

TV컬러 배경영상에서 얼굴영역 검출 알고리즘

Algorithm of Face Region Detection in the TV Color Background Image

이주신*

Joo-Shin Lee*

요 약

본 논문에서는 텔레비전 칼라영상에서 사람의 피부색을 기반으로 얼굴영역을 검출하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 피부색을 샘플링하여 기준영상으로 놓고, 텔레비전 영상의 화소와 기준영상의 화소 사이의 유클리디안(Euclidean) 거리를 이용하여 얼굴후보 영역결정을 하였다. 얼굴 후보영역에서 눈 검출은 RGB 칼라를 CMY칼라 모델로 변환 하여 Y와 C 사이의 색차성분에 대한 평균값과 표준 편차를 이용하여 검출 하였다. 입술 영역은 RGB 칼라모델에서 YIQ 칼라 공간으로 변환 하여 Q 요소로 입술 영상을 검출 하였다. 얼굴영역 검출은 눈 영상과 입술 영상을 논리연산 하여 지식 기반으로 결정 하였다. 제안된 방법의 타당성을 입증하기 위하여 텔레비전 칼라영상에서 입력받은 정면 칼라 영상으로 실험한 결과, 얼굴영역 검출이 얼굴의 위치와 크기에 관계없이 검출됨을 보였다.

Abstract

In this paper, detection algorithm of face region based on skin color of in the TV images is proposed. In the first, reference image is set to the sampled skin color, and then the extracted of face region is candidate using the Euclidean distance between the pixels of TV image. The eye image is detected by using the mean value and standard deviation of the component forming color difference between Y and C through the conversion of RGB color into CMY color model. Detecting the lips image is calculated by utilizing Q component through the conversion of RGB color model into YIQ color space. The detection of the face region is extracted using basis of knowledge by doing logical calculation of the eye image and lips image.

To testify the proposed method, some experiments are performed using front color image down loaded from TV color image. Experimental results showed that face region can be detected in both case of the irrespective location & size of the human face.

Key words : TV color image, Face region detection, CMY color model, YIQ color space

I. 서 론

컴퓨터 비전시스템을 이용한 사람의 얼굴인식 분야는 인식자의 얼굴을 카메라를 통해 자연스런 방식

* 청주대학교(Cheongju University)

· 제1저자 (First Author) : 이주신

· 투고일자 : 2011년 8월 9일

· 심사(수정)일자 : 2011년 8월 9일 (수정일자 : 2011년 8월 22일)

· 게재일자 : 2011년 8월 30일

으로 얼굴을 쉽게 습득할 수 있는 장점으로 인하여 많은 연구가 진행되어 왔다[1]. 사람의 얼굴인식 과정에서는 얼굴 영역을 먼저 검출하여야 한다. 얼굴영역검출은 얼굴 인식시스템의 인식률을 크게 좌우하기 때문이다. 일반적으로 얼굴영역 검출은 카메라로 영상을 취득할 때 얼굴의 각도, 회전, 얼굴의 크기에 따라 영상의 변화가 크다. 영상의 변화는 영상 취득 시 배경에 대한 휘도변화 영향도 민감하게 나타난다. 그러므로 영상으로 부터 사람의 얼굴영역을 검출하는 연구가 상당히 중요한 요소로 다루어지고 있다.

얼굴 영역을 검출하는 방법은 크게 지식 기반 방법(Knowledge-base methods)과 특징기반 방법(Feature-based methods), 템플릿 정합 방법(Template-matching methods), 외형기반 방법(Appearance-base methods) 등이 있다.

지식기반 방법은 사람의 얼굴이 서로 대칭인 두 개의 눈과 한 개의 코와 입으로 구성되어 있으며 구성 요소들 사이에는 일정한 거리와 상대적 위치 관계 잘 이용하여 얼굴을 검출하는 방법이다[2-3]. 이 방법의 단점은 얼굴의 기울기, 카메라를 바라보는 각도, 조명, 표정등 얼굴의 다양한 변화가 있는 영상에서는 얼굴 검출이 어려우므로 이상적인 경우에만 적용이 가능하다[2-5].

