

동적 감성 공간에 기반한 감성 표현 시스템

Emotional Expression System Based on Dynamic Emotion Space

심귀보 · 변광섭 · 박창현

Kwee-Bo Sim, Kwang-Sub Byun, and Chang-Hyun Park

중앙대학교 전자전기공학부

요 약

인간의 감정을 정의하거나 분류하는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 애매모호한 인간의 감정은 어느 한 감정만 나타나는 것이 아니고 다양한 감정의 복합으로, 눈에 띄는 감정이 드러나는 것이다. 인간의 애매모호한 감정 상태와 유사한 감성을 표현하는 알고리즘으로 dynamic emotion space를 이용한 감성 표현 알고리즘을 제안한다. 기존의 감성 표현 아바타들이 미리 설정된 몇 개의 감정만을 데이터 베이스에서 불러와 표현하는 반면에, 본 논문에서 제안하는 감성 표현 시스템은 동적으로 변화하는 감성 공간을 이용하여 감성을 표현함으로써 무수히 다양한 표정을 표현할 수 있다. 실제로 인간의 복합적이고 다양한 표정을 표현할 수 있는지를 알아보기 위해 실제 구현 및 실험을 수행하고, dynamic emotion space를 이용한 감성 표현 시스템의 성능을 입증한다.

Abstract

It is difficult to define and classify human emotion. These vague human emotion appear not in single emotion, but in combination of various emotion. And among them, a remarkable emotion is expressed. This paper proposes a emotional expression algorithm using dynamic emotion space, which give facial expression in similar with vague human emotion. While existing avatar express several predefined emotions from database, our emotion expression system can give unlimited various facial expression by expressing emotion based on dynamically changed emotion space. In order to see whether our system practically give complex and various human expression, we perform real implementation and experiment and verify the efficacy of emotional expression system based on dynamic emotion space.

Key words : Dynamic emotion space, 감성 표현 알고리즘, 아바타의 표정 변화

1. 서 론

인간의 감정은 매우 다양하기 때문에 감정을 정의하는 것은 어렵다. Keith Oatley와 Jennifer M. Jenkins 는 감정을 다음과 같이 정의하고 있다[1].

- 감정은 중요한 관심사에 관련된 사건을 사람이 의식적이거나 무의식적으로 평가하는 것에 의해 야기된다. 관심사가 증가되면 감정은 긍정적으로 느껴지고, 관심사가 저해되면 부정적으로 느껴진다.
- 감정의 핵심은 계획이나 행동의 준비이다. 감정은 절박감을 주는 몇 개의 행동에 대해 우선권을 부여한다. 그래서 다른 감정 프로세스나 행동과 경쟁하거나 끼어들 수 있다. 여러 가지 다른 형태의 준비는 다른 사람과의 여러 가지 관계를 만들어낸다.
- 감정은 보통 마음 상태의 구별된 형태로 경험된다. 때때로 몸의 변화, 표현, 행동이 뒤따르거나 수반된다.

또한 인간의 감정을 분류하는 것은 어렵다. 그 이유는 인

간조차도 인간의 감성을 제대로 구분해내지 못하기 때문이다. Fehr와 Russell의 실험에 의하면 피실험자들이 서로 다른 감정을 383개로 표현하였다. 이러한 상황에서 4가지나 6가지로 감정을 분류하는 강인한 방법을 찾는 것이 어려울 뿐만 아니라, 분류 기준을 정하는 것도 어렵다[1]. 이러한 애매모호한 인간의 감정은 어느 한 감정만 나타나는 것이 아니고 다양한 감정의 복합으로서 눈에 띄는 감정이 드러나는 것이다. 그러므로 단순히 감정이 다른 감정으로 어떻게 천이 되는지 중요한 것이 아니라, 여러 가지 복잡한 감정이 어떻게 표현되어지는가 하는 것이 중요하다.

비언어적인 의사소통의 한 종류로서, 얼굴표정과 몸짓은 내면이나 감정 상태를 보여준다. 만약 사이버 공간 상에서 다양한 얼굴 표정 시뮬레이션을 한다면 더욱 자연스럽고 더욱 친근한 컴퓨터와 인간사이의 상호작용을 할 수 있을 것이다. 그러나 이것은 실제로는 매우 어려운 것이다. 인간의 눈이 본 영상을 인간이 처리하는 능력을 매우 복잡하기 때문에 그것을 실제로 구현하는 것이 어렵다. 하지만 70년대 말부터 Parke를 시초로 점점 이 어려운 분야를 연구하는 데 대한 관심이 증가하고 있다[2].

