

깊이 카메라를 이용한 머리 추적 시스템 구현

안양근, 정광모
전자부품연구원
e-mail:ykahn@keti.re.kr

Head Tracking System Implementation Using a Depth Camera

Yang-Keun Ahn, Kwnag-Mo Jung
Korea Electronics Technology Institute

요 약

본 논문에서는 깊이 카메라를 이용하여 사용자 수에 상관없이 사용자의 머리를 추적하는 방법에 대해 제안한다. 제안된 방법은 색상 정보를 제외한 깊이 정보만을 이용하여 머리를 추적하고, 각각의 사용자에게 따라 깊이 이미지 형태가 다르게 나오는 머리를 실험적 데이터를 통하여 추적한다. 또한 제안된 방법은 카메라의 종류에 상관없이 머리를 추적할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문에서는 Microsoft사의 Kinect for Window와 SoftKinetic사의 DS311을 실험을 진행하였다.

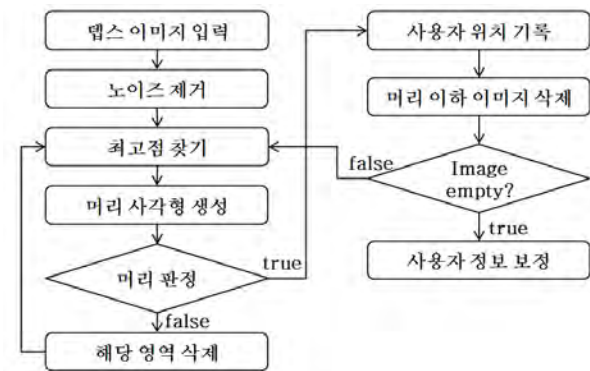
1. 서론

최근 사용자의 콘텐츠에 대한 요구가 기업이 제공하는 다수의 콘텐츠에서 사용자 본인 맞춤 콘텐츠로 변화하였다. 그에 따라 콘텐츠가 제공되는 공간 내에서 사용자 인식은 기본적인 문제가 되었다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 머리 추적을 이용하며 머리를 추적하기 위해 면적 특성을 사용하고 있기 때문에 제약사항을 정의한다.

가정 1. 카메라에 따라 머리와 몸체가 나오는 인식 범위를 설정한다.

가정 2. 사용자가 겹치는 경우 얼굴 이하 상반신이 이미지에 존재해야 인식 대상으로 설정한다.

본 논문이 제안하는 머리 추적 방법은 깊이 이미지의 최고점을 기점으로 머리를 판정하며 이하 이미지 삭제들 통하여 연산량을 최소화 한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 머리 추적 방법의 흐름도를 나타낸다.



(그림 1) 머리 추적 흐름도

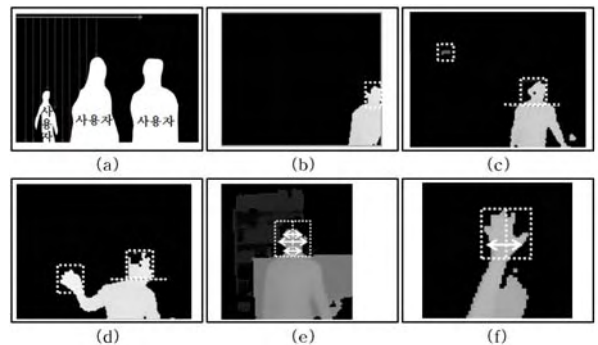
2. 전처리

깊이 이미지는 카메라에 따라 노이즈가 크게 발생하기 때문에 잡음 제거를 수행한다. 본 논문에서 노이즈를 제거하기 위한 연산은 공개 라이브러리 OpenCV에서 제공하는 침식, 팽창 함수를 사용하였다[1][2].

3. 최고점 찾기 및 머리 사각형 연산

그림 2(a)와 같은 방식으로 노이즈가 제거된 이미지에서 물체의 최고점을 찾는다. 최고점의 깊이 정보를 이용하여 머리 추적 사각형을 구한다. 머리는 항상 사람의 최상단부에 위치하고 있기 때문에 해당 사각형 내부의 영역을 머리 판단 후보군으로 설정한다.

최고점의 깊이 정보를 통하여 카메라와 개체 사이의 거리를 연산하고 거리 대비 머리 크기를 거리에 따른 얼굴 길이를 사용하여 사각형의 크기를 연산한다. 실험 거리 사이에 개체가 존재할 경우 선형 보간법을 이용하여 길이를 연산한다.



(그림 2) 머리 판정 과정 (a) 최고점 검색 (b) 시야 경계 위치 (c) 조건2 예외상황 (d) 조건4 예외상황 (e) 얼굴의 좌우 대칭 (f) 손의 좌우 대칭

4. 머리 판정

최고점을 기점으로 생성한 머리 추정 사각형 내부의 이미지가 머리인지 판정하기 위하여 본 논문에서는 다음 6가지 조건을 사용한다.

조건 1. 머리 추적 사각형의 높이와 너비가 같은 값을 가져야 한다.

조건 2. 얼굴 길이가 정의된 최소 길이 이상이어야 한다.

조건 3. 머리 추적 사각형 중앙부에 픽셀이 존재해야 한다.

조건 4. 머리 추적 사각형 중앙 하단부에 픽셀 값이 존재해야 한다.

