

## 전경픽셀 히스토그램 분석 기반의 머리영역 검출 기법

최유주\*, 손향경\*\*, 박정민\*\*\*, 문남미\*\*\*\*

# Head Detection based on Foreground Pixel Histogram Analysis

Yoo-Joo Choi \*, Hyang-Kyoung Son \*\*, Jung-Min Park \*\*\*, Nammee Moon \*\*\*\*

### 요약

본 논문은 기존의 Haar 유사 특징 기반 얼굴 검출 기법의 한계를 보완하는 수평 및 수직방향 픽셀 히스토그램 분석 기반의 머리영역 검출 방법을 제안한다. 제안 기법은 배경차감 영상에서 수평과 수직 방향으로 전경 픽셀의 수를 표시하는 픽셀 히스토그램 영상을 생성한 후, 헤리스 코너 검출기법을 이용하여 머리 영역을 특징짓는 특징점을 검출한다. 제안한 방법은 기존의 얼굴 특성 기반 검출에 비해 머리를 포함한 몸체의 수직과 수평 픽셀 히스토그램을 이용함으로써 정면 영상 뿐만 아니라 측면 및 후면 영상이나 이마가 가려진 입력 영상의 경우에도 머리 영역을 안정적으로 검출하는 결과를 보여주었다.

### Abstract

In this paper, we propose a head detection method based on vertical and horizontal pixel histogram analysis in order to overcome drawbacks of the previous head detection approach using Haar-like feature-based face detection. In the proposed method, we create the vertical and horizontal foreground pixel histogram images from the background subtraction image, which represent the number of foreground pixels in the same vertical or horizontal position. Then we extract feature points of a head region by applying Harris corner detection method to the foreground pixel histogram images and by analyzing corner points. The proposal method shows robust head detection results even in the face image covering forelock by hairs or the back view image in which the previous approaches cannot detect the head regions.

▶ Keyword : 얼굴감지(face detection), 머리감지(head detection), 인체영역 추적(body tracking), 인간과 컴퓨터 상호작용(human-computer interaction)

• 제1저자 : 최유주    교신저자 : 문남미

• 투고일 : 2009. 10. 26, 심사일 : 2009. 11. 17, 게재확정일 : 2009. 11. 20.

\* 서울벤처정보대학원대학교 컴퓨터응용기술학과 교수    \*\* 서울벤처정보대학원대학교 VCAR연구실 연구원

\*\*\* 한국과학기술연구원 인지로봇연구단    \*\*\*\* 호서대학교 벤처전문대학원

※ 이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임.(KRF-2009-0074245)

## I. 서론

영상 기반의 신체 추적 기술에서 사람의 머리나 손 등과 같은 신체 일부를 추적하는 기술은 많은 관심을 받고 있는 동시에 어려운 문제로 알려져 있다. 특히 사람의 머리 영역 추적은 얼굴 표정 인식과 홍채 인식과 같은 세분화된 부위 검출에 앞서 수행이 되는 과정이다. 기본적으로 머리 영역은 신체의 최상위에 위치한다는 사실로 영역 추정은 가능하지만, 다양한 움직임과 카메라와의 거리 및 조명환경에 따른 정확한 추적은 힘든 실정이다.

가장 널리 이용되고 있는 Haar 유사 특징 기반(1)의 얼굴 특성을 이용한 머리영역 검출은 정면 영상에서 좋은 성능을 나타낸다. 하지만 움직이고 있는 다양한 포즈의 사람의 얼굴 영역을 검출하기에는 한계가 있다. 즉, 머리를 숙이거나, 옆 혹은 뒤 방향으로 고개를 돌린 경우는 Haar 유사 특징 기반 얼굴검출 기법을 적용하여서는 머리영역을 안정적으로 추출할 수 없다.

본 논문에서는 이 한계를 극복하기 위해 배경차감영상을 수평과 수직방향으로 전경픽셀에 대한 픽셀 히스토그램으로 표현하고, 히스토그램 영상에서 머리영역을 특징지을 수 있는 특징 코너점을 검출함으로써, 머리영역을 안정적으로 검출하는 기법을 제안한다. 기존의 Haar 유사 특징 기반의 방법이 사람의 얼굴 특징 정보를 이용했다면, 제안하는 방법은 머리를 포함한 몸체의 전경 픽셀 히스토그램에서 머리영역의 특징점을 추출함으로써, 얼굴의 방향 및 포즈에 상관없이 움직임에 강건하게 머리영역을 추적할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 머리영역검출에 대한 관련 연구를 소개하고, 3장에서는 제안 방법의 개요를 설명한다. 4장에서는 수직 및 수평 전경픽셀 히스토그램 생성방법에 대하여 소개하고, 5장에서는 전경픽셀 히스토그램을 기반으로 머리영역에 대한 특징점을 검출하는 방법을 설명한다. 6장에서는 기존의 방법과 제안한 방법을 실험을 통하여 비교하고, 마지막으로 7장에서는 결론을 맺고 향후 연구에 관하여 논한다.

