

형상 분해를 이용한 손동작 인식

최준영 박종일

한양대학교

hooeh@mr.hanyang.ac.kr jipark@hanyang.ac.kr

Hand Gesture Recognition Using Shape Decomposition

Choi, Junyeong Park, Jong-Il

Hanyang University

요약

본 논문에서는 형상 분해(Shape Decomposition)를 이용한 손동작 인식 방법을 제안한다. 형상 분해 방법을 손동작 인식에 적용함으로써 다양한 동작에 대해서 유연한 인식이 가능하며, 기존의 형상 분해 방법을 손 형상 분해에 적합하게 효율적으로 개선함으로써 실시간 연산이 가능하도록 하였다.

1. 서론

대부분의 손동작 인식 방법은 크게 2가지로 분류 된다. 첫 번째는 3D모델 기반 방법이다. 3D모델 기반 방법은 다양한 동작에 대한 유연한 인식이 가능하지만, 복잡한 연산 때문에 실시간 연산이 힘들다는 단점이 있다. 두 번째 방법은 데이터베이스 기반의 방법이다. 데이터베이스 기반의 방법은 현재 들어오는 입력과 보유하고 있는 데이터베이스 사이의 비교를 통해서 동작을 인식한다. 이러한 인식 방법은 입력 동작이 데이터베이스에 포함 되어 있지 않다면 인식이 불가능하기 때문에 3D모델 기반 방법에 비해 유연한 인식이 힘들고, 인식하려는 동작의 수에 비례해 데이터베이스가 커진다는 단점이 있다. 이러한 데이터베이스의 커짐은 인식 과정에서의 혼란과 연산 시간의 증가를 가져온다.

본 논문에서는 형상 분해(Shape Decomposition)를 이용한 손동작 인식 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 컬러 모델과 거리 변환(Distance transform)을 이용해서 입력 영상으로부터 손 영상을 얻고, 형상 분해를 이용해서 손 영상으로부터 손가락과 손바닥을 분리한다. 마지막으로 손가락들의 정보를 이용해서 현재의 손동작을 인식한다. 제안하는 방법은 형상 분해 방법을 이용함으로써 대용량의 데이터베이스를 요구하지 않으며, 데이터베이스 기반의 방법과 비교해서 다양한 동작들에 대한 유연한 인식이 가능하다.

인식의 방향으로 뻗어 있는 손가락을 손바닥으로부터 분리하려면 복잡한 연산이 필요하기 때문에, 제안하는 방법은 입력 영상으로부터 손 영상을 찾는 과정에서 손가락들이 일정한 방향으로 최대한 정렬 되도록 하여 분리 과정에서의 복잡한 연산을 제거 하였으며, 기존의 복잡한 형상 분해 방법을 손 형상 분해에 최적화함으로써 빠른 연산이 가능하도록 하였다.

2. 손 영역 검출

본 논문에서는 일반화된 통계학적 색상 모델(Generalized

statistical color model)[1]을 이용해서 입력 영상으로부터 살색 영역을 검출 하고, 거리 변환을 이용해서 배경을 제거함으로써 손-팔 영역을 얻는다(그림 1. (a)-(d))[2]. 여기서 손-팔 영역이란, 영상 안에 보이는 손과 팔의 앞부분을 포함하는 영역을 뜻한다. 그림 1. (d)는 최종적으로 검출된 손-팔 영역이다.

검출된 손-팔 영역으로부터 손 영상은 다음과 같은 과정을 통해서 얻는다. 여기서 손 영상이란 그림 1. (j)-(l)과 같이 손가락과 손바닥만을 포함한 일정 크기의 영상을 뜻한다.

- 손-팔 영역의 윤곽선에 최소 자승법을 이용한 라인 피팅(line fitting)을 적용함으로써 구한 손-팔 영역의 방향과 수직 방향의 선들이 손-팔 영역의 윤곽선과 만나는 두 점들을 구하고 그 두 점들 사이의 거리를 구한다(손-팔 영역의 윤곽선: 그림 1. (e), 손-팔 영역의 방향: 그림 1. (f)의 초록색 선, 두 점들 사이의 거리: 그림 1. (g)).
- a에서 구한 두 점들 사이의 거리들을 이용해서 손목의 위치를 찾고, 손목의 위치로부터 손과 팔목의 영역을 분리한다. 여기서 그림 (f)와 (g) 사이의 파란 회색표로 표시한 부분을 보면 알 수 있듯이, 손목의 위치는 두 점의 거리가 일정해지기 시작하는 부분이다(손목의 위치: 그림 1. (h)).
- 마지막으로 손목의 길이와 손의 방향 정보를 이용해서, 그림 1. (i)의 손 영상을 구한다. 본 논문에서는 구한 손 영상을 일정한 영역으로 맵핑한 영상을 이용해서 형상 분해를 행한다.

3. 형상 분해를 이용한 손동작 인식

본 논문은 손동작을 인식하기 위하여 형상 분해 방법을 이용한다. 제안하는 방법은 Morese function에 기반해 손을 분해한다. 그림 2.

