

영상보안을 위한 머리와 얼굴의 간단한 영역 분리 및 얼굴 특징 추출

전영철*, 이건익*, 김강**

Simply Separation of Head and Face Region and Extraction of Facial Features for Image Security

Jeon Young Cheol*, Lee Keon Ik*, Kim Kang**

요약

사회가 발전할수록 공공장소에서 개인 및 시설물의 안전에 대한 중요성이 높아진다. 기존의 주차장, 은행, 공장 등 보안이나 범죄 예방이 요구되는 지역은 넘어서 일반 기관, 개인의 주택까지 감시 및 보안에 대한 투자가 증가하는 경향을 보이고 있다. 이 논문은 얼굴인식에 있어서 중요한 얼굴 영역과 머리 영역을 칼라변환을 이용하여 간단하게 분리하는 방법과 얼굴 특징 추출을 제안한다. 먼저 입력영상에 대한 CMYK 영상 중 K 영상을 가지고 머리 영역을 분리한 후에 YIQ 영상의 Y영상과 머리 영상과의 칼라변환을 이용하여 얼굴영역을 분리한다. 머리영상에 Log 연산을 한 후에 라벨링을 이용하여 얼굴의 특징들을 추출한다. 뚜렷하게 분리된 머리와 얼굴영역은 머리와 얼굴의 형태를 쉽게 분류할 수 있으며, 쉽게 특징점을 찾을 수 있게 한다. 제안한 방법의 알고리즘을 이용하면 중요성이 요구되는 보안 관련 시설에서 사람을 감시하거나 인식하는데 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

Abstract

As society develops, the importance of safety for individuals and facilities in public places is getting higher. Not only the areas such as the existing parking lot, bank and factory which require security or crime prevention but also individual houses as well as general institutions have the trend to increase investment in guard and security. This study suggests face feature extract and the method to simply divide face region and head region that are import for face recognition by using color transform. First of all, it is to divide face region by using color transform of Y image of YIQ image and head image after dividing head region with K image among CMYK image about input image. Then, it is to extract features of face by using labeling after Log calculation to head image. The clearly divided head and face region can easily classify the shape of head and face and simply find features. When the algorism of the suggested method is utilized, it is expected that security related facilities that require importance can use it effectively to guard or recognize people.

▶ Keyword : Security, Detecting feature, Face, Head, Separation

• 제1저자 : 전영철

• 접수일 : 2008. 7. 7, 심사일 : 2008. 8. 1, 심사완료일 : 2008. 9. 25.

* 관동대학교 강사 ** 강원관광대 관광정보처리과 교수

1. 서론

사회가 발전할수록 공공장소에서 개인 및 시설물의 안전에 대한 중요성이 높아진다. 특히, 미국에서의 동시다발 테러 이후, 일반 시민의 사이에서도 보안에 대한 의식이 높아지고 있다. 기존의 주차장, 은행, 공장 등 보안이나 범죄 예방이 요구되는 지역은 넘어서 일반 기관, 개인의 주택까지 감시 및 보안에 대한 투자가 증가하는 경향을 보이고 있다[1].

단일 생체인식 시스템의 경우 일반적으로 사용 되는 정보 보호, 금융, 중요 업체의 입 출입 등의 생체 인식이 적용될 수 있는 분야에서는 보다 높은 인식률을 요구하고 있으며 단일 시스템으로는 이런 요구들을 충족시키기 어려운 현상이 발생한다[2].

생체인식 기술[3]은 그 사용의 편이성과 뛰어난 보안성 때문에 크게 각광받고 있으며, 생체인식 산업은 인터넷의 확산에 따른 전자상거래의 활성화와 출입통제 시스템의 편이성 도모, 개인정보보호 등 개인 식별에 대한 필요성이 높아지고 있다.

얼굴은 인식 정보를 담고 있고 전달해 주는 가장 자연스러운 도구로 이미지 해석과 이해의 가장 성공적인 응용 중 하나이다[4]. 얼굴인식 시스템은 카메라로부터 입력되는 영상을 분석하여 얼굴 영역을 추출하는 과정과 추출해 낸 얼굴의 특징을 분석하여 인증하는 과정이 있다.

얼굴인식 시스템의 가장 중요한 문제는 얼굴 영역의 정확한 추출에 관한 문제로 기존에 널리 알려진 방식은 예지정보를 이용하는 방법[5], 컬러 정보를 이용하는 방법[6], PCA(Principle Component Analysis)를 이용한 주성분 분석법[7], 템플릿을 이용한 정합법(Template Matching)[8], 신경회로망(Neural Network)을 이용한 방법[9] 등이 있다.

