

로봇의 시각시스템을 위한 동영상에서 칼라정보를 이용한 얼굴 추적

Robot vision system for face tracking using color information from video images

정행섭*, 이주신**

Haing-Sup Jung*, Joo-Shin Lee**

요 약

본 논문에서는 로봇의 시각시스템에 효과적으로 적용할 수 있는 얼굴 추적 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 동영상의 움직임 영역을 검출한 후 얼굴 영역을 추적한다. 동영상의 움직임 검출은 연속되는 2개의 프레임을 사용하여 차영상을 구한 후, 잡음을 제거하기 위한 방법으로 메디안 필터와 침식 및 팽창연산을 사용하여 움직임 영역을 검출한다. 움직임 영역에서 피부색을 추출하기 위하여 표본영상의 칼라 정보를 이용하였다. 칼라정보의 MIN-MAX값을 퍼지화 데이터로 멤버십 함수를 생성한 후, 유사도를 평가하여 피부색 영역과 배경 영역을 분리하였다. 얼굴 후보영역에 대하여 CMY 칼라 공간 C 채널에서 눈을 검출하고, YIQ 칼라 공간 Q 채널에서 입을 검출하였다. 지식기반으로 검출된 눈과 입의 특징을 찾아가며 얼굴영역을 추적하였다. 실험영상으로는 10명 각각에 대하여 150프레임의 동영상 총 1,500프레임을 입력받아 실험한 결과, 1,435프레임의 영상에 대하여 움직임 영역이 검출되어 95.7%의 프레임 검출율을 보였으며, 1,401개에 대한 얼굴을 추적 97.6%의 우수한 얼굴 추적결과를 나타내었다.

Abstract

This paper proposed the face tracking method which can be effectively applied to the robot's vision system. The proposed algorithm tracks the facial areas after detecting the area of video motion. Movement detection of video images is done by using median filter and erosion and dilation operation as a method for removing noise, after getting the different images using two continual frames. To extract the skin color from the moving area, the color information of sample images is used. The skin color region and the background area are separated by evaluating the similarity by generating membership functions by using MIN-MAX values as fuzzy data. For the face candidate region, the eyes are detected from C channel of color space CMY, and the mouth from Q channel of color space YIQ. The face region is tracked seeking the features of the eyes and the mouth detected from knowledge-base. Experiment includes 1,500 frames of the video images from 10 subjects, 150 frames per subject. The result shows 95.7% of detection rate (the motion areas of 1,435 frames are detected) and 97.6% of good face tracking result (1,401 faces are tracked).

Key words : video images, face detection, face tracking, HSI, CMY, YIQ

I. 서 론

현대 사회가 고령화 사회로 전환됨에 따라 인간의

* 청주대학교 전자공학과 박사과정

** 청주대학교 전자정보공학부 교수

· 제1저자 (First Author) : 정행섭

· 투고일자 : 2010년 7월 8일

· 심사(수정)일자 : 2010년 7월 9일 (수정일자 : 2010년 8월 26일)

· 게재일자 : 2010년 8월 30일

활발한 사회활동을 대체하기 위하여 지능형 로봇 시스템의 연구가 급속히 진행되고 있다. 지능형 로봇이 스스로 사용자를 인식하여 사용자가 원하는 일을 하고 정보를 제공하기 위해 가장 핵심적인 기능이 시각 지능화로 얼굴을 인지하고 추적하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

얼굴 검출은 영상 내에 존재하는 얼굴영역을 찾아내는 작업으로 빛의 조건, 카메라 각도, 표정 변화 등 수많은 조건에 의해 다른 형태와 칼라로 표현되어 얼굴 검출 연구에 어려움이 존재한다. 얼굴 검출에 장애가 되는 다양한 요소들을 제거하고 정확한 얼굴 검출을 위한 방법들이 연구되고 있다[1]-[3].

