

로봇 사진사를 위한 오메가 형상 추적기와 얼굴 검출기 융합을 이용한 강인한 머리 추적

Robust Head Tracking using a Hybrid of Omega Shape Tracker and Face Detector for Robot Photographer

김 지 성¹, 정 지 훈², 안 광 호³, 유 연 겐⁴, 이 원 형⁵, 정 명 진⁶

Ji Sung Kim¹, Ji Hoon Joung², An Kwang Ho³,
Yeon Geol Ryu⁴, Won Hyung Lee⁵, Chung Myung Jin⁶

Abstract Finding a head of a person in a scene is very important for taking a well composed picture by a robot photographer because it depends on the position of the head. So in this paper, we propose a robust head tracking algorithm using a hybrid of an omega shape tracker and local binary pattern (LBP) AdaBoost face detector for the robot photographer to take a fine picture automatically. Face detection algorithms have good performance in terms of finding frontal faces, but it is not the same for rotated faces. In addition, when the face is occluded by a hat or hands, it has a hard time finding the face. In order to solve this problem, the omega shape tracker based on active shape model (ASM) is presented. The omega shape tracker is robust to occlusion and illumination change. However, when the environment is dynamic, such as when people move fast and when there is a complex background, its performance is unsatisfactory. Therefore, a method combining the face detection algorithm and the omega shape tracker by probabilistic method using histograms of oriented gradient (HOG) descriptor is proposed in this paper, in order to robustly find human head. A robot photographer was also implemented to abide by the 'rule of thirds' and to take photos when people smile.

Keywords : LBP Face Detector, Omega Shape Tracker, HOG descriptor, Robot Photographer

1. 서론

일반적인 인물 사진 촬영 시 지나가던 누군가에게 부탁해서 사진을 찍는 경우가 많다. 하지만 사진을 촬영하는 사람이 카메라에 익숙하지 않다면 좋지 못한 결과물을 얻을 수 있다.

이를 방지하기 위해 카메라의 타이머 기능을 사용한다면 정해진 시간에 사진이 촬영되기 때문에 피사체가 경직되어 자연스러운 사진을 찍어 주지 못하고 다양한 구도와 자세에서 사진을 찍을 수 없게 된다.

사진촬영이 익숙하지 못한 사람과 일반적인 타이머 기능을 대체하는 방법으로 사진사 로봇이 제안되었다¹⁾. 사진사 로봇은 사진 프레임 속 사람의 머리 위치를 파악하고 피사체가 카메라를 의식하지 않는 자연스러운 상태에서 좋은 구도의 사진을 자동으로 찍어준다.

기존의 대표적인 사진사 로봇으로는 Byers 등이 제안한 Lewis 로봇¹⁾과 Sony에서 개발된 party-shotIPT-DS1(이하 파티샷)등이 있다. Lewis 로봇은 사람의 얼굴을 찾아 좋은 구도의 사진 촬영을 목적으로 한다. 이때 얼굴을 검출하기 위해 Lewis 로봇은 사람의 피부 색을 사용하는데 이

Received: March 31, 2010; Reviewed: May 24, 2010; Accepted: May 26, 2010

※ 본 연구는 (KAIST CRVP 연구센터를 통한) 지식경제부 / 한국산업기술진흥원 융복합형 로봇 전문 인력 양성 사업의 지원으로 수행되었음.

¹ 삼성테크윈 연구원 (Email : joyful.kim@samsung.com)

² 한국전자통신연구원 연구원 (Email : jihoonj@etri.re.kr)

³ LG 전자 선임연구원 (Email : kh.an@lge.com)

⁴ 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사과정 (Email : ygryu@cheonji.kaist.ac.kr)

⁵ 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사과정 (Email : leestation@cheonji.kaist.ac.kr)

⁶ 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 교수 (Email : mjchung@ee.kaist.ac.kr)

알고리즘은 논문에서도 언급하고 있듯이 조명과 밝기 변화 및 주위 배경에 민감하여 사진사 로봇에 적합하지 않다²⁾.

파티샷은 팬틸트 모듈로 구성되어 있으며 모듈에 탑재되는 카메라의 줌기능을 이용하여 카메라 주위에 사람 얼굴을 찾아서 자동으로 사진을 촬영한다. 실제 실험을 통해 알게 된 파티샷의 단점은 조명이 어두운 경우, 조명 변화가 심한 경우, 얼굴에 피부색 이외의 다른 물체로 가려짐이 발생할 경우, 얼굴 회전 각도가 큰 경우 얼굴 검출에 실패하여 사진을 찍지 못하는 것을 확인하였다.

