



칼만 필터를 이용한 손의 위치정보 추정과 거리변화에 따른 인터페이스 개선

Estimate the Hand Position Using the Kalman Filter and Improve Interface According to the Distance

저자 (Authors)	박중현, 장혜경, 강대성 Jung-Hyun Park, Hye-Keong Jang, Dae-Seong Kang
출처 (Source)	Proceedings of KIIT Summer Conference , 2013.5, 159-163 (5 pages)
발행처 (Publisher)	한국정보기술학회 Korean Institute of Information Technology
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE02172656
APA Style	박중현, 장혜경, 강대성 (2013). 칼만 필터를 이용한 손의 위치정보 추정과 거리변화에 따른 인터페이스 개선. <i>Proceedings of KIIT Summer Conference</i> , 159-163.
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.

칼만 필터를 이용한 손의 위치정보 추정과 거리변화에 따른 인터페이스 개선

박중현*, 장혜경*, 강대성*

Estimate the Hand Position Using the Kalman Filter and Improve Interface According to the Distance

Jung-Hyun Park*, Hye-Keong Jang*, and Dae-Seong Kang*

이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.
(No.2011-0011735)

요 약

본 논문에서는 손 마우스에서 안정적인 위치정보를 획득하고 카메라와 손의 거리에 따른 인터페이스 방법론을 제안한다. 손 영역의 검출은 조명에 강한 HSV를 사용했다. 검출한 영역에 내부 라벨링을 시행해서 손바닥의 손금이나 손가락을 접을 때 생기는 그림자를 제거했다. 그 후 손바닥 영역 검출의 정확성을 위해 픽셀 기반 중심점 대신 거리변환 벡터를 이용해 손의 중심점을 지정했다. 외부 조명과 손의 흔들림으로부터 민감한 중심점을 안정화하기 위해 칼만 필터를 이용했다.

Abstract

In this paper, obtaining information from a stable position and a hand mouse interface methodology is proposed according to the distance of the camera and the hand. This study use HSV region which is not sensitive to the changes of illumination. The detected area is inner labeled for removing the shadow that occurs when you fold the finger and the lines of the palm. Thereafter, specify the center point of the hand by using a distance transformation vectors instead of the center point of the pixel-based for accuracy of the palm region detection. To stabilize sensitive center point the Kalman filter is used.

Key words

hand detection, hand mouse, kalman filter, distance transform vector, inner labeling

* 동아대학교 전자공학과

I. 서 론

최근 마우스나 리모컨의 단점을 보완하기 위해서 손의 움직임을 인식하는 전자제품이 증가하는 추세다. 스마트TV, 휴대전화기 등에서 사용할 수 있도록 활발하게 개발 중이지만 아직 그 기능이 제한적이며 정확한 제어가 힘들다. 적외선센서나 글러브 데이터, 듀얼 카메라를 이용한 3차원 모델화 방식 등으로 비교적 정확한 손가락의 인식이 가능하지만, 비용이 많이 들고 연산량이 많아서 실시간 구현이 어렵다는 단점이 있다. 그래서 기존의 상용화된 카메라를 사용하면서 실시간구현이 가능한 시스템을 만들고자 한다. 특히 조명과 손의 미세한 움직임으로 발생하는 중심점의 떨림 현상을 안정화하고, 손 내부 그림자와 손금으로 생긴 잡음을 최소화하는데 중점을 두었다. 또한, 카메라에서 거리가 멀어져서 발생하는 손 크기를 인식하기 위해 중심점에서 각도를 기반으로 한 크기 측정 알고리즘을 추가했다. 이 방법을 통해서 컴퓨터로 작업을 하거나 TV를 시청할 때 손의 중심 포인터를 위치변화에 안정적이고 모양의 변화에 독립적으로 제어하는 것을 기대할 수 있다[1].

II. 관련 이론

2.1 Kalman Filter

칼만 필터 선형 시스템으로 신호를 입력받아서 실시간으로 예측하는 필터링 방법의 하나이다. 필터는 측정데이터에 포함된 노이즈를 제거하는 것으로 데이터 값에서 원하는 신호나 정보를 골라내는 것을 의미한다. 그 과정으로는 크게 예측단계(시간갱신)와 교정단계(측정치 갱신)가 있다. 즉, 앞에서 입력받은 값과 그다음으로 입력받은 값을 측정하고 각각의 가중치를 주고 예측 단계를 거친 후, 새로 입력받은 값을 예측값을 이용해 바로잡아서 수정된 값을 출력한다. 이러한 칼만 필터의 특성상 예측뿐만 아니라 물체의 추적, 그리고 노이즈 제거 등 다양하게 사용되고 있다[2].