본 논문은 칼라변환을 한 후에 차영상을 이용하여 얼굴인식에 있어서 중요한 얼굴 영역과 머리 영역을 간단하게 분리하는 방법을 제안한다. 2장에서는 제안한 방법에 관련된 이론에 대하여 고찰하고 3장은 머리와 얼굴의 간단한 분리방법을 제안한다. 4장은 얼굴 특징점 추출 방법을 제안하며 5장은 제안한 방법에 대하여 실험을 하여 결과를 살펴보고 6장에서 결론을 정리하였다.

II. 이론적 배경

2.1 칼라변환

RGB모드가 빛에 기초한 가산혼합의 색상구현 원리를 사용하는 모드인 반면 CMYK는 잉크에 기초한 감산혼합의 색상구현 원리를 사용한다. CMYK는 청록색, 자홍색, 노란색 그리고 검은색의 네 가지 색상을 혼합하여 색상을 표현한다. 나타낼 수 있는 색상 수는 RGB영역보다 적으며 <그림 1>은 RGB와 CMYK를 비교한 것이다.

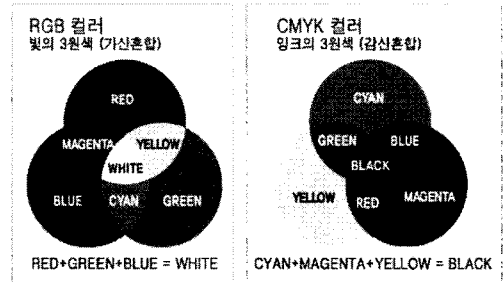


그림 1. RGB와 CMYK의 비교
Fig 1. Comparison of RGB and CMYK

명암도 레벨을 256으로 고정한다면 다음과 같은 식 (1)이 성립된다.

$$\begin{aligned}
 \text{Cyan} &= 255 - \text{Red} \\
 &= (\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue}) - \text{Red} \\
 &= \text{Green} + \text{Blue} \\
 \text{Magenta} &= 255 - \text{Green} \\
 &= (\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue}) - \text{Green} \dots (1) \\
 &= \text{Red} + \text{Blue}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Yellow} &= 255 - \text{Blue} \\
 &= (\text{Red} + \text{Green} + \text{Blue}) - \text{Blue} \\
 &= \text{Red} + \text{Green}
 \end{aligned}$$

그러나 실제 인쇄를 하면 순수한 검정색이 나오지 않는다. 그래서 별도의 검정인 K를 추가한 것이 CMYK 컬러 공간이다.

CMYK 값은 $K(=black) = \min(\text{Cyan}, \text{Magenta}, \text{Yellow})$ 을 구하고 식 (2)와 같이 구한다.

$$\begin{aligned}
 C &= \text{기존 Cyan} - K \\
 M &= \text{기존 Magenta} - K \dots \dots \dots (2) \\
 Y &= \text{기존 Yellow} - K
 \end{aligned}$$

RGB 모니터는 그림의 빨강, 초록, 파랑의 각 성분에 대해 다른 신호가 필요하지만, TV 모니터는 단일 혼합신호를 사용하며 혼합 비디오 신호를 만들기 위한 NTSC(National Television System Committee)의 색상 모델은 YIQ 모델

로 CIE xyz 모델의 개편에 원리를 두고 있다.

YIQ 값은 RGB 값에서 식 (3)의 공식을 통하여 얻어지며, YIQ 값에서 RGB 값은 역행렬 연산에 의해 구해진다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.2999 & 0.587 & 0.144 \\ 0.596 & 0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.528 & 0.311 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3)$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.000 & 0.956 & 0.620 \\ 1.000 & -0.272 & -0.647 \\ 1.000 & -1.108 & 1.705 \end{bmatrix}$$

YIQ 방식은 사람의 눈이 색상보다는 밝기에 민감한 사실에 착안한 방식으로, 색의 밝기인 Y성분과 색상인 I와 Q성분으로 구분한다. Y성분은 오차에 민감하므로 색상 성분인 I와 Q보다 많은 bits를 코딩한다. I와 Q는 각각 색차 신호 R-Y, B-Y의 값이 수치화되고 색을 NTSC 신호로 인코딩하기 위해 사용된다.

영상처리에서의 YIQ 모델의 주요 이점은 휘도(Y)와 색 정보인 I와 Q가 분리되어 있다는 점이다. 휘도는 눈에 인지되는 빛의 양에 비례하고 이 분리의 중요성은 영상의 휘도 성분을 색 성분에 영향을 미치지 않으면서 처리할 수 있는 점이다.

