

DCT와 정보 화소 밀도를 이용한 PDA로 획득한 명함 영상에서의 영역 해석

정희원 김종훈*, 장익훈**, 김남철***

Region Analysis of Business Card Images Acquired in PDA Using DCT and Information Pixel Density

Jong-Heun Kim*, Ick-Hoon Jang**, and Nam-Chul Kim*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 PDA에 장착된 카메라를 사용하여 획득한 명함 영상에 대한 효율적인 영역 해석 알고리즘을 제안한다. 제안된 방법은 크게 영역 분할, 정보 영역 분류, 문자 영역 분류의 3개 과정으로 구성된다. 영역 분할에서는 입력 명함 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누고 각 블록을 저주파 대역에서의 정규화된 DCT 계수의 에너지를 이용하여 정보 블록과 배경 블록으로 분류한 다음, 블록에 대한 영역 라벨링을 통하여 정보 영역과 배경 영역으로 분할한다. 정보 영역 분류에서는 각 정보 영역을 블록 신호의 수평, 수직 방향 에지 성분과 저주파 대역에서의 DCT 계수의 에너지 비와 이진화된 정보 영역 내에서의 축소소인 정보 화소의 밀도를 이용하여 문자 영역과 배경 영역으로 분류한다. 문자 영역 분류에서는 분류된 문자 영역을 정보 화소의 밀도와 평균 런 길이를 이용하여 다시 큰 문자와 작은 문자 영역으로 분류한다. 실험결과 제안된 영역 해석 방법은 여러 종류의 명함을 다양한 주변 여건에서 PDA로 획득한 시험 영상에 대하여 정보 영역과 배경 영역을 잘 분할하고, 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 잘 분류하며, 다시 문자 영역을 큰 문자와 작은 문자 영역으로 잘 분류함을 보였다. 그리고 제안된 영역 분할 방법과 정보 영역 분류 방법은 기존의 방법들보다 각각 약 2.2-10.1%와 7.7%의 에러율 향상을 보였다.

Key Words : region analysis; PDA; business card image; region segmentation; information region classification; text region classification.

ABSTRACT

In this paper, we present an efficient algorithm for region analysis of business card images acquired in a PDA by using DCT and information pixel density. The proposed method consists of three parts: region segmentation, information region classification, and text region classification. In the region segmentation, an input business card image is partitioned into 8×8 blocks and the blocks are classified into information and background blocks using the normalized DCT energy in their low frequency bands. The input image is then segmented into information and background regions by region labeling on the classified blocks. In the information region classification, each information region is classified into picture region or text region by using a ratio of the DCT energy of horizontal and vertical edge components to that in low frequency band and a density of information

* LG전자(주) 영상제품연구소 (BalUpZillot@lge.com),

** 경운대학교 디지털전자공학부 (ihjang@ikw.ac.kr)

*** 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (nckim@ee.knu.ac.kr)

논문번호 : 040086-0219, 접수일자 : 2004년 2월 24일

※ 본 연구는 삼성전자(주)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

pixels, that are black pixels in its binarized region. In the text region classification, each text region is classified into large character region or small character region by using the density of information pixels and an averaged horizontal and vertical run-lengths of information pixels. Experimental results show that the proposed method yields good performance of region segmentation, information region classification, and text region classification for test images of several types of business cards acquired by a PDA under various surrounding conditions. In addition, the error rates of the proposed region segmentation are about 2.2-10.1% lower than those of the conventional region segmentation methods. It is also shown that the error rates of the proposed information region classification is about 7.7% lower than that of the conventional information region classification method.

I. 서론

오늘날 사람들은 다양한 멀티미디어의 홍수 속에 살고 있다. 그 중에 일상생활에서 문서 형태의 미디어인 신문, 잡지, 서적 등의 다양한 분야의 방대한 정보를 담은 문서와 개인 정보를 수록한 명함을 쉽게 접한다. 명함은 과거에는 영업이나 자기 홍보를 목적으로 영업 사원이나 공무원 등의 직업인들 사이에서 주로 사용되다가 점차 명함의 색상과 레이아웃(layout)이 다양해지고 갈수록 개인의 개성이 중요시되면서 사용자 층이 대학생, 주부 등으로 확대되어 그 사용이 크게 증가하고 있다. 이에 따라 많은 양의 명함의 효율적인 저장 및 관리의 필요성이 증가하고 있다.

최근에 무선 인터넷의 발달로 휴대성과 편리성이 뛰어난 PDA(personal digital assistant)와 같은 무선 휴대 단말기의 사용이 증가하고 있다. 이러한 PDA에 카메라를 장착하여 그 카메라를 이용하여 명함을 디지털화하여 저장하거나, 디지털화 한 후에 명함의 정보인 문자를 인식을 거쳐 압축 또는 저장하여 관리하면 메모나 수첩을 이용하여 명함을 관리하는 것보다 더욱 효율적이고 편리하다.

일반적으로 신문, 잡지, 서적 등의 문서 영상은 문자, 그림, 배경 등의 서로 다른 유형의 영역들로 구성되며 각 유형은 그 성격이 서로 다르므로 유형별로 영역을 분류한 후, 분류된 유형별로 알고리즘을 적용하거나 필요로 하는 유형의 영역만을 추출하여 알고리즘을 적용하는 것이 효율적이다. 특히, 문서 인식 시스템에서는 문서 영상에서 문자 영역만이 관심의 대상이므로 문자 영역만을 추출하여 문자를 인식하기 위한 영역 해석과정이 필수적이라고 할 수 있다.

기존의 문서 영상에 대한 영역 해석 방법은 먼저 문서 영상을 정보가 있는 영역인 정보 영역과 정보가 없는 영역인 배경 영역으로 분할하는 영역 분할

(region segmentation)과 분할된 정보 영역을 다시 문자 영역, 그림 영역, 선 영역 등의 영역으로 분류하는 영역 분류(region classification) 과정으로 구분할 수 있다^{[1],[3]}. 기존의 영역 분할 방법에는 문서 영상의 블록 신호의 활동도를 이용하는 블록 기반 영역 분할 방법으로서 영상을 블록으로 나눈 다음 각 블록의 분산을 이용하는 방법^[4], 에지 정보를 이용하는 방법^[5], 그리고 DCT 에너지를 이용하는 방법^[6] 등이 있다. [4]-[6]에서는 각 블록의 분산, 에지 화소의 수, 또는 특정 주파수 대역에서의 DCT 에너지를 각각 역치(threshold)와 비교하여 정보 영역과 배경 영역으로 분할한다.

이들 방법 이외에도 문서 영상을 먼저 문자와 그림에 의한 흑화소와 배경에 의한 백화소로 이진화한 다음 그 결과 영상을 이용하여 영역을 분할하는 런 길이 평활화(run length smoothing) 방법^[1]과 투영 윤곽(projection profile) 분석 방법^[7] 등이 있다. [1]에서 제안된 방법에서는 수평, 수직 방향으로의 흑화소들 사이의 백화소들의 개수가 역치보다 작으면 그 백화소들을 흑화소로 치환하여 영역을 분할하였고, [7]에서 제안된 방법에서는 이진 영상을 수평 및 수직 방향으로 투영하여 얻은 흑화소의 히스토그램을 이용하여 영역을 분할하였다.

한편, 영역 분류에 관한 기존의 방법으로는 영역의 크기와 흑화소 밀도, 그리고 문자열(text string)의 인접성을 이용하는 방법^[8]과 문자열의 반복성을 이용하는 방법^[9], 흑화소 분포의 밀집성을 이용하는 방법^[10] 등이 있다. [8]에서 제안된 방법에서는 인접한 문자들의 소 영역들로 분할된 문자 영역이 그 크기가 그림 영역의 크기보다 작고 문자 영역의 경우 흑화소의 밀도가 일정한 범위내의 값을 가진다는 점을 이용하였다. 또한 문서에는 비슷한 크기의 문자들이 자간, 줄간을 경계로 다수 분포 되어있다는 점을 이용하였다. [9]에서 제안된 방법에서는 문자 영역은 문자열과 그 사이에 있는 공백이 반복적

으로 나타나므로 이진 영상을 수평 방향으로 투영하여 얻은 문자열에 의한 흑화소의 히스토그램이 문자열 사이의 공백을 경계로 반복적으로 나타남을 이용하여 영역을 분류하였다. [10]에서 제안된 방법에서는 분할된 영역에서의 흑화소와 백화소의 서로 바뀌는 총 횟수를 역치와 비교하여 문자 영역과 그림 영역으로 분류하였다.

그런데 명함 영상은 일반 문서 영상과는 달리 문자열이 그 개수가 적고 위치가 불일정하며, 일반적으로 기업 마크나 로고 등의 그림이 문자와 매우 인접해 있는 경우가 많다. 그리고 PDA로 명함 영상을 획득할 경우 영상의 해상도가 낮고 손으로 든 상황에서 영상을 획득하므로 불균일한 조명이나 그림자의 영향으로 영상 전체에 걸쳐 밝기 차이가 크게 나는 경우가 많다.