따라서 사진사 로봇을 만들기 위해서는 주위 환경에 강인하게 얼굴을 검출하는 알고리즘이 필요하고 이를 위해 현재 얼굴 검출에 가장 많이 사용되는 boosting 기반의 얼굴을 찾는 알고리즘에 LBP 특징(feature)을 사용하였다³⁾. 그런데 얼굴을 찾는 알고리즘은 정면 얼굴에 대해서는 얼굴을 잘 찾지만 회전된 얼굴과 측면 얼굴은 잘 찾지 못한다. 또한 모자, 손등 얼굴에 가려짐(occlusion)이 있을 경우 얼굴을 잘 찾지 못하는 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 ASM 기반의 오메가 형상 추적기를 사용하였다⁴⁾.

하지만 오메가 형상 추적기는 조명변화와 가려짐에 강인한 성능을 보였지만 복잡한 주변 환경일 때, 사람이 빠르게 움직일 때 그리고 사람과 주변이 비슷한 색 정보를 가지고 있을 때 강인하지 못함을 확인 하였다.

그래서 본 논문에서는 얼굴 검출기와 오메가 형상 추적기를 HOG 기술자를 이용한 확률적 모델로 결합하여 강인하게 사람의 머리를 검출하는 알고리즘을 제안한다.

본 논문의 목적은 사진 프레임 속에 사람의 머리 위치를 파악하고 피사체가 카메라를 의식하지 않는 자연스러운 상태에서 좋은 구도의 사진을 자동으로 찍어주는 사진사 로봇을 만드는 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HOG 기술자를 이용한 머리 추적 융합 알고리즘을 설명한다. 3장에서는 사진사 로봇 시스템 구성에 대해서 설명하고 4장에서는 2장에서 제안한 알고리즘과 3장에서 제안한 사진사 로봇 시스템으로 실험한 결과를 보여준다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론에 대해 기술 한다.

	장점	단점
Face detection algorithm	정면 얼굴 빠른 속도	가려짐에 약함 회전된 얼굴
Omega shape tracker	조명변화 가려짐 회전된 얼굴	복잡한 환경 고속 피사체 사람과 유사한 주변 색

그림1. 얼굴 검출기와 오메가 형상 추적기의 장단점

2. 머리 추적 융합 알고리즘

얼굴 검출기술인 LBP-AdaBoost만으로는 가려짐에 취

약 하기 때문에 형상 기반의 오메가 형상 추적기를 사용하였다. 오메가 형상 추적기는 가려짐과 조명변화에 강인하게 머리를 추적하지만 추적하는 물체가 빠르게 움직일 때 지역적 국소 (local minima)에 빠지게 되어 추적이 실패하는 문제점을 갖고 있다. 본 장에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위하여 얼굴 검출기와 얼굴 추적기를 확률 모델을 이용하여 융합하였다. 확률 모델을 정립하기 위하여 오메가 형상이 추적하고 있는 위치에 실제로 얼굴이 검출되고 있는지 아니면 오메가 형상 추적기가 지역적 국소에 빠졌는지를 HOG 기술자를 사용하여 확률적으로 판단하였다. HOG는 일반적으로 SVM과 같은 classifier와 함께 사용되어 참, 거짓의 결과를 주지만⁵⁾ 본 논문에서는 융합되는 정보 중 하나로 사용하고, 그 결과를 확률적으로 모델링하여 다른 정보와 융합하는 방법을 제안하였다.

2.1 HOG 기술자를 이용한 지역적 국소 여부 확률 모델링

HOG는 지역적인 그래디언트의 히스토그램을 모아서 전역적인 하나의 특징벡터를 얻는 것이다. HOG를 계산하는 방식은 아래와 같다.

