

움직임과 색상정보에서 객체 분할 추적 기법을 적용한 실시간 얼굴 추적 시스템

최영관, 조성민, 최 철, 황 훈, 박장춘
건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과
e-mail : chossmm@cse.konkuk.ac.kr

Real-Time Face Tracking System Of Object Segmentation Tracking Method Applied To Motion and Color Information

Young Kwan Choi, Sung Min Cho, Chul Choi, Hoon Hwang, Chang Choon Park
Konkuk University

요 약

최근 멀티미디어 기술의 급속한 발달로 인해 개인의 신원 확인, 보안 시스템 등의 영역에서 얼굴과 관련된 연구가 활발히 진행 되고 있다. 기존의 연구에서는 원거리 추적이 어려우며, 연산시간, 잡음(noise), 배경과 조명등에 따라 추적 효율이 낮은 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 빠르고 정확한 얼굴 추적을 위한 차 영상 기법(differential image method)을 이용한 분할영역(segmentation region)에서 움직임(motion)과 피부색(skin color) 특성 기반의 객체분할추적(Tracking Of Object Segmentation) 방법을 이용하였다. 객체분할추적은 얼굴을 하나의 객체(object)로 인식하고 제안한 방법으로 얼굴 부분만 분할하는 단계와 얼굴특징추출 단계를 적용하여 피부색 기반의 연구에서 나타난 입력영상(Current Frame)에서의 유동적인 피부색의 노출 대한 얼굴 추적 연구의 문제점을 해결했다. 시스템은 현재 컴퓨터에 일반적으로 사용되는 카메라를 이용하여 구현 하였고, 실시간(real-time) 영상에서 비교적 성공적인 얼굴 추적을 하였다[4].

1. 서론

인터넷의 대중화에 따른 컴퓨터의 보급이 활발이 이루어지고 있다. 정보 기술과 멀티미디어 기술의 급속한 발달로 인해 개인의 신원 확인, 보안 시스템 등의 영역에서 컴퓨터를 이용한 자동화된 시스템에 대한 요구가 급증하여 지문(fingerprint), 홍채(iris), 서명(unterschrift), 얼굴(face), 음성(voice) 등의 생체 정보를 이용한 인증 및 보안 시스템이 상용화되어 보급되고 있다[9].

이에 따라 본 논문에서는 특징추출 기반과 피부색 기반을 복합적인 방법을 이용하여 기존의 방법들의 문제점을 극복하고, 원활한 얼굴 추적을 한다거나 인식에 대한 요구로, 처리 시간이 빠르면서 정확한 얼굴 검출을 위한 방법을 제시한다.

전체적인 구성은 1 장 서론에 이어, 2 장 관련연구에서는 얼굴 추적에 관한 기존의 방법 및 문제점을 알아본다. 3 장에서는 본문에서 제안한 시스템 설계 및 구조를 나타내며, 4 장에서는 객체분할추적을 위한

전처리 과정과, 5 장에서는 객체분할추적을 통한 얼굴 추적의 구현 방법 및 결과를 나타낸다. 마지막으로 6 장에서는 결론 및 앞으로 향후 과제에 대해 기술한다.

2. 관련연구

현재까지 얼굴에 관련된 연구 방법들은 크게 3 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 움직이는 윈도우 기반한 방법(moving windows-based approach)으로 고정된 크기의 윈도우를 입력영상의 전 영역에 대하여 스캔(scan) 하면서 윈도우 영역이 얼굴인가를 검증한다. 하지만 이 방법은 얼굴에 적용하기 어려운 단점과 이미지의 모든 영역을 찾아야 하기 때문에 연산 시간이 많이 걸리는 단점이 있고, 검증 알고리즘에 따라 성능 차이가 발생한다[10].

두 번째 방법은 얼굴의 특징에 기반한 방법(facial feature-based approach)으로 눈, 눈썹, 입, 코 등의 특징점을 추출한 후 이들을 공간적인 위치관계에 따라 조합하여 얼굴의 후보지로 만드는 것이다. 이 방법은

다양한 크기, 모양, 포즈의 변화에 부분적 가려짐에도 강인하게 찾을 수 있으나 잡음에 민감한 단점을 가지고 있다. 또 얼굴의 특징점을 얼마나 잘 찾느냐가 성능에 영향을 미치게 된다[3]

세 번째 방법은 피부색에 기반한 방법(skin-color-based approach)으로 피부색의 경우 인공적인 물체와 구분이 되는 분포를 가진다는 특징을 이용하여 이미지에서 피부색 정보를 가지고 얼굴 영역을 분할한 후에 여기에 크기와 모양정보를 가지고 얼굴을 검증하는 방법으로 컬러 이미지에서 신뢰성 있는 후보지 검출 능력을 보인다. 하지만 배경과 조명에 따라 얼굴 영역의 분할이 잘 되지 않을 때는 성능이 떨어지게 된다[1].

