

변형된 Quadratic 필터를 이용한 PDA로 획득한 명함 영상의 블록 적응 이진화

정희원 신기택*, 장익훈**, 김남철***

Block Adaptive Binarization of Business Card Images Acquired in PDA Using a Modified Quadratic Filter

Ki-Taeg Shin*, Ick-Hoon Jang**, and Nam-Chul Kim*** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 PDA에 장착된 카메라로 얻어진 명함 영상을 효과적으로 이진화하기 위하여 변형된 quadratic 필터(modified quadratic filter: MQF)를 이용한 블록 적응 이진화 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누고 각 블록을 문자 블록과 배경 블록으로 분류한다. 그런 다음 분류된 각 문자 블록을 중심으로 24×24 크기의 사각 창(rectangular window)을 씌우고 그 결과 블록을 전처리 필터인 QF에서 이진화를 위한 역치 선택 과정을 변형한 MQF를 이용하여 개선한다. 마지막으로 MQF에서 선택한 역치를 기준으로 하여 개선된 블록의 8×8 크기의 중심 블록에 대하여 이진화를 수행하고 영상의 원래의 위치에 채워서 이진화된 영상을 얻는다. 실험 결과 제안된 MQF와 블록 적응 이진화 방법은 PDA로 획득한 시험 명함 영상에 대하여 각각 기존의 QF와 전역 이진화 방법보다 이진화 성능에 미치는 영향이 우수하였다. 그리고 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 기존의 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 비하여 문자가 훨씬 선명하게 나타나는 우수한 화질의 이진화 영상을 얻을 수 있었다. 또한 이들 이진화 영상들에 대하여 현재 상용화되고 있는 문자 인식 프로그램으로 문자 인식률을 비교한 결과, 제안된 방법에 의한 이진화 영상이 약 87.7%의 문자 인식률을 보여 약 55.7%의 문자 인식률을 보인 기존의 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 의한 이진화 영상에 비하여 약 32.0%의 문자 인식률 증가를 보였다.

Key Words : PDA; business card image; global binarization; block adaptive binarization; threshold; quadratic filter.

ABSTRACT

In this paper, we propose a block adaptive binarization (BAB) using a modified quadratic filter (MQF) to binarize business card images acquired by personal digital assistant (PDA) cameras effectively. In the proposed method, a business card image is first partitioned into blocks of 8×8 and the blocks are then classified into character blocks (CBs) and background blocks (BBs). Each classified CB is windowed with a 24×24 rectangular window centering around the CB and the windowed blocks are improved by the pre-processing filter MQF, in which the scheme of threshold selection in QF is modified. The 8×8 center block of the improved block is binarized with the threshold selected in the MQF. A binary image is obtained tiling each binarized block in its

* LG Philips LCD(주) MNT 개발담당 (shin.kt@lgphilips-lcd.com), ** 경운대학교 디지털전자공학부 (thjang@ikw.ac.kr)
 *** 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 (nckim@ee.knu.ac.kr)
 논문번호 : 040113-0311, 접수일자 : 2004년 3월 12일
 ※ 본 연구는 삼성전자(주)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

original position. Experimental results show that the MQF and the BAB have much better effects on the performance of binarization compared to the QF and the global binarization (GB), respectively, for the test business card images acquired in a PDA. Also the proposed BAB using MQF gives binary images of much better quality, in which the characters appear much better clearly, over the conventional GB using QF. In addition, the binary images by the proposed BAB using MQF yields about 87.7% of character recognition rate so that about 32.0% performance improvement over those by the GB using QF yielding about 55.7% of character recognition rate using a commercial character recognition software.

I. 서론

현대 사회에서 회사원, 사업가 또는 교수와 같이 직업상 자기 자신을 타인에게 소개할 필요가 있는 사람들은 명함용 자기 홍보의 주요 수단으로 사용한다. 이에 따라 이러한 사람들이 처음 만났을 때 명함을 서로 교환하는 것이 일상적이 되고 있다. 따라서 이들은 타인의 명함들을 점점 더 많이 소유하게 되고, 그 결과로 소유하고 있는 명함을 효율적으로 보관 관리할 필요성이 증대되고 있다. 지금까지 이러한 사람들의 대부분이 명함을 명함첩에 넣어서 관리하거나, 명함의 정보를 노트에 메모하거나, 또는 컴퓨터에 그 정보를 직접 입력하여 저장하는 방식으로 보관 관리하여 왔다. 그런데 이와 같은 방식의 명함 관리는 명함을 일일이 명함첩에 넣고 찾는 데, 명함의 정보를 일일이 메모하고 찾는 데, 또는 명함의 정보를 일일이 입력하고 검색하는데 많은 시간과 노력을 요구하기 때문에 매우 비효율적이다.

효율적인 명함 관리 수단의 하나로 카메라가 장착된 장비를 이용하여 명함 영상을 획득하고 그 명함의 주요 정보인 문자를 추출하여 압축 저장하거나 문자 정보를 인식하여 저장하여 관리하는 방법이 있다. 최근에 이동성과 휴대성, 그리고 무선 네트워크를 이용할 수 있는 등의 편리함 때문에 그 사용이 날로 증가하고 있는 PDA(personal digital assistant)는 자체 카메라를 장착하여 명함 영상을 획득하고 명함의 주요 정보인 문자를 명함 영상으로부터 추출하여 압축 저장하거나 문자 정보를 인식하여 저장 관리할 수 있다. 이러한 명함 관리 방법은 명함첩, 노트, 또는 컴퓨터를 이용한 명함 관리 방법 보다 더 효율적이고 편리하다. 또한 요구하거나 허가된 상황 하에서 PDA로 명함의 정보를 무선 네트워크를 통하여 곧바로 송신하고 명함 소지자와 관련된 정보를 수신하는 것도 가능하게 한다. 카메라가 장착된 PDA를 이용하여 명함의 정보를 효율적으로 저장 관리하기 위해서는 명함 영상의

주요 정보인 문자를 추출하여야 한다.

이진화는 많은 문자를 가지는 문서 영상에 주로 적용되어온 문자 추출의 한 방법으로서 문자 추출에 사용되는 방법들 중에서 가장 널리 사용되는 방법이다[1]. 대표적인 이진화 방법으로 문서 영상을 각 화소의 밝기 값을 주어진 1개의 역치(threshold)와 비교하여 문자 화소와 배경 화소로 분할하는 방법이 있다. 이 방법은 전체 영상에 대하여 1개의 역치를 사용하므로 전역 이진화(global binarization: GB)라고 한다. 전역 이진화는 간단하게 구현할 수 있지만 그 성능이 역치에 민감한 특성을 가진다. 지금까지 이러한 전역 이진화를 위한 역치를 구하는 여러 가지 방법이 제안되었다. Otsu[2]는 입력 영상의 히스토그램을 이용하여 이진화를 위한 역치를 구하는 방법을 제안하였다. 그리고 Chriet[3]는 반복적인 Otsu의 방법을 이용하여 역치를 구하는 방법을 제안하였고, Liu[4]는 텍스처 특징을 이용하여 역치를 구하는 방법을 제안하였다.

