

표정 인식을 위한 얼굴의 표정 특징 추출

*김영일, 김정훈, 홍석근, 조석제
한국해양대학교 제어계측공학과

e-mail : *hbinary@yahoo.co.kr, bassoflord@hotmail.com, sjcho@mail.hhu.ac.kr*

Facial Expression Feature Extraction for Expression Recognition

*Young-il Kim, Jung-hoon Kim, Seok-keun Hong, Seok-je Cho
Department of Control and Instrumentation Engineering
Korea Maritime University

Abstract

본 논문에서는 사람의 감정, 건강상태, 정신상태 등 다양한 정보를 포함하고 있는 웃음, 슬픔, 놀람, 씩씩함, 무표정 등의 표정을 인식하기 위한 표정의 특징이 되는 얼굴의 국부적 요소인 눈과 입을 검출하여 표정의 특징을 추출한다. 표정 특징의 추출을 위한 전체적인 알고리즘 과정으로는 입력영상으로부터 칼라 정보를 이용하여 얼굴 영역을 검출하여 얼굴에서 특징점의 위치 정보를 이용하여 국부적 요소인 특징점 눈과 입을 추출한다. 이러한 특징점 추출 과정에서는 예지, 이진화, 모폴로지, 레이블링 등의 전처리 알고리즘을 적용한다. 레이블 영역의 크기를 이용하여 얼굴에서 눈, 눈썹, 코, 입 등의 1차 특징점을 추출하고 누적 히스토그램 값과 구조적인 위치 관계를 이용하여 2차 특징점 추출 과정을 거쳐 정확한 눈과 입을 추출한다. 표정 변화에 대한 표정의 특징을 정량적으로 측정하기 위해 추출된 특징점 눈과 입의 눈과 입의 크기와 면적, 미간 사이의 거리 그리고 눈에서 입까지의 거리 등 기하학적 정보를 이용하여 6가지 표정에 대한 표정의 특징을 추출한다.

I. 서론

최근 컴퓨터를 이용한 시각분야가 발전하면서 얼굴의 움직임, 제스처, 보안 등 인간과 관련된 연구가 활발히 진행 중이다. 특히 전 세계적으로 테러가 곳곳에서 일어나고 있는 가운데 인간의 감정상태를 사전에 파악하여 사고를 방지할 수 있는 시스템 개발에 대한 필요성으로 그러한 인간의 감정상태를 나타내는 표정 인식에 대한 연구가 진행 중이다.[1][2][3][4]

기존에 연구되고 있는 대표적인 얼굴 표정 인식 방법으로는 국부적인 특징점[5]들을 찾아서 특징 부분의 변화와 비교함으로써 얼굴 표정을 구분하는 방법과 전체적인 특징(Global Feature)으로 표정의 변화에 따른 얼굴 근육 움직임 정보(Optical Flow)를 이용하여 얼굴 표정을 구분하는 방법이 있다. 얼굴의 국부적인 특징을 이용하여 표정을 인식하는 방법은 안경, 수염 등의 부수적인 물질에 의해 특징점 추출이 어렵고 개별적인 특징점의 추출에 대한 표정의 분류가 힘들다는 단점을 가지고 있다. 전체적인 특징을 이용하여 표정을 구분하는 방법은 국부적인 방법에 비해 부수적인 물질의 영향을 적게 받지만 처리시간이 많이 걸리는 어려움을 가지고 있다.

본 논문은 특징점이 가려져 표정의 특징 추출이 어려운 국부적인 방법의 단점을 보완하기 위하여 얼굴에서 표정을 나타내는데 중요한 눈과 입만을 검출하여 표정인식을 위한 얼굴의 각각의 표정 특징 추출을 제안한다. 일반적으로 얼굴의 표정 인식 과정은 정확한 특징점 추출을 위한 전처리 과정과 특징점 추출로부터 얼굴의 표정 특징 추출에 의한 인식과정으로 구분되어

실행된다.

