

어깨선 추출을 이용한 인간 손 영역 탐지 알고리즘 개발

송민국\*, 주영훈\*\*, 박진배\*, 김문환\*

\*연세대학교 전기전자공학과, \*\*군산대학교 전자공학부

Hand Detection Using Extraction of Shoulder Edge

Song Min Kook\*, Joo Young Hoon\*\*, Park Jin Bae\*, Moon Hwan Kim\*

\*Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University

\*\*School of Electronic and Information Engineering, Kunsan National University

**Abstract** -색상 기반 손 탐색 알고리즘은 색상과 움직임 정보만을 사용하기 때문에 근처에 다른 사람의 손이 오는 경우 이를 구분하지 못하는 단점을 가진다. 본 논문에서는 이를 극복하기 위해 어깨선 추출을 이용한 보다 정확한 손 위치 파악 알고리즘을 개발하였다. 어깨선 추출 알고리즘은 목 바로 아래 어깨 점을 시작으로 원형의 탐색 공간을 각 원형으로 돌아서면서 탐색을 하는 방법으로 어깨선을 추출한다. 이때 탐색 영역안의 각각의 각들은 임의의 영역을 가진다. 이 영역들에서 우리가 정의한 에너지 함수에 의해서 에너지 값을 계산하게 된다. 최종적으로 에너지 값이 가장 큰 각으로 어깨선을 추출해 나가는 방법을 취한다. 이러한 알고리즘을 이용하여 실제 동영상 내에서의 어깨선 추출을 실험하고 제안된 알고리즘의 우수성을 증명한다.

1. 서 론

인간의 움직임 추출은 다양한 응용 프로그램에서 널리 사용되는 중요한 기술 중에 하나이다[1]. 인간의 움직임 추출은 두 가지 방법으로 이루어진다. 먼저 고정된 센서를 통해 얻어지는 인간의 영상에서 사람의 위치와 움직임을 파악하는 방법이다. 고정된 센서를 통해 얻어지는 정보를 분석하는 하나의 중앙 컴퓨터를 이용하여 인간의 움직임을 추출하는 방법이다. 이 방법은 정확한 인간의 움직임을 추출할 수 있지만, 매우 제한된 환경에서 적용가능하며, 또한 정확하고 성능이 우수한 장비가 동반되어야 가능하다. 다른 방법으로는 인간의 동영상 속에서 인간의 움직임을 추출하는 방법으로, 전자의 방법과는 다르게 중앙 컴퓨터가 따로 필요하지가 않다. 따라서 지금 현재 활발히 연구가 진행되고 있다[2-10].

동영상을 통한 인간의 움직임 추출은 다양한 상황에서 인간의 위치를 인식하고 인간의 몸과 손 그리고 발의 위치를 정확히 파악하는 것으로 현재 많은 연구가 이루어지고 있는 연구 분야 중 하나이다. 동영상을 통한 인간의 움직임 추출 기법은 크게 배경의 종류에 따라 두 가지로 나뉜다. 가장 일반적으로 연구되고 있는 움직임 추출 기법은 정 단순한 정적인 배경에서의 움직임 추출이다. 정적인 배경에서의 움직임 영역 추출은 그 성능이 좋고 수행하기 쉽기 때문에 많은 연구들이 이루어지고 있다. 하지만 정적인 배경의 경우도 복잡한 배경을 가진 환경에서는 그 추출이 쉽지가 않다. 또 다른 움직임 추출의 연구 방향 중에 하나로 동적인 배경에서의 움직임 영역 추출 기법이 있다[3-5]. 동적인 배경에서의 움직임 추출 기법은 정적인 배경에서의 움직임 추출보다 수행이 어렵고 그 성능이 떨어지기 때문에 많은 연구가 필요한 실정이다[6-8]. 특히 정적인 배경에서의 움직임 추출은 다양한 분야에서 직접 응용이 가능하기 때문에 더욱더 연구의 필요성이 증대되고 있다.

