

얼굴 인식을 통한 동적 감정 분류

한우리* · 이용환** · 박제호*** · 김영섭*†

*†단국대학교 전자공학과, **단국대학교 응용컴퓨터공학과, ***단국대학교 컴퓨터공학과

Dynamic Emotion Classification through Facial Recognition

Wuri Han*, Yong-Hwan Lee**, Jeho Park*** and Youngseop Kim*†

*†Department of Electronic Engineering, Dankook University

**Department of Applied Computer Engineering, Dankook University

***Department of Computer science Engineering, Dankook University

Abstract

Human emotions are expressed in various ways. It can be expressed through language, facial expression and gestures. In particular, the facial expression contains many information about human emotion. These vague human emotion appear not in single emotion, but in combination of various emotion. This paper proposes a emotional expression algorithm using Active Appearance Model(AAM) and Fuzz k- Nearest Neighbor which give facial expression in similar with vague human emotion. Applying Mahalanobis distance on the center class, determine inclusion level between center class and each class. Also following inclusion level, appear intensity of emotion. Our emotion recognition system can recognize a complex emotion using Fuzzy k-NN classifier.

Key Words : AAM , k-NN, emotion recognition, facial expression recognition

1. 서 론

인간의 감정을 읽을 수 있는 방법은 여러 가지가 있다. 대화를 통해 느낄 수 있고, 주변 상황에 대한 판단과 경험을 통해서 이해할 수 있으며, 인간의 외부적, 내부적 변화를 통해 읽을 수 있다.

생체 신호에 기반한 감정인식 기술들 중에서 가장 오래 전부터 연구되어온 분야는 음성 및 얼굴 표정에 기반한 감정 인식이다.

특히 얼굴 표정에는 상당히 많은 감정 정보가 들어 있다. 얼굴 표정을 통한 감정표현은 발생이 자연스러우며 대체로 보편적인 특징을 가지고 있다.

연구 방법으로는 홀리스틱 분석(Holistic Analysis)[1], 국부적인 표현(Local Representation)[2]등이 있다. 홀리스틱 분석 방법으로는 Principal Component Analysis (PCA), Local Feature Analysis (LFA), Independent

Component Analysis (ICA)등이 연구 되었다. 국부적인 표현 방법으로는 얼굴 영상의 세부적인 영역을 다루는 Local PCA 및 Gabor 웨이블릿 표현방법 등이 있다.

Doi M.[3] 는 얼굴 각 부분의 지역적인 특징을 이용하여 얼굴 인식을 시도하였고 기본적인 얼굴 식별 시스템의 활용에 대해 제안 하였다.

Ahonen T.[4] 역시 얼굴 영역을 Local Binary Pattern (LBP)를 이용해 작은 영역으로 분할하고, 최근접 이웃 분류기를 통한 식별 방법을 연구 하였다. 이 과정에서 특징의 분별력을 높이지 위해 linear Discriminant Analysis (LDA)를 적용하여 특징의 식별율을 높였으며 Graph Matching 기법을 통해 최종 식별하는 방법을 제안하고 구현하는 연구를 진행 하였다. 최근에는 얼굴에서 특징을 추출하는 방법과 함께 다양한 분류기를 이용해 식별을 수행하거나 특징을 추출하는 방법과 함께 다양한 분류기를 이용해 식별을 수행하거나 여러 가지 분류기들을 이용해 식별을 수행하는 연구가 진행 되었다. Serre T. and Poggio T.[5] 은 얼굴 영상에서 지역

†E-mail : wangcho@dankook.ac.kr

적 특징에 대한 각각의 Support 벡터 Machine (SVM) 을 통한 정합 영상을 만들고 정합영상 위에서 특징을 추출하여 각 클래스별 SVM 분류기를 통해 최종 식별 결과를 도출해 내는 연구를 진행 하였다. Shen L[6].은 Gabor Wavelet 을 이용해 Generalized Discriminant Analysis (GDA)방법을 적용하여 얼굴을 식별하는 연구를 진행하였다.

기존의 제안된 방법들은 한가지의 감정으로 인간의 감정을 정의 하였다. 하지만 인간의 감정은 매우 다양하고 여러 요인이 작용하므로 인간의 감정을 분류하는 것은 어려울 뿐만 아니라 애매모호한 감정은 어느 한 감정에 나타나는 것이 아니라 다양한 감정의 복합으로써 눈에 띄는 감정을 이해하는데 한가지 감정으로 정의하지 않고 복합적인 감정의 합으로 나타내야 하며 인식 되어야 한다[7].

