

2D 얼굴 영상을 이용한 로봇의 감정인식 및 표현시스템

Emotion Recognition and Expression System of Robot Based on 2D Facial Image

이 동 훈, 심 귀 보*

(Dong-Hoon Lee and Kwee-Bo Sim)

Abstract : This paper presents an emotion recognition and its expression system of an intelligent robot like a home robot or a service robot. Emotion recognition method in the robot is used by a facial image. We use a motion and a position of many facial features, apply a tracking algorithm to recognize a moving user in the mobile robot and eliminate a skin color of a hand and a background without a facial region by using the facial region detecting algorithm in objecting user image. After normalizer operations are the image enlarge or reduction by distance of the detecting facial region and the image revolution transformation by an angle of a face, the mobile robot can object the facial image of a fixing size. And materialize a multi feature selection algorithm to enable robot to recognize an emotion of user. In this paper, used a multi layer perceptron of Artificial Neural Network(ANN) as a pattern recognition art, and a Back Propagation(BP) algorithm as a learning algorithm. Emotion of user that robot recognized is expressed as a graphic LCD. At this time, change two coordinates as the number of times of emotion expressed in ANN, and change a parameter of facial elements(eyes, eyebrows, mouth) as the change of two coordinates. By materializing the system, expressed the complex emotion of human as the avatar of LCD.

Keywords : emotion expression, emotion recognition, face recognition, feature selection, mobile robot.

I. 서론

현재의 로봇기술은 산업용에서 비 산업용으로 급격하게 확장되고 있으며 비 산업용 로봇 중에서는 지능형 서비스 로봇이 큰 기대를 모으고 있다. 지능형 서비스 로봇은 인간의 감정을 인식하여 보다 앞선 서비스를 제공하는데 궁극적인 목적이 있다고 볼 수 있으며 이로 인하여 많은 연구자들이 인간의 감정 정보, 즉 뇌파, 영상, 음성 등의 매체를 바탕으로 인간의 감정을 판별하기 위한 다각도의 접근을 시도해 왔다[1]. 최근의 연구동향을 살펴보면 영상과 음성에 관한 연구가 가장 활발히 진행 중임을 볼 수 있는데 이는 뇌파를 감정 정보로 사용하기 위해서는 사용자에게 별도의 장비를 부착하여야 하는 번거로움과 뇌파 자체가 명확하게 규명되지 않았기 때문으로 볼 수 있다[2]. 음성정보를 사용할 경우 로봇 내부에서 발생하는 소음과 로봇의 주행 및 동작으로 인하여 발생하는 소음으로 음성의 해석이 매우 어렵다는 문제점과 음성 소스에 대한 분석이 어려워져 텔레비전이나 라디오 같은 가전 기기에서 발생하는 소리와 실 사용자의 음성의 구분이 힘들다는 문제점을 가진다. 반면 영상정보, 특히 감정의 변화가 가장 명확하게 나타나는 얼굴영상을 감정정보로 사용할 경우 사용자에게 별도의 장비를 부착하는 번거로움이 없고 감정에 따른 얼굴요소(눈썹, 눈, 입)의 변화에 따른 감정의 변화를 손쉽게 획득할 수 있는 장점을 가진다[3].

본 논문에서 사용자의 감정을 인식하기 위한 매체로는 2차원 얼굴영상을 이용한다. 감정인식을 위하여 배경영상에서

사용자 영상만을 획득한 다음 사용자 영상에서 얼굴영역을 검출, 검출된 영상에서 얼굴 영역의 구성요소인 눈썹, 눈, 입의 위치 및 특징을 통하여 사용자의 감정을 인식한다. 본 연구에서는 배경영상과 새롭게 입력된 영상의 차이를 통해 사용자의 영상만을 획득하고, 획득된 영상에서 피부톤 축적 알고리즘을 사용하여 얼굴영역만을 검출한다. 다음으로 눈썹, 눈, 입의 위치에 따라 얼굴영역을 확대, 축소, 회전 작업을 거친 후 눈썹, 눈, 입의 형태에 따라 특징점을 추출한다. 마지막으로 영상신호에서 추출한 특징점을 인공신경망을 사용하여 학습하고, 신경망에서 출력되는 감정의 빈도수에 따라 LCD로 사용자의 감정을 표현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 사용자 영상 획득 방법과 획득된 영상에서 얼굴 영역을 검출하기 위한 피부톤 축적 알고리즘을 소개한다. 제 3장에서는 지능알고리즘 중 가장 많이 사용되고 있는 인공신경망(ANN)을 변형하여 얼굴영상에서 획득한 특징점을 동시에 학습할 수 있는 다중 특징점 학습 모델에 관하여 간단히 기술한다. 제 4장에서는 본 논문에서 제안한 지능형 감정인식 로봇 및 선행 연구되었던 감성표현 아바타를 하드웨어에서 구현한 감성표현시스템에 대하여 기술하고 전체적인 지능시스템의 구성에 대하여 논한다. 마지막으로 결론에서는 제안한 방법들의 전반적인 구성과 향후 과제에 대하여 언급한다.