본 논문에서는 동적으로 변화하는 2차원 emotion space 모델을 적용하여 인간의 감정 표현 시스템과 유사한 감성 표현 알고리즘을 제안한다. Dynamic emotion space를 이용한 감성 표현 시스템은 정형화된 표정을 기억하고 있지 않다. 입력되는 감정의 가중치들의 조합과 학습에 의해 축적된 감정 표현 빈도수를 이용하여 emotion space의 좌표축을 변화

접수일자 : 2004년 9월 30일

완료일자 : 2004년 11월 29일

감사의 글 : 본 연구는 과학기술부의 뇌신경정보학연구사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

시키고 감정 영역에 속하는 비율로서 아바타의 얼굴 특징 파라미터들을 변화시켜 자연스러운 표정을 표현한다.

본 논문의 2장에서는 감성 표현을 위한 기존의 알고리즘을 살펴보고, 본 논문에서 제안하는 dynamic emotion space 기반 감성 표현시스템을 설명한다. 3장에서는 실제 구현 및 실험을 통해 dynamic emotion space를 적용한 아바타의 표정이 어떻게 표현되는지 살펴본다. 마지막으로 4장에서는 결론에 대해 논한다.

2. Dynamic Emotion Space를 이용한 감성 표현 알고리즘

2.1 감성 표현을 위한 기존의 알고리즘

얼굴 표정을 생성하는 데 있어서의 전통적인 방법인 warping기반 접근법이다. 그것은 2차원 영상이나 3차원 얼굴 모델을 그리는데 사용될 수 있다. 하지만 이 방법의 결점은, 그것이 얼굴의 피부 조직의 변화는 무시하고 단순히 얼굴형의 변화만 고려하였다는 것이다. 또 다른 접근법은 매우 많은 양의 얼굴 표정을 저장하고 그것들 사이의 변형을 통해 얼굴 표정을 표현하는 방식을 사용하는 것이다. 그것은 실사와 유사한 얼굴 표정을 만들어낼 수 있다. 새로운 얼굴에 대해 표정을 만들어 내는 것은 어렵고, 기존의 얼굴에 대해서도 많은 데이터를 보존해야 한다는 단점이 있다[3].

기존의 감성분류에서는 그림 1과 같은 emotion space에서 어떠한 감정으로 얼마만큼 해당하는지에 대한 가중치로 감정을 분류했고, 이것을 정확히 나타내기 위한 여러 가지 연구가 진행되어 오고 있다[3].

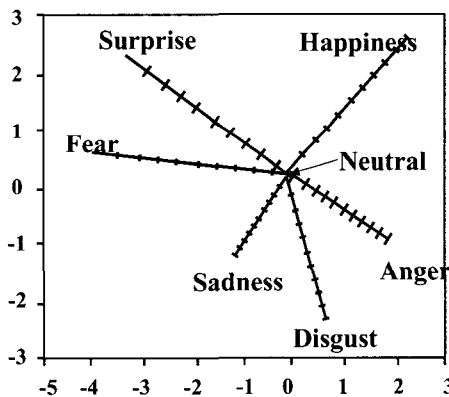


그림 1. 신경망에 의해 구성된 1차원 감성 공간

Fig. 1. One-dimensional emotion space that composed by neural network

하지만 애매모호한 인간의 감정은 어느 한 감정만 나타나는 것이 아니고 다양한 감정의 복합으로서 눈에 띄는 감정이 드러나는 것이다. 이러한 관점을 기반으로, 그림 2와 같은 몇 가지의 2차원 emotion space가 제안되어 있다[4].

위에서 언급한 방법들은 특정한 감정 상태에 따른 얼굴 표정을 만들어 낼 수 없다. 따라서 감성 분류에 따라 얼굴 표정을 만들어 내는 알고리즘이 주목을 받기 시작했다. 그래서 감성 인식을 주로 연구하는 많은 연구자들이 감성 인식에 초점을 맞추어 다양한 감성을 인식하도록 하기 위한 많은 노력을 기울이고 있다. 가장 일반적으로 6개의 감정을 분류하는

시스템을 시작으로 더 많은 감정을 인식하고 분류해내기 위한 시스템을 만들기 위한 노력하고 있다. 하지만 감성을 표현하는 시스템에서는 아바타가 얼굴에서 정확히 특정한 감정일 때는 특정한 감정만을 표현할 필요가 없다. 오히려 똑같은 감정이라도 대하는 사람이나 환경에 따라 그 표정은 달라질 수 있는 것이다.

