

모자이크를 이용한 얼굴 영역의 추출

이 승훈^o, 이 필규
인하대학교 전자계산공학과

Face Segmentation Using Mosaic

Seung-Hoon Lee and Phill Kyu Rhee
Computer Sci. & Eng., Inha University
Yong-Hyun Dong 253, Incheon, Korea

- 요약 -

본 논문에서는 조명, 얼굴 개수 및 얼굴의 크기에 제한 받지 않고 복잡한 배경에서 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘을 제안한다. 이 알고리즘은 3단계로 구성된다. 첫번째 단계는 입력 영상의 평균 그레이값을 계산하고 그 값이 임계치보다 작다면 히스토그램 균일화 작업을 수행한다. 두번째 단계에서는 입력 영상의 모자이크 이미지를 만들고 이 이미지에 대해 확장된 quartet을 만들고 실험을 통해 얻어진 규칙을 적용하여 대략적으로 얼굴의 후보 영역들을 추출한다. 이 작업은 모자이크 이미지를 구성하는 셀의 크기를 변화시킬 때마다 적용한다. 세번째 단계에서는 추출된 얼굴 후보 영역에 대해 octet을 만들고 이 octet에 규칙을 적용하여 후보 영역에 대한 검증 작업을 수행한다. 세번째 과정에서 만들어진 모자이크 이미지는 두번째 과정에서 얻어진 이미지보다 더 세밀하게 얼굴의 특징들을 표현하고 검증한다.

1. 서론

컴퓨터의 보편화와 멀티미디어의 발전으로 많은 인공지능의 분야들이 실생활에 적용되고 있다. 그 중에서 얼굴 인식은 최근에 연구가 활발한 분야 중의 하나이며 멀티미디어 보안 시스템 등에서 많은 응용이 기대되고 있다. 얼굴 인식은 크게 뉴로 네트워크, 모자이크[1,3,5,6] 그리고 아이젠을 사용해서 연구되고 있다. 지금까지의 연구되어 온 얼굴 인식에 관련된 구체적인 내용들은 다음과 같이 요약된다.

Chung-Lin Huang와 Ching-Wen Chen[3]은 변형 가능 템플릿을 사용하여 눈, 입을 찾고 액티브 칸토우 모델을 이용하여 눈썹, 얼굴 테두리, 콧구멍들을 찾았다. Guangzheng Yang와 Thomas S.Huang [4]은 복잡한 배경하에서 모자이크를 이용하여 얼굴 인식을 하는 알고리즘을 제안했다. 이 알고리즘은 3단계로 구성되며 두번째 단계와 세번째 단계에서는 모자이크 이미지를 이용하여 얼굴 후보 영역을 찾고 단계 3에서는 최종으로 얼굴 영역을 추출한다. 이 알고리즘은 조명과 얼굴의 크기 및 얼굴의 수에 제한을 받지 않는다고 말한다. Katsuhiko Matsuno, Chil-Woo Lee, Satoshi Kimura와 Saburo Tsuji[5]는

모자이크를 사용하여 얼굴 후보들을 찾고 포텐셜 맵이라는 2차원에 표현되어진 얼굴 표정을 인식하였다. 더 정확한 얼굴의 위치는 히스토그램을 분석해서 얻을 수 있다. 찾아진 얼굴 후보들을 3차원의 감정 좌표계(행복, 슬픔, 놀람)로 반영하여 최종적인 얼굴을 찾는다. Qian Chen, Haiyuan Wu와 Masahiko Yachida[7]은 복잡한 배경에서 퍼지 패턴 매칭 방법을 사용하여 얼굴 후보들을 찾는다. 얼굴 후보 영역들을 찾는데 사람의 피부색 정보를 사용하기 위하여 피부색 분포함수를 사용하였고 신뢰도를 높였다. 찾아진 이들 얼굴 후보 영역들을 검증하기 위하여 얼굴 모델들을 사용하여 매칭하였다. 여기서 사용된 얼굴 모델은 3종류이다. 정면 얼굴, 왼쪽으로 머리를 돌린 얼굴, 오른쪽으로 머리를 돌린 얼굴이다. Ying Dai, Yasuaki Nakano와 Hidetoshi Miyao[9]는 입력 영상의 해상도를 물체가 확인될 때까지 조금씩 감소시켰다. 이 과정에서 대략적인 얼굴의 후보 영역들이 발견된 후 이 후보 영역에 패턴 매칭방법이 사용되어 검증 작업을 수행했다. 한영희, 최창석[12]은 3차원으로 얼굴을 식별하는 방법을 제안했다. 3차원으로 얼굴을 식별하기 위해서, 입력된 개인의 얼굴에 3차원