II. 얼굴 표정을 이용한 감정인식

1. 얼굴 표정을 이용한 감정인식 개요

최근 급성장한 로봇 분야에서 다른 생체인식 기술과 달리 감정인식 대상이 되는 사용자에게 특별한 장치를 동원하지 않고, 어떤 행위나 동작을 강제적으로 요구하지 않으면서 자연스럽게 데이터를 획득할 수 있는 음성 및 영상을 이용하여 사용자-로봇간의 인터페이스가 활발히 연구 중이다. 로봇이

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 1. 25., 채택확정 : 2007. 2. 17.

이동훈, 심귀보 : 중앙대학교 전자전기공학부

(sky52929@wm.cau.ac.kr/kbsim@cau.ac.kr)

※ 본 연구는 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구 조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRF-2005-042-D00268). 연구비 지원에 감사 드립니다.

사용자의 감정을 인식하는 것은 사용자가 다른 사용자의 감정을 인식 할 때 시각 및 청각에 의존하여 대다수의 정보를 획득한다는 사실에서 그 실마리를 찾을 수 있다. 특히 시각 정보는 감정을 인식할 때 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 사용자가 다른 사용자의 감정을 인식하는데 얼굴 표정에 대한 시각정보를 가장 많이 이용한다는 데에는 이견이 없을 것이다. 로봇에서도 이 얼굴 표정의 시각 정보, 다시 말해 카메라를 통해 획득되는 얼굴영상 정보를 이용하면 감정인식을 하는데 좋은 성능을 기대할 수 있다. 얼굴 표정은 다양한 감정이 표현되며 가장 민감하게 반응하는 부분이기도 하다. 이 표정은 얼굴의 여러 가지 특징(눈썹, 눈, 코, 입)의 움직임을 이용하여 감정을 표현하고 인식 한다. 얼굴영상을 이용하여 감정을 인식하는 방법은 영상획득과 획득된 영상에서의 특징점 추출, 추출된 특징점을 통한 감정인식으로 구분할 수 있다. 영상 획득은 2차원 또는 3차원으로 획득할 수 있는데, 본 연구에서는 로봇에서 구현이 간편한 2차원 영상정보를 이용한다.

2. 얼굴영상의 획득

본 논문에서는 로봇에서 움직이는 사용자의 얼굴 표정으로 부터 감정을 인식해야 하기 때문에 로봇이 수행해야 할 가장 첫 번째 임무는 움직이는 사용자의 위치를 찾아 영상정보를 획득하는 것이다. 이동로봇은 배경 영상으로부터 움직이는 사용자의 영역을 검출해야 하는데 이 부분은 촬영시점의 배경을 측정해 입력되는 영상과의 영상차이에 따라 검출된 배경 영상을 획득한 후 촬영시점의 배경영상에서 검출된 배경영상을 빼줌으로 새롭게 입력된 사용자의 영상만을 획득할 수 있다.

이때 주의하여야 할 점은 입력되는 영상은 영상의 획득 시점의 외부 빛에 의해 입력영상이 달라질 수 있다는 점이다. 이 문제는 얼굴을 촬영할 때 초 이내로 재 촬영을 하여 연속적인 영상을 입력 받아 배경영상과 새로 획득한 영상의 촬영시점을 거의 동일하게 함으로써 해결할 수 있다. 인식할 대상의 영상이 획득되면 획득한 영상에서 얼굴의 표정으로 감정 인식을 수행해야 하기 때문에 배경이 아무리 복잡해도 얼굴 영역을 정확히 찾아야만 한다. 이 문제를 해결하기 위해 여러 알고리즘이 연구되어 왔는데, 본 논문에서는 다음 장에서 소개할 피부톤 추적 알고리즘을 사용하여 얼굴 영역을 검출한다. 2차원 영상에서 가장 문제가 되는 부분이 입력 영상의 밝기와 크기 및 회전에 대해 민감하다는 것이다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 RGB색채 모델을 HSI색채 모델로 변환한다. RGB색채 모델을 HSI색채 모델로 변환하는 식은 다음과 같다.

