

고객만족도 피드백시스템을 위한 얼굴감정인식에 대한 연구

강민식*, 송은지**

*남서울대학교 산업경영공학과, **남서울대학교 컴퓨터학과

A Study on Facial Expression Recognition for Customer Satisfaction Feedback System

Min-Sik Kang*, Eun-Jee Song**

*Dept. of Industrial and Management Engineering, Namseoul University

**Dept. of Computer Science, Namseoul University

E-mail : mskang@nsu.ac.kr, sej@nsu.ac.kr

요 약

최근 정보화 사회에 있어 멀티미디어의 향상으로 기술의 중심은 사람에게 맞추어져 가고 있다. 만약 기계가 사람의 감정을 인식하여 그들의 상황을 이해할 수 있다면 감지된 상황에 따라 능동적으로 사람에게 도움을 줄 수 있을 것이다. B2C(Business to Customer) 산업에 있어 효율적인 성과관리를 위해서는 고객이 원하는 서비스 요소를 추론하여 고객이 원하는 서비스를 제공하고 그 결과를 평가하여 지속적으로 서비스품질 및 성과를 향상 할 수 있도록 해야 한다. 그것을 위한 중요한 요소는 고객 만족도의 정확한 피드백인데 현재 국내에는 고객의 만족도 측정에 대한 정량적이고 표준화된 시스템이 열악한 상황이다.

본 연구에서는 B2C산업 서비스 분야에 있어 고객 만족도를 실시간으로 수집 및 분석할 수 피드백 시스템으로서 고객 만족도를 고객의 얼굴감정인식을 이용하여 추론할 수 있는 시스템을 제안하며 효율적인 얼굴감정 인식에 대한 분석을 한다.

1. 서론

현재 국내 B2C(Business to Customer)서비스 산업에서 고객에게 제공하는 서비스에 대해 정성적 또는 정량적 평가가 부족하고, 평가에 따른 프로세스 개선이 이루어지고 있지 않기 때문에 동일한 문제들이 반복적, 주기적으로 발생함으로써 고객의 만족도가 낮으며 궁극적으로 서비스 산업의 경쟁력을 약화시키고 있는 경향이 있다.

경쟁력 제고를 위해서는 고객 중심의 피드백 분석 및 프로세스 개선 및 평가 서비스 체계로의 전환이 시급한 실정이며, 이를 효과적으로 지원하기 위한 지능형 의사결정 지원 도구 개발이 필요한 시점이다.

최근 사람의 음성과 얼굴표정 및 생체데이터를 감지하여 사용자의 감정을 인식하는 휴대폰 및 관련서비스 기술에 관한 연구가 증가하고 있다. 얼굴에서의 감정인식은 현재 연구되어지는 여러 가지 감정인식 중에서 효율적이고 자연스러운 휴먼 인터페이스로 기대되고 있다.

심리학 분야에서도 얼굴 분석과 인식에 대한 연구가 수년간 이루어졌으며 심리학자인 Ekman과 Friesen의 연구에 따르면 사람의 여섯 가지 감정인 기쁨, 슬픔, 화남, 놀람, 혐오, 공포는 각각의 문화에 영향을 받지 않고 공통으로 인식되는 기본 감정으로 분류하였다[1]. 이러한 감정은 얼굴 표정을 비롯하여 뇌파, 맥박, 체온 등 생체 데이터로부터도 인식한다. 감정을 인식하는 휴대폰과 관련된 특허출원이 지속적인 증가세가 이어지고 있으며 이는 IT

산업의 전체적인 방향이 PC중심에서 네트워크 중심을 거쳐 고객 중심으로 가고 있음에 따라, 고객의 행동은 물론 감정, 기호 등을 종합적으로 파악하여 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 중요해지기 때문인 것으로 보인다.

본 연구에서는 B2C 서비스 분야의 고객 피드백 시스템 구성에 있어 얼굴감정인식 기술을 이용한 시스템을 제안하고자 한다.

얼굴감정인식 기술에는 얼굴인식 방법과 감정인식 방법이 사용되는데 본 연구에서는 기존의 방법을 분석하고 가장 효율적인 방법을 도출하고 제안한 방법의 효율성을 실험을 통하여 입증한다. 궁극적으로는 그것을 기반으로 스마트폰과 같은 모바일을 이용하여 서비스를 받은 고객얼굴의 감정을 인식하여 고객 만족도를 추론할 수 있는 피드백 시스템 개발을 목표로 한다.