2.2 두 영상간의 감산 연산

두 영상간의 감산은 절대 값을 취하여 차이 값을 구하는 방법과 절대 값을 취하지 않고 영상에서 원하지 않는 값을 제거하는 방법이 있다. 영상 처리 중 전처리 부분에서 많이 사용되어 지며 원하는 정보만을 추출하기 위한 처리방법이다. 두 영상의 차이를 구함으로써 문서의 명암 값을 조절하거나 물체의 이동 상태를 알 수 있으며 구하는 방법은 식 (4)와 같으며 <그림 2>는 두 영상간의 감산 연산에 대한 예이다.

$$Output(x,y) = Image1(x,y) - Image2(x,y) \dots (4)$$



그림 2. 두 영상간의 감산 연산
Fig 2. Subtract operation of two images

2.3 라벨링

라벨링은 '인접하여 연결'되어 있는 모든 화소에 동일한 번

호를 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 번호를 붙이는 것으로, 이진화 된 영상을 라벨링 하는 간단한 방법은 Glassfire 알고리즘이다. Glassfire 알고리즘은 마른 잔디에서 불이 번져 나가는 모양과 비슷하게 화소를 라벨링하기 때문에 붙여진 이름으로, 자기호출을 이용하여 모든 인접 요소가 라벨링 될 때까지 현재 관심화소의 주변 인접 화소를 차례로 검사하면서 라벨링 하는 방법이다[10].

라벨링의 단계는 이진화 된 영상을 탐색하다가 밝기가 255인 화소값을 만나면 라벨링을 수행하고 이 라벨링 점을 4-근방 또는 8-근방의 중심으로 이동 후 다시 인접화소의 미방문 255 화소 값을 라벨링 하는 방식으로 반복한다. 영역 라벨링의 단계는 <표 1>과 같다.

표 1. 영역 라벨링의 단계
Table 1. Step of region labeling

		255			
255	255	255			
1. 시작			2. 라벨링		
		31			
255	255	255	31	255	255
3 중심이동			4. 라벨링		
		31			
		31	255		
255	255	255	255	255	255
5 중심이동			6. 라벨링		
		31			
31	31		31	31	31
255	255	255	255	255	255
7 중심이동			8. 라벨링		

2.4 로그 연산자

영상의 각 픽셀에 각각 로그 변환을 취함으로써 영상의 밝기 값을 변화시킬 수 있다. 각각의 픽셀 에 로그 변환을 하는 이유는 인간이 명암도를 인지하는 정도가 로그함수를 따라 반응하는 것에 기반을 둔다.

<그림 3>과 같이 로그 곡선의 형태로 명암도에 변화가 있기 때문에, 낮은 명암도 부근에서 로그 변환을 수행하면 명암도의 범위가 크게 넓어지고 반대로 높은 명암도에서 로그변환을 수행하면 범위가 좁아진다. 로그변환을 수행하면 명암도가

낮은 영역은 세분화되어 표현되고 높은 영역은 조밀해져서 영상이 전체적으로 밝아지는 효과를 가져온다. 로그연산자를 이용한 식은 (5)와 같다.

$$o(x, y) = c \log(1 + |I(x, y)|) \dots\dots\dots (5)$$

$$c = \frac{255}{\log(1 + \max [I(x, y)])} \dots\dots\dots (6)$$

식 (5)에서 $I(x, y)$ 는 입력영상을 말한다. 입 영상이 0일 수도 있기 때문에 로그 안에 1을 더해해서 발산하지 않도록 한다. c 는 식 (6)과 같이 결정될 수 있다. 식 (6)은 255컬러로 표현할 수 있는 영상을 예로 한 것이다. 255라는 값은 영상의 정체 표현 컬러 수가 L 이라고 할 경우 $L-1$ 을 이용해 결정되는 값이다.

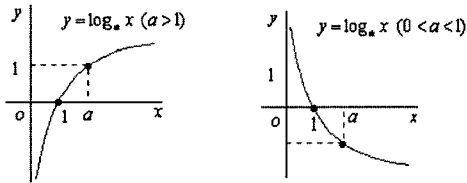


그림 3. 로그함수 그래프
Fig 3. Graph of log function

III. 머리와 얼굴의 간단한 분리 방법

3.1 머리와 얼굴의 분리방법에 대한 흐름도

칼라변환을 이용한 얼굴영역과 머리영역의 검출 방법의 흐름도는 <그림 4>와 같다.