2.2 Distance Transform Vector

거리변환벡터는 지정한 픽셀값으로부터 멀어질수록 가중치를 줘서 거리에 따른 Point 값을 얻는 알고리즘에 사용된다. 0을 시작점으로 하고 거리가 멀어짐에 따라 255까지 계속 증가시켜 나간다. 점으로부터 멀어질수록 가중치가 더해지고 일정수준(255)의 거리를 넘어가면 다시 0부터 시작된다. 거리에 따른 가중치는 표 1과 같으며 가로와 세로는 1로, 대각선은 1.5로 설정하고 거리변환 벡터를 사용했다. 이 행렬을 각각의 픽셀과 연산해서 가중치를 할당해준다. 그 결과 값을 기준으로 가중치가 가장 큰 값을 중심으로 할당 한다[3]. 그림 1은 이번 논문에서 실험할 시스템 블록도를 나타내었다.

표 1. 거리에 따른 가중치 값

Table 1. Region definition of blocked image

4.5	4	3.5	3	3.5	4	4.5
4	3	2.5	2	2.5	3	4
3.5	2.5	1.5	1	1.5	2.5	3.5
3	2	1		1	2	3
3.5	2.5	1.5	1	1.5	2.5	3.5
4	3	2.5	2	2.5	3	4
4.5	4	3.5	3	3.5	4	4.5

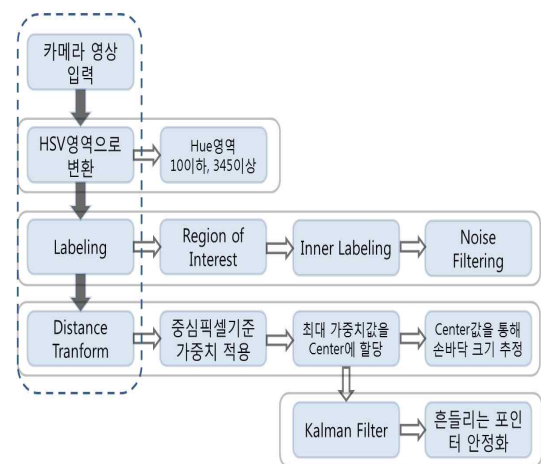


그림 1. 제안하는 시스템 블록도

Fig. 1. The proposed system algorithm

III. 실험 및 결과

3.1 HSV 색검출

HSV는 각각 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Value) 순으로 픽셀을 제어할 수 있다. 색상은 0에서 360까지 있으며 색을 우선 정해두고 채도와 명도를 지정하기 때문에 영상처리에서 명암의 변화에는 RGB보다 훨씬 좋은 성능을 기대할 수 있다. 그래서 낮과 밤, 그리고 조명의 변화에 따른 변수가 많은 환경에서 더욱 정확한 손바닥 검출을 위해서 HSV를 사용하여 검출한다. 손바닥의 색상영역 값은 10 이하와 345 이상의 영역을 합쳐서 검출했다. 그림 2의 (a)는 10 이하의 색상영역이고 여기에 345 이상 영역의 검출결과를 OR 연산을 통해 합해서 (b)의 결과를 도출했다[4].



(a) 10 이하의 색상영역 (b) 두 색상영역 합

그림 2. 각 색상영역에서의 손 검출 결과
Fig. 2. Detection results of each color area

3.2 Inner Labeling

실시간 영상처리에 더욱 적합한 Two-Pass 알고리즘을 사용해서 라벨링하고 그 결과를 관심영역으로 지정했다. 관심영역에 다시 내부 라벨링을 시행해서 손바닥의 손금이나 손가락을 접을 때 생기는 그림자를 제거했다. 기존의 Morphology 연산으로 손 내부와 외부의 잡음을 제거하면 검출된 원본 이미지의 손상을 일으킬 수 있다. 제안하는 방법으로 손을 관심영역으로 설정하고 다시 라벨링 해서 내부에서 발생한 라벨들을 이진화된 손바닥 색으로 바꿔 그림자 부분을 제거했다. 그림 3의 (a)에서는 손가락을 접을 때 발생한 잡음을 원을 통해서 나타냈다. (b)를 보면 손 영역의 모양변화 없이 내부 잡음만 사라진 것을 확인할 수 있다.

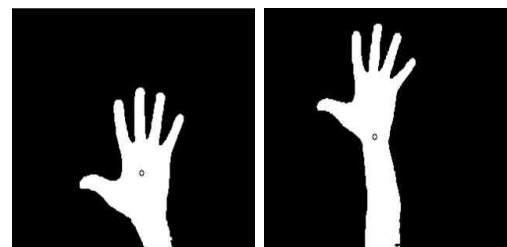


(a) 손바닥 내부 잡음 (b) 내부 라벨링 시행

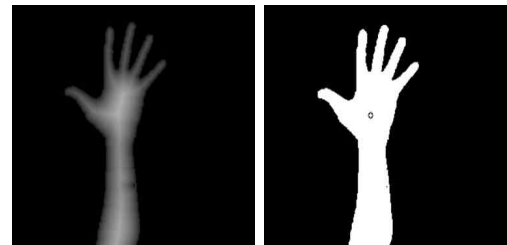
그림 3. 손가락을 접었을 때 검출 결과
Fig. 3. Detection results of the folded fingers