2. 관련연구

2.1 얼굴인식 원리

얼굴인식은 컴퓨터 또는 모바일의 카메라를 이용하여 입력 영상만으로 사람의 얼굴을 인식하는 것이다. 시스템의 대략적인 과정은 먼저 얼굴 영역을 추출하고 이로부터 다시 매칭 특징을 뽑아낸 후 데이터베이스와의 비교를 통해 얼굴을 인식한다. 미리 얼굴 영상과 신상 데이터베이스를 구축한 후 카메라를 통해 들어오는 영상을 분석하여 데이터베이스의 자료와 비교해 얼굴을 인식한다.

얼굴을 인식하는 방법 중에서도 특징점 기반 방식으로 추출하는 방법은 얼굴인식에서 사용하는 전통적인 방법으로 눈, 코, 입 등 얼굴의 특징을 나타낼 수 있는 곳에 점을 찍고 이 점들 사이의 관계를 이용해 얼굴을 구분하는 방법이다. 일반적으로 많이 사용하는 것이 눈 사이의 거리, 눈썹의 꺾어진 각도, 코의 길이, 입의 크기 등이다. 특징점의 개수나 위치는 정해진 것이 없고 주어진 얼굴 데이터베이스를 잘 구분해내는 정도에서 최소한으로 잡아야 한다. 얼굴인식단계로서 전 처리(preprocessing)과정은 캡처된 이미지를 인식하기 위한 준비 단계이다. 얼굴 색상 분포는 얼굴인식이나 영상인식에서 비슷하게 GSCD (General Skin Color Distribution)로 쓰기도 한다.

캡처된 이미지를 보면 피부색에 대한 색상 발생 빈도가 특정 영역을 중심으로 밀집되어 있다. 입력된 컬러 영상에서 얼굴의 피부 색상만을 추출하기 위해 얼굴 피부 색상과 비슷한 값을 가지는 픽셀의 색상 값은 높은 확률 값을 갖게 하고 그 이외의 색상의 영역은 낮은 확률 값을 갖게 하는 방법이다. 영상처리의 가장 기본적인 기법 중 하나인 이진화(Binary) 기법은 지문인식 기술, 문자인식 기술에서 특정 정보를 추출하기 위한 전 처리 과정으로 영상을 향상시키기 위해 사용된다. 임계 값이란 경계 값이라고 할 수 있으며 특정 정보 추출을 위해 영상의 특징을 나눌 때 기준으로 잡는 값을 말한다.

배경 라벨링은 캡처된 이미지에서 얼굴과 배경을 분리하는 것이다. 즉 라벨링은 입력 영상을 스캔하면서 연결된 성분들을 찾아내어 얼굴 추출에 사용하는 모듈로 위에서 아래로, 좌에서 우로 스캔한다. 얼굴 영역 내에서 얼굴의 특징점을 찾기 위해 얼굴 성분, 즉 눈과 눈썹, 입과 코 후보 영역을 찾아야 한다. 먼저 얼굴이 아닌 배경이 되는 부분을 라벨링 알고리즘을 이용해 찾는다. 다음으로 눈과 눈썹을 찾기 위해 앞에서 설명한 눈과 눈썹 색상을 이용해 가우시안 변환한 이미지와 원본 입력 영상을 그레이 스케일한 이미지를 이용해 연산을 한다. 이로써 우리는 눈과 눈썹 영역을 추출할 수 있다. 입술 영역은 앞서 추출한 눈과 눈썹 영역에 기반한 얼굴성분 요소들의 지형학적 위치 관계를 이용해 입술 후보 영역을 추출한다.