특징 기반 방법은 얼굴의 피부 색상, 질감 정보, 특징 성분들의 크기, 모양 등의 변하지 않는 특징을 이용하는 방법이다[6-7]. 특히, 피부색을 이용하는 얼굴 검출은 얼굴의 회전, 자세, 크기 등에 무관하게 사용할 수 있어 처리 시간이 빠른 장점을 가지고 있다. 그러나 피부색과 유사한 배경이나 개체에 대해 얼굴의 특징 성분들을 검출하지 못할 수 있으며 조명의 영향으로 피부색이 왜곡되거나 질감 정보를 잃을 수 있는 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 다양한 얼굴 요소를 통합하는 형태의 알고리즘 연구되고 있다[8-11]. 템플릿 정합 방법은 얼굴외곽 형태, 눈, 코, 입 등에 대하여 표준 템플릿을 만든 다음, 입력영상과 비교하여 특징들 사이의 상관도를 측정하여 얼굴을 검출하는 방법이다[12-13]. 이 방법은 조명 변화나 배경의 영향에 대해 덜 민감하고 복잡한 배경

에서 얼굴 검출이 가능한 장점을 가지 있다. 그러나 거리에 따른 얼굴의 크기 변화와 회전, 영상취득 각도 등에 따른 변동 사항에 대한 대처가 어려우며 또한 모든 사람의 정보를 모두 포함하는 평균적인 템플릿 생성이 어렵다[14-18].

외형 기반 방법은 얼굴 영상과 배경 영상의 차이를 잘 나타낼 수 있는 특징들을 찾아서 복잡한 영상의 학습 데이터 집합을 만들어 학습시킨 다음, 학습된 모델을 이용해서 얼굴을 검출하는 방법이다[19].

본 논문에서는 칼라 배경 영상에서 피부색 요소를 기초로 한 특징기반 방법으로 얼굴영역을 정의 하고, 얼굴영역에서 얼굴 인식에 필요한 특징요소를 추출하는 방법을 제안하였다. 특징기반으로 얼굴영역을 검출을 하기 위하여 피부색에 해당하는 20개의 색상 대한 평균값과 표준편차 값을 가지고 검출하였다. 피부색으로 검출된 얼굴영역에서 얼굴에 대한 일반적인 지시기반 방법으로 눈과 입술을 검출 하였다. 눈의 검출은 CMY칼라 모델에서 C요소로 눈을 검출하였고, 입술은 YIQ 칼라 공간에서 Q요소로 입을 검출하다. 최종 얼굴영역의 크기 결정은 템플릿 방법을 통해 결정 하였다. 제안된 방법의 타당성을 입증하기 위하여 TV 뉴스영상을 가지고 사람의 얼굴을 크기와 위치에 관계없이 검출 하고자 한다.

II. 얼굴영역 검출

2-1 피부색 검출

칼라 동영상은 휘도 변화에 매우 민감하다. TV칼라영상에서 RGB 휘도 값의 범위를 구하여 일정 비율의 화소를 다시 계산하여 스므딩 처리하고 RGB 각각의 값에 대하여 평균값을 구하고, RGB 각각의 평균값을 다시 원 영상에 곱하여 새로운 RGB 값을 가지는 영상으로 만들어 휘도를 보정하였다. 표본 피부색 영상은 20명의 얼굴영상에서 피부색에 해당되는 부분을 20×20 크기로 샘플링 하여 그림1 과 같이 20개의 영상을 만들고, 20개의 표본 영상을 얼굴영역

을 검출하는 기준영상으로 설정하였다[20].



그림 1. 표본 피부색 영상

Fig. 1. Sample images

본 연구에서는 영상에서 사람의 얼굴 부분을 검출하기 위하여 RGB 칼라공간에서 CMY(Cyan, Magenta, Yellow) 칼라공간으로 변환하였다. CMY 칼라공간은 RGB 칼라공간의 반대 공간이며 서로 보색 관계를 가지고 있기 때문에 두 칼라 공간 사이에 변환이 쉽다. 또한, JPEG과 MPEG 표준에서 사용하고 있는 Y, Cb, Cr 은 RGB 칼라와 CMY 칼라의 Y 사이에 색차를 나타내며, Cb, Cr은 0과 1사이의 값을 가진다. 인간의 시각시스템은 빛의 밝기보다 색깔에 덜 민감하므로 Cb, Cr의 색차 성분을 Y 보다 해상도를 낮게 하여 영상을 효과적으로 표현 할 수 있다.