## II. 관련 연구

현재 연구되고 있는 머리 위치를 추정하는 접근방법은 8개의 범주(2)로 분류된다. 머리의 위치가 라벨링 된 원본이미지 세트와 입력되는 새 이미지를 비교하여 가장 유사한 이미지를 찾는 형상 템플릿 방법(appearance Template methods)과 머리의 상세한 위치를 조율하는 머리영역 검출기를 이용한 정렬 검출기 방법(detector array methods)이 있다. 그리고 이미지나 특징 데이터로부터 기능적 지도(functional

mapping)를 개발하기 위한 비선형회귀 등을 이용하는 방법(Nonlinear Regression Methods), 머리 위치의 연속 변이 정보를 갖는 저차원의 다양한 모델을 이용하는 임베딩 방법(Manifold Embedding Methods), 특징 및 사용된 모델 파라미터 비교를 통해 머리 위치를 추정하는 적응 모델을 이용하는 방법(Flexible Models), 눈, 입, 코와 같은 관련 있는 구성요소의 특징을 이용하는 기하학적 방법(Geometric Methods), 영상 프레임 사이의 움직임으로부터 머리의 위치 변화를 이용하는 방법(Tracking Methods), 마지막으로 위에서 언급된 방법들을 결합시켜서 이용하는 방법(Hybrid Methods) 등이 있다.

머리 영역을 검출하기 위하여 얼굴 검출을 기반으로 하는 접근 방법들이 많이 시도되고 있는데, 현재 연구되고 있는 얼굴 검출 기법에는, 지식기반 방법, 얼굴 고유 특징을 이용한 접근 방법, 템플릿 매칭 방법, 외관기반 방법이 있다(3).

지식기반의 방법은 얼굴 생김새들간의 관계를 포착하여 전형적인 얼굴을 부호화하는 방법이다(4). 피부색(5)(6)이나 피부결(7), 얼굴의 에지 정보(8)(9)와 같은, 변하지 않는 얼굴고유 특징을 이용한 접근 방법은 얼굴의 구조적인 특징을 찾아서 이용하는 방법이다. 템플릿 매칭 방법은 얼굴의 다양한 특징이 저장된 패턴을 이용하는 방법으로 미리 정의된 템플릿(10)과 유동적으로 변형이 가능한 템플릿(11)을 이용한다. 일반적으로 얼굴의 다양한 특징을 저장한 패턴으로서 Haar 기저함수와 유사한 형태의 Haar 유사 필터들의 집합이 널리 사용되고 있다(1). 외관기반의 방법은 고유벡터(12)나 가우시안 분포(13)와 같은 얼굴 형상의 변화요소를 이용하는 방법이다. 이러한 방법들은 얼굴 지역화와 검출을 위해 사용되어 왔다. 이러한 기존 방법들은 일정한 범위 내의 각도로 촬영된 얼굴 영상을 사용하는 것을 전제로 하고 있다. 그러므로, 범위 밖의 각도에서 촬영된 얼굴에 대한 영상이나 뒤로 돌아선 모습의 영상에서 머리 영역을 추출하는 것은 불가능하다. 최근 연구의 경우를 살펴보면, 저해상도의 이미지에서 머리 위치를 추정하는 방법으로 위드로 호프 학습 규칙을 이용한 방법(14)이 제시되었고, 훈련된 데이터에서 정면, 좌측면, 우측면에서의 머리 위치와 얼굴 특징요소들의 위치 간의 상호관련성을 학습시켜 머리 위치를 추정하는 방법(15)도 제시 되었으며, Energy-based Models을 이용한 머리 위치 추정 방법(16)도 제시되었다. 하지만, 위의 모든 방법은 얼굴 특성을 감지하기 위한 방법으로서, 사람의 옆모습이나 뒷모습의 경우 머리 영역을 감지하기 위하여 적용할 수 없는 방법들이다.

## III. 시스템 개요

그림1은 제안한 방법의 처리절차를 보여주고 있다. 제안

방법은 3단계로 구성되며, 제 1단계는 입력영상에서 배경을 제거하여 객체영역을 추출하는 배경차감영상 생성단계이며, 제2단계는 객체에 대한 수직 전경픽셀 히스토그램을 생성하고, 이를 기반으로 x 방향에서의 머리영역 범위를 추출하는 단계이고, 제3단계는 x 방향 영역 내에서 다시 수평 전경 픽셀 히스토그램을 생성하고 전경픽셀 히스토그램을 분석하여 y 방향의 머리 영역 범위를 추출하는 단계이다.