기존의 영역 분할 방법들 중에서 [4], [5]의 방법들은 문서 영상보다 문자열의 개수가 적은 명함 영상에 적용하면 배경 블록에 대한 잡음의 영향이 문자 블록에 비하여 상대적으로 증가하여 배경 영역이 문자 블록으로 오 분류되어 결과적으로 배경 영역이 문자 영역으로 오 분할되는 경우가 발생할 수 있다. 또한 [6]의 방법은 [4], [5]의 방법들보다 그 성능이 우수한 것으로 알려져 있으나⁶⁾, 비정규화된 DCT 계수의 절대 합을 이용하여 영상을 분할하므로 전체 영상에 걸쳐 밝기 차이가 크게 나는 경우에 블록 신호의 활동도가 배경의 그림자에 의한 영향을 많이 받게 되므로 우수한 분할 성능을 기대하기 어렵다. [1], [7]의 영역 분할 방법들은 알고리즘이 간단하여 수행시간이 빠르나, [1]의 방법은 문자와 그림이 매우 인접한 명함 영상에서는 문자 영역과 그림 영역이 같은 영역으로 병합되는 경우가 발생하게 된다. 그리고 [7]의 방법은 그림자가 있는 명함 영상의 경우에 흑화소 히스토그램의 분포가 배경 영역의 그림자의 영향을 받아서 그 분할 성능이 크게 떨어진다. 그리고 [1], [7]의 방법들은 모두 영상을 전역 이진화한 다음 화소단위로 영상을 분할하므로 PDA로 획득한 명함 영상이 해상도가 낮거나 영상 전체의 밝기 차이가 크게 날 경우에 이진화 성능이 떨어져 우수한 분할 성능 또한 기대하기 어렵다.

기존의 영역 분류 방법들 중 [8], [9]의 방법들은 문서 영상에서 문자열의 배치 구조와 위치를 이용하는 방법이므로 문자열의 배치 구조가 단순한 문서 영상에 대해서는 적합한 영역 분류 방법이 될 수 있으나, 문자열의 개수가 적고 위치가 불일정한

PDA 명함 영상에 대해서는 우수한 성능을 기대하기가 어렵다. [10]의 방법은 그림에 따라 흑화소의 분포가 광범위하므로 일부 그림 영역이 문자 영역으로 오 분류되는 문제가 생긴다. 그리고 [8]-[10]의 방법들은 모두 영상을 전역 이진화한 다음 영역을 분류하므로 PDA로 획득한 명함 영상에 대해서는 우수한 이진화 결과를 얻기가 어려워 우수한 영역 분류 성능을 기대하기 어렵다.

본 논문에서는 PDA로 획득한 명함 영상에 대하여 DCT와 정보 화소 밀도를 이용하여 영역을 해석하는 방법을 제안한다. 제안된 방법은 크게 영역 분할, 정보 영역 분류, 문자 영역 분류의 3개 과정으로 구성된다. 먼저 영역 분할에서는 입력 영상을 8×8 크기의 블록으로 나눈 후, 공간 영역의 블록 신호의 평균 자승의 제곱근(RMS: root mean square)으로 정규화된 DCT 에너지를 이용하여 각 블록을 정보 블록과 배경 블록으로 나눈다. 그리고 정보 블록과 배경 블록에 대하여 영역 라벨링(labeling)을 하여 전체 영상을 정보 영역과 배경 영역으로 분할한다. 그 다음 정보 영역 분류에서는 분할된 각 정보 영역에서 각 블록의 수평, 수직 방향 에지 성분과 저주파 대역에서의 DCT 계수의 에너지 비(ratio)와 이진화된 정보 영역에서 흑화소인 정보 화소의 밀도를 이용하여 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 분류한다. 마지막 과정인 문자 영역 분류에서는 일반적으로 명함이 문자의 크기에 따라 표현되는 그 내용이 구분되어 있으므로 분류된 문자 영역에서 정보 화소의 밀도와 평균 런(run) 길이를 이용하여 문자 영역을 큰 문자 영역과 작은 문자 영역으로 분류한다. 이때 그림 영역과 큰 문자 영역에서는 블록 기반의 영역 분할 방법으로 인한 분할 오류를 보완하기 위하여 그림 영역과 큰 문자 영역에서는 [1]에서 제안된 런 길이 평활화 방법을 적용하여 영역 확장을 한다.

본 논문에서 제안된 영역 해석 방법의 성능 평가를 위하여 여러 종류의 명함을 다양한 주변 환경 하에서 PDA 카메라를 이용하여 시험 영상 DB를 획득하고 이들에 대한 영역 분할, 정보 영역 분류, 문자 영역 분류 결과를 살펴본다. 그리고 이들 시험 영상 DB를 수작업으로 영역 분할, 정보 영역 분류한 기준 영상 DB를 생성하고 시험 영상 DB에 대하여 방법을 적용하여 얻은 결과와 기준 영상 DB를 비교하여 그 결과를 기존의 영역 분할, 정보 영역 분류 방법에 의한 결과와도 비교한다.

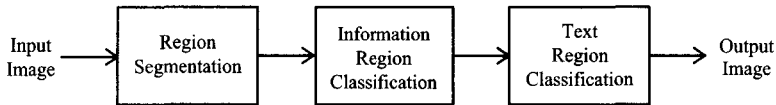


그림 1. 제안된 영역 해석 방법의 블록도
Fig. 1. Block diagram of the proposed region analysis method.

II. 제안된 명함 영상에서의 영역 해석

일반적으로 명함은 기업명, 명함 소유자의 이름, 주소, 전화번호, 이메일 등의 문자와 인물 사진, 기업의 상표나 로고, 직선 등의 그림, 그리고 정보가 없는 배경으로 이루어져 있다. 문자 중에서 기업명과 이름은 주로 큰 문자로 구성되어 있고, 주소, 전화번호, 이메일 등은 작은 문자로 구성되어 있는 특징이 있다. 그러므로 이러한 명함으로부터 얻어지는 명함 영상의 영역 해석에서는 큰 문자, 작은 문자, 그림, 그리고 배경 영역으로 분류하는 것이 적절하다. 이러한 방식의 영역 해석은 명함 영상에서 특징에 따른 각 유형별로 나누어 저장, 관리하기 위한 데이터베이스 시스템화 측면에서도 효율적이다.

제안된 영역 해석 방법은 그림 1과 같이 영역 분할, 정보 영역 분류, 그리고 문자 영역 분류 과정으로 구성되어 있다. 먼저 영역 분할에서는 입력된 명함 영상을 블록 단위로 DCT를 이용하여 정보 블록과 배경 블록으로 나눈 다음 블록에 대한 영역 라벨링을 통하여 정보 영역과 배경 영역으로 분할한다. 정보 영역 분류에서는 정보 영역을 DCT와 이진화된 정보 영역에서의 흑화소인 정보 화소의 밀도를 이용하여 문자 영역과 그림 영역으로 분류한다. 마지막 단계인 문자 영역 분류에서는 분류된 문자 영역을 정보 화소의 밀도와 평균 런 길이를 이용하여 큰 문자 영역과 작은 문자 영역으로 분류한다.

1. DCT를 이용한 영역 분할

영역 분할에서는 명함 영상을 문자와 그림의 정보가 있는 정보 영역과 정보가 없는 배경 영역으로 분할하기 위하여 먼저 영상을 블록으로 나눈 다음 각 블록의 활동도를 구하고 이를 기준으로 각 블록을 정보 블록과 배경 블록으로 분류한다. 정보 블록과 배경 블록으로 분류된 영상은 인접한 블록을 영역 라벨링하여 정보 영역과 배경 영역으로 분할한다. 이때 블록의 크기는 일반적인 명함 영상에서의 문자 크기를 고려하여 8×8로 정하였다. 그리고 각 블록의 활동도는 DCT를 이용하여 구한다. 이러한

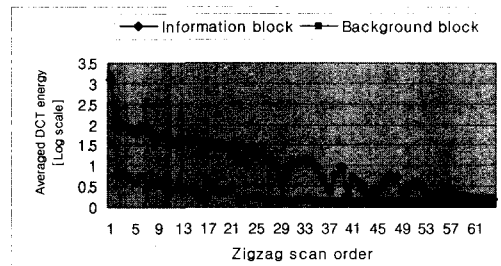


그림 2. 8×8 블록의 DCT 계수의 지그재그 스캔 순서에 따른 평균 에너지 분포
Fig. 2. Averaged energy distribution of DCT coefficients in 8×8 blocks according to zigzag scan order.

DCT를 이용한 블록의 활동도에서 핵심 관건은 8×8 블록 내의 DCT 계수들 중에서 블록 신호의 활동도가 높은 에지 영역을 포함하는 문자와 그림의 정보 블록과 그렇지 않은 배경 블록의 특성 차이를 뚜렷이 구분할 수 있는 적절한 계수들을 선택하는 것이다.

