소 척도는 사회지능을 평가하는데 타당성과 신뢰성이 검증된 자기보고식 주관 평가다. 사회지능의 높고 낮음을 상대적으로 구분하기 위해, 점수 빈도에 따라 상중하 세 그룹으로 나눴다.

그 결과로 생리반응 기반 사회지능 평가 모델을 개발했다. 객관적이고 편리한 사회지능 평가 도구에 대한 필요성이 제기되는 상황임을 고려할 때, 본 연구는 기존 평가 도구의 단점을 극복하고, 한계점을 보완하며 추후 정량적 사회지능 평가 도구 개발의 기초 자료 역할을 할 것으로 기대된다.

인류는 주변 환경으로부터 자신을 보호하고 효율적으로 생존하기 위해 사회적 결속을 맺어왔다. 결속은 사회적 집단을 생성했으며, 집단의 결속을 강화하기 위한 메커니즘이 발달해왔다. 그 중 언어가 가장 명확한 정보 교환 수단이지만, 감성의 발달과 표출, 다른 사람의 감성을 읽어내는 능력, 그리고 감성전이(Emotion contagion) 또한 중요한 메커니즘이다(Silk, 2007). 감성전이란 '다른 사람의 얼굴 표정, 말투, 목소리, 자세 등을 자동적이고 무의식적으로 모방하고 자신과 일치시키면서 감정적으로 동화되는 경향'이다(Hatfield et al., 1993). 사회적 관계 속에서 인간은 무의식적으로 상대방을 모방하게 된다. 이 때, 뇌는 타인의 행동을 보고 마치 그것을 직접 행동하는 것처럼 따라 연습하게 된다. 얼굴 표정, 몸짓 등 행태 모방을 Motor mimicry라고 하며, 심박, 호흡, 호르몬 등 내현적 정보의 모방을 Autonomic mimicry라고 한다. 즉, 감성전이는 타인의 외현적, 내현적 정보를 모방하는 과정에서부터 시작되며, 뇌의 변연계(Old brain)에서 처리되는 무의식적 반응과 거울 신경 체계(Mirror neuron system)가 감성전이의 생물학적 메커니즘을 설명한다(Iacoboni, 2009). 감성전이는 언어에 비해 구체성이 떨어진다. 반면에 무의식적으로 자동 발생하며, 신경 체계의 전기적 반응으로 이루어지기 때문에 다른 커뮤니케이션 수단보다 더 빨리 정보를 전달하는 방법이 될 수 있다.

감성전이를 통해서 전달되는 감성은 주로 사회 감성(Social Emotion)이다. 사회 감성은 사회적 관계에서 발생하는 감성을 말한다. 개인의 물리적 상태에 대한 인식만으로 발현되는 독립 감성과는 다르게 사회 감성은 개인 간 상호작용 상황에서 발현되며, 타인이 나를 어떻게 생각하느냐에 대한 인지여부와 공감 그리고 상호 교류에 의해 사회 감성은 유발된다(Oatley and Johnson-Laird, 1987; Parkinson, 1996). 감성전이 또한 둘 이상의 개인 간 상호작용 상황에서 발생하며, 개개인이 교류하는 상호작용을 동기화시킨다(Christakis and Fowler, 2009). 대인관계에서 발현되는 사회 감성은 무의식적으로 상대를 모방하는 과정에서 전달되며, 전달된 감성과 상대방에 대한 정보가 행태와 생리반응을 동기화 시킨다.

상대방과 내현적, 외현적으로 동기화 되는 것은 무의식적인 모방에 의해 발생하지만, 해당 정보로 타인의 감성과 생각을 파악하는 것은 의도적인 인지적 프로세스에 의해 수행된다. 다른 사람의 감성을 읽어내는 인지적 프로세스와 관련된 능력을 사회지능이라고 한다. 추상적 지능, 기계적 지능과 함께 하나의 독립적인 지능이며, '사회적 단서를 이해하고 사회적 인간관계 속에서 현명하게 행동하는 능력'으로 정의한다(Thorndike, 1920). 즉, 상대방으로부터 전이된 '타인의 감성'과 상호작용 과정에서 유발된 '자신의 감성'을 모두 이해하고 이것을 바탕으로 대인관계를 위한 적절한 행동을 취하는 능력인 사회지능의 구성 개념은 감성전이와 사회감성의 개념과 밀접하게 연관되어 있다.

1.1 Social intelligence

사회지능은 개인 간 관계에서 자신뿐만 아니라 '타인'의 행동, 생각 그리고 감성을 이해하고 그에 맞는 적절한 행동을 하는 능력이다 (Marlowe, 1986). 지능(Intelligence)은 주어진 환경에 잘 적응하고, 경험으로부터 학습할 수 있는 인간의 타고난 인지적 능력으로 설명된다(Neisser et al., 1996).

사회지능의 개념을 최초로 주장한 Thorndike (1920)는 인간의 지능을 사회적 지능, 추상적 지능, 기계적 지능으로 구분하고 사회지능을 하나의 독립된 지능으로 보았다. 사회지능을 '대인관계에서 타인에 대한 이해 및 관리를 용이하게 할 수 있는 능력'이라고 정의하며, 타인과의 관계를 맺는데 중요한 요소로 강조한다. Gardner (1983)는 지능을 '한 문화권 혹은 여러 문화권에서 가치 있게 인정되는 문제를 해결하고 산물을 창조하는 능력'으로 정의한다. 그는 인간의 지적 능력을 다양한 관점에서 바라보고 이를 통해 인간의 잠재력을 파악하고자 다중지능이론을 제안했다. 다중지능이론은 인간의 지적 능력을 학업지능의 범주에서만 다루는 것이 아닌 9종류의 상호 독립적 지능으로 구분하고 포괄적인 지능으로 확장시킨다. 모든 사람이 소요하고 있는 지능유형을 언어지능(Linguistic Intelligence), 논리수학지능(Logical-mathematical Intelligence), 음악지능(Musical Intelligence), 신체운동지능(Bodily-kinesthetic), 공간지능(Spatial Intelligence), 인간친화지능(Interpersonal Intelligence), 자기성찰지능(Intrapersonal Intelligence), 자연친화지능(Naturalistic Intelligence), 영적지능(Spiritual Intelligence)으로 분류한다. 인간친화지능과 자기성찰지능은 대인관계의 문제를 해결하는 능력으로 사회지능의 개념으로 볼 수 있다.