2.2 얼굴감정인식

얼굴인식기술을 이용하여 고객피드백 시스템을 구성하기 위해서는 표정을 구분할 수 있는 감정인식기술이 필요하다. 얼굴인식을 기반으로 하는 감정인식 연구에는 광학적 흐름분석(optic flow analysis), 홀리스틱 분석(holistic analysis),국부적인 표현(local representation) 등이 있다. 과학적 흐름 분석에는 Lien[2]이 얼굴감정인식을 수행하기 위해 광학적 흐름 추정을 통한 얼굴의 모션 분석을 하였다. 또한, 홀리스틱 분석은 얼굴 전체에 대한 분석으로 얼굴 영상들의 통계학으로부터 학습된 데이터 구동커널을 사용한다. 대표적인 방법으로 PCA(principal component analysis), LFA(Local Feature Analysis),LDA(Linear Discriminant Analysis) 등이 연구되어지고 있으며 이와 같은 방법들은 영상집합의 2차 종속성에 근거하지만 고차 종속성에는 민감한 단점이 있다[3][4].

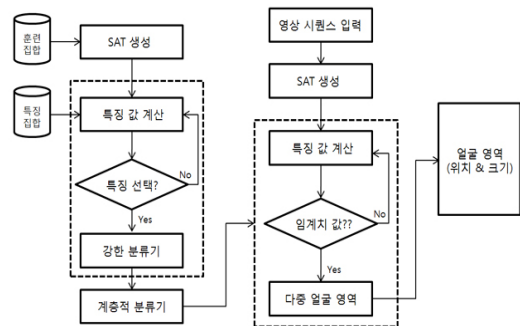
최근에는 ICA(Independent Component Analysis)를 이용

하여 2차 모 멘트뿐만 아니라 고차 모멘트를 고려하는 ICA-basis 표현방법이 연구되고 있으며 국부적인 표현방법으로는 얼굴영상의 세부적인 영역을 다루는 Local PCA, Gabor 웨이블릿 표현방법 등이 있다[5]-[7]. 얼굴 영상은 매우 큰 차원의 공간이므로 PCA방법으로 찾아낸 축소된 저차원 데이터를 가지고 ICA-factorial 표현방법을 적용하여 효율적인 데이터 표현을 위한 통계적 특징벡터를 추출한다 이 방법은 Marian[8]에 의해 얼굴인식에 수행되었고 기존의 eigenface 방법과 fisherface 방법을 적용하는 것보다 우수한 성능을 나타냄을 보고하고 있다. ICA-factorial 표현방법은 얼굴인식에서 ICAbasis 표현방법보다 좀 더 최적으로 표현할 수 있으며, 대규모 학습영상을 다룰 수 있는 장점을 가지고 있다. 인식단계로는 특징벡터들의 유클리디안 거리에 근거한 KNN (K-Nearest Neighbor)알고리즘을 이용하여 유사도를 측정하게 된다 [9][10].

본 논문에서는 기존의 얼굴인식 및 얼굴감정인식 방법을 비교하고 가장 효율적인 알고리즘을 도출하여 고객피드백 시스템에 적용하고자 한다. 효율적인 방법으로서 표정을 구분하는 특징점을 제안하고 이것을 이용하여 AdaBoost 알고리즘을 이용하여 실시간으로 얼굴을 추적하고 표정을 인식하는 방법을 제안한다.

3. 효율적인 얼굴인식 알고리즘 구성

3.1 요구사항 분석 및 설계

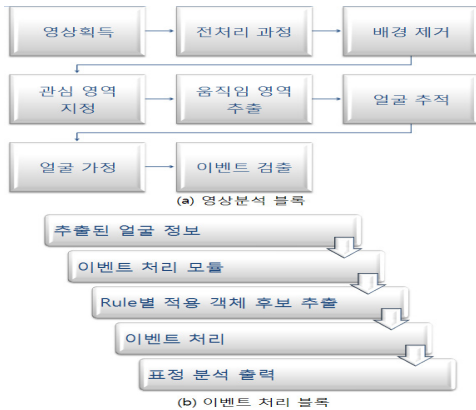


(그림 1) 시스템 구성도

<표 1> 얼굴인식 과정

처리 과정	제공 정보
전처리 정보	Gray Image → Binary Image → Difference Image → Morphology Image
얼굴 인식	AdaBoost algorithm
특징점 추출	점(코너)기반 접근으로 각 특징별 코너 추출.
표정 인식	코너의 방향성과 각도, 거리(움직임의 양), 면적 등의 정보로 표정인식을 가능하도록 함.