그림 2는 사용자가 수작업으로 시험 명함 영상을 정보 영역과 배경 영역으로 분할하여 얻은 기준 영상 DB에서의 모든 정보 블록과 배경 블록들에 대한 DCT 계수의 지그재그 스캔(zigzag scan) 순서에 따른 평균 에너지 분포를 로그 스케일(log scale)로 보여준다. 그림 2에서 보면 정보 블록에서의 모든 DCT 계수의 에너지가 배경 블록에서의 그것보다 크게 나타남을 알 수 있다. 그리고 저주파 대역에서보다 고주파 대역에서의 DCT 계수들이 에너지가 상대적으로 매우 작아서 이들이 블록 신호의 활동도에 미치는 영향이 적고 잡음에 민감하다는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 이러한 사실에 근거하여 그림 3의 DC를 제외한 일부 저주파 대역에서의 DCT 계수들에 의한 블록의 에너지를 블록의 활동도로 정하였다. 이때 블록의 에너지는 계산량을 고려하여 [11]에서와 같이 DCT 계수들의 절대 합(absolute sum)으로 구하였고, 신호의 국부적인 밝기 변화를 고려하여 블록 에너지를 공간 영역에서의 블록 신호의 RMS로 정규화하였다. 즉, 본 논문

	D_1	D_5	D_6				
D_2	D_4	D_7					
D_3	D_8						
D_9							

그림 3. 8×8 블록에서 블록 분류에 사용되는 DCT 계수들
 Fig. 3. DCT coefficients in 8×8 block used in the block classification.

에서 정한 k 번째 블록의 활동도는 다음과 같이 표현되는 정규화된 DCT 계수의 에너지 E_N^k 이다.

$$E_N^k = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{64} \sum_{i=0}^{63} (x_i^k)^2}} \sum_{i=1}^9 |D_i^k| \quad (1)$$

여기서 D_i^k 는 k 번째 블록의 에너지 계산에 사용되는 i 번째 DCT 계수를 나타내고, x_i^k 는 공간 영역에서의 D_i^k 에 해당하는 위치에서의 화소의 밝기 값을 나타낸다. 그런 다음 E_N^k 를 블록 분류를 위한 역치 Th_B 와 비교하여 k 번째 블록을 다음과 같이 분류한다.

$$\Omega_{IB} = \{k | E_N^k \geq Th_B\} \quad (2)$$

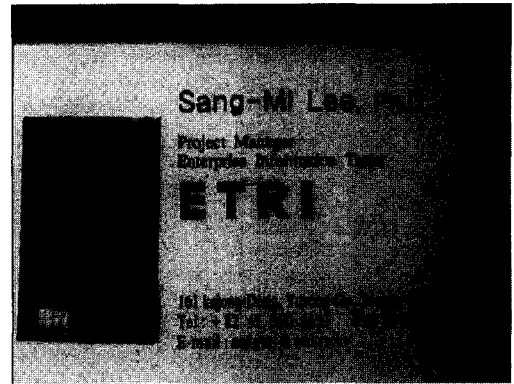
$$\Omega_{BB} = \Omega - \Omega_{IB} \quad (3)$$

여기서 Ω , Ω_{IB} 와 Ω_{BB} 는 각각 전체 블록, 정보 블록, 그리고 배경 블록의 인자 집합(index set)을 나타낸다. 본 논문에서는 블록 분류를 위한 역치 Th_B 를 다음과 같이 영상 전체에서의 E_N^k 의 평균값으로 정하였다.

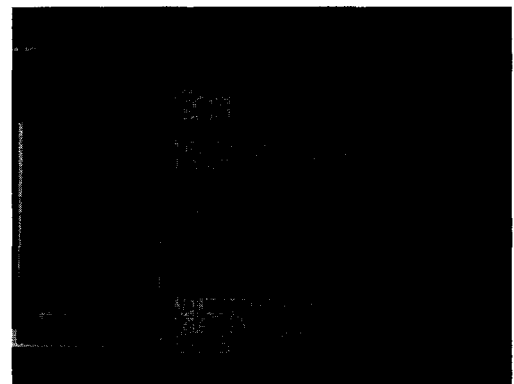
$$Th_B = \langle E_N^k \rangle = \frac{1}{BN} \sum_{k=1}^{BN} E_N^k \quad (4)$$

여기서 $\langle \cdot \rangle$ 는 평균 연산자를 나타내고, BN 은 영상 전체에서 블록의 총 개수를 나타낸다.

그림 4는 PDA로 획득한 640×480 크기의 명함 영상과 블록 분류 결과 영상을 보여준다. 그림 4(b)



(a)



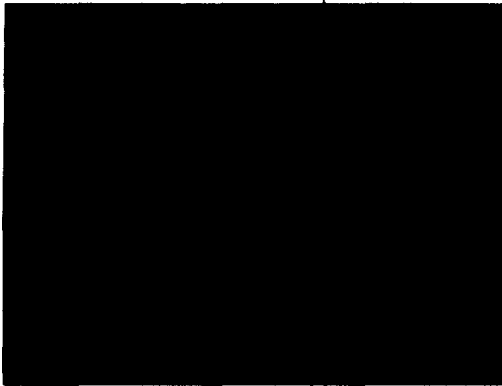
(b)

그림 4. PDA로 획득한 명함 영상과 블록 분류 결과 영상: (a) 원 영상, (b) 블록 분류 결과 영상, 그림 4(b)에서 그레이 부분은 문자 블록을, 검은 부분은 배경 블록을 각각 나타낸다

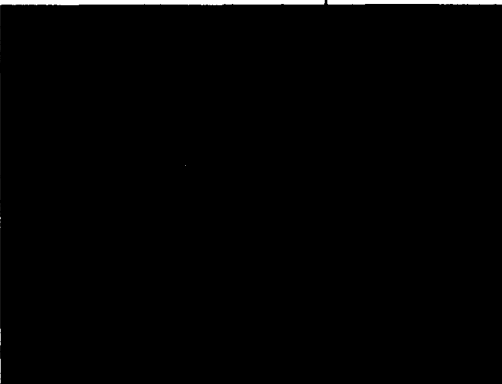
Fig. 4. A business card image acquired in a PDA and its result of the block classification: (a) Original image and (b) the result image of the block classification, where gray parts in Fig. 4(b) represent information blocks and black ones background blocks.

에서 그레이(gray) 부분은 문자 블록을 나타내고, 검은 부분은 배경 블록을 나타낸다. 그림 4(a)의 영상에서 보던 영상을 획득할 때의 불균일한 조명의 영향으로 영상의 우측에 그림자가 생겨 영상 전체에서 밝기 차가 크게 나타남을 알 수 있다. 그림 4(b)의 블록 분류 결과 영상에서 보면 각 블록이 정보 블록과 배경 블록으로 비교적 잘 분류되었음을 알 수 있다.

정보 블록과 배경 블록으로 분류된 영상으로부터 정보 영역과 배경 영역으로 분할된 영상을 얻기 위하여 동일한 종류로 분류된 인접 블록에 대하여 영역 라벨링을 한다. 그림 5(a)는 그림 4(b)의 블록 분류 영상에 대하여 영역 라벨링을 한 영역 맵



(a)



(b)

그림 5. 그림 4(b)의 영상에 대한 영역 라벨링 결과의 영역 맵 영상과 고립 영역이 제거된 영역 분할 결과 영상: (a) 영역 라벨링 결과의 영역 맵 영상, (b) 고립 영역이 제거된 영역 분할 결과 영상

Fig. 5. The region map image of the result of the region labeling and the result image of the region segmentation by the elimination of isolated regions for the image in Fig. 4(b): (a) The region map image of the result of the region labeling and (b) the result image of the region segmentation by the elimination of isolated regions.

(map) 영상을 보여준다. 그림 5(a)의 영상에서 보면 배경 영역의 잡음이나 복잡한 배경으로 인하여 좌측 상단 부분에서 작은 배경 영역들이 정보 영역으로 오 분류된 고립 영역이 발생한다는 것을 알 수 있다. 이렇게 크기가 작고 고립된 정보 영역들은 고립 영역 제거를 통하여 배경 영역으로 변경한다. 고립 영역 제거에서는 m 번째 분할된 정보 영역의 화소의 총 개수를 계산한 다음 그 개수가 역치 Th_1 이하인 경우에는 해당 정보 영역을 배경 영역으로 변경한다. 본 논문에서는 역치 Th_1 를 실험적으로 구하였다. 그림 5(b)는 고립 영역이 제거된 영

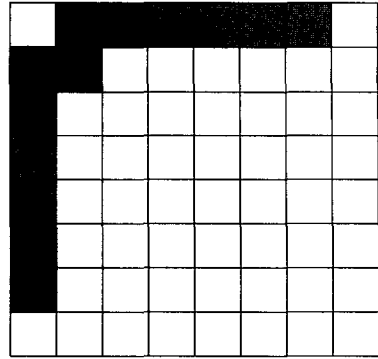


그림 6. 8×8 블록에서 정보 영역 분류에 사용되는 DCT 계수들

Fig. 6. DCT coefficients in 8×8 block used in the information block classification.

