

# 다중 손끝점 검출 기법

유선진, 고완기, 김상훈  
 제주한라대학교 방송영상과  
 e-mail: sjyu@chu.ac.kr

## Multi Fingertip Detection Method

Sunjin Yu, Koh Wan Ki, Sang Hoon Kim  
 Dept of Broadcasting & Film, Cheju Halla University

### 요 약

본 논문에서는 다중 손 끝점 검출을 위해 특징 추출 기법 및 이를 기반으로한 손 끝점 검출 알고리즘을 제안한다. 특징 추출을 위해 Local Binary Feature(LBP)을 사용하였고 특징의 차원을 축소하기 위해 Principal Component Analysis(PCA) 기법을 이용하였다. 손 끝점 판별을 위해 Reduced multivariate polynomial Model(RM) Classifier를 사용하여 실험 결과 제안된 손 끝점 검출 기법이 다양한 환경에서 동작 하는 것을 확인 하였다.

### 1. 서론

최근, Human Computer Interaction (HCI) 기술은 사용자의 직관적인 동작을 인식할 수 있는 Natural User Interaction (NUI) 기술로 발전 되고 있다. NUI은 기존의 HCI 기술을 초월하여 직관적으로 사람에게 접근할 수 있는 인터페이스로, 크게 접촉식과 비접촉식으로 구분할 수 있다. 접촉식은 애플의 아이패드와 같이 손가락을 스크린에 접촉하고 동작을 취함으로써 기존의 User Interface(UI)환경에서 했던 작업들을 손쉽게 수행할 수 있다. 비접촉식 NUI는 사용자의 의도를 물체와의 접촉 없이 전달할 수 있으며, 음성 인식기술과 영상 기반의 제스처 인식 기술이 대표적이다. 실용적인 측면에서 비접촉식 NUI는 제품과 근거리 또는 원거리에서 인식이 가능하기 때문에 제스처 기반의 게임, 스마트 TV와 같은 가전제품에 적합하다 그림 1은 접촉식과 비접촉식 NUI의 예를 보이고 있다.

다양한 NUI 기술 중 사용자의 편의성이 뛰어나고 직관적인 동작이 인식이 가능한 손 동작 인식 기술 기반으로 한 NUI가 주목 받고 있다. 하지만 손동작 인식 기술은 사용자의 의도를 표현하기 위하여 카메라를 향하여 손을 크게 움직여야 하고, 초기에 검출된 손의 위치에 따라 제어가 시작되기 때문에, 손의 초기 위치에 따라 인식률이 저하될 수 있고, 부자연스러운 자세로 움직여야 하는 경우가 발생하게 된다. 또한, 손의 움직임만을 인식하기 때문에 인식 가능한 동작의 수가 제약적이기 때문에 사용자의 다양한 의도를 충분히 표시하지 못한다. 따라서 본 논문에서

손끝점 인식 기술을 제안하여 기존의 손동작 인식 기술의 단점을 보완하고, 손가락의 상태를 인식함으로써 사용자의 다양한 의도를 충분히 표시할 수 있는 추가적인 동작을 구성할 수 있도록 한다.



(a) 애플 아이패드(접촉식) (b) LG Gesture TV(비접촉식)  
 (그림 1) 접촉식과 비접촉식 NUI

### 2. 다중 손 끝점 검출 기법

다중 손끝 점 검출을 위해 먼저 영상으로부터 LBP[1] 방식으로 Feature를 추출 하였다. LBP는 Local Feature를 추출하는 방법으로 식 (1)과 같이 Training 과정으로 영상으로부터 손 끝점을 중점으로 하여 40x40 size의 손 영역을 Positive Feature로 설정하고 배경 및 손 끝점이 아닌 부분은 Negative Feature로 설정 하였다.

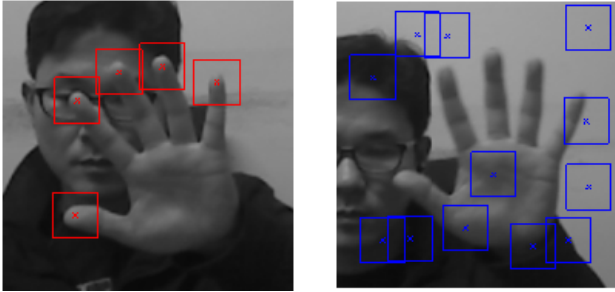
$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(g_p - g_c) 2^p, \quad \text{weight} \quad s(z) = \begin{cases} 1, z \geq 0 \\ 0, z < 0 \end{cases} \quad (1)$$