RGB 칼라와 Y 사이에 색차는 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} Y &= (0.299R) + (0.587G) + (0.144B) \\ C_b &= 0.564(B - Y) \\ C_r &= 0.713(R - Y) \end{aligned} \quad (1)$$

식 1에서 Y는 휘도를 나타내며, Cb 는 청색의 색차 성분, Cr는 적색의 색차 성분을 나타낸다.

표본피부색 영상에서 Y, Cb, Cr 로 변환된 칼라공간에서 피부색을 추출하기 위하여 Cb, Cr 의 공간 값에 대한 평균값과 표준편차 값을 특징 파라미터로 사용하였다. 식 2와 식 3은 표본 피부색의 Cb, 과 Cr 평균값을 각각 나타낸 것이다.

$$C_{b_{ave}} = \frac{\sum_{y=0}^{M-1} \left(\sum_{x=0}^{N-1} C_b(x, y) \right)}{M \times N} \times \frac{1}{20} \quad (2)$$

$$C_{r_{ave}} = \frac{\sum_{y=0}^{M-1} \left(\sum_{x=0}^{N-1} C_r(x, y) \right)}{M \times N} \times \frac{1}{20} \quad (3)$$

식 2, 식 3에서 $M \times N$ 은 표본화된 기준영상의 크기를 의미하며 Cb는 청색, Cr는 적색을 나타낸 것이며 식 4와 식 5는 표본화된 기준영상의 표준편차를 나타낸 것이다.

$$C_{b_{std}} = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_y \sum_x (C_{b_{avg}} - C_b(x, y))^2} \quad (4)$$

$$C_{r_{std}} = \sqrt{\frac{1}{M \times N} \sum_y \sum_x (C_{r_{avg}} - C_r(x, y))^2} \quad (5)$$

식 4, 식 5에서 $M \times N$ 은 표본 영상의 크기를 나타내며 것이다.

영상의 화소 (x, y)에 Cb와 Cr의 값으로 구성되는 특징 벡터는 식 6과 같이 정의 한다.

$$F_v(x, y) = [C_b(x, y), C_r(x, y)] \quad (6)$$

피부색 영역을 추출하기 위하여 얼굴 영역을 구성하는 영상 화소들에 Cb와 Cr로 구성되는 화소의 특징 벡터 $F_v(x, y)$ 와 피부색 모델과의 유클리디안 (Euclidean) 거리를 다음 식 7과 같이 정의한다.

$$E_d = \sqrt{|F_v - C_b|^2 + |F_v - C_r|^2} \quad (7)$$

식 3과 식 4에서 구해진 평균값에 대한 표준편차의 분포도를 가지고 입력영상에서 피부색을 추출한다. 피부색으로 추출되는 화소의 임계값은 식 8과 같이 정의한다.

$$EX_{face}(x, y) = \begin{cases} 1, & E_d < \alpha_1 \\ 0, & E_d \geq \alpha_1 \end{cases} \quad (8)$$

식 8에서 얼굴영역으로 추출되는 임계값 E_d 의 범위를 α_1 으로 놓았다.

2-2 얼굴영역 검출

RGB 칼라 영상에서 사람의 얼굴의 피부색영역을 검출하기 위해서 RGB 칼라 모델을 Y, Cb, Cr 칼라 공간으로 변환하였다. 변환된 칼라공간에서 C 요소가 눈 영역에서 가장 큰 값을 가지므로 이러한 색상의 색차 특성을 이용해서 눈 영역을 검출한다.

변환된 칼라공간에서 C 요소가 눈 영역에서 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 눈 영역을 식 9와 같이 검출하였다.

$$E(x,y) = \begin{cases} 1, & C(x,y) < \alpha_2 \\ 0, & C(x,y) \geq \alpha_2 \end{cases} \quad (9)$$

식 (9)에서 α_2 는 임계값이다.