이러한 문제점을 보완하고자 본 논문에서는 피부색 기반 분할 추적 하에 얼굴의 특징을 추출함으로써 얼굴 추적의 문제점을 해결하고자 한다.

3. 시스템 구조

본 논문의 전체적인 시스템 구조는 크게 얼굴 분할(face segmentation) 단계와 객체분할추적 단계로 나눌 수 있다. 그림[1]은 논문의 전체적인 논문의 구조를 나타낸다.

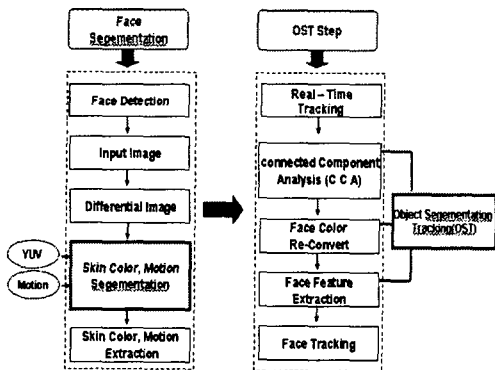


그림 [1] 시스템 구조도

얼굴 분할 단계는 카메라에 초당 7 Frames 정도로 획득한 영상에 차 영상 기법을 이용하여 움직임을 분리하고, YUV 색상 성질과 움직임 벡터의 검출 후 실시간 얼굴 영역을 검출(extraction)하며, 두 번째 단계인 객체분할추적 기반 하에 CCA(Connected Component Analysis) 객체 분석 조건과, 얼굴 특징점을 이용한 얼굴 추적 시스템이다.

4. 전처리 과정

전처리 과정에서는 얼굴 추적을 위한 분할 단계로 우선 참조 영상에서 입력 영상의 각 프레임 차 값을 이용하여 배경으로부터 움직임과 피부색의 얼굴 영역을 결정한다. 결정된 영역은 YUV 색상의 성질과 움직임 정보를 이용한 추적 할 위치와 경로를 결정하게 된다.

4.1 차 영상을 이용한 움직임 분할(differential image motion segmentation)

차 영상을 이용하는 방법은 단지 두 영상간의 화소(pixel)값의 차를 이용하므로 계산량이 적고 결과적으로 처리 시간이 적게 걸리는 장점이 있으므로, 실시간 영역 추출에 사용도가 높으면서 매우 유리하게 적용 되어 질 수 있다.

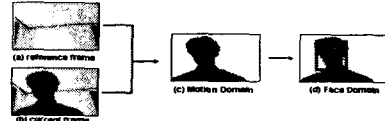


그림 [2] 움직임 분할

그림 [2]은 배경 참조영상(reference frame)에서 차 영상 기법을 이용한 움직임 분할 방법으로 카메라에서 비교적 배경이 단순하고 동일한 영역에서 정확한 움직임 영역(motion domain)과 얼굴 영역(face domain)을 분할 할 수 있는 결과를 얻을 수 있다[9].

4.2 피부 색 분할(segmentation of skin color)

영상처리를 위한 컬러 공간을 얻기 위해서 선형 또는 비선형적인 컬러 모델이 사용된다. 컬러 영상에서 피부색은 명암의 차이보다 색상의 차이에 덜 민감하기 때문에 인코딩 정보량은 대역폭(bandwidth)을 최소화 하고 색차(UV)의 인코딩 정보량의 대역폭은 절반으로 한다. YUV 색상체계는 광도(luminance)와 색상(chrominance)을 별도로 인식한다. YUV 는 우리에게 잘 알려지지 않은 컬러 모델로서 인간의 색상 인지 방법과 유사한 방법으로 이미지의 색상 정보를 다루는 것을 가능하게 한다[1][6].

컬러 공간은 응용분야와 효율성 기준에 의해 어느 것을 선택하느냐가 결정되어지며 서로 변환이 가능하다. 본 논문에서는 피부색의 대부분을 차지하고 있는 Red 값은 YUV 컬러 성질 중 V 값이 Red 성분 대역폭 높은 비트 할당량을 이용한 YUV(4:2:0) Format 성분 단위로 변환 하였다[6].



그림[3](a)Original (b)L(Y) (c)C(U) (d)C(V) (e)UV 이진화

광도성분(b), 색차성분(c,d)은 그림[3]에서 표현되며, 색차성분(c,d)은 피부색 유사도 성분의 변환 성분비에 의해 임계값(threshold)을 적용해 피부색 분할을 위한 이진화(e)를 수행 한다.

4.3 움직임 정보(motion information)

영상 정보의 기억과 영상을 실시간으로 처리하는 방법은 움직임 정보를 활용한다. 실시간 영상에 그림 [4]과 같은 움직임 벡터 정보를 얻을 수 있다.

