비전 기반의 감정인식 로봇 개발

박상성+ 김정년+ 안동규++ 김재연+++ 장동식+
고려대학교 산업시스템정보공학과+ 경민대학교 인터넷비즈니스과++ 동양대학교 전자상거래정보산업학과+++
{hanyul, recog, jang}@korea.ac.kr+ adk1019@kyungmin.ac.kr++ jykim@dyu.ac.kr+++

Development of Vision based Emotion Recognition Robot

Sangsung Park+ Jungnyun Kim+ Dongkyu An++ Jaeyeon Kim+++ Dongsik Jang+
Dept. of Industrial Systems and Information Engineering ,Korea University+
Dept. of Internet Business, Kyungmin College++
Dept. of E-Commerce & Information Industry, DongYang University+++

요 약

본 논문은 비전을 기반으로 한 감정인식 로봇에 관한 논문이다. 피부스킨칼라와 얼굴의 기하학적 정보를 이용한 얼굴검출과 감정인식 알고리즘을 제안하고, 개발한 로봇 시스템을 설명한다. 얼굴 검출은 RGB 칼라 공간을 CIElab칼라 공간으로 변환하여, 피부스킨 후보영역을 추출하고, Face Filter로 얼굴의 기하학적 상관관계를 통하여 얼굴을 검출한다. 기하학적인 특징을 이용하여 눈, 코, 입의 위치를 판별하여 표정인식의 기본 데이터로 활용한다. 눈썹과 입의 영역에 감정 인식 윈도우를 적용하여, 윈도우 내에서의 픽셀값의 변화와 크기의 변화로 감정인식의 특징 값을 추출한다. 추출된 값은 실험에 의해서 미리 구해진 샘플과 비교를 통해 감정을 표현하고, 표현된 감정은 Serial Communication을 통하여 로봇에 전달되고, 감정 데이터를 받은 얼굴에 장착되어 있는 모터를 통해 표정을 표현한다.

1. 서 론

최근 로봇에 대한 관심이 늘어나면서 우리주변에서도 흔하게 로봇을 찾아볼 수 있게 되었다. 청소 로봇, 보안 로봇, 서비스로봇 등 로봇은 다양한 분야에서 인간과 밀접한 관계를 맺고 있다. 그 중에서도 인지부분은 로봇의 지능을 향상시키는 부분으로서 현재 활발한 연구가 진행되고 있는 부분이다. 최근에는 사용자의 감성에 맞는 제품의 시대로 변함에 따라 점점 감성공학을 비롯한 휴먼 기술이 중요한 시대가 되었다[1].이에 따라 로봇의 응용분야도 변화가 초래됐다. 기존에는 생산 현장이나 위험한 장소에서 인간 작업자를 대체하는 역할을 수행해 오던 것에 비해 최근에는 그 활용 영역이 넓어져서 인간이 불편하게 느끼는 동작을 보조해 주는 단계에 이른 것이다. 따라서 사람이 사용하기에 편리한 인간친화적인 인터페이스에 대한 연구가 서비스 로봇이나 재활 공학 시스템 분야에서 진행되고 있는데, 특히 사람이 일상생활에서 사용하는 언어, 음성, 제스처(Gesture), 표정 등 시각, 청각을 중심으로 하는 인터페이스가 활발히 연구되고 있다. 이와 같은 인간-기계 인터페이스의 궁극적인 목적은 사람과 사람이 대화하듯이 사람이 기계를 다루는 것이며, 인간의 감성을 어떻게 측정하느냐가 가장 어려운 문제로 부각되고 있다.