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B \geq G, \end{cases} \quad (1)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R,G,B)] \quad (2)$$

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (3)$$

여기서, θ 는 다음 식과 같다.

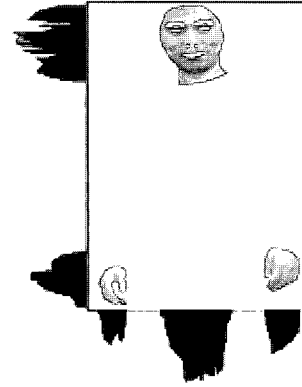


그림 1. 획득된 영상으로부터 피부영역의 검출.
Fig. 1. Detection of skin domain from obtained image.

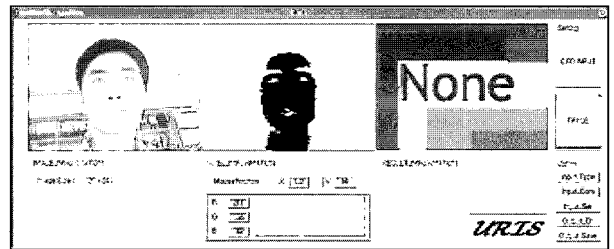


그림 2. 피부영역 검출 시뮬레이터.
Fig. 2. Simulator for detecting skin domain.

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)^{1/2}}} \right\} \quad (4)$$

RGB 색채 모델로 변환 후에는 명도에 해당하는 I 부분을 사용하지 않으므로써 2차원 영상에서의 밝기로 인한 문제점을 어느 정도 해결할 수 있다. 피부색을 이용하여 얼굴영역을 검출할 때에는 손과 옷 등에 포함되어 있는 피부색이 문제가 된다. 이 부분은 수직 · 수평 축의 피부색 분포를 통하여 피부색 후보 영역 중 가장 큰 살색영역 즉 얼굴 영역을 제외하고 나머지 부분은 제거한다. 다음의 그림 1과 2는 피부톤 영역을 검출하는 방법과 검출 시뮬레이터를 나타낸다.

다음으로 이동로봇에서 움직이는 사용자의 영상을 획득할 때, 촬영시점에서의 로봇과 사용자와의 거리에 따라 얼굴 영상의 크기가 변형되어 입력된 영상을 전처리 없이 사용하기가 힘들다. 이 부분은 얼굴영역이 검출된 후 입력영상크기의 확대 및 축소 기법을 사용하여 해결할 수 있다. 영상의 확대를 위한 좌표 변환 식은 5와 같다. 여기서 x, y 는 원 영상의 좌표이고, x', y' 는 확대영상의 좌표, T_x, T_y 는 확대 인수이다.

$$(x', y') = ((x \times T_x), (y \times T_y)) \quad (5)$$

영상의 확대로 인한 품질이 나빠지는 현상을 줄이기 위하여 주위 화소의 평균값을 이용하는 보간법 중 쌍 일차 보간법(bilinear interpolation)을 사용하여 영상의 품질을 개선한다. 영상의 축소는 보간법을 사용할 필요가 없기 때문에 6의 영

상축소를 위한 좌표 변환식으로 해결이 가능하다.

$$(x', y') = ((x \div T_x), (y \div T_y)) \tag{6}$$

영상의 회전변환은 (7)과 같이 sine 함수와 cosine 함수를 이용하여 좌표를 변환한다.

$$\begin{aligned} x_2 &= \cos(\theta) \times (x_1 - x_0) - \sin(\theta) \times (y_1 - y_0) + x_0 \\ y_2 &= \sin(\theta) \times (x_1 - x_0) + \cos(\theta) \times (y_1 - y_0) + y_0 \end{aligned} \tag{7}$$

여기서 x_0, y_0 는 회전중심점, x_1, y_1 는 원영상의 좌표, x_2, y_2 는 변환좌표이다. 영상의 회전 각도는 눈과 눈 사이의 가장 가까운 영역을 $y = ax + b$ 의 공식으로 직선을 긋고 수평 선과의 각도에 따라 회전 각도를 구한다.

영상의 회전변환 시 영상의 확대와 마찬가지로 빈 홀이 생겨 영상의 품질이 나빠질 수 있다. 이 부분은 영상의 확대에서 사용했던 쌍 일차 보간법을 사용하여 품질을 개선할 수 있다. 이와 같은 방식으로 피부색을 이용하여 검출된 얼굴 영상을 크기 확대 및 축소, 회전을 거쳐 항상 고정된 크기인 256*256 의 영상 이미지를 획득 한다.

