Journal of The Korea Society of Computer and Information
Vol. 23 No. 8, pp. 37-43, August 2018
www.ksci.re.kr
https://doi.org/10.9708/jksci.2018.23.08.037

Mood Suggestion Framework Using Emotional Relaxation Matching Based on Emotion Meshes

Jong-Hyun Kim*

Abstract

In this paper, we propose a framework that automatically suggests emotion using emotion analysis method based on facial expression change. We use Microsoft's Emotion API to calculate and analyze emotion values in facial expressions to recognize emotions that change over time. In this step, we use standard deviations based on peak analysis to measure and classify emotional changes. The difference between the classified emotion and the normal emotion is calculated, and the difference is used to recognize the emotion abnormality. We match user's emotions to relatively relaxed emotions using histograms and emotional meshes. As a result, we provide relaxed emotions to users through images. The proposed framework helps users to recognize emotional changes easily and to train their emotions through emotional relaxation.

▸Keyword: Mood suggestion, Emotional relaxation, Emotion matching, Emotion meshes

I. Introduction

"당신의 표정엔 만감이 숨어 있다"라는 말이 있듯이, 사람의 얼굴은 수천 개의 미세근육으로 이뤄져 있으며, 짧은 순간 얼굴 근육의 움직임으로 나타나는 미세 표정을 통해 인간의 온갖 감정이 나타난다 (Fig. 1 참조).

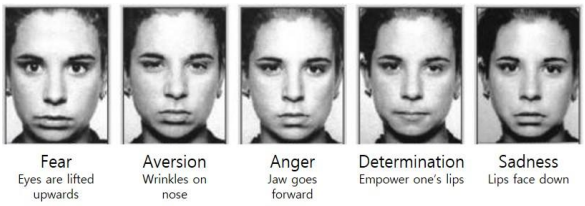

Fig. 1. Predictable emotions by facial expressions.

얼굴 표정은 대화 수단 중 하나로 매우 중요한 표현 방법이며, 최근에는 게임 및 정신 치료에서도 많이 사용되고 있다. 그 중에서 특히 정신적으로 장애를 겪는 증상인 조현병은 정신질환에 한정된 것이 아니라 사회적 기능 장애도 포함하고 있다. 1970년 국제보건기구에서 시행한 연구에 따르면, 811명의 조현병 환자들 중 55%가 관계망상을 보여 관계망상이 정신병적 증상들 중 매우 흔한 증상임이 밝혀졌다[14]. 조현병 환자는 정상인에 비해 대인관계 형성 및 사회적 상호작용 능력이 떨어지며, 이러한 상호작용의 어려움은 마음추론의 결핍 때문이라는 증거들이 점차 제기 되고 있다[15,16]. 조현병 환자는 타인의 표정, 눈빛 등의 신체 언어를 통해 다른 사람의 감정을 추론하는데 어려움을 느끼며[17,18], 자신을 향하지 않는 타인의 시선에 자기관계적 지각을 하는 경향이 있다[19]. 주 치료방법인 약물치료 후에도 인지기능, 사회적 기능 등의 장애가 지속될 수 있기 때문에 일상생활에서 조현병 환자의 정신 증상과 대인관계 문제를 완화시키기는 것은 치료의 중요한 목적이다.

위와 같은 환자를 개선시키고자 얼굴 표정과 같은 특징을 이용하여 사람의 감정을 예측하려는 연구들이 꾸준히 진행되어 왔지만 대부분 일반인들을 위한 방법과 실험 결과를 제시했다[12,13]. 조현병 환자는 표정 변화가 거의 없기 때문에 특징점의 변화만을 가지고 감성의 변화를 예측하기에는 충분하지 않다.

• First Author: Jong-Hyun Kim, Corresponding Author: Jong-Hyun Kim
*Jong-Hyun Kim (jonghyhunkim@kangnam.ac.kr), Dept. of Software Application, Kangnam University
• Received: 2018. 07. 20, Revised: 2018. 08. 16, Accepted: 2018. 08. 20.