얼굴영역 검출 방법은 얼굴에 대한 인간의 일반적인 지식을 기반으로 하는 방법으로 얼굴을 구성하는 눈, 코, 입 등의 얼굴요소들의 위치와 거리 등 요소들 사이의 관계를 기반으로 하는 지식 기반 방법[4],[5], 자세나 조명등의 변화에도 얼굴검출에 용이한 구조적 특징을 찾아 비교하는 특징기반 방법[6],[7], 다양한 얼굴 영상을 수집하여 표준화된 얼굴 패턴을 얼굴 형판으로 생성하여 얼굴의 기본 형태를 통해 일정 수준 이상 상관관계를 가질 경우 얼굴로 판단하는 형판 정합 방법[8],[9], 얼굴 영상 데이터와 얼굴이 아닌 영상 데이터를 각각 학습시켜 학습된 분류기로 얼굴을 검출하는 신경망을 이용한 방법 등이 있다[10],[11].

본 논문에서는 동영상의 칼라정보를 이용한 얼굴영역 추적 알고리즘을 제안하고자 한다. 제안된 알고리즘은 동영상에서 움직임 영역을 검출한 후, 검출된 움직임 영역에서 얼굴을 검출하여 추적한다.

동영상에서 움직임 영역을 검출하기 위하여 차영상 기법을 이용한 후, 주변 환경과 조명등에 의하여 발생되어진 잡음을 제거하기 위하여 메디안 필터와 침식 및 팽창연산을 사용하였다. 검출된 움직임 영역에 대하여 피부색 표본영상의 색상과 채도를 퍼지 추론하여 피부색 영역을 추출하였다. 추출된 피부색 영역에서 얼굴에 대한 일반적인 구조를 기반으로 CMY 칼라모델 C 채널에서 눈을 검출하고, YIQ 칼라모델 Q 채널에서 입을 검출하여 최종 얼굴로 판단 얼굴영역을 추적하였다. 제안한 알고리즘의 타당성을 검토하기 위하여 320×240의 칼라 동영상을 입력받아 얼굴 추적에 대한 실험을 하고자 한다.

II. 동영상의 움직임 영역 검출

동영상에서 움직임을 검출하기 위한 기법으로는 차영상 기법, 움직임 기반 기법, 광류 기반 기법, 상관 기반 기법 등이 있다. 본 연구에서는 구현이 쉬운 차영상 방법을 사용하여 동영상의 움직임 영역을 검출하였다[12]. 움직임 영역의 검출은 RGB 칼라영상의 G(Green)공간에서 차영상을 이용하여 검출한다. 입력 영상의 연속된 프레임에서 움직이는 영역이 큰 경우와 적은 경우를 판별한다. 움직임이 큰 경우는 이전 프레임에서 검출된 얼굴영역보다 움직임 영역이 큰 경우를 의미하며, 움직임 영역이 적은 경우는 이전 프레임에서 검출된 얼굴 영역보다 움직임 영역이 적은 경우를 나타낸다. 움직임 영역이 큰 경우 식 (1)을 이용하여 움직임 영역을 추출한다.

$$D(i, j) = |f_t(i, j) - f_{t+1}(i, j)| \quad (1)$$

움직임 영역이 적은 경우 다음 프레임 영상에서 움직임 영역을 추출하며 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$D(i, j) = |f_t(i, j) - f_{t+2}(i, j)| \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2)에서 $D(i, j)$ 는 프레임 사이에 구해진 차영상이다. 차영상을 통하여 얻은 $D(i, j)$ 의 값에 식 (3)을 이용하여 이진영상으로 나타낸다.

$$Bin_{mov}(i, j) = \begin{cases} 1, & D(i, j) \geq th_1 \\ 0, & D(i, j) < th_1 \end{cases} \quad (3)$$

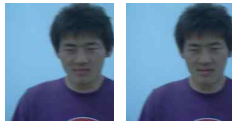
입력된 영상에는 주변 환경과 조명등에 의하여 잡음이 발생한다. 잡음을 제거하기 위하여 변환된 이진 영상에 메디안 필터와 침식 및 팽창연산을 사용하여 잡음을 제거하였다. 그림 1은 실험에 사용된 프레임 영상을 나타낸 것이다.



그림 1. 동영상 프레임

Fig. 1. Frame of video images

그림 2는 실험을 통하여 얻어진 움직임 영역을 나타낸 것이다.