형상 모델을 자동 정합한다. 먼저, 얼굴의 3차원 모델을 만든다. 형상 모델의 자동 정합에서는 변형가능 템플리트를 이용한다. 이 템플리트는 얼굴의 외곽선 뿐만아니라 형상과 휘도치를 동시에 가진다. 템플리트는 면으로 구성된다. 사용되는 변형 가능한 템플리트는 얼굴 전체 템플리트와 6개의 얼굴 각 부위의 템플리트(좌수 눈썹, 좌수 눈, 코, 입)를 이용한다. 자동 정합의 순서는 먼저 얼굴 전체 템플리트를 이용하여 얼굴 영역을 찾고, 찾아진 얼굴 영역에 대해 6개의 얼굴의 각 부위별 템플리트를 이용하여 얼굴 각 부위를 찾는다.

본 논문에서는 조명, 얼굴 개수 및 얼굴의 크기에 제한 받지 않고 복잡한 배경에서 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 세 단계로 구성된다. 첫번째 과정은 입력 영상의 평균 그레이값을 계산하고 이 값이 임계값보다 작으면 히스토그램 균일화 작업을 수행하여 입력 영상을 밝게 한다. 두번째 단계에서는 입력 영상을 모자이크 이미지로 만들고 이 이미지를 확장된 quartet으로 만들면서 실험을 통해 얻어진 규칙 1을 적용하여 대략적으로 얼굴의 후보 영역들을 추출한다. 이 작업은 모자이크 이미지를 구성하는 셀의 크기를 변화시킬 때마다 적용한다. 세번째 단계에서는 추출된 얼굴 후보 영역에 대해 셀크기를 작게하여 다시 모자이크 이미지를 만든다. 세번째로 만들어진 모자이크 이미지는 두번째 과정에서 얻어진 이미지보다 더 세밀하게 얼굴의 특징들을 표현한다. 세번째 작업에서 얻어진 얼굴 후보 영역을 셀크기를 작게한 모자이크 이미지인 octet을 만든 후, 규칙 2를 적용하여 얼굴 영역인지 아닌지 검증한다. 모자이크를 이용한 방법의 얼굴 영역 추출은 계층적인 지식 기반의 방법을 이용하여 복잡한 배경을 가진 경우는 물론, 조명과 사람의 얼굴의 수에 제한을 받지 않는다는 장점이 있다. 2절에서는 전처리 과정인 히스토그램 균일화에 대해서 설명하고, 3절과 4절에서는 두번째 단계인 얼굴 후보 영역 추출 알고리즘과 얼굴 영역 검증 알고리즘에 대해서 설명한다. 5절과 6절에서는 실험 결과와 결론 및 앞으로의 연구방향에 대해서 설명한다.