본 연구는 이와 같은 문제를 완화시키기 위해 시간에 따른 감정 분석이라는 소재를 통해 조현병 환자뿐만 아니라 노인, 아동의 정서적 안정과 치료사와의 긍정적인 관계형성을 목표로 한다. 이를 위해 우리는 일상생활 혹은 가정에서 개인의 감정을 스스로 인지하고 완화 감성으로 감정을 트레이닝 할 수 있는 프레임워크를 제안한다.

II. Preliminaries

1. Related works

이 장에서는 본 연구와 관련이 깊은 이미지 색상 변환과 감정 인식 기술들에 대해서 간단하게 살펴본다.

1.1 Image color transfer

Reinhard et al.[1]은 Lab색 공간에서 각 채널의 평균과 표준편차를 이용하여 원본 이미지와 참조 이미지 사이에서의 색상 변환 기법을 제안했다. 이 방법은 이미지 전체를 대상으로 하였으며 색상을 변환하는 방법은 아래와 같다 (수식 1 참조).

$$
\begin{aligned}
L' &= \frac{\sigma_{reference}}{\sigma_{source}}(L-\mu_{source})+\mu_{refernece} \\
\alpha' &= \frac{\sigma_{reference}}{\sigma_{source}}(a-\mu_{source})+\mu_{refernece} \qquad (1) \\
b' &= \frac{\sigma_{reference}}{\sigma_{source}}(b-\mu_{source})+\mu_{refernece}
\end{aligned}
$$

여기서 L은 조명을 나타내는 채널, a는 빨간색과 초록색을 나타내는 채널, b는 파란색과 노란색을 나타내는 채널, μ는 평균, σ는 표준편차를 의미한다. 이 방법은 이미지 전체의 평균과 표준편차를 이용하여 색상을 변환하는 기법으로 간단한 연산을 사용하는 만큼 계산 시간이 짧아서 효율적이라는 장점이 있다. 하지만 이미지 전체를 대상으로 평균과 표준편차를 계산하기 때문에 하나의 입력 이미지에는 하나의 평균과 표준편차가 존재한다. 이로 인해 다양한 색상을 가진 이미지를 사용할 경우 그 색들의 혼합된 값이 하나의 평균과 표준편차로 연산되어 참조 이미지를 대표로하는 색상으로 변환되지 않는 문제가 발생한다.

Greenfield et al.[2]은 이미지를 다운 샘플링하여 색상에 대한 대표 팔레트를 추출하고, 추출된 팔레트의 색상을 이용하여 이미지의 색을 변환하는 기법을 제안하였다. 이 기법은 유화를 대상으로 하였으며 색상 변환만을 목적으로 수행하기 때문에 Lab색상 채널 중 조명을 나타내는 L채널을 제외한 a와 b 채널만을 사용하였다. 또한 입력 이미지에서 팔레트의 색을 추출하기 때문에 이미지를 대표하는 색상을 추출할 수 있다. 이 방법은 원본 이미지와 참조 이미지 팔레트의 색들 중 서로 거리가 가까운 색끼리 색상을 변환하는 특징이 있다. 이 방법은 종종 비슷한 색을 가진 영역들이 다른 영역으로 분리되어 전혀 다른 색으로 변환되는 부자연스러운 결과를 보여주며, 이는 원본 이미지에는 없던 노이즈한 윤곽선이 나타나기도 한다.

Neumann et al.[3]은 HSI 색상 채널을 기반으로 누적 히스토그램을 형성하고 확률밀도함수와 누적분포함수를 이용하여 색상을 변환하는 기법을 제안했다. 이 방법은 좋은 결과를 보여주지만 누적 히스토그램을 이용한 기법의 경우 각 채널에 대한 픽셀의 개수를 사용하였기 때문에 종종 노이즈가 생성되는 경우가 발생한다.