이들 방법으로 이진화를 위한 1개의 역치를 구하여 전역 이진화를 수행하면 해상도가 높고 문자와 배경의 밝기 값이 거의 균일하면서 그 평균 밝기 값의 차이가 뚜렷한 문서 영상에 대해서는 문자가 선명하게 나타나는 화질이 우수한 이진 영상을 얻을 수 있다. 그러나 문서 영상이 그렇지 못한 경우에는 우수한 이진화 결과를 얻기가 어렵다. 전역 이진화의 단점을 보완하기 위하여 전처리(pre-processing) 필터를 이용하여 영상을 개선시킨 다음 그 결과 영상에 대하여 전역 이진화를 수행하는 방법[5], [6]과 화소 단위로 이진화를 위한 역치를 구하여 이진화를 수행하는 방법[7]-[10] 등이 제안되었다.

기존의 문서 영상을 개선하기 위한 전처리 필터로는 quadratic filter(QF)[5]와 QF의 필터 계수를 화소 단위로 갱신하는 AQF(adaptive QF)[6] 등이 있다. 화소 단위로 이진화를 위한 역치를 구하는 기존의 방법으로는 영상을 문자와 선, 배경과 그림의

2가지 영역으로 분류한 다음 영역별로 다른 역치 결정 방식을 적용하는 Sauvola의 방법[7]과 영상을 래스터 스캐닝하면서 입력 영상의 라프라시안 연산자의 계산 결과 값의 부호가 바뀔 때 마다 역치를 갱신하는 Rodtook의 방법[8]이 있다. 또한 국부적인 밝기 값의 경사를 이용하여 화소 단위로 역치를 구하는 Parker의 방법[9]과 국부 평균과 표준편차를 이용하여 화소 단위로 역치를 구하는 Niblack의 방법[10] 등이 있다.

한편, PDA에 장착된 카메라로 얻어지는 명함 영상은 고해상도의 스캐너나 디지털 영상 획득 장치를 통하여 얻은 일반 문서 영상에 비하여 해상도가 떨어진다. 또한 손으로 쓴 상태에서 영상을 획득하기 때문에 조명이 불균일하거나 그림자가 있는 경우가 많다. 그러므로 영상 전체에 걸쳐서 문자와 배경의 밝기 분포가 일정하지 않고 국부적으로 심한 변화를 보이면서 문자와 배경의 밝기 값이 뚜렷하게 구분되지 않을 수가 있다. 따라서 PDA로 획득한 명함 영상에 전역 이진화를 적용하면 우수한 이진화 결과를 얻기가 어렵다. 그리고 PDA로 획득한 명함 영상은 일반 문서 영상과는 달리 대부분이 문자의 분포 밀도가 낮고 문자 라인의 개수가 작으며 문자의 크기도 일정하지 않다. 따라서 화소 단위로 역치를 구하여 이진화를 수행하면 잡음의 영향으로 이웃 화소에 문자 화소가 없는 배경 화소가 문자 화소로 잘못 결정되는 경우가 발생하여 이진화 성능이 떨어질 수 있다. 또한 모든 화소에 대하여 역치를 구하므로 많은 계산량을 필요로 하며 비교적 넓게 차지하는 문자 화소를 포함하지 않는 배경 영역에서도 역치를 구하므로 비 효율적이다. 그러므로 화소 단위로 역치를 구하는 것 보다는 국부 영역에서 역치를 구하는 것이 더 효율적이다. 그리고 QF, AQF와 같은 전처리 필터들은 영상 전체의 특성에 따라 전처리를 수행하기 때문에 밝기 변화가 심한 영상에 대해서는 밝은 영역과 어두운 영역의 특성이 서로 다르기 때문에 영상을 개선하는 데는 한계가 있다. 또한 일반 문서 영상에 비해 문자의 분포 밀도가 낮은 명함 영상에 대해서는 비 효율적이다. 따라서 영상 전체에 대하여 전처리를 수행하기보다는 영상을 문자 영역과 배경 영역으로 분리한 다음 문자 영역 내의 밝기 변화가 비슷한 국부 영역에 대해서 전처리를 수행하는 방법이 필요하다.

본 논문에서는 PDA로 획득한 명함 영상에서 문자를 효과적으로 추출하기 위하여 변형된 QF(modified QF: MQF)를 이용한 블록 적응 이진화

(block adaptive binarization: BAB) 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 먼저 명함 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누고 각 블록을 문자 블록과 배경 블록으로 분류한다. 분류된 각 8×8 크기의 문자 블록을 중심으로 24×24 크기의 사각 창(rectangular window)을 씌워 얻은 블록에 대하여 전처리를 수행하여 블록을 개선하고, 개선된 블록의 8×8 크기의 중심 블록에 대하여 이진화를 수행한다. 이때 전처리는 QF에서 이진화를 위한 역치 결정 과정을 변형한 MQF를 사용한다. 마지막으로 이진화된 8×8 크기의 블록을 원래의 위치에 채워서 이진화된 영상을 얻는다.

II. 기존의 QF를 이용한 전역 이진화

그림 1은 기존의 QF를 이용한 전역 이진화의 블록도를 보여준다. 이 방법에서는 먼저 입력 영상 $x(m, n)$ 의 화소 분류를 위한 역치 Th_1 을 역치 결정 방법으로 결정한다. 그러다음 입력 영상 $x(m, n)$ 의 각 화소를 역치 Th_1 을 기준으로 하여 다음과 같이 문자 화소(character pixel: CP)과 배경 화소(background pixel: BP)로 분류한다.

$$\Omega_{CP} = \{(m, n) | x(m, n) \leq Th_1\} \quad (1)$$

$$\Omega_{BP} = \Omega_P - \Omega_{CP} \quad (2)$$

여기서 Ω_P , Ω_{CP} 와 Ω_{BP} 는 각각 전체 화소, 문자 화소, 그리고 배경 화소의 인자 집합(index set)을 나타낸다. 이어서 영상 $x(m, n)$ 에서의 문자 화소들의 평균 밝기 값 μ_0 와 배경 화소들의 평균 밝기 값 μ_1 을 구한다. 이들 μ_0 와 μ_1 을 이용하여 영상 $x(m, n)$ 을 다음과 같이 정규화(normalization)하여 화소들의 밝기 값을 문자 화소는 0에 가까운 값으로 배경 화소는 1에 가까운 값으로 변경한다.

$$x_N(m, n) = \frac{x(m, n) - \mu_0}{\mu_1 - \mu_0} \quad (3)$$

여기서 $x_N(m, n)$ 은 정규화된 영상을 나타낸다.

다음으로 정규화된 영상 $x_N(m, n)$ 에 대하여 이차식 연산(quadratic operation)[5]을 수행하여 개선된 정규화 영상 $y_N(m, n)$ 을 얻는다. 이차식 연산은 3×3 크기의 창 내에서의 중심 화소와 그 이웃

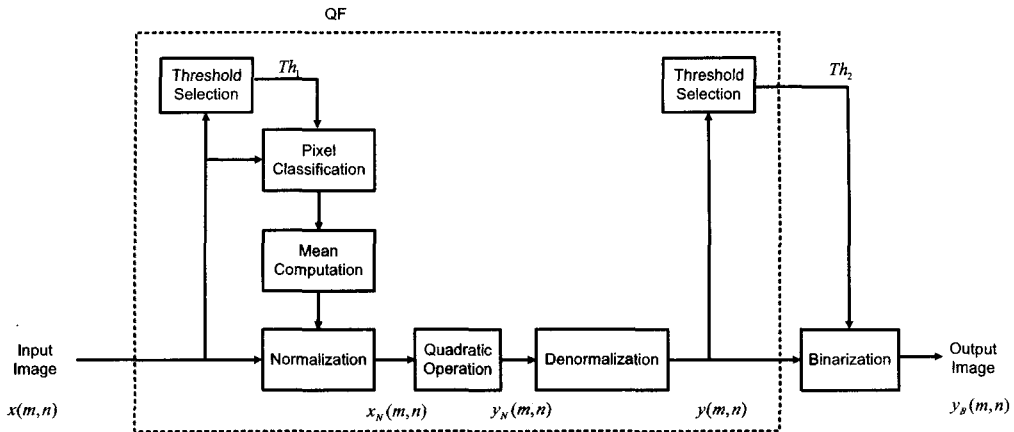


그림 1. 기존의 QF를 이용한 전역 이진화의 블록도
Fig. 1. Block diagram of a conventional GB using QF.

