

얼굴표정 인식방법론에 관한 검토

김대영*, 신도성**, 이철우*

*전남대학교 전자컴퓨터공학과

**전남대학교 차세대휴대폰인터페이스연구센터

e-mail:kdy5213@nate.com

An Overview on Method of Recognition of Facial Expression

Dae-Young Kim*, Do-Seong Sin**, Chil-Woo Lee*

*Dept of Computer Engineering, Chonnam National University

**Mobile Device Interface Research Center, Chonnam National University

요 약

이 논문에서는 사람 얼굴 표정을 인식하기 위한 여러 가지 방법론들을 비교분석하였다. 사람얼굴표정을 인식할 때 특징 추출 방법에는 크게 AAM(Active Appearance Model) 기반 방법과 비 AAM 기반 방법이 있었다. 추출된 특징에 대한 학습 및 인식에도 신경망, SVM(Support Vector Machine), 사후확률, 기타 변형 알고리즘을 이용하는 경우가 많았다. 인식되는 표정에는 크게 행복, 분노, 슬픔, 놀람에 대한 표정 인식이 주를 이루었고 추가적으로 역겨움, 두려움, 졸음, 윙크까지도 인식하려는 시도가 있었으나 인식이 그다지 높지 않았다. 또한 현재 나와 있는 표정인식방법들은 얼굴표정을 과장되게 지을 때에만 인식할 수 있다는 한계가 있었다. 따라서 사람들이 인식할 수 있는 미세한 표정변화를 컴퓨터가 인식하기 위해서 더욱 강건한 특징추출과 새로운 표정분류에 대한 정의 방법이 필요함을 알 수 있었다.

1. 서론

사람얼굴표정의 인식은 그 응용분야가 무궁무진한 기술이다. 사진을 찍을 때 사람이 웃는 표정을 짓고 있을 때만 셔터가 눌러지는 디지털카메라는 사람얼굴표정인식을 이용한 대표적인 응용기술이다. 사람얼굴 표정의 인식은 그 동안 여러 가지 방법으로 접근이 이루어져왔다. 얼굴의 표정을 인식하기 위해서는 얼굴이미지에서 특징을 추출해야하는데 기반 특징에 있어서 크게 모델기반과 영상기반으로 나눌 수 있다. 모델기반으로 대표적이며 가장 많이 사용되는 모델이 AAM 모델이다. 이 모델은 얼굴의 형태정보와 텍스처 정보를 이용하여 얼굴의 형태를 유지하면서 학습된 텍스처 정보를 기반으로 보다 정확하게 얼굴의 형태 및 위치를 찾을 수 있는 방법으로 얼굴의 표정에 관계되는 특징요소를 정확히 추출할 수 있다는 장점을 가진다. 영상기반 접근 방법은 Haar-like feature[5,8,13], Gabor feature[2,6,8,10,23,26], sift feature[3] 등등 여러 가지 접근 방법이 있으며 얼굴의 기하학적 특징을 이용하는 모델기반 접근 방법과 달리 전체적인 얼굴 이미지에서의 픽셀 값의 밝기를 모델링하거나 표현함으로써 특징을 검출하게

된다.

특징을 검출한 후 분석하는 방법에는 여러 분류기가 사용되었는데 주로 공간적 분석방법이 사용되었으며 크게 신경망[2,3,7,11,13,20,23,26], SVM[18,19,21,24], FACS(Facial Action Coding System)[1,9,10,22,24], adaBoost[5,8]등이 있다.

공간적 분석방법과 달리 시공간적으로 분석하는 접근도 있었으며 HMM과 사후확률을 혼합한 분석방법[4]이 대표적이다. 이 논문에서는 얼굴 표정을 분석하기 위한 접근 방법을 기반특징과 분석방법에 따라 나누어 소개하고 각 접근 방식의 장단점에 대하여 논의 하며 비교하며 결론을 내린다.