사회지능 연구에서 구성 개념은 연구자 간 일치된 견해를 보이고 있지 않다. Ford and Tisak (1983)은 행동측면에서 사회지능을 해석했다. 사회적 상황에서 목표 성취를 위한 사회적 행동의 효율성과 적합성을 사회지능이라 정의했으며, 학습에 대한 개인의 능력인 학업지능과는 구분되는 개념이라 주장했다. Marlowe (1986)의 다차원 개념은 사회적 흥미, 사회적 자기효능감, 감정이입 기술, 사회적 수행 기술로 구성된 4개의 차원으로 사회지능을 해석하고, Barnes and Sternberg (1989)는 사회적 지식, 사회적 지각, 사회적 통찰로 사회지능을 구분하고 있다. Riggio et al. (1991)는 사회지능의 인지적 차원 개념을 의사소통 시 개인차를 기준으로 체계적으로 분류했다. 비언어적 측면(정서영역)과 언어적 측면(사회영역)으로 구분하고, 각 개념을 다시 표현성, 통제, 민감성으로 세분화했다. Kosmitzki and John (1993)은 사회지능이 다면적 구조(Multifaceted construct)로 이루어져 있다고 주장하며, 7가지 하위 요소를 정의하였다. 이후 Wong et al. (1995)이 실험을 통해 다면적구조 가설을 지지했다. 또한 사회지능의 대표 개념을 인지적 차원(Cognitive aspect)과 행동적 차원(Behavior aspect)으로 구분하였다. 인지적 차원은 타인의 감성 정보를 통해 사회적 정보를 습득하는 과정을 의미하며, 행동적 차원은 습득한 정보를 기반으로 적절한 사회적 행동과 반응을 수행하는 능력을 의미한다. Silvera et al. (2001)은 사회적 자각(Social Awareness; SA), 사회적 정보 처리(Social information Process; SP), 사회적 기술(Social Skills; SS)로 구성 개념을 구분한다. 사회적 자각, 사회적 정보 처리는 인지적 차원의 하위 요소로 정의하고, 사회적 기술은 행동적 차원의 하위요소로 정의하여 자가 보고식 사회지능 척도를 개발했다. Crowne (2013)은 사회지능, 감성지능, 문화지능을 구분하고 서로 독립적으로 존재하는 개념임을 밝히고, 사회지능이 학습을 통해 향상될 수 있음을 보고했다(Goleman and Boyatzis, 2008).

선행 연구를 통해 학업지능과 사회지능은 독립적인 개념이라는 것이 입증되었으며, 학습을 통해 사회지능이 향상될 수 있는 것을 알 수 있다. 구성 개념은 크게 인지적 차원과 행동적 차원으로 분류할 수 있으나 개별 연구들에 따라 세부 요소가 다르게 설명되었다. 종합하면 사회지능의 인지적 차원은 대인관계에서 상호작용으로 전달되는 감성, 행동, 의도 정보를 이해하는 능력을 의미하고, 행동적 차원은 습득한 사회적 정보를 바탕으로 원만한 대인관계를 위해 수행하는 적절한 대응능력을 의미한다.

2. Method

2.1 Participants

연구대상자는 상명대학에 재학 중인 대학생으로, 선정기준은 고지에 입각하여 자발적으로 연구참여에 동의한 자, 연구 목적 및 연구 과정에 대해 이해할 수 있는 자로 하였다. 20~31세 사이의 한국인 대학생 48명이 선정되었으며, 평균 연령 23.96세, 표준편차는 2.84세였다. 성별 분포는 남성이 24명(50%), 여성이 24명(50%)으로 동일했다. 모든 연구대상자는 색각(色覺)을 포함하여 정상 시력이거나 시력 교정을 받았으며, 신체적·정신적 병력이 없었다. 연구 참여 전날 충분한 수면을 취했고, 음주·흡연·카페인 섭취가 금지되었다.

2.2 Experimental procedure

실험에 앞서 연구대상자는 트롬소 사회지능 척도(The Tromso-Social Intelligence Scale; TSIS) 중 사회적 인식(Social Awareness; SA)에 관련된 설문을 주관 평가했다. 본 실험에서는 LCD 모니터 앞에 앉아 임의의 순서대로 재생되는 사회 감성 표현 아바타 애니메이션을 시청했다. 사회 감성은 긍정도(Valence), 친밀도(Intimacy), 그리고 공감도(Empathy) 감성이었으며, 각 감성을 2종류의 세부 감성으로 분류했다. '긍정도'는 긍정 감성(Positive emotion)과 부정 감성(Negative emotion)을 포함했으며, '공감도'는 공감(Empathy emotion), 비공감(Non-empathy emotion), '친밀도'는 친밀(Intimacy emotion), 불편(Non-intimacy emotion) 감성을 포함했다. 첫 번째 영상 세트를 시청하기 전, 180초 동안 휴식 상태를 유지했다. 15초 동안 첫 번째 세부 감성 영상을 시청한 후 30초 동안 휴식했으며, 다시 15초 동안 두 번째 세부 감성 영상을 시청했다. 이후 두 번째, 세 번째 영상 세트 시청도 동일한 과정으로 진행되었다. 이와 동시에 생리신호가 측정되었다. 중추신경계 반응에 EEG (Electroencephalogram), 심혈관계 반응에 ECG (Electrocardiogram), 피부전도 반응에 GSR (Galvanic skin response)이 추출되었다.

2.3 Emotion expression avatar

감성전이를 유도하기 위해 사람 형태의 아바타가 얼굴 표정과 몸짓으로 특정 감성을 표현하는 애니메이션 영상을 자극으로 제시했다 (Figure 1). 실제 대인간의 상호작용을 통해 감성전이를 유도할 경우, 통제할 수 없는 잠재 변수의 발생이 우려되었다. 예를 들어, 상호작용 이전에 상대방의 첫인상에 대한 인지적 판단으로 발생하는 생리반응이 연구 결과에 잠재 변수로 작용할 가능성이 있었다. 또, 항상 일정한 상호작용을 유도하기 어렵다는 단점도 있었다. 사람 형태의 아바타 애니메이션을 사용할 경우, 항상 일정하고 명확하게 감성 표현이 가능하며, 잠재 변수를 통제하기도 용이했다.

아바타가 표현할 목표 감성으로 사회 감성(Social emotion)을 채택했다. 사회 감성 중 긍정도(긍정, 부정), 친밀도(친밀, 불편), 공감도(공감, 비공감) 감성이 명확하게 표현된 아바타 애니메이션이 자극으로 선정되었다(Park, 2017).

동적인 감성 자극이 정적인 이미지보다 더 잘 인식된다는 기존 연구 결과에 따라 아바타 애니메이션을 자극으로 사용했다(Atkinson et al., 2004). 애니메이션 파일은 MP4 형식의 비디오 클립이었다. 각 영상의 길이는 15초로 동일했으며, 해상도 1280 x 720픽셀, 재생률은 30fps이었다. 아바타는 어두운 갈색 머리와 눈을 가진 남성이며, 얼굴 표정과 몸짓으로 감성을 표현했다. 얼굴 표정은 Facial Action Coding System (FACS) (Ekman and Friesen, 1978)과 한국 표준 얼굴 이미지(KSFI) (Lee and Whang, 2014) 기반의 표준화된 표정을 재현했다. 몸짓 표현은 표준화된 모델이 확립되어 있지 않아 상체 제스처의 일반적인 행동으로 정의되었다(Borg, 2009, Collett, 2004, Kim, 2012, Nelson and Golant, 2004, Pease and Pease, 2008). 아바타 애니메이션은 세 가지 상태로 구성되었다. 처음 3초 간은 휴지 상태, 이후 5초 간 중립 상태, 마지막 7초 간 감성 표현 상태였다.