2. 전처리 작업

조명이 약한 실외에서 카메라로 입력을 받은 이미지는 전반적으로 그레이 값이 낮다. 즉, 실외에서 캡처받은 이미지는 전반적으로 어두워서 사람의 눈으로도 얼굴 영역을 찾기가 힘들다. 따라서, 전처리 과정에서는 히스토그램 균일화 작업을 수행하여 그레이값의 분포를 고르게 함으로서 입력 영상에 있는 얼굴 영상을 복원한다. 히스토그램 균일화 작업을 수행하면 일반적으로 어두운 입력 이미지는 밝게 되는 성질이 있다. 히스토그램 균일화를 통하여 얻을 수 있는 이득은 첫째, 카메라를 통해 입력받는 영상에

얼굴이 있다면 이 얼굴 영역의 윤곽을 뚜렷하게 만든다. 둘째, 만일 입력 영상에 얼굴이 있고 이 얼굴의 반경도의 영역이 그림자로 가려져 있다면 이 가려진 부분에 대한 복원도 가능하다는 것이다. 셋째, 두사람의 얼굴이 있을때 한사람의 얼굴 조명이 다른 사람의 얼굴 조명보다 어두울때 어두운쪽의 얼굴을 밝은쪽의 얼굴과 비슷한 조명을 가지게 할 수 있다. 히스토그램 균일화의 새가지 장점[6]을 이용하여 얼굴 영역의 윤곽을 강화한다.

3. 얼굴 후보 영역 추출

전처리 과정이 완료된 후, 입력 영상으로부터 얼굴 후보 영역 추출 알고리즘을 적용하여 얼굴 후보 영역들을 찾는다. 셀 크기를 변화시키면서 각각의 셀 크기에 해당하는 모자이크 이미지를 만든다. 즉, 이와 같은 과정은 크기가 다른 얼굴 후보 영역들을 찾을 수 있게 한다. 이 과정에서 만들어진 모자이크 이미지에 대해 그림 2에 나타나 있는 확장된 quartet을 만든다. 그림 2에서 조그만 사각 영역 하나가 셀이다. 확장된 quartet은 4x5의 셀들로 구성된 모자이크 이미지이다. 모자이크 이미지를 확장된 quartet을 만들고 규칙 1을 적용하여 얼굴 후보 영역들을 찾는다.

3.1 확장된 quartet 모자이크 이미지

얼굴 후보 영역 추출 단계에서는 동일한 크기의 셀들로 구성된 아래 그림 2와 같은 확장된 quartet을 만든다. 확장된 quartet인 모자이크 이미지는 원래 이미지의 해상도를 감소시킴으로써 얻어진다. 그림 2에서 작은 사각형 하나가 셀이다. 이 셀은 n×n 픽셀들로 구성된다. 각각의 셀은 n×n 픽셀들로 구성되며 한개 셀의 값은 n×n 픽셀들의 그레이 레벨 값의 평균이다. 아래 그림 1은 규칙 1을 추출하기 위해서 여러 장의 실험 이미지들에서 얼굴 영역에 대한 모자이크 이미지를 만들었을때 나타난 패턴들을 보여주고 있다.

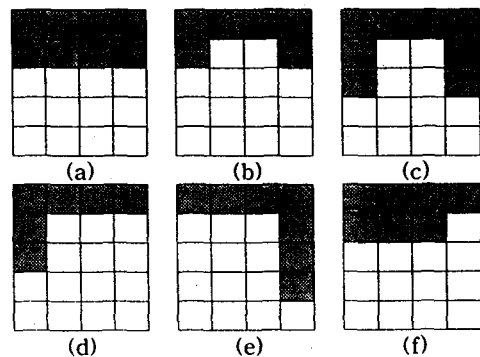


그림 1. 다양한 얼굴 패턴

그림 1에서 어두운 사각형들은 일반적으로 머리카락의 영향으로 만들어지는 모자이크 이미지이다. 머리 영역의 그레이 값이 다른 셀들보다 작다(어둡다)는 것을 알 수 있다. 그림 1.(a)은 얼굴 영역에서는 머리카락의 영역이 고르게 나타나고 있다. 그림 1.(b)은 대부분의 실험 이미지에서 얻어진 얼굴 패턴으로써 대부분 남성의 모자이크 이미지이다. (c)는 (b)보다 어두운 영역이 양측면에서 확장된 형태를 띄고 있고 머리카락이 긴 여성의 얼굴에서 얻어진 패턴이다. (d)는 (b)와 같은 얼굴이 오른쪽으로 머리를 돌렸을 때 나타나는 패턴이다. (e)는 (d)에 대한 반대 방향의 패턴이다. (f)는 가르마가 오른쪽에서 왼쪽으로 있는 얼굴에 대해 모자이크 이미지를 만들었을 때 얻어진 패턴이다. 설명의 편의상 본 논문에서는 그림 1에서의 다양한 얼굴 패턴들 중에서 정면 얼굴인 (b)를 중심으로 설명하기로 한다.