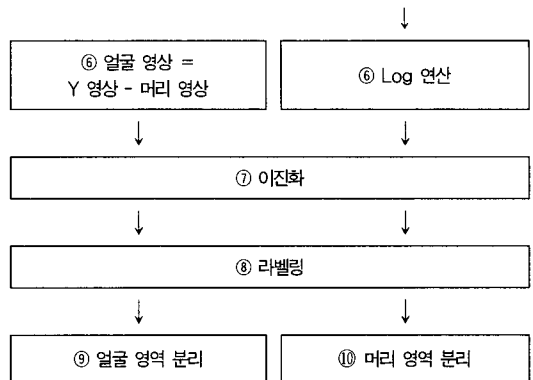
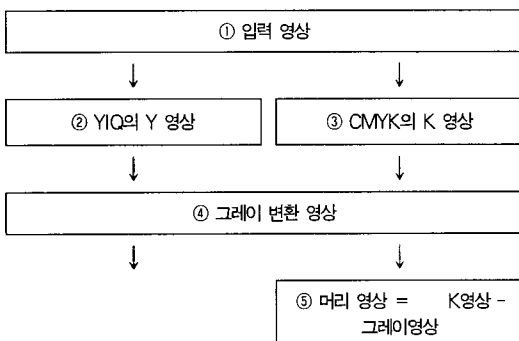


그림 4. 얼굴영역과 머리영역의 검출 방법의 흐름도
Fig 4. Block diagram for detecting method of face region and head region

칼라 입력영상의 CMYK 영상 중 K 영상을 가지고 머리영역을 분리한 후에 YIQ 영상의 Y영상과 머리 영상과의 차영상을 이용하여 얼굴영역을 분리한다.

3.2 입력영상과 기본 영상들

입력영상은 정면얼굴의 영상과 정면을 기준으로 왼쪽으로 45°와 90°, 오른쪽으로 45°와 90° 방향의 얼굴 영상을 사용하였으며 <그림 5>와 같다.

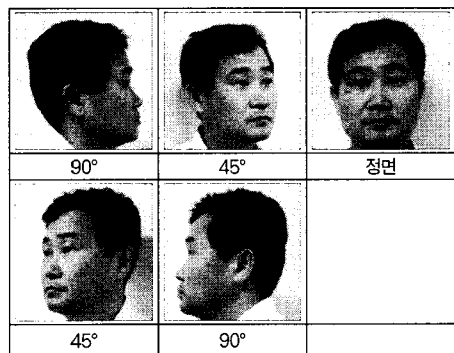


그림 5. 방향성을 가지는 칼라 입력 영상
Fig 5. The color Input image which is the direction

<그림 6>은 칼라 입력 영상에서 CMYK의 K영상으로 변환한 영상이다.

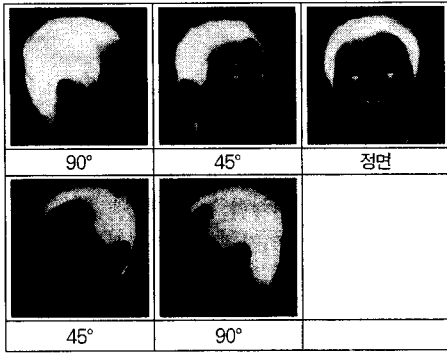


그림 6. CMYK의 K 영상
Fig 6. K image of CMYK

〈그림 7〉은 칼라 입력 영상에서 YIQ 영상의 Y영상으로 변환한 영상이다.

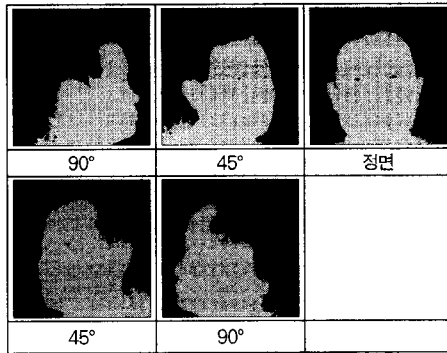


그림 7. YIQ의 Y 영상
Fig 7. Y image of YIQ

〈그림 8〉은 칼라 입력 영상에 대한 그레이 영상이다.