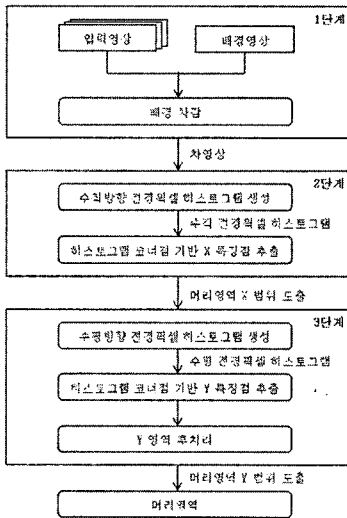


그림 1. 제안 기법의 처리절차  
Fig 1. Procedure of the proposed method

### IV. 수직 및 수평 방향 전경픽셀 히스토그램 생성

#### 1. 인체영역 검출

영상에서 객체를 검출하기 위해 가장 일반적으로 사용하는 방법이 배경차감(background subtraction)기법이다. 계산이 간단하고, 속도가 빠르기 때문에 본 논문에서도 미디언 필터 알고리즘을 적용한 미디언 배경 차감법을 사용하였다[17].

이전에 들어온 30개 프레임의 픽셀정보를 이용하여 각 픽셀 별로 미디언값을 구하고 배경으로 저장한다. 이렇게 구해진 배경 B와 현재영상I의 차를 기준값 T와 비교하여 객체 여부를 판단한다.

$$bgs(x, y) = \begin{cases} 255 & \text{if } |I_i(x, y) - B_i(x, y)| > T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

그림 2는 원영상과 배경차감 결과 영상을 보여주고 있다.

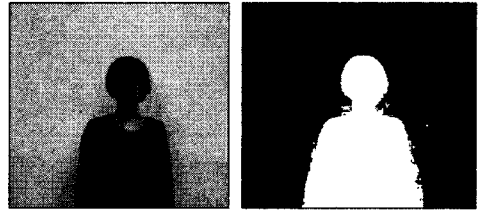


그림2. 원영상(a)과 배경차감 영상(b)  
Fig 2. Original image(a) and Background subtraction image(b)

#### 2. 수직 및 수평 픽셀 히스토그램 생성

히스토그램 분석법은 영상의 화질을 개선하기 위해서 사용될 뿐만 아니라, 공장자동화용 영상처리에서 생산공정에 놓여 있는 물건의 결함을 검사하거나 형상을 인식하기 위해서 사용되는 방법이다[18].

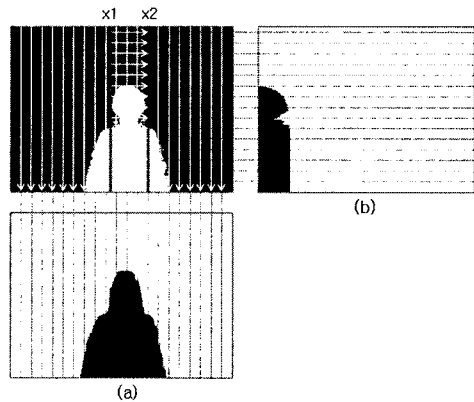


그림 3. 수직 전경픽셀 히스토그램(a)과 [x1, x2] 구간 내 수평 전경픽셀 히스토그램(b).

Fig 3. Vertical foreground pixel histogram(a) and Horizontal foreground pixel histogram for the range [x1, x2](b).

본 논문에서는 이진화 된 차영상을 입력영상으로 받아, 수직·수평 픽셀 히스토그램을 생성한다. 픽셀의 밝기값이 255인 부분이 실제 객체 영역이고, 그 영역의 픽셀 수를 우선, 수직방향으로 카운팅한다. 그림 3 (a)는 수직방향으로, 즉 같은 x값을 가지는 픽셀들에 대하여 전경픽셀 수를 카운트하여 이를 그래프로 표현한 수직방향 전경픽셀 히스토그램을 보여주고 있다. 그리고 수평방향 전경 픽셀 히스토그램은 일정 x의 범위가 주어지고, 주어진 범위 내에서 같은 y 값을 가지는 픽셀들에 대하여 전경픽셀의 수를 카운트하여 그래프로 표현함으로써 그림 3 (b)와 같이 얻어진다.

수평 전경픽셀 히스토그램을 구성하기 위하여, 우선 다음 단계에서 설명하는 히스토그램 영상에서의 특징 코너점 검출 기법을 수직 전경픽셀 히스토그램 영상에 적용함으로써, 머리

영역의 X 범위를 검출하고, 이 범위 내에서의 전경픽셀의 수를 수평방향으로 분석한 수평 전경픽셀 히스토그램을 얻게 되는 것이다. 전경픽셀 히스토그램에서 X와 Y 방향의 특징점을 추출하는 방법은 다음 V 장에서 설명하기로 한다.