얼굴인식 프로그램을 위한 구성도는 그림1과 같고 인식과정은 표1과 같다. 얼굴인식 영상처리 설계는 그림2와 같이 영상분석 블록과 이벤트처리 블록 순서로 구성한다.



(그림2) 영상처리 설계 순서

구체적인 설계 알고리즘은 다음과 같다.

1. 영상획득 : 카메라는 초당 30frame을 지원하고 디지털 컬러 이미지는 3색 컬러 평면으로 구성한다. 알고리즘에서 물체구분과 그림자 영향을 제거하기 위해 RGB(Red Green Blue)를 사용한다.
2. 전처리과정 ①Gray :이진 영상보다는 더 밝은데, 각 화소의 밝기가 여러 단계로 보통 흑백 사진이 이에 해당되며 밝기의 단계는 검정색에서 시작해서 중간에 회색이 있고 마지막에 흰색으로 끝난다. 단계의 수는 양자화 비트 수(n)로 결정된다.②이진화 : 임의의 경계 값(Threshold)을 기준으로 하여 어두우면(작으면) 전부 0으로, 밝으면(크면) 전부 255로 설정한다. Gray 영상이 256단계의 밝기만을 표현해서 나타난 영상이라면, 이진화영상은 0과 1, 즉 완전한 흑과 백으로만 밝기를 표현한다.③차영상 : 두 영상간의 차(빼기) 연산 결과를 취하는 영상. 3채널 영상 → 1 채널 영상 → 차 연산 처리. 실제 결과는 움직이는 부분만 표시된다. ④모폴로지 : 기본적으로 팽창(Dilation)과 침식(Erosion). 통상적으로 영상 내에서 잡음 제거, 또는 구성 요소들의 결합 또는 분리 등의 폭넓은 분야에서 사용된다.
3. 배경제거: 배경영상과 입력되는 영상간의 픽셀 비교를 통해 전경영역 추출을 하여 프로세싱에서 기준 프레임과 현재 프레임을 비교하여 배경을 제거한다.
4. 관심 영역 지정: AdaBoost는 처리방식이 복잡하여 시간이 걸리므로 처리시간을 단축 하도록 관심 영역을 지정하고 부분적으로 처리함으로써 성능을 향상시킬 수 있다. 입력된 영상에서 얼굴 영역을 사각형 혹은 다각형으로 지정하고 개체의 군집 특성을 표본 샘플에 의한 크기로 환산하여 군집의 크기를 계산한다. 분석된 얼굴 정보를 통해 특징점과의 연관관계를 도출하고 이를 근거로 표정을 분석하고 인식이 가능하다.
- 5.움직임 영역 추출: 전경영역은 입력영상과 배경영상의 픽셀 유사도가 높을 경우 전경 영역으로 추출되지 못하는 경우가 있어 구멍이나 영역 끊김 현상 발생하는데 성능을 높이기 위해 Adaboost 사용한다.
6. 얼굴 추적: 영역기반 물체 추적을 실시함. 영상 내 움직

이는 물체의 경우 각 프레임 당 움직이는 거리 및 크기가 크게 변하지 않고 빠른 처리 속도 가능하며 얼굴이 겹쳐지는 경우의 구분을 위해 처음 두 객체 이상의 크기 정보를 가지고 있다가 급격하게 커지는 경우와 얼굴의 개수가 줄어드는 경우의 정보를 합하여 두 개 이상의 객체가 있다고 판단한다.

7. 얼굴 가정: 전경영역을 추출하지 못할 때의 문제를 해결하기 위한 알고리즘으로 AdaBoost 알고리즘을 이용했을 때 순간적으로 벗어난 경우에도 기존 프레임에서 얼굴이라고 인식된 경우 계속해서 인식하도록 가정한다.

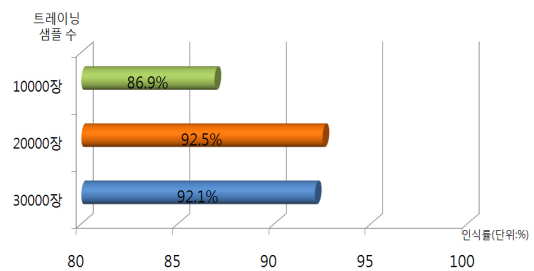
8.이벤트 검출 :얼굴의 특징점을 추출하여 특징점이 관심 영역의 지정된 위치(Line 또는 영역)를 통과하는 경우 검출되는 이벤트가 관심 영역 안에 1초 이상 표정이 기준과 부합되는 경우만 인식한다.