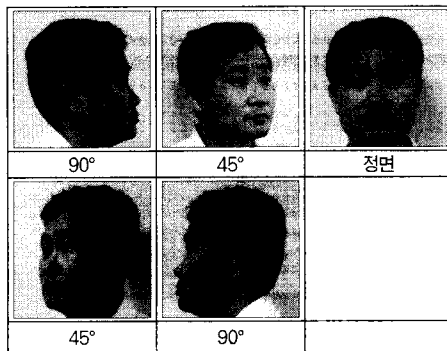


그림 8. 그레이 변환 영상
Fig 8. Gray conversion image

3.3 머리 영역 분리

머리영역의 분리는 머리카락으로 인해 달라지는 얼굴의 특징점 비교나, 머리의 형태를 구분하는데 중요하게 사용된다. 머리영역의 분리는 CMYK에서 검은색인 K 영상과 그레이 영상의 차를 이용한 방법으로 머리 영역 분리의 흐름도는 〈그림 9〉와 같다.

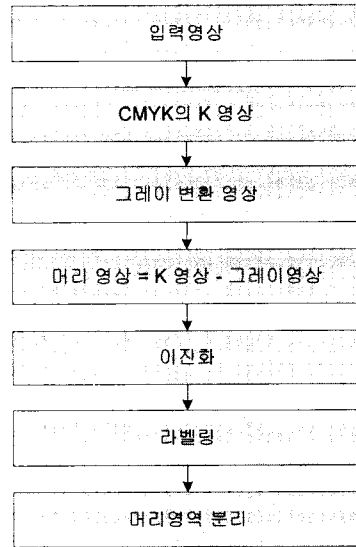


그림 9. 머리영역 분리의 흐름도
Fig 9. Block diagram for segmentation of head region

머리영상은 〈그림 6〉의 CMYK의 K 영상에서 〈그림 8〉의 그레이 변환 영상을 뺀 것으로 분리된 머리 영상은 〈그림 10〉과 같다.

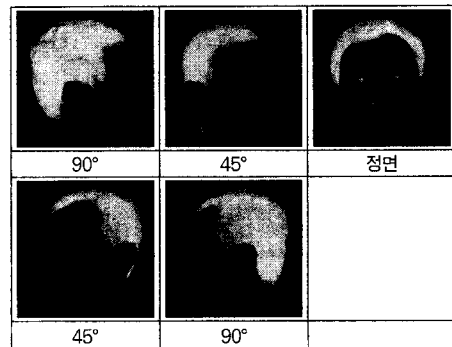


그림 10. 분리된 머리 영상
Fig 10. Separated head image

〈그림 11〉은 머리 영상을 기본 임계치 128로 이진화한 후에 라벨링을 하여 머리 영역으로 분리 한 그림이다. 머리 영역은 녹색으로 표시하였다.

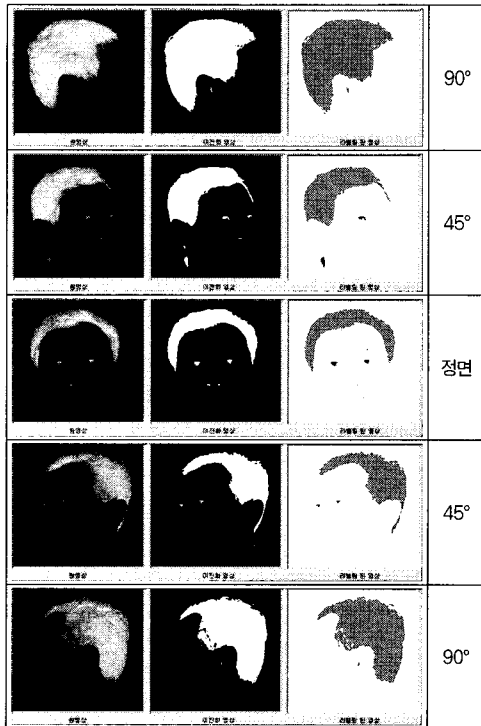


그림 11. 머리영역의 이진화와 라벨링
Fig 11. Binary and labeling of head region

3.4 얼굴 영역 분리

얼굴 영역 추출은 입력된 영상에서 배경과 얼굴을 분리하는 기술로서 정확한 얼굴 인식 및 얼굴영상 검색을 위한 중요한 기술이다. 얼굴 영상은 색상, 모양, 크기, 질감 등에 대한 변화가 심하기 때문에 정확하게 얼굴 영역을 추출하기 힘들어서, 많은 연구들이 일정한 제약조건을 두고 진행되어 왔다.

얼굴영역의 분리는YIQ에서 검은색인 Y 영상과 머리 영상의 차를 이용한 방법으로 얼굴 영역 분리의 흐름도는 〈그림 12〉와 같다.