- 1) 컬러 영상을 흑백 영상으로 변환 시킨다.
- 2) x, y 방향의 영상의 그래디언트를 구한다.

$$G_x(x, y) = [-1 \ 0 \ 1] * I(x, y) \tag{1}$$

$$G_y(x, y) = [-1 \ 0 \ 1]^T * I(x, y) \tag{2}$$

- 3) 각 픽셀 위치에서의 그래디언트의 크기와 방향을 구한다.

$$G(x, y) = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2} \tag{3}$$

$$\theta(x, y) = \arctan \left(\frac{G_y(x, y)}{G_x(x, y)} \right) \tag{4}$$

- 4) 그래디언트의 각도에 해당하는 히스토그램 빈에 크기 정보를 쌓는다.

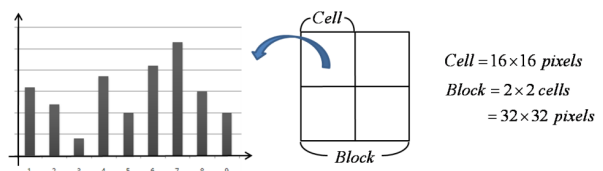


그림 2. HOG 기술자 개념도

HOG의 구현에 있어 그래디언트 계산은 소벨(sobel) 연산자를 사용하였고 그림2와 같이 각도는 0~180도까지 20도 간격으로 정하였으며 하나의 셀 (cell) 당 9개의 히스토그램 빈을 같도록 하였다. 또한 한 개의 블록 (block)은 4개의 셀을 포함하고 각 블록을 정규화 (normalization) 하였다. 한 블록에 대해서 히스토그램 빈의 개수는 $9 \times 4 = 36$ 이 되고 이미지는 128×128 을 사용하였으므로 cell의 중복을 허용하여 하나의 이미지에 대한 HOG 기술자 벡터의 크기는 1764 차원의 벡터가 된다.

$$length(feature\ vector) = 7 \times 7 \times 4 \times 9 = 1764 (dim) \quad (5)$$

HOG 기술자의 계산을 빠르게 하기 위하여 적분 히스토그램 (integral histogram)을 사용하였는데 기본적인 아이디어는 적분영상 (integral image)과 같다⁶⁾.

HOG 기술자를 통해 지역적 국부에 빠졌는지 여부를 확인하기 위해 히스토그램 교차 분류기 (histogram Intersection)를 사용하였다. 히스토그램 교차 분류기 $D(S, M)$ 는

$$D(S, M) = \sum_i \min(S_i, M_i) \quad (6)$$

로 정의된다. 여기서 S 와 M 은 비교할 히스토그램을 의미하고 S_i 와 M_i 은 각각 i 번째 빈의 히스토그램 값을 의미한다. 히스토그램 교차 분류기는 각 히스토그램 빈을 비교하여 작은 값을 더하는 분류기로 비교의 기준이 되는 히스토그램과 새로 들어온 히스토그램과 유사도가 클 때 큰 값을 갖게 된다. 우선 HOG 기술자를 오메가 형상 추적기에서 매 프레임 계산되는 분류된 (clustering) 영상에 바로 적용하지 않고 미디언 필터를 영상에 적용하여 잡음에 의한 에지 정보를 줄여 주었다. 그림 3은 미디언 필터를 적용시키지 않은 영상에 대해 그래디언트를 구한 결과이다. 이를 통해 잡음의 영향으로 형태 정보가 뚜렷하지 않음을 확인 할 수 있다. 그림 4는 미디언 필터를 적용시킨 후 그래디언트를 구한 결과로 그림 3과 비교했을 때 잡음에 의한 영향이 줄어들었음을 확인 할 수 있다.



그림 3. 잡음에 의한 에지 정보



그림 4. 미디언 필터를 이용한 노이즈 엣지 제거

그 후 히스토그램 교차 분류기를 지역적 국소에 빠지는 입력 영상 시퀀스에 적용해 보았다.

그림 5는 입력 영상 시퀀스에 히스토그램 교차 분류기를 적용한 결과이다. 오메가 형상 안에 사람 머리가 있을 경우에는 비교적 큰 값을 가지며 급격한 움직임이 있어 오메가 형상이 지역적 국소에 빠진 경우 (193 frame)에는 처음 값과 비교하여 상대적으로 작은 값을 갖는 것을 확인할 수 있다. 또한 지역적 국소에서 다시 오메가 형상 추적이 성공하게 되면 (346frame) 높은 값을 갖는다. 이를 통해 처음 히스토그램교차 분류기 값으로 전체 값들을 나누어 주게 되면 관심영역 (ROI)내에 사람 머리의 유무 즉, 지역적 국소 여부에 대한 0~1사이의 확률을 제공하는 모델로 사용할 수 있다. HOG정보를 이용한 지역적 국소 여부 확률 $P(c|HOG_i)$ 는

$$P(c|HOG_i) = \frac{1}{\sum_i S_i} D(S_i, S_i) \quad 0 \leq P(c|HOG_i) \leq 1 \quad (7)$$