3. 피부톤 축적 알고리즘

본 절에서는 얼굴 영상 검출 및 특징점 추출 방식으로 사용이 용이한 피부톤 축적 알고리즘을 제안한다. 피부 톤 축적 알고리즘은 명칭 그대로 피부색 영역만을 검출 한 후 2차원 평면상에 피부색 픽셀 만을 축적하는 방법이다.

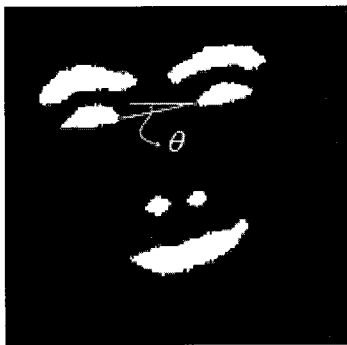


그림 3. 영상의 회전각도.
Fig. 3. Rotation angle of image.

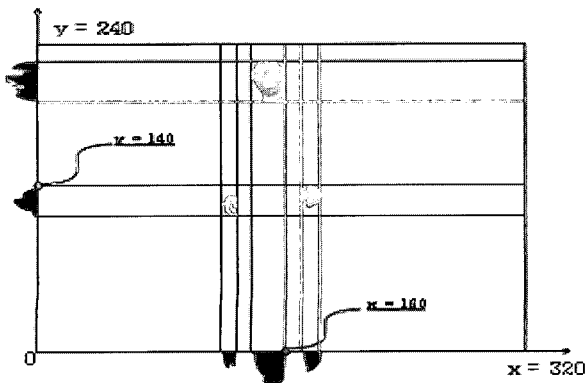


그림 4. 피부톤 축적 알고리즘.
Fig. 4. Skin tone accumulation algorithm.

그림 4는 피부톤 축적 알고리즘을 보여준다. 입력 영상에서 RGB 색채모델을 기반으로 임의의 피부톤 영역을 선택하면, 선택된 영역을 제외한 부분은 모두 흰색으로 변환한다. 다음으로 2차원 좌표평면상의 x 축 n 행에 해당하는 y 열의 피부색 픽셀을 축적하고, y 축 n 열에 해당하는 x 행의 피부색 픽셀을 축적한다.

$$\begin{aligned} x_{160} &= y_1 + y_2 + y_3 + y_4 \dots + y_{240}, \forall y = \text{skin tone.} \\ y_{140} &= x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \dots + x_{320}, \forall x = \text{skin tone.} \end{aligned} \tag{8}$$

$x = 160, y = 140$ 의 위치에서 피부톤 축적 알고리즘이 획득하는 값은 (8)에 의해서 구할 수 있다. 여기서, x 는 x 축 좌표에 해당하는 피부영역이고 y 는 2차원 평면상에 존재하는 모든 피부색 영역을 나타낸다. (8)에 의해서 2차원 영상에서 획득한 피부영역은 후보 집합으로 볼 수 있는데 이 중 가장 큰 영역이 얼굴영역에 해당한다. 피부톤 축적 알고리즘을 이용하여 얼굴 영역을 검출한 후 얼굴영역에서 특징점을 추출하기 위하여 라벨링 작업을 수행한다. 라벨링이란 인접하는 연결되어 있는 모든 화소에 동일한 번호를 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 번호를 붙이는 작업을 말하며 그림 5 와 그림 6에 이치화된 영상과 이 영상을 라벨링 작업을 수행한 모습을 나타내었다.

피부톤 축적 알고리즘을 사용하여 얼굴 영상을 획득하고, 획득된 영상에서 피부톤은 검정색으로, 나머지 부분은 흰색

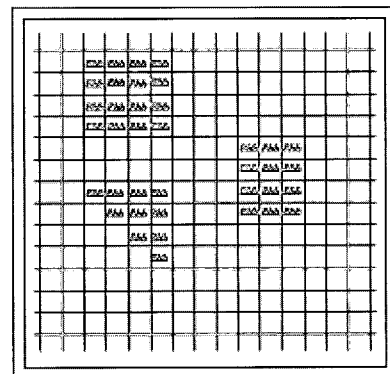


그림 5. 영상의 이치화.
Fig. 5. Binary of image.

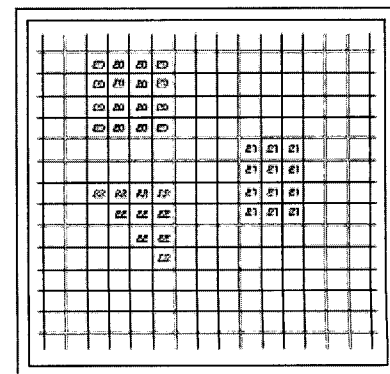


그림 6. 영상의 라벨링.
Fig. 6. Labelling of image.