얼굴은 좌우대칭이라는 특성을 이용해 추출된 얼굴 후보영역을 식(10)을 이용하여 최고점 T_p 와 최저점 B_p 점을 구하고 두 점을 기준으로 좌우를 그림2와 같이 영역을 분할한다. 얼굴에서 눈은 그림 2의 분할된 영역 내에 존재 하므로 이 영역에서 눈을 찾는다.

$$T_p = \frac{(x_{min} + x_{max})}{2}, \quad B_p = \frac{(y_{min} + y_{max})}{2} \quad (10)$$

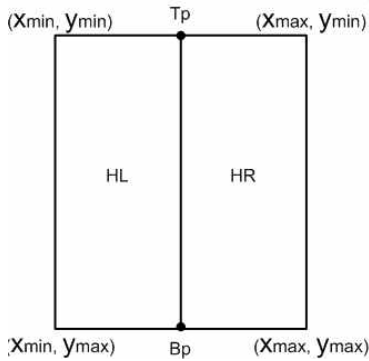


그림 2. 얼굴영역의 분할

Fig. 2. Segmentation of face region

그림2에서 HL과 HR의 영역에서 눈의 후보를 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 CMY 칼라 공간으로 변환하였다.

얼굴영역에서 입술을 검출하기 위해 RGB 칼라 모델을 YIQ 칼라 공간으로 변환하였다. YIQ 칼라공간은 컬러 TV 방송을 위한 NTSC 방식에서 채택하는

기본 색상이다.

NTSC 컬러 TV 방식에서 YIQ 를 사용하는 목적은 고정된 대역폭 사용을 최대화하기 위해 인간의 시각 시스템의 특정 특성을 이용하고자 하는 것이다. 변환된 칼라공간에서 Q 요소가 입술 영역에서 가장 큰 값을 갖는다. 이러한 색상 특성을 이용해서 입술 영역을 검출한다.

YIQ 색상과 RGB 칼라와의 선형 변환은 다음 식 (11)과 같다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (11)$$

변환된 칼라공간에서 얼굴의 입술영역에 해당하는 영역에서 Q의 요소가 가장 큰 값을 나타낸다. 이와 같은 색상 특성을 이용해서 입술 영역을 식(12)와 같이 정의 하고 Q 영역에서 입술 영역을 검출한다.

$$M(x,y) = \begin{cases} 1, & Q(x,y) < \alpha_3 \\ 0, & Q(x,y) \geq \alpha_3 \end{cases} \quad (12)$$

얼굴 영역검출은 피부색 영상에서 식 (10)과 식 (12)을 이용하여 얼굴에는 두 개의 눈과 한 개의 입술이 검출된다는 기반으로 얼굴을 검출한다.

검출된 얼굴영상은 얼굴의 특징을 나타내는 것으로 눈 영상과 입술 영상을 Exclusive - OR 연산을 식 (13)과 같이 조합된다.

$$face_{ft} = eye \oplus mouth \quad (13)$$

III. 실험 및 고찰

제안한 알고리즘의 타당성을 검증하기 위하여 피부색 기준영상 20 장을 샘플링 하여 기준영상 으로 설정 하였다. 텔레비전 뉴스영상에서 입력받아 얼굴 영역을 구성하는 영상 화소들에 Cb와 Cr로 구성되는 화소의 특징 벡터 $Fv(x,y)$ 와 피부색 모델과의 유클리디안 거리를 계산하여 피부 영역을 추출하였다. 그림 3은 실험에 사용한 얼굴영상으로 텔레비전 뉴스

영상을 나타낸 것이다.

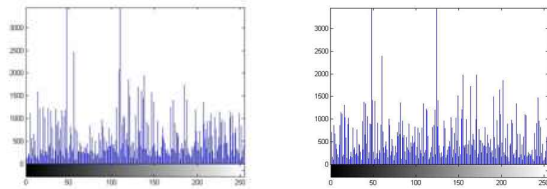


(a) 원영상 (b) 평활화된 영상

그림 3. 실험영상

Fig. 3. Experimental image

그림 4는 그림3의 영상에 대한 히스토그램을 나타낸 것이다.