2. 기반특징

2.1 모델기반

2.1.1 AAM

Active Appearance Model은 영상에서의 특징 검출을 위해 Shape Model과 Texture Model을 구축하는 통계학적인 접근기법으로 Cootes에 의해 소개되었으며 고광은 외 1명[1]은 FACS 분석을 위한 얼굴특징 추출로 이 AAM 모델을 이용하였다. 이정화 외 2명[7]은 무표정, 기쁨, 화남, 놀람 4가지 표정에 대한

특징점의 변화량을 이용하여 각 표정을 인식하기 위해 각 표정을 효과적으로 분류하기 위한 16가지의 특징점 추출로 AAM모델을 사용하였다.

박현준 외 3명[9]은 다수의 AAM(MAAM)을 이용하여 AAM 특징추출의 의한 정확도를 향상시키도록 하였다. Simon Lucey 외 5명[21]은 AAM의 특징추출의 형태를 다양화 해가며 표정인식률을 비교하였다. Chung-Lin Huang 외 1명[25]은 AAM에 의해 추출된 얼굴 특징점을 10가지 action parameter(APs)로 정의하여 각 표정에 해당하는 Dominant APs를 인식하여 표정을 구분하도록 하였다.

Yeongjae Cheon 외 1명[20]은 입력된 얼굴영상과 모델얼굴영상간의 AAM 파라미터 차이(DAF : differential AAM feature)를 정의하여 표정인식을 수행하였다.

2.2 영상기반

2.2.1 Haar-like feature

정성욱 외 3명[5]은 행복, 분노, 슬픔, 놀람, 역겨움, 공포의 표정을 구분하기 위하여 3x3 형태의 새로운 사각 특징(rectangle feature) 형태를 제안하였다. 제안된 사각 특징은 총 35가지이며 기존의 얼굴인식 시 사용된 사각 특징점과 달리 얼굴의 두 부분 이상을 고려할 수 있도록 설계되었다. 홍용희 외 2명[13]은 4가지 기본 Haar-like 특징을 확장시켜 13가지 특징을 이용하였다. 영상 역시 기존의 24x24에서 48x48윈도우를 사용하였다.

2.2.2 Gabor feature

Gabor 필터에 기반을 둔 Gabor 특징은 방향성분, 공간 주파수, 그리고 공간 지역성을 효율적으로 추출하므로 많이 사용되어 왔다. Gabor 특징은 Gabor 필터와 입력영상과의 컨볼루션을 통해 얻어진다.

Gabor 특징의 가장 주요한 특성중 하나는 영상의 조명, 회전, 크기 그리고 이동에 민감하지 않다는 점이며 정광희 외 2명[8]은 이 Gabor특징을 이용하여 입력 영상으로부터 학습된 각 표정에 대한 Gabor 특징들의 조합을 비교하여 표정을 효과적으로 인식하도록 하였다. 이돈수의 2명[10]은 개인 휴대 단말기 상에서 삼차원 얼굴 표정을 만화적으로 애니메이션하는 통합 파이프라인을 제시하였는데 얼굴표정 분리의 입력으로 얼굴영상 위로 일정한 간격으로 그려진 격자(20x20)에 Gabor filter를 적용하여 컨볼루션된 가버특징을 사용하였다.

Zhengyou Zhang 외 3명[23]은 Geometry 기반 방법과 Gabor-Wavelets 기반 방법으로 각각 특징을 추출하여 신경망을 통한 표정인식률을 비교하였다. 그 결과 Gabor 기반 방법이 더 훌륭한 인식률을 보였다고 보고하였다.

2.2.3 SIFT feature

SIFT 기법은 물체의 크기변환, 회전 등에 강인함을 갖는 지역적 특성 벡터들의 집합으로 변환하는 기법이다. 오인권 외 1명[3]은 눈과 입에서 SIFT 특징을 추출하여 얼굴표정 인식기의 입력으로 사용하였다.