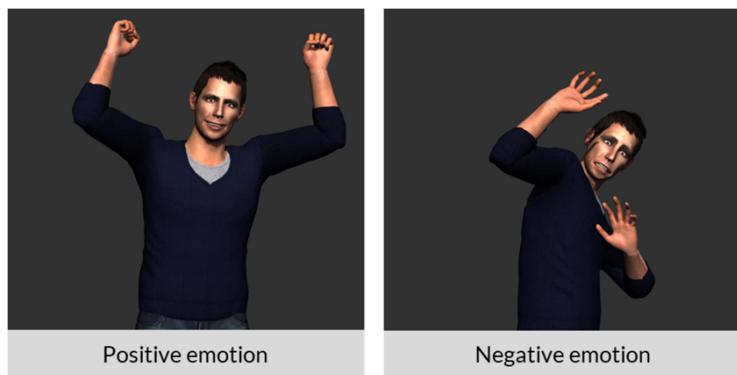


Figure 1. Example of emotion expression avatar in valence condition

2.4 Social intelligence

2.4.1 The tromso-social intelligence

트롬소 사회지능 척도는 사회적 정보 처리(Social Information Processing; SP), 사회적 기술(Social Skills; SS), 사회적 인식(Social Awareness; SA)이라는 사회지능의 세 가지 하위 영역을 포함한다(Silvera et al., 2001). 사회적 인식은 트롬소 사회지능 척도의 세 가지 구성 영역 중 하나로 개인이 타인의 행동과 감성을 이해하기 위한 감성 인식과 표현 능력에 관련된 항목으로, 감성 별 얼굴 표정과 몸짓 표현 인식에 관련이 높은 영역이다. 따라서, 아바타의 감성 표현 동기화에 따른 생리반응 차이를 확인하기 위한 설문 항목으로 채택되었다. 설문지는 총 6항목으로 구성되었으며, 각 항목은 리커트 척도(Likert Scale)로 최저 0점에서 최고 6점까지 평가할 수 있었다. 설문 항목은 한국어로 번역되는 과정에서 문화적 차이를 고려하여, 국내 대학생을 표본으로 유효성과 신뢰성을 재검증한 연구를 통해 정제된 항목을 사용했다(Park, 2007; Shin and Hwang, 2010).

2.4.2 Data processing

각 설문지의 6항목 총 점수를 기준으로 빈도분석을 실시한 후, 누적 백분율을 토대로 사회지능 수준을 구분했다. 사회지능 수준은 상위 집단(누적 백분율 70%), 중위 집단(누적 백분율 40%), 하위 집단으로 구분했다. 누적 백분율에 해당하는 유효 점수가 존재하지 않는 경우, 오차 범위가 작은 쪽의 유효 점수를 구분점으로 삼았다.

2.4.3 Statistical analysis

사회지능 수준에 따라 사회지능 설문 점수 간의 통계적 차이를 확인하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실시한 후, 사후검정으로 Scheffe test를 시행했다. Scheffe test의 경우, 집단의 샘플 수가 다르더라도 검정이 가능하다는 특성을 가지고 있다. 따라서, 분석할 데이터의 성격을 고려하여 사후검정 방법으로 채택하였다.

2.5 Electroencephalogram

뇌파는 Mitsar-EEG 202 system (Mitsar Co. Ltd, Russia)을 사용하여 국제 10-20 system에 따라 측정했다(Teplan, 2002). 총 19개 부위(Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, T3, C3, C4, T4, T5, P3, Pz, P4, T6, O1, O2, Cz)에서 측정되었으며, Cz에서 발생한 신호는 레퍼런스로 활용했다. EEG 신호는 FFT (Fast Fourier Transform)를 사용하여 주파수 영역에서 분석되었다. 주파수 파워는 상대적 파워(Relative power)와 파워 비율(Power ratio)을 사용하여 8개의 지표로 추출되었다. 중립 상태와 표현 상태인 경우를 각각 측정했으며, 표현 상태에서 EEG의 8개 지표 변화율은 중립 상태와 비교하여 계산했다. 본 연구에 활용된 EEG 파워 스펙트럼 지표는 Table 1에 정리되었다.

Table 1. EEG power spectrum indicators

Abbreviation	Full terminology	Wavelength range (Hz)
RT	Relative theta	(4~8) / (4~50)
RA	Relative alpha	(8~13) / (4~50)
RSA	Relative fast alpha	(8~11) / (4~50)
RFA	Relative fast beta	(12~13) / (4~50)
RB	Relative beta	(13~30) / (4~50)
RMB	Relative mid beta	(15~20) / (4~50)
RHB	Relative high beta	(20~30) / (4~50)
RG	Relative gamma	(30~50) / (4~50)

2.6 Electrocardiogram

ECG Signal은 Biopac MP100 system (Biopac System, Inc., USA)을 사용하여 측정했으며, LabVIEW 2014 (National Instruments Corporation, USA) 프로그램을 통해 디지털화 되었다. ECG Signal로부터 BPM (Beat per minute), SDNN (Standard Deviation of NN interval), 평균 Amplitude를 추출했다. 중립 영역과 표현 영역에서 측정한 데이터를 비교하여 BPM, SDNN, 평균 Amplitude의 변화율을 계산했다.

2.7 Galvanic skin response

GSR Signal은 Biopac MP100 system (Biopac System, Inc., USA)으로 측정되었으며, LabVIEW 2014 (National Instruments Corporation, USA) 프로그램을 통해 디지털화 되었다. GSR Signal로부터 평균 Amplitude를 추출했으며, 아바타 애니메이션의 중립 상태에서 측정한 값과 표현 상태에서 측정한 값을 비교하여 변화율을 계산했다.