그러므로 본 논문에서는 정형화된 얼굴 표정을 메모리에서 불러오는 시스템은 배제하고, 감정을 정확히 분류하지 않는 시스템을 고려하였다. 즉, 동적으로 변화하는 2차원 emotion space를 제안한다. 본 논문의 dynamic emotion space는 학습을 통해 emotion space 자체가 변화한다는 점에서 기존의 고정된 2차원 emotion space와 구별된다.



그림 2. 2차원 감성 씨클

Fig. 2. Two-dimensional emotion circle



그림 3. 2차원 Dynamic emotion space

Fig. 3. Two-dimensional dynamic emotion space

즉, 그림 3과 같은 4가지의 감정을 분류하고자 할 때 중심점에서 각 감정까지의 길이는 계속된 학습을 통해 해당 감정이 나타난 빈도수를 가지고 결정되고, 앞으로도 계속 변화될 수 있다. 또한 두 감정사이의 각도는 두 감정 사이의 감정 변화 빈도수를 체크하여 결정된다. 따라서 전체 emotion space의 형태는 축적된 경험을 통해서 그 모양이 형성된다.

2.1 Dynamic Emotion Space를 이용한 감성 표현 시스템

표정변화 시스템 알고리즘을 그림 4에 나타내었다. 먼저 입력으로 각 감정의 가중치를 입력 받고, 이것을 이용하여 emotion space를 구성하고 각 감정이 속하는 영역을 계산한 후 그 영역의 크기에 따라 아바타의 감성 표현 파라미터를 조절함으로써 아바타의 표정을 표현하게 된다.

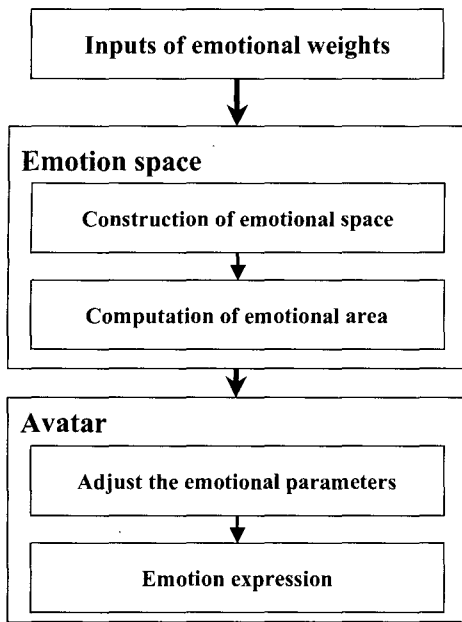


그림 4. 감성 표현 알고리즘
Fig. 4. Emotional expression algorithm

[Step 1] 감성 가중치의 입력

첫 번째 단계로, 감성의 가중치 입력값을 받아들인다. 본 알고리즘은 총 4개의 기본 감정을 사용하기 때문에 입력으로 넣어주어야 할 데이터가 일반적인 6개 이상의 감정 분류 시스템보다 간단하다. 또한 이때 정확히 분류된 감정 값을 넣어주는 것이 아니라, 초기에 분류하기 전에 알게 되는 어떤 감정이 어느 정도 속해 있는지를 나타내는 각 감정의 가중치를 입력으로 넣어주면 된다. 여기에서는 0에서 1사의 값을 각 감정 (행복, 슬픔, 화남, 놀람)에 대해 입력 값으로 넣게 한다.

[Step 2] 감성 공간의 구성

각 감정의 가중치가 입력되면, emotion space가 약간 변하게 된다. 그림 5와 같이 neutral 중심점으로부터 4개의 좌표축이 뻗어 있는 경우, 축적된 경험에 의해 그 길이와 그 사이 각이 결정된다. 예를 들어, 행복한 감정이 자주 입력되면 그 좌표축의 길이가 길어지고, 슬픈 감정이 자주 입력되면 sad 좌표축의 길이가 길어진다. 또한 입력이 두 감정을 번갈아 나타날수록 그 사이 각은 작아진다. 즉 emotion space를 구성할 때, 특정한 감정이 나타나는 빈도와 두 감정이 번갈아 나타나는 전이성을 검토하여 좌표축의 길이와 그 각을 결정한다. 하지만 이러한 과정은 계속된 실험 및 학습에 의해 이루어지기 때문에 한번의 입력으로는 그 좌표축의 변화가 미세하다. 이때 다음 단계를 위해 각 좌표축을 이등분하는 직선도 구한다.