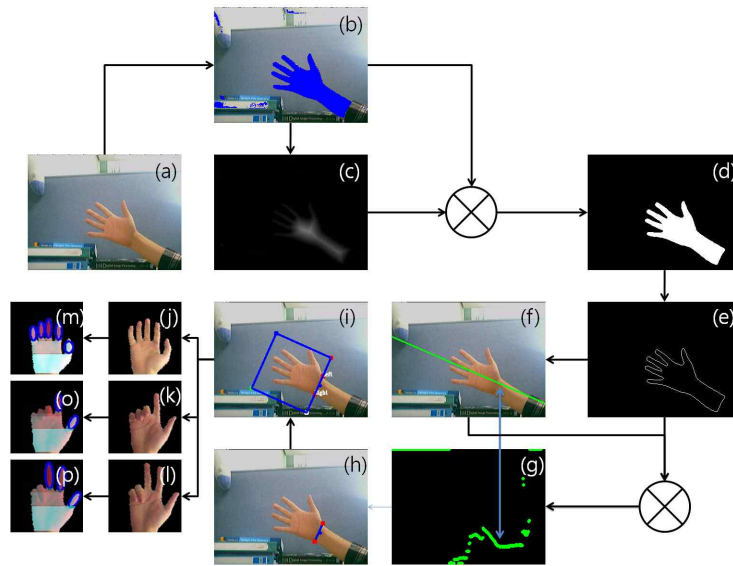


그림 1. 손동작 인식 과정 흐름. (a) 입력 영상, (b) 살색 영역, (c) 거리 변환 결과, (d) 손-팔 영역, (e) 손-팔 영역의 윤곽선, (f) 손-팔 영역의 방향(초록색 선), (g) 손-팔 영역의 방향과 직교한 방향으로의 너비, (h) 손목, (i) 검출된 손 영상, (j-l) 일정한 영역으로 맵핑된 손 영상, (m-p) 형상 분해를 통해 분해된 손 영상.

(a)와 같은 손 영상이 입력으로 들어오면, 그림 2. (b)의 빨간색 선 방향으로 진행하면서 빨간색 선 방향의 수직인 방향으로 손 영역의 화소들의 연결된 수를 센다. 즉, 그림 2. (b)의 h_1 하단 부분은 1을, h_1 과 h_2 사이는 2를 저장한다. 빨간색 선 방향으로 진행하면서 연결된 수가 변할 때마다 빨간색 선 방향과 수직인 방향으로 손 영상을 분리한다. 그림 2. (b)는 분리된 결과이다. h_1 하단 부분은 연결된 수가 1이었으나, 그 상단부분은 2이기 때문에 h_1 로 분리된 것을 확인할 수 있다. 분리된 손 영상의 조각들은 다음과 같은 과정을 통해서 연관 관계를 따지고 연결하거나 분리한 채로 둔다.

- a. 나뉜 손 영상 중 임의의 두 조각을 연결한다. 연결된 조각의 윤곽선에 최소 자승법을 이용한 라인 피팅을 적용해서 구한 연결된 조각의 방향과 수직인 방향으로 연결된 조각의 화소들의 중심점들을 구한다(연결된 두 조각: 그림 2. (c)의 흰색, 연결된 조각의 방향: 그림 2.(c)의 빨간색 선, 연결된 조각의 방향과 수직인 방향: 그림 2. (c)의 초록색 선, 화소들의 중심 점: 그림 2. (c)의 검은색 점).
- b. a에서 구한 중심점들에 대해서 다음과 같은 연산을 행한다.
 - b-1. 해당 중심점과 주변 중심점들에 최소 자승법을 이용한 라인 피팅을 적용해서 해당 중심점의 기울기를 구한다.
 - b-2. 중심점의 기울기에 수직인 방향으로 연결된 조각의 너비를 구한다.
- c. b 과정에서 구한 너비가 급격하게 변하는 구간이 존재한다면 연결했던 두 조각을 다시 분리한다. 그러한 구간이 없다면, 두 조각을 연결된 채로 둔다.
- d. a~c의 과정을 더 이상 연결할 조각이 없을 때까지 반복한다.

위의 과정의 결과는 그림 2. (d)와 같다. 연관 관계에 따라서 연결된 조각들 중에서 세로로 긴 조각을 찾으면 그림 2. (e)와 같이 손가락들이 검출이 된다. 제안한 방법은 손가락이 검출 여부와, 검출이 되었다면 그 길이에 따라서 손동작을 결정한다.

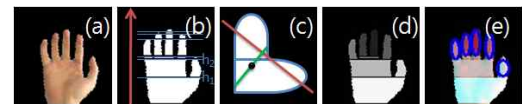


그림 2. 손 모양 분해. (a) 손 영상, (b) 손 조각 영상, (c) 연관 관계 계산 과정, (d) 결합된 손 조각 영상, (e) 손가락 검출.

4. 결론

본 논문에서는 형상 분해를 이용한 손동작 인식 방법을 제안하였다. 형상 분해를 이용함으로써 대용량의 데이터베이스 없이도 다양한 손동작을 인식 할 수 있으며, 또한 손가락을 모두 폈는가 약간 구부렸는가 등의 손가락 길이도 인식 할 수 있었다. 제안한 방법은 손동작을 이용한 다양한 응용에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(문화체육관광부)의 재원으로 체육과학 연구원의 지원을 받아 수행된 연구임(No. E101-2009-10)

참고 문헌

[1] M. J. Jones and J. M. Rehg, "Statistical color models with application to skin detection," Proc. of CVPR'99, pp. 1274 - 1280, 1999.
 [2] J. Choi, B. Seo, and J. Park, "Robust Hand Detection for Augmented Reality Interface," Proc. of VRCAI'09, 2009.