화소들의 배치 관계가 그림 2와 같은 경우에 다음과 같이 표현된다.

$$y_B(m, n) = \begin{cases} \alpha, & \text{if } y(m, n) \leq Th_2 \\ \beta, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

$$y_0 = \left(h_0 x_0 + h_1 \sum_{i=1}^4 x_{2i-1} + h_2 \sum_{i=1}^4 x_{2i} \right) + \left(h_3 x_0^2 + h_4 \sum_{i=1}^4 x_{2i-1}^2 + h_5 \sum_{i=1}^4 x_{2i}^2 \right) + \left(h_6 \sum_{i=1}^4 x_0 x_{2i-1} + h_7 \sum_{i=1}^4 x_0 x_{2i} \right) + \left(h_8 \sum_{i=1}^4 x_{2i-1} x_{2i} + h_9 \sum_{i=1}^4 x_{2i-1} (x_{2i} + x_{2i+1}) \right) \quad (4)$$

$$i^* = (i+1) \bmod 4,$$

$$i^{**} = (i+3) \bmod 4$$

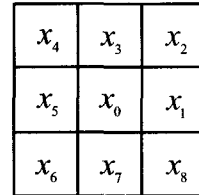


그림 2. 이차식 연산을 위한 중심 화소와 그 이웃 화소들의 배치 관계
Fig. 2. Configuration of a center pixel and its neighbor pixels for quadratic operation.

여기서 $h_i, i=0, 1, \dots, 9$ 는 이차식 연산을 위한 필터 계수를 나타낸다. (4)식에서 $x_N(m, n)$ 이 중심 화소 x_0 가 되면 출력 y_0 는 $y_N(m, n)$ 이 된다.

QF에 의한 전처리의 마지막 단계로서 개선된 정규화 영상 $y_N(m, n)$ 을 정규화 이전의 밝기 값의 범위를 갖도록 하기 위하여 $y_N(m, n)$ 을 다음과 같이 역 정규화(denormalization)한다.

$$y(m, n) = y_N(m, n) (\mu_1 - \mu_0) + \mu_0 \quad (5)$$

여기서 $y(m, n)$ 은 역 정규화된 영상을 나타내며 입력 영상 $x(m, n)$ 을 QF로 개선한 영상이다. 개선된 영상 $y(m, n)$ 으로부터 이진화를 위한 역치 Th_2 를 역치 결정 방법으로 결정하고, 역치 Th_2 를 기준으로 하여 개선된 영상 $y(m, n)$ 을 다음과 같이 이진화한다.

여기서 $y_B(m, n)$ 은 이진화된 영상을 나타내고, α 와 β 는 각각 이진화된 영상에서의 문자 화소와 배경 화소의 대표 값을 나타낸다.

그림 3(a)와 그림 3(b)는 각각 PDA로 획득한 명함 영상과 Otsu의 역치 결정 방법[2]으로 결정된 역치를 사용하여 전역 이진화한 결과 영상을 보여준다. 그림 3(b)에서 보면 영상의 왼쪽 위 부분의 큰 문자들은 비교적 선명하게 나타난다는 것을 알 수 있다. 하지만 왼쪽 아래 부분의 작은 문자들은 선명하게 나타나지 않으며, 특히 불균일한 조명으로 문자와 배경의 밝기 값이 국부 영역에서 심하게 변하는 오른쪽 부분의 일부 문자들은 거의 나타나지 않는다는 것을 알 수 있다. 그림 3(c)는 그림 3(a)의 영상에 각 화소별로 역치를 갱신하는 Rodtook의 방법[8]을 적용하여 이진화한 결과 영상을 보여준다. 그림 3(c)에서 보면 Rodtook의 방법은 불균일한 조

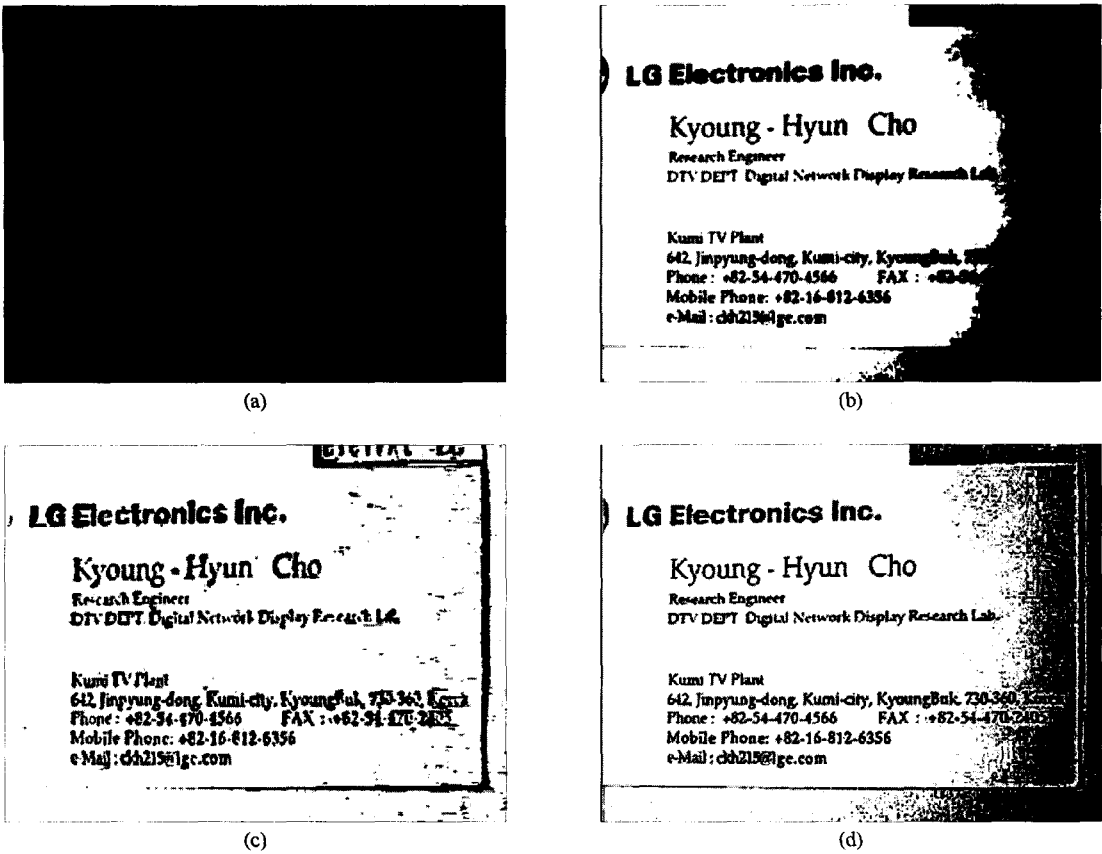


그림 3. PDA 카메라로 획득한 명함 영상과 이진화 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) Otsu의 역치 결정 방법에 의한 전역 이진화, (c) Rodtook의 방법에 의한 화소 적응 이진화, (d) QF를 이용한 전역 이진화
 Fig. 3. A business card image obtained by a PDA camera and its binarization result images: (a) Original image, (b) GB using Otsu's threshold selection method, (c) pixel adaptive binarization by Rodtook's method, and (d) GB using QF.