### V. 머리영역 추출

#### 1. 히스토그램 영상에서 코너 검출

해리스 코너 검출법을 이용하여 앞서 구한 히스토그램의 코너를 찾는다. 해리스 코너 검출법은 영상의 잡음과 조명 변화 및 크기 변화에 강한 포인트 검출기로 널리 쓰이고 있는 방법이다[19][20]. 코너의 X, Y좌표를 반환하기 때문에 찾고자 하는 특징점의 위치를 알 수 있다.

수직·수평 히스토그램에서 원하는 특징점을 추출하기 위해, 검출된 모든 코너를 수직 히스토그램에서는 X좌표, 수평 히스토그램에서는 Y좌표를 기준으로 정렬한다. 정렬 결과에 대한 시각적인 확인을 위해 빨간 선으로 코너점들을 연결해 주었다. 다음 단계에서 검출된 코너점들의 기울기를 분석하여 머리영역을 특징 지을 수 있는 특징 코너점을 검출한다.

#### 2. 머리영역 특징점 추출

수직 전경픽셀 히스토그램 분석단계에서는 수직 전경픽셀 히스토그램의 코너점간 기울기 정보를 이용하여, 머리영역에 대한 X의 범위 즉, 그림 4에서의  $C_{x1}$ ,  $C_{x2}$ 를 찾는 것을 목표로 한다.

X 값을 기준으로 정렬된 코너점 하나를  $C_n(X_n, Y_n)$ 이라 정의하고,  $C_n$ 을 중심으로, X 축의 증가 방향으로 인접한 이웃 코너점을  $C_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1})$ , X축의 감소 방향으로 인접한 이웃 코너점을  $C_{n-1}(X_{n-1}, Y_{n-1})$ 이라 하자. 우선,  $C_n$ 에 대한 내림 방향과 오름 방향의 이웃 코너점과의 기울기  $\Delta a$ 와  $\Delta b$ 는 식 (2)와 같이 계산하고, 코너점  $C_n$ 에 대한 곡률  $C_v$ 는 식 (3)과 같이 정의한다. x 값이 가장 작은 첫 코너점과 가장 큰 코너점을 제외한 모든 코너점에 대하여 곡률  $C_v$ 를 계산한다.

$$\Delta a = \frac{Y_n - Y_{n-1}}{X_n - X_{n-1}}, \quad \Delta b = \frac{Y_{n+1} - Y_n}{X_{n+1} - X_n} \quad \dots (2)$$

$$C_v = \frac{MAX(\Delta a, \Delta b)}{MIN(\Delta a, \Delta b)} \quad \dots (3)$$

다음으로, 그림 4(a)에서의 A와 B 점에 해당하는 코너점을 찾는다. A와 B 점을 찾는 방법은 수직 전경픽셀 히스토그램에서 y 값이 가장 큰 값을 찾고, 이 값과 일정 임계값 차이 내에 속하는 코너점을 선별한다. 이 중 가장 작은 X값과 가장 큰 X 값을 가지는 코너점을 각각 점 A와 점 B로 정의한다. 그림 4의 A~A'구간과 B~B'구간에서, 코너점에 대한 곡률 값이 처음으로 주어진 임계값을 넘는 코너점  $C_{x1}(X_{x1}, Y_{x1})$ 과  $C_{x2}(X_{x2}, Y_{x2})$ 을 찾고, 두 코너점의 x 값인  $X_{x1}$ 과  $X_{x2}$ 을 수평 전경픽셀 히스토그램 생성을 위한 입력값으로 사용한다.

수직 전경픽셀 히스토그램 분석의 결과로 추출된  $[X_{x1}, X_{x2}]$  영역에 대하여 VI.2절에서 설명한 것과 같이 수평 전경픽셀 히스토그램을 생성한다. 그리고 수평 전경픽셀 히스토그램 영상에 대해서 V.1 절에서 설명한 해리스 코너 검출법을 이용하여 코너점을 검출한 후, 검출된 코너점을 Y 좌표값을 기준으로 정렬한다.