1.2 Emotion recognition

어떤 자극에 대해서도 사람마다 행동양상 및 표현이 각기 다르게 나타나기 때문에 다양하고 복잡한 사람의 감정을 인식한다는 것을 매우 어려운 일이다. 그것은 감정과는 구별되는 현상으로 개인의 성별, 교육정도, 생활문화 등 종합적으로 영향을 받는 인식 정도인 감정이 개인마다 다르게 형성되기 때문에 인간의 감정에 대한 분류를 연구자들마다 다르게 정의하였다. Plutchik[4]는 두려움, 노여움, 슬픔, 기쁨, 수용, 혐오, 놀라움으로, Tomkins[5]은 두려움, 노여움, 즐거움, 흥미, 혐오, 놀라움, 수치, 경멸, 고통으로 분류하였다. Ekman와 Friesen[6,7]은 감정 표현에 있어 가장 일반적인 표정들을 기쁨, 슬픔, 화남, 놀람, 공포, 혐오의 6가지 기본 감정으로 분류하였다. 이후 얼굴 표정인식 연구에서는 Ekman의 6가지 감정에 대한 얼굴표정을 기준으로 감정을 분류하는데 자주 사용되고 있다 (Fig. 2 참조).

Fig. 2. Human facial expressions of six emotions[8].

Heimberg et al.[8]은 조현병의 원인은 환자들이 정서를 해석하는 과정에서 손상이 있다고 주장 하였고, Morrison et al.[9]의 연구에서도 같은 결론을 주장하였다. 많은 연구자들이 조현병 환자의 얼굴 표정을 통한 정서 인식 능력의 결핍을 연구했지만 결핍에 대한 뚜렷한 원인은 아직 증명되지 못했다. 이는 기반연구들의 방법론상의 한계점과 관련이 있는데 그 이유는 얼굴 표정을 이용하여 감정을 정확하게 파악한다는 것이 어렵기 때문이다. 또한 기존 연구들에서는 사용자의 감정을 6개의 기본 정서 목록에 강제적으로 매칭시키기 때문에 이 과정에

서 정확도는 감소된다. 일반적인 감정은 심적인 변화에 따라 표정의 변화로 나타나기 때문에 순간적인 얼굴 표정만을 이용하여 감정을 인지한다는 것은 정확도 측면에서 충분하지 않고 [10], 조현병 환자와 같이 감정 변화가 둔한 경우 이 문제를 더욱더 어렵게 만든다. 이 문제를 완화시키기 위해 의도적으로 표정을 과장시켜 감정을 일반화하는 연구도 있었지만 정확도 측면에서 많은 문제를 가지고 있다[11].

이뿐만 아니라 PCA(Principal component analysis)를 기반으로 얼굴 표정 인식을 진행할 연구들도 있다. 일반적으로 PCA는 정보의 차원을 감소시키는 특징이 있기 때문에 많은 얼굴 인식 연구자들이 사용했고, 지금도 꾸준히 활용되고 있다. Joo et al.[12]은 개인에 대한 감정 인식과 식별은 얼굴 표정 사진으로부터 추출한 아이겐페이스(Eigenface)의 가중치를 통해서 인식했으며, Maja Pantic과 Leon Rothkrantz[13]는 얼굴의 특징 점들의 변화와 변화 패턴을 이용하여 얼굴의 감정 인식을 모델링 했다. 이와 같은 PCA를 기반으로 얼굴 표정을 인식하는 대부분의 방법들은 고정적인 특징 점을 이용하고, 그 특징 점들의 지리적 위치를 사용하기 때문에 표정 변화가 적은 조현병 환자들과 같은 경우 얼굴 표정 및 감정 인식이 어려워진다.

본 논문에서는 Emotion API를 기반으로 보다 자연스러운 감정을 분석할 수 있는 방법을 제안하여 조현병 환자들의 얼굴 표정을 통한 감정변화를 분석하고, 이 값을 이용하여 사용자의 감정을 완화시킬 수 있는 감정 완화 프레임워크를 제안한다. 결과적으로 슬프고 외로울 때 행복함을 느낄 수 있는 이미지를 보여주어 스스로의 감정변화를 쉽게 인지할 수 있도록 한다.

III. Mood Suggestion Framework

제안하는 방법의 알고리즘 개요는 분위기에 따라 이미지들을 분류하는 전처리 과정을 시작으로 아래와 같은 순서로 수행된다 (Fig. 3 참조).