로 정의되며, 여기서 $P(c)$ 는 사람의 머리가 있을 신뢰도이고 이때 c 는 해당되는 관심영역에 머리가 있는 사건이다. 또한 HOG_i 는 i 번째 프레임에서 관심 영역의 HOG 기술자이다. 즉 입력되는 프레임마다 HOG 기술자를 구하여 초기 프레임의 HOG기술자와 히스토그램 교차 분류기로

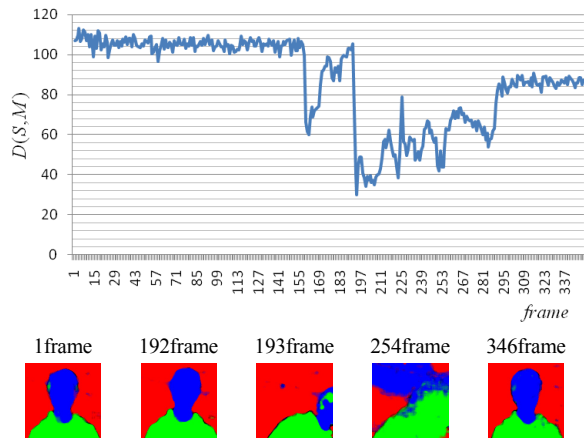


그림 5. 히스토그램 교차 분류기를 통한 지역적 국소 판단 실험

비교한 뒤 처음 히스토그램의 함으로 나누어 주면 지역적 국소에 빠진 여부에 대한 0~1사이의 확률을 얻을 수 있다.

2.2 1-D Gaussian을 이용한 최종 확률 모델링

HOG기술자 외에도 얼굴 검출기를 통한 얼굴 중심점의 위치좌표와 오메가 형상 추적기를 통한 머리의 중심점의 위치좌표의 거리 차가 클 수록 머리가 있을 신뢰도는 낮아지고 둘의 거리가 가까울수록 머리가 관심 영역 내에 존재할 신뢰도가 높아지므로 이 사실을 이용하여 1-D Gaussian 을 이용하여 확률을 모델링 하였다. 위치 정보를 이용한 지역적 국소 여부 확률 $P(c|F_i, O_i)$ 는

$$P(c|F_i, O_i) = e^{-|F_i - O_i|/2\sigma^2} \quad 0 \leq P(c|F_i, O_i) \leq 1 \quad (8)$$

로 정의되며 여기서 F_i 는 i 번째 프레임에서 얼굴 검출기를 통한 얼굴 중심점의 2차원벡터이고 O_i 는 i 번째 프레임에서 오메가 형상 추적기를 통한 머리 중심점의 2차원 벡터이다. 거리 차이는 $l^2 - norm$ 을 이용하여 구하였다.

따라서 최종적으로 다음과 같은 확률 모델을 정의하였고

$$P(c|HOG_i)P(c|F_i, O_i) \quad (9)$$

위 식의 값이 실험을 통해 얻게 된 임계값보다 작으면 오메가 형상 추적기가 지역적 국소에 빠져있다고 판단하고 얼굴 검출기의 결과로 오메가 형상 추적기를 다시 초기화하였다.

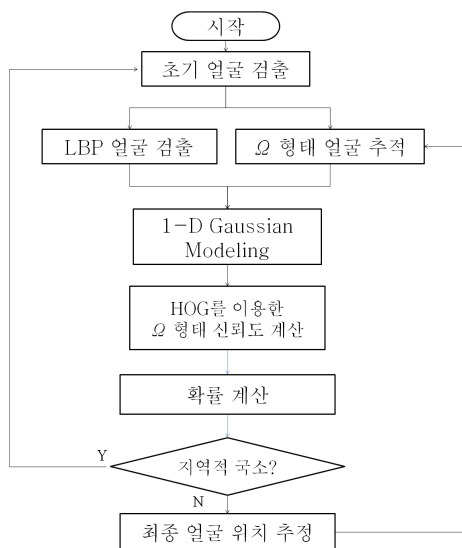


그림 6. 머리 추적 융합 알고리즘 흐름도

3. 사진사 로봇 시스템

3.1 인물 사진을 위한 구도학

3.1.1 삼분할 원칙 (rule of thirds)