역 분할 결과 영상을 보여준다. 그림 5(b)에서 보면 복잡한 배경의 영향으로 오 분할된 고립 영역이 잘 제거되어 영역 분할이 비교적 잘 되었음을 알 수 있다. 하지만 문자의 크기가 작은 정보 영역과 배경 영역은 영역이 잘 분할되었으나, 그림 영역과 문자의 크기가 큰 정보 영역은 블록 기반의 영역 분할 방법으로 인하여 일부 오 분할된 영역들이 있다. 이러한 오 분할 영역들은 다음 과정인 정보 영역 분류와 문자 영역 분류 과정에서 [1]에서 제안된 런 길이가 평활화 방법을 적용하여 제거한다.

2. DCT와 정보 화소 밀도를 이용한 정보 영역 분류

정보 영역에서 문자 영역은 수평, 수직 방향의 에지 성분의 크기가 큰 특성이 있다. 반면에 그림 영역은 에지의 방향성이 뚜렷하지 않고 상대적으로 저주파 성분이 많으며 이진화 결과 영상에서의 흑 화소인 정보 화소의 밀도가 더 높다. 제안된 정보 영역 분류에서는 이러한 특성에 근거하여 정보 영역을 문자와 그림 영역으로 분류한다. 먼저 분할된 각 정보 영역을 8×8 크기의 블록으로 나눈 후 DCT를 이용하여 각 블록 신호의 수평, 수직 방향 에지 성분의 에너지와 저주파 성분의 에너지의 비를 구하고 해당 정보 영역에서의 그 평균값을 구한다. 그리고 분할된 각 정보 영역의 화소를 이진화하여 정보 화소의 밀도를 계산한다. 그러다음 이들을 이용하여 각 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 분류한다.

그림 6에서는 제안된 정보 영역 분류에서 사용하

는 8×8 블록의 DCT 계수들을 보여준다. 그림 6에서 보면 수평, 수직 방향 에지 성분의 DCT 계수 중에서 최고주파 계수들은 잡음의 영향을 고려하여 에지 성분의 에너지 계산에서 제외되어 있다. 또한 저주파 성분의 에너지 계산에서도 잡음의 영향을 고려하여 DC를 제외한 일부 저주파 대역의 DCT 계수들만 포함되어 있다. 즉, m 번째 분할된 정보 영역의 k 번째 블록에서 수평, 수직 방향 에지 성분의 에너지 $EE^{m,k}$ 와 저주파 성분의 에너지 $LE^{m,k}$ 를 다음과 같이 각각 구한다.

$$EE^{m,k} = \sum_{i=6}^{13} |D_i^{m,k}| \quad (5)$$

$$LE^{m,k} = \sum_{i=1}^5 |D_i^{m,k}| \quad (6)$$

여기서 $D_i^{m,k}$ 는 m 번째 분할된 정보 영역의 k 번째 블록의 i 번째 DCT 계수를 나타낸다. 이들을 이용하여 다음과 같은 m 번째 분할된 정보 영역에서의 수평, 수직 방향 에지 성분의 에너지와 저주파 성분의 에너지의 비를 구한다.

$$ER^m = \left\langle \frac{EE^{m,k}}{LE^{m,k}} \right\rangle \quad (7)$$

(7)식의 에너지 비 ER^m 과 함께 분할된 정보 영역 내에서의 정보 화소 밀도를 이용하여 해당 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 분류하기 위하여 먼저 m 번째 분할된 정보 영역을 영역의 최소의 넓이로 둘러싸는 직사각형의 영역으로 확장한 뒤 확장된 영역의 화소를 이진화한다. 본 논문에서는 이때의 이진화를 위한 역치를 Otsu의 방법^[12]으로 구하였다. 그리고 다음과 같은 이진화된 m 번째 분할된 정보 영역에서의 흑화소인 정보 화소의 밀도 ID^m 을 구한다.

$$ID^m = \frac{IPN^m}{IPN^m + NPN^m} \quad (8)$$

여기서 IPN^m 과 NPN^m 은 각각 m 번째 분할된 정보 영역의 정보 화소와 백화소인 비정보 화소의 총 개수를 나타낸다. (7)식의 에너지 비 ER^m 과 (8)식의 정보 화소의 밀도 ID^m 을 이용하여 m 번째 분할된 정보 영역을 다음과 같이 문자 영역과

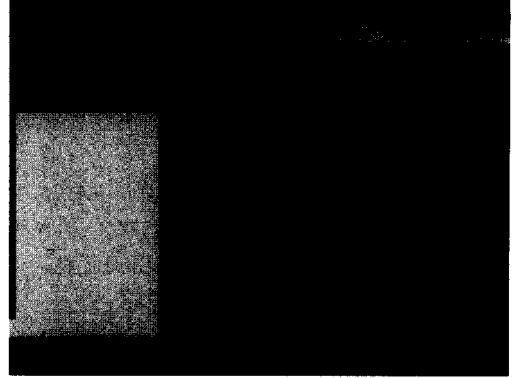


그림 7. 그림 5(b)의 영상에 대한 정보 영역 분류 결과의 영역 맵 영상, 여기서 어두운 회색 부분은 문자 영역을, 밝은 회색 부분은 그림 영역을, 검은 부분은 배경 영역을 각각 나타낸다

Fig. 7. The region map image of the result of the information region classification for the image in Fig. 5(b), where dark gray parts represent text regions, bright gray ones picture regions, and black one background region.

그림 영역으로 분류한다.

$$\Omega_{TR} = \{m \in \Omega_{IR} \mid ER^m \geq Th_E, ID^m \geq Th_D\} \quad (9)$$

$$\Omega_{PR} = \Omega_{IR} - \Omega_{TR} \quad (10)$$

여기서 Ω_{IR} , Ω_{TR} 과 Ω_{PR} 은 각각 정보 영역, 문자 영역, 그리고 그림 영역의 인자 집합을 나타낸다. 그리고 Th_E 와 Th_D 는 각각 에너지 비와 정보 화소의 밀도에 대한 역치를 나타낸다. 본 논문에서는 역치 Th_E 를 다음과 같이 영상 전체에서의 ER^m 의 평균값으로 정하였다.

$$Th_E = \langle ER^m \rangle \quad (11)$$

그리고 역치 Th_D 는 실험적으로 문자 영역과 그림 영역의 분류 에러를 최소화하는 값으로 정하였다. 이때 분류된 그림 영역은 [1]에서 제안된 런 길이 평활화 방법을 적용하여 영역 확장을 한다. 그림 7은 그림 5(b)의 영역 분할 영상에 대한 정보 영역 분류 결과의 영역 맵 영상을 보여준다. 그림 7에서 어두운 회색 부분은 문자 영역을, 밝은 회색 부분은 그림 영역을, 검은 부분은 배경 영역을 각각 나타낸다. 그림 7에서 보면 문자 영역과 그림 영역이 잘 분류되었음을 알 수 있다.

3. 정보 화소 밀도와 런 길이를 이용한 문자 영역 분류

명함 영상을 이진화한 결과 영상에서 보면 일반적으로 큰 문자 영역은 작은 문자 영역에 비하여 정보 화소인 문자에 의한 흑화소가 배경에 의한 백화소보다 차지하는 비율이 더 높게 나타나고 그 연속되는 길이도 더 길게 나타난다. 제안된 문자 영역 분류에서는 이러한 특성을 이용하여 문자 영역을 큰 문자 영역과 작은 문자 영역으로 분류한다. 문자 영역에서의 정보 화소의 비율이 높게 나타나는 특성은 (8)식의 정보 화소 밀도를 이용한다. 그리고 정보 화소의 연속되는 길이가 길게 나타나는 특성을 이용하기 위하여 다음과 같은 n 번째 문자 영역에서의 정보 화소의 평균 런 길이를 정의한다.

$$RL^n = \langle HL_u^n \rangle + \langle VL_v^n \rangle \quad (12)$$

여기서 HL_u^n 과 VL_v^n 은 각각 n 번째 문자 영역의 u 번째 수평 라인과 v 번째 수직 라인에서의 정보 화소의 최대 런 길이를 나타낸다. (8)식과 같은 정보 화소 밀도 ID^n 과 (12)식의 정보 화소의 평균 런 길이 RL^n 을 이용하여 n 번째 문자 영역을 다음과 같이 큰 문자 영역과 작은 문자 영역으로 분류한다.