본 논문의 구성은 먼저 2절에서는 6가지의 다양한 표정의 종류와 표정의 종류에 따라 나타나는 얼굴 표정의 특징을 분석, 설명하고 이어 3절에서는 얼굴의 표정 특징 추출을 위한 과정으로 기본적인 전처리 과정과 1차 특징점 추출 알고리즘을 사용하여 표정 특징 추출에 필요한 개체의 후보를 찾아내고 2차 특징점 추출을 이용하여 표정 특징 추출에서 가장 중요한 정보인 눈과 입을 추출해 낸다. 다음으로 특징점인 눈, 입의 크기와 면적, 미간의 거리, 눈과 입 사이 거리를 구하여 각각의 표정의 특징을 구분하게 하였다. 4절에서는 실험을 통한 제안된 알고리즘을 검증하고 마지막으로 5절에서 제안한 방법에 대한 평가와 앞으로의 연구 방향을 중심으로 결론을 맺는다.

II. 표정 인식을 위한 얼굴 특징 분석

표정은 특징점들의 변화에 의해 만들어지므로 각 표정에 따라 특징점이 어떻게 변화하는지를 알 필요가 있다. 웃는 표정에서는 눈썹과 눈은 반달모양으로 변하고 입의 가로방향과 세로방향으로 크기가 커지며, 입의 가장자리가 올라가 얼굴의 볼 근육이 위쪽으로 올라가게 된다. 슬픈 표정은 미간이 좁아지고 눈썹, 눈, 입 가장자리가 아래로 처지게 되며, 무표정은 특징점들인 눈과 입이 일직선상에 놓이게 된다. 놀란 표정은 눈이 크게 변하며 눈썹이 올라가고 입에 있어서는 웃는 표정에 비해 가로방향보다 세로방향으로 크기가 커지며, 이로 인하여 턱이 길어지게 된다. 윈크의 표정은 윈크하는 눈과 눈썹이 모이게 되므로 눈썹과 눈의 거리가 짧아지고 입 또한 눈 쪽으로 올라가 얼굴 근육이 윈크하는 쪽으로 모이게 된다. 졸림의 표정은 눈이 감겨지므로 눈과 눈썹의 거리가 길어지고 입은 무표정 상태와 비슷하게 일직선상에 놓이게 된다. 위와 같은 표정변화의 영상을 그림 1에 나타내었다.



그림 1. 얼굴 표정의 변화

III. 표정 특징점 추출 알고리즘

본 논문에서 제안한 표정 특징 추출의 단계는 크게 3단계로 전처리 단계, 1차 특징점 추출 단계, 2차 특징점 추출의 단계로 구분되어진다.

3.1 얼굴 특징점 추출을 위한 전처리 단계

본 논문에서 특징점 추출을 위한 전처리 단계에서는 입력 영상으로부터 칼라 정보를 이용하여 얼굴 영역을 검출하고[6] 검출된 얼굴 영역으로부터 에지, 이진화, 잡음제거, 모폴로지, 레이블링의 과정을 통해 얼굴에서 특징점이 될 수 있는 개체들을 추출한다. 에지를 구하기 위하여 에지가 비교적 균일하고 특징점이 잘 구해지는 소벨 연산자를 선택하였다. 이진화 과정을 거치고 나서 극단적인 농도의 차이가 있는 화소를 제거하기 위하여 메디안 필터를 사용하여 잡음을 제거하게 된다. 잡음 제거 후 끊겨져 있는 특징점들의 부분을 연결하기 위해 모폴로지 기법 중에서 팽창을 사용한다. 다음으로 개체들을 분리하기 위하여 레이블링 알고리즘을 사용하여 특징점이 될 수 있는 후보점의 개체를 추출한다. 그림 2는 원 영상과 전처리 단계의 메디안 필터, 모폴로지의 팽창, 레이블링 과정을 보여준다.