3. 분석방법

3.1 공간적 분석

3.1.1 신경망

윤현섭 외 2명[2]은 은닉층 40개, 출력층 5개로 구성된 신경망을 이용하여 가버웨이블릿 특징 기반으로 화남, 행복, 평온, 슬픔, 놀람에 대해 실험결과 화남 87%, 행복 90%, 평온 93%, 슬픔 88%, 놀람 92%의 인식률을 보여주었다. 낮은 차원의 표정공간 주성분을 이용하여 리소스 사용을 줄인점이 특징이다. 이정화 외 2명[7]은 AAM을 이용하여 특징점의 변화량 정보를 신경망의 입력으로 사용하였다. 이 논문에서는 무표정 92%, 기쁨 91%, 화남 84%, 놀람 100%의 인식률을 보인 것으로 보고하였고 화남의 표정에 대한 높은 오인식률을 단점으로 꼽았다. 홍용희 외 2명[13]은 확장된 Haar-like 특징을 이용하여 표정별 Adaboost 강분류기 값을 신경망 입력으로 사용하였으며 평온 91%, 행복 93%, 슬픔 86%, 화남 92%, 놀람 95%의 인식률을 보인 것으로 보고하였고 Adaboost 알고리즘의 실시간성 및 Gabor filter보다 좋은 성능을 얻었다고 주장하였다. 또한 오인권 외 1명[3]은 신경망을 발전시켜 장기기억정보와 단기기억정보를 구분하는 해마신경망에 대해서 소개하였는데 기존 분류기보다 높은 인식률을 보인다고 주장하였다. Zhengyou Zhang 외 3명[23]은 신경망의 은닉층의 수를 변화시켜가며 얼굴표정인식률을 연구하였으며 그 결과 5~7개 정도가 얼굴표정을 나타내기 위한 공간으로 적당하다고 소개하였다.

3.1.2 FACS

FACS는 Paul Ekman과 Wallace Friesen에 의해 1976년 제안된 얼굴 표정 분석 기법으로 해부학적

토대로 사람의 얼굴 근육을 분석하여, 46개의 Action Unit 얼굴 표정 특징 영역을 구분지은 모델이다. 고희은 외 1명[1]은 AAM 특징점을 기반으로 감정특징을 검출하였다.

각 표정별로 큰 확률 값을 가지는 표정을 해당표정으로 분류를 하도록 하였고 이때 유사 표정 분류시 Action Unit가 중첩 즉 얼굴표정에 대응하는 AU가 고유하지 못하다는 문제점을 지녔다.

박현준 외 3명[9]은 다수의 AAM(MAAM)을 이용하여 객체의 특징을 추출하였고 추출된 특징은 modified FACS에 의해 인식되도록 하였다. 행복 화남 놀람 표정에 대하여 화남 81.25%, 행복 97.50%, 놀람 87.75%의 인식률을 보였으며 행복한 표정에 대한 높은 인식률을 보여주었다. 그러나 화남 표정은 평상시 표정과 잘 구분하지 못하여 상대적으로 낮은 81.25%의 인식률을 보였다. 또한 놀란 표정은 AAM 이 급격한 표정변화에 잘못 피팅되어 잘못된 인식결과를 보였다고 한다.

Irene Kotsia 외 1명[24]은 FAU(Facial Action Unit) 단위 노드의 인식에 SVM을, 그리고 이 FAU들을 종합하여 최종적으로 여섯가지의 표정을 인식하는데 사용했다. 그 결과 평균 95.1%의 인식률을 보였다고 보고하였다.

3.2 시공간적 분석

3.2.1 HMM + 사후확률

김진옥[4]은 PCA를 이용하여 얼굴특징을 추출한 후 HMM 학습 데이터와의 확률 비교를 통해 6가지 대표표정(화남, 혐오, 두려움, 기쁨, 놀람, 슬픔)을 인식 및 분류하였다. 또한 특징 정도가 약한 표정(불쾌, 싫어함, 겁냄, 미소, 당황, 서운함)은 사후확률을 이용하여 표정 범주를 결정하였다. 이를 통해 대표적인 표정 외에 표정의 정도가 약한 프레임에 대해서도 정확하고 강건한 인식결과를 얻었다.

4. 결론 및 고찰

신경망을 분류기로 사용한 표정인식은 각각의 논문이 여러 가지 특징을 기반으로 신경망 학습 및 분류를 실행하였으므로 그 결과 조금씩 다른 인식률을 보여주었다. 그러나 실험환경에 여러 가지 변수가 있어 각 결과들을 직접적으로 비교하기엔 무리가 있으며 그러나 평균적으로 모든 실험에서 90% 이상의

인식률을 보인다고 보고하였다.