본 논문은 얼굴 표정을 인식하여 인식된 표정의 감정 상태를 복합적으로 나타내는 동적 감정인식 시스템을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 얼굴을 인식하여 특징점을 찾는 Active Appearance Model (AAM)에 대해 설명하고 3장에서는 이 특징점 들의 변화량을 이용하여 얼굴 표정을 인식하고 분류하는 방법을 소개한다. 4장에서는 결론 및 향후 과제에 대해 논의 한다.

2. Active Appearance Model (AAM)

AAM은 Shape 모델과 Appearance 모델로 구성된다. 이 두 모델을 결합하여 AAM의 모델이 구성되며 각 파라미터의 조합으로 여러 얼굴 생김새를 표현 할 수 있다.

2.1. Shape Model

Shape 모델은 인간의 얼굴을 포함하는 이미지에 n 개의 Landmark의 위치를 이용하여 구성된다[8].

$$x = (x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n)^T \quad (1)$$

Shape는 표정과 생김새에 따라 다양한 벡터가 생성되며 좌표상에서의 크기, 위치, 기울기가 일정하지 않으므로 Procrustes Alignment를 수행하여 벡터들을 정렬한 후 PCA를 이용하여 Shape 모델을 구성한다. 구성된 Shape 모델은 식 (2)로 표현되며 \bar{x} 는 평균 Shape 벡터, Φ_i 는 Shape 파라미터이다[8].

$$x_i = \bar{x} + \sum_{i=1}^n \Phi_i b_i \quad (2)$$

인간의 얼굴 생김새와 표정에 따라 절대적인 얼굴 각 부위의 좌표는 다르지만 위상은 동일하다. 즉, 입을 구성하는 점들 위에 코를 구성하는 점들이 있고, 그 위 양쪽으로 눈을 구성하는 점들이 본 논문에서는 총 65개의 Landmark를 Fig. 1과 같이 구성 하였다.

2.2. Appearance Model

Appearance 벡터는 Texture 정보 라고도 하며 피부, 눈, 입술 등의 색 정보가 모델로 구성된다.

Appearance 벡터가 평균 Shape 벡터에 대응되기 위해 Delaunay Triangulation을 통해 메쉬를 구성한다[8]. Fig. 2는 Delaunay Triangulation을 통해 메쉬를 구성한 것이다.

또한 구성된 메쉬를 다시 원래 Appearance 벡터에 대응되는 Shape 벡터 x 에 적용하여 같은 메쉬구조를 가지는 두개의 Appearance 벡터를 생성한다. 이렇게 생성된 두 메쉬를 Piecewise Affine Warping을 수행하여 정규화 한다.

Piecewise Affine Warping을 통해 생성된 Appearance 벡터 $A_i(x)$ 는 PCA를 통해 최종적인 외형 모델을 생성한다. 이때 $A_0(x)$ 는 평균 Appearance 벡터, λ_i 는 Appearance 파라미터를 나타낸다[9].

$$A(x) = A_0(x) + \sum_{i=1}^m \lambda_i A_i(x) \quad (3)$$

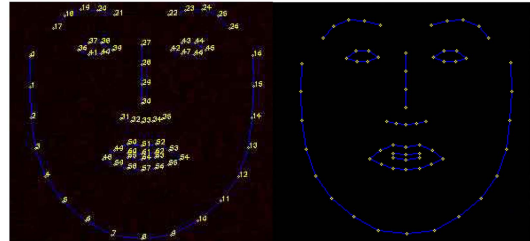


Fig. 1. Number of Landmark point(left), Landmark(right).

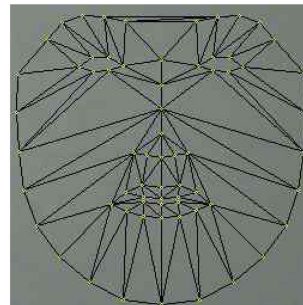


Fig. 2. Make mesh by Delaunay Triangulation.

2.3. AAM Model Fitting

AAM 모델 Fitting은 입력 이미지와 모델 사이의 오차를 최소화 하는 파라미터를 계산하는 과정이다. 본 논문에서는 입력 이미지와 $p \leftrightarrow p + \Delta p$ 로 파라미터를 update 하는 파라미터 Δp 사이의 오차를 최소화 하는 Δp 를 찾는 것으로 AAM의 Fitting은 Δp 의 반복적인 수정을 통해 오차가 더 이상 변하지 않거나 일정한 값 이하가 되었을 때 완료가 된다[8-9]. Fig. 3은 AAM 모델 Fitting 과정을 보여준다.