그림 2. 전처리 과정

본 논문은 레이블링 알고리즘을 사용하여 약 15~20개 내외의 레이블영역을 얻을 수가 있었다. 레이블링을 수행한 영상에는 눈, 입만이 아니라 원하지 않는 다른 개체가 존재하므로 그 중에서 눈, 입을 추출해야 한다. 추출의 정확성을 높이기 위해서 후보 개체의 크기 값을 이용하여 1차적으로 추출하고 히스토그램 값과 구조적인 관계를 이용하여 2차 특징 추출을 실행한다.

3.2 1차 특징점 추출

레이블링 알고리즘을 거쳐 추출된 15 ~ 20개의 레이블영역 중에서 정확한 특징점을 추출하기 위해서 레이블 영역의 화소 수와 면적 값을 사용하여 1차 특징점을 추출하였다. 다음 알고리즘은 1차적으로 특징점을 추출하는데 사용한 알고리즘을 나타낸다.

알고리즘. 1차 특징점 추출 알고리즘

```
if(Count<800 && Count>40)
    if(Area<1200 && Area>50)
        후보영역
```

특징점이 될 수 있는 후보 영역의 크기는 입력 영상의 상태에 따라 변화하므로 입력 영상에서 가장 큰 특징점의 크기보다 작아야 하며, 가장 작은 특징점의 크기보다 커야 한다. 영상이 가장 크게 들어왔을 때와 작게 들어 왔을 때를 고려하여 화소수의 최대값은 800, 최소값은 40으로 설정하였다. Count는 레이블 영역의 화소수를 말하고 Area는 레이블영역의 면적을 의미한다. Count 와 Area는 본 논문에서 사용하는 100 x 100 영상 크기 실험 결과로 구해진 것이다. 이러한 크기 조건의 설정에 의해 처리 할 수 있는 얼굴 영상의 크기가 결정되므로 다양한 크기의 얼굴 영상을 처리하기 위해서는 충분한 크기의 설정이 요구된다. 그림 3은 레이블링 결과에 위의 알고리즘을 적용하여 1차 특징점을 추출한 결과를 보여준다.

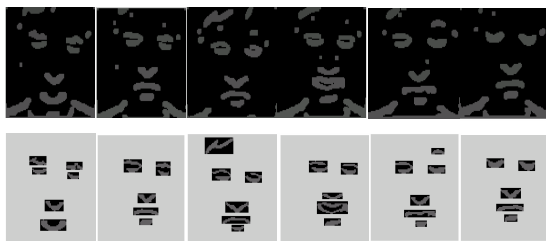


그림 3. 1차 특징점 추출 결과영상

3.3 2차 특징점 추출

1차 특징점 추출로부터 찾아낸 영역에서 정확한 특징점(눈, 입)을 찾아내기 위한 2차 방법으로 누적 히스토그램과 대칭성의 구조적 위치를 고려하여 특징점을 추출하였다. 1차 추출과정을 거치고 나면 눈썹, 코, 입, 턱선 그 외 몇 가지의 잡음이 추출되는데 그 중 눈과 입만을 찾아내는 것은 쉽지가 않으므로 많은 조건을 주어야 한다.

1차 특징점 추출과정을 거친 영상에서 가로방향으로 누적 히스토그램을 구하면 그림 4의 (a)와 같다. 대칭성의 구조적인 관계를 사용하여 특징점을 추출할 수 있다. 얼굴에서 눈과 눈썹은 대칭성을 가지고 있다. 구조적으로 눈썹 아래에 눈이 존재하며 코, 입이 순서대

로 존재하게 된다. 찾아낸 영역에서 대칭성을 가진 부분이 존재하면 눈썹 아래 부분은 눈으로 찾아내고, 코와 입에 있어서 코 아래에 존재하는 히스토그램 영역을 입으로 찾아낸다. 그림 4는 히스토그램과 구조적인 위치 관계로부터의 눈과 입을 추출한 결과 영상을 보여준다.

