



실시간 손 모양 인식을 위한 외곽선검출기반 SO불변모멘트에 대한 연구

A Research on SO-Moment Invariants Based on Edge Detection for Real-time Hand Shape Recognition

저자 (Authors)	박중현, 강대성 Jung-Hyun Park, Dae-Seong Kang
출처 (Source)	Proceedings of KIIT Summer Conference , 2014.5, 38-41 (4 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보기술학회 Korean Institute of Information Technology
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06086087
APA Style	박중현, 강대성 (2014). 실시간 손 모양 인식을 위한 외곽선검출기반 SO불변모멘트에 대한 연구. Proceedings of KIIT Summer Conference, 38-41.
이용정보 (Accessed)	광운대학교 128.134.57.*** 2018/05/08 02:59 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

실시간 손 모양 인식을 위한 외곽선검출기반 SO불변모멘트에 대한 연구

박중현*, 강대성*

A Research on SO-Moment Invariants Based on Edge Detection for Real-time Hand Shape Recognition

Jung-Hyun Park*, Dae-Seong Kang*

"이 논문은 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.
(No.2011-0011735)"

요 약

이 논문은 실시간 처리 가능한 손 모양 인식 알고리즘을 제안한다. 손 영역의 검출을 위해서 RGB영역을 조명변화에 안정적인 HSV영역으로 변환한다. 그 후 가우시안 전처리 과정으로 잡음을 제거하고, 검출한 손 영역은 Canny-edge를 이용해 외곽선 획득과정을 거친다. 외곽선 영상을 이용해 Hu불변모멘트 특징값들을 산출하고, 그중 손가락의 변화에 민감한 Skewness 불변모멘트의 값을 강조한다. Orientation 불변모멘트로 왼쪽 오른쪽 손의 방향 정보를 획득한다. 획득한 불변 모멘트 특성값들은 BP 인공신경망을 통해 분류되어 손의 모양이 어떤 상태인지 판단하게 된다. 그 결과 6개 모양에 대한 평균 인식률은 96.26%였으며, Frame 당 처리시간은 0.037sec의 성능을 보였다.

Abstract

This paper propose the hand shape recognition algorithm which can be calculated in real-time. To detect the hand region, transform the RGB region into the HSV region that has the stable feature at light changing. And then, erase the noise by preprocessing and obtain the edge image using Canny-edge. Feature values are calculated by Hu-moment invariants. The values are emphasized by Skewness MI which is sensitive at the hand shape changing. Orientation MI is used for distinguish between left and right. MI features are classified by BP artificial neural networks. The result of the recognition rate shows 96.26% and the processing time shows 0.037sec.

Key words

hand detection, inner labeling, canny edge, moment invariants, orientation moment, neural networks

* 동아대학교 전자공학과

1. 서 론

카메라의 성능과 컴퓨터의 연산능력이 발전함에 따라 복잡한 영상처리가 필요한 손인식의 기능이 증가하는 추세지만 세부적 인식에서 성능이 제한적이다[1]. 이번 연구의 목적은 다양한 손가락 변화 영상을 분류, 인식하고 실시간 처리를 통해 다양한 환경에서 적용할 수 있게 제작하는 것이다. 기존의 불변모멘트는 특성 추출을 위해 많은 연산이 필요하다. 이번 연구로 Skewness 관련 특성값의 조합으로 손 모양을 검출해 연산을 줄이고, 기존의 방향변화에 따른 정보를 분별하지 못하는 문제를 해결하기 위해 Orientation 모멘트를 사용한다. 이 방법을 통해 향후 더 복잡한 영상의 특징점을 추출할 때에도 손쉽게 적용하는 것을 기대할 수 있다.

II. 관련 이론

2.1 Canny 외곽선 검출

Canny 외곽선 검출 알고리즘은 관련 외곽선을 연결시키는 특징이 있으며, 연결 강도를 변화시켜 외곽선의 검출 결과를 조절할 수 있다[2]. 단점으로 외곽선과의 유사도를 추가로 연산하므로 연산량이 많다는 것이 있다. 하지만 임계값 처리된 기울기와 같은 방법을 통해 속도를 개선하면서 정확성 높은 외곽선 결과를 얻는 절충안이 있다. 알고리즘의 단계로는 전처리로 잡음을 제거하고 Sobel 마스크를 이용해 미분값을 획득해 외곽 점을 찾는다. 그리고 Local maxima를 선택해 현재 픽셀의 외곽선 강도를 비교판단한다. 다음으로 이중 임계값을 이용해 범위를 지정하고 마지막으로 8방향으로 연결 여부의 강약을 판단해서 최종 외곽선을 형성한다.