$$\Omega_{LTR} = \{n \in \Omega_{TR} \mid ID^n \geq Th_T, RL^n \geq Th_R\} \quad (13)$$

$$\Omega_{STR} = \Omega_{TR} - \Omega_{LTR} \quad (14)$$

여기서 Ω_{LTR} 과 Ω_{STR} 은 각각 큰 문자 영역과 작은 문자 영역의 인자 집합을 나타내고, Th_T 와 Th_R 는 각각 문자 영역 분류에 사용되는 정보 화소 밀도와 평균 런 길이에 대한 역치를 나타낸다. 본 논문에서는 이들 역치를 실험적으로 구하였다. 이때 분류된 큰 문자 영역은 역시 [1]에서 제안된 런 길이 평활화 방법을 적용하여 영역 확장을 한다. 그림 8은 그림 7의 정보 영역 분류 영상에 대하여 문자 영역 분류를 수행하여 얻은 영역 맵 영상 즉, 그림 4(a)의 영상을 최종적으로 영역 해석한 결과의 영역 맵 영상을 보여준다. 그림 8에서 흰색 부분은 큰 문자 영역을, 어두운 회색 부분은 작은 문자 영역을, 밝은 회색 부분은 그림 영역을, 검은 부분은 배경 영역을 각각 나타낸다. 그림 8에서 보면 문자 영역을 큰 문자와 작은 문자로 잘 분류하여 명함



그림 8. 그림 7의 영상에 대하여 문자 영역 분류를 수행하여 얻은 영역 맵 영상 즉, 그림 4(a)의 영상을 최종적으로 영역 해석한 결과의 영역 맵 영상, 여기서 흰색 부분은 큰 문자 영역을, 어두운 회색 부분은 작은 문자 영역을, 밝은 회색 부분은 그림 영역을, 검은 부분은 배경 영역을 각각 나타낸다

Fig. 8. The region map image of the result of the text region classification for the image in Fig. 7, that is the region map image of the final result of the region analysis for the image in Fig. 4(a), where white parts represent large text regions, dark gray ones small text regions, bright gray ones picture regions, and black one background region.

영상을 큰 문자, 작은 문자, 그림, 그리고 배경 영역으로 잘 분류하였음을 알 수 있다.

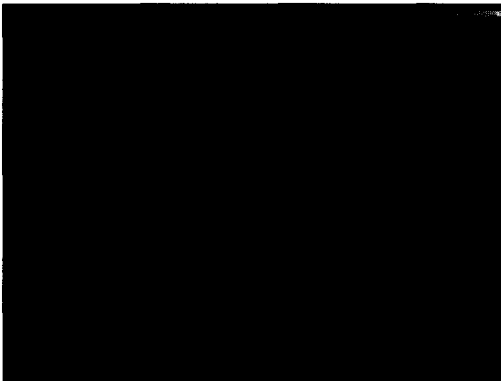
III. 실험 결과

제안된 영역 해석 방법의 성능을 평가하기 위하여 Nivicom사의 PDA용 카메라인 Nexicam을 Compaq사의 PDA인 iPAQ h3590에 장착하여 다양한 주변 여건 하에서 여러 종류의 명함을 대상으로 640×480 크기의 화소 당 8비트의 해상도를 갖는 시험 영상 DB를 얻었다. 이때 사용한 명함의 종류로는 보통 명함을 포함하여 질감이나 패턴이 있는 용지를 갖는 명함과 배경 무늬가 있는 명함과 같은 특별한 명함이다. 그리고 주변 여건으로는 좋은 여건과 조명이 불균일한 경우, 명함 영상에 그림자가 있는 경우, 명함의 외부 영역에 나뭇결과 같은 배경이나 간단한 배경이 있는 경우의 영역 해석이 어려운 좋지 않은 여건이다. 제안된 영역 해석은 영역 분할 성능, 정보 영역 분류 성능, 문자 영역 분류 성능, 그리고 전체적인 영역 해석의 성능으로 그 성능을 평가한다.

그림 9는 영상의 좌측 부분에 그림자가 있는 보통 명함 영상에 대하여 기존의 영역 분할 방법으로 영역을 분할한 결과 영상과 제안된 영역 분할 방법



(a)



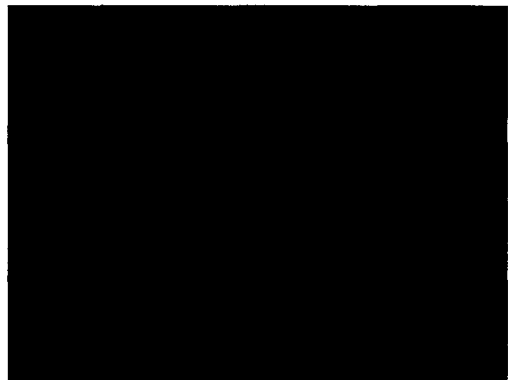
(b)



(c)



(d)



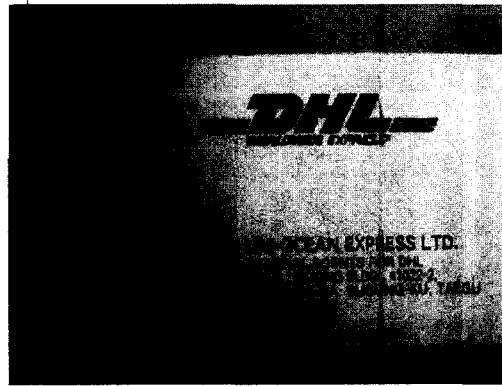
(e)

그림 9. 보통 명함 영상 1과 영역 분할 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) 블록의 분산을 이용한 영역 분할, (c) 블록의 에지 정보를 이용한 영역 분할, (d) DCT 에너지를 이용한 영역 분할, (e) 제안된 영역 분할

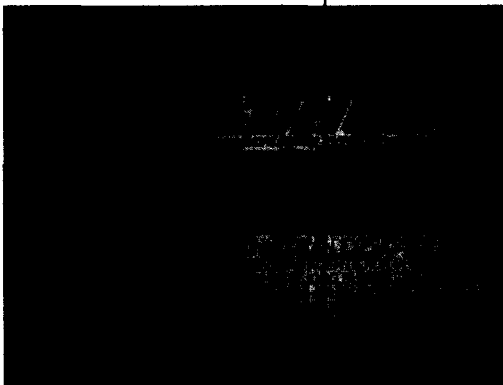
Fig. 9. An ordinary business card image 1 and its results of the region segmentation: (a) Original image, (b) region segmentation by using block variance, (c) region segmentation by using edge information in each block, (d) region segmentation by using block DCT energy, and (e) proposed region segmentation.

으로 영역을 분할한 결과 영상을 보여준다. 그림 9(b)의 블록의 분산을 이용한 영역 분할 방법^[4]에 의한 결과 영상에서 보면 그림자가 있는 영상의 좌

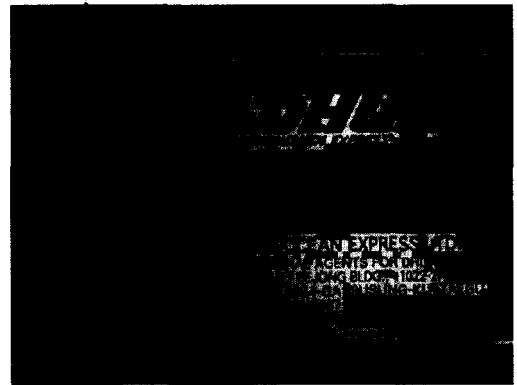
측 부분에서 정보 영역이 배경 영역으로 오 분할된 경우가 많이 있다. 그림 9(c)의 블록의 에지 정보를 이용한 영역 분할 방법^[5]에 의한 결과 영상에서 보



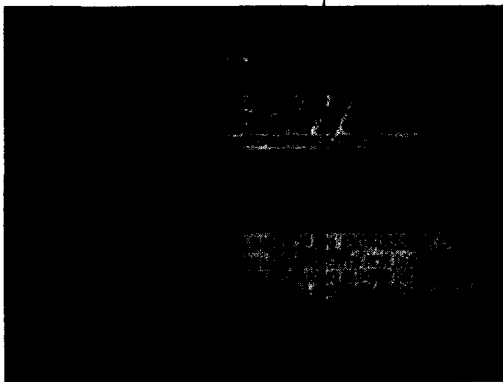
(a)



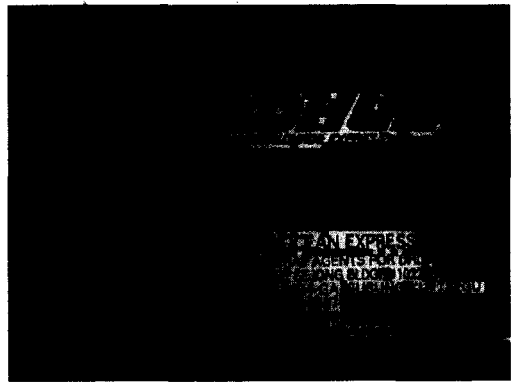
(b)



(c)



(d)



(e)

그림 10. 보통 명함 영상 2와 영역 분할 결과 영상들. (a) 원 영상, (b) 블록의 분산을 이용한 영역 분할, (c) 블록의 에지 정보를 이용한 영역 분할, (d) DCT 에너지를 이용한 영역 분할, (e) 제안된 영역 분할

Fig. 10. An ordinary business card image 2 and its results of the region segmentation: (a) Original image, (b) region segmentation by using block variance, (c) region segmentation by using edge information in each block, (d) region segmentation by using block DCT energy, and (e) proposed region segmentation.