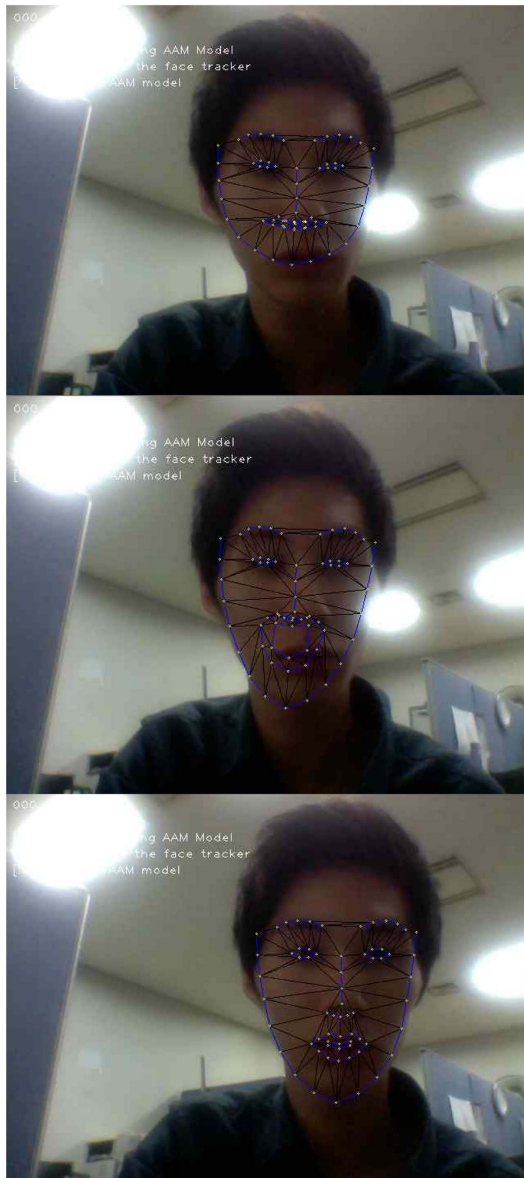


Fig. 3. AAM Model Fitting.

3. 감성 분류

3.1. 감성 분류 방법

AAM을 통해 Fitting된 입력 이미지의 Landmark들을 이용하여 표정 변화에 따른 Landmark의 움직임과 변화로 감정을 분류하는 방법을 제안한다. Table 1은 표정별 Landmark 변화에 대해 분류 한 것이고 Fig. 4는 Landmark 번호를 나타낸 것이다.

3.2. Fuzzy k-NN

k-NN분류 방법은 입력 데이터의 분류를 분류된 데이터 집합에서 가장 가까운 k개의 이웃들을 기초로 하

Table 1. Landmark Variation in the Emotion

표정	표정 특징	변하는 특징점
슬픔	입꼬리가 내려감	48(y),54(y)
	약간의 찡그림	21(y),22(y)
	눈썹 끝이 내려감	17(y),26(y)
	눈 작아짐	37(y),38(y),40(y),41(y), 43(y),44(y),47(y),46(y)
기쁨	입꼬리가 올라감	48(x,y),54(x,y),49(x,y), 53(x,y)
	입이 약간 벌어짐	48(x,y),54(x,y),49(x,y), 53(x,y),60(x,y),61(x,y), 62(x,y),63(x,y),64(x,y), 65(x,y)
	눈이 약간 작아짐	37(y),38(y),40(y),41(y), 43(y),44(y),47(y),46(y)
화남	눈썹이 내려감	21(y),22(y)
	눈썹이 가운데로 물림	21(x),22(x)
	입이 약간 벌어짐	48(x,y),54(x,y),49(x,y), 53(x,y),60(x,y),61(x,y), 62(x,y),63(x,y),64(x,y), 65(x,y)
놀람	눈썹이 올라감	17(y),18(y),19(y), 20(y),21(y),22(y), 23(y),24(y),25(y), 26(y)
	눈의 세로 크기가 커짐	37(y),38(y),40(y),41(y), 43(y),44(y),47(y),46(y)
	입이 벌어짐	48(x,y),54(x,y),49(x,y), 53(x,y),60(x,y),61(x,y), 62(x,y),63(x,y),64(x,y), 65(x,y)

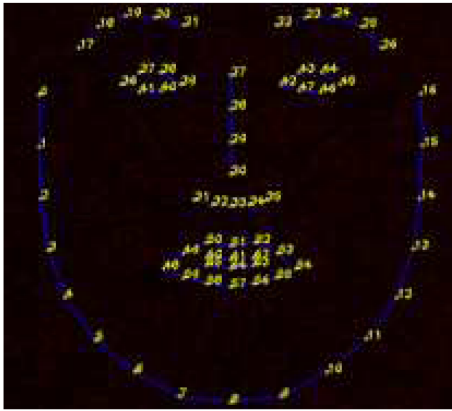


Fig. 4. Number of Landmark points.

여 결정하는 것이다.