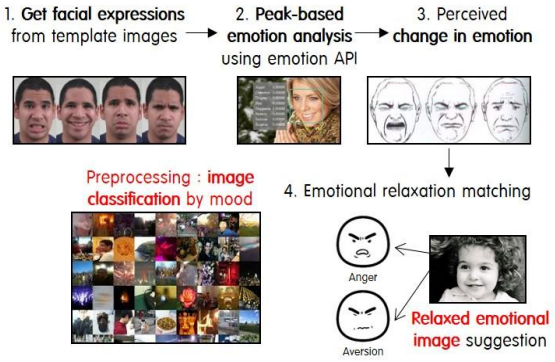

Fig. 3. Algorithm overview of our method.

1) 다양한 감정이 내제된 템플릿 영상을 본 사용자의 얼굴 표정 사진을 얻음

2) Emotion API를 기반으로 얼굴 표정 사진 내 감정 변화율을 계산하여 사용자의 감정을 분석

3) 분석된 감정과 정상인의 감정 데이터 사이의 차이를 이용하여 감정 이상 변화를 인지

4) 감정 매칭 스코어에 따라 현재 감정을 완화시켜줄 수 있는 상반되는 감성을 제안

1. Image classification according to mood

분위기에 따라 이미지를 분류하기 위해 본 연구에서는 500장의 이미지들을 이용하였다. 분류기준은 각 이미지가 갖고 있는 색상을 24개의 분위기 카테고리에 매칭시켜 이미지의 스타일을 분석한다. 우리는 색상 히스토그램을 만들기 위해 주어진 입력 이미지의 각 픽셀과 24개의 분위기를 갖는 색상을 비교하여 가장 가까운 분위기를 찾고, 해당 분위기의 횟수를 누적한다. 각 색상 분위기는 RGB값을 가지기 때문에, 픽셀과 특정 컬러 분위기 사이의 차이를 RGB컬러 공간에서 유클리드 거리로 정의한다 (수식 2 참조).

$$Diff = \sqrt{(R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2} \quad (2)$$

여기서 (R_1, G_1, B_1)와 (R_2, G_2, B_2)는 RGB컬러 공간에서 두 컬러 지점을 의미한다. 이 거리 값을 기반으로 히스토그램을 구축하고 (Fig. 4 참조), 하나의 이미지를 가장 가까운 3개의 분위기로 분류한다.

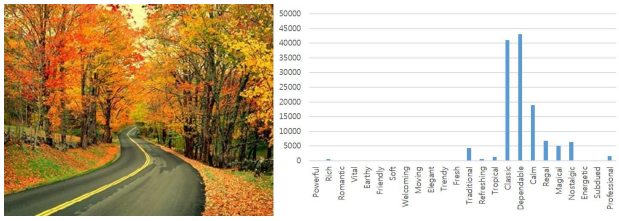

Fig. 4. Mood Analysis of image using histogram

이미지가 하나의 감정만을 완벽하게 표현할 수 없기 때문에 본 연구에서는 한 개의 이미지를 다수 개의 감성으로 할당하였다.

2. Emotion analysis according to change of facial expression

이전 연구들에서는 조현병 환자의 감정에 대한 반응 및 변화가 정상인보다 크지 않다는 특징을 이용하여 조현병 환자의 감정을 분석하곤 했다(예: 눈이나 입술의 움직임). 본 연구에서는 Emotion API를 활용하여 비교적 높은 정확도를 갖는 감정 데이터를 얼굴 사진으로부터 얻는다 (Fig. 5 참조). 각각의 감정이 내재된 템플릿 영상들을 연속적으로 보여주고, 그 영상을 시

청한 사용자의 얼굴 표정 사진을 얻었으며, 최종적으로 이 사진들을 이용하여 감정 데이터를 측정한다.

템플릿 영상을 보여주고 얻은 사진으로부터 추출된 감정 데이터는 얼굴 표정사진으로부터 느껴지는 현 시점의 감정을 단순하게 보여줄 뿐이며 감정 변화까지 측정하기에는 충분하지 않다. 우리는 사용자의 감정 변화를 체크하기 위해 사진으로부터 얻은 감정 데이터를 시간에 따라 수치화하여 분석한다 (Table 1 참조).