(c) 움직임 영역
그림 2. 움직임 영역 검출

Fig. 2. The detection of movement area

III. 칼라정보를 이용한 얼굴 추적

제안한 얼굴 추적 알고리즘의 흐름도를 그림 3에 나타내었다.

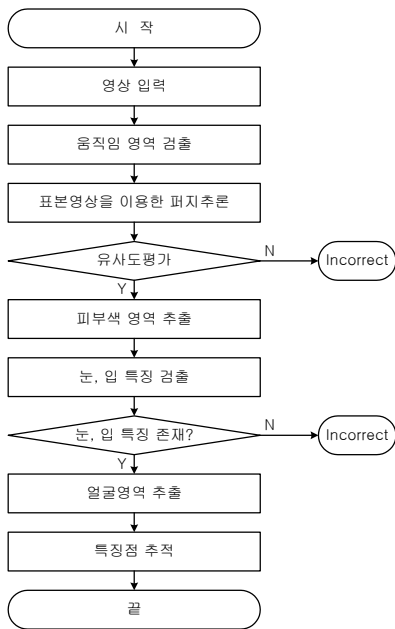


그림 3. 알고리즘의 흐름도
Fig. 3. Flowchart for algorithm

얼굴을 검출하기 위하여 움직임이 검출된 영역에 대하여 피부색 영역을 추출한다. 피부색 영역을 추출하기 위하여 RGB 칼라 영상을 HSI 칼라공간으로 변환한다. 변환된 칼라공간에서 H는 색상을 나타내며

0°~360°로 표현된다. S는 채도, I는 명도를 나타내는 것으로 0~100%로 표현된다.

움직임 검출된 영역에서 피부색을 추출하기 위한 임계값 결정을 위해 피부색에 해당되는 20×20크기의 표본영상 20개를 이용한다. 그림 4는 표본영상을 나타낸 것이다.



그림 4. 표본 영상
Fig. 4. Sample images

영상에서 피부색을 추출하기 위한 임계값은 표본 영상에서의 색상과 채도를 사용하였다. 색상과 채도의 평균값을 기준으로 분포되어진 색상과 채도의 MIN-MAX값을 이용하여 멤버십 함수에 대한 퍼지화 데이터를 생성하였다.

식 (4), 식 (5)는 색상에 대한 평균과 표준편차를 나타낸 것이고, 식 (6), 식 (7)은 채도에 대한 평균과 표준편차를 나타내는 것으로 T는 표본 영상을 나타내며, M×N은 표본 영상의 크기를 나타낸 것이다.

$$H_{avg} = \frac{\sum_{T=1}^{20} \left(\sum_{j=1}^M \left(\sum_{i=0}^N H(i, j) \right) \right)}{T \times M \times N} \quad (4)$$

$$H_{std} = \sqrt{\frac{1}{T \times M \times N} \sum_T \sum_j \sum_i (H_{avg} - H(i, j))^2} \quad (5)$$

$$S_{avg} = \frac{\sum_{T=1}^{20} \left(\sum_{j=1}^M \left(\sum_{i=1}^N S(i, j) \right) \right)}{T \times M \times N} \quad (6)$$

$$S_{std} = \sqrt{\frac{1}{T \times M \times N} \sum_T \sum_j \sum_i (S_{avg} - S(i, j))^2} \quad (7)$$

추출된 색상과 채도를 특징 파라미터로 퍼지화 데이터를 생성하게 되며 식 (8)과 식 (9)와 같이 정의한다.

$$FD(H(k), fv) = H(k) - ((5 - fv) \times \alpha), \quad 0 \leq fv \leq 10 \quad (8)$$

$$FD(S(k), fv) = S(k) - ((5 - fv) \times \alpha), \quad 0 \leq fv \leq 10 \quad (9)$$

식 (8)과 식 (9)에서 fv는 퍼지값을 나타내며 식 (8)에서 α 는 각각의 퍼지값에 대한 퍼지화 데이터를 생성하기 위하여 실험을 통해 얻어진 12로 정하였고, 식 (9)에서 α 는 실험을 통해 얻어진 7로 정하였다. 입력영상에서 피부색 영역을 추출하기 위한 멤버십 함수는 그림 5와 같은 계산이 빠른 삼각형 형으로 사용하였다.