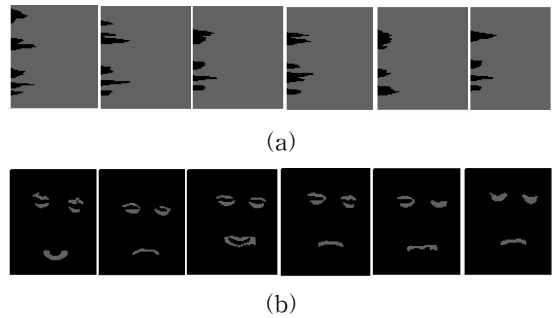


그림 4. 2차 특징점 추출: (a) 누적 히스토그램 (b) 2차 특징점 추출

윗입술과 아래 입술이 떨어져 두개의 히스토그램의 영역을 가질 때를 고려하여 히스토그램의 영역에서 7픽셀 이내의 히스토그램 영역은 같은 히스토그램 영역이라고 판정하고 추출하였다. 여기서 7픽셀은 실험영상을 통해 얻어낸 결과이다.

3.4 특징점의 기하학적 정보

표정 변화에 대한 표정의 특징을 정량적으로 측정하기 위해 추출된 특징점 눈과 입의 크기와 면적, 미간 사이의 거리 그리고 눈에서 입까지의 거리 등 기하학적 정보를 이용한다. 각 표정별로 나누어서 특징점 추출 후 변화거리를 구하여 6가지 표정에 대한 표정의 특징을 추출한다. 그림 5는 특징점 눈과 입에 있어서의 거리 및 면적을 산출하는데 정의한 영상을 보여준다.

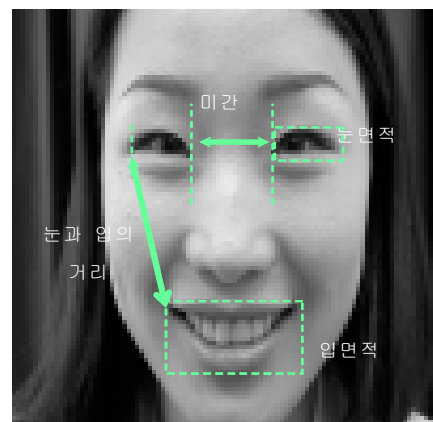


그림 5. 특징점과의 거리 및 면적

IV. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 실험환경은 복잡하지 않은 배경과 일정한 조명, 그리고 동일한 영상크기로써 실험 환경을 제한하였다. 영상 획득 시 커튼을 친 무 배경에서 자연스러운 표정을 획득하였으며 100 x 100사이즈의 영상이다. 실험에서 사용한 영상은 13명의 6가지 표정 영상 78장의 실 데이터 영상과 예일대 2명의 6가지 표정 영상 12장으로 총 90장의 영상을 가지고 실험을 하였다. 표1은 한 사람의 6가지 표정에 대한 눈과 입의 특징점으로부터 기하학적인 거리 및 면적을 보여준다.

표 1. 각 표정별 특징점간의 거리 및 면적

	왼쪽 눈면적	오른쪽 눈면적	입 면적	미간거리	눈과 입의 거리
놀람	226	220	315	15	38.5
웃음	158	153	356	14	29.5
슬픔	140	135	191	14	34
졸림	130	128	168	17	34
무표정	149	146	165	16	35.7
윙크	147	126	178	14	33