명에 관계없이 문자를 잘 추출한다는 것을 알 수 있다. 그러나 그림 3(a)의 PDA로 획득한 명함 영상이 해상도가 낮고 약간의 블러링(blurring)이 있기 때문에 그림 3(c)의 이진화 결과 영상에서 대부분의 문자들이 선명하게 나타나지 않는다는 것을 알 수 있다. 그림 3(d)는 그림 3(a)의 영상에 대한 QF를 이용한 전역 이진화 결과 영상을 보여준다. 이때 역치 Th_1 과 Th_2 는 Otsu의 방법으로 결정하였다. 그림 3(d)의 영상을 그림 3(b)의 전역 이진화 결과 영상과 비교하여 보면 대부분의 문자가 더 선명하게 나타난다는 것을 알 수 있다. 그러나 오른쪽 부분의 일부 문자들이 아직 선명하게 나타나지 않는다는 것을 알 수 있다.

III. 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화

그림 4는 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화의 블록도를 보여준다. 제안된 방법에서는 블록 적응적인 처리를 위하여 먼저 입력 영상을 8×8 크기의 블록으로 나누고, 나누어진 각 블록을 문자 블록(character block: CB)과 배경 블록(background block: BB)으로 분류한다. 이때 블록 분류는 대부분의 문자 블록(character block: CB)이 배경 블록(background block: BB)보다 신호의 활동성이 높다는 사실에 근거하여 신호의 활동성이 주어진 역치보다 큰 블록은 문자 블록으로 분류하고 그렇지 않은 블록은 배경 블록으로 분류한다. 본 논문에서는 편의상 블록 신호의 활동성을 [11]에서와 같이 그림 5에서 보여주는 8×8 블록의 저주파 대역에서의 DCT 계수의 절대 합(absolute sum)으로 정하였다. 따라서 k 번째 블록의 신호의 활동성은 다음과 같이 표현된다.

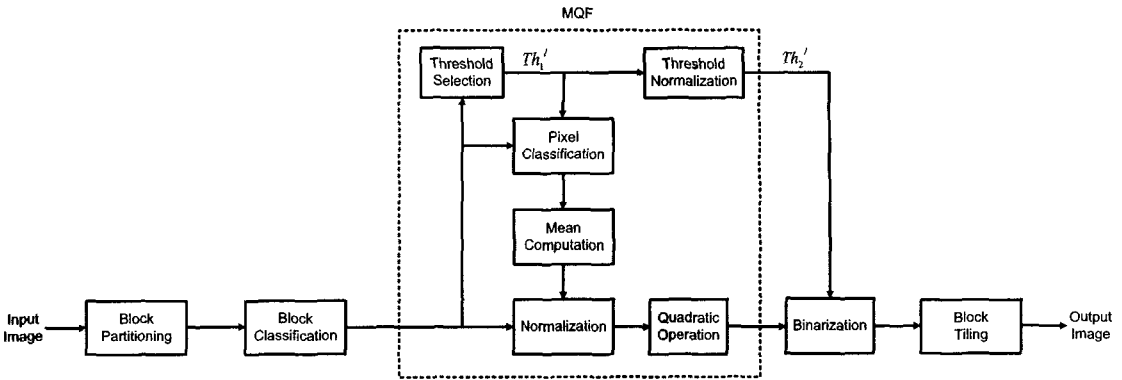


그림 4. 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화의 블록도
Fig. 4. Block diagram of the proposed BAB using MQF.

$$E^k = \sum_{i=1}^9 |D_i^k| \quad (7)$$

여기서 D_i^k 는 k 번째 블록의 i 번째 ($i = 1, 2, \dots, 9$) DCT 계수를 나타낸다. 그리고 k 번째 블록의 분류는 다음과 같이 표현된다.

$$\Omega_{CB} = \{k | E^k \geq Th_B\} \quad (8)$$

$$\Omega_{BB} = \Omega_B - \Omega_{CB} \quad (9)$$

여기서 Ω_B , Ω_{CB} 와 Ω_{BB} 는 각각 전체 블록, 문자 블록, 그리고 배경 블록의 인자 집합을 나타내고, Th_B 는 블록 분류를 위한 역치를 나타낸다. 본 논문에서는 역치 Th_B 를 영상 전체에서의 E^k 의 평균값으로 결정하였다. 그림 6(a)은 그림 3(a)의 명암 영상에 대한 블록 분류 결과를 보여준다. 그림 6(a)에서 그레이(gray) 부분은 문자 블록들을 나타내고 검은 부분은 배경 블록들을 나타낸다. 그림 6(a)에서 보면 대부분의 블록이 잘 분류되었다는 것을 알 수 있다. 그렇지만 문자 블록들만 구성되어 있고 그 경계가 우뚝두들하면서 고립된 배경 블록들을 포함하는 문자 블록 영역이 일부 있다. 이러한 문자 블록 영역에서의 고립된 배경 블록을 제거하고 우뚝두들한 경계를 매끄럽게 하기 위하여 블록 분류 결과 영상의 이진 영역 맵(map) 영상에 수리 형태학적인 닫힘(morphological closing) 연산[12]을 수행한다. 그림 6(b)는 그림 6(a)의 영상의 이진 영역 맵 영상에 수리 형태학적인 닫힘 연산을 수행한 결과 영상에 의한 블록 분류 결과 영상을 보여준다. 그림 6(b)의 영상으로부터 문자 블록 영역 내에서 고립되어 있던 배경 블록들이 거의 제거되었고 우

뚝두들하던 경계가 매끄럽게 되었다는 것을 알 수 있다.

제안된 방법에서는 블록 적응적인 이진화를 위하여 수리 형태학적인 닫힘 연산 결과에 의하여 얻은 블록 분류 결과 영상의 l 번째 문자 블록 $x'(m, n)$ 을 중심으로 24×24 크기의 사각 창을 씌워 얻은 블록 $x'_w(m, n)$ 을 제안된 전처리 필터인 MQF를 이용하여 개선시킨다. 이때 사각 창을 씌우는 이유는 8×8 크기의 각 문자 블록을 인접한 문자 블록들을 고려하지 않고 개선시키면 개선된 영상에서 해당 문자 블록과 인접한 일부 문자 블록 간에 불연속이 발생할 수 있기 때문이다. MQF에서는 먼저 블록 $x'_w(m, n)$ 의 화소 분류를 위한 역치 Th_1' 을 역치 결정 방법으로 결정한다. 그런다음 블록 $x'_w(m, n)$ 내의 화소들을 역치 Th_1' 을 기준으로 하여 다음과 같이 문자 화소와 배경 화소들로 분류한다.

$$\Omega'_{CP} = \{(m, n) | x'_w(m, n) \leq Th_1'\} \quad (10)$$

$$\Omega'_{BP} = \Omega'_p - \Omega'_{CP} \quad (11)$$

여기서 Ω'_p , Ω'_{CP} 와 Ω'_{BP} 는 각각 블록 $x'_w(m, n)$ 의 전체 화소, 문자 화소, 그리고 배경 화소의 인자 집합을 나타낸다. 이어서 블록 $x'_w(m, n)$ 에서의 문자 화소들의 평균 밝기 값 μ'_0 과 배경 화소들의 평균 밝기 값 μ'_1 을 구하고, 이들 μ'_0 과 μ'_1 을 이용하여 블록 $x'_w(m, n)$ 을 다음과 같이 정규화한다.