인간은 주변의 모든 상황을 인식할 때 대부분을 시각과 청각에 의존하여 인식한다. 음성을 인식하는 마이크, 또한 사물을 보고, 인지 또는 판단하는 비전 기술 등이 있다. 이 중에서도 로봇의 비전 부분은 상당히 중요하다. 하드웨어의 사양의 향상으로 예전에 가지고 있던 비전분야의 문제인 엄청난 정보량과 속도문제를 많이 해결해 나가고 있다. 이를 바탕으로 로봇은 많은 지능을 가지게 되었는데, 그 기능이 인간을 보조하는 기능으로 설계된 로봇이 많은 것이 현실이다[2]. 로봇은 인간의 얼굴을 검출하는 얼굴검출(Face Detection)과 표정에서의 인간의 표정을 통해 감정을 인식(Emotion Recognition)기술이 필요하다[3][4]. 표정을 인지하기 위한 얼굴검출이 첫 단계이고 검출된 얼굴영역에서 인간이 가지고 있는 표정을 대표적으로 몇 가지 정해서 표현할 수 있게 하는 감정인식 기술이 두 번째이다. 본 논문에서는 인간의 얼굴을 검출하고, 검출된 얼굴에서 표정 특징 인자를 추출하여 감정을 인식하고, 인식된 감정 데이터를 기반으로 감정을 표현하는 얼굴형 감성 지능로봇을 개발 하였다.

2. 제안한 비전 인식 기법

2.1 제안한 얼굴 검출 기법

표정 인식을 위한 전처리 과정으로서 얼굴검색은 중요한 역할을 한다. 본 논문에서는 Image sequence에서 CIElab 색상 공간에 기반 한 Color-based method와 얼굴의 기하학적인 특징을 이용한 Face Filter를 이용한 Spatial feature based detection을 사용하여 얼굴을 검출한다. 얼굴검출에서는 입력되는 Image Sequence의 RGB데이터를 CIElab 색상 공간으로 변환한다. 이렇게 색조공간을 변환함으로써 빛의 성분을 나타내는 I성분을 사용하지 않음으로써 조명에 대한 영향을 줄일 수 있다.

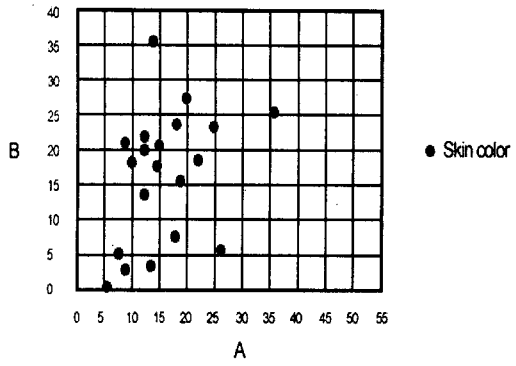

그림 1 . CIElab 색상 공간에서의 스킨 칼라 영역

또한 Color-based 방법은 연산속도가 빠르다. Image Sequence의 입력 데이터에서 다른 픽셀과 상관관계가 없이 pixel 자체의 데이터로 바로 피부 칼라 후보영역의 판단이 가능하기 때문이다. Spatial feature based detection은 피부 색깔후보군으로 정해진 영역에 기하학적인 데이터를 기반으로 한 Face Mask를 이용하여 검증을 실시한다. Face Mask는 얼굴의 좌우 대칭이라는 특징을 이용하고, 얼굴 전체의 픽셀 값의 평균을 이용하여 상관관계를 이용하여 피부 색상 후보영역을 얼굴로서 검출하게 된다.

2.2 제안한 감정인식 방법

우리가 일상생활을 하는데 있어서 얼굴은 매우 중요한 요소다. 우리가 다른 사람들과 많은 시간을 보내는 과정에서 서로의 의견을 나눈다거나 자신의 감정을 전달함에 있어서 얼굴은 중요한 역할을 한다. 심리학에서는 얼굴을 마주보고 하는 상면 대화에서 표정이 매우 중요하다고 알려져 있다. Mehrabian은 메시지의 단지 7%만 순수한 언어에 의해 전달되며 신체 움직임이나 음성과 같은 준 언어(Paralanguage)에 의해서는 38%, 얼굴 표정에 의해서는 55%의 메시지가 전달된다고 보고한바 있다. 이는 얼굴 표정이 사람과 컴퓨터가 자연스런 메시지의 전달을 위해 매우 중요한 인터페이스임을 뜻한다.