Fig. 5. Emotion data based on facial expression photographs of schizophrenic patients.

Table 1. Data extracted from facial expressions of patients with schizophrenia. In each emotion, the upper and lower rows are shown in Fig. 1,2,3 and Fig. 4,5,6, respectively. The omitted emotion types(Disgust, Fear, Happiness, Surprise) have no emotion value.

Emotions	Fig. 1,4	Fig. 2,5	Fig. 3,6
Anger	0.000008 0.000005	0.000006 0.000008	0.000006 0.000007
Contempt	0.00004 0.000037	0.000046 0.000055	0.000049 0.000038
Neutral	0.999571 0.999619	0.99595 0.999364	0.999634 0.999587
Sadness	0.00038 0.000339	0.000353 0.000572	0.000322 0.000357

Table 2. Data extracted from normal facial expressions.

Emotions	Fig. 1,4	Fig. 2,5	Fig. 3,6
Anger	0.158442 0.358155	0.000002 0.000063	0.000048 0.000223
Contempt	0.039363 0.007905	0 0.020619	0.008034 0.000177
Disgust	0.227549 0.000511	0 0.02609	0.002056 0.000033
Fear	0.002109 0.000004	0 0.453433	0.004042 0.012016
Happiness	0.007561 0.000004	0.999995 0	0.000001 0.000001
Neutral	0.515327 0.630615	0 0.002985	0.037552 0.078695
Sadness	0.043334 0.002734	0 0.49615	0.948074 0.000224
Surprise	0.006316 0.000072	0 0.000661	0.000193 0.908632

Table 1은 각 템플릿 영상으로부터 얻은 표정 사진들 중 6개의 샘플 사진을 이용한 결과이며, 빨간색과 파란색은 각 감정의 최대값과 최소값을 의미한다. 각 감정에 대한 피크 분석은 시간에 따른 감정의 차이를 통해 계산한다. 결과적으로 각 감정 변화를 나타내는 피크 분석을 이용하여 가중치 w를 계산하고, 이 값을 기반으로 표준편차를 계산하여 최종적인 감정 값 s를 측정한다 (수식 3 참조).

$$s^{type} = \sqrt{\frac{\sum w^{type}\left(x^{type} - \overline{x^{type}}\right)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$w^{type} = \max\left(x_0^{type},\ldots,x_{n-1}^{type}\right) - \min\left(x_0^{type},\ldots,x_{n-1}^{type}\right) \quad (4)$$

여기서 x는 각 감정에 대한 값, $\overline{x}$는 감정값들의 평균, n은 표본의 크기, $type$은 각 감정들의 종류, w는 가중치이다. 이 가중치는 감정의 최대값과 최소값의 차이를 통해 계산되며 이 값은 Table 1에서 볼 수 있다 (수식 4 참조). 본 연구에서는 최종적으로 s^*값이 사용자가 지정한 임계값보다 작다면 정상군의 감정변화와 차이가 크다는 것을 인지하여 조현병의 초기 증상이 의심된다고 판단하였다 (수식 5 참조). 본 연구에서 지정한 임계값의 범위는 20명의 정상인 데이터의 감정 변화율을 측정하여 그 값들의 평균을 정산군의 범위로 설정하였다. Table 2는 정상인의 감정 데이터 값을 분석한 결과이다.

$$s^* = \sum_{i=0}^{type} \| s_{normal}^i - s_{schizophrenia}^i \| \quad (5)$$

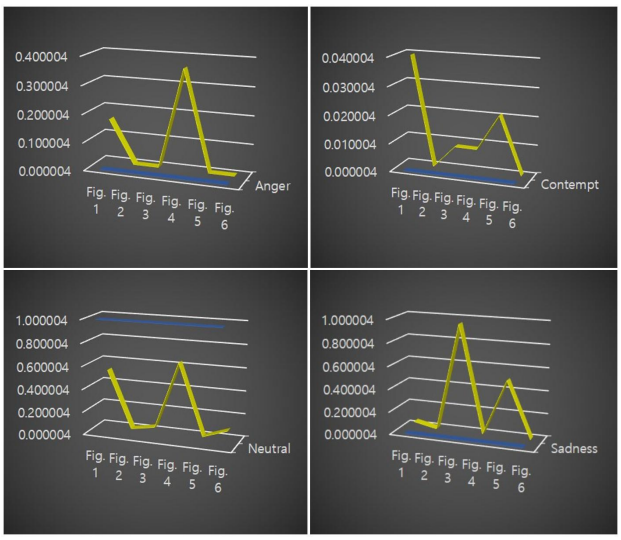

Fig. 6. Comparison of emotional charts between normal(yellow) and schizophrenia(blue) facial.