본 논문에서는 인물 사진 촬영의 기본 구도로 삼분할 원칙을 사용하였다. 삼분할 원칙이란 사진을 가로로 삼등분 하는 두 개의 선과 세로로 삼등분 하는 두 개의 선이 교차하는 4개의 교점에 피사체가 배치 되도록 사진 화면을 구성하는 기법을 말한다⁷⁾. 두 개의 가로선과 두 개의 세로선이 교차하는 지점을 ‘스위트 스팟(Sweet Spot)’이라고 하고 이 교차점에 피사체를 배치 할 때 일반적으로 이미지가 보기 좋고 역동적이라고 느끼게 된다. 피사체를 중앙에 배치하게 될 경우 사진을 보는 사람의 시선은 피사체의 주변 영역에는 거의 주목하지 않게 되지만 피사체를 화면의 1/3지점에 배치하게 되면 보는 사람의 시선은 주변 환경에 더 관심을 갖게 되고 이미지가 보다 동적으로 보여지게 된다. 그러므로 스위트 스팟 근처에 머리의 중심점이 위치할 경우 사진을 촬영하도록 하는 시스템을 구성하였다.

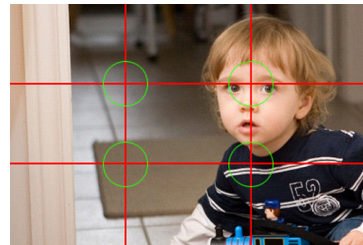


그림 7. 삼분할 원칙 예시 사진

3.2 웃는 표정 인식

삼분할 원칙 이외에도 웃는 표정이 인식되었을 때 사진을 찍게 하여 자연스러운 사진을 얻도록 구현하였다. 웃는 표정 인식을 위해 PCA를 적용하여 들어온 영상 벡터 차원 축소를 한 후 선형 판별 분석법(LDA)을 적용하였다⁸⁾.



그림 8. PCA+LDA를 이용한 웃는 표정 인식

3.3 하드웨어 구성

3.3.1 하드웨어 사양

사진사 로봇의 구현을 위해서 카메라는 22배 줌기능이

내장된 LG-LVC A903HM을 사용하였고 팬 틸트제어를 위한 모듈로는 LPT-A100L을 사용하였다. 이동성을 위해 노트북(CPU : Core2 2.50 GHz, RAM: 4GB)을 이용하여 하드웨어를 제어하였다.

3.3.2 하드웨어와 제안된 알고리즘의 연동

제안된 알고리즘으로 얻어진 얼굴의 위치는 이미지 상의 2차원 값 (x, y) 로 주어진다. 머리 위치의 x 좌표 값은 하드웨어의 팬을 조절하는데 사용하였고 머리 위치의 y 좌표 값은 하드웨어의 틸트를 조절하는데 사용 하였다. 또한 머리의 크기 정보를 사용하여 줌기능을 제어하였다.

하드웨어는 다음과 같이 구동한다. 하나의 이미지에는 4개의 스위트 스팟이 존재하는데 초기 머리 위치와 가장 가까운 스위트 스팟으로 하드웨어를 제어하여 사진을 촬영한다. 그 후에는 시계방향으로 돌아가면서 4개의 스위트 스팟 모두에서 사진을 촬영하도록 구동하였다.

2장에서 제안된 알고리즘을 통한 머리 위치 추적과 하드웨어 연동, 그리고 웃는 얼굴 인식을 추가한 총 로봇 사진사의 시스템 흐름도는 다음과 같이 표현된다.