면 그림자가 있는 영상의 좌측 부분에서의 오 분할 된 영역이 그림 9(b)의 영상에서 보다는 적으나 여전히 오 분할된 경우가 많고, 외부 영역에 배경이 있는 영상의 위쪽 부분에서 배경 영역을 정보 영역

으로 오 분할한 경우가 많이 있다. 그림 9(d)의 DCT 에너지를 이용한 영역 분할 방법⁶⁾에 의한 결과 영상에서 보면 여전히 오 분할된 경우가 많다. 반면에 그림 9(c)의 제안된 영역 분할 방법에 의한

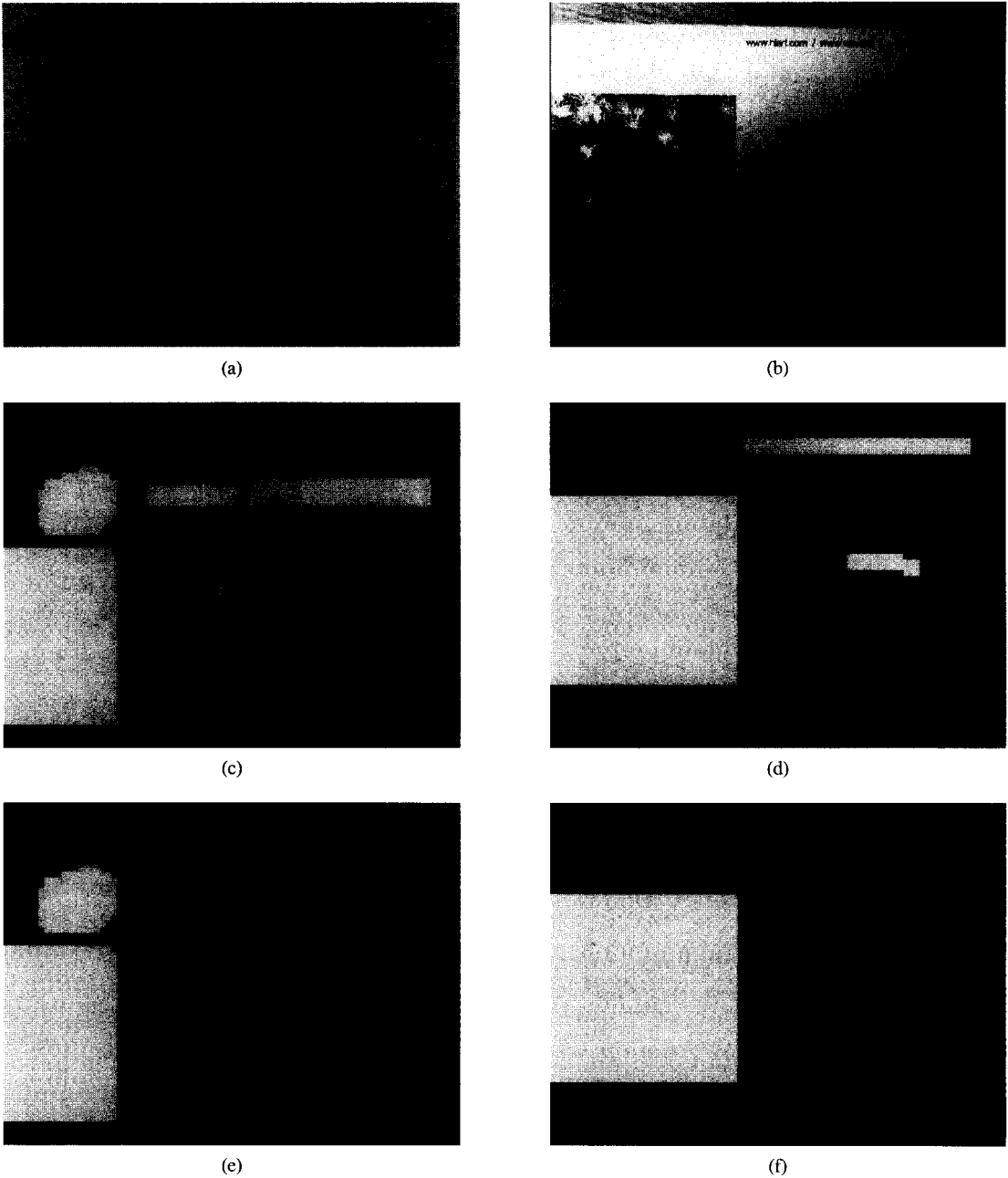


그림 11. 용지에 질감이 있는 특별한 명함 영상과 보통 명함 영상, 그리고 이들에 대한 정보 영역 분류 결과의 영역 맵 영상들: (a), (b) 원 영상, (c), (d) 흑화소 분포의 밀집도를 이용한 정보 영역 분류, (e), (f) 제안된 정보 영역 분류

Fig. 11. A special business card image of textured surface, an ordinary business card image, and their region map images of the result of information region classification: (a), (b) Original images, (c), (d) information region classification by using distribution density of black pixels, and (e), (f) proposed information region classification.

결과 영상에서 보면 문자가 뚜렷하게 나타나는 영상의 우측 부분은 물론 그림자가 있는 좌측 부분과 외부 배경이 있는 위쪽 부분에서도 오 분할된 경우가 거의 없이 정보 영역과 배경 영역으로 영상이

잘 분할되었음을 알 수 있다. 그림 10은 영상의 좌측 부분에 그림자가 있는 사진을 포함하는 보통 명함 영상에 대하여 기존의 영역 분할 방법으로 영역을 분할한 결과 영상과 제안된 영역 분할 방법으로

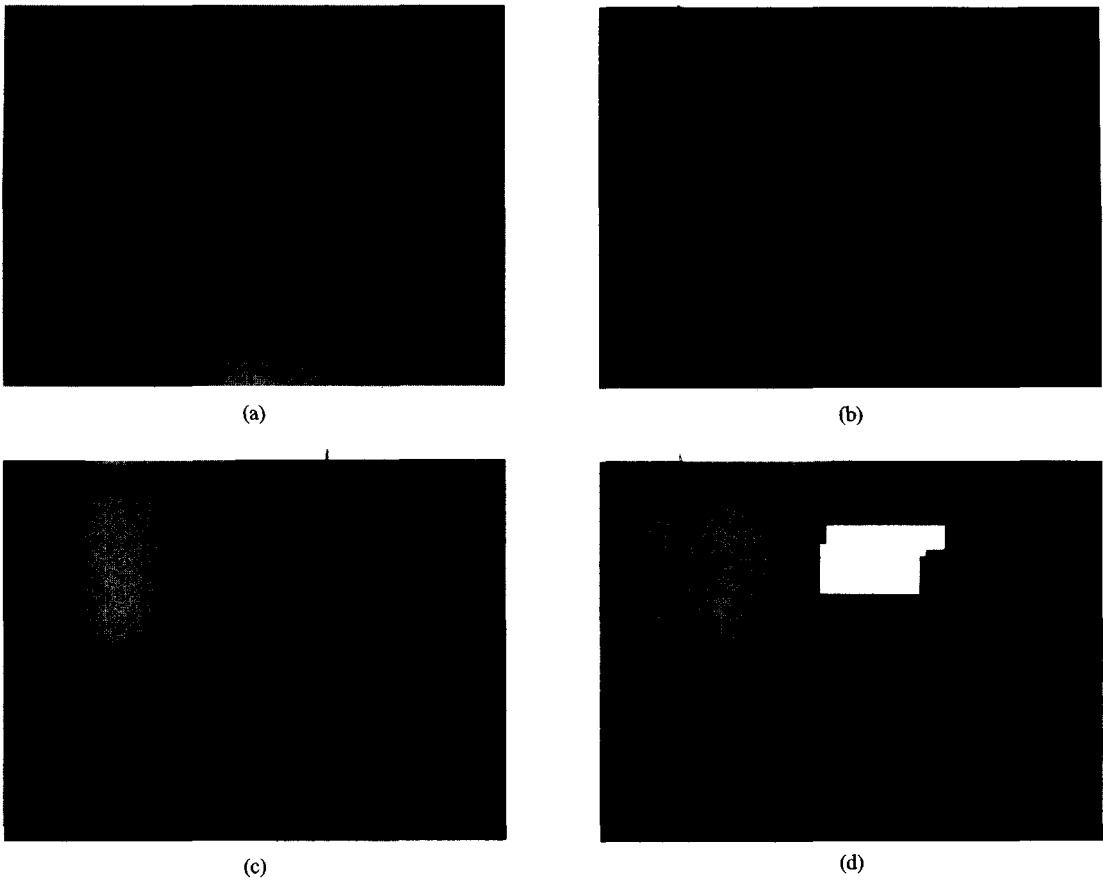


그림 12. 보통 명함 영상과 제안된 영역 해석 방법의 단계별 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) 영역 분할, (c) 정보 영역 분류, (d) 문자 영역 분류
 Fig. 12. An ordinary business card image and its results in the proposed region analysis: (a) Original image, (b) region segmentation, (c) information region classification, and (d) text region classification.