Fig. 6에서 보듯이 정상인의 감정 변화 데이터는 조현병 환자의 감정과 비교했을 때 눈에 띄게 차이가 나는 것을 볼 수 있

다. 일반적으로 감정 변화는 얼굴 표정뿐만 아니라 주변 환경, 대인 관계, 의사소통 방법 등 다양한 환경적 요소에 따라 달라질 수 있지만 조현병은 얼굴 표정으로 나타나는 특징이 가장 뚜렷하기에 템플릿 영상으로부터 얻은 표정 기반 접근법을 이용하였다.

3. Mood matching based on emotion meshes

우리는 이미지를 분류할 때 사용한 히스토그램을 활용하여 감성을 매칭한다 (3.1장 참조). 히스토그램은 크기보다 비율이 중요하기 때문에 우리는 히스토그램의 Y축인 감정값을 정규화하여 사용하였고, 가장 큰 3개의 대표 감정값을 이용하여 아래 그림과 같이 감정 메시를 구축한다 (Fig. 7 참조).

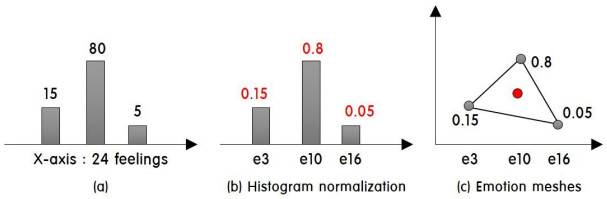

Fig. 7. Histogram normalization of emotional relaxation and construction of emotional meshes(X-axis: emotion category, Y-axis: histogram)

3.1장에서 사용한 이미지들에서 각각 감정 메시를 생성하고, 최종적인 감성의 대표 위치 τ는 감정 메시들의 평균 위치로 설정한다 (Fig. 8 참조). 본 연구에서 사용하는 감정 카테고리는 24개이므로 결과적으로 τ는 총 24개가 생성된다. 사용자의 감정에 완화되는 감성들을 계산하기 위해 24개의 감정인 $\tau_{0,\ldots,23}$를 노드를 설정하여 최단 경로 알고리즘을 수행한다. 결과적으로 τ를 특징 벡터로 가장 가까운 감성 3개를 제안하도록 설계하였다.

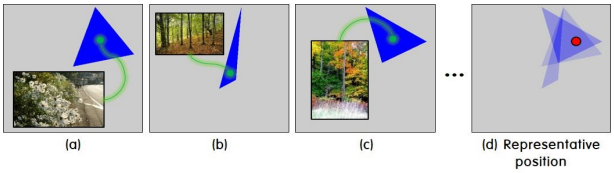

Fig. 8. Computing representative location of emotion using emotion meshes.

Fig. 9는 제안된 알고리즘을 이용하여 실험 결과 중 하나이다. 우울한 표정을 입력으로 넣었고 우울한 감정을 완화시킬 수 있는 유사 감정들을 찾아주어 사용자에게 제안해주었다. 최단 경로 알고리즘은 다익스트라(Dijkstra) 알고리즘을 사용하였고 가까운 완화 감성을 빠르게 찾아주어 그에 해당하는 감성 사진들을 자동으로 제안해준다.