	D_1	D_5	D_6				
D_2	D_4	D_7					
D_3	D_8						
D_9							

그림 5. 8×8 블록에서 블록 신호의 활동도 계산에 사용되는 DCT 계수들의 위치
 Fig. 5. Locations of the DCT coefficients in 8×8 block used in the computation of block activity.

$$x'_N(m, n) = \frac{x'_W(m, n) - \mu'_0}{\mu'_1 - \mu'_0} \quad (12)$$

여기서 $x'_N(m, n)$ 은 블록 $x'_W(m, n)$ 의 정규화된 블록을 나타낸다. 다음으로 정규화된 블록 $x'_N(m, n)$ 에 대하여 이차식 연산을 수행하여 개선된 정규화 블록 $y'_N(m, n)$ 을 얻는다. 그런다음 개선된 정규화 블록 $y'_N(m, n)$ 의 8×8 크기의 중심 블록 $y'_C(m, n)$ 을 다음과 같이 역치 Th'_2 을 기준으로 하여 이진화한다.

$$y'_B(m, n) = \begin{cases} \alpha, & \text{if } y'_C(m, n) \leq Th'_2 \\ \beta, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (13)$$

여기서 $y'_B(m, n)$ 은 이진화된 블록을 나타내며 l번째 문자 블록 $x^l(m, n)$ 의 이진화된 블록이다. 이때 개선된 정규화 블록 $y'_N(m, n)$ 은 QF와는 달리 역 정규화 과정을 거치지 않는다. 역치 Th'_2 도 역 정규화된 영상으로부터 이진화를 위한 역치를 구하는 QF와는 달리 다음과 같이 Th'_1 을 정규화하여 얻는다.

$$Th'_2 = \frac{Th'_1 - \mu'_0}{\mu'_1 - \mu'_0} \quad (14)$$

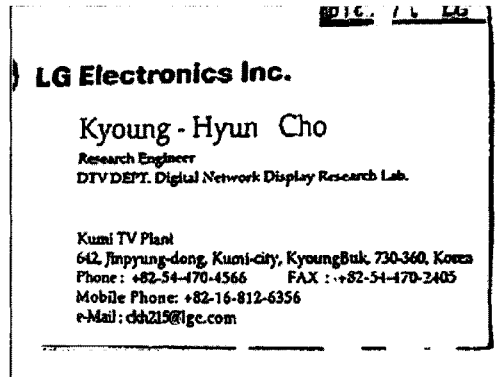
한편, 배경 블록은 블록 내의 모든 화소들을 배경 화소의 대표값 β 로 나타내는 것으로 이진화한다. 이상의 과정으로 이진화된 8×8 크기의 블록들을



(a)



(b)



(c)

그림 6. 그림 3(a)의 영상에 대하여 제안된 방법의 각 과정에서 얻어진 영상들: (a) 블록 분류, (b) 수리형 태화적인 닫힘, (c) 이진화. 그림 6(a)와 6(b)에서 그레이 부분은 문자 블록을, 검은 부분은 배경 블록을 각각 나타낸다

Fig. 6. Images obtained at each procedure of the proposed method for the image of Fig. 3(a): (a) Block classification, (b) morphological closing, and (c) binarization, where gray parts in Figs. 6(a) and 6(b) represent CBs and black ones BBs.

원래의 위치에 채워서 최종적으로 이진화된 영상을 얻는다. 그림 6(c)는 그림 3(a)의 영상을 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화를 이용하여 이진화한 결과 영상을 보여준다. 이때 역치 Th_1' 은 Otsu의 방법으로 결정하였다. 그림 6(c)에서 보면 불균일한 조명에 의하여 문자와 배경의 밝기 값이 심하게 변하는 영상의 오른쪽 부분에 있는 문자들이 QF를 이용한 전역 이진화 결과 영상인 그림 3(c)의 그것들보다 훨씬 더 선명하게 나타난다는 것을 알 수 있다.

IV. 실험 결과

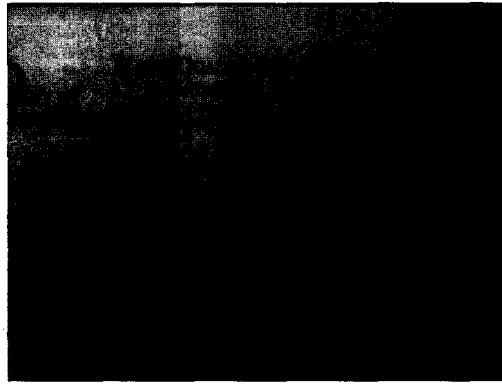
제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법의 성능을 평가하기 위하여 Necicom사의 PDA용 카메라인 Nexicam을 Compaq사의 PDA인 iPAQ h3590에 장착하여 다양한 주변 여건 하에서 여러 종류의 명함을 대상으로 640×480 크기의 화소 당 8비트의 해상도를 갖는 시험 영상을 얻었다. 본 논문에서는 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법의 결과를 전역 이진화 방법, Rodtook의 방법, QF를 이용한 전역 이진화 방법, 그리고 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법의 결과들과 비교하였다. 여기서 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 전처리 필터로는 기존의 QF를 사용하고 이진화로는 제안된 블록 적응 이진화를 사용하는 방법이다.

그림 7(a)는 문자와 배경의 밝기 값이 대부분의 영역에서 어느 정도 균일하지만 불균일한 조명의 영향으로 왼쪽 위 부분과 오른쪽 아래 모서리 부분에서 심하게 변하는 명함 영상을 보여준다. 그림 7(b)-7(e)는 그림 7(a)의 영상을 Rodtook의 방법, QF를 이용한 전역 이진화 방법, QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법, 그리고 제안된 방법인 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법으로 이진화한 결과 영상들을 각각 보여준다. 그림 7(b)의 Rodtook의 방법에 의한 이진화 결과 영상에서 보면 불균일한 조명의 영향을 받은 영역의 문자들이 잘 추출되었으나, 영상에 있는 대부분의 문자들이 선명하게 나타나지 않고 배경에 약간의 잡음이 있다는 것을 알 수 있다. 그림 7(c)의 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 의한 결과 영상에서 보면 왼쪽 위 부분과 오른쪽 아래 모서리 부분에 있는 문자들이 선명하게 나타나지 않거나 거의 나타나지 않는다는 것을 알 수 있다. 더욱이 잡음의 영향으로 문자 근처에 작은

점들이 나타난다. 그러나 그림 7(d)의 QF를 이용한 블록 적응 이진화에 의한 결과 영상과 그림 7(e)의 제안된 방법에 의한 결과 영상에서 보면 문자 근처에 작은 점들이 나타나지 않으면서 문자가 선명하게 나타난다는 것을 알 수 있다.