2.8 Statistical analysis

EEG, ECG, GSR로부터 추출한 변수의 이상치(Outlier)는 표준편차의 ± 3 영역을 기준으로 제거되었다. 사회지능 수준에 따라 감성전이 과정에서 발생하는 EEG, ECG, GSR 반응 차이를 확인하고자 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 실시했다. 분산분석이 수행되기 전, 기본 가정 사항인 데이터의 정규성과 등분산성을 평가하기 위해 Shapiro-Wilk test와 Levene test를 각각 수행했다. 정규성과 등분산성을 모두 만족하는 경우, 일원배치 분산분석을 수행한 후 사후검정으로 Scheffe test를 실시했다. Scheffe test는 집단의 수가 다르더라도 분석이 가능하다는 장점이 본 실험 데이터의 특성과 부합하여 선택했다. 정규성은 만족하지만 등분산성은 만족하지 못한 경우에는 일원배치 분산분석 대신 Welch's ANOVA를 수행한 후, 사후검정으로 Games-Howell test를 실시했다. 정규성 가정을 만족하지 못하는 경우에 수행 가능한 모수 검정은 일치된 의견이 없어, 비모수 검정인 Kruskal-Wallis test로 분석한 후 사후검정으로 Mann-Whitney test를 수행했다.

3. Results

3.1 Social intelligence levels

빈도분석 결과, 설문의 총 점수는 평균 20.67점, 표준편차 5.27점이며, 점수 분포는 최저 10점에서 최고 32점으로 나타났다. 누적 백분율을 토대로 집단을 구분한 결과, 사회지능 총 점수 10점부터 17점까지는 하위 집단, 18점에서 23점까지는 중위 집단, 24점부터 32점까지는 상위 집단으로 구분되었으며, 집단의 빈도는 13명, 19명, 16명으로 나타났다. 일원배치 분산분석 결과, 사회적 인식과 관련된 설

문의 총 점수에 따라 사회지능 수준별 세 집단의 유의미한 평균 차이($F = 129.465, p < .001$)를 확인했으며, 사후검정을 통해 세 집단 모두에서 유의미한 차이($p < .001$)를 확인했다(Figure 2).

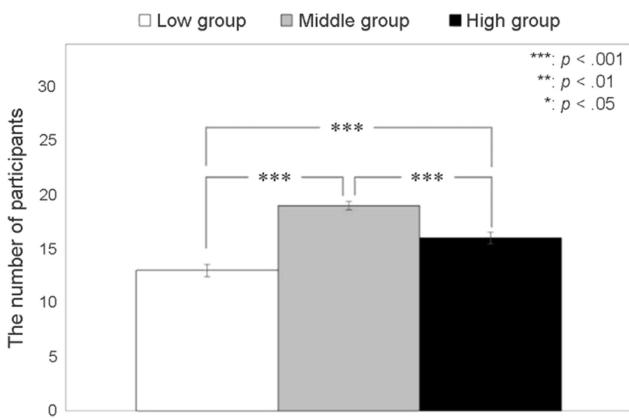


Figure 2. Frequency of participants by social intelligence level

3.2 Electroencephalogram

감성 자극에 대한 EEG 분석 결과는 다음과 같다(Figure 3). 긍정 감성을 표현한 아바타를 시청한 경우, 전두엽(F7), 측두엽(T3, T4, T5, T6), 후두엽(O2)에서 주파수 변화량의 유의미한 차이를 확인할 수 있었다. F7-Channel에서 Relative Mid Beta (RMB) 변화량이 중위-상위 그룹 간의 유의미한 차이($Z = -2.269, p < .05$)를 보였고, 하위-상위 그룹 간의 유의미한 차이($Z = -1.983, p < .05$)를 보였다. T3-Channel에서는 Relative Beta RB 변화량이 하위-중위 그룹 간($Z = -2.174, p < .01$), 하위-상위 그룹 간의 유의미한 차이($Z = -2.846, p < .001$)를 보였다. T4-Channel에서 Relative Beta (RB) 변화량은 하위-중위 그룹($Z = -2.927, p < .01$), 하위-상위 그룹($Z = -2.776, p < .01$)을 유의미하게 구분할 수 있고, Relative Mid Beta (RMB) 변화량은 하위-중위 그룹 간($Z = -3.040, p < .01$), 하위-상위 그룹 간 유의미한 차이($Z = -3.266, p < .001$)를 보였다. T5-Channel에서 Relative Fast Alpha (RFA) 변화량은 하위-상위 그룹 간 유의미한 차이($Z = -2.741, p < .01$)를 보였다. T6-Channel에서 Relative Gamma (RG) 변화량이 하위-중위 그룹 간 유의미한 차이($Z = -2.883, p < .01$)를 보였다. O2-Channel에서 Relative Gamma (RG) 변화량이 하위-중위 그룹 간 유의미한 차이($Z = -2.426, p < .05$)를 보였다.

부정 감성의 경우, 전두엽(F3), 측두엽(T4), 후두엽(O2)에서 주파수 변화량의 유의미한 차이를 확인할 수 있었다. 하위-중위 그룹은 T4의 Relative High Beta (RHB) 변화량($Z = -2.727, p < .01$)과 O2의 Relative Mid Beta (RMB) 변화량($Z = -2.699, p < .01$)을 통해 유의미하게 구분할 수 있었다. 중위-상위 그룹은 F4-Channel의 Relative Mid Beta (RMB) 변화량 차이가 통계적으로 유의했다($MD = -33.55739, p < .05$).

공감 감성의 경우, 측두엽(T4)에서만 유의미한 주파수 변화량 차이가 관찰되었다. T4-Channel에서 Relative Mid Beta (RMB) 변화량이 하위-중위 그룹 간($Z = -2.295, p < .05$), 하위-상위 그룹 간 유의미한 차이($Z = -2.051, p < .05$)를 보였다.

비공감 감성의 경우, 두정엽(P3, P4)과 중심구(C3)에서 주파수 변화량의 유의미한 차이를 확인할 수 있었다. 두정엽 P3-Channel에서 Relative Gamma (RG) 변화량의 중위-상위 그룹 간 차이($Z = -2.269, p < .05$)와 P4-Channel에서 Relative Slow Alpha (RSA) 변화량의 하위-상위 그룹 간 차이($p < .05$)가 유의미했다. 중심구인 C3-Channel에서는 Relative Gamma (RG) 변화량이 중위-상위($Z = -2.75, p < .01$)와 하위-상위($Z = -2.976, p < .05$) 간에 차이를 보였으며, Relative Slow Alpha (RSA) 변화량이 하위-상위($Z = -2.44, p < .014$) 간에 차이를 보였다.