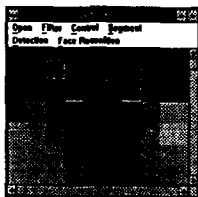
c17	c18	c19	c20
c13	c14	c15	c16
c9	c10	c11	c12
c5	c6	c7	c8
c1	c2	c3	c4

그림 2. 확장된 quartet

그림 2에서의 확장된 quartet에서 c1과 c16이 만드는 사각 영역을 얼굴 후보 영역으로 인정한다. 두 번째 단계인 얼굴 후보 영역 추출 과정은 셀 크기를 변화시키면서 모자이크 이미지를 만들고 그 이미지에 그림 2와 같은 확장된 quartet을 만들어 규칙 1을 적용시킨다. 이 과정은 모자이크 이미지를 구성하는 셀의 크기의 상한과 하한의 범위 내에서 수행된다. 셀의 상한과 하한 값은 입력 영상에서 찾고자 하는 얼굴의 최대 크기와 최소 크기를 지정해 주는 것을 의미한다.



(a) 실험 영상



(b) 확장된 quartet

그림 3. 얼굴 영역 추출 과정

그림 3은 테스트 이미지(a)에 얼굴 후보 영역 추출 단계를 수행한 결과가 (b)에 나타나 있다. 그림 3.(b)에서 어두운 부분(□자형)이 머리 영역이다. 즉, 이 영역은 얼굴 후보 영역 추출 단계에서 사용될 규칙

1이 된다. 규칙들은 많은 실험을 통해서 결정된다. 본 논문에서 제안된 알고리즘에서는 그림 3.(b)에서 나타난 어두운 부분(□자형)만을 규칙으로 사용하고 있다.

3.2 규칙 1

얼굴 후보 영역 추출 단계에서 사용하는 규칙은 2가지이다. 먼저 규칙 1.1을 적용시킨 다음 규칙 1.2를 적용시킨다. 규칙 1.1은 그림 2에서의 어두운 부분(□자형)은 나머지 아래의 다른 셀들의 그레이 값들과 비교한다. 확장된 quartet에서 c17, c18, c19, c20, c13, c16 셀중의 하나라도 나머지 셀들보다 그레이 값이 크다면 그 확장된 quartet은 얼굴 후보에서 기각된다. 규칙 1.2는 그림 2에서 어두운 부분(□자형)내의 그레이 값을 서로 비교한다. c17, c18, c19, c20, c13, c16 셀들 사이의 그레이 값의 차가 임계값보다 크다면 얼굴 후보 영역에서 기각된다.

3.3 얼굴 후보 영역 추출

얼굴 후보 영역 추출 작업에서는 다른 크기의 셀들로 구성된 모자이크 이미지를 만들고 규칙 1.1과 1.2를 확장된 quartet에 적용하여 대략적인 얼굴 후보 영역을 추출한다. 얼굴 후보 영역 추출 알고리즘의 구체적인 수행 과정은 다음과 같이 요약 된다.

[알고리즘 1 : 얼굴 후보 영역 추출]

- step 1. 셀 크기를 상한값으로 초기화한다.
- step 2. 해당 셀 크기의 모자이크 이미지를 만든다. 모자이크 이미지는 가로,세로 방향의 길이가 셀 크기만큼인 영역에서 평균 그레이값을 구하고 그 셀 영역내의 모든 픽셀들에 평균 그레이값을 대입한다.
- step 3. 만들어진 모자이크 이미지에 확장된 quartet을 만들고 규칙 1.1과 규칙 1.2를 적용한다.
- step 4. 후보 영역이 발견되면 후보 영역 리스트에 삽입한다.
- step 5. 셀 크기를 줄인다.
- step 6. 셀 크기가 하한이 아니면 step 2로 가고 아니면 끝낸다.