정적인 배경에서의 움직임 추출에 있어서 가장 기본적인 두 가지 정보인 영상의 spatial gradient 정보와 영상간의 temporal gradient 정보를 이용한 hybrid 실루엣 추출 기법이 개발 되었다[9]. 인간의 움직임 영역을 추출하기 위해서는 인간의 신체 구조적 정보를 이용하는 것이 효율적이다. 이는 움직임 영역 탐색 시 탐색 공간을 줄여줄 수 있는 중요한 정보이다. 인간의 신체 구조적 정보로 가장 많이 활용되는 형태가 skeleton 모델이다[10]. 사람마다 각 신체비가 다르기 때문에 이를 보완하기 위해 active skeleton 모델이 제안 되었다[9]. 손과 같이 움직임 정보가 움직임 정보가 많은 곳은 실루엣 정보가 정확하지 않고 active skeleton 모델을 이용해도 정확한 손의 위치가 동정되지 않기 때문에 손 탐색을 위한 추가적인 알고리즘 개발이 필요하다. 색상 기반 손 탐지 기법은 손의 피부색을 이용하는 방법으로 그 기법이 간단하다[10]. 제한된 상황에서의 피부색을 탐지하기 위해서 새로운 색상 정보를 사용하였다. 두 손의 정보가 담긴 영상의 히스토그램을 만들고 두 손이 겹치지 않고 있다는 가정 하에 몸 중앙을 중심으로 양쪽으로 가로 방향의 히스토그램과 세로 방향의 히스토그램을 만들고 mean shift 탐색 기법을 사용하여 가장 피부색 정보가 많은 부분을 손이라 판단한다.

색상 기반 손 탐지 알고리즘은 색상과 움직임 정보만을 사용하기 때문에 근처에 다른 사람의 손이 오는 경우 이를 구분하지 못하는 단점을 가진다. 또한 주위의 배경의 색이 사람 신체의 색과 유사한 경우 그 성능이 떨어진다. 이러한 단점을 해결하기 위해서 본 논문에서는 어깨선 추출을 이용한 보다 정확한 손 위치 탐지 알고리즘을 개발하였다. 어깨선을 이용한 본 논문의 알고리즘은 보다 강한 손 영역 추출을 가능하게 하였다. 2장에서 우

리가 개발한 알고리즘에 대해 살펴보고, 실험을 통하여 제안된 알고리즘의 성능을 시험하였다. 그리고 3장에서 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 본 론

2.1 어깨선 추출을 이용한 손 영역 탐지 알고리즘 개발

색상 기반 손 탐지 알고리즘만을 이용하여 손의 움직임을 추출할 경우 주위의 배경이나 사물의 움직임에 큰 영향을 받게 된다. 특히 다른 사람의 움직임이 함께 나타나는 경우 정확한 손 영역을 추출할 수가 없다. 이를 위해 어깨선 추출을 이용한 손 영역 탐지 알고리즘을 개발한다.

본 논문에서 제안하는 알고리즘의 순서는 다음과 같다.

단계 1. Hybrid 실루엣 추출 기법[9]과 Active skeleton 모델[10]을 이용하여 영상에서 사람의 몸 영역을 추출하고 이를 기반으로 Skeleton 모델을 생성한다. Skeleton 모델은 각 신체구조비를 통해 얻어진 초기점을 기준으로 에너지 함수의 값을 최소로 하는 최적의 특징점을 찾아 생성한다. Active Skeleton 모델에서는 15개의 특징벡터와 13개의 각 특징 벡터간의 거리로 표현 된다. 인간의 몸 내부의 점들은 움직임이 작기 때문에 비교적 정확히 동정된다.

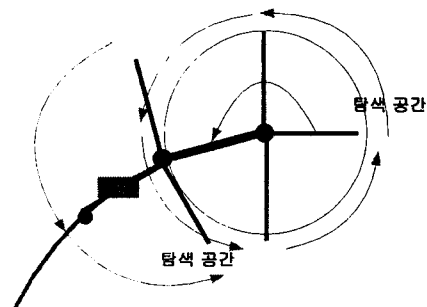
단계 2. Skeleton 모델에서 목 바로 아래 어깨 점을 시작으로 하여 그림 1과 같이 원형의 탐색 공간을 잡는다. 이 원형의 탐색공간을 돌아다니다가 탐색을 하는 방법으로 어깨선을 추출한다. 원형의 탐색 공간을 잠금으로써 어깨선 추출 시에 발생하는 오차와 입력되는 데이터가 가지는 내부적인 오차에 강인하게 된다.