2.2 Hu 불변 모멘트

불변 모멘트는 모양기술자의 하위개념이라 볼 수 있다. 이는 영상의 모양의 특징을 일련의 숫자들의 집합으로 표현하는 것을 의미한다[3]. 기하학적 모멘트인 수식 (1)을 기본으로 (p+q) 차수를 계산할 수 있다. M, N은 영상의 가로와 세로 픽셀의 크기이다.

$$m_{pq} = \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{M-1} x^p y^q f(x, y) \quad (1)$$

이를 3차수 이하의 중심모멘트와 회전불변 모멘트 η 를 조합해 7개의 Hu 불변 모멘트 수식을 정의할 수 있다. 표 1은 7개의 불변 모멘트 중 연산량이 적은 처음 4개의 불변 모멘트를 나타낸 것이다.

표 1. Hu 불변모멘트 수식

Table 1. The equations of the Hu moment invariants

$$\begin{aligned} I_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ I_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + (2\eta_{11})^2 \\ I_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2 \\ I_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \end{aligned}$$

III. 제안하는 방법

그림 1은 이번 논문에서 손 모양 측정을 위해 제안하는 블록도를 나타낸 것이다. 크게 전처리와 특징점 기반 인식과정으로 나타냈으며 전처리 과정에서는 조명변화에 강인한 색상영역으로 바꿨으며, 관심영역의 내부 잡음제거를 위해 레이블링 처리를 했다. 특징점 기반 인식에서는 외곽선을 검출하고, 왜도, 방향 불변 모멘트를 조합해서 핵심 모멘트값을 획득한다[4][5]. 마지막으로 획득한 모멘트값을 신경망 분류기[6][7] 통해 최종 인식해서 손의 모양 정보를 판단한다.



그림 1. 제안하는 전처리와 인식방법

Fig. 1. The proposed preprocessing and classification

IV. 실험

4.1 전처리 과정

전처리 과정은 크게 잡음제거와 색공간 변경으로 구성했다. 우선 입력받은 RGB 이미지를 가우시안 필터링을 이용해 잡음을 제거했다. 색 공간은 HSV 영역을 이용해서 색 영역인 Hue를 기준으로 나머지 명도와 채도 부분의 범위를 지정해 사용했다. 그렇게 획득한 이진화 영상에서 손 내부에서 발생하는 잡음을 제거하기 위해 이중 레이블링을 시행한다. 이 단계는 우선 손 영역을 관심영역(ROI)으로 설정한 후 손 내부의 레이블링을 다시 시행해서 손바닥 영역의 이진화 픽셀값으로 만드는 과정이다. 이러한 전처리 과정을 통해 그림 2와 같은 결과 영상을 획득할 수 있다.

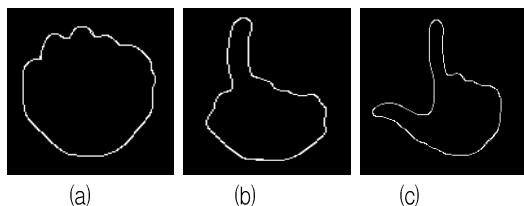


그림 2. 손 관심영역(ROI)의 전처리 결과

Fig. 2. Preprocessing results of the hand ROI

4.2 외곽선 검출

전처리 과정으로 얻은 손 영역의 이진화 영상을 토대로 손목 부분을 제거한 후 Canny 외곽선 검출 알고리즘을 사용했다. 손목 부분은 거리변환벡터를 이용해 손 중심점 부분을 타원의 중심점으로 두고 아래의 손목 부분을 타원 차 연산으로 제거했다. 아래의 그림 3은 최종 외곽선 검출 결과이다.



(a)

(b)

(c)



(d)

(e)

(f)

그림 3. Canny 외곽선 검출 결과

Fig. 3. The results of canny edge detection

4.3 왜도 불변모멘트

불변 모멘트에서 1차수는 평균 2차수는 분산 3차수는 왜도 4차수는 첨도를 나타낸다. Hu불변모멘트는 2차수의 조합으로 표 1의 I_1 , I_2 수식을 유도했고 3차수의 조합으로 I_3 , I_4 를 포함한 5개의 수식을 유도했다. 그림 4는 그림 3의 결과로 불변모멘트 I_1 에서 I_4 의 결과를 보여준다(m[1]~m[4]). m[1]의 경우 모양에 따른 분류가 힘들어 제외하고 비교적 명확한 분류가 가능한 m[3]과 m[4]를 조합해 신경망 분류의 입력값으로 사용했다. 나머지 불변모멘트값의 경우 연산량이 많고 모양의 변화에 민감한 결과를 보여 입력값으로 적절하지 않다고 판단했다.