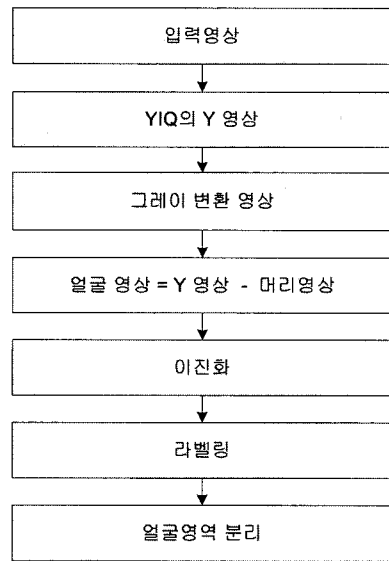


그림 12. 얼굴영역 분리의 흐름도
Fig 12. Block diagram for segmentation of face region

얼굴 영상은 〈그림 7〉의 YIQ의 Y 영상에서 〈그림 10〉의 머리 영상을 뺀 것으로 분리된 얼굴 영상은 〈그림 13〉과 같다.

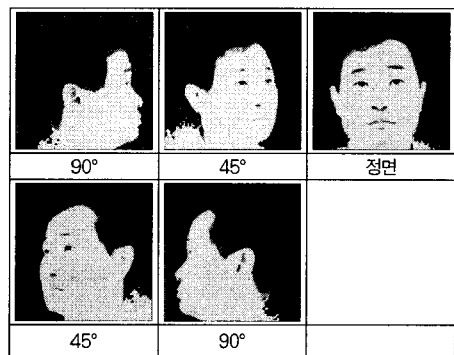


그림 13. 분리된 얼굴 영상
Fig 13. Separated face image

〈그림 14〉는 얼굴 영상을 기본 임계치 128로 이진화한 후에 라벨링을 하여 얼굴 영역으로 분리 한 그림이다. 얼굴 영역은 녹색으로 표시하였다.

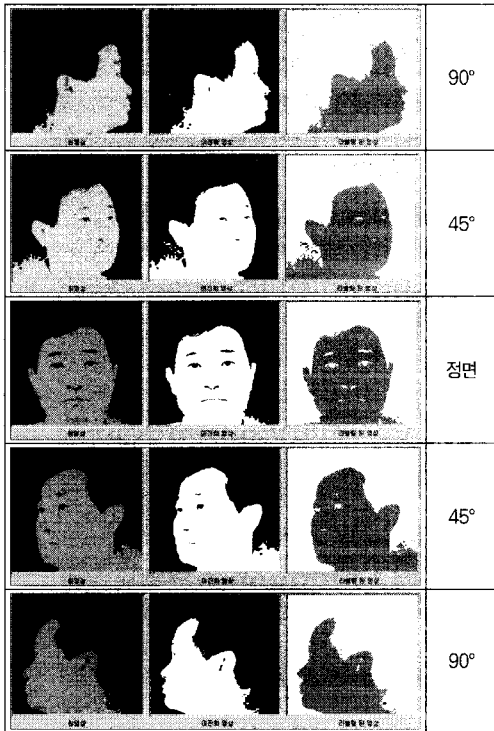


그림 14. 얼굴영역의 이진화와 라벨링
Fig 14. Binary and labeling of face region

IV. 얼굴 특징 추출

얼굴 특징 추출은 머리영상에 Log 연산을 한 후에 라벨링을 이용하여 특징을 추출하였다. 얼굴 특징을 추출하는 흐름도는 <그림 15>와 같다.

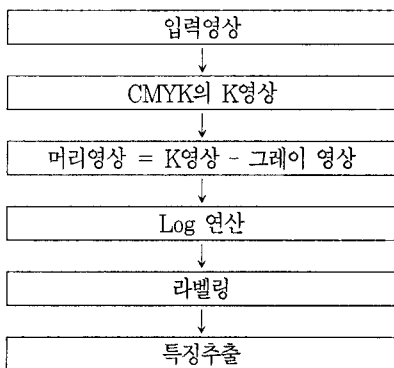


그림 15. 얼굴특징 추출 흐름도
Fig 15. Block diagram for extracting of face feature

머리영상에 Log연산을 한 결과는 <그림 16>과 같다.