[Step 3] 감정 영역의 크기 계산

이렇게 좌표축의 모양이 결정되면 입력된 4가지 감정의 가중치를 이용하여 해당하는 감정의 좌표축에 나타내고 그림 5와 같은 네 개의 사각형이 형성된다. 각각의 사각형은 감정을 나타내는 좌표축을 포함하여 두 개의 이등분선을 접하고 있기 때문에 두 개의 삼각형으로 이루어져 있다. 즉 좌표축을 중심으로 양쪽의 삼각형의 넓이를 합하면 각 감정을 나타

내는 영역의 크기를 구할 수 있다. 삼각형의 모양이나 각도가 다양하게 변할 수 있기 때문에 본 논문에서는 헤론의 공식을 이용하였다.

$$s = \frac{a + b + c}{2},$$

$$S = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad (1)$$

여기에서 a, b, c 는 삼각형 세 변의 길이, S 는 삼각형의 넓이를 각각 나타낸다.

[Step 4] 아바타의 표정 파라미터 조정

Emotion space에서 계산된 각 감정 영역의 넓이를 이용하여 아바타의 표정 변화를 위한 파라미터를 조정한다. 이에 관해서는 다음 절에서 자세히 설명한다.

[Step 5] 아바타의 감성 표현

아바타의 얼굴 특징 요소인 눈, 눈썹, 입, 턱 등의 파라미터를 조정하여 최종적인 얼굴 표정을 표현한다.

Dynamic emotion space에서는 그림 5와 같이 각 감정에 속하는 영역의 크기로서 감정을 분류하게 된다. 큰 영역을 갖는 두 개의 영역이 존재한다는 것은 두 감정이 두드러지게 나타나는데 어떠한 감정인지를 강제적으로 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.

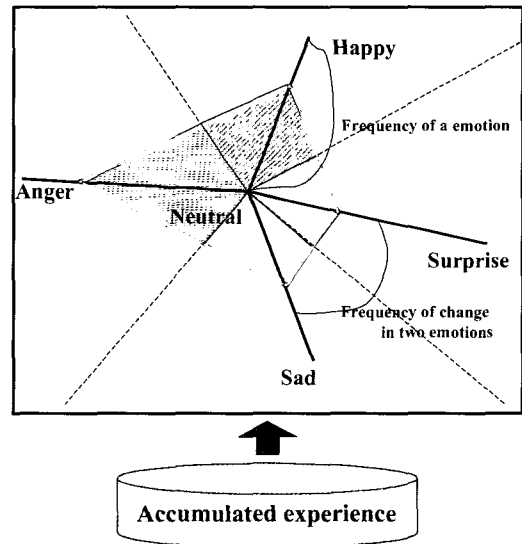


그림 5. 동적 감성 공간 모델
Fig. 5. Dynamic emotion space model

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

2.3 감성 표현을 위한 파라미터 설정

감정을 표현하기 위한 파라미터로, 표1과 같이 총 9개의 파라미터를 정의하였다.

표 1. 아바타의 표정 변화를 위한 파라미터
Table 1. Parameters for emotional expression of 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

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

$$area_{Happy}, area_{Anger}, area_{Sad}, area_{Surprise}, \quad (2)$$

$$area_{Total} = area_{Happy} + area_{Anger} + area_{Sad} + area_{Surprise}$$

이때, 각 감정이 속하는 영역의 비율은

$$weight_{Happy} = \frac{area_{Happy}}{area_{Total}},$$

$$weight_{Anger} = \frac{area_{Anger}}{area_{Total}},$$

$$weight_{Sad} = \frac{area_{Sad}}{area_{Total}},$$

$$weight_{Surprise} = \frac{area_{Surprise}}{area_{Total}} \quad (3)$$

따라서 감성 표현 파라미터는

$$P_i = \frac{A_i \times weight_{Happy} + B_i \times weight_{Anger} + C_i \times weight_{Sad} + D_i \times weight_{Surprise}}{A_i + B_i + C_i + D_i} \quad (4)$$

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 감성 표현 파라미터를 조절함으로써 아바타의 표정이 변화하게 된다