조건 5. 머리 추적 사각형 내부의 이미지 면적이 머리 추정 사각형 전체 면적의 60% ~ 80% 비율을 가져야 한다.

조건 6. 머리 추적 사각형 내부의 이미지가 80% 이상의 대칭성을 가져야 한다.

조건 1은 그림 2(b)와 같이 카메라의 시야 경계에 추적하고자 하는 대상이 존재할 경우 제외시킨다. 시야 경계에 존재하는 개체는 좌우 대칭성 판정과 같은 이하 연산을 통하여 머리를 판정하기가 어려우므로 머리 후보군에서 제외한다.

조건 2는 최고점의 깊이 정보가 노이즈로 인하여 오차가 발생하거나 처리하지 못한 예외가 발생하여 머리 추적 사각형의 크기 문제가 발생하였을 경우 제외시킨다.

조건 3은 소금 노이즈와 같이 머리 추적의 대상이 아님에도 머리 추적 사각형이 형성되었을 경우 제외시킨다. 그림 2(c)와 같이 배경에 물체가 존재할 경우 조건 2에 의해서 머리 후보군에서 제외된다.

조건 4는 사람은 반드시 머리와 몸통이 이어지는 목이 머리 중앙 하단부에 존재하기 때문에 해당되지 않는 이미지를 제외시킨다. 그림 2(d)와 같이 조건 1 ~ 조건 3은 만족시키지만 머리 추정 사각형 내부의 이미지가 중앙 하단부를 통하여 몸체와 연결되지 않을 경우 제외시킨다.

조건 5는 머리의 면적 특성을 반영하여 머리가 아닌 이미지를 제외시킨다. 조건 5의 경우 사람들의 머리 면적은 편차가 작은 정규분포를 이루고 있다는 가정을 내포하고 있다.

조건 6은 머리는 좌우 대칭성을 가진다는 가정을 바탕으로 머리를 판정한다. 조건 1 ~ 조건 5를 모두 만족시키지만 그림 2(e)의 머리와 같이 좌우 대칭성을 가지지 않는 그림 2(f)의 손바닥과 같은 물체를 제외시킨다.

조건 1 ~ 조건 6은 연산량이 적은 순으로 배열하여 머리를 판정할 때 최저 프레임을 보장할 수 있도록 구성하였다. 그리고 깊이 카메라를 사용하여 머리를 추적할 경우 머리카락은 깊이 정보를 얻을 수 없다. 때문에 템플릿 매칭 등의 형태 기반 판정이 아닌 면적 기반 판정을 사용하였다.

5. 사용자 정보 보정

카메라로부터 입력된 깊이 정보는 노이즈가 발생하여

좌표 값의 오차가 발생할 수 있으므로 보정이 필요하다.

다음 프레임에서의 좌표 보정을 위해 현재 사용자들의 좌표와 머리 반지름을 저장한다. 현재 프레임에서 추적 대상이 되는 머리의 좌표를 보정하기 위하여 유클리디안 거리가 가장 가까운 이전 프레임에서의 좌표를 Brute force 방식으로 일대일 매칭을 진행한다. 본 논문에서는 이전 프레임에서의 정보와 현재 프레임에서의 정보를 8:2로 가중치를 두어 보정하였으며, 보정된 정보를 다음 프레임에서의 보정을 위하여 저장한다.

6. 실험결과

개발 환경은 운영체제 Window7 OS 기반, 개발 툴 Visual Studio 2010에서 개발되었으며, 하드웨어의 구성은 데스크탑 PC Intel i7-2600k CPU, 3.40GB, 8G RAM에서 개발되었다. 카메라는 RGB 해상도 VGA, RGB Frame-Rate 30fps, Depth Sensor 해상도 QQVGA, Depth Frame-Rate 24 ~ 33fps인 SoftKinetic DS311[3]을 사용하였으며 OpenCV 2.4.1, DepthSense SDK를 사용하여 개발하였다.

실험을 통하여 설정한 카메라의 Confidence는 500으로 설정하였고, 최소 인식거리 1.0m, 최대 인식거리 5.5m를 통해 깊이 정보를 0부터 255까지 정규화시킨 깊이 이미지를 사용하였다. 머리 추적 사각형에 머리 판정 조건 2에서의 머리 판정 사각형 한 번의 길이는 30픽셀, 조건 5에서 면적 특성은 머리 추적 사각형의 60%~80%, 조건 6에서 좌우 대칭성은 80%로 설정하였다. 이미지 삭제에서 사람의 두께를 30cm로 설정하였다. 위와 같은 설정의 실험 환경에서 최저 30fps의 성능을 보인다.

7. 결론

본 논문에서는 색상 정보 등과 같은 깊이 정보 이외의 정보를 사용하지 않고 카메라 시야각에 위치하는 모든 사용자의 머리를 추적하는 방법을 제안하였다. 또한 기존의 사람을 추적하는 방식과는 차별화된 방식을 제안함으로써 기존 방식의 조명에 차이에 따른 인식 문제, 인식 인원의 제한 등을 극복하고자 하였다. 향후 연구로 예외 상황 처리를 보강하여 고정된 실험 환경이 아닌 일반적인 환경에서 최저 프레임을 보장하는 머리 추적이 가능하도록 연구를 수행할 예정이다.

참고문헌

- [1] "Mathematical morphology," http://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_morphology
- [2] Intel Corporation. Open Source Computer Vision Library reference manual. December 2000
- [3] <http://www.softkinetic.com>