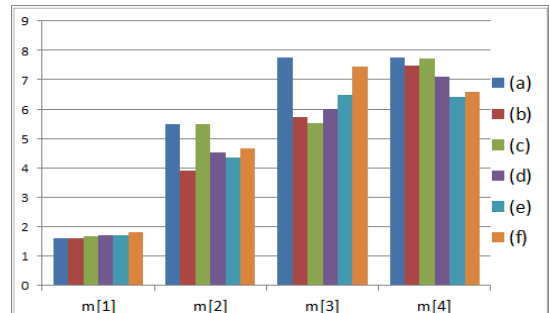


그림 4. 불변모멘트 결과

Fig. 4. The result of moment invariants

4.4 방향 불변모멘트

앞서 왜도 불변모멘트값을 이용해 특징값을 획득했지만, 이는 이동, 방향, 크기에 불변한 값이다. 양손의 구별과 향후 방향 정보에 따른 차별된 모양인식 추가를 위해 방향 불변 모멘트의 사용을 제안한다. 각도는 그림 5 타원의 각도를 구하는 방법을 이용했고 사용한 수식은 식 (2)와 같다. θ 값은 표 2의 조건을 통해 정확한 방향 정보로 변환할 수 있다.

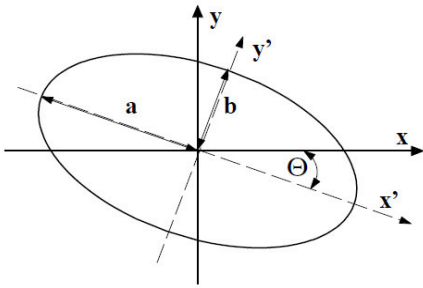


그림 5. 타원기울기 검출
Fig. 5. Detecting the tilt of an ellipse

$$\theta = \frac{1}{2} \arctan \frac{2\eta_{11}}{\eta_{20} - \eta_{02}} \quad (2)$$

표 2. 각도 보정을 위한 조건식
Table 2. A condition for correcting the angle

$\mu_{20} - \mu_{02}$	μ_{11}	θ	range of θ
Zero	Zero	0°	
Zero	+	$+45^\circ$	
Zero	-	-45°	
+	Zero	0°	
-	Zero	-90°	
+	+	Eq.(2)	$0^\circ \sim 45^\circ$
+	-	Eq.(2)	$-45^\circ \sim 0^\circ$
-	+	Eq.(2) + 90°	$45^\circ \sim 90^\circ$
-	-	Eq.(2) - 90°	$-90^\circ \sim -45^\circ$

표 3. 인공 신경망 학습 결과
Table 3. A result of the artificial neural networks learning

Ev.	입력값	목표값	학습결과
(a)	1,1,1,1, 1,1,1,1	0,0,0	0.01, 0.04, 0.00
(b)	0,1,0,0, 1,1,0,1	0,0,1	0.03, 0.06, 1.00
(c)	0,0,1,1, 1,1,1,1	0,1,0	0.01, 0.96, 0.00
(d)	0,1,0,1, 1,0,1,1	0,1,1	0.02, 0.97, 1.00
(e)	1,0,0,0, 0,1,1,1	1,0,0	0.97, 0.03, 0.01
(f)	1,1,0,1, 1,0,0,0	1,0,1	0.96, 0.00, 1.00

4.5 신경망 분류

신경망 분류로 Back-propagation을 사용했다. 4.3절에서 언급했듯이 2개의 불변모멘트값을 입력으로 했다. 각각 4bit씩 총 8bit를 입력으로 정해 불변모멘트값을 16×2 로 정규화시킨 후 입력값으로 정했고 목표값은 그림 3의 6개의 이벤트 구현을 위해 3bit

로 지정했다. 오류율이 0.01 미만일 때 까지 학습했으며 그 결과는 표 3과 같다.

V. 결 과

이번 논문에서 제안하는 방법을 통해 구현한 손 모양 인식의 속도와 인식률은 표 4와 같다. 성능평가는 각각의 이벤트마다 250회의 평균값을 나타낸다. 개발환경은 Intel Xeon E5520 2.26 8MB/1066 QC CPU, 8.00GB RAM, Visual Studio 2010이다.

표 4. 성능평가표
Table 4. The performance evaluations

Event	인식률	성능평가	
(a)	98.4	인식률(%)	96.26
(b)	96.0		
(c)	93.2		
(d)	97.2	Frame 처리시간(sec)	0.037
(e)	95.6		
(f)	97.2		

참 고 문 헌

- [1] F. O. Araujo T, "Detecting hands, fingers and blobs for multi-touch display applications", HPCS09, IEEE, pp. 237-243, 2009.
- [2] Bao, Paul, D. Zhang, and Xiaolin Wu, "Canny edge detection enhancement by scale multiplication", IEEE, pp. 1485-1490, 2005.
- [3] M. K. Hu, "Visual pattern recognition by moment invariants", IRE Trans, Vol. 8, pp. 179-187, 1962.
- [4] J. Flusser, "On the independence of rotation moment invariants", Pattern Recognition 33.9, Vol. 33, pp. 1405-1410, 2000.
- [5] Teague, M. R, "Image analysis via the general theory of moments", Journal of the Optical Society of America, pp. 920.930, 1980.
- [6] Werbos, P. J., "Backpropagation through time: what it does and how to do it", IEEE, Oct. 1990.
- [7] C. S. Oh, "Neuro computer", NAEHA, pp. 194-227, Mar. 2000.