친밀 감성의 경우, 전두엽(Fp1, F7, F3, Fz), 측두엽(T5) 그리고 두정엽(Pz)에서 유의미한 차이가 확인되었다. 하위-중위 그룹 간의 차이는 전두엽 F3-Channel의 Relative fast alpha (RFA) 변화량($Z = -2.477, p < .05$)과 두정엽 Pz-Channel의 Relative beta (RB) 변화량($Z = -2.623, p < .01$)이 유의미했다. 중위-상위 그룹 간에는 Fp1-Channel의 Relative theta (RT) 변화량($Z = -2.272, p < .05$)과 Relative gamma (RG)의 변화량($MD = 61.02984, p < .05$), F7-Channel의 Relative theta (RT) 변화량($Z = -3.243, p < .001$), F3-Channel의 Relative theta (RT) 변화량($MD = -43.21142, p < .05$), Fz-Channel의 Relative mid beta (RMB) 변화량($MD = 42.48319, p < .05$), T5-Channel의 Relative mid beta (RMB) 변화량($MD = -26.71764, p < .05$) 그리고 Pz-Channel의 Relative beta (RB) 변화량($Z = -2.064, p < .05$) 차이가 통계적으로 유의했다. 하위-상위 그룹 간에는 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

불편 감성의 경우, 측두엽(T3)과 중심구(C3)에서 그룹 간 차이를 확인할 수 있었다. T3-Channel의 Relative beta (RB) 변화량은 하위 그룹과 상위 그룹 간 유의미한 통계적 차이($Z = -2.444, p < .05$)를 보여주었다. 또한, C3-Channel의 Relative mid beta (RMB) 변화량은 하위 그룹과 중위 그룹 간 차이($MD = -37.35612, p < .01$)가 유의했다.

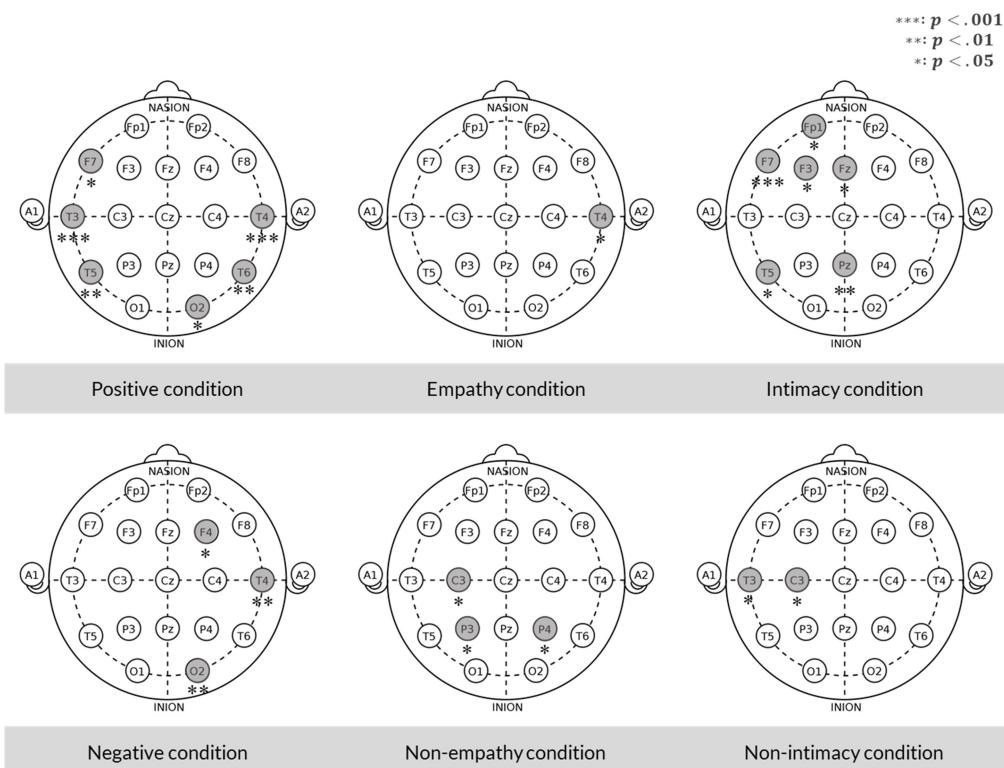


Figure 3. Electrode locations of the significant difference between social intelligence levels from EEG in each conditions

3.3 Electrocardiogram

공감도 감성 중 비공감 감성을 표현한 아바타 애니메이션을 시청한 경우, 사회지능 수준에 따라 유의미한 SDNN 변화율 차이($F = 6.108, p < .05$)를 확인할 수 있었다. 특히, 사후검정 결과 중위 집단과 상위 집단 간의 유의미한 차이($p < .05$)가 발생했으며, 하위 집단과 상위 집단 간에도 유의미한 차이($p < .05$)를 확인할 수 있었다(Figure 4).

긍정도 감성 중 부정 감성을 표현한 아바타 애니메이션을 시청한 경우, 사회지능 수준에 따라 평균 Amplitude 변화율의 유의미한 차이($F = 3.562, p < .05$)가 발생했으며, 사후검정 결과 하위 집단과 중위 집단 간의 차이($p < .05$)를 확인할 수 있었다(Figure 5).

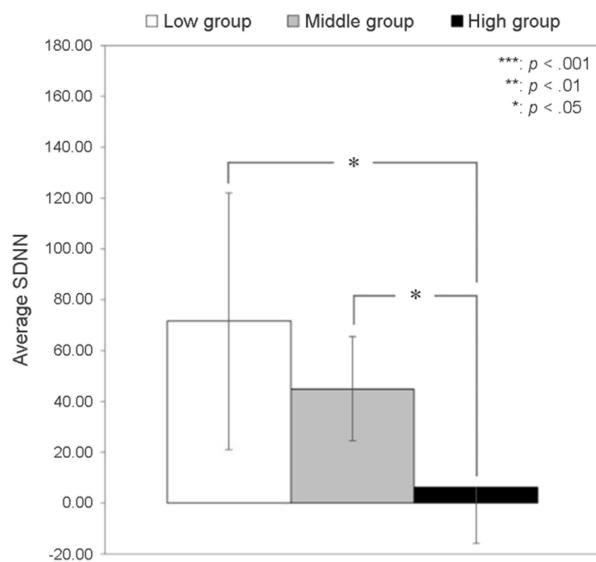


Figure 4. Mean SDNN from ECG in non-empathy emotion

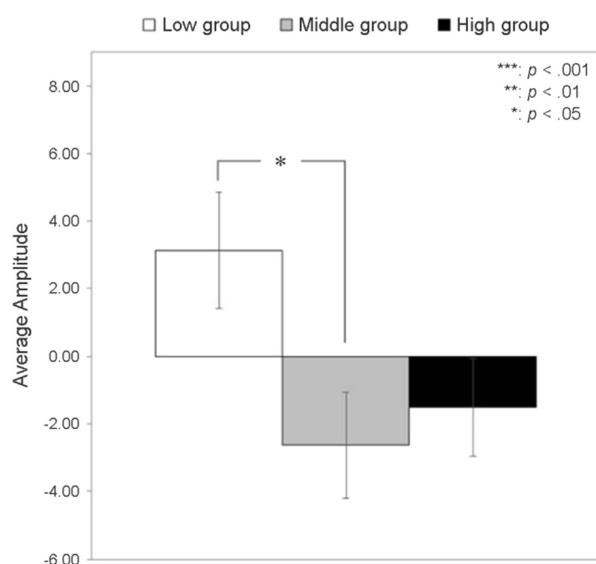


Figure 5. Mean amplitude from ECG in negative emotion

3.4 Galvanic skin response

친밀도 감성 중 불편(Non-intimacy) 감성 표현 아바타 애니메이션을 시청한 경우, 사회지능 상위, 중위, 하위 집단에 따라 GSR의 평균 Amplitude의 유의미한 차이를 확인했다($\chi^2 = 6.841, p < .05$). 중위 그룹과 상위 그룹이 유의미하게 구분되었고($U = 82.000, p < .05$), 하위그룹과 상위 그룹 간에도 차이가 발생했다($U = 56.000, p < .05$) (Figure 6).