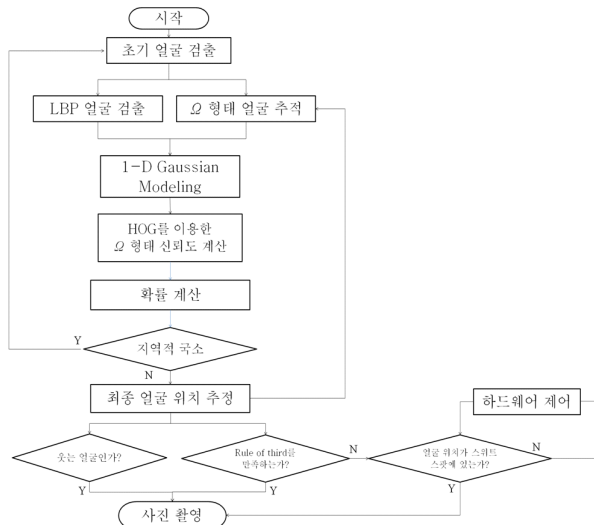


그림 9. 사진사 로봇 통합 시스템 흐름도

4. 실험 결과

제안한 시스템에서 사용하는 추적 알고리즘의 성능 평가를 위해 검출된 얼굴 중심점의 정확도를 측정하였다. 얼굴 중심점 정확도는 기존 오메가 형상 추적 알고리즘과 비교 하였다. 또한 가려짐, 조명변화 상황에서의 실험을 통해 제안한 알고리즘의 주변 환경에 대한 강인함을 확인하였고 끝으로 제안한 시스템과 파티샷의 성능을 비교하기 위

해 동일한 조건하에서 실험하였다. 실험에 사용한 동영상은 320×240 해상도로 초당 10 frame 으로 구성되어 있다.

4.1 기존 오메가 형상 추적 알고리즘과의 비교 실험

그림 10과 같이 빠른 움직임이 있을 경우 오메가 형상 추적기만 사용한 경우에 지역적 국소에 빠져 추적이 실패 하지만(평균 거리 오차: 18.8pixels) 제안한 알고리즘은 HOG기술자와 1-D Gaussian 확률 모델을 이용하여 지역적 국소에 빠진 여부를 판단하고 만약 지역적 국소에 빠졌다고 판단하면 얼굴 검출 결과로 오메가 형상을 계속적으로 피드백 해줌으로써 결과적으로 빠른 움직임에도 강인하게 얼굴을 추적함을 확인 하였다. (평균 거리 오차: 3.2pixels)

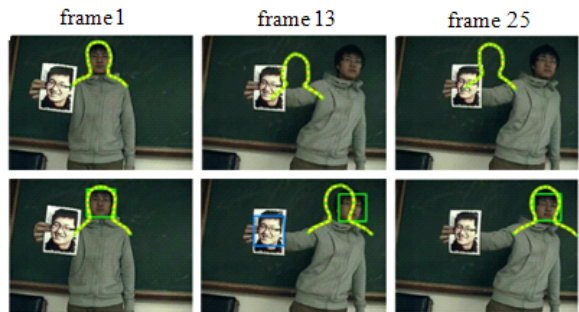


그림 10. 오메가 형상 추적 알고리즘과의 비교 실험

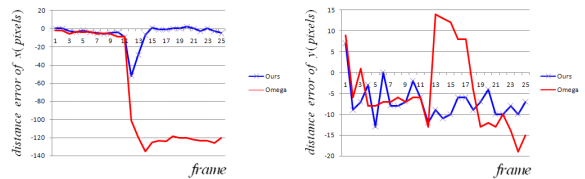


그림 11. x, y축 거리 오차 비교 그래프

4.2 가려짐, 조명변화 상황에서의 실험 결과

그림 12와 같이 얼굴에 손과 모자 등 가려짐이 발생하여 얼굴 검출기가 얼굴을 검출 할 수 없는 상황에도 강인하게 머리를 추적함을 확인하였다.

그림 13와 같이 조명을 빠른 주기로 변화시켜도 강인하게 머리와 어깨 윤곽선을 검출하는 것을 확인하였다.