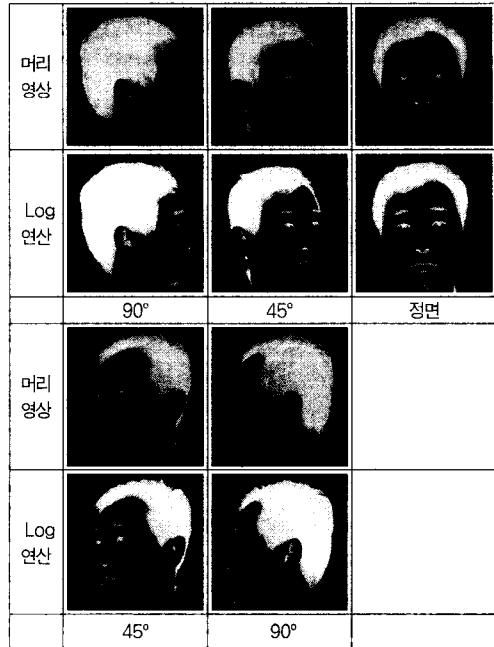
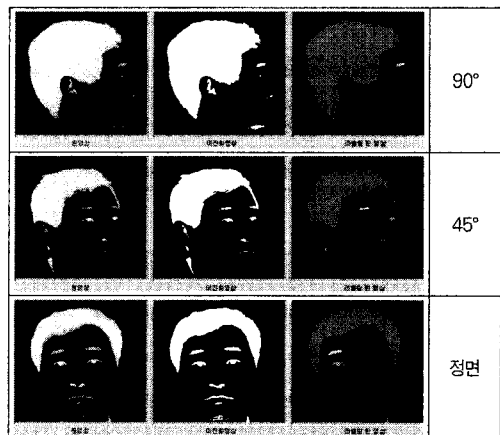


그림 16. 머리영상의 Log 연산
Fig 16. Log operator of head image

라벨링을 이용한 특징 추출은 <그림 17>과 같다.



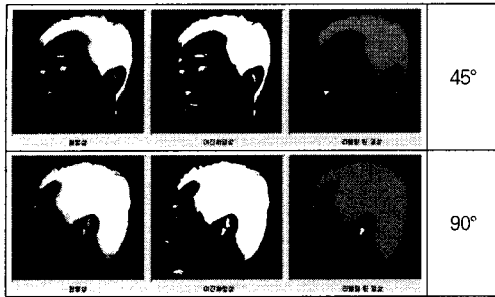


그림 17. 리벨링을 이용한 특징 추출
Fig 17. Extracting of features using labeling

V. 실험 및 결과

실험영상은 배경이 없는 칼라 영상으로 디카 사진을 사용하였으며 정면 영상과 정면을 기준으로 왼쪽으로 45°, 90° 오른쪽으로 45°, 90° 방향의 얼굴 영상 등 5가지로 분류하여 실험하였다. 10명의 5가지 영상으로 총 50개의 입력 영상으로 실험하였으며 각 영상에 대해 머리 영역과 얼굴 영역을 분리하였다. 얼굴영역은 기존 컬러 정보를 이용한 방법보다 더 정확하였으며 머리 영역도 또렷하게 분리 되었다. <그림 18>은 칼라 영상의 그레이 영상에 대한 CMYK의 K영상과 머리 영상과의 비교 그림이다.

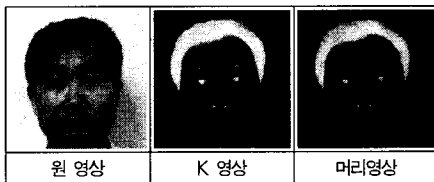


그림 18. K영상과 머리영상과의 비교
Fig 18. Comparison of K image and head image

<그림 19>는 칼라 영상의 그레이 영상에 대한 YIQ의 Y영상과 얼굴영상과의 비교 그림이다.

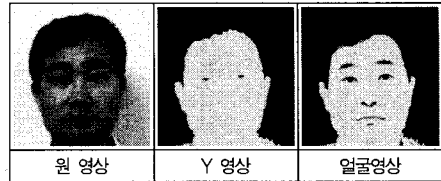


그림 19. Y영상과 얼굴영상과의 비교
Fig 19. Comparison of Y image and face image

얼굴 특징들의 추출은 머리영상을 이용한 특징 추출의 추출률은 평균 48개로 96%이고 Log연산을 이용한 특징추출의 추출률은 평균 49.4개로 98.8%로서 머리영상의 추출률보다 2.8% 높았으며, 입과 귀가 대체적으로 추출률이 낮았다.

머리영상과 Log연산의 특징 추출의 비교는 <표 2>와 같다. 특징의 단위는 개다.

표 2. 머리영상과 Log연산의 특징 추출의 비교
Table 2. Comparison of head image and Log operator for extracting feature

	눈썹	눈	코	입	귀	평균
머리영상	48	49	50	47	46	48.00
추출률	96%	98%	100%	94%	92%	96.00
Log연산	50	50	50	49	48	49.40
추출률	100%	100%	100%	98%	96%	98.80

머리영상과 Log연산의 특징 추출의 비교 그래프는 <그림 20>과 같다.