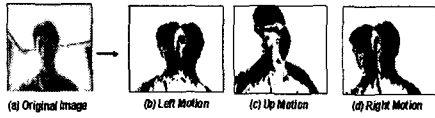


그림 [4] 움직임 벡터(Motion Vector) 정보

영상 추적 정확성의 극대화를 위한 조건하에 피부색 분할과 움직임 벡터(motion vector) 성분의 위치정보는 연속적인 영상분석 및 예측이 이루어지며, 벡터 성분과 색차성분(uv)의 매칭(matching)을 통한 완전한 추적 경로 분할이 이루어진다[5].

5. 객체 분할 추적(OST)

객체 분할 추적은 이진영상에 데이터를 구분하는 객체화 기법으로, 이 기법은 영상에서 얼굴 추적시 CCA 분석 조건에 의해 1 차적으로 얼굴과 비얼굴 객체를 판별하며[2], 2 차적으로 엠보싱(embossing) 효과를 이용한 얼굴의 특징추출 단계로 이루어져 있으며, 이렇게 판별된 객체를 중심으로 추적하는 기법이다.

5.1 CCA(연결 성분 분석)

CCA 는 입력영상의 연결된 성분들을 찾아내어 검출에 사용하는 모듈 방법이다. 이진화된 영상의 화소 값은 0 과 1 의 값으로 이루어져 있으며, 비교적 속도가 빨라 실시간 독립성분분석에 효율적인 분류와 객체 분석 결과를 보여준다.

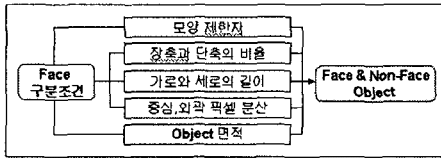


그림 [5] CCA 분석 조건

CCA 는 각 영역(region)마다 사이즈와 위치를 분석할 수 있게 되며 이는 얼굴 추적시 중요한 1 차적인 정보를 얻을 수 있게 된다. 그림[5]에서는 CCA 조건하에 얼굴과 비얼굴 객체를 구분하기 위한 조건이다.

5.2 객체 분석(object analysis)

객체 분석에서는 객체를 중심으로 각각의 CCA 분석 조건에 합당한 얼굴 및 비얼굴 객체를 찾는다. 각각의 객체는 모양(shape), 비율(rate), 분산(dispersion), 면적 등의 조건을 실험하여 조건에 합당한 객체를 얼굴로 인식한다.



객체 명칭	Original	Original Size	원형	각도:원형 비율	원형:원형 비율	원형:원형 비율	원형:원형 비율
GA	1	1000x800	1000x800	1:1.0	4.0%	495.0	7
	5	-	-	1:4.2	1.10%	495.0	7
GB	2	-	-	1:2.2	1.00%	495.0	7
	3	-	-	1:2.2	1.00%	495.0	7

그림 [6] Sampling 객체 분석, 분석 결과

그림 [6]에서는 실험에서 유동적인 피부색에서의 Sampling 영상과, 객체의 분석과 설계에 따른 구현 결과를 나타낸다. 이 분석 결과로 1 차적인 얼굴의 위치를 찾을 수 있게 된다.

5.3 객체 역 변환(face re-convert)

영상을 구성하는 객체나 배경들을 상관 관계에 따라 공통 영역으로 병합하거나 다른 영역으로 분리하는 것이다. 본 논문에서는 얼굴 영역의 분할을 위해 생성된 영역의 동질성의 기준으로 삼아 공통영역으로 병합하거나 분리하는 기법을 제안하였다.



그림 [7] 객체 역 변환

이 기법은 영상에서 물체 내부에 속한 광도(Y)성분을 변환한다. 그림[7]은 객체의 역 변환을 수행한 영상이다. 얼굴 분할의 실질적인 데이터를 추출 하여 결정된 영상의 광도성분의 역 변환을 이용하여 완전한 얼굴 영역 분할을 하였다.

5.4 얼굴 특징 추출(face feature extraction)

1 차적으로 CCA 에 의한 얼굴 영역 추출 후, 얼굴과 근접한 유동 물체가 나타났을 때의 문제점을 보완하고자 2 차적으로 얼굴의 특징추출을 하여 보다 정확한 얼굴 객체를 구분하는 과정이며, 실시간 영상에서 얼굴의 특징추출을 위해 제안된 방법은, 엠보싱 회선 마스크를 이용하여 눈썹, 눈, 코, 입 등 얼굴 특징 영역의 위치를 정확하게 파악할 수 있게 된다. 다음 식[1]는 제안한 5x5 회선 마스크이다.