4. 얼굴 영역 검증

얼굴 후보 영역 추출 작업을 수행하고 나면 많은 얼굴 후보 영역들이 나타난다. 이 영역들 중에는 얼굴 영역도 있을 것이고 주위의 영향에 의해 얼굴 영역이 아닌 후보 영역도 있다. 세번째 단계인 얼굴 영

역 검증 단계에서는 얼굴 영역 추출 단계에서 찾아진 얼굴 후보 영역들을 분석하여 얼굴 영역들만을 선택한다. 이 과정에서는 두번째 단계에서 찾아진 얼굴 후보 영역을 셀크기를 작게하여 보다 세밀한 모자이크 이미지인 octet을 만들고 이 octet에 실험을 통해 얻어진 규칙들을 적용하여 이 규칙들이 만족하면 **얼굴 영역으로 채택하고** 아니면 기각한다.

4.1 octet 모자이크 이미지

얼굴 후보 영역들에 대한 검증 작업에서는 얼굴 후보 영역들에 대해 셀크기를 작게 하여 새로운 모자이크 이미지인 octet을 만들고 다시 octet에 규칙 2를 적용하여 얼굴 영역들을 기각 또는 채택한다. 아래의 그림 5는 세번째 단계에서 만들어지는 octet을 나타내고 있다. octet이란 8×8 셀들로 구성된 모자이크 이미지를 말한다. 그림 5는 그림 2의 확장된 quartet에서 양쪽 끝을 c1과 c16으로 만들어진 사각형의 얼굴 후보 영역에 대해 그림 2의 조그만 사각형인 셀의 크기를 둘로 나눈 영역이다.

		c38	c39			c40	c41	c42
c30	c31	c32	c33	c34	c35	c36	c37	
c22	c23	c24	c25	c26	c27	c28	c29	
		c18	c19			c20	c21	
				c16	c17			
			c12	c13	c14	c15		
			c8	c9	c10	c11		
c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7		

그림 5. octet 구성

그림 5와 같은 모자이크 이미지인 octet이 만들어지면 규칙 2.1을 포함한 4개의 규칙들이 octet에 적용된다. 왼쪽과 오른쪽 눈, 코, 입 영역이 전반적으로 얼굴의 다른 부분들보다 그레이 값이 낮은 경향이 있다. 그러나 규칙들을 뽑아내는 실험을 하면서 코 영역(c13과 c14)이 잘 나타나지 않는 경우가 많았다. 또한, 이마가 넓은 얼굴인 경우 눈과 그 위의 셀간격이 하나정도 차이이고, 얼굴이 약간 회전된 경우에는 눈과 눈사이의 간격이 셀하나 정도의 경우도 발생하였다.

4.2 규칙 2

얼굴 후보 영역에 대한 검증 단계에서 사용되는 규칙은 4종류이다. 규칙 2.1은 그림 5에서 왼쪽 눈에 해당한다. 왼쪽 눈의 경우 c18,c19,c23,c24이나 c23, c24,c31,c32의 셀영역들이 주위의 셀들의 그레이 값보다 작다면 눈으로 인정한다. 규칙 2.2는 오른쪽 눈에 대한 규칙이다. c20,c21,c27,c28이나 c27, c28, c35,

c36의 셀영역들이 주위의 셀들의 그레이 값보다 작다면 눈으로 인정한다. 규칙 2.3은 코에 대한 규칙이다. c13,c14의 셀들이 상,좌,우의 셀들보다 그레이 값이 작다면 코로 인정한다. 규칙 2.4는 입에 대한 규칙이다. c3,c4,c5,c6,c8,c9,c10,c11의 셀들이 좌우의 셀들보다 그레이 값이 작다면 입으로 인정한다. 입영역은 거의 고정적이거나 눈의 영역은 이마 및 머리카락의 영향 등으로 유동적이다. 그리고, 눈과 입의 영역은 잘나타나는 반면, 코 영역은 주위의 영향을 많이 받는다. 따라서, 4가지의 규칙 2들에 가중치를 부여하였다. 가중치는 실험을 통해서 결정했다.