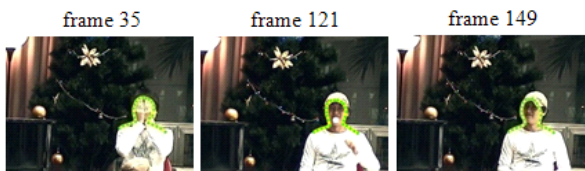


그림 12. 가려짐이 발생한 상황에서의 실험 예

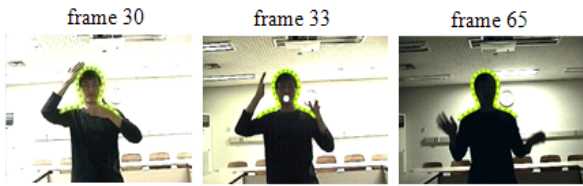


그림 13. 조명 변화가 있는 상황에서의 실험 예

4.3 파티샷과 제안된 시스템과의 비교 실험 결과

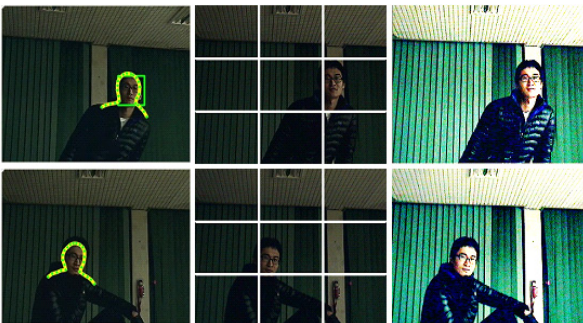
그림 14-(a)와 같이 피사체와의 거리 조건을 일치시키고 동일한 조명 조건 하에서 본 논문에서 제안한 사진사 로봇 시스템과 파티샷을 비교 실험해 보았다. 본 논문에서 제안한 시스템은 피사체를 강인하게 추적하여 사진을 촬영하는 반면에 파티샷은 얼굴 검출에 계속 실패하여 일정 시간 후에 자동적으로 동작을 멈추었다. 그림 14-(b)는 사진이 촬영되게끔 피사체가 파티샷 근처로 이동하여 얼굴을 찾을 수 있는 환경을 조성해 준 후에 촬영된 사진들이다. 파티샷은 얼굴을 찾고, 미소를 짓는 순간에서 셔터가 눌러지기까지 시간 간격이 있기 때문에 피사체가 그 사이에 움직이거나 피사체의 얼굴에 가려짐 현상이 발생하면 사진 촬영에 실패하였다. 하지만 본 논문에서 제안한 시스템은 구도 인식과 웃는 얼굴 인식을 동시에 수행하기 때문에 파티샷의 시간 간격 문제를 해결 하였다. 본 논문에서 제안한



(a) 파티샷과 제안된 시스템의 비교 실험 환경



(b) 파티샷으로 촬영된 사진



(c) 제안된 시스템으로 촬영된 사진

그림 14. 파티샷과 제안된 시스템의 비교 실험

시스템은 플래쉬(flash)가 없기 때문에 이를 보완하기 위해 히스토그램 평활화(histogram equalization) 기법으로 어두운 영상을 보정해 주었다.

5. 결론

사진 촬영시 사람들은 정면 얼굴뿐 아니라 얼굴을 회전시켜 사진을 찍거나 손가락으로 V모양을 만들어 얼굴을 가리는 등 얼굴에 가려짐 현상을 발생시킨다. 본 논문에서는 정면 얼굴뿐만 아니라 회전, 가려짐, 조명변화, 빠른 움직임에도 강인하게 사람의 머리의 위치를 찾아주는 알고리즘을 위해 LBP 얼굴 검출 기술과 오메가 형상 추적 기술을 HOG 기술자와 1-D Gaussian을 이용한 확률 모델로 융합하였다. 제안한 알고리즘을 사용하여 사진 프레임 속에 사람의 머리 위치를 파악하고 피사체가 카메라를 의식하지 않는 자연스러운 상태에서 삼분할 원칙과 웃는 표정을 자동으로 인식하여 사진을 찍어주는 사진사 로봇을 구현하였다. 본 논문에서 개발한 사진사 로봇은 팬-틸트 모듈과 줌인 줌아웃 기능을 이용하여 사진을 찍으며 공간 이동성을 가지고 있지는 않다. 사진사 로봇 자체의 이동성을 부여하지 않은 이유는 사진사 로봇 시스템이 하나의 모듈로서 기존에 개발된 여러 이동 로봇에 탑재할 수 있도록 개발하는 것을 목적으로 하였기 때문이다. 이를 위해서는 추후에 모듈의 경량화 및 개발된 시스템의 임베디드화가 필요하다.