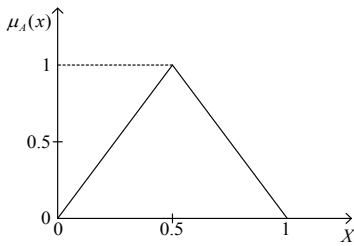


그림 5. 삼각형 멤버십 함수

Fig. 5. Membership function of triangle type

입력영상의 픽셀에 대한 색상차, 채도차의 멤버십 함수를 추출하기 위하여 표본영상에서 얻어진 퍼지화 데이터와 입력 영상의 특징 파라미터를 비교하여 최소값을 구한다. 식 (10)은 색상에 대한 수식이고, 식 (11)은 채도에 대한 수식을 정의한 것이다.

$$H_{\min}(k) = |(H_O(k) - FD_I(H(k), fv))| \quad (10)$$

$$S_{\min}(k) = |(S_O(k) - FD_I(S(k), fv))| \quad (11)$$

식 (12)와 식 (13)은 색상과 채도에 대한 입력영상의 멤버십 함수에 대한 멤버십 값을 추출하기 위한 것이다.

$$\mu_O(H(k)) = 1 - \frac{0.2}{\alpha} \times |(H_O(k) - FD_I(H(k), fv) - H_{\min}(k))| \quad (12)$$

$$\mu_O(S(k)) = 1 - \frac{0.3}{\alpha} \times |(S_O(k) - FD_I(S(k), fv) - S_{\min}(k))| \quad (13)$$

표본영상의 멤버십함수에 대한 입력영상의 퍼지화 데이터가 생성되며 각 픽셀의 유사도 값을 구한다. 식 (14)와 식 (15)는 색상과 채도에 대한 유사도 값을 나타낸 것이다.

$$SV_{IO}(H) = (\mu_I H(k,5) + \mu_O H(k,5)) / 2 \quad (14)$$

$$SV_{IO}(S) = (\mu_I S(k,5) + \mu_O S(k,5)) / 2 \quad (15)$$

입력영상의 유사도를 판단하기 위해 퍼지추론을 이용하였다. 특징 파라미터에 대한 멤버십 함수를 기준으로 입력영상의 퍼지화 데이터를 생성하였다. 퍼지 생성규칙에 따라 입력영상의 멤버십 함수를 구하여 유사도를 평가하였다. 표본영상과 입력영상의 색상과 채도에 대한 유사도 평가를 위하여 다음과 같은 생성규칙을 제안하였다.

Rule 1. 입력 프레임에서 특징 파라미터인 H, S를 계산하여 차를 구한다.

Rule 2. 피부색 표본영상의 퍼지화 데이터와 입력 프레임의 특징 파라미터를 비교 최소값을 구한다.

Rule 3. 입력프레임의 특징 파라미터에서, 피부색 표본영상의 퍼지화 데이터와 최소값의 차에 절대값을 취하여 멤버십 함수에 대한 퍼지화 데이터를 생성한다.

Rule 4. 생성된 입력프레임의 퍼지화 데이터에 α 를 곱한 후, 멤버십 값 1에서 차를 구하여 입력프레임의 퍼지값에 대한 멤버십 값을 생성한다.

Rule 5. 퍼지값을 증가하고 규칙 3, 4를 반복하여 입력프레임의 퍼지값에 따른 멤버십 값을 결정한다.

Rule 6. 피부색 표본영상에서 가장 높은 멤버십 값 1에 대응하는 입력프레임의 멤버십 값을 구하여 유사도를 결정한다. 색상의 경우 멤버십 값이 0.8이상이고, 채도의 경우 멤버십 값이 0.7이상이면 피부색 영역의 픽셀로 판별한다.

그림 6은 동영상 프레임에서 퍼지 생성규칙에 의해 추출된 피부색 영역과 얼굴영역을 나타낸 것이다.