3.2 실험 결과

실험방법으로서는 정면얼굴과 좌우 약15도 정도만 트레이닝시켰으며 샘플수는 약20,000장으로 한다(Positive Image = 8,000장 , Negative Image = 12,000장). 그림 3과 같이 정면과 좌·우 트레이닝 범위내에서 움직인 결과 너무 많이 돌리는 경우를 제외하고는 모두 얼굴을 인식하고 추적하는데 성공하였다. 빠르게 움직여도 인식물에는 변화가 거의 없었으며, 트레이닝 샘플 수가 많아질수록 높은 인식률을 보여준다. 단, 샘플수가 과도하게 많아지면 처리 속도가 느려짐에 따라 샘플 수는 2만개로 제한한다 . 인식률 측정은 영상 1분을 돌려 각 프레임에 사람을 찾은 횟수를 표시한다(초당 30frame이므로 1분은 약 1800frame임). 그림4는 이미지 트레이닝 샘플 수에 따라 달라지는 인식률을 보여주고 있는데 20000장이 넘으면 오히려 인식률이 떨어지는 것을 알 수 있다.



(그림 3) 얼굴인식 결과의 예

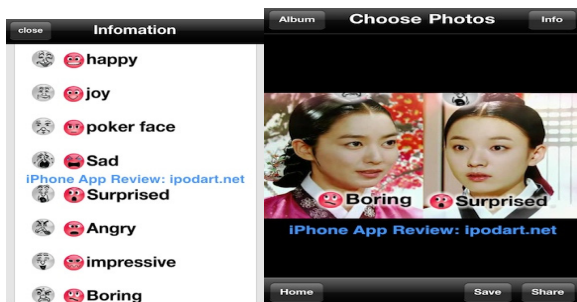


(그림 4) 트레이닝 샘플 수에 따른 인식률

실험 결과의 성능을 일반사진으로 포털사이트 파란의 푸딩 얼굴인식 서비스와 비교한 결과 푸딩 얼굴인식 서비스로서는 인식을 제대로 하지 못했지만 여기서 제안한 방법에 의해 얼굴을 인식할 수 있었다.

3.3 시스템 구현

6개의 기본 감정(기쁨,슬픔,화남,놀람,공포,혐오)에 대해 얼굴 감정 데이터베이스를 구축하고 실험하고 연구한 결과에 의하면 기쁨과 슬픔은 분류하기가 쉽고 놀람과 공포, 화남과 혐오의 감정은 분류하기가 어려운 결과가 나왔다. 서비스 분야에 따라 고객의 감정을 그리 세분화 할 필요는 없을 것이라는 전제하에 6가지 감정을 슬픔,기쁨,화남 또는 놀람 정도로 구분하여 적용하는 것도 실제 시스템 구성시 고려해 볼만하다. 감정표현에 대해서는 세가지 부분(눈썹,눈꺼풀,입)의 표현으로 구분한다[11].



(그림 5) 얼굴감정인식 모바일 어플리케이션 사례

그림 5는 기존에 나와 있는 얼굴표정인식 App의 예이다. 여기서는 얼굴표정을 10개로 구분하였고 단순한 오락용 App이다. 향후 본 연구에서 제안한 얼굴감정인식 시스템을 적용하여 보다 인식률을 높일 수 있는 어플리케이션을 제작하여 이것을 이용해 본연구의 궁극적인 목표인 고객 만족도 피드백 시스템을 구성할 예정이다.

4. 결론 및 향후과제

정보화 사회를 맞이하여 IT기술은 우리의 삶의 방식을 크게 개선시켜가는 가운데 기술의 중심은 여전히 사람에게 맞추어져 가고 있다. 기계가 사람의 감정을 인식하여 그들의 상황을 이해할 수 있다면 감지된 상황에 따라 능동적으로 사람에게 도움을 줄 수 있을 것이다.