3. 실험 및 결과

3.1 아바타의 감성 표현 인터페이스

본 논문에서 구현한 dynamic emotion space를 이용한 표정 변화 시스템의 전체 인터페이스는 그림 6과 같다. 우선은 그림 6(a) 부분에서 감성 입력 값을 임의로 조절할 수 있게 하여, 다양한 감성에 대한 표정변화를 알아볼 수 있도록 하였다. 후에는 이 부분이 감성인식 시스템과 연결되어 분류된 감성을 아바타로 표현한다. 그림 6(b) 부분은 구성된 emotion space와 각 감정이 속하는 영역들과 그 크기 값을 보여 주고 있다. 그림6(c)부분에서는 조절된 감성 파라미터를 이용하여 표현된 아바타를 보여준다. 여기에서 머리카락 부분은 저장된 이미지를 불러와서 표현하므로 항상 고정되어 표

현된다. 또한 코 부분도 항상 고정되게 그려진다. 그 외의 턱선, 입, 눈, 눈썹 등은 2.3절에서 설명한 파라미터를 이용하여 변하게 된다. 또한 얼굴색도 감정 변화에 따라 바뀌도록 하여 아바타의 감성 표현이 더욱 확연히 드러나도록 인터페이스를 구현하였다.

초기 설정으로서, 그림 6(a)에서 하나의 감정은 최대값으로 설정하고 나머지 세 감정은 최소값으로 조절하는 방식에 의해 각각 4 개의 감정에 대한 아바타의 표정을 조사한 후, 식 (4)의 계수 값 A_i, B_i, C_i, D_i ($i=1, 2, \dots, 9$)을 결정하였다.

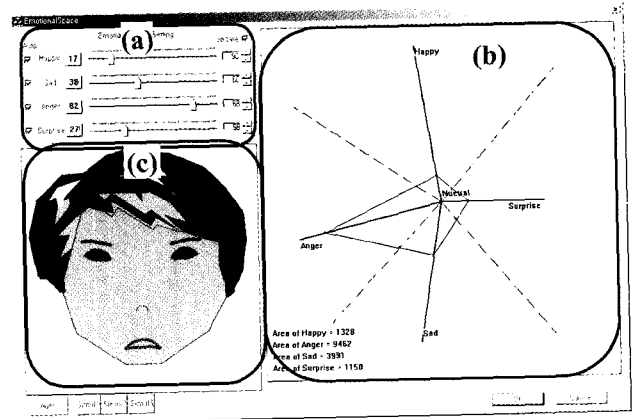


그림 6. 아바타의 감성 표현 시스템 인터페이스
(a) 임의의 감성 입력 값 조절 (b) 구성된 동적 감성 공간
(c) 감성 표현 아바타

Fig. 6. Interface of the emotional expression systems of an avatar (a) the part of operating manually emotion inputs (b) dynamic emotion space which is made using our algorithm (c) avatar for facial expression

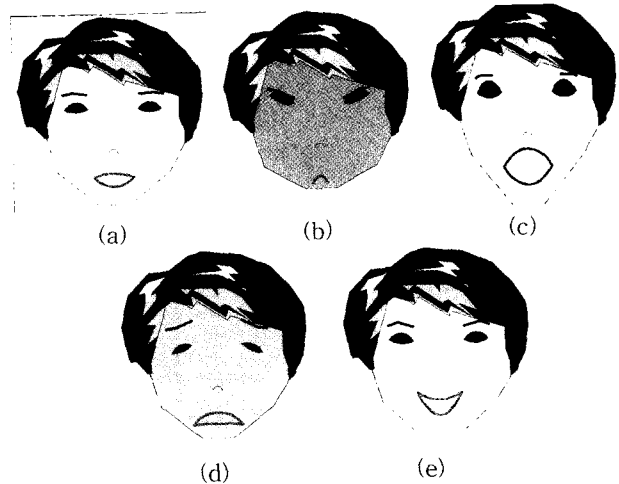


그림 7. 아바타의 간단한 표정 (a) 평상시 표정 (b) 화남 (c) 놀람 (d) 슬픔 (e) 기쁨

Fig. 7. Simple facial expression of avatar (a) neutral (b) anger (c) surprise (d) sadness (e) happiness

3.2 다양한 감성 표현 실험

먼저 하나의 감정이 두드러지게 나타나도록 감성 입력 값을 조절한 후 아바타의 표정을 살펴보았다. 그림 7은 이러한

실험 결과 표현된 아바타들이다. 모두 어떤 표정을 나타내고 있는지 한 눈에 알 수 있다.