(a) 피부색 영역추출 (b) 얼굴영역 추출
그림 6. 얼굴영역 추출

Fig. 6. The extraction of face region

추출되어진 얼굴영역에서 눈을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 CMY 칼라공간으로 변환하였다. 얼굴은 좌우대칭이며, 눈은 윗부분에 존재한다는 특성을 이용해 검출된 눈 영상을 식 (16)을 이용하여 중심점 T_p 와 L_p 로 영역을 분할한다.

$$T_p = \frac{(i_{min} + i_{max})}{2}, \quad L_p = \frac{(j_{min} + j_{max})}{2} \quad (16)$$

그림 7은 추출된 얼굴영역에서 눈을 검출하기 위한 공간을 나타내는 것으로 L, R 영역에서 눈의 후보를 찾는다.

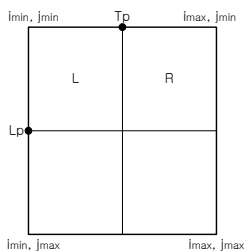


그림 7. 눈 검출 공간

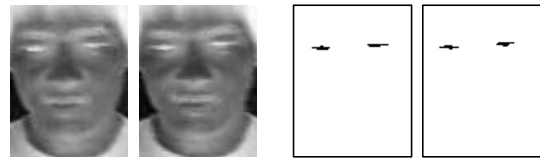
Fig. 7. Eye detection space

변환된 칼라모델의 C 공간에서 눈 영역은 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 눈 영역을 검출하였다. 식 (17)은 변환된 칼라공간 C 영역에서 눈 영역을 검출하기 위한 것이다.

$$Bin_{eye}(i,j) = \begin{cases} 1, & C(i,j) < th_2 \\ 0, & C(i,j) \geq th_2 \end{cases} \quad (17)$$

식 (17)에서 눈 영역을 검출하기 위한 임계값을 th_2 로 놓았다. 그림 8은 추출된 얼굴영역에서 칼라공

간 C 채널로 변환된 영상과 검출된 눈을 나타낸 것이다.



(a) 칼라공간 C (b) 눈 검출 영상
그림 8. 눈 영역 검출

Fig. 8. Detection of eye region

검출된 눈 영상의 중심 값을 선택하여 L과 R의 영역에서 검출된 양쪽 눈의 거리를 측정한다. 입술 영역은 검출된 눈을 기반으로 얼굴 성분요소들의 위치 관계를 이용하여 눈의 거리×0.75의 아래 영역에서 왼쪽과 오른쪽 눈의 위치를 기준으로 좌우 10픽셀씩 확장한 영역에서 입을 검출한다. 그림 9는 입 검출 영역을 나타내는 것으로 M영역에서 입의 후보를 찾는다.

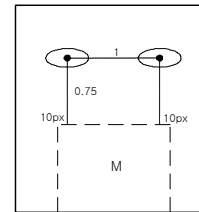


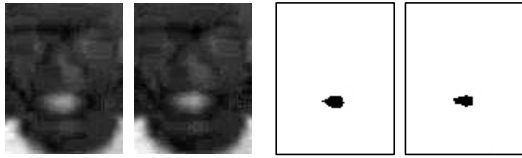
그림 9. 입 검출 영역

Fig. 9. Mouth detection region

입을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 YIQ 칼라공간으로 변환하였다. 변환된 칼라공간의 Q 채널에서 입 영역은 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 입 영역을 검출하였다. 식 (18)은 변환된 칼라공간 Q 영역에서 입 영역을 검출하기 위한 것이다.

$$Bin_{mouth}(i,j) = \begin{cases} 1, & Q(i,j) < th_3 \\ 0, & Q(i,j) \geq th_3 \end{cases} \quad (18)$$

식 (18)에서 입 영역을 검출하기 위한 임계값을 th_3 로 놓았다. 그림 10은 추출된 얼굴영역에서 칼라공간 Q 채널로 변환된 영상과 검출된 입을 나타낸 것이다.



(a) 칼라공간 Q (b) 입 검출 영상
그림 10. 입 영역 검출

Fig. 10. Detection of mouth region

얼굴영역에서 눈과 입의 위치관계를 고려해 검출된 입 영상의 중심 값을 선택하여 얼굴을 검출, 추적하였다.