비전을 이용한 Emotion Recognition방법으로는 현재에도 다양한 연구가 이루어지고 있다. 이미지를 기반으로 하는 정적표정인식과, 이미지 시퀀스(Sequence)를 이용한 동적인식으로 크게 나눌 수 있다. 정적인 표정인식은 Template Matching 과 Geometric Feature를 이용하는 방법을 주로 이용한다.

인간이 표정을 표현 할 때에는 얼굴의 요소 중 눈과 눈썹 그리고 입을 주로 이용하여 표정을 표현한다. 인간의 표정은 변화를 할 때 다른 표정이 같이 동반되어 나오는 경우가 많다. 그러므로 움직임의 변화를 면밀히 관찰하여 표정을 읽어내야만 한다.

본 논문에서 제시한 감정 인식 로봇에서는 탑재되어있는 USB Camera를 기반으로 이미지 시퀀스를 얻어 인식을 하므로 이러한 정적인 방법은 적당하지 않다. 감정 인식 로봇에서는 이미지 시퀀스에서 얼굴의 움직임의 변화를 추적하여 인식할 수 있는 Emotion Recognition Window를 만들어 윈도우 영역에서 움직임이 감지될 경우 변화량과 각 특징을 찾아낸다. 감정의 판단에 있어서는 Euclidean distance를 이용하여 실험에 의해 정의 되어있는 감정의 클러스터와 가장 가까운 거리를 가지고 있는 감정으로 인식하게 하였다. 찾아진 감정의 종류로는 인간의 기본 6가지 감정 중에서 행복, 놀람 이렇게 2가지의 감정을 인식할 수 있는 로봇 시스템을 구현하였다.

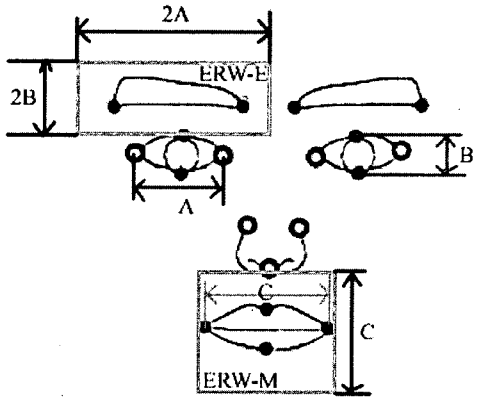

그림 2. 감정 인식 윈도우의 크기와 위치

3. 시스템의 구성

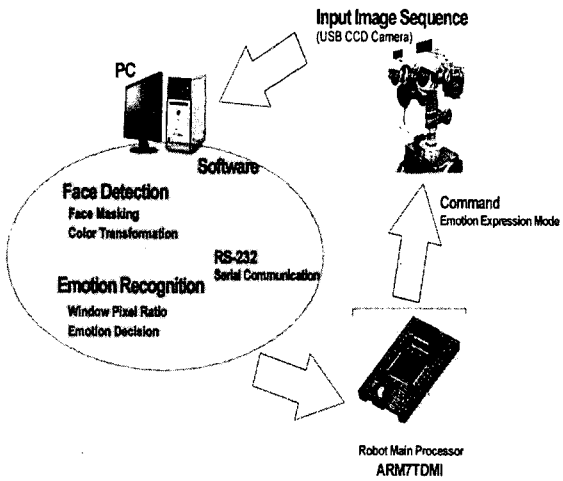

그림 3. 전체 시스템 구성도

본 시스템은 로봇에 탑재되어 있는 CCD 카메라를 이용

하여 입력된 Image Sequence는 얼굴 검출과정을 거친다. 얼굴 과정을 거친 후, 감정 인식을 위한 눈썹과 입의 특징을 이용 감정을 인식하고 인식된 감정데이터는 RS232 Serial Communication을 이용하여 로봇에 전달된다. 전달된 데이터를 기반으로 메인 프로세서인 ARM 보드에 전달되고, 전달된 데이터를 기반으로 RC Servo 모터를 구동하여 사람의 감정을 표현하게 된다.