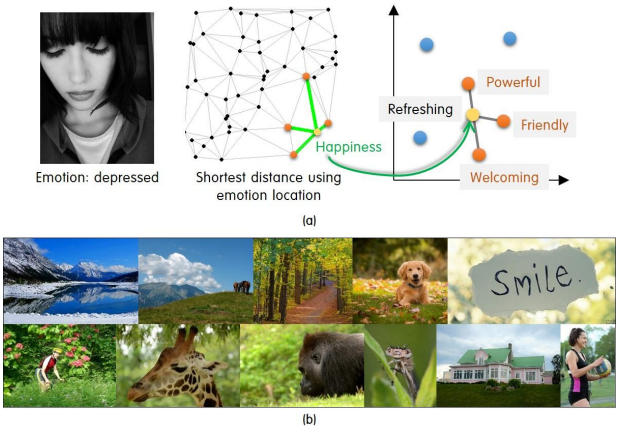

Fig. 9. Example results.

사용자의 감정에 가장 가까운 완화 감성을 계산하기 위해 사용자가 미리 정의해놓은 감정사전에 의해 대표 완화 감성을 대응시키고 최단 경로 알고리즘에 의해 유사한 완화 감성들을 사용자에게 제안해준다. Fig. 9에서는 Refreshing이 우울을 완화시킬 수 있는 대표 완화 감성이며 유사 감성으로 Welcoming, Friendly, Powerful이 선택되었다.

IV. Results and Conclusions

우리는 제안된 방법의 우수성을 판단하기 위해 다양한 얼굴 표정으로부터 실험을 했으며 안정적으로 사용자의 감정을 완화시킬 수 있는 감성을 제안해주는 결과를 얻었다.

얼굴 표정으로부터 추출된 특징벡터를 이용한 기존 접근법들은 반드시 특징벡터의 이동변화가 나타나야 한다. 여기서 말하는 특징벡터는 행복할 때 눈 꼬리가 올라간다거나, 입술이 올라간다는 명확한 특징이 있어야 한다. 이런 거시적인 움직임은 일반인에게는 흔히 나타나는 현상이지만, 조현병 환자에게서는 찾아보기 어렵다. 우리의 방법은 감성차트 기반으로 표정 변화가 적은 부분을 인지하기 위해, 시간에 따라 변화하는 얼굴 표정을 수치적으로 인지할 수 있는 새로운 기법을 제안하였다. 이 기법은 기존의 PCA기법보다 정확보다 높고, 특징벡터를 반드시 알아야 한다는 제약조건에서 벗어나기 때문에 활용 가능성이 넓다.

결과적으로 사용자에게 완화 감성이 색상으로 나타나는 이미지들을 자동으로 출력해주는 시스템으로 설계했다(Fig. 10와 11 참조). 조현병 환자들은 스스로의 감정 제어가 힘들기 때문에 자신의 감정이 잘못되었는지 판단 자체가 어렵다. 본 연구에서 제안하는 시스템은 조현병을 앓고 있는 초기 환자들이 스스로 감정을 인지하고 감성 이미지를 통해 상대적인 감정을 완화시켜줄 수 있도록 도움을 준다. 이 시스템은 조현병 뿐만 아니라 감정 표현이 서투른 아동이나 노인들에게도 활용 가능하다.

또한, 완화 감성을 텍스트가 아닌 이미지를 통해 전달받음으로써 사용자는 감정 변화에 대한 부담이 줄어든다는 장점이 있다.

본 연구는 사회복지에 복지기술을 융합한 웰텍(Welfare technology) 측면에서도 의미가 있다. 감정 변화에 둔한 노인분들의 정서적 안정뿐만 아니라, 노인분들을 보살피는 관리자 측면에서도 감성을 보고 다양한 판단과 교육을 진행할 수 있을 거라고 생각한다. 또한 얼굴 표정으로 감성 기반의 개인성향을 분석 할 수 있기에 향후 게임, 교육, 치료 등 다양한 개인 맞춤 콘텐츠에 활용할 수 있다.

본 연구는 대부분의 감정에서 완화 감정을 안정적으로 제안해주지만 색상을 기반으로 감정을 매핑하기 때문에 콘텐츠 해석에 있어서 정확성이 떨어진다. 향후, 우리는 콘텐츠 해석에 인공지능을 도입하여 개선할 계획이다.

Fig. 10. Our results (user's emotion: helpless).

Fig. 11. Our results (user's emotion: insecure).