여기에서

$(x_c, y_c)$  : Center Position of Local Window (3x3)

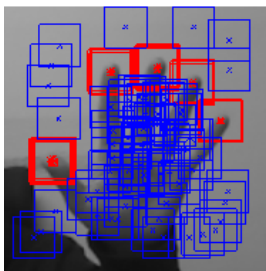
P : # of patterns, p : pattern index,

$g_c$  : center value,  $g_p$  : value of index p



(a) Positive 예

(b) Negative 예



(c) Training 예

(그림 2) LBP Feature Sample

그림 2는 LBP Feature 추출을 위한 Positive와 Negative Sample을 보이고 있다. 총 100개의 영상을 이용하여 Positive 3645개, Negative 2885개의 Feature를 추출하였다. 이렇게 추출된 특징은 차원 축소를 위해 PCA[2]를 적용하였다. Test 과정으로 입력된 영상으로부터 추출된 Feature를 RM Classifier[3]를 이용하여 식(2)를 적용하여 Positive와 Negative를 판단하였다.

$$\begin{aligned}
 g(\alpha, x) &= \alpha^T P(x) \\
 &= \alpha_0 + \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^l \alpha_{kj} x_j^k \\
 &\quad + \sum_{j=1}^r \alpha_{r+l+j} (x_1 + x_2 + \dots + x_l)^j \\
 &\quad + \sum_{j=2}^r (\alpha_j^T x) (x_1 + x_2 + \dots + x_l)^{j-1} \quad (2) \\
 &\quad , l, r \geq 2
 \end{aligned}$$

여기에서  $x_j, j=1, \dots, r$  는 polynomial input,

$\alpha_0, \alpha_{kj}, \alpha_k, \alpha_{ki}, k=1, \dots, l$  는 weighting coefficients,  $l$ 은 input dimension,  $r$ 은 system order

총 10명에 대해서 단순 배경과 복잡 배경으로 30회 실험하였다. 실험 결과 Feature를 많이 사용하거나 RM

Order가 높을수록 좋은 성능을 나타냈다. <표 1>은 배경에 따른 검출율을 나타내고 있다. 그림 3, 4, 5는 제안된 방법을 단순 배경과 복잡 배경 영상에 적용한 결과 예를 보이고 있다. 빨간 점은 손 끝점을 나타내고 파란 점은 그 외로 정의 하였다.

<표 1> 배경에 따른 검출 결과

	Simple background	Complex background
Detection Rate	91.6%	84.4%

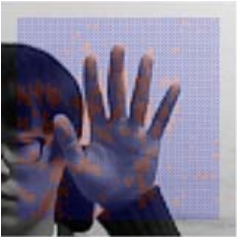



RM Order	Feature = 100	
2		
10		

(그림 3) Feature 100개 사용 시

RM Order	Feature = 200	
2		
10		

(그림 4) Feature 200개 사용 시

pattern classifier,” Pattern Anal. Mach. Intell. 2004, 26, 740 - 755.

RM Order	Feature = 300	
2		
10		

(그림 5) Feature 300개 사용 시

### 3. 결론

본 논문에서는 LBP와 RM Classifier를 이용하여 다중 손 끝 점 추출 기법을 제안하였다. Training을 위해 LBP를 이용하여 특징을 추출하고 PCA 기법을 이용하여 차원 축소하여 사용하였다. Test 단에서는 입력 영상에 대하여 LBP와 PCA를 적용한 후 RM Classifier를 적용하여 손 끝점 여부를 판단하였다. 실험 결과 RM Order가 높을수록 Feature의 Dimension이 클수록 좋은 성능을 나타냈다. 추후 속도 향상을 위해 전체 영상에 대한 특징 추출이 아닌 후보 영역 검출 하고 이후 제안된 방법을 적용 하는 연구를 진행하여 연산량을 줄이고자 한다.

### Acknowledgement

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업 (No. C0122866)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### 참고문헌

- [1] T. Ojala, M. Pietikainen, and T. Maenpaa, “Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns,” IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. 24(7) (2002) 971-987.
- [2] Jackson, J.E., “A User’s Guide to Principal Components,” Wiley (1991).
- [3] Toh, K.-A, Tran, Q.-L. Srinivasan, D. “Benchmarking a reduced multivariate polynomial