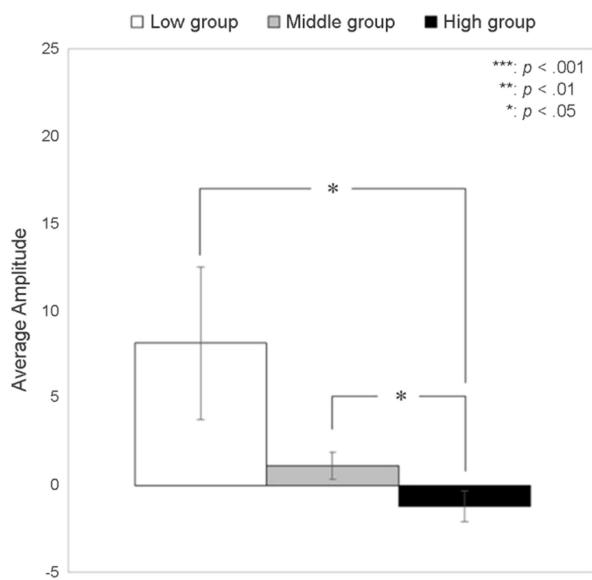


Figure 6. Mean amplitude from GSR in non-intimacy emotion

3.5 Social intelligence level estimation model

특정 감성 표현 아바타 자극에 따라 사회지능 수준 간에 유의미한 차이를 보이는 indicator의 조합으로 사회지능 수준을 구분하는 모델이 개발되었다. 특정 집단이 긍정, 공감 감성 자극을 시청할 때 발생하는 EEG 변화율로 사회지능 하위 집단과 그 외의 집단으로 구분한다. 하위 집단 이외의 집단은 긍정, 친밀, 부정, 비공감, 불편 감성을 표현하는 아바타 애니메이션 시청 시에 발생하는 EEG, ECG, GSR의 변화율로 사회지능 상위 집단과 중위 집단을 구분한다. 유의미한 indicator는 Figure 7에서 확인할 수 있다. 자극을 한정시키고자 한다면, 긍정 감성(Positive emotion)만으로 상중하 그룹을 모두 구분할 수 있으며, 높은 유의확률($p < .001$)을 가지는 변수 조합으로 그룹을 구분하고자 한다면, 긍정 감성 시 발생하는 T3-RB, T3-RMB, 친밀 감성 시 발생하는 F7-RT 변수를 활용할 수 있다.

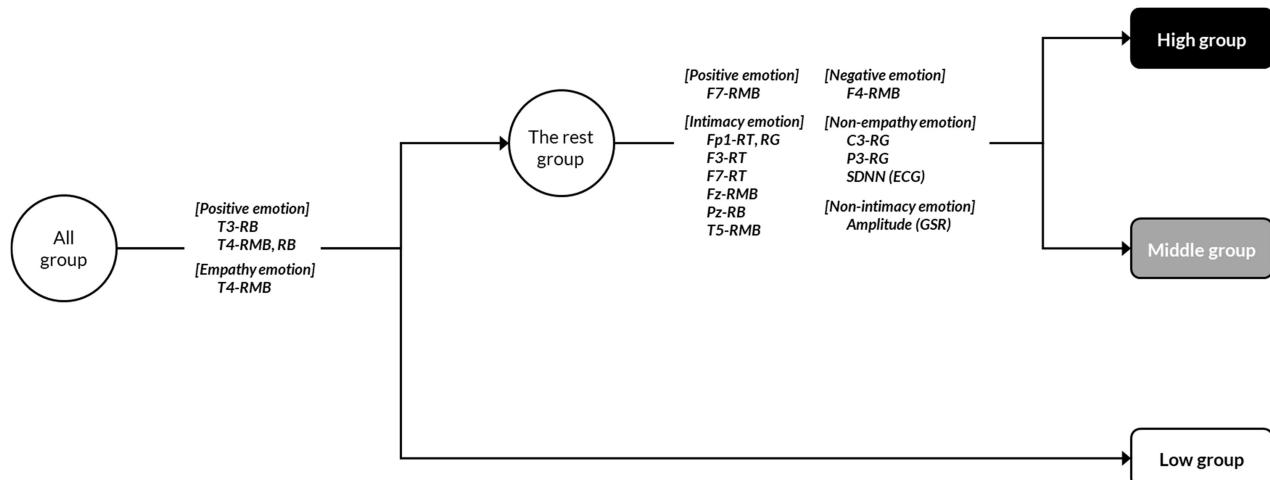


Figure 7. Social intelligence level estimation model

4. Discussion

심전도(ECG) 반응 중 SDNN (Standard deviation of the normal-to-normal intervals) 변수는 ECG 기록 전체에서 정상적인 RR 간격의 표준편차로 심장 변이도를 의미한다. Amplitude는 심장 박동의 진폭을 의미하며, 심박출량과 관련 있다(Stein et al., 1994). 본 연구에서는 비공감 자극에서 상위 그룹의 평균 SDNN 값이 다른 그룹에 비해 유의미하게 낮은 결과를 보였다. 부정 감성 자극에서는 하위 그룹의 평균 Amplitude가 중위 그룹에 비해 특징적으로 높았다. 피부전도도(GSR)는 땀선 활동으로 발생하는 피부의 전기적 저항 변화다. 그 중 Amplitude 변수는 피부의 전기적 저항의 진폭을 말하며, 측정값이 높을수록 교감 신경이 활성화되어 땀 분비량이 많다는 것을 의미한다. 연구 결과, 불편 감성 자극 상태에서 상위 그룹에서 특징적으로 낮은 Amplitude 값이 관찰되었다. 본 결과는 사회지능 수준이 낮은 그룹은 감성전이 과정 시에 심장 박동 시간과 진폭이 불규칙적이며 땀 분비량이 많아지며, 반대로 높은 그룹의 경우 상대적으로 심장 반응이 규칙적이고 땀 분비량도 적어진다는 것을 의미한다. 즉, 사회지능이 높은 사람은 타인과 상호작용 시에 자연스럽고 안정된 신체 반응을 보이며, 반대로 사회지능이 낮으면 대인관계 시에 부자연스럽고 불안정한 신체반응을 보인다는 것을 알 수 있다.