또한 몇 개의 감정을 동시에 크게 하여 애매모호한 감정을 표현할 수 있는지 실험한 결과가 그림 8에 나타나 있다.

마지막으로 감성 스페이스의 좌표축이 초기 상태와 변화된 후에 대해서 같은 감성 입력값을 받았을 경우에 대한 실험 결과가 그림 9에 나타나 있다.

그림 9에서 알 수 있듯이 정확히 똑같은 감성 입력값을 갖더라도 계속된 실험에 의해 축적된 감성 표현의 빈도수나 천이의 빈도수에 따라 emotion space의 형태가 변화되고, 그에 따라 아바타의 표정 또한 각각 다르게 나타난다. 이것은 약간의 다른 감성 입력에 대해서도 다양한 얼굴 표정 표현이 가능하고, 표현한 실험 환경 (즉, 표현 또는 천이 빈도)에 따라서도 아바타의 얼굴이 다양하게 보여질 수 있다.

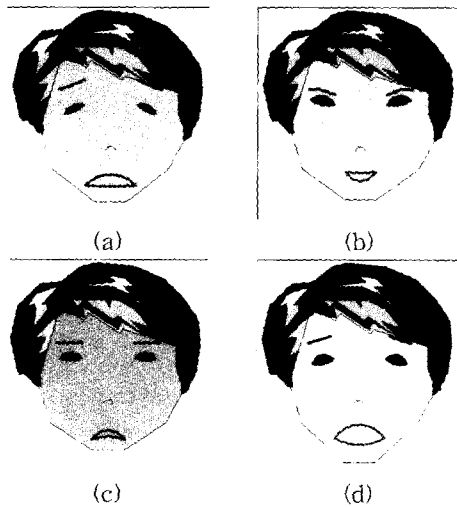
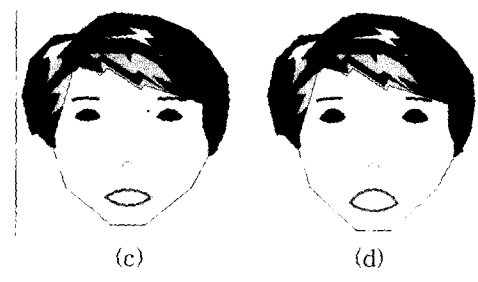
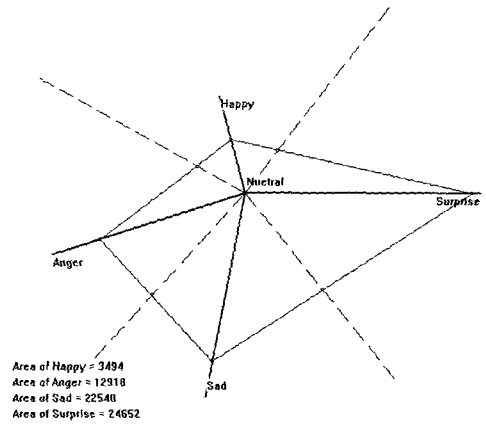
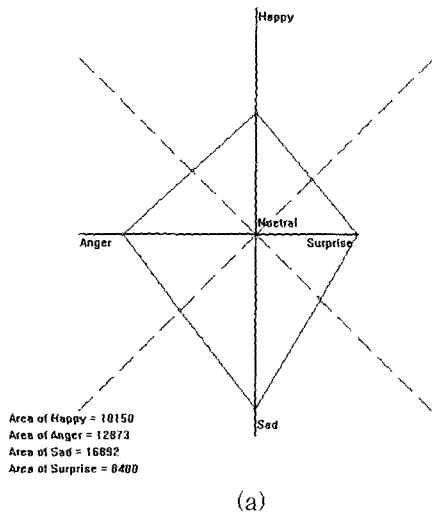


그림 8. 감정의 조합으로 나타난 다양한 표정
Fig. 8. Various facial expression which are expressed by the combination of emotions



(b)
(c) (d)
그림 9. emotion space가 변화된 후의 감성 표현 비교
(a)초기 좌표축 (b) 변화된 좌표축 (c) 초기의 감성 표현 (d) 변화된 (b)좌표축에서의 감성 표현
Fig. 9. Comparison of the emotional expression between the initial emotion space and changed space (a) initial space (b) changed space (c) intial emotional expression (d) emotional expression in changed space

4. 결 론

기존의 감성 표현 아바타들이 미리 설정된 몇 개의 감정만을 데이터 베이스에서 불러와 표현하는 반면에, 본 감성 표현 시스템은 각 감정의 입력 값이 기본 4개의 감정에 대해 100가지의 입력이 주어질 수 있기 때문에 거의 연속적인 표정 변화를 표현할 수 있다. 게다가 좌표축의 길이와 각이 변하기 때문에, 아바타의 얼굴 표정이 매우 다양하게 나타난다.