REFERENCES

[1] Reinhard, Erik and Adhikhmin, Michael and Gooch, Bruce and Shirley, Peter, “Color transfer between images”, IEEE Computer Graphics and Applications, pp.34-41, 2001.

[2] Greenfield, Gary R and House, Donald H, ”Image recoloring induced by palette color associations”, Journal of WSCG, pp.189-196, 2003.

[3] Neumann, Laszlo and Neumann, Attila, “Color style transfer techniques using hue, lightness and saturation histogram matching”, Computational Aesthetics, pp.111-122, 2005.

[4] Plutchik, Robert, “Emotions: A general psychoevolu tionary theory”, Journal of Approaches to Emotion, pp.197-219, 1984.

[5] Tomkins, Silvan S, “The role of facial response in the experience of emotion: A reply to Tourangeau and Ellsworth”, Journal of American Psychological Association, pp.355-357, 1981.

[6] Ekman, Paul and Rosenberg, Erika L, “What the face reveals: Basic and applied studies of spontaneous expression using the Facial Action Coding System (FACS)”, ISBN-13: 978-0195179644, 2005.

[7] Ekman, Paul, “An argument for basic emotions”, Journal of Cognition and Emotion, pp.169-200, 1992.

[8] Gur, Ruben C and Erwin, Roland J and Gur, Raquel E and Zwil, Alexander S and Heimberg, Carolyn and Kraemer, “Facial emotion discrimination: II. Behavioral findings in depression”, Journal of Psychiatry Research, pp.241-251, 1992.

[9] Morrison, Randall L and Bellack, Alan S and Mueser, Kim T, “Deficits in facial-affect recognition and schizophrenia”, Journal of Schizophrenia Bulletin, pp.14:1-67, 1988.

[10] Bennett, Casey C and vSabanovic, Selma, “Deriving minimal features for human-like facial expressions in robotic faces”, International Journal of Social Robotics, pp.367-381, 2014.

[11] Russell, James A, “Is there universal recognition of emotion from facial expression? A review of the cross-cultural studies”, Journal of Psychological Bulletin, pp.102-141, 1994.

[12] Joo, Young , Hoon and Lee, Sang Yun and Sim, Kwee-Bo, “Human emotion recognition system using Eigenface”, Journal of fuzzy Logic and Intelligent Systems, pp. 216-221, 2003.

[13] Pantic, Maja and Rothkrantz, Leon JM, “Case-based reasoning for user-profiled recognition of emotions from face images”, IEEE International Conference on Multimedia and Expo , pp. 391-394, 2004.

[14] Carpenter WT Jr, Strauss JS, Bartko JJ, “Flexible system for the diagnosis of schizophrenia: report from the WHO International Pilot Study of Schizophrenia”, Science, pp. 1275-1278, 1973.

[15] Couture SM, Penn DL, Roberts DL, “The functional significance of social cognition in schizophrenia: a review”, Schizophr Bul, pp. 32-44, 2006.

[16] Addington J, Saeedi H, Addington D, “Influence of social perception and social knowledge on cognitive and social

functioning in early psychosis", Br J Psychiatry, pp. 373-378, 2006.
[17] Bora E, Eryavuz A, Kayahan B, Sungu G, Veznedaroglu B, "Social functioning, theory of mind and neurocognition in outpatients with schizophrenia; mental state decoding may be a better predictor of social functioning than mental state reasoning", Psychiatry Res, pp. 95-103, 2006.
[18] Kucharska-Pietura K, David AS, Masiak M, Phillips ML, "Perception of facial and vocal affect by people with schizophrenia in early and late stages of illness", Br J Psychiatry, pp. 523-528, 2005.
[19] Hooker C, Park S, "You must be looking at me: the nature of gaze perception in schizophrenia patients", Cogn Neuropsychiatry, pp. 327-345, 2005.

Authors

Jong-Hyun Kim received the B.A. degree in the department of digital contents at Sejong University in 2008. He received M.S. and Ph.D. degrees in the department of computer science and engineering at Korea University, in 2010 and 2016. Prof. Kim is an assistant professor in the department of software application in Kangnam University. His current research interests include fluid animation and virtual reality.