그림 8은 영상의 오른쪽 부분에 그림자가 있는 명함 영상과 Rodtook의 방법, QF를 이용한 전역 이진화, QF를 이용한 블록 적응 이진화, 그리고 제안된 방법에 의한 이진화 결과 영상들을 보여준다. 그림 8(a)의 원 영상에서 보면 그림자의 영향으로 영상의 오른쪽 부분에서의 문자와 배경의 평균 밝기 값들의 차이가 크지 않다는 것을 알 수 있다. 그림 8(b)의 Rodtook의 방법에 의한 이진화 영상에서 보면 그림자의 영향을 받은 영역에서의 문자들이 잘 추출되었으나, 영상에 있는 대부분의 문자들이 선명하게 나타나지 않고 배경에 약간의 잡음이 있다는 것을 알 수 있다. 그림 8(c)의 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 의한 결과 영상에서 보면 영상의 오른쪽 부분에 있는 문자들이 선명하게 나타나지 않고 또 배경과의 구분이 어렵다는 것을 알 수 있다. 그러나 그림 8(d)와 그림 8(e)의 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법과 제안된 방법에 의한 결과 영상에서 보면 영상의 오른쪽 부분에 있는 문자들이 선명하게 나타나면서 배경과의 구분도 쉽다는 것을 알 수 있다. 이들 그림 7과 그림 8의 결과들로부터 Rodtook의 방법은 불균일한 조명이나 그림자의 영향에 관계없이 문자를 잘 추출하지만 PDA로 획득한 명함 영상의 해상도가 낮은 관계로 이진화 영상에서 대부분의 문자들이 선명하게 나타나지 않고 배경에 약간의 잡음이 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법과 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 입력 영상을 블록 적응적으로 개선시키고 유사한 특성을 가지는 국부 영역에서 이진화를 위한 역치를 구하기 때문에 잡음이나 불균일한 조명, 그리고 그림자와 같은 좋지 않은 조건의 영향을 훨씬 덜 받는다는 것을 알 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안된 블록 적응 이진화는 시험 명함 영상에 대하여 기존의 전역 이진화 방법과 Rodtook의 방법보다 더 효율적인 이진화 방법이라는 것을 알 수 있다.

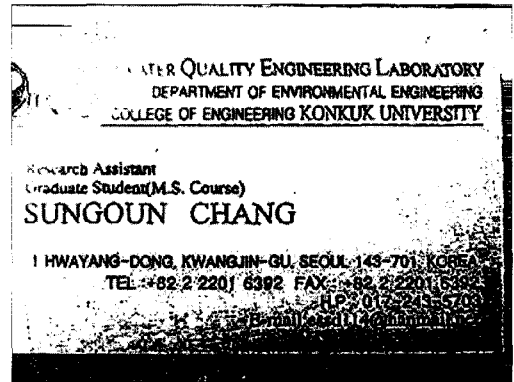
그림 9는 불균일한 조명의 영향을 받은 명함 영상과 Rodtook의 방법, QF를 이용한 전역 이진화, QF를 이용한 블록 적응 이진화, 그리고 제안된 방법에 의한 이진화 결과 영상들을 보여준다. 그림 9(b)의 Rodtook의 방법에 의한 이진화 영상에서 보



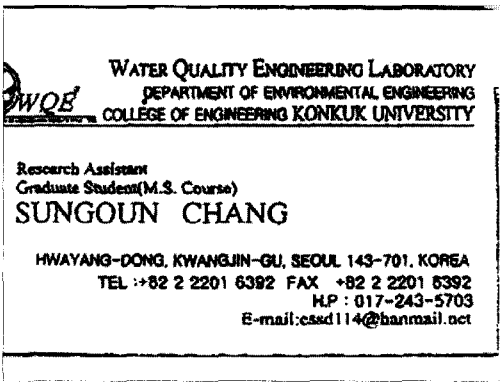
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

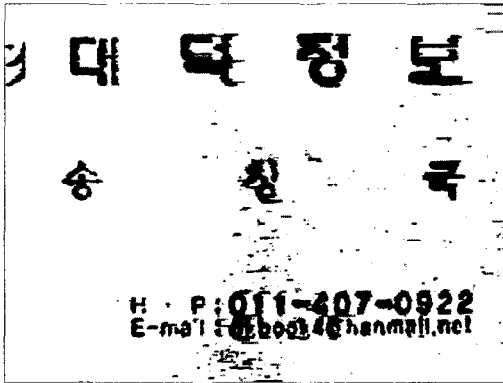
그림 7. 불균일한 조명을 갖는 명함 영상 1과 이진화 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) Rodtook의 방법에 의한 화소 적응 이진화, (c) QF를 이용한 전역 이진화, (d) QF를 이용한 블록 적응 이진화, (e) 제안된 방법
 Fig. 7. Business card image 1 having irregular illumination and its binarization result images: (a) Original image, (b) pixel adaptive binarization by Rodtook's method, (c) GB using QF, (d) BAB using QF, and (e) proposed method.

면 불균일한 조명의 영향을 받은 오른쪽 부분에서의 문자들이 잘 추출되었으나, 영상에 있는 대부분의 문자들이 선명하게 나타나지 않고 나무결의 명함 외부 영역에 많은 잡음이 있다는 것을 알 수 있

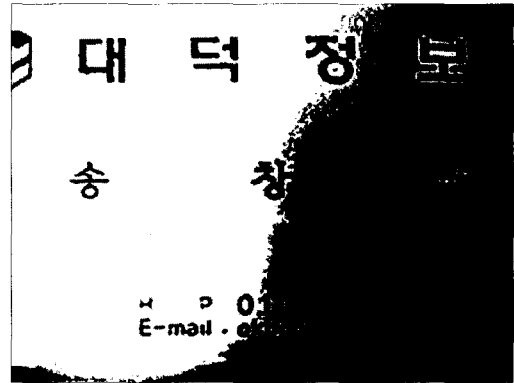
다. 그림 9(c)의 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 의한 결과 영상에서 보면 오른쪽 부분에 있는 문자들이 선명하게 나타나지 않고 문자 근처에 작은 점들이 나타난다는 것을 알 수 있다. 또한 명함 외부



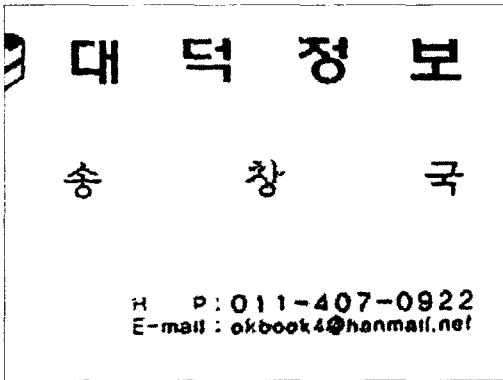
(a)



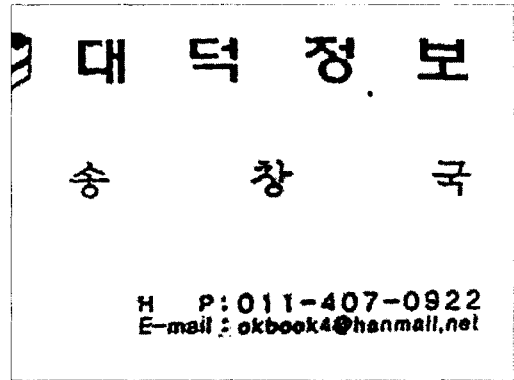
(b)