이처럼 동적으로 변화하는 emotion space를 이용하여 감성을 표현함으로써 무수히 많은 표정들을 표현할 수 있다. 또한 실험에서도 보았듯이 인간의 애매모호한 감성 상태와 유사한 감성을 표현함으로써 오히려 인간의 애매모호한 감성을 분석하는데도 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는 감성의 입력 값을 사용자가 임의로 조절하게 하여 감성 표현을 하는 시스템을 구성하였는데, 이 부분을 감성 인식 시스템과 연결하여 인간의 분류된 감정을 직접 아바타를 통해 표현하게 하는 것이 앞으로의 수행 과제이다. 또한 기존에 연구되어온 3차원 얼굴 합성 기술과 얼굴의 피부 조직의 변화까지 감안한 표정 변화 알고리즘등과의 연결을 통해 더욱 인간과 유사한 아바타의 표정 변화 시스템을 만들어 내는 것이 앞으로의 수행 과제이다.

참 고 문 헌

[1] K. Oatley, J. M. Jenkins, *Understanding Emotions*, Blackwell Publishers, Cambridge, USA, 1996.

[2] Yangzhou Du, Xueyin Lin, "Mapping emotional status to facial expressions," *Proc. of 16th International Conference on Pattern Recognition*, vol. 2, pp. 524-527, Aug. 2002

[3] S. Morishima, H. Harashima, "Emotion space for analysis and synthesis of facial expression," *Proc. of 2nd IEEE International Workshop on Robot and Human Communication*, pp. 188-193, Nov. 1993.

[4] T. Ichimura, S. Oeda, T. Yamashita, "Construction of emotional space from facial expression by parallel sand glass type neural networks," *Proc. of the 2002 International Joint Conference on Neural Networks(IJCNN '02)*, vol. 3, pp. 2422-2427, May 2002.



변광섭(Kwang-Sub Byun)

2003년 : 중앙대학교 전자전기공학부
공학사

2003년~현재 : 동대학원 전자전기공학부
석사과정

관심분야 : 퍼지 제어기 설계, 로봇 원격제어, 공진화 알고리즘
E-mail : ks4070@yahoo.co.kr



박창현(Chang-Hyun Park)

2001년 : 중앙대학교 전자전기공학부
공학사

2003년 : 동대학원 전자전기공학부
공학석사

2003년~현재 : 동대학원 전자전기공학부
박사과정

관심분야 : 감성정보처리, 진화연산, 신경회로망 등
E-mail : 3rr0r@alife.cau.ac.kr

저 자 소 개



심귀보(Kwee-Bo Sim)

1984년 : 중앙대학교 전자공학과 공학사

1986년 : 동대학원 전자공학과 공학석사

1990년 : The University of Tokyo 전자
공학과 공학박사

1991년 ~ 현재 : 중앙대학교 전자전기공학부
교수

2003년 ~ 2004년 : 일본계측자동제어학회(SICE) 이사

2000년 ~ 2004년 : 제어자동화시스템공학회 이사 및
(현)지능시스템연구회 회장

2003년 ~ 2004년 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 부회장

2002년 ~ 현재 : 중앙대학교 산학연컨소시엄센터 센터장
및 기술이진센터 소장

2005년 ~ 현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 수석부회장

관심분야 : 인공생명, 지능로봇, 지능시스템, 다개체시스
템, 학습 및 적응알고리즘, 소프트 컴퓨팅(신
경망, 퍼지, 진화연산), 인공면역시스템, 침입
탐지시스템, 진화하드웨어, 인공두뇌, 지능형
홈 및 홈네트워킹, 유비쿼터스 컴퓨팅 등

Phone : +82-2-820-5319

Fax : +82-2-817-0553

E-mail : kbsim@cau.ac.kr

Homepage URL : http://alife.cau.ac.kr