그림 7. 특징점 선택.
Fig. 7. Feature selection.

으로 이치화 시킨 후 라벨링 작업을 거치면 눈썹, 눈, 코, 입 부분만을 획득할 수 있다. 이때 가장 작은 영역인 코 부분을 제외하고, 눈썹은 눈위에, 눈은 입 위에 있다는 특성을 살려 라벨링된 영역에서 최상단에 위치하는 부분을 눈썹으로 간주하고, 눈썹 밑의 부분을 눈, 눈 밑의 부분을 입으로 결정할 수 있다.

각각의 라벨링된 얼굴 요소(눈썹, 눈, 입)의 영역 중 상, 하, 좌, 우의 가장 끝 부분을 검출한 후, 각 점들의 교차지점과의 거리에 따른 특징점을 추출하여 신경망의 입력으로 사용한다.

III. 다중특징점 학습모델

본 논문에서는 감정인식의 효율을 높이기 위하여 여러 특징점을 학습하고 인식할 수 있는 Parallel Connected Neural Network(PCNN) 신경망 구조를 사용한다. 그림 8은 PCNN의 구조를 보여준다.

PCNN은 크게 두 번의 학습과정을 거친다. 첫 번째로 각각의 사각박스 안의 Neural Network_01 ~ Neural Network_03까지의 다층신경망 구조를 학습한다. 다음으로 최종 노드와의 가중치를 조정하기 위하여 전체적인 학습이 이루어진다. PCNN의 구조를 사용하면 새로운 특징점 추출 알고리즘을 병렬적으로 무한히 확장할 수 있다. 학습알고리즘은 오류 역전파알고리즘을 사용하였다.

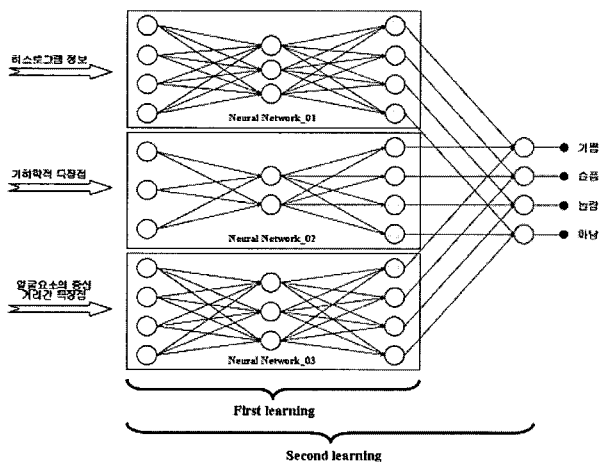


그림 8. 병렬로 연결된 신경회로망.
Fig. 8. Parallel Connected Neural Network(PCNN).

IV. 감정인식 로봇 및 감정표현 시스템

1. 감정인식 로봇

본 논문에서 영상 획득 및 신경망 알고리즘은 desktop computer에서 구현 되었고 LCD를 통한 감정표현은 제작한 이동로봇에서 구현하였지만, 향후 최종 목표는 4.1절에 소개하는 이동로봇에서 전체 시스템을 구동하는 것을 목표로 한다. 실험을 위하여 제작된 이동로봇은 전방향의 물체를 감지할 수 있도록 6개의 적외선 센서를 부착한 적외선 센서부와 장애물과 이동로봇의 거리에 따라 속도 가·감속을 처리하는 모터 구동부, 탈·부착용 카메라로부터 입력된 영상 신호를 처리하는 마이크 제어부, 데이터를 송수신하는 통신부, 배터리로부터 각 보드마다 필요로 하는 전원을 공급하는 정전압 공급부, 감정표현 아바타로 현재 사용자의 감정을 보여주는 LCD 구동부 등으로 구성되어 있다.

2. 감정표현 시스템 이론

애매모호한 인간의 감정은 어느 한 감정만 나타나는 것이 아니고 다양한 감정이 복합적으로 나타난다. 따라서 하나의 감정이 다른 감정으로 어떻게 천이 되는지가 중요한 것이 아니라, 여러 복잡한 감정이 어떻게 표현되는지가 중요하다. 때문에 본 논문에서는 본 연구실에서 선행 연구되었던 dynamic emotion space 기반 감정표현 알고리즘을 사용하여 얼굴영상으로부터 획득한 사용자의 감정 표현하고자 한다. 이 알고리즘은 각 감정별 입력 빈도수에 따라 얼굴의 표정 및 색깔이 변화하는 dynamic emotion space 기반 감정표현 알고리즘이다.