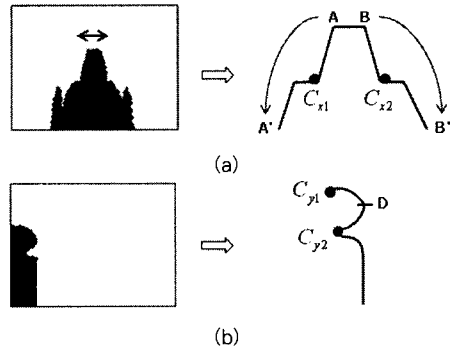


그림 4. 수직 전경픽셀 히스토그램에서(a)와 수평 전경픽셀 히스토그램에서(b)의 머리영역 특징점 정의

Fig 4. Definition of the feature points of head region in the vertical foreground pixel histogram(a) and in the horizontal foreground pixel histogram(b).

수평 전경픽셀 히스토그램 분석의 목표는 각 코너의 X좌표를 비교하여 머리의 시작점과 머리와 몸체가 나뉘는 끝점, 즉 그림 4(b)에서의  $C_{y1}$ 과  $C_{y2}$ 에 해당하는 코너점을 찾는 것이다. 머리 가장 끝점, 즉  $C_{y1}$ 은 y 값에 따라 정렬된 코너점 중 첫 코너점으로 정의한다. 머리 영역의 다른 경계  $C_{y2}$ 를 찾기 위해서, 그림 4(b)에서 수평방향으로 전경픽셀이 가장 많은 것으로 보이는 점 D를 찾는다. D 점을 찾기 위하여, 우선, 수평 전경픽셀 히스토그램의 각 코너점에 대한 기울기  $\nabla C_n$ 을 식 (4)와 같이 구한다.

$$\nabla C_n = \frac{X_{n+1} - X_n}{Y_{n+1} - Y_n} \quad \dots (4)$$

여기서,  $X_n, Y_n, X_{n+1}, Y_{n+1}$ 은, Y 값을 기준으로 정렬된 임의의 코너점을  $C_n(X_n, Y_n)$ 이라 하고,  $C_n$ 을 중심으로 Y 축의 증가 방향으로 인접한 이웃 코너점을  $C_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1})$ 이라 가정하였을 때 각 코너점의 X와 Y 좌표값을 의미한다.

각 코너점에 대한 기울기값이 구해지면, 첫 코너점에서부터 검사를 시작하여 각 코너점의 기울기가 처음으로 + 에서 - 값으로 바뀌는 코너점을 찾아, 이를 그림 4(b)에서의 점 D로 정의한다. 점 D 부터 시작하여 x 값이 최소값을 가지는 코너값을 검출하여 이를  $C_{y2}$ 라 정의한다. 수평 전경픽셀 히스토그램 분석 결과 추출된 코너점  $C_{y1}(X_{y1}, Y_{y1})$ 과  $C_{y2}(X_{y2}, Y_{y2})$ 의 y 값  $Y_{y1}, Y_{y2}$ 에 의하여 얼굴영역의 Y의 범위는  $[Y_{y1}, Y_{y2}]$ 로 정의된다. 그러므로, 얼굴의 사각영역을 정의하는 좌측상단점과 우측하단점의 좌표는 각각  $(X_{x1}, Y_{y1}), (X_{x2}, Y_{y2})$ 로 결정된다.

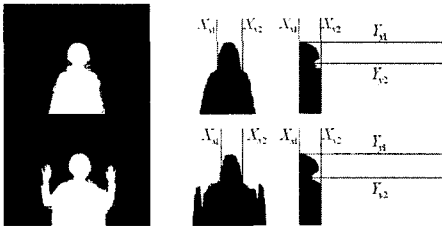


그림 5. 이진화 된 차영상(좌)과 수직 픽셀 히스토그램 특징 구간(중앙), 수평 픽셀 히스토그램 특징 구간(우)  
Fig 5. Binary background subtraction image(left) and feature section of the vertical foreground pixel histogram(center), feature section of the horizontal foreground pixel histogram(right)

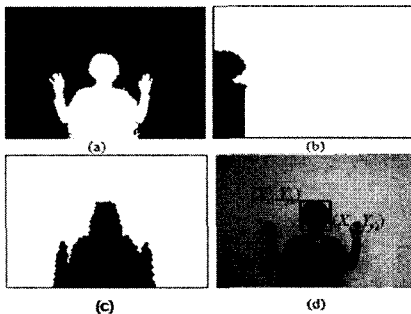


그림 6. 머리 영역 검출 결과. (a) 차영상 (b) 수평 전경픽셀 히스토그램 (c) 수직 전경픽셀 히스토그램 (d) 검출된 머리영역  
Fig 6. Head detection result. (a) Background subtraction image. (b) Horizontal foreground pixel histogram. (c) Vertical foreground pixel histogram. (d) Detection result of the head region

그림 5의 수직 전경픽셀 히스토그램을 보면, 팔을 들어올릴 때와 내리고 있을 때 모두 머리에서 어깨로 내려오는 구간인  $X_{x1}, X_{x2}$ 가 비교적 동일한 형태를 보이는 것을 확인할 수 있다. 또한, 서로 다른 포즈에서 제안 방법에 의해 자동으로 추출된  $[X_{x1}, X_{x2}]$ 범위에 대한 수평 픽셀 히스토그램에서, 머리와 목의 경계부분  $Y_{y2}$ 가 적절하게 찾아진 결과를 보여주고 있다. 그림 6은 팔을 올리고 있는 포즈에서 머리 영역을 제안 방법에 의하여 검출한 결과를 보여주고 있다.