FACS 기반 표정 인식의 경우 그 특성상 정확한 특징점의 검출을 위해 AAM이 주로 사용되었는데 AAM은 급격한 표정변화에 피팅오류를 보이므로 이를 보완하기 위한 방법이 필요하고 Action Unit의 중첩에 따른 표정 분류 오류도 개선되어야 할 사항이다. 그러나 FACS는 해부학적 근거를 토대로 제안된 모델이므로 주관성이 개입될 수 있는 표정특징을 객관적인 기준으로 판단하여 분류가 가능하다.

HMM + 사후확률 기반 표정인식은 시간에 따라 표정의 인식이 가능하다는 점에서 장점을 지닌다.

표정인식의 경우 전처리 및 특징추출에서 각 표정을 차별화 할 수 있는 특징을 얼마나 효과적으로 추출할 수 있느냐에 따라서 인식결과에 중대한 영향을 미치게 된다. 또한 FACS기반에서는 AAM이 주로 사용되듯이 특징의 분석방법에 따라 그에 부합하는 특징추출 방법이 존재하고 각 분류기의 인식률 역시 분류기를 표정인식에 맞게 변형시켜 적용시킨 예에서 좋은 인식결과를 보여주었다. 하지만 지금까지의 표정인식은 사람의 다소 과장된 표정들 사이를 구분한다는 점에서 한계를 지닌다. 기본적으로 사람이 사람의 얼굴을 인식할 때에는 미세한 표정변화도 쉽게 읽어낼 수 있으므로 앞으로 얼굴표정인식 시스템은 이를 구분하기 위한 방법론적 접근이 필요하다.

Acknowledgement

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (NIPA-2012-H0301-12-3005)

“본 연구는 지식경제부 융·복합형 로봇인력양성 ”로봇 비전&인지 센터” 지원사업의 연구결과로 수행되었음” (NIPA-2011-C7000-1101-0007)

“본 연구는 지식경제부 주관 지역SW융합사업의 지원을 받았습니다.”

참고문헌

- [1] 고희은, 심귀보, “FACS와 AAM을 이용한 Bayesian Network 기반 얼굴 표정 인식 시스템 개발”, 지능시스템학회 논문지 vol. 19, No. 4, pp. 562-567, 2009.4
- [2] 윤현섭 한영준 한헌수, “표정별 가버 웨이블릿 주성분 특징을 이용한 실시간 표정 인식 시스템”, 지능시스템학회 논문지 vol. 19, No. 6, pp. 821-827, 2009.9
- [3] 오인권, 남궁재찬, “SIFT 특징벡터와 해마신경망을 이

용한 얼굴 표정인식”, 한국정보기술학회논문지 제 10권 제 02호, pp. 44-52, 2012.2

[4] 김진옥, “표정 HMM과 사후 확률을 이용한 얼굴 표정 인식 프레임워크”, 정보과학회논문지, 제 11권 제 3호, pp. 284-291, 2005.6

[5] 정성욱, 김도형, 안광호, 정명진, “실시간 얼굴 표정 인식을 위한 새로운 사각 특징 형태 선택 기법”, 제어자동화 시스템공학 논문지 제 12권, 제 2호, pp. 130-137, 2006.2

[6] 김상훈, 정선태, 정수환, 진승선, 김재민, 조성원, “AAM과 가버 특징 벡터를 이용한 강인한 얼굴 인식 시스템”, 한국 콘텐츠학회 논문지 vol. 7 No. 2 pp. 1-10 2007.2

[7] 이정화, 박현준, 차의영, “Backpropagation을 이용한 AAM 기반의 얼굴 표정 인식”, 한국멀티미디어학회 춘계 학술발표대회 논문집 제13권1호, pp. 227-230, 2010.5

[8] 정광희, 민부천, 김중규, “Gabor 특징과 FloatBoost 학습을 이용한 고속 표정인식”, 한국정보처리학회 추계학술 발표대회 논문집 제 14권 제 1호, pp. 727-730, 2007.5

[9] 박현준, 이정화, 김태형, 차의영, “Multiple Active Appearance Model에 기반한 얼굴 표정 인식”, 대한전자공학회 하계학술대회 제33권 1호, pp. 2138-2141, 2010.6