(c)



(d)



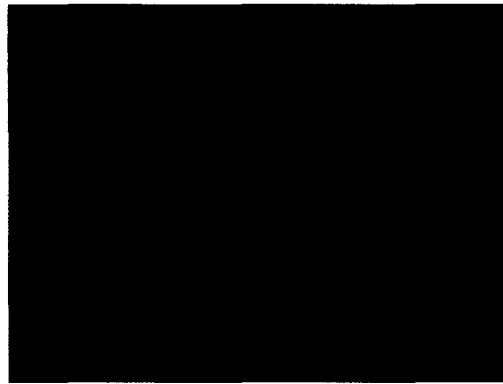
(e)

그림 8. 그림자가 있는 명함 영상 2와 이진화 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) Rodtook의 방법에 의한 화소 적응 이진화, (c) QF를 이용한 전역 이진화, (d) QF를 이용한 블록 적응 이진화, (e) 제안된 방법

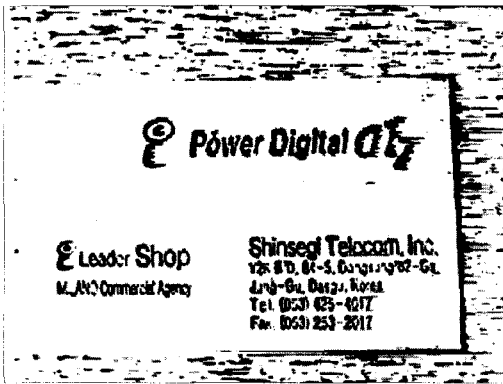
Fig. 8. Business card image 2 having shadow and its binarization result images: (a) Original image, (b) pixel adaptive binarization by Rodtook's method, (c) GB using QF, (d) BAB using QF, and (e) proposed method.

영역의 배경 화소들이 거의 문자 화소로 잘못 이진화 되었다는 것을 알 수 있다. 반면에 그림 9(d)의 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법에 의한 결과 영상에서 보면 문자들이 선명하게 나타나고 문자들

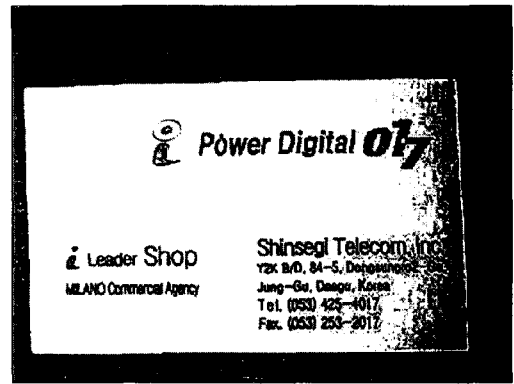
근처에 작은 점들도 거의 없다는 것을 알 수 있다. 그리고 명함 외부 영역의 화소들도 배경 화소로 비교적 잘 이진화 되었다. 그러나 역치를 잘못 선택하여 문자들 근처에 검은 블록이 몇 개 있다. 반면에



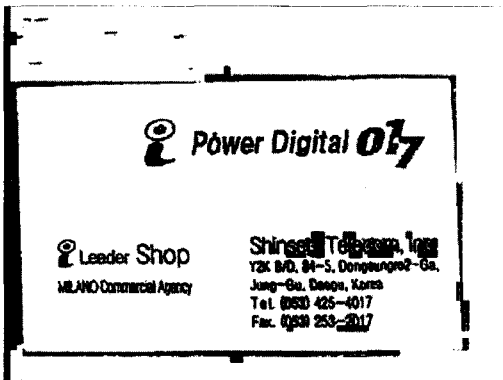
(a)



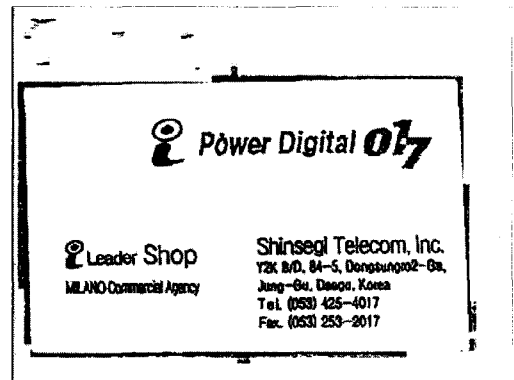
(b)



(c)



(d)



(e)

그림 9. 불균일한 조명을 갖는 명함 영상 3과 이진화 결과 영상들: (a) 원 영상, (b) Rodtook의 방법에 의한 화소 적응 이진화, (c) QF를 이용한 전역 이진화, (d) QF를 이용한 블록 적응 이진화, (e) 제안된 방법

Fig. 9. Business card image 3 having irregular illumination and its binarization result images: (a) Original image, (b) pixel adaptive binarization by Rodtook's method, (c) GB using QF, (d) BAB using QF, and (e) proposed method.

그림 9(e)의 제안된 방법에 의한 결과 영상에서 보면 문자들이 선명하게 나타나고 문자들 근처에 작은 점들과 검은 블록들이 없다는 것을 알 수 있다. 또한 명함의 외부 영역의 배경 화소들도 그림 9(d)

의 그것들에 비하여 이진화가 더 잘 되었다는 것을 알 수 있다. 이들 결과로부터 제안된 MQF는 시험 명함 영상에 대하여 기존의 QF보다 이진화 성능을 더 향상시켜준다는 것을 알 수 있다.

표 1. 시험 명함 영상에 대하여 전역 이진화, Rodtook의 방법, QF를 이용한 전역 이진화, QF를 이용한 블록 적응 이진화, 그리고 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화를 적용하여 얻어진 이진화 영상에 대한 FineReader 5.0에 의한 문자 인식률

Table 1. Comparative character recognition rates on the binary images obtained by the GB, Rodtook's method, the GB using QF, the BAB using QF, and the proposed BAB using MQF for the test business card images by FineReader 5.0.

Type of business cards	Surrounding condition	GB (%)	Rodtook (%)	GB using QF (%)	BAB using QF (%)	BAB using MQF (%)
Ordinary	Good	64.6	69.9	68.0	87.1	92.5
	Ill	50.1	60.8	60.7	71.5	89.6
Special	Good	46.9	52.9	58.6	78.9	85.0
	Ill	34.0	54.4	35.4	60.3	83.5
Average		48.9	59.5	55.7	74.5	87.7

다음으로 앞에서의 5가지 이진화 방법들의 객관적인 성능 평가를 위하여 이들 방법에 의하여 얻어진 이진화 영상에 대하여 다음과 같이 정의되는 문자 인식률을 측정하였다.

QF를 이용한 전역 이진화는 55.7%의 평균 인식률을 보인다. 반면에 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법과 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 각각 74.5%와 87.7%의 평균 인식률을 보인다.

$$\text{character recognition rate} = \frac{\text{number of correctly recognized characters}}{\text{total number of characters}} \quad (15)$$

이때 문자 인식 소프트웨어로는 FineReader 5.0[13]을 사용하였다. 그리고 이진화 결과 영상에서 (15)식의 문자 인식률이 높게 나타나는 것은 처리한 방법의 이진화 성능이 우수하다는 것을 의미한다. 시험 명함 영상은 흰색 용지에 문자만 있는 보통 명함과 표면에 질감이나 패턴이 있는 용지를 갖는 특별한 명함과 사진을 포함하는 특별한 명함을 대상으로 획득하였다. 주변 여건으로는 좋은 여건과 조명이 불균일한 경우, 그림자가 있는 경우, 그리고 명함 외부 영역에 나무결과 같은 복잡한 배경이 있는 경우의 좋지 않은 여건이다.