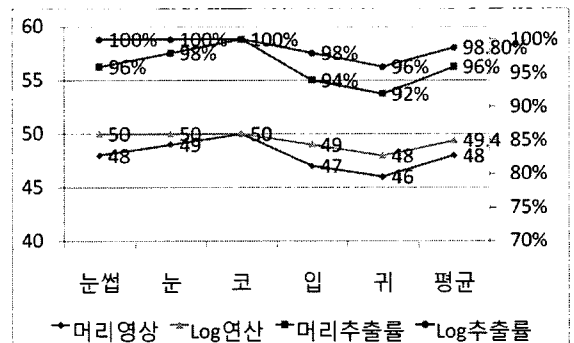


그림 20. Y영상과 얼굴영상과의 비교 그래프
Fig 20. Comparison graph of Y image and face image

VI. 결론

사회가 발전할수록 감시 및 보안에 대한 투자가 증가하는 경향을 보이고 있다.

영상 보안을 위한 이 논문은 얼굴인식에 있어서 중요한 얼굴 영역과 머리 영역을 칼라변환을 이용하여 간단하게 분리하는 방법과 얼굴 특징들을 추출하는 방법을 제안하였다.

각도에 상관없이 머리 영역과 얼굴 영역을 쉽게 분리할 수 있으며, 머리 영상에 Log 연산을 하여 2.8%의 향상된 특징점 추출을 할 수 있었다.

제안한 방법의 알고리즘을 이용하면 중요성이 요구되는 보안 관련 시설에서 사람을 감시하거나 인식하는데 효과적으로 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

차후 배경이 복잡한 영상과 더 많은 각도에 대하여 연구하면 얼굴 인식뿐만 아니라 다중 생체 인식과 중요한 보안 분야에서도 쉽게 활용할 수 있으리라 기대한다.

참고문헌

[1] 임옥현, "실시간 영상 보안 및 감시를 위한 얼굴 검출 및 추적에 관한 연구", 전남대학교 석사논문, 2005. 2

[2] Jung Soh, Younglae Bae, "A Survey of Multi-Modal Biometrics", The 2nd Korean Workshop on Biometrics Technology, p1~5, 2002. 1. 17.

[3] 김재성, "생체인식기술, 현재와 미래 그리고 우리의 전략", 대한전자공학회지 32권 제 11호, 2005. 11

[4] 박우근, "사용자 인증 시스템의 보안성 향상을 위한 생체 인식 데이터의 암호화", 전기전자학회논문지 Vol 9, No1, 2005. 1.16

[5] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition: Features versus Templates", Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, vol. 15, Issue 10, Oct. 1993. pp 1042-1052.

[6] B. Menser and F.Muller : "Face Detection in color images using principal components analysis", Image Processing and Its Applications, 1999. Seventh International Conference on (Conf. Publ. No. 465), Volume:2, 13-15 July 1999, pp. 620-624 vol.2

[7] Henry A. Rowley, Shumeet Bhaluja, and Takeo Kanade, "Rotation Invariant Neural Network-Based Face Detection", Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp.38-44, June, 1998.

[8] Q. T. Luong, "Color in Computer Vision", Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision, pp. 311-368, 1993

[9] Haizhou Ai, Luhong Liang, Guangyou Xu, "Face Detection Based on Template Matching and Support Vector Machines", Image Processing, 2001. Proc. 2001 International Conf. vol. 1, 7-10 Oct. 2001, pp. 1006-1009

[10] 전영철, "수중로봇에 의해 불가사리 포획을 위한 ELRSR 시스템", 관동대학교 박사논문, 2008. 8

저자소개



전 영 철

1999년 2월 : 관동대학교 전자계산학과 석사
 2008년 8월 : 관동대학교 전자계산학과 박사
 현재 : 관동대학교 강사
 관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 로봇공학, 보안



이 건 익

1998년 8월 : 관동대학교 전자계산학과 석사
 2005년 8월 : 관동대학교 전자계산학과 박사
 현재 : 관동대학교 강사
 관심분야 : 패턴인식, 영상처리, 지문인식, 보안



김 강

1993년 2월 : 송실대학교 정보산업학 석사
 2003년 2월 : 대전대학교 컴퓨터공학 박사
 현재 : 강원관광대 관광정보처리과 교수
 관심분야 : 보안, 영상처리