(a) 원영상의 히스토그램 (b) 평활화된 히스토그램

그림 4. 실험영상의 히스토그램

Fig.4. Histogram of the test image

그림 5는 그림3(b)의 영상을 가지고 본 연구에서 제안한 방법으로 C 칼라공간에서 피부색 영역에 해당되는 부분을 검출한 것이다. 이때 임계값 α_1 는 실험을 통하여 9로 놓았다.



그림 5. 피부색영역 추출

Fig. 5. Extraction of skin color region

그림 5에서 피부색 검출방법에 의해 사람의 얼굴 부분과 손 부분에 검출됨을 볼 수 있다. 그림 6은 그림5에서 실험을 통하여 임계값 α_2 를 182로 놓고 검출된 눈 영역을 나타낸 것이다.

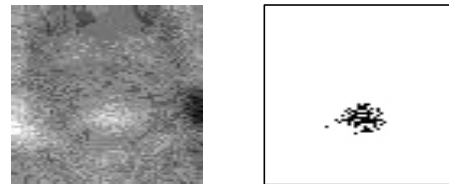


(a) 칼라공간 C (b) 눈 검출 영상

그림 6. 눈 영역 검출

Fig. 6. Detection of eye region

그림 7(a)는 RGB 칼라영상을 YIQ 영상으로 변환된 영상이며 그림7(b)는 Q 칼라공간에서 실험을 통해 임계값 α_3 를 175로 놓고 검출된 입 영역을 나타낸 것이다.



(a) 칼라공간 Q (b) 입 검출 영상

그림 7. 입 영역 검출

Fig. 7. detection of mouth region

그림 8은 텔레비전 뉴스영상 실험을 통하여 추출된 피부색 영역을 나타낸 것이고, 그림 9는 사람에 대한 지식기반으로 최종 검출된 얼굴 영역을 나타낸 것이다.



그림 8. 얼굴영역 추출 결과

Fig. 8. Result of face region extraction



그림 9. 얼굴영역 검출 결과
Fig. 9. Result of face region detection

표 1은 얼굴검출 실험을 통해 얼굴을 검출한 결과를 나타 낸 것이다. 표1에서 한사람만 영상에 존재할 때 영상 10개에 대하여 얼굴 영역을 검출 한 결과 14개의 얼굴영역이 추출되어 140%의 얼굴 영역이 추출되었다. 이 같은 이유는 영상에 사람은 한 사람이지만 피부색 영역은 한 영역 이상으로 검출되기 때문이다. 두 사람이 포함된 10개의 영상에서는 28개의 얼굴영역이 추출되었으며, 5명이 포함된 영상에서는 62개의 얼굴영역이 추출되었다.

표 1. 얼굴영역 검출 결과
Table. 1. Results of face region detection

영상에 포함된 사람 수	실험영상 수	피부색 영역 수	얼굴 검출 수	인식율 [%]
1명	10	14	10	100
2명	10	28	20	100
5명	10	62	50	98

표1의 결과로부터 제안한 방법이 얼굴 인식과정의 전처리과정 알고리즘으로 적용가능 하다고 사료되며, 또한 텔레비전 칼라영상에서 정면 얼굴영상 가지고 실험한 결과 얼굴영역 검출이 영상의 위치와 크기에 관계없이 검출됨을 보였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 텔레비전 칼라영상에서 사람의 피부색을 기반으로 얼굴영역을 검출하는 방법을 제안

하였고 제안된 방법의 타당성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

피부색에 의해 분리된 영역을 CMY칼라 공간으로 변환하여 C요소로 얼굴형상에 대한 지식기반 구조로 눈을 검출하였고, YIQ 칼라 공간에서 Q요소로 입을 검출하여 최종 얼굴영역을 검출됨을 보였다. 추출된 얼굴 영역에 눈과 입의 특징이 존재하는지 여부로 얼굴을 검출한 결과 1인 영상, 2인 영상, 5인 영상에 대하여 각각 100%의 인식율을 나타내었으며 얼굴영역 검출이 영상의 위치와 크기에 관계없이 검출됨을 보였다. 향후 연구과제로는 검출된 얼굴영역을 이용하여 얼굴에 나타난 표정을 인식한 후, 감성 판단을 위한 뉴로 퍼지추론 기반의 알고리즘 개발 등이다.