Dynamic emotion space를 이용하여 감정을 표현하기 위해서는 4가지 감정에 대한 가중치를 모두 적용하여 그림 11과 같은 4각형 모양을 형성한다. 각각의 감정을 나타내는 두 직선 사이를 이등분하는 직선을 그림 11과 같이 구분하고, 각 감정에 속하는 영역의 크기로서 감정을 분류하게 된다. 큰 영역을 갖는 두 개의 영역이 존재한다는 것은 두 감정이 두드러지게 나타나는데 어떠한 감정인지를 강제로 분류하기 보다는 두 감정이 모두 어느 정도 나타나고 있음을 보여줌으로써 기계의 감정 표현도 인간과 비슷하게 될 수 있는 특징을 갖게 된다. 이렇게 하여 자연스러운 표정 변화 시스템을 구현할 수 있다.

이렇게 감정에 속하는 영역의 크기를 이용하여 아바타의 표정을 표현하기 위해 얼굴의 각 특징 요소에 대한 파라미터를 설정하여 감정 영역의 크기를 가중치로 하여 조절함으로써

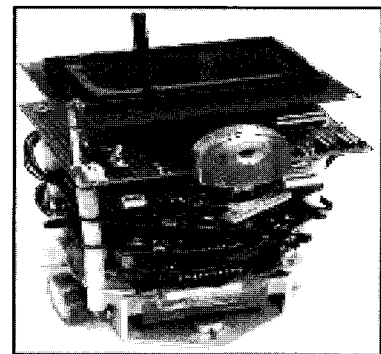


그림 9. 지능형 이동로봇의 모양.
Fig. 9. Intelligent mobile robot.

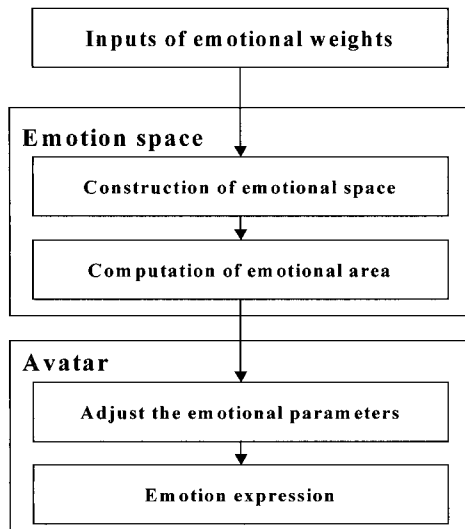


그림 10. 감정표현 알고리즘.
Fig. 10. Emotion expression algorithm.

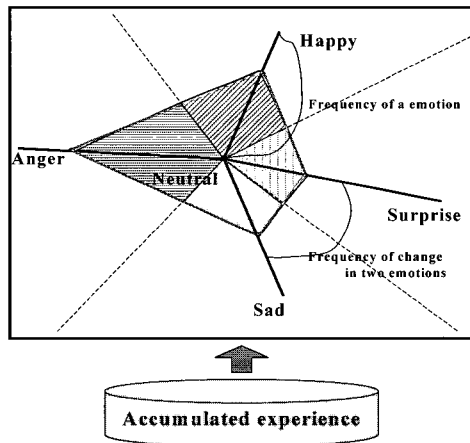


그림 11. 동적 감정 공간 모델.
Fig. 11. Dynamic emotion space model.

써 자연스러운 표정변화 시스템을 구현한다. 그림 10은 감정표현 알고리즘을 보여준다. 먼저 입력으로 각 감정의 가중치를 입력받고, 이것을 이용하여 emotion space를 구성한 후 각 감정이 속하는 감정을 표현하기 위한 파라미터로서, 표 1과 같이 총 9개의 파라미터를 정의하였다.

이렇게 9개의 파라미터에 대해 각 감정이 나타내는 최대치에 영역의 크기 비율을 곱하여 감정을 표현하도록 하였다. 각 감정이 속하는 영역의 크기를 다음처럼 가정하면,

표 1. 아바타의 표정 변화를 위한 파라미터.
Table 1. The parameters for emotion expression of a avatar.