1	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	-1

식 [1] 5x5 회선 마스크

엠보싱 회선 마스크 계수는 중앙값으로 0 을 가지며, 계수의 합도 0 이 된다. 본 논문에서는 기존의 3x3 엠보싱 회선 마스크 효과가 아닌 5x5 엠보싱 회선 마스크를 사용하여 실시간 사용자의 변화 및 거리,

위치, 방향 등의 변화에 무관하게 실시간 영상에서 얼굴의 특징영역을 찾는 방법을 제안하였다.



그림[8] 엠보싱 효과 특징추출

그림[8]에서는 실시간 영상의 엠보싱 효과를 이용한 얼굴 객체의 특징점을 찾았으며, 1 차, 2 차 분석 및 추출에 의한 추적을 시도하였다.

5.5 얼굴 추적(face tracking)

본 논문에서는 실시간 얼굴 추적을 위해 제안한 방법은 중심점(central point)을 이용한 추적 방법이다. 이 방법은 배경과 얼굴 영역의 구별이 확실하게 주어졌을 때 좋은 성능을 보이며, 배경과 얼굴 영역을 구별하기 어렵거나 배경 색상이 얼굴 색상과 크기가 비슷한 객체는 추적의 성공률을 낮출 요인이 되기도 한다. 따라서 본 논문에서는 움직임과 피부색을 배경으로부터 분리한 후 움직임을 추정하여 추적하는 정보를 얻었으며, 이러한 정보로부터 CCA 와 특징 추출로부터 얼굴을 분리한다. 식[2]는 면적 A 를 구하는 공식으로 $f(i,j)$ 는 추적창 내의 n,m 위치에서의 화소 밝기에 따른 면적이며, 식[3]에서 중심점을 계산함으로써 얼굴 움직임에 따른 추적할 수 있으며, 이 방법은 비교적 연산이 간단하여 실시간 구현에 유리하다.

$$A = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f = (i, j)$$

식[2]얼굴 영상의 면적

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m i f = (i, j)}{A}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m j f = (i, j)}{A}$$

식[3] 중심(central point)을 구하는 공식

여기에서 x 와 y 는 영역의 중심을 나타내고 n,m 은 추적창의 크기를 나타낸다. 그림[9] 에서는 실시간 영상에서 중심점을 기반한 얼굴 추적 결과이다.



그림[9] 얼굴 추적 실험결과

제안된 중심점은 실시간으로 추적이 가능한 성능을 보였으며, 객체분할추적 기법을 이용한 얼굴 추적 시스템을 설계 및 구현 할 수 있었다.

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 고정된 카메라에서 복합적인 방법을 이용한 빠르고 정확하게 추적할 수 있는 방법을 제안하였다. 색상정보와 움직임 정보를 이용하여 실시간 영상에서 빠른 추적 속도를 보였고, 제안한 객체분할 추적 기법에서의 CCA 와 특징추출을 이용하여 정확한 얼굴 부분 영역을 찾아낼 수 있었으며 그 동안 문제가 되어온 유동적으로 변하는 피부색과 복잡한 배경에서의 실험결과 얼굴 추적의 효율을 높일 수 있었다.

앞으로의 연구되어야 할 과제는 조명이 없어 색상 판단이 어려운 문제점을 해결하고, 다른 피부색에도 적용 가능한 연구가 진행 되어야 할 것이며, 동시에 다수의 얼굴이 들어 왔을 때 실시간으로 추적할 수 있는 방법에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] D. Comaniciu and P. Meer, "Robust Analysis of Feature Spaces: Color Image Segmentation," CVPR. 1997.
- [2] P. Fieguth and D. Terzopoulos, "Color-based tracking of heads and other mobile objects at video frame rates," In Proc. 1997.
- [3] M. Hunke and A. Waibel, "Face locating and tracking for human-computer interaction," Proc. Of the 28th Asilomar Conf. 1994.
- [4] K. Sobottka and I. Pitas, "Segmentation and tracking of faces in color images," Proc. Of the Second Intl. Conf. On Auto. Face and Gesture Recognition. 1996.
- [5] <http://meru.cecs.missouri.edu/mv/cmesh/slcca.html>
- [6] <http://www.fourcc.org/>
- [7] Sung Gi Lee, "Image segmentation of evaluation" Korea Information Processing Society. No 2. 1996.
- [8] 이옥경, 김혜경 "복잡한 배경 화면에서 피부색과 얼굴 부분영역을 이용한 얼굴추출" 학술발표 논문집. Vol. 27. No1.2000.
- [9] Jinshan Tang, Shinjiro Kawato and Jun Ohya "Face Detection From A Complex BackGround" ATR Media Integration & Communications Research Laboratories. 2000.
- [10] Gi-jeong Jang. In-So Kweon "Robust Real-Time Face Tracking Adaptive Color Model" Korea Advanced Institute of Science and Technology. 2000.