### 3. 수평 전경픽셀 히스토그램 후처리

수평 히스토그램의 특징인 목 부분 골짜기는 모든 상황에서 동일한 형태를 보이지 않는다. 머리가 길거나, 목을 덮는 의상을 입을 경우 그림 7과 같이 목과 몸통의 경계가 나타나지 않는 수평 히스토그램이 생성된다. 따라서 찾아진  $Y_{y2}$ 의 값, 즉 머리영역의 Y의 범위가 X의 범위에 비해 임계값 이상 작거나 심하게 크게 잡히는 경우를 체크하여, X의 범위를 기준으로 한 일정 크기로 바꿔주는 후처리를 수행하였다. 후처리 내용은 식 (5)와 같다.

$$Y_{y2} = \begin{cases} Y_{y1} + (X_{x2} - X_{x1}) * w2, & \text{if } ((Y_{y2} - Y_{y1}) > (X_{x2} - X_{x1}) + w1) \parallel \\ & (Y_{y2} - Y_{y1}) < (X_{x2} - X_{x1}) * 0.5) \\ Y_{y2} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

식 (5)에서  $w1$ 과  $w2$ 는 실험적 방법으로 추출한 후처리 대상을 선별하기 위한 임계값과 머리영역에 대한 X 대비 Y 영역의 비의 값을 의미한다.

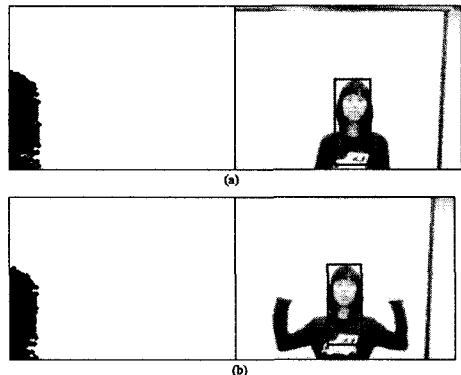


그림 7. 오검출의 두 가지 예. (좌)수평 픽셀히스토그램 (우)감지결과  
Fig 7. Two overestimated results. Horizontal foreground pixel histogram(left). Detection result(right)

그림 7은 후처리 전의 오검출 예를 보여주고 있고, 그림 8

은 실험적 방법으로 추출한 X대 Y의 얼굴영역의 비례값을 이용하여 후처리를 수행한 결과이다.

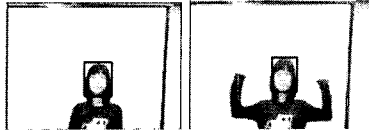


그림 8. 후처리 결과  
Fig 8. Results of the post-processing

## VI. 실험 결과

제안한 방법은 윈도우XP 환경에서 OpenCV로 구현되었으며, 실험에 사용된 컴퓨터의 CPU사양은 Core 2 Quad 2.6 GHz이고, RAM의 규격은 3GB이다. 머리 영역 검출을 위한 영상은 로지텍사의 QuickCam Chat을 이용하여 촬영했으며, 영상사이즈는 320\*240 이다.