영역을 분할한 결과 영상을 보여준다. 그림 10의 결과에서 보면 그림 9의 결과와 유사한 결과를 보인다는 것을 알 수 있다.

그림 11은 용지에 질감이 있는 특별한 명함 영상과 나뭇결이 있는 복잡한 배경과 그림자가 있는 보통 명함 영상에 대하여 기존의 흑화소 분포의 밀집도를 이용한 정보 영역 분류^[10]에 의한 결과 영상과 제안된 정보 영역 분류에 의한 결과 영상의 영역 맵 영상들을 보여준다. 그림 11(c)-11(f)의 영역 맵 영상에서 어두운 회색 부분은 문자 영역을, 밝은 회색 부분은 그림 영역을, 그리고 검은 부분은 배경 영역을 각각 나타낸다. 그림 11(c)-11(d)의 기존의 흑화소 분포의 밀집도를 이용한 정보 영역 분류에 의한 결과에서 보면 일부 문자 영역이 그림 영역으로 오 분류된 경우가 있다. 이는 그림자가 있는 문자 영역에서 흑화소 밀도가 그림 영역과 유사한 밀

집성을 가짐으로 인하여 그림 영역으로 오 분류되었기 때문이다. 그러나 그림 11(e)-11(f)의 제안된 정보 영역 분류 결과에서 보면 이와 같이 오 분류된 영역이 없이 정보 영역이 문자 영역과 그림 영역으로 잘 분류되었음을 알 수 있다.

그림 12와 13은 각각 좋은 여건에서 획득한 보통 명함 영상과 용지에 패턴이 있는 특별한 명함 영상에 대한 제안된 영역 해석의 영역 분할, 정보 영역 분할, 문자 영역 분할의 각 단계별 결과 영상들을 보여준다. 그림 12와 13에서 보면 제안된 방법은 명함을 정보 영역과 배경 영역으로 잘 분할하고, 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 잘 분류하고, 다시 문자 영역을 큰 문자 영역과 작은 문자 배경 영역으로 잘 분류하였음을 알 수 있다. 다른 시험 명함 영상에 대하여 실험한 결과도 이들 결과와 유사한 결과를 보여주었다.

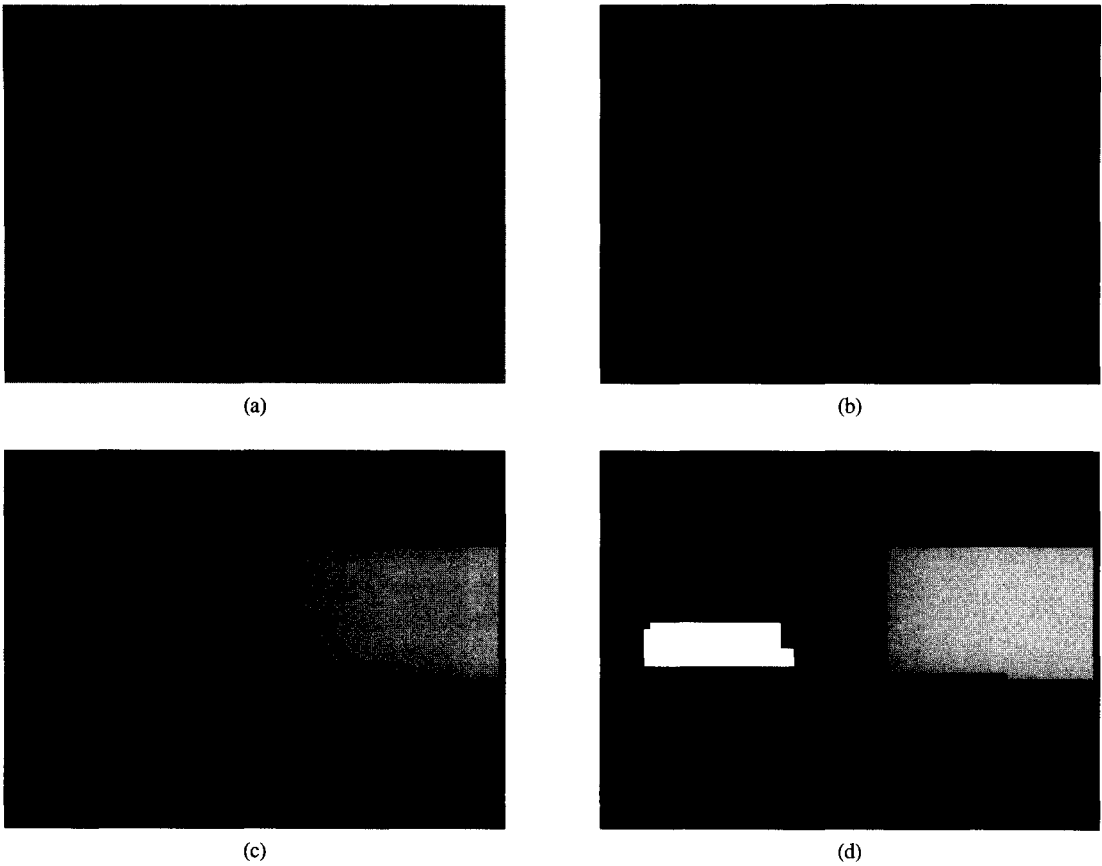


그림 13. 용지에 패턴이 있는 특별한 명함 영상과 제안된 영역 해석 방법의 단계별 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) 영역 분할, (c) 정보 영역 분류, (d) 문자 영역 분류
 Fig. 13. A special business card image of patterns on its surface and its results in the proposed region analysis: (a) Original image, (b) region segmentation, (c) information region classification, and (d) text region classification.

본 논문에서 제안된 영역 해석 방법의 객관적인 성능 평가를 위하여 먼저 수작업으로 영역 분할 및 영역 분류한 기준 명함 영상 DB를 제작하였다. 기준 영역 분할 영상의 제작 방법은 먼저 사용자가 수동으로 명함 영상의 하나의 그림 또는 하나의 문자열(text string)을 직각으로 뺄뺄하게 둘러싸는 다각형 영역을 정보 영역으로 정하고 나머지 영역을 배경 영역으로 정하여 해당 명함 영상에 대한 마스크 영상을 생성한다. 그런다음 명함 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누고 각 블록에 포함된 화소 중에서 마스크 영상의 정보 영역에 속한 화소의 개수가 10% 이상 일 때 해당 블록을 정보 블록으로 나누고, 그렇지 않으면 배경 블록으로 나누어 기준 영역 분할 영상을 제작하였다. 그림 14는 제작된 기준 영역 분할 영상을 보여준다. 기준 영역 분류 영상은 제작된 기준 영역 분할 영상에서 사용자가 정보 영

역을 문자 영역과 그림 영역을 분류하는 방식으로 제작하였다. 이때 문자는 그 획의 가로 또는 세로 방향 굵기가 8 화소 이상일 경우는 큰 문자로 그 외의 경우는 작은 문자로 정하였고, 인물 사진, 기업의 상표나 로고, 직선 등을 그림으로 정하였다. 이와같이 제작된 기준 영역 분할 영상과 해당 명함 영상을 영역 분할 방법을 적용하여 얻은 영역 분할 결과 영상을 비교하여 영역 분할 성능을 평가하였다. 같은 방법으로 영역 분류 성능도 영역 분할 결과 영상을 제작된 기준 영역 분류 영상과 비교하여 평가하였다.

먼저 영역 분할 성능은 다음과 같은 영역 분할 에러율 E_S 을 사용하여 평가하였다.

$$E_S = \frac{1}{2}(E_{IB} + E_{BI}) \quad (15)$$



그림 14. 제작된 기준 영역 분할 영상
Fig. 14. A produced image as a standard for region segmentation.