IV. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 10명을 대상으로 각각 동영상 150프레임을 입력받아 총 1,500프레임을 입력받아 실험하였다. 현재 프레임과 다음 프레임 사이에서 차영상을 구하여 이진영상으로 나타내었다. 잡음을 제거하기 위하여 이진영상에 메디안 필터와 침식 및 팽창연산을 수행하여 움직임 영역을 검출하였다. 움직임이 검출된 영역에 대하여 픽셀의 색상과 채도에 대한 데이터를 특징 파라미터로 멤버십 함수를 생성하여 유사도를 평가한 후 얼굴 영역을 추출하였다. 그림 11은 실험에 사용된 동영상의 일부 프레임을 나타낸 것이다.

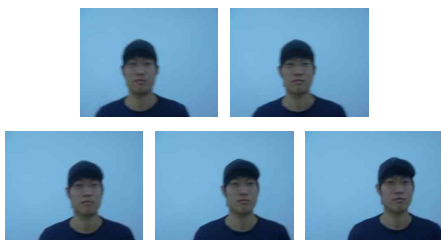


그림 11. 동영상 프레임
Fig. 11. Video images sequence

그림 12는 동영상 프레임에서 $th_1=10$ 으로 검출된 차영상을 나타낸 것이고, 그림 13은 메디안필터와 침식·팽창연산을 수행하여 잡음 제거된 영상을 나타내고 그림 14는 최종 검출된 움직임 영역을 나타낸 것이다.



그림 12. 차영상
Fig. 12. difference images

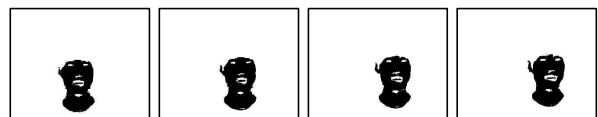


그림 13. 잡음 제거된 영상
Fig. 13. Image is noise removed

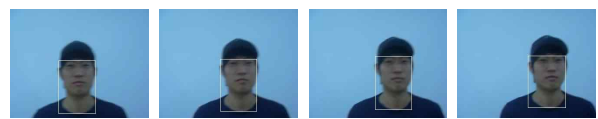


그림 14. 검출된 움직임 영역
Fig. 14. Detected motion region

움직임이 검출된 영역에 대하여 HSI 칼라 모델로 변환한 후, 각 픽셀의 유사도를 판단하기 위하여 색상과 채도에 대한 멤버십 함수를 생성 유사도를 평가하였다. 얼굴영역을 검출하기 위한 실험으로 색상에 대한 유사도 값은 0.8로 놓고, 채도에 대한 유사도 값은 0.7로 실험한 결과 그림 15와 같이 얼굴영역이 양호하게 검출됨을 볼 수 있었다.



(a) 피부색 영역추출



(b) 얼굴영역 추출

그림 15. 얼굴영역 추출 결과
Fig. 15. Result of face region extraction

그림 16은 변환된 CMY칼라 공간에서 표현된 C채널을 나타낸 것이다.



그림 16. CMY 칼라공간 중 C 채널
Fig. 16. C channel of CMY color space

그림 17은 변환된 칼라공간 C채널에서 $th_2=182$ 로 검출된 눈 영역을 나타낸 것이다.

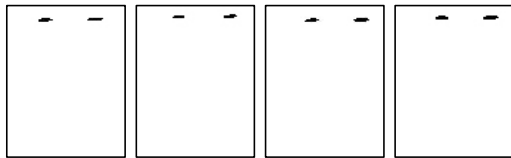


그림 17. 눈 영역 검출
Fig. 17. Detection of eye region

그림 18은 변환된 YIQ 칼라 공간에서 표현된 Q 채널을 나타낸 것이다.

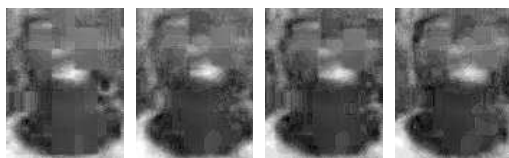


그림 18. YIQ 칼라공간 중 Q 채널
Fig. 18. Q channel of YIQ color space

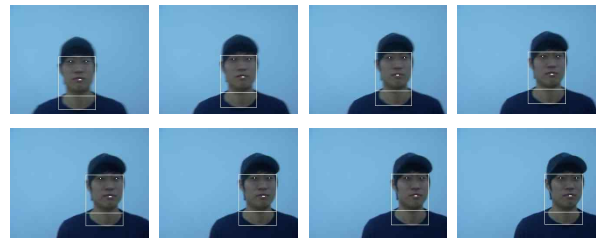
그림 19는 변환된 칼라공간 Q 채널에서 $th_3=175$ 로 검출된 입 영역을 나타낸 것이다.