[10] 이돈수, 최수미, 김용국, “PDA를 이용한 표정 인식 기반 만화적 얼굴 애니메이션”, HCI 2004, pp. 686-691, 2004.2

[11] 이상완, 김대진, 김용수, 변중남, “가버 웨이블릿 신경망 기반 적응 표정인식 시스템”, 퍼지 및 지능시스템학회 논문지 Vol. 16, No. 1, pp. 1-7, 2006.2

[12] 양희덕, 이성환, “얼굴 구성 요소의 특징 분류를 통한 관상 정보 자동 생성”, 정보과학회 논문지 제 38권 제 1호, pp. 57-62, 2011.1

[13] 홍용희, 한영준, 한현수, “에이다부스트와 신경망 조합을 이용한 표정인식”, 한국지능시스템학회 논문지 Vol. 20, No. 6, pp. 806-813, 2010.12

[14] 이병화, 박한훈, 박종일, “이산대칭변환을 이용한 얼굴표정 인식”, HCI 2003, pp. 312-317, 2003.2

[15] 박현, 문영식, “2차원_칼라_얼굴_영상에서_반복적인_PCA_계구성을_이용한_자동적인_잡음_제거”, 전자공학회 논문지 제 43권 제 2호, pp. 63-71, 2006.3

[16] 조용현, “전처리_기반_히스토그램_거리측정에_의한_효율적인_표정인식”, 한국지능시스템학회 논문지 Vol. 19, No. 5, pp. 667-673, 2009.10

[17] 김은지, 정일홍, “표정 인식을 이용한 실시간 감정 표현 아바타의 설계 및 구현”, 한국멀티미디어학회 춘계학술 발표대회논문집 pp. 669-672, 2006.5

[18] 신기환, 전준철, 민경필, “실시간 아바타 표정 제어를 위한 SVM 기반 실시간 얼굴표정 인식”, HCI 2007, pp. 1057-1062, 2007.2

[19] 이옥걸, 강선경, 김영운, 한대경, 최욱호, 정성태, “조명 변화에 견고한 웃음 표정인식 시스템 개발”, 한국멀티

미디어학회 추계학술발표대회 논문집 제12권2호, pp. 397-400, 2009.11

[20] Yeongjae Cheon, Daijin Kim, “A Natural Facial Expression Recognition Using Differential-AAM and k-NNS”, Multimedia, 2008. ISM 2008. Tenth IEEE International Symposium pp. 220-227, 2008.12

[21] Simon Lucey, Iain Matthews, Changbo Hu, Zara Ambadar, Fernando de la Torre, Jeffrey Cohn, “AAM Derived Face Representations for Robust Facial Action Recognition”, Automatic Face and Gesture Recognition, 2006. FGR 2006. 7th International Conference on Date of Conference: 2-6 pp.155-160, 2006.4

[22] Andrew Ryan, Jeffery F. Cohn, Adam Rossi, “Automated Facial Expression Recognition System”, Security Technology, 2009. 43rd Annual 2009 International Carnahan Conference, pp. 172- 177, 2009.10

[23] Zhengyou Zhang, Michael Lyons, Michael Schuster, Shigeru Akamatsu, “Comparison Between Geometry-Based and Gabor-Wavelets-Based Facial Expression Recognition Using Multi-Layer Perceptron”, Automatic Face and Gesture Recognition, 1998. Proceedings. Third IEEE International Conference, pp. 220-227, 1998.4

[24] Irene Kotsia, Ioannis Pitas, “Facial Expression Recognition in Image Sequences Using Geometric Deformation Features and Support Vector Machines”, Image Processing, IEEE Transactions, pp. 172-187, 2007.1

[25] Chung-Lin Huang, Yu-Ming Huang, “Facial Expression Recognition Using Model-Based Feature Extraction”, Journal of visual communication and image representation vol. 8, no. 3, pp. 278-290, 1997.9

[26] Seyed Mehdi Lajevardi, Margaret Lech, “Facial Expression Recognition Using Neural Networks and Log-Gabor Filters”, Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA), pp. 77-83, 2008.12

[27] Neeta Sarode, Shalini Bhatia, “Facial Expression Recognition”, International Journal on Computer Science and Engineering Vol. 02, No. 05, 2010, pp. 1552-1557