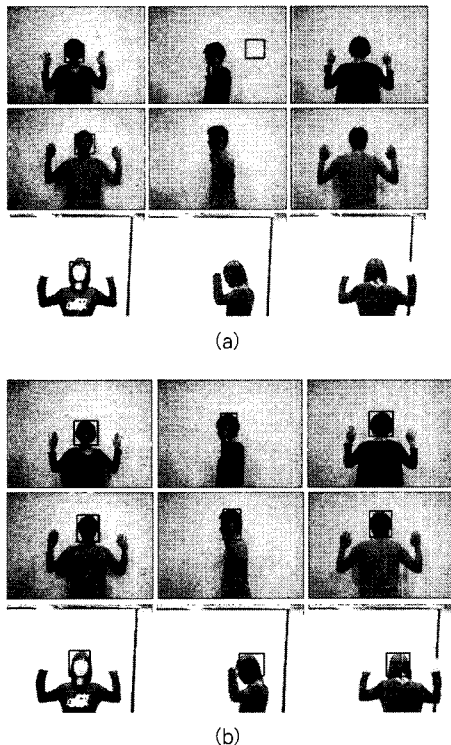


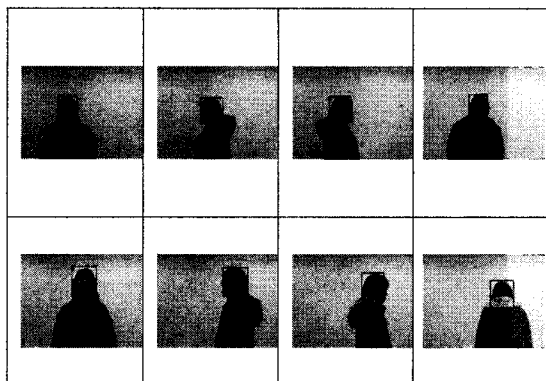
그림 9. 머리영역 감지 실험 결과 비교 (a) 기존의 Haar유사 특징 기반 머리영역 감지. (b) 제안 기법  
Fig 9. Comparison of detection results. (a) Head detection based on haar-like features. (b) Head detection using proposed method.

머리영역 검출을 위하여 입력영상 샘플은 실시간으로 입력되는 동영상을 사용하였다. Haar 유사 특징 기반 얼굴 검출 실험을 위하여 OpenCV에서 제공하는 얼굴 검출 API를 이용하였다. 배경차감을 위하여 10프레임 정도의 배경 촬영 후 관찰자가 등장하여 한 손씩 올리고, 회전하는 동작을 수행한 결과를 그림 9에서 보여주고 있다.

그림 9는 기존의 얼굴 검출과 제안한 방법을 비교한 것이다. 기존 방법의 경우, 사람 얼굴의 특징정보를 바탕으로 머리영역을 검출하기 때문에 그림 9의 (a)와 같이 사람이 회전할 때 잘못된 추적 결과를 보인다. 반면에, 제안한 방법은 인체영역 전체에 대한 히스토그램을 바탕으로 머리영역을 추적하기 때문에 정면뿐만 아니라 측면, 후면의 영상에 대해서도 강건하게 머리영역을 추출함을 확인할 수 있다. 표 1은 제안 기법을 적용하여 서로 다른 방향으로 향하고 있는 실험자의 머리영역 추출 결과를 보이고 있다.

표 1. 머리영역 감지 실험 결과.  
Table 1. Head detection results.

정면	우측면	좌측면	후면



## VII. 결론

본 논문에서는 배경차감영상에 대한 수평 및 수직 전경픽셀 히스토그램을 분석함으로써, 머리영역을 안정적으로 검출하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 기존의 얼굴 특성 기반 검출에 비해, 머리를 포함한 몸체의 수직, 수평 픽셀 히스토그램을 이용함으로써 사람의 회전 움직임에도 영향을 적게 받는 안정적 검출결과를 얻을 수 있었다.

본 제안 기술은 얼굴의 특성보다 인체 형태 특성을 기반으로 한 방법으로서, 머리카락이나 모자 혹은 마스크 등을 이용하여 얼굴의 상당 부분을 가린 사람에 대해서도 안정적으로 머리영역을 검출할 수 있다. 그러므로 추후 본 제안 방법을 기반으로 보안구역에 지나는 보행자, 혹은 ATM 단말기에서 현금 인출을 시도하는 사용자의 경우, 머리 영역을 안정적으로 검출하고, 관찰 대상 사용자들이 마스크나 모자 등을 착용하였는지 여부를 자동으로 판별하는 시스템으로 활용할 수 있다. 또한, 검출된 머리 영역 내의 영상 특성 분석을 기반으로 사용자의 자세를 자동으로 추정할 수 있을 것으로 기대한다.

HCI(Human-Computer Interaction)을 위한 향후 연구로서, 본 연구를 확장하여 다중 관찰자의 머리영역 검출 연구를 수행할 계획이며, 또한 개별 관찰자의 머리영역뿐만 아니라 다른 신체부위 영역을 안정적으로 검출하고 추적하는 문제를 해결하고자 한다.

## 참고문헌

[1] P. Viola, M. Jones, "Rapid Object Detection

using a Boosted Cascade of Simple Features", IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 511-518, Dec. 2001

[2] E. Murphy-Chutorian, M.M. Trivedi, "Head Pose Estimation in Computer Vision: A Survey," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.31, No.4, pp. 607-626, Apr. 2009

[3] M.H. Yang, D.J. Kriegman, N. Ahuja, "Detecting Faces in Images: A Survey," IEEE Transactions, Vol.24, No.1, Jan. 2002

[4] G. Yang and T. S. Huang, "Human Face Detection in Complex Background," Pattern Recognition, Vol.27, No.1, pp. 53-63, Jan. 1994.