감사의 글

본 연구는 2010년~2011년 청주대학교 산업 과학 연구소 특별연구비로 조성되었음.

참 고 문 헌

- [1] W. Zhao, R. Chellappa, P.J Philips, A. Rosenfeld, "Face recognition: A literature survey", *ACM Computer Surveys*, Vol. 35, No.4, pp. 300-458, Dec 2003,
- [2] Mohamed A. Berbar, Hamdy M. Kelash, "Face and facial features detection in color images", *Proceeding of GMAI* 2006.
- [3] M. H. Yang, D. J. Kriegman, and N. Ahuja, "Edtecting face in images: a survey", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 24, no. 1, pp. 34-58, 2002.
- [4] 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.
- [5] Ming-Hsuan Yang, "Kernel Eigenfaces vs. Kernel Fisherfaces : Face Recognition Using Kernel Methods," *Automatic Face and Gesture Recognition, Proceedings. Fourth IEEE International conference on*, pp.208-213, 2002.

- [6] Rein-Lien Hsu, Mohamed Abdel-Mottaleb, Anil K. Jain, "Face detection in color images", *IEEE Transaction on Pattern analysis and machine intelligence*, Vol. 24, No.5 May 2002.
- [7] G. Yang and T. S. Huang, "Human face detection on a complex background", *Pattern Recognition*, vol. 27, no. 1, pp. 53-63, 1994.
- [8] S. A. Sirohey, "Human Face Segmentation and Identification," Technical Report CS-TR-3176, *Univ. of maryland*, 1993.
- [9] M. F. Augusteijn and T. L. Skujva, "Identification of Human Faces through Testure-Based Feature Recognition and Neural Network Technology," *Proc. IEEE Conf. Neural Networks*, pp.392-398, 1993.
- [10] R. Brunelli and T. Poggio, "Face Recognition : features versus templates," *IEEE Transactions on PAMI*, vol.15, no.10, pp.1042-1052, 1993.
- [11] Y. Yagi, "Facial feature extraction from frontal face image," *Signal Processing Proceedings, WCCC-ICSP 2000. 5th International Conference on*, vol.2, pp.1225-1232, 2000.
- [12] Z. Liu, Y. Wang, "Face detection and tracking in video using dynamic programming", *International Conference on Image Processing*, vol. 1, pp. 53-56, 2000.
- [13] I. Craw, D. Tock, and A. Bennett, "Finding face features", *In proc. ECCV*, pp. 92-96. 1992.
- [14] M. N. Do, M. Vetterli, "Frame Recognition of the Laplacian Pyramid," *IEEE International Conference on*, vol.6, pp.3641-3644, 2001.
- [15] Y. H. Kwon, d. V lobo, "Face detection using templates," *Computer Vision & Image Processing. Pattern Recognition*, vol.1, pp.764-767, 1994.
- [16] J. Wang, K. N Plataniotis, A. N. Venetsanopolous, "Combining features and decisions for face detection," *IEEE International Conf, Acoustics, Speech, and Signal Processing, Proceedings, (ICASSP '04)*, vol.5, pp.17-21, 2004
- [17] M. Gharavi-Alkhansari, "A fast globally optimal algorithm for template matching using low-resolution pruning," *Image Processing, IEEE Transactions on*, vol.10, pp.526-533, 2001.
- [18] H. Y. Wu and Q. chen, "Detecting human face in color images," *Proc. of the IEEE*, pp.2332-2336, 1996.
- [19] R. Brunelli and T. Poggio, "Face recognition: Features versus templates", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 15 pp. 1042-1052, 1993.
- [20] 정행섭, 이주신, "퍼지추론을 이용한 얼굴영역 검출 알고리즘", *한국향행학회 논문지 제13권 제 5호*, pp773-780, 2009.

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