한편 fuzzy k-NN알고리즘은 입력데이터에 분류를 결정할때 각 이웃마다 기여도를 할당하여 기여에 대한 정도를 추가하여 분류하는 방법이다. 개별 클래스에 대한 기여도를 결정하기 위해 Mahalanobis 거리를 적용하여 가까운 거리에 있는 클래스에 대한 기여도를 증가시켰고 클래스 c에 대한 이웃들의 기여도는 다음과 같다[10].

$$\mu_{nc} = \frac{(x-m_c)^T \sum_{c=1}^c (x-m_c)}{n \sum_{c=1}^c (x-m_c)^T \sum_{c=1}^c (x-m_c)} \quad (4)$$

m_n 은 클래스 개수, $\sum_{c=1}^c$ 는 c번째 클래스의 공분산 행렬, n 은 c번째 클래스의 평균 벡터이다[10].

AAM Training에 사용한 표정 Shape 벡터를 전 프레임을 비교하여 Procrustes Alignment를 수행하여 변화량을 측정, 표정별 평균 Shape 벡터를 획득하고 분류한다. 입력 Shape 벡터를 Fuzzy k-NN분류기를 통하여 입력 영상에 대한 변화량을 구하고 가장 인접한 k개를 구하여 그 기여도에 따라 표정의 정도를 계이저로 표시하며, 복합적인 감정을 인식하고 분류 하도록 구상하였다.

4. 결 론

본 논문에서 제안한 동적 감정 분류 방법은 감정에 대하여 한가지의 정량화된 감정을 분류하는것에 국한된 것이 아니라 여러 가지 감정을 복합적으로 표현하며 그 감정의 강도를 나타내어 복잡한 감정에 대한 분

별력 향상하고 표현이 가능하도록 구상되었다. 따라서 인간의 감정을 더욱 분별력 있게 인식할 수 있을 것이고, 표현될 것이다.

또한 감정을 더욱 분별력 있게 인식하여 인간과 커뮤니케이션을 수행 할 수 있는 디스플레이에서 사람의 감정을 읽을 수 있는 수단으로써 사용될 수 있으며 이를 통해 공공 서비스 및 홈 서비스 로봇에 유용하게 적용 될 수 있다.

향후 우리는 제안한 알고리즘을 통하여 더 정확한 감정을 분류하고 감정의 종류를 확장시켜 보다 분별력 있는 알고리즘을 개발 및 서비스 프로그램을 개발할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 콘텐츠산업기술지원사업으로 수행되었음(과제번호: R2012050022).

참고문헌

1. P.Penver, j. Atick, "Local Feature analysis: a general statistical theory for object representation," Network: Computation in Neural Systems, Vol.7, 1996, pp.477-500.
2. Z. Zhang, M. Lyons, M Schuster, S. Akamatsu, "Compartison between geometry based and Gabor-wavelets-based facial expression recognition using multi-layer perceptron," Third IEEE international conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 1998, pp.454-459.
3. Doi, M., Sato, K., Chihara, K., A Robust Face Identification against Lighting Fluctuation for Lock Control. Proceedings, IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, pp 42-47, 1998.
4. Ahonen, T., Hadid A., Pietikainen, M., Face Recognition with Local Binary Patterns. LNCS 2004, Vol. 3021, pp 469-481, 2004.
5. Heisele, B., Serre, T., Poggio, T., A Component-based Framework for Face Detection and Identification. International Journal of Computer Vision, Vol 74, No. 2, pp 167-181, 2007.
6. Shen. L., Bai. L., fairhurst, M., Gabor wavelets and General Discriminant Analysis for face and verification. Image and Vision Computing, Vol. 25, pp 553-563, 2007.
7. Kwee-go Sim, Kwang-Sub Byun, Chang-Hyun Park, "Emotional Expression System Based on Dynamic

- Emotion Space”, School of Electrical and Electronics Engineering College of Engineering Chung-Ang University, Journal of Fuzzy Logic and intelligent systems, vol. 15, No. 1, pp. 18-23, 2005.11.
8. Eui-Young Cha, Jung-Hwa Lee, Hyun-Jun Park, “Facial Expression Recognition based on AAM using Backpropagation”, Dept. of Computer Engineering, Pusan National University, Journal of Korea Multimedia Society, vol. 13, No.1 ,pp227-230, 2010.05.
9. T.F. Cootes, G.J. Edwards, C.J.Taylor, “Active Appearance Models”, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.23, No.6, pp.681-685, 2001.
10. JAMES M. KELLER, MICHAEL R. GRAY, JAMES A. GIVENS, JR “A Fuzz k-Nearest Neighbor Algorithm” IEEE TRANSACTION ON SYSTEMS, MEN, AND CYBERNETICS, vol. smc-15, no4, pp.581-585, JULY/AUGUST, 1985.
-
- 접수일: 2013년 9월 3일, 심사일: 2013년 9월 10일,
2차심사일: 2013년 9월 16일, 게재확정일: 2013년 9월 23일