제안한 알고리즘의 가장 큰 단점은 초기화 부분이다. 오메가 형상 추적기가 초기에 얼굴 검출 영역의 위치와 크기를 입력으로 받기 때문에 입력 동영상 프레임 중에 정면 얼굴 검출 프레임이 없는 경우 본 논문에서 제안한 알고리즘은 실패하게 된다. 또한 프레임 안에서 사람 얼굴이 얼굴 검출기의 학습 영상 크기보다 작을 때는 얼굴을 검출 못하기 때문에 프레임 중에 정면 얼굴이 없거나 학습 영상보다 얼굴이 작을 경우에 대한 근본적인 해결책이 필요하다. 본 논문에서 사용한 HOG 기술자는 영상에서 서있는 사람 또는 사람의 상체를 검출하는데 사용되므로 처음 초기화 부분에서 전신 또는 상체를 검출하고 그 이후에 오메가 형상 추적기를 초기화 한다면 위에서 제기된 문제를 해결할 수 있을 것이다.

끝으로 제안한 알고리즘은 단일 인물일 경우에 대해서 고려하였으며 사람이 두 명 이상일 경우에는 다 객체 추적 알고리즘 및 다중 인물의 사진 구도학 정보가 필요하다.

참고문헌

- [1] Z. Byers, M. Dixon, K. Goodier, C. M. Grimm, and W. D. Smart, "An Autonomous Robot Photographer," *In IEEE International Conference on Robots and Systems*, pp.2636-2641, 2003.
- [2] Z. Byers, M. Dixon, K. Goodier, C. M. Grimm, and W. D. Smart, "Say Cheese! Experiences with a Robot Photograprer," *AI Magazine archive*, Vol. 25, No.3, pp.37-46, 2004.
- [3] L. Zhang, R. Chu, S. Xiang, S. Liao, and S. Li., "Face detection based on multi-block lbp representation," *Lecture Notes in Computer Science*, 4642:11, 2007.
- [4] 권무식, "통계학적 학습을 이용한 머리와 어깨선의 위치 찾기," *한국통신학회 논문지*, 제32권, 제2호, pp.141-149, 2007.
- [5] N. Dalal and B. Triggs, "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.886-893, 2005.
- [6] F. Porikli, "Integral histogram: A fast way to extract higtograms in cartesian spaces," *Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.829-836, 2005.
- [7] 로버트 카푸토, 『인물사진을 잘 만드는 비결』, 김문호 역, 청어람 미디어, 2005.
- [8] P.N. Belhumeur, J.P. Hespanha, and D.J. Kriegman, "Eigenfaces vs Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection," *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.19, No.7, pp.711-720, 1997.



정지훈

2007 서강대학교 전자공학과 (공학사)
 2009 KAIST 전기 및 전자공학 과(공학석사)
 2009~현재 한국전자통신연구원 연구원

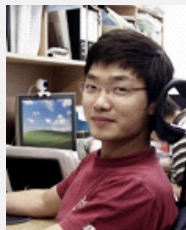
관심분야 : omputer Vision, 3D Reconstruction, Sensor Fusion



안광호

2002 고려대학교 전자공학과 (공학사)
 2004 KAIST 전기 및 전자공학 과(공학석사)
 2010 KAIST 전기 및 전자공학 과 (공학박사)

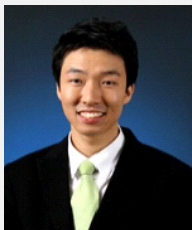
2010~현재 LG전자 선임연구원
 관심분야 : attern Recognition, Robot Vision



유연걸

2005 한국기술교육대학교 전자 공학과(공학사)
 2005~현재 KAIST 전기 및 전자 공학과 석박사 통합과정

관심분야 : Video Stabilization, Mobile Robot



김지성

2008 KAIST 전기 및 전자공학 과(공학사)
 2010 KAIST 전기 및 전자공학 과(공학석사)

2010~현재 삼성테크윈 연구원
 관심분야 : 지능형감시시스템, Robot Vision



이원형

2008 KAIST 전기 및 전자공학 과(공학사)
 2008~현재 KAIST 전기 및 전자 공학과 석사과정

관심분야 : uman-Robot Interac- tion, 감정로봇



정 명 진

1973 서울대학교 공과대학전기
공학과(공학사)

1977 미시간대학교 전기공학과
(공학석사)

1983 미시간대학교 제어공학과
(공학박사)

1976 국방과학연구소 연구원

1981~1983 미시간대학교 CRIM 연구 조교

1983~현재 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 교수
관심분야: 서비스 로봇, Human-Robot Interaction