얼굴특징요소	파라미터	비고
눈썹	$p0, p1, p2$	수평 3점
눈	$p0, p1, h$	수평 2점, 수직
입	w, h, arc	수평 넓이, 수직 높이, 휘 방향 및 정도

$$ar_{Happy}, ar_{Anger}, ar_{Sad}, ar_{Surprise}$$

$$ar_{Total} = ar_{Happy} + ar_{Anger} + ar_{Sad} + ar_{Surprise} \quad (9)$$

이때, 각 감정이 속하는 영역의 비율은

$$w_{Happy} = \frac{ar_{Happy}}{ar_{Total}}, w_{Anger} = \frac{ar_{Anger}}{ar_{Total}} \quad (10)$$

$$w_{Sad} = \frac{ar_{Sad}}{ar_{Total}}, w_{Surprise} = \frac{ar_{Surprise}}{ar_{Total}}$$

따라서 감정 표현 파라미터는

$$P_i = A_i \times w_{Happy} + B_i \times w_{Anger} + C_i \times w_{Sad} + D_i \times w_{Surprise} \quad (11)$$

여기에서 A_i 는 행복, B_i 는 화남, C_i 는 슬픔, D_i 는 놀람만 나타날 때의 초기 설정 값이고 실험적으로 결정된다. P_i 는 표 1에 나타난 각각의 파라미터, i 는 각각의 파라미터 번호를 나타내므로, $i=1,2,\dots,9$ 가 되어 감정 표현 파라미터를 조절함으로써 아바타의 표정이 변화하게 된다. 그림 12는 감정표현 시스템의 전체 흐름도를 보여준다.

이 알고리즘을 사용하면 사용자의 감정을 LCD로 표현할 수도 있으며, 감정 공간 내의 파라미터를 입력으로 다른 방법의 접근도 가능할 것으로 보인다.

3. 감정표현시스템 구현

4.2절에서 설명한 감정표현 아바타를 하드웨어로 설계한 시스템에 구현하기 위하여 128*64 그래픽 LCD에 제어기 KS0108B모듈을 사용하여 입력된 빈도수에 따라 감정을 출력하는 시스템을 구현한다.

작은 크기의 프로그램 메모리와 낮은 처리속도를 가지는 마이크로 컨트롤러에서 직선하나를 그리는 데 수많은 연산이 필요한 부동 소수점 연산을 사용하는 것은 처리 시간, 한정된 프로그램 메모리의 관점에서 굉장한 손실이므로 단순

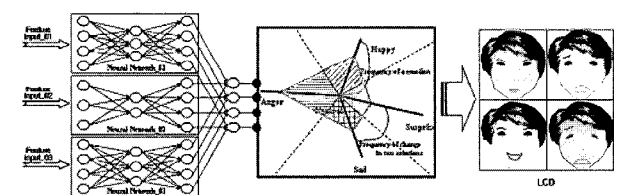


그림 12. 감정표현 시스템.
Fig. 12. Diagram of emotion expression system.

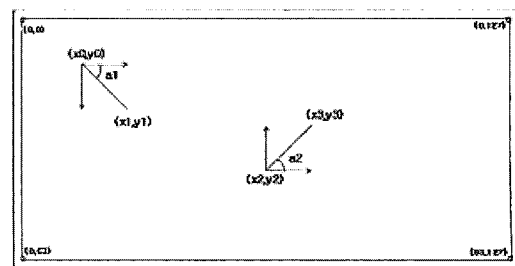


그림 13. 좌표계와 직선.
Fig. 13. The coordinates and straight line.

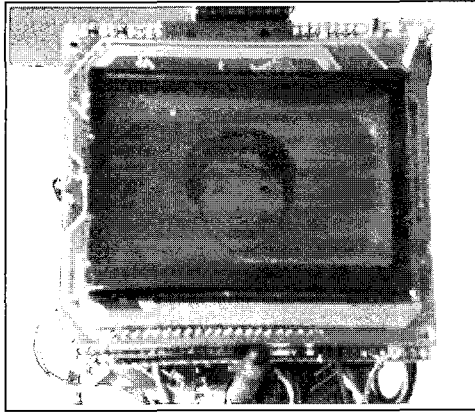


그림 14. LCD에 표현된 사용자의 감정.
Fig. 14. Emotion of user expressed on LCD.

한 연산만을 이용하여 직선을 그려야 한다. 그래픽 LCD는 좌측 상단 원점을 사용하며 그림 13에 나타낸 것과 같이 기울기(a)가 양수인 것(a1)과 음수인 것(a2)으로 나눌 수 있으며, 수평 및 수직선이 있을 수 있다. 2차원 좌표평면에 직선을 그리는 공식은 $y = ax + b$ 로 표현할 수 있다. 최종적으로 구현되는 화면은 그림 14와 같다.