실험 결과 2절에서 설명한 각 표정에 따른 특징점의 변화에 대한 특징과 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 놀람 표정은 눈의 면적에 있어 다른 표정과 달리 면적이 크고 눈과 입 사이의 거리가 길어진다. 웃음 표정은 입의 면적에 있어 가장 크며, 슬픔표정, 졸림 표정, 무표정은 비슷하지만 슬픔표정은 졸림표정이나 무표정보다 입의 면적이 차이가 나며, 졸림 표정은 눈이 면적이 가장 작으며, 윙크표정은 한쪽 눈이 감기므로 양 눈의 면적에 있어 차이를 가져오는 결과를 얻을 수 있었다. 본 논문의 실험에서 특징점 추출 시 특징점이 추출되지 않는 결과들이 다소 발생되었다. 이러한 이유로는 입력영상에서 머리카락, 안경 등으로 인해 특징점이 되는 눈 부위의 지나친 가림으로부터 눈의 크기가 작아져서 전처리 과정에서 추출이 되지 않거나 정면이 아닌 측면이나 기울어진 영상의 입력으로 눈 영역과 얼굴 윤곽이 연결된 경우였으며 이는 레이블링 알고리즘의 개선과 입력시의 조명에 관한 개선으로 추출율을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

V. 결론 및 향후 연구 방향

표정 인식은 감성, 생체 신호 및 멀티미디어 신호 연구의 기반이 되며, 얼굴 영역 분리방법의 연구, 강건하고 속도가 빠른 얼굴 인식 방법의 연구뿐만 아니라

얼굴 표정 모델링을 그래픽화 하여 감정을 표현할 줄 아는 컴퓨터, 인간과 대화하는 컴퓨터를 위한 인터페이스에 있어서 많은 발전이 있을 것으로 기대된다. 또한 인구 밀집 지역에 모니터링을 통한 표정 인식으로부터 조기에 테러범들을 파악할 수 있다면 사고예방에도 매우 활용가치가 높을 거라 기대된다.

본 논문에서는 웃음, 슬픔, 놀람, 졸림, 무표정, 윙크 등의 표정에 대하여 눈과 입의 특징점으로부터 기하학적인 거리 정보와 면적을 사용하여 표정인식을 위한 표정 특징 추출을 제안하였다. 본 논문은 얼굴 표정인식을 위해 먼저 구성 요소를 추출하였으며 추출 알고리즘은 기존의 영상 처리 기법 및 얼굴 영상에 관한 지식을 이용하였다. 추출된 특징점의 누적 히스토그램과 구조적인 관계, 기하학적 정보를 사용하여 얼굴의 표정에 대하여 특징을 추출하였다. 향후 얼굴의 많은 특징점들을 가지고 더 다양한 표정에 대한 특징으로부터 표정인식을 위한 연구와 문제점 개선, 실시간 응용을 위한 알고리즘 구현을 위해 앞으로 적응적인 방법이 연구되고, 제안되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] Y. Tian, T. Kanade, and J.F. Cohn, "Recognizing Action Units for Facial Expression Analysis," *IEEE Trans. Pattern Recognition and Machine Intelligence*, vol. 23, no. 2, pp. 97-115, Feb. 2001.

[2] Y. Zhang and Q. Ji, "Active and Dynamic Information Fusion for Facial Expression Understanding from Image Sequences," *IEEE Trans. Pattern Recognition and Machine Intelligence*, vol. 27, no. 5, pp. 699-714, May 2005

[3] R. Chellappa, C.L. Wilson and S. Sirohey, "Human and Machine Recognition of Faces, A Survey," *Proc. IEEE Int'l Conf.* vol. 82, no. 5, pp. 705-740, 1995.

[4] D. Terzopoulos and K. Waters, "Analysis and Synthesis of Facial Image Sequence Using Physical and Anatomical Models," *IEEE Trans. Pattern Recognition and Machine Intelligence*, vol. 15, no. 6, pp. 569-579, June 1993.

[5] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition : Features versus Templates," *IEEE Trans. Pattern Recognition and Machine Intelligence*, vol. 15, no. 10, pp. 1042-1052, Oct. 1993.

[6] 김영일, 이용주, "얼굴피부색, 얼굴특징벡터 및 안면각 정보를 이용한 실시간 자동얼굴검출 및 인식시스템," *정보처리학회논문지B*, 제9-B권, 제4호, pp. 491-500, 2002년 8월.