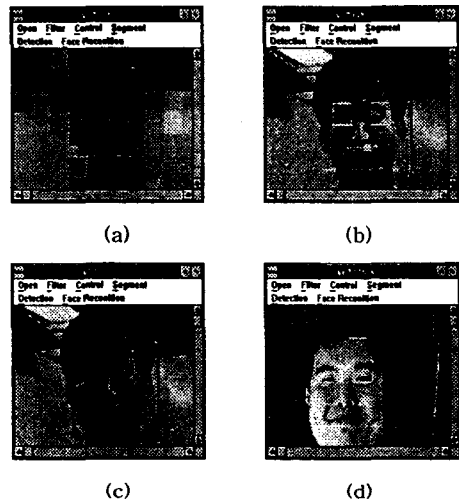


그림 6. 찾아진 octet 이미지

그림 6(a)은 그림 3.(b)에서는 얼굴 후보 영역 추출단계에서 추출된 얼굴 후보 영역에 대해서 셀크기를 작게하여 octet을 만들고 규칙 2들을 적용시킨 결과를 보여주고 있다. (a)에서 사각 영역이 모자이크 이미지중에서 만들어진 octet들의 하나이다. 얼굴 후보 영역 추출 단계를 수행한 후에 만들어진 후보 영역에 대해 검증 단계를 수행한 결과를 잘 보여주고 있다. 그림 6(b)는 그림 5의 octet이 잘 들어맞는 이미지를 보여주고 있다. (c)는 최종적으로 채택된 얼굴 영역을 추출한 결과를 나타내고 있다.

4.3 얼굴 후보 영역 검증

얼굴 후보 영역 검증 과정은 얼굴 후보 영역 추출 단계에서 추출된 얼굴 후보 영역에 대해 셀의 크기를 줄여 후보 영역 추출 단계보다 더 세밀한 모자이크 이미지인 octet을 만들고 이 octet에 4개의 규칙 2들을 적용하여 얼굴 후보 영역을 검증하는 작업을 한다. 얼굴 후보 영역 검증 작업의 구체적인 과정은 다음과 같다.

[알고리즘 2 : 얼굴 영역 검출]

- step 1. 얼굴 후보 영역 리스트에서 한 후보를 선택하고 octet을 만든다. octet은 한 얼굴 후보 영역에 대해 그 셀의 크기를 반으로 하여 평균 그레이값을 구하여 셀영역의 모든 픽셀들에 평균 그레이값을 대입한다.
- step 2. octet에 대해 눈에 대한 규칙 2.1과 2.2를 적용한다.
- step 3. octet에 대해 코에 대한 규칙 2.3을 적용한다.
- step 4. octet에 대해 입에 대한 규칙 2.4를 적용한다.
- step 5. 눈, 코, 입 중에서 눈, 입 또는 눈, 코, 입이 참이면 얼굴 영역으로 채택한다.
- step 6. 얼굴 후보 영역이 남아있는 동안 step1에서 step 5를 반복 수행한다.

5. 실험 결과

사용 환경은 IBM 486 PC의 마이크로 소프트웨어사의 윈도우즈 환경에서 Visual C++1.51을 사용하여 작성되었다. 실험 이미지는 카메라를 사용하여 캡처하였다. 실험한 이미지는 26장중에 25장에서 얼굴 영역을 찾아냈다. 배경이 복잡할수록 얼굴 후보 영역이 많이 추출된다. 아래의 그림은 25장의 테스트 영상중에서 정면 얼굴들만을 선택하여 실험한 결과를 보여 주고 있다. 실내 사진은 (a)(b)(c)이고 나머지 테스트 이미지들은 실외 사진들이다. 전반적으로 실외 사진들이 실내 사진들보다 그레이 값이 낮음을 알수 있다.