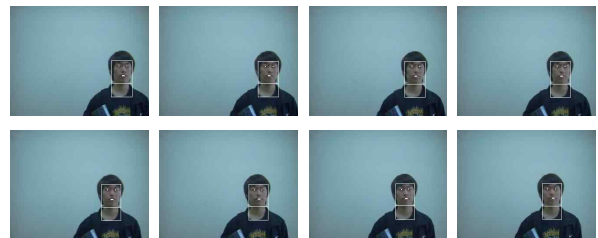
그림 19. 입 영역 검출
Fig. 19. Detection of mouth region

검출된 눈과 입에 대한 특징정보를 이용하여 얼굴 영역을 검출하였다. 검출된 눈과 눈 사이의 거리만큼 검출된 입에서 아랫방향으로 같은 거리를 두어서 얼굴영역을 최종 검출하였다. 그림 20은 퍼지 생성규칙

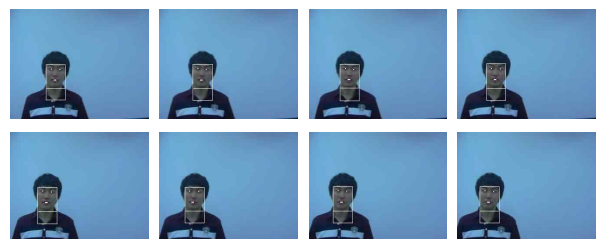
에 의해 추출된 얼굴 후보 영역에서 일반적인 얼굴에 대한 지식을 기반으로 추적되어진 결과를 나타낸 것이다.



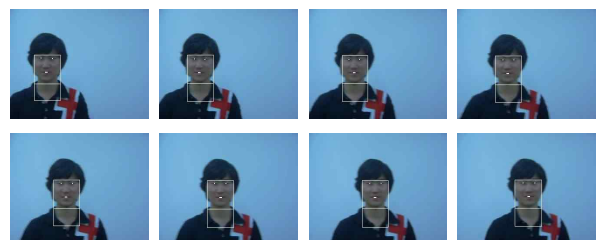
(a) 실험영상 1



(b) 실험영상 2



(c) 실험영상 3



(d) 실험영상 4

그림 20. 얼굴영역 추적 결과
Fig. 20. Result of face region tracking

10명에 대한 150프레임의 동영상을 입력받아 추출된 얼굴 수와 최종 검출된 얼굴 수의 결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 추적 결과

Table 1. Tracking result

입력영상	추 적 율				
	전체 프레임	움직임 미검출 프레임	움직임 검출비율 (%)	추적 실패 프레임	추적율 (%)
ex001.avi	150	4	97.3	0	100
ex002.avi	150	8	94.7	0	100
ex003.avi	150	0	100	2	98.7
ex004.avi	150	2	98.7	9	93.9
ex005.avi	150	0	100	11	92.7
ex006.avi	150	12	92.0	0	100
ex007.avi	150	5	96.7	3	97.9
ex008.avi	150	18	88.0	0	100
ex009.avi	150	10	93.3	5	96.4
ex010.avi	150	6	96.0	4	97.2
총 계	1500	65	95.7	34	97.6

V. 결 론

본 논문에서는 10명에 대한 동영상 150프레임 총 1,500프레임을 입력받아 칼라정보를 이용하여 동영상의 얼굴영역을 검출하고 추적하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 차영상을 통하여 움직임 영역을 검출하였다. 검출된 움직임 영역에 대하여 표본영상의 색상과 채도를 퍼지추론을 통하여 입력 프레임 영상에서 얼굴 영역을 추출하여 얼굴에 대한 인간의 일반적인 지식을 기반으로 얼굴영역을 검출하고, 검출된 얼굴 영역의 특징을 추적한다.