표 1은 100장의 시험 명함 영상을 Otsu의 역치 결정 방법[2]에 의한 전역 이진화 방법, Rodtook의 방법[8], QF를 이용한 전역 이진화 방법, QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법, 그리고 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법으로 이진화한 결과 영상들에 대한 문자 인식률을 보여준다. 표 1에서 보면 Otsu의 역치 결정 방법에 의한 전역 이진화 방법은 48.9%의 평균 인식률을 보이고, Rodtook의 방법은 59.5%의 평균 인식률을 보인다. 그리고

이들 문자 인식률 결과로부터 Rodtook의 방법은 전역 이진화 방법과 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 비하여 10.6%와 3.8%의 문자 인식률 향상을 가져온다는 것을 알 수 있다. 그리고 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법과 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 비하여 각각 18.8%와 32.0%의 문자 인식률 향상을 가져오고, Rodtook의 방법에 비하여 각각 15.0%와 28.2%의 문자 인식률 향상을 가져온다는 것을 알 수 있다. 이 결과로부터 제안된 블록 적응 이진화는 시험 명함 영상에 대하여 기존의 전역 이진화 방법과 Rodtook의 방법보다 더 효율적인 이진화 방법이라는 것을 알 수 있다. 더욱이 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법에 비하여 13.2%의 성능 향상을 가져온다는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 제안된 MQF는 시험 명함 영상에 대하여 기존의 QF보다 이진화 성능을 더 향상시킨다는 것을 알 수 있다. 이상의 결과들로부터 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 PDA로 획득한

시험 명함 영상에 대하여 기존의 QF를 이용한 전역 이진화 방법보다 훨씬 우수한 화질의 이진화 결과 영상뿐만 아니라 32.0%의 문자 인식률 향상을 보여 더 효율적인 이진화 방법이라는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 PDA 카메라로부터 획득한 좋지 않은 조건의 명함 영상을 이진화하기 위한 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 국부 적응적인 이진화를 위하여 먼저 명함 영상을 8×8 크기의 블록으로 나눈 다음 각 블록을 문자 블록과 배경 블록으로 분류한다. 그런 다음 각 문자 블록을 중심으로 24×24 크기의 사각창을 씌우고, 그 결과 블록을 전처리 필터인 QF에서 이진화를 위한 역치 선택 과정을 변형한 MQF를 이용하여 개선한다. 이어서 개선된 8×8 크기의 중심 블록을 MQF에서 결정된 역치를 기준으로 하여 문자 화소와 배경 화소로 이진화한다. 그리고 각 배경 블록은 모든 화소들을 배경 화소로 이진화한다. 최종적으로 이진화된 8×8 크기의 각 블록을 원래의 위치에 채워서 이진화된 영상을 얻는다. 실험 결과 QF 또는 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 PDA로 획득한 시험 명함 영상에 대하여 QF를 이용한 전역 이진화 방법보다 잡음이나 불균일한 조명, 또는 그림자 등의 좋지 않은 조건의 영향을 훨씬 덜 받았다. 그리고 이들 방법들은 각각 74.5%와 87.7%의 문자 인식률을 보여 55.7%의 문자 인식률을 보인 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 비하여 각각 18.8%와 32.0%의 문자 인식률 향상을 보여 제안된 블록 적응 이진화가 기존의 전역 이진화에 비하여 시험 명함 영상에 대한 이진화 성능이 더 우수함을 알 수 있었다. 또한 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 QF를 이용한 블록 적응 이진화 방법에서 이진화를 위한 역치를 잘못 선택하여 문자 근처에서 생기는 검은 블록이 없는 이진화 영상을 얻었으며, 13.2%의 문자 인식률 향상을 보여 제안된 MQF가 시험 명함 영상에 대하여 기존의 QF보다 이진화 성능을 더 향상시켜 준다는 것을 알 수 있었다. 결론적으로 제안된 MQF를 이용한 블록 적응 이진화 방법은 PDA로 획득한 시험 명함 영상에 대하여 기존의 QF를 이용한 전역 이진화 방법에 비하여 훨씬 우수한 화질의 이진화 결과 영상뿐만 아니라 32.0%의 문자 인

식률 향상을 보여주었다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Yang and H. Yan, "An adaptive logical method for binarization of degraded document images," *Pattern Recognition*, vol. 33, pp. 787-807, May 2000.
- [2] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, vol. SMC-9, pp. 62-66, Jan. 1979.
- [3] M. Cheriet, J. N. Said, and C. Y. Suen, "A recursive thresholding technique for image segmentation," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 7, pp. 918-921, June 1998.
- [4] Y. Liu and S. N. Srihari, "Document image binarization based on texture features," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. 19, pp. 540-544, May 1997.
- [5] P. Fontanot and G. Ramponi, "A polynomial filter for the preprocessing of mail address images," *Proc. IEEE Winter Workshop on Nonlinear Digital Signal Processing*, pp. 2.1-2.6, Tampere, Jan. 1993.
- [6] S. Mo and V. J. Mathews, "Adaptive, quadratic preprocessing of document images for binarization," *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 7, pp. 992-999, July 1998.
- [7] J. Sauvola and M. Pietikäinen, "Adaptive document image binarization," *Pattern Recognition*, vol. 33, pp. 225-236, 2000.
- [8] S. Rodtook and Y. Rangsanteri, "Adaptive thresholding of document images based on Laplacian sign," *Proc. 2001 IEEE Int. Conf. Information Technology Coding and Computing*, pp. 501-505, Apr. 2001.
- [9] J. R. Parker, "Gray level thresholding in badly illuminated images," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. 13, pp. 813-819, Aug. 1991.
- [10] W. Niblack, *An Introduction to Digital Image Processing*, pp. 115-116, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1986.

- [11] 박준효, 장익훈, 김남철, "PDA 응용을 위한 명함 영상의 회전 보정," 한국통신학회 논문지, 제28권 12C호, pp. 1225-1238, 2003년 12월.
- [12] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, 3rd ed. Chapter 9, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2002.
- [13] Abbyy Software House. (2001) FineReader 5.0, [Online]. Available: http://www.abbyy.com/ocr_products.asp?param=1613.

신기택(Ki-Taeg Shin)

정회원



2002년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과 (공학사)
 2004년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 2004년 2월~현재 : LG Philips LCD(주) MNT 개발담당 Panel 설계2팀 연구원

<관심분야> 영상처리, 디스플레이

장익훈(Ick-Hoon Jang)

정회원



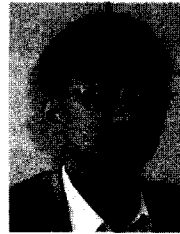
1986년 2월 : 경북대학교 공과대학 전자공학과 (공학사)
 1988년 2월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
 1998년 8월 : 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
 1988년 2월~1994년 2월 : 국방과학연구소 연구원

1998년 3월~ 현재 : 경운대학교 디지털전자공학부 조교수

<관심분야> 영상처리, 멀티미디어, 컴퓨터 비전

김남철(Nam-Chul Kim)

정회원



1978년 2월 : 서울대학교 공과대학 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