중추신경계 반응인 뇌파(EEG)는 개인의 정서 상태에 따라 특정주파수를 갖는 δ , θ , α , β , γ 파형을 나타낸다. δ -wave는 4Hz 이하의 주파수에서 관찰되는 파장으로 주로 깊은 수면 상태에서 발생한다. θ -wave는 불안한 상태 혹은 주위가 산만할 때 주로 발생하며, 심리적 안정 상태에서는 α -wave가 주로 나타난다. β -wave는 뇌의 활발한 활동을 대변하는 주파수이다. γ -wave는 극도의 흥분이나 각성 시에 나타난다고 알려져 있다. 본 연구에서는 사회지능 수준과 뇌파 반응의 일관적인 결과를 도출할 수는 없었으나, 특징적인 패턴을 관찰할 수 있었다. 긍정 감성 자극 시 전두엽(F7)과 측두엽(T3, T4)에서 발생한 β -wave의 상대 주파수 파워가 사회지능 수준이 낮은 그룹에서 높은 그룹으로 갈수록 높아지는 패턴을 보였다. 이 패턴은 불편 감성 상태에서 측두엽(T3)과 중심구(C3)에서도 동일하게 나타났다. 또한, 비공감 상태에서는 사회지능이 낮은 그룹에서 높은 그룹으로 갈수록 α -wave의 상대적 파워는 낮아지고, γ -wave 상대적 파워는 특징적으로 높아졌다. 본 결과는 사회지능 수준이 높은 그룹이 낮은 그룹에 비해 상대적으로 뇌 활동이 활발하게 진행되고, 반대로 낮은 그룹은 안정적인 심리상태를 보인다고 해석될 수 있다. 즉, 사회지능 수준이 높은 그룹은 대인관계 상호작용 시에 타인의 의도, 감성을 파악하기 위해 활발하게 뇌 활동이 이루어지며, 낮은 그룹의 경우 타인의 의도나 감성 파악보다는 심리적으로 안정적이고 평온한 상태를 유지하는데 더 많은 뇌 활동을 수행한다.

연구 결과를 종합하여 볼 때, 타인과의 상호작용을 통해 감성전이 이루어지는 상황에서, 사회지능 수준이 높은 그룹은 타인을 파악하기 위해 활발한 뇌 인지 활동을 한다. 하지만 심혈관 반응은 안정적이고 편안한 상태를 보이는데, 이는 대인관계가 불편하지 않은 상황으로 느껴진다는 것을 시사한다. 반대로 사회지능이 낮은 그룹은 타인을 파악하는 것에 집중하기보다는 안정적인 심리 상태를 유지하기 위해 뇌 활동을 집중한다. 동시에 대인관계가 불편한 상황으로 느껴져 심혈관 반응은 긴장상태를 유지하게 된다. 즉, 대인관계 상황을 인지하는 과정과 그에 상응하는 신체반응이 사회지능 수준에 따라 달라짐을 확인할 수 있었다.

5. Conclusion

본 연구를 통해 사회지능 수준에 따라 감성전이 과정에서 뇌파(EEG), 심전도(ECG), 피부전도도(GSR) 반응 차이를 살펴보았다. 그 결과로 아바타의 얼굴 표정과 몸짓의 긍정도(긍정, 부정), 친밀도(친밀, 불편), 공감도(공감, 비공감) 감성 표현에 따라 사회지능 수준이 다른 세 집단의 뇌파(EEG), 심전도(ECG), 피부전도도(GSR)가 유의미하게 다르다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 활용하여 관찰 평가, 자기보고식 주관 평가를 사용하지 않고도 사회지능 수준을 평가할 수 있는 생리반응 기반 사회지능 평가 모델을 만들었다. 객관적이고 편리한 사회지능 평가 도구에 대한 요구에 대응하여 기존 평가 도구의 단점을 극복하고, 한계점을 보완하며 추후 정량적 사회지능 평가 도구 개발의 기초 자료 역할을 할 것으로 기대된다.

실무적 시사점에도 불구하고 다음과 같은 한계를 가진다. 첫째, 평가 모델의 타당도와 신뢰도 검증이 요구된다. 본 연구에서 도출한 평가 모델이 보편타당한가에 대한 정확도 검증이 이루어지지 않았다. 이로 인해 모델이 실무적으로 사용될 수 있는가에 대한 확답을 내릴 수 없다. 둘째, 연구대상의 확대가 요구된다. 20~31세 건강한 일반인 대학생을 대상으로 연구를 수행하였다. 사회지능의 경우 사회지능은 유아나 청소년의 경우 또래 관계에 영향을 미치며(Park et al., 2005; Park, 2007), 성인의 경우 직업능력과 사회적 성공에 영향을 미친다(Kelly and Moon, 1998). 연령대와 사회적 관계에 따라 사회지능이 개인에게 미치는 영향이 다르다는 선행 연구 결과에 따라 본 연구도 다양한 연령대와 국적으로 연구대상을 확대할 필요가 있다.

향후 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다. 첫째, 평가 모델의 정규화와 최적화에 대한 고려가 요구된다. 유효 변수들에 가중치를 두거나 변수의 조합을 다양하게 구성하여 사회지능 수준을 세분화하여 구분할 필요가 있다. 둘째, 유효 변수들의 관계를 규명하는 연구가 요구된다. 사회지능 판단에 근거가 되는 생리심리학적 해석이 정립되면 평가 모델과 최적화 기준의 합리적 해석이 가능하다. 따라서 유효 변수들의 특징과 관계를 규명하는 연구가 필요하다.

Acknowledgements

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2011-0030079).

References

- Atkinson, A.P., Dittrich, W.H., Gemmell, A.J. and Young, A.W., "Emotion Perception from Dynamic and Static Body Expressions in Point-Light and Full-Light Displays". *Perception*, 33(6), 717-746, 2004.
- Barnes, M.L. and Sternberg, R.J., "Social Intelligence and Decoding of Nonverbal Cues". *Intelligence*, 13(3), 263-287, 1989.
- Borg, J., *Body Language: 7 Easy Lessons to Master the Silent Language*. FT press, 2009.
- Bernhardt, B.C., Klimecki, O.M., Leiberg, S. and Singer, T., "Structural covariance networks of the dorsal anterior insula predict females' individual differences in empathic responding". *Cerebral Cortex*, 24(8), 2189-2198, 2013.
- Christakis, N.A. and Fowler, J.H., *Connected: The Surprising Power of our Social Networks and how they Shape our Lives*. Little, Brown, 2009.
- Collett, P., *The Book of Tells: How to Read People's Minds from their Actions*. Random House, 2004.
- Crowne, K.A., "Cultural exposure, emotional intelligence, and cultural intelligence an exploratory study". *International Journal of Cross Cultural Management*, 13(1), 5-22, 2013.
- Ekman, P. and Friesen, W.V., *Manual for the Facial Action Coding System*, Consulting Psychologists Press, 1978.
- Ford, M.E. and Tisak, M., "A further search for social intelligence". *Journal of Educational Psychology*, 75, 196-206, 1983.
- Gardner, H., *Frame of Mind: The Theory of Multiple Intelligence*, New York: Bascial Books, 1983.
- Goleman, D., *Emotional intelligence*, Bantam, 2006.
- Goleman, D. and Boyatzis, R., "Social intelligence and the biology of leadership". *Harvard Business Review*, 86(9), 74-81, 2008.
- Hatfield, E., Cacioppo, J.T. and Rapson, R.L., "Emotional Contagion". *Current Directions in Psychological Science*, 2(3), 96-100, 1993.
- Iacoboni, M., *Mirroring People: The New Science of how we Connect with Others*. Farrar, Straus and Giroux, 2009.
- Jabbi, M., Bastiaansen, J. and Keysers, C., "A common anterior insula representation of disgust observation, experience and expectation". *NeuroImage*, 49(3), 1894-1903, 2009.