V. 결론

본 논문에서는 사용자의 감정을 로봇이 인식하고 표현하는 방법을 제안 하였다. 첫 번째로 얼굴표정을 이용한 감정 인식 방법은 카메라로 획득된 영상정보에서 움직임 추적 알고리즘을 사용하여 사용자 영역만을 검출하고, 피부톤 추적 알고리즘을 사용하여 얼굴영역만을 검출된 얼굴영역에서 눈썹, 눈, 입의 위치를 기반으로 얼굴영역의 확대 및 축소, 회전을 통하여 로봇에서는 항상 같은 크기의 영상만을 입력 받을 수 있는 알고리즘을 구현하였다. 두 번째로 PCNN구조의 인공신경망에 오류 역전파 알고리즘을 구현하여 영상 정보에서 추출된 특징점을 입력 받아 사용자의 감정을 기쁨, 슬픔, 놀람, 화남으로 분류하여 결과를 출력하는 알고리즘을 구

현하였고, 세 번째로 LCD로 PCNN에서 출력한 감정의 빈도수에 따라 감정을 동적으로 변화시키는 감정 아바타를 하드웨어로 구현하였다.

본 논문의 영상처리 알고리즘은 desktop computer에서 구현하였지만 최종적으로 소형 이동로봇에서 사용자의 감정을 인식하는 것을 목표에 두고 있으므로 설계한 이동로봇에 desktop computer에서 구현한 알고리즘을 적용하는 것이 본 연구의 향후 과제이다.

참고문헌

- [1] C. H. Park and K. B. Sim, "The novel feature selection method based on emotion recognition system," *Lecture Notes in Computer Science(LNCS) published in Springer Berlin/Heidelberg*, vol. 4115, pp. 731-740, Aug. 2006.
- [2] M. Kugler and H. S. Lopes, "Using a chain of LVQ neural networks for pattern recognition of EEG signals related to intermittent photic-stimulation," *IEEE*, vol. 2, no. 3, pp. 173-177, 2002.
- [3] K. S. Byun and K. B. Sim, "Hybrid feature extraction for the facial emotion recognition," *proc. of ICCAS 2004(The International Conference on Control, Automation, and Systems)*, pp. 1281-1285, Aug. 2004.
- [4] H. J. Go, K. C. Kwak, D. J. Lee, and M.-G. Chun, "Emotion recognition from the facial image and speech signal," *SICE Annual Conference in Fukui*, August 4-6, 2003.
- [5] L. C. Silva and S. C. Hui, "Real-time facial feature extraction and emotion recognition," *ICICS-PCM*, pp. 15-18, December 2003.
- [6] M. S. Jiajun, B. C. Chen, and N. Li, "Audio-visual based emotion recognition-A new approach," *Proceedings of the 2004 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 04)*.
- [7] R. C. Gonzalez, *Digital Image Processing 2/E*, Prentice Hall, 2003.
- [8] J. S. R. Jang, *Neuro-Fuzzy and Soft Computing*, Prentice Hall, 1996.
- [9] 오창석, *뉴로컴퓨터개론*, 내하출판사, 2000.



이 동 훈

2005년 순천대학교 전기제어과(공학사). 2007년 중앙대학교 대학원 전자전기공학부(공학석사). 관심분야는 감정인식, 감정표현, 로보틱스, 지능로봇, 소프트 컴퓨팅(신경망, 퍼지, 진화 연산) 지능형 홈 및 홈 네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅,

지능알고리즘 등.



심 귀 보

1956년 9월 20일생. 1984년 중앙대학교 전자공학과(공학사). 1986년 중앙대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 1990년 동경대학교 대학원 전자공학과(공학박사). 1991년~현재 중앙대학교 전자전기공학부 교수. 2002년~현재 중앙대학교 산학연전소사업센터 센터장 및 기술이전센터 소장. 2006년~현재 한국퍼지 및 지능시스템학회 회장. 2005년 제어 · 자동화 · 시스템공학회 Fellow 회원. 관심분야는 인공생명, 지능로봇, 지능시스템, 다개체시스템, 학습 및 적응알고리즘, 소프트 컴퓨팅(신경망, 퍼지, 진화연산), 인공면역시스템, 침입탐지시스템, 진화하드웨어, 인공두뇌, 지능형 홈 및 홈네트워킹, 유비쿼터스 컴퓨팅 등.

산학연전소사업센터 센터장 및 기술이전센터 소장. 2006년~현재 한국퍼지 및 지능시스템학회 회장. 2005년 제어 · 자동화 · 시스템공학회 Fellow 회원. 관심분야는 인공생명, 지능로봇, 지능시스템, 다개체시스템, 학습 및 적응알고리즘, 소프트 컴퓨팅(신경망, 퍼지, 진화연산), 인공면역시스템, 침입탐지시스템, 진화하드웨어, 인공두뇌, 지능형 홈 및 홈네트워킹, 유비쿼터스 컴퓨팅 등.