3.3 거리변환벡터를 이용한 중심점 찾기

손의 중심점을 찾는 방법으로 거리변환 벡터를 이용했다. 픽셀 수 기반으로 중심값을 구할 때 연산량이 적은 장점이 있다. 하지만 카메라에 손바닥이 아닌 팔부분까지 나오면 그 위치가 전체 픽셀의 중간지점인 손목 부분이 된다. 그림 4의 (a), (b) 픽셀 수 기반으로 손의 중심점을 찾은 것이고 (c), (d)는 거리변환벡터를 이용해서 중심점을 찾은 것이다. (a)와 달리 팔까지 나온 (b)의 경우 손목에 중심점이 표시되어있다. 반면, 중심점으로 (c)의 픽셀값중 max값을 할당한 (d)에서는 이미지가 팔까지 나오더라도 손바닥 영역을 손의 중심점으로 잡고 있는 것을 확인할 수 있다.



(a) 픽셀들의 중심값 (b) 팔까지 나온 영상



(c) 거리변환 영상 (d) 거리변환 후 중심값

그림 4. 중심값 결과
Fig. 4. Center results

3.4 손의 크기정보 추출

거리변환벡터로 획득한 손의 중심점 정보와 손바닥 외부까지의 최단거리(손바닥 내접원의 반지름)를 이용해서 비율적으로 손의 크기를 짐작할 수 있다. 하지만 이렇게 하면 손의 외부에서 잡음이 발생하면 중심점에 외부까지의 거리가 줄어들거나 늘어나게 된다. 따라서 손의 크기에 대한 오차도 그에 비례해서 커지게 된다. 이 오차를 줄이기 위해서 그림 5처럼 중심점으로부터 손가락의 움직임에 영향을 적게 받는 영역까지 거리 평균을 손의 크기를 구하는 데 사용했다. 이번 논문에서는 중심점에서 $-30^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 영역을 5 등분해서 그 거리들의 평균값을 크기 정보에 이용했다[5].

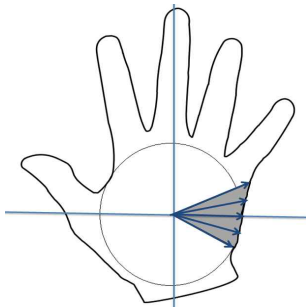


그림 5. 손 크기 측정을 위한 거리획득 구간

Fig. 5. range to get handsize

3.5 Kalman Filter를 이용한 포인터 안정화

그림 6의 (a)에서 숫자는 각각 중심점으로 제어한 마우스 포인터의 x축과 y축 값을 초당 24프레임으로 나타낸 좌표이다. 이 좌표값은 조명의 변화와 손의 떨림 등으로 흔들린다. 이러한 포인터의 미세한 흔들림은 손을 움직이지 않는 상황에서도 지속해서 발생하는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 마우스를 제어할 때 정확도를 떨어뜨리는 요인이다. (b)에서는 칼만 필터로 선형적인 포인터 값을 입력받아 예측한 후 다음 포인터의 값을 수정해서 나타낸 것이다. (a)와 비교하면 정지해 있을 때 포인터의 위치변화가 안정적인 것을 알 수 있다. 표 2는 칼만 필터 사용 전후의 표준편차를 나타내었다.



(a) 사용전 좌표값의 변화 (b) 사용 후 좌표값의 변화

그림 6. 손을 멈춘 상태에서 칼만필터 사용전후 영상
Fig. 6. Image before and after using the Kalman filter

표 2. x, y좌표의 표준편차값

Table 1. Standard deviation of the x, y point

Kalman Filter	point x	point y
사용 전	1.2666	2.3157
사용 후	0.4258	0.6112

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 HSV영역에서 손 영역을 검출했다. 하지만 색 영역을 이용한 검출의 특성상 색이 비슷한 다른 물체도 검출하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해서 추가적인 알고리즘이 필요할 것으로 생각된다. 해결방안으로 손가락의 개수를 카운터 한 후에 마우스 포인터를 움직이는 방법이 필요하며, 다른 신체와 구별할 수 있어야 한다. 향후 목표로는 손가락 개수 추출과 그에 따른 마우스 이벤트 추가, 그리고 다른 신체기관 그리고 잡음들 속에서 손의 움직임만 추적하는 것을 연구하겠다.

참 고 문 헌

- [1] 유준호 외, "손 동작을 이용한 마우스 인터페이스에 관한 연구", 한국정보기술학회 논문지, pp. 83-36, 2012. 12.
- [2] Y. J. Kwon and Y. M. Park, "Improvement of vision guided robotic accuracy using Kalman filter", Computers&Industrial Engineering Volume65, Issue 1, pp. 148-155, 2013.
- [3] Wang J, Tan Y, "Efficient Euclidean distance transform algorithm of binary images in arbitrary

dimensions", Pattern recognition Vol. 46, No. 1, pp. 230-242, 2013.

- [5] Y. Deng. B. S. Manjunath, and H. Shin, "Color image segmentation", Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR '99, pp. 446-451, June 1999.
- [6] F. O. Araujo T., "Detecting hands, fingers and blobs for multi-touch display applications," High Performance Computing & Simulation, 2009.