단계 3. 탐색 영역안의 각각의 각들은 그림 2에서와 같은  $R_1$ 과  $R_2$ 영역을 가진다. 우리가 구하고자 하는 어깨선을 따라 탐색해 가면서 어깨선 위의 모든 영역에 대해서 탐색하기 위해서 이러한 탐색 영역 설정법을 개발한다. 각각의 영역에서 우리가 정의한 에너지 함수에 의해서 에너지 값을 가지게 된다. 우리가 정의한 에너지 함수는 다음의 식 (1)과 같다. 다음과 같은 에너지 함수를 설정하면 각각의 영역  $R_1$ 과  $R_2$ 에 대해서 어깨선으로부터의 거리와 지금 탐색되고 있는 구간과의 거리에 따라 가중치를 부여하게 되어 우리가 추출하고자 하는 어깨선을 비교적 정확히 추출할 수 있다.

$$s = \left( \sum_{v \in R_1} f(x) - \sum_{v \in R_1} f(x) \right) / r + \sum_{v \in L} f(x) \quad (1)$$

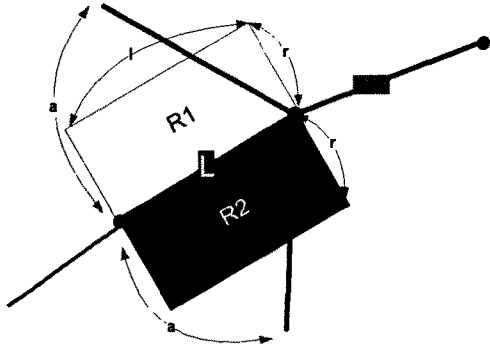
여기서  $l$ 과  $r$ 은 그림 2에서 표시한 각각의  $R_1$ 과  $R_2$ 영역의 가로, 세로의 길이이다.  $f(x)$ 는 우리가 추출한 Skeleton 모델의 추출 점과의 거리이다.

단계 4. 최종적으로 에너지 값이 가장 함수의 값이 가장 크게 계산되는 것으로 탐색을 해나가면서 어깨선을 추출 하게 된다.



<그림 1> 어깨선 추출 탐색 공간

기본적으로 Snake 알고리즘과 유사하며 에너지 함수를 최소화 시키는 점을 찾는 방향으로 탐색이 진행된다. 이러한 3단계를 거쳐 탐색이 진행되고 우리가 원하는 어깨선이 추출한다. 추출된 어깨선과 Skeleton 모델의 특징점들을 이용하면 손의 위치가 파악된다. 추출된 어깨선과 우리가 시작한 목 아래 어깨 점을 이어 연결하고 어깨선이 끝나는 곳이 바로 우리가 구하고자 하는 손의 영역이 된다. 색상 기반 손 탐지 알고리즘은 손의 위치와 어깨의 위치를 가지고 팔꿈치의 위치를 임의로 계산하는 방식이지만, 우리가 제안한 방법의 경우에는 어깨선 추출 과정에서 팔꿈치 영역까지 바로 추출해 낼 수 있다. 또한 제안된 방법을 사용할 경우 주위 사물의 색상이나 움직임에 상관없이 우리가 구하고자 하는 손의 움직임을 추출할 수 있게 된다.