imagination shows divergent functional connectivity pathways", *PLoS One*, 3(8), e2939, 2008.

Kelly, K.R. and Moon, S.M., "Personal and Social Talents". *Phi Delta Kappan*, 79(10), 743-746, 1998.

Kim, H.K., "Interactional Functions of Nodding in Conversation". *The Sociolinguistic Journal of Korea*, 20(1), 1-26, 2012.

Kosmitzki, C. and John, O.P., "The implicit use of explicit conceptions of social intelligence". *Personality and Individual Differences*, 15(1), 11-23, 1993.

Lee, E.C., Whang, M., Ko, D., Park, S. and Hwang, S.T., "A New Social Emotion Estimating Method by Measuring Micro-movement of Human Bust". In: Watada J., Shiizuka H., Lee KP, Otani T, Lim CP. (eds) *Industrial Applications of Affective Engineering*. Springer, Cham. 2014.

Lee, W.R. and Whang, M.C., "The Accuracy of Recognizing Emotion from Korean Standard Facial Expression". *The Journal of the Korea Contents Association*, 14(9), 476-483, 2014.

Lischke, A., Pahnke, R., Mau-Moeller, A., Behrens, M., Grabe, H.J., Freyberger, H.J. and Weippert, M. "Inter-individual Differences in Heart Rate Variability Are Associated with Inter-individual Differences in Empathy and Alexithymia". *Frontiers in Psychology*, 9, 229, 2018.

Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard Jr, T.J., Boykin, A.W., Brody, N., Ceci, S.J. and Urbina, S., "Intelligence: Knowns and unknowns", *American Psychologist*, 51(2), 77, 1996.

Marlowe, H.A., "Social Intelligence: Evidence for Multidimensionality and Construct Independence". *Journal of Educational Psychology*, 78(1), 52, 1986.

Nelson, A. and Golant, S.K., *You Don't Say: Navigating Nonverbal Communication between the Sexes*, Prentice Hall, 2004.

Oatley, K. and Johnson-Laird, P.N., "Towards a Cognitive Theory of Emotions". *Cognition and Emotion*, 1(1), 29-50, 1987.

Parkinson, B., "Emotions are Social." *British Journal of Psychology*, 87(4), 663-683, 1996.

Park, M.J., "The Effects of Congruence between Facial Expression and Body Gesture on Emotion Recognition", MS Thesis, Sangmyung University, 2017.

Park, N.J., Yang, S.H. and Cho, I.S., "A Study on the development of program for the improvement of young children's social intelligence and its effect". *The Journal of Korea Open Association for Early Childhood Education*, 10(1), 107-130, 2005.

Park, S.W., "Original Articles: The Validity and Reliability Testing of The Tromso-Social Intelligence Scale in Korean College Students", *Journal of Korean Academy of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 16(2), 190-197, 2007.

Pease, B. and Pease, A., *The Definitive Book of Body Language: The Hidden Meaning Behind People's Gestures and Expressions*, Bantam, 2008.

Riggio, R.E., Messamer, J. and Throckmorton, B., "Social and academic intelligence conceptually distinct but overlapping construct",

Personality and Individual Difference, 12(7), 695-702, 1991.

Shin, C. and Hwang, S.H., "The Influences of Social Intelligence of Hotel Employees on Social Support and Work Performance", *International Journal of Tourism Management and Sciences*, 24(6), 437-456, 2010.

Silk, J.B. "Social Components of Fitness in Primate Groups". *Science* (New York, N.Y.) 317.5843, 1347-1351, 2007.

Silvera, D., Martinussen, M. and Dahl, T.I., "The Tromsø Social Intelligence Scale, a self-report Measure of Social Intelligence", *Scandinavian Journal of Psychology*, 42(4), 313-319, 2001.

Stein, P.K., Bosner, M.S., Kleiger, R.E. and Conger, B.M., "Heart rate variability: a measure of cardiac autonomic tone". *American Heart Journal*, 127(5), 1376-1381, 1994.

Teplan, M., "Fundamental Of EEG Measurement", *Measurement Science Review*, 2(2), 1-11, 2002.

Thorndike, E.L., "Intelligence and its Uses", *Harper's Magazine*, 140, 1920.

Wong, C.T., Day, J.D., Maxwell, S.E. and Meara, N.M., "A Multitrait-Multimethod Study of Academic and Social Intelligence in College Students". *Journal of Educational Psychology*, 87(1), 117-133, 1995.

Zaki, J., Ochsner, K.N., Hanelin, J., Wager, T.D. and Mackey, S.C., "Different circuits for different pain: patterns of functional connectivity reveal distinct networks for processing pain in self and others", *Soc Neurosci*, vol. 2, 276-291, 2007.

Author listings

Seongeon Park: pse3928@naver.com

Highest degree: BS, Department of Media Software, Sangmyung University

Position title: Master Student, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University

Areas of interest: Emotion Engineering, Human-computer Interaction, Signal Processing, Data Analysis

Jung-Nyun Lee: blueleen2@naver.com

Highest degree: PhD Candidate, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University

Position title: PhD Candidate, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University

Areas of interest: Social Emotion, Brain-computer Interface, Signal Processing, UX Design

Min-Ji Park: ringyoda@naver.com

Highest degree: MS, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University

Position title: MS, Department of Emotion Engineering, Sangmyung University

Areas of interest: Emotion Engineering, UX Design

Mincheol Whang: whang@smu.ac.kr

Highest degree: PhD, Biomedical Engineering, Georgia Institute of Technology

Position title: Professor, Department of Intelligent Engineering Informatics for Human, Sangmyung University

Areas of interest: Human-computer Interaction, Emotion Engineering, 3D Human Factors, Bioengineering