[5] 김형균, 정기봉, "YCbCr정보와 아다부스트 알고리즘을 이용한 실시간 얼굴검출 시스템," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 13권, 제 5호, 19-26쪽, 2008년 9월.

[6] 지정규, "얼굴 인식과 RFID를 이용한 실시간 인증 시스템," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 13권, 제 5호, 263-272 쪽, 2008년 9월.

[7] R. Kjeldsen and J. Kender, "Finding Skin in Color Images," Proc. Second Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 312-317, Oct. 1996.

[8] T.K. Leung, M.C. Burl, and P. Perona, "Finding Faces in Cluttered Scenes using Random Labeled Graph Matching," Proc. Fifth IEEE Int'l Conf. Computer Vision, pp. 637-644, Jun. 1995.

[9] K.C. Yow and R. Cipolla, "Feature-based Human Face Detection," Image and Vision Computing, Vol.15, No.9, pp. 713-735, Sep. 1997.

[10] I. Craw, D. Tock, and A. Bennett, "Finding Face Features," Proc. Second European Conf. Computer Vision, pp. 92-96, May 1992.

[11] A. Lanitis, C.J. Taylor, and T.F. Cootes, "An Automatic Face Identification System using Flexible Appearance Models," Image and Vision Computing, Vol.13, No.5, pp. 393-401, Jun. 1995.

[12] M. Turk and A. Pentland, "Eigenfaces for Recognition," J. of Cognitive Neuroscience, Vol.3, No.1, pp. 71-86, Jan. 1991.

- [13] K.K. Sung and T. Poggio, "Example-based Learning for View-based Human Face Detection," IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.20, No.1, pp. 39-51, Jan.1998.
- [14] N. Gourier, J. Maisonnasse, D. Hall, and J. Crowley, "Head pose estimation on low resolution images," in Multimodal Technologies for Perception of Humans, Int'l. Workshop Classification of Events Activities and Relationships, CLEAR 2006, ser. Lecture Notes in Computer Science, R. Stiefelhagen and J. Garofolo, Eds., Vol. 4122, pp. 270 - 80, 2007.
- [15] Teodora Vatahska, Maren Bennewitz, and Sven Behnke "Feature-based Head Pose Estimation from Images" In Proceedings of the International Conference on Humanoid Robots (Humanoids), Pittsburgh, USA, Dec. 2007.
- [16] Margarita Osadchy Yann Le Cun Matthew L. Miller "Synergistic face detection and pose estimation with energy-based models," J. Machine Learning Research, Vol. 8, pp. 1197 - 215, May 2007.
- [17] D.H. Parks, S.S. Fels, "Evaluation of Background Subtraction Algorithms with Post-processing," IEEE Fifth International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, pp. 192-199, Sept. 2008
- [18] 강동중, 하종은, "Visual C++을 이용한 디지털 영상 처리," 사이텍미디어, 118쪽, 2005년.
- [19] C. Harris and M.J. Stephens, "A Combined Corner and Edge Detector," In Alvey Vision Conference, pp. 147 - 152, 1988.
- [20] C. Schmid, R. Mohr, and C. Bauckhage, "Evaluation of Interest Point Detectors," International Journal of Computer Vision, 37(2):151 - 172, June 2000.

**저 자 소개**



**최 유 주**  
 2005년 2월 :  
 이화여자대학교 컴퓨터학과 공학박사  
 2005년 9월~현재 :  
 서울벤처정보대학원대학교 조교수  
 관심분야 :  
 컴퓨터그래픽스, 영상처리, 가상현실,  
 지능형감시시스템



**손 향 경**  
 2009년 2월 :  
 서울여자대학교 멀티미디어학과 공학사  
 2009년 6월~현재 :  
 서울벤처정보대학원대학교 VCAR 연  
 구실 연구원  
 관심분야 : 영상처리, HCI



**박 정 민**  
 2008년 2월 : 이화여자대학교 대학  
 원 컴퓨터정보통신공학과 공학박사  
 1991년 3월~현재 : 한국과학기술연  
 구원 인지로봇연구단 연구원  
 관심분야 : 네트워크 보안, 로봇 소프  
 트웨어, 소프트웨어 구조



**문 남 미**  
 1998년 2월 :  
 이화여자대학교 컴퓨터학과 이학박사  
 1998년 :  
 아주대학교 미디어학과 조교수대우  
 1999년 - 2002년 :  
 이화여자대학교 정보통신교육원 부원장  
 2003년 - 2007년 :  
 서울벤처정보대학원대학교 디지털미디  
 어학과 교수  
 2008년 - 현재 :  
 호서대학교 벤처전문대학원 IT응용기  
 술학과 교수  
 관심분야 : 디지털양방향방송, HCI,  
 이러닝, 양방향서비스