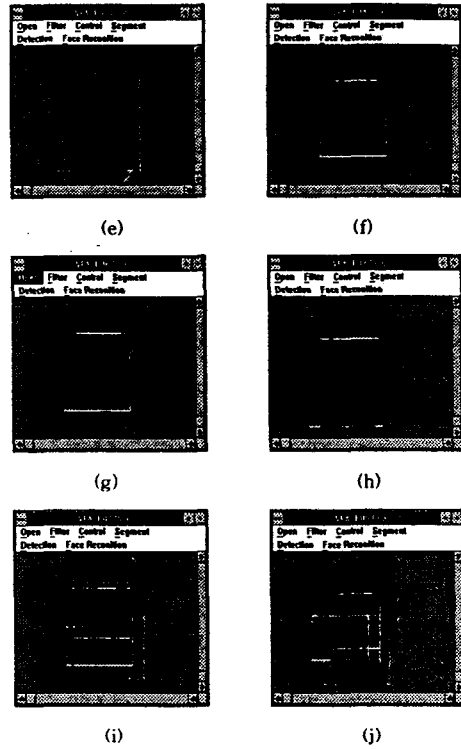
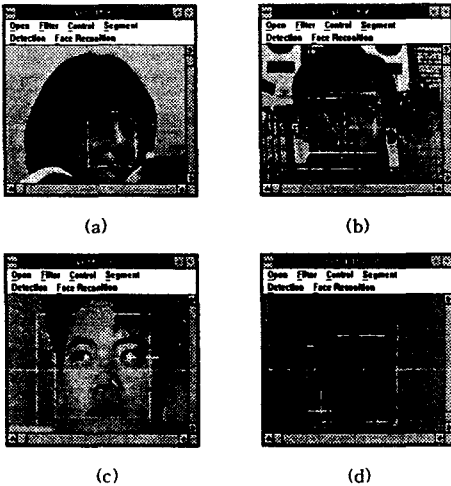


그림 7. 실험 영상

위 그림 7을 통해서 얼굴의 배경이 단순할수록 얼굴 후보 영역의 수가 적어지고 있는 것을 알수 있다. 아래 그림 8은 안경을 낀 얼굴이 있는 사진에 대해 알고리즘을 적용한 결과를 보여주고 있다. 실험 이미지의 크기는 320×240이고 평균 수행 시간은 평균 5초 정도이다. 사용된 셀의 크기는 52에서 16까지 4씩 감소시키면서 10개로 구성된 리스트 테이블에 얼굴 후보 영역들을 삽입했다.

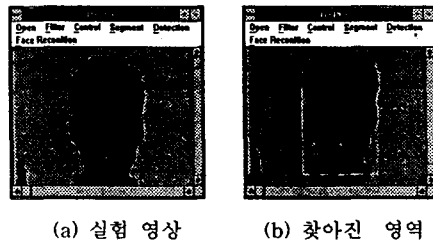


그림 8. 안경낀 얼굴

얼굴 후보 영역 추출 단계에서 발견되는 문제점들은 다음과 같다. 가장 큰 문제점은 머리카락의 영향이 강하다는 것이다. 머리 상단 부분이 없는 테스트 이미지의 경우 기각되었다. 그리고, 배경이 단순할수록 후보 영역들이 얼굴에 집중되어 나타나고 있다. 옆모습의 얼굴인 경우 새로운 규칙 1을 추가해야 한

다.

후보 영역에 대한 검증 단계에서의 발견되는 문제점들은 다음과 같이 정리할 수 있다. 눈의 영역은 머리카락의 가름 영향으로 찾기 힘든 경우가 발생한다. 옆모습의 경우 코 영역은 눈 사이가 셀 하나 정도의 차이가 될수 있다. 또한, 조명에 의해 나타나지 않는 경우가 발생할 수 있다. 입 영역은 그늘이 저서 입술의 아래 영역 전체가 어두워지는 경향이 있다. 현재까지 카메라로 캡처받은 이미지로 실험한 결과 다음과 같은 장점들을 발견했다.