〈그림 2〉 에너지 함수 영역

**2.2 시뮬레이션 결과**

실험을 통해 제안된 어깨 라인 추출 알고리즘의 성능을 평가하였다. 평가 자료는 총 11개의 웨버를 통해 얻어진 동영상 상을 사용하였으며 1인 동영상 상을 7개이다. 성능평가 결과 71.6% 정도의 어깨선 추출을 성공할 수 있었다. 이 결과가 의미하는 바는 74% 정도의 정확한 손 위치 파악이 가능하다는 것을 의미하며 이를 통해 보다 정확한 정적인 배경에서의 움직임 추출이 가능하다는 것을 의미한다. 그림 3, 4는 어깨선 추출 실험 영상을 나타낸다. 상기의 그림에서 보듯이 어깨선이 잘 추출되고 이를 통해 손의 위치를 쉽게 파악할 수 있음을 확인할 수 있다. 그림의 결과에서 보듯이 사람의 어깨에서 시작하여 손의 시작 부분까지의 추출선이 정확하게 추출되고 이를 통해 우리가 원하던 손의 영역 탐지를 할 수 있게 된다.



그림 3 어깨선 추출의 결과

〈표 1〉 어깨선 추출 성능 평가 결과

구분	얼굴 인식 성공한 영상	어깨선 추출 성공 영상	추출 성공률
1인 동영상	380	272	71.6%



〈그림 4〉 어깨선 추출의 결과

**3. 결 론**

정적인 배경에서의 움직임 추출에 있어서 색상 기반 손 탐지 알고리즘은 색상과 움직임 정보만을 사용하기 때문에 근처에 다른 사람의 손이 오는 경우 이를 구분하지 못하는 단점을 가진다. 이러한 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는 어깨선 추출을 이용하여 보다 정확한 손 위치 파악 알고리즘을 개발하였다. 제안된 알고리즘은 추출된 인간의 몸 영역의 목에서 시작하여 왼쪽으로 돌아가면서 탐색을 하는 방법으로 어깨선을 추출하였다. 이 영역들에서 우리가 정의한 에너지 함수에 의해서 에너지 값을 계산하게 된다. 최종적으로 에너지 값이 가장 큰 각으로 어깨선을 추출해 나가는 방법을 취하였다. 우리가 제안한 알고리즘의 우수성을 입증하기 위하여 실제 동영상 내에서의 어깨선 추출을 실험하였고, 그 우수성을 입증하였다.

**감사의 글 :** 본 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2005-042-D00268)

**〈참 고 문 헌〉**

- [1] J. K. Aggarwal and Q. Cai, "Human Motion Analysis: A Review," Computer Vision and Image Understanding, pp. 428-440, 1999
- [2] B. Fan, Z.-F. Wang, "Pose estimation of human body based on silhouette images," International Conference on Information Acquisition Proceedings., pp. 296-300, June, 2004.
- [3] Haritaoglu, R. Cutler, D. Harwood and L. Davis, "Backpack: Detection of people carrying objects using silhouettes," Computer Vision and Image Understanding, pp. 385-397, No. 3, 2001
- [4] Haritaoglu, D. Harwood, and L. Davis, "A real time system for detection and tracking people" Journal of Image and Vision Computing, 1999.
- [5] Haritaoglu, D. Harwood and L. Davis, "Who? When? Where? What? A Real Time System for Detecting and Tracking People", Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 222-227, 1998.
- [6] Blake, M. Isard, and D. Reynard, "Learning to track curves in motion of contours," Artificial Intelligence, pp.101-133, 1995
- [7] Anderson, P. Burt, and G. van der Wal, "Change detection and tracking using pyramid transformation techniques," In Proceedings of SPIE - Intelligent Robots and Computer Vision, Vol 579, pp. 72-78, 1985
- [8] J. Barron, D. Fleet, and S. Beauchemin, "Performance of optical flow techniques," International Journal of Computer Vision, pp.42-77, 1994.
- [9] 김문환, 박진배, 주영훈, 조영조, 지수영, 김혜진, "지능형 로봇 시스템에서 하이브리드 실루엣 추출 방법을 이용한 인간의 몸 추출" 한국 퍼지 및 지능시스템학회 추계학술대회, pp. 257-260 2005
- [10] 김문환, 박진배, 주영훈, 조영조, 지수영, 김혜진, "적용 뼈대 모델을 이용한 인간의 특징점 추출" 한국 퍼지 및 지능시스템학회 추계학술대회, pp. 257-260 2005