4. 실험 및 결과

본 논문에서 제시한 감정인식은 실험된 데이터 타입과 유사한 표정을 지어야만 기본표정으로 인식한다. 다음 표는 각 감정에 따른 입모양과 눈썹에 관한 모양을 제시하고 있다. 본 실험에서는 기본6가지 표정 중에 2가지 표정 행복, 놀람에 관하여 실험을 실시하였다.

감정	만족스런 표정
행복	눈썹을 약간 들어 올린다. 입을 수평으로 넓게 만들거나, 입을 동그랗게 벌린다.
놀람	눈을 크게 뜬다. 눈썹을 최대한 위로 들어올린다. 입은 아래위로 길게 벌린다.

표 1. 기본 표정에 대한 만족스러운 실험 표정

감정	행복	놀람
사용자 A	82% (41/50)	92% (46/50)
사용자 B	94% (47/50)	66% (33/50)
사용자 C	90% (45/50)	88% (44/50)
사용자 D	86% (43/50)	84% (42/50)
사용자 E	78% (39/50)	80% (40/50)
사용자 F	88% (44/50)	90% (45/50)
사용자 G	84% (42/50)	86% (43/50)
사용자 H	92% (46/50)	78% (39/50)
사용자 I	88% (44/50)	86% (43/50)
사용자 J	86% (43/50)	88% (44/50)
총 합	86.8%	83.8%

표 2. 기본 4가지 표정에 대한 실험 성공회수

10명의 사용자가 실험을 하였으며 기본표정을 50번씩 표정을 짓고 2초간 대기한 후에 결과를 실험하였다. 실험방법은 사용자에게 원하는 기본 감정을 표현하게 한 다음 다르게 나오는 감정을 실패로 하고 실험을 수행 하였다. 실험표정 2가지에 대한 실험결과는 다음과 같다. 괄호 안의 숫자는 성공과 실패의 횟수를 나타낸다.(성공횟수/시도횟수)

5. 결론

본 연구에서는 사람의 표정을 인식하는 감정 지능형 로봇 시스템을 개발하였다. 이를 위해 얼굴 검출과 감정인식의 방법론에 대해 알아보았으며 비전을 기반으로 로봇 시스템에 대한 방법론도 알아보았다. 인간 친화형 로봇이었기 때문에 디자인 부분도 사람의 형상 보다는 동물의 형상으로 디자인 되었다. 감성 지능형 로봇은 헤드 부분만 만들었기 때문에 차후에, 현재 한창 개발 중인 휴머노이드나 이동 로봇 등에 비전기능을 포함한 지능부분을 가지고 있는 하나의 모듈로서 개발이 가능하기 때문에 발전가능성은 무한하다고 볼 수 있다. 하지만 아직 까진 표정에 대한 객관적인 정보가 많이 부족한 것이 현실이기 때문에, 이 부분에 대한 연구가 더욱 많이 필요하다. 또한 이러한 지능을 가진 로봇은 지능이 축적되어 스스로 응용할 수 있는 지능시스템이 필요하다. 이를 위해서 SVM , Genetic 알고리즘 등을 이용하여 유사도 피드백도 가능하게 만들면 더욱더 훌륭한 인간 친화형 로봇 이 될 수 있을 것이다. 본 논문은 사람의 표정을 인식하여 표현 할 수 있는 감정 표현 로봇시스템에 대한 하나의 모델을 제시할 수 있었다.

참고문헌

[1] 이순요, 양선모, "감성공학", 청문각, 1996.

[2] H. A. Rowley and S. Baluja, "Neural Network-Based Face Detection," IEEE Tran. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol, 20, No.1, pp.23-28, 1998

[3] Mark Rosenblum, Yaser Yacoob, and Larry S.Davis, "Human Expression Recognition from Motion using a Radial Basis Function Network Architecture",IEEE Transaction on Neural Network, vol. 7 , no.5, pp.1121-1138, 1996

[4] F.Hara and H.Kobayasi, "Use of Face Robot for Human-Computer Communication", IEEE Conference on SMC, pp.1515-1520, 1995