실험은 피부색 표본 영상 20장을 입력받아 색상과 채도에 대한 특징 파라미터로 퍼지화 데이터에 대한 멤버십 함수를 생성한 후, 10명에 대한 150프레임의 동영상을 입력받아 픽셀에 대한 색상과 채도를 퍼지추론 하여 얼굴을 검출한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 입력된 프레임과 다음 프레임의 차영상에서 매디안 필터와 침식 및 팽창연산을 사용하여 잡음을 제거함으로써 효과적인 움직임 영역을 검출하였다.

2. 1,500프레임에 대한 차영상 기법을 이용 움직임 영역을 추출한 결과 1,435 프레임에서 움직임 영역이 검출되어 95.7%의 프레임 검출율을 나타내었다.

3. 추출된 얼굴 영역에 대하여 얼굴에 대한 일반적인 지식을 기반으로 눈과 입의 특징이 존재하는지 여부로 얼굴을 검출 추적한 결과 34프레임을 제외한 1,401개의 프레임에서 얼굴을 검출하여 97.6%의 얼굴 추적율을 나타내었다.

향후 연구과제로는 검출, 추적된 얼굴영역에서 얼굴을 인식하기 위한 특징추출과 얼굴인식 알고리즘의 연구가 계속되어야 하겠다.

참 고 문 헌

- [1] B. Z. Shaick, and L. Yaroslavsky, "Accelerating face detection by means of image segmentation" *Video/Image Processing and Multimedia Communications, Vol. 1*, pp. 411~416, 2003.
- [2] R. Xiao, M. J. Li, and H. J. Zhang, "Robust multipose face detection in images" *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 14*, pp. 31~41, 2004.
- [3] Fok Hing Chi Tivivie and Abdesselam Bouzerdoum, "Efficient Training Algorithm for a Class of Shunting Inhibitory Convolutional Neural Networks" *IEEE Trans. Neural Networks, Vol. 16*, No. 3, 2005.
- [4] Mohamed A. Berbar, Hamdy M. Kelash, "Face and facial features detection in color images", *Proceeding of GMAI 2006*.
- [5] Y. X., Lv, Z. Q. Liu, and X.H. Zhu, "Real-time face detection based on skin-color model and morphology filters", *International Conf. on Machine Learning and Cybernetics, vol 5*, pp. 3202-3207, 2003.
- [6] Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel-Mottaleb, Anil K. Jain, "Face detection in color images", *IEEE Trans. Pattern analysis and machine intelligence, Vol. 24*, No.5 May 2002.

- [7] Z. Liu, Y. Wang, "Face detection and tracking in video using dynamic programming", *International Conference on Image Processing, vol. 1*, pp. 53-56, 2000.
- [8] G. Yang and T. S. Huang, "Human face detection on a complex background", *Pattern Recognition, vol. 27, no. 1*, pp. 53-63, 1994.
- [9] I. Craw, D. Tock, and A. Bennett, "Finding face features", *In proc. ECCV*, pp. 92-96. 1992.
- [10] H. Rowley, S. Baluja, and T. Kanade, "Neural network-based face detection", *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 20, No. 1*, pp. 23~38, 1998.
- [11] B. Moghaddam and A. Pentland, "Probabilistic visual learning for object representation", *IEEE trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 19, No. 7*, pp. 696~710, 1997.
- [12] 정행섭, 이주신, "퍼지추론을 이용한 얼굴영역 검출 알고리즘", *한국향행학회 논문지 제13권 제5호* 2009.

정 행 섭(鄭杏燮)



2001년 : 청주대학교 전자공학과
공학사
2003년 : 청주대학교 전자공학과
공학석사
2007년 9월~현재 : 청주대학교
전자공학과 박사과정
관심분야: 디지털 영상처리, 컴퓨터비전

이 주 신(李周信)



1975년 : 명지대학교 전자공학과
공학사
1977년 : 홍익대학교 전자공학과
공학석사
1986년 : 명지대학교 전자공학과
공학박사
1980~현재. 청주대학교 전자정보
공학부 교수
관심분야 : 영상처리, 디지털 신호처리, 컴퓨터비전