IT산업의 전체적인 방향이 PC중심에서 네트워크중심을 거쳐 고객 중심으로 옮겨 감에 따라 고객의 행동은 물론 감정, 기호 등을 종합적으로 파악하여 맞춤형 서비스를 제공하는 것이 중요해 지고 있다. 이에 따라 휴먼 인터페이스에 관한 연구에서 인간의 감정을 어떻게 인식할 수 있는냐가 새로운 주제로 부각되고 있다.

감정인식에서 얼굴은 중요한 정보로서 심리학에서도 얼굴분석과 인식에 대한 많은 연구가 이루어졌으며 일반적으로 기본적인 6개의 감정인 기쁨, 슬픔,화남,놀람,공포,혐오로 분류하고 있다.

국내 B2C 산업에 있어 고객에게 제공하는 서비스에 대해 정성적 또는 정량적 평가가 부족하고, 평가에 따른 프

로세스 개선이 이루어지고 있기 않기 때문에 경쟁력 제고를 위해서는 고객 중심의 피드백 분석 및 프로세스 개선 및 평가 서비스 체계로의 전환이 시급한 실정이며, 이를 효과적으로 지원하기 위한 지능형 의사결정 지원 도구 개발이 필요하다.

본 연구는 얼굴감정인식 기술을 이용한 고객의 만족도를 파악할 수 있는 시스템 구성이 궁극적인 목표이다.

여기서는 기존의 여러 얼굴감정인식 방법을 분석하여 가장 효율적인 알고리즘을 제안하였다. 실시간으로 얼굴을 추적하여 얼굴표정을 인식하는 효율적인 방법으로서 관심영역을 지정한 AdaBoost 방법을 제안하고 구현하였는데 이것은 학습시간이 오래 걸린다는 단점이 있지만 실행속도가 다른 방법에 비해 빠르고 인식률도 높은 편이어서 얼굴표정을 인식하는데 적합한 방법이다. 실험을 통하여 그 효율성을 입증하였다.

향후 과제로서 여기서 제안한 효율적인 얼굴인식 알고리즘을 이용하여 감정인식 프로그램을 완성하는 것이며 또한 모바일등과 같은 시스템을 통해 고객만족도 피드백 시스템을 구현하는 것이다.

참고문헌

- [1] P. Ekman, W. Friesen, "Facial Action Coding System : A Technique for the Measurement of Facial Movement", Consulting Psychologists Press,1978.
- [2] J. Lien, T. Kanade, C. Li, "Detection, tracking, and classification of action units in facial expression", *J. of Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 31, No. 3, pp. 131-146, 2000.
- [3] M. Turk, A. Pentland, "Eigenfaces for recognition", *J. of Cognitive Neuroscience*, Vol. 3, No. 1, pp. 71-86, 1991.
- [4] P. Penev, J. Atick, "Local feature analysis: a general statistical theory for object representation", *Network : Computation in Neural Systems*, Vol. 7, pp. 477-500, 1996.
- [5] P. Belhumeur, J. Hespanha, D. Kriegman, "Eigenfaces vs. fisherfaces: Recognition using class specific linear projection", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 19, No. 7, pp. 711-720, 1997.
- [6] C. Padgett, G. Cottrell, "Representing face images for emotion classification", *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 9, MIT Press. 1997.
- [7] A. Bell, T. Sejnowski, "An information maximization approach to blind separation and blind deconvolution", *Neural Computation*, Vol. 7, pp. 1129-1159, 1995.
- [8] Marian Stewart Bartlett, Javier R. Movellan, Terrence J. Sejnowski "Face Recognition by Independent Component Analysis" *Transactions on neural networks*, VOL.13, No.6, pp. 1450-1464, 2002.
- [9] 이.오.영., 박.혜.영., 최.승.진., "Factorial code 표현법을 이용한 얼굴인식", *한국통신학회논문지* Vol. 26, No. 10B, pp. 1444-1452, 2001.
- [10] T. M. Cover, P. E. Hart, "Nearest neighbor pattern classification," *IEEE Trans. on Information Theory*, Vol. 13, No. 1, pp. 21-27, 1967.
- [11] 한수정 외, "ICA-factorial 표현법을 이용한 얼굴감정인식", *퍼지 및 지능시스템학회 논문지* Vol.13 No.3 pp.371-376, 2003.