여기서 E_{IB} 와 E_{BI} 는 각각 다음과 같은 정보 블록을 배경 블록으로 오 분할한 에러율과 배경 블록을 정보 블록으로 오 분할한 에러율을 나타낸다.

$$E_{IB} = \frac{N_{MIB}}{N_{IB}} \quad (16)$$

$$E_{BI} = \frac{N_{MBI}}{N_{BB}} \quad (17)$$

여기서 N_{IB} 와 N_{BB} 는 각각 제작된 기준 분할 영상에서의 정보 블록과 배경 블록의 개수를 나타내고, N_{MIB} 와 N_{MBI} 는 각각 영역 분할된 영상에서 배경 블록으로 오 분할된 정보 블록과 정보 블록으로 오 분할된 배경 블록의 개수를 나타낸다. 표 1은 40개의 시험 명함 영상에 대한 기존의 영역 분할^{[4]-[6]}과 제안된 영역 분할의 영역 분할 에러율을 보여준다. 표 1에서 보면 제안된 방법이 기존의 방법들에 비하여 좋은 조건에서 얻은 일반 명함에서 보다 열악한 조건에서 얻은 특별한 명함에서 에러율이 더 작게 나타나면서 평균적으로 약 2.2-10.1%의 에러율 향상을 보인다는 것을 알 수 있다.

다음으로 정보 영역 분류의 성능을 다음과 같은 정보 영역 분류 에러율 E_R 을 사용하여 평가하였다.

$$E_R = \frac{N_{MCR}}{N_R} \quad (18)$$

여기서 N_R 은 기준 영역 분류 영상에서 분류된 영역의 총 개수를 나타내고, N_{MCR} 은 정보 영역 분류

표 1. 기존의 영역 분할 방법과 제안된 영역 분할 방법의 영역 분할 에러율

Table. 1. Error rates of region segmentation for the conventional region segmentation methods and the proposed region segmentation method.

Type of business card	Surrounding condition	Variance	Edge information	DCT energy	Proposed
Ordinary	Good	15.0%	12.7%	11.5%	11.4%
	Ill	24.9%	16.7%	15.2%	12.6%
Special	Good	22.8%	22.6%	16.0%	15.3%
	Ill	35.3%	28.5%	23.7%	18.3%
Average		24.5%	20.1%	16.6%	14.4%

된 영상에서 오 분류된 정보 영역의 총 개수를 나타낸다. 표 2는 40개의 명함 영상에 대한 기존의 흑화소 분포의 밀집성을 이용한 정보 영역 분류^[10]와 제안된 정보 영역 분류에 의한 정보 영역 분류 에러율을 보여준다. 표 2에서 보면 제안된 방법이 기존의 방법에 비하여 좋은 조건에서 얻은 일반 명함에서 보다 열악한 조건에서 얻은 특별한 명함에서 에러율이 더 작게 나타나면서 평균적으로 약 7.7%의 에러율 향상을 보인다는 것을 알 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 PDA 카메라로부터 얻어진 명함 영상에서의 영역 해석 방법을 제안하였다. 제안된 영역 해석 방법은 영역 분할, 정보 영역 분류, 문자 영역 분류의 3개 과정으로 구성되어있다. 영역 분할에서는 명함 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누고 각 블록을 DCT 계수의 정규화된 에너지를 이용하여 정보 블록과 배경 블록으로 나눈 다음 인접한 블록들에 대한 영역 라벨링을 통하여 영상을 정보 영역과 배경 영역으로 분할하였다. 정보 영역 분할에서는 분할된 정보 영역을 블록 신호의 수평, 수직 방향 에지 성분과 저주파 대역에 해당하는 DCT 계수의 에너지 비, 그리고 분할 영역 내에서의 정보 화소의 밀도를 이용하여 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 분류하였다. 그리고 문자 영역 분류에서는 분류된 문자 영역을 다시 정보 화소 밀도와 평균 런 길이를 이용하여 큰 문자와 작은 문자 영역으로 분류하였다. 실험 결과 제안된 영역 해석 방법은 여러 가지 형태의 명함을 PDA 카메라로 다양

표 2. 기존의 정보 영역 분류 방법^[10]과 제안된 정보 영역 분류 방법의 정보 영역 분류 에러율

Table. 2. Error rates of information region classification for the conventional information region classification method in [10] and the proposed information region classification method.

Type of business card	Surrounding condition	Region	Method in [10]	Proposed method
Ordinary	Good	Text	8.4%	2.8%
		Picture	11.8%	5.9%
	Ill	Text	11.4%	5.7%
		Picture	18.7%	6.7%
Special	Good	Text	13.6%	4.9%
		Picture	16.7%	5.6%
	Ill	Text	13.7%	6.0%
		Picture	16.3%	11.1%
Average			13.8%	6.1%

한 주변 여건에서 획득한 시험 영상에 대하여 정보 영역과 배경 영역을 잘 분할하고, 정보 영역을 문자 영역과 그림 영역으로 잘 분류하며, 다시 문자 영역을 큰 문자와 작은 문자 영역으로 잘 분류함을 보였다. 그리고 제안된 영역 분할 방법은 기존의 방법에 비하여 약 2.2-10.1%의 에러율 향상을 보였으며, 제안된 정보 영역 분류 방법은 기존의 방법에 비하여 약 7.7%의 에러율 향상을 보였다.

참 고 문 헌

[1] D. Drivas and A. Amin, "Page segmentation and classification utilising bottom-up approach," *Proc. IEEE ICDAR'95*, pp. 610-614, Aug. 1995.

[2] J. Sauvola and M. Pietikäinen, "Page segmentation and classification using fast feature extraction and connectivity analysis," *Proc. IEEE ICDAR'95*, pp. 1127-1131, Aug. 1995.

[3] H. Wang, S. Z. Li, and S. Ragupathi, "Document segmentation and classification with top-down approach," *Proc. IEEE 1st Int. Conf. Knowledge-Based Intelligent Electronic Systems*, vol. 1, pp. 243-247, May

1997.

[4] C. T. Chen, "Transform coding of digital image using variable block DCT with adaptive thresholding and quantization," *SPIE*, vol. 1349, pp. 43-54, 1990.

[5] P. J. Bones, T. C. Griffin, and C. M. Carey-Smith, "Segmentation of document images," *SPIE*, vol. 1258, pp. 66-78, 1990.

[6] N. Chaddha, R. Sharma, A. Agrawal, and A. Gupta, "Text segmentation in mixed-mode images," *Proc. IEEE Twenty-Eight Asilomar Conf. Signals, Systems and Computers*, vol. 2, pp. 1356-1361, Oct./Nov. 1994.

[7] L. O'Gorman, "The document spectrum for page layout analysis," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. 15, pp. 1162-1173, Nov. 1993.

[8] X. Li, W. G. Oh, S. Y. Ji, K. A. Moon, and H. J. Kim, "An efficient method for page segmentation," *Proc. IEEE ICIPS'97*, vol. 2, pp. 957-961, Sept. 1997.

[9] S. W. Lee and D. S. Ryu, "Parameter-free geometric document layout analysis," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. 23, pp. 1240-1256, Nov. 2001.

[10] S. K. Yip and Z. Chi, "Page segmentation and content classification for automatic document image processing," *Proc. IEEE Int. Symp. Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, pp. 279-282, May 2001.

[11] 박준효, 장익훈, 김남철, "PDA 응용을 위한 명함 영상의 회전 보정," *한국통신학회 논문지*, 제28권 12C호, pp. 1225-1238, 2003년 12월.

[12] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, vol. SMC-9, pp. 62-66, Jan. 1979.

김 증 훈(Jong-Heun Kim)

정회원



2002년 2월 : 경북대학교
공과대학 전자공학과 (공학사)
2004년 2월 : 경북대학교 대학원
전자공학과 (공학석사)
2004년 6월~현재 : LG전자(주)
영상제품연구소 연구원

<관심분야> 영상처리, 컴퓨터비전

김 남 철(Nam-Chul Kim)

정회원



1978년 2월 : 서울대학교
공과 대학 전자공학과
(공학사)
1980년 2월 : 한국과학기술원
전기 및 전자공학과
(공학석사)
1984년 2월 : 한국과학기술원
전기 및 전자공학과 (공학박사)

1984년 3월~현재 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부
교수

1990년 1월~1994년 12월 : 생산기술연구원 HDTV
신호처리분과위원

1994년 1월~1996년 12월 : 한국통신학회 편집위원

1994년 1월~1996년 12월 : 대한전자공학회 편집위원

1996년 1월~현재 : 한국방송공학회 편집위원, 이사

1997년 1월~1998년 12월 : 한국통신학회 신호처리
연구회 위원장

<관심분야> 영상처리, 영상압축, 영상복원, 컴퓨터
비전

장 익 훈(Ick-Hoon Jang)

정회원



1986년 2월 : 경북대학교
공과 대학 전자공학과
(공학사)
1988년 2월 : 경북대학교 대학원
전자공학과 (공학석사)
1998년 8월 : 경북대학교 대학원
전자공학과 (공학박사)

1988년 2월~1994년 2월 : 국방과학연구소 연구원

1998년 3월~현재 : 경운대학교 디지털전자공학부
조교수

<관심분야> 영상처리, 멀티미디어, 컴퓨터 비전