첫째, 약간 비스듬한 얼굴 옆모습을 찾는다.

둘째, 안경을 낀 얼굴 영역을 찾는다.

셋째, 약간 기울어져도 얼굴 영역도 찾는다.

넷째, 조명에 제약을 덜 받는다.

6. 결론

본 논문은 모자이크 이미지를 사용하여 복잡한 배경을 가지면서 조명과 얼굴의 크기, 얼굴의 개수에 영향을 받지 않고 얼굴 영역을 추출하는 알고리즘을 제시하고 있다. 현재까지는 실험을 통해 얻어진 단순한 규칙들을 각 단계별 모자이크 이미지에 적용시키고 있다. 정면 얼굴의 경우 거의 찾는다. 앞으로의 연구 방향은 다음과 같다.

첫째, 다양한 패턴의 규칙 1과 규칙 2를 만든다.

둘째, 얼굴 영역이 발견되는 곳에서 연속적으로 얼굴 영역이 발견되는 경향이 있다. 따라서, 중복되는 얼굴 후보 영역을 줄이는 방법이 필요하다.

셋째, 실험 대상을 늘린다 (안경, 대머리, 얼굴 옆모습, 두사람이상, 기울어진 얼굴 등등)

넷째, 검증 단계에서 눈, 코, 입 영역에 대한 적절한 가중치가 필요하다.

참고 문헌

- [1] Akitoshi Tsukamoto, Chil-Woo Lee, and Saburo Tsuji, "Detection and Tracking of Human Face with Synthesized Templates", *ACCV'93*, pp.183-186, 1993
- [2] A. Lanitis, C. J. Taylor and T. F. Cootes, "Recognising Human Faces using Shape and Grey-Level Information", *ICARCV'94*, pp.1153-1157, 1994
- [3] Chung-Lin Huang and Ching-Wen Chen, "Human Facial Feature Extration for Face Interpretation and Recognition", *11th International Conference on Pattern Recognition*, vol.2 pp.204-207, 1992
- [4] Guangzheng Yang and Thomas S.Huang, "Human Face Detection in a Complex Background", *Pattern Recognition*, Vol. 27, No. 1,

pp.53-63, 1994

- [5] Katsuhiko Matsuno, Chil-Woo Lee, Satoshi Kimura, and Saburo Tsuji, "Automatic Recognition of Human Facial Expressions", *5th international conference on computervision*, pp.352-359, 1995
- [6] P. Jonathon Phillips and Yehuda Vardi, "Data-Driven Methods in Face Recognition", *international workshop on Automatic Face-and Gesture Recognition*, pp.65-70, 1995
- [7] Qian Chen, Haiyuan Wu, and Masahiko Yachida, "Face Detection by Fuzzy Pattern Matching", *5th international conference on computer vision*, pp.591-596, 1995
- [8] Xinguang Song, Chil-Woo Lee, Gang Xu, and Saburo Tsuji, "Extracting Facial Features with partial feature Template", *ACCV'93*, pp.751-754, 1993
- [9] Ying Dai, Yasuaki Nakano, Hidetoshi Miyao, "A Study of face recognition with the low quality", *ICARCV'94*, pp.1442-1446, 1994
- [10] 김경수, 이양원, 이근수, 최형일, "자동 얼굴 인식을 위한 컬러 영상에서 얼굴 요소 검출", *한국정보과학회 추계 학술발표논문집 제2권 제2호*, pp.600-603, 1995
- [11] 이병주, 김재훈, 정재창, 김한우, 최병욱, "탐색 후보영역을 이용한 얼굴 특징점 추출", *제8회 신호처리합동학술대회논문집*, 제8호, pp.379-383, 1995
- [12] 한영희, 최창석, "3차원 형상모델을 이용한 얼굴 식별", *제8회 신호처리합동학술대회 논문집*, 제8권 1호, pp.379-383, 1995