

논문 2007-44SP-4-10

디지털영상 국부정규화처리의 영역분할 구도

(Region-Segmental Scheme in Local Normalization Process of Digital Image)

황 중 원*, 황 재 호**

(JungWon Hwang and JaeHo Hwang)

요 약

영역들로 구성된 영상의 국부정규화처리 알고리즘에 내재된 분할 구도를 소개한다. 이동창에서 산출되는 국부통계치에 근거한 정규화적 접근은 선형 또는 비선형함수를 발생시켜 잡음 오염된 영역들의 화소분포와 근접유사 유형을 변형한다. 현재와 정규화된 영상신호 사이의 최근접 화소 이격거리에 대하여 평균과 표준편차를 조정하고 국부통계치와 파라미터 변동을 연계하여 영역간 분할 상태를 변화시킨다. 이러한 특성에 대하여 기존의 정규화 기법들과 본 연구에서 새로 고안한 국부정규화 기법이 비교 고찰된다. 그리고 실험결과는 국부정규화처리 실현에 의한 영역분할 성능을 보였다.

Abstract

This paper presents a segmental scheme for regions-composed images in local normalization process. The scheme is based on local statistics computed through a moving window. The normalization algorithm uses linear or nonlinear functions to transfer the pixel distribution and the homogeneous affine of regions which is corrupted by additive noise. It adjusts the mean and standard deviation for nearest-neighbor interpoint distance between current and the normalized image signals and changes the segmentation performance according to local statistics and parameter variation adaptively. The performance of newly advanced local normalization algorithm is evaluated and compared to the performance of conventional normalization methods. Experimental results are presented to show the region segmentation properties of these approaches.

Keywords : Local Normalization, Local Statistics, Region Segmentation, Neighborhood, Parameter

I. 서 론

영상처리 분야에서 정규화(normalization)처리는 일반적으로 다음의 두 가지 경우에 사용되고 있다. 하나는 기하학적 구조를 갖는 특징이나 텍스트를 정해진 규격이나 벡터 방향으로 규격화하는 것으로 주로 패턴인식이나 문자인식에서 사용한다^[1-3]. 두 번째는 영상의 형태를 유지한 채 시각인지 효과를 증대하려는 목적에서 사용하는 경우이다. 전자가 영상 데이터를 전체 혹

은 구획단위로 처리하는데 비해 후자는 적응국부처리를 근간으로 하며^[4,5] 국부정규화처리(local normalization process, LNP)라 한다. LNP는 인간의 시각인지가 주변 색도들과의 관계나 저고주파분리에 의존한다는 점에 착안하여 현재고려중인화소(current pixel)의 색도를 주변 화소들과의 통계적 상관성에 의해 결정한다. 영역과 같은 저주파 구역은 국부평균치로 인지하여 평활시키고 고주파 부분인 에지는 이와 차별한 정도로 특징을 추출하거나 판별한다.

잡음이 혼합된 영역기반 영상으로부터 잡음을 제거하고 영역을 회복하기 위해서는 영역고유의 특성을 고려한 에지 및 잡음과의 차별화 작업이 필요하다. 영역과 영역 경계부에 관한 국부적 판별과 함께 전체 영상이 갖고 있는 영역분할 유형이 함께 고려되어야 한다.

* 학생회원, 송실대학교 미디어학과
(Dept. of Media, Soongsil University)

** 정회원, 한밭대학교 전자공학과
(Dept. of Electronic Engineering, Hanbat National University)

접수일자: 2007년10월22일, 수정완료일: 2007년6월1일

국부적인 문제는 이동창의 범위 안에서의 국부적 특성 반영에 의해 접근이 가능하지만 전체적인 문제는 그와는 다른 별개의 문제이다. 국부에 치중하다보면 자칫 전체 영상이 요구하는 분할 구도가 붕괴될 수도 있다. 종래의 국부통계처리는 미세부분 향상과 유사화소 군집화에 의한 부분적 영역 귀속에서 우수한 효과를 보여왔으나 전체 영상에서의 분할 형태를 복원하기에는 역부족이었다. 인접성을 지나치게 강조한 나머지 전체적 영역분할의 균형을 유지할 수 없었다. 영역뿐만 아니라 잡음 역시 인접성만 충족된다면 하나의 영역이나 구획으로 처리될 수도 있다.

인접성 면에서 개별화소 단위별로 동작하는 국부정규화적 접근은 효과가 있다. 이동창에서 산출한 국부통계치를 활용하여 대상영상의 색도범위를 설계목표 범위로 사상(mapping)함이 가능하기 때문에 원형을 보존하면서 색도분포 범위를 재조정할 수 있다^[4]. 국부통계치와 변수를 적절히 조정한다면 색도폭은 변하지만 색도변화의 굴곡 구조는 변형되지 않는다. 시각효과가 상승하고 영역과 에지 및 구획의 기본 구조를 보존한다. LNP는 이러한 특성을 정규화처리연구 초기 지문인식 전처리 과정의 일환으로 활용하기 위해 고안되었다^[6]. 이동창에서의 색도 평균과 표준편차의 상대적 크기는 현재고려중인화소의 색도와 함께 새로 변형될 색도의 전체 영상에서의 상대적 위치를 결정하도록 하였다. 이 때 이들 변화에 대하여 미리 정해진 색도 평균과 표준편차를 지정함으로 현재 화소 색도와 이동창의 평균과의 차이를 (+), (-) 좌우 정규폭으로 하는 전체적인 색도 균형을 맞출 수 있었다. 미세한 국부처리 정규화 과정을 거치면서 색도분포는 균일하게 되었고, 영역간 색도변화와 에지 상태는 이동창의 크기에 따라 조정되었다.

결국 정규화처리의 국부적 특성은 국부확률통계처리의 지엽적 효과를 보여주는 일면이다. 그 효과는 비록 미리 정해진 평균이나 표준편차를 알고리즘에서 제외한다 하더라도 현재 화소 색도와 이동창의 색도 평균과의 차이만으로도 현재고려중인화소의 이동창에서의 위치를 제시한다. 이렇게 되면 주변 화소들과의 인접성(neighborhood)이 정량적으로 평가되고, 이들만의 새로운 영상데이터가 형성된다. 정규화 작업은 이렇게 얻은 결과와 국부평균과의 차이를 국부표준편차로 나누는 과정으로 국부평균과의 상대적 위치를 현재고려중인 화소에 반영한다. 이 때 처리과정에서 현재 색도의 인접성이 국부표준편차와 함께 연동함으로 정규화를 완성한

다. 이와 같은 국부통계치만의 개선된 정규화기법은 종전의 전처리뿐만 아니라 영상의 명암대비(contrast) 조정에도 기여할 수 있음을 의료영상분야 적용 연구를 통해 입증하였다^[4]. 또한 국부 정규화 특성을 응용하여 국부표준편차를 이동창에서 구하지 않고 다수의 파라미터로 임의 지정하여 영상합성과 평활필터(smooth filter)와 함께 명암대비를 조정하는 방법이 고안되기도 하였다^[7].

그러나 종전의 정규화 기법 연구들은 전처리 과정이나 단순한 명암대비 조정에 한정하였다. 국부정규화처리가 통계처리를 근간으로 하는 효과적인 인접성을 지니고 있음에도 불구하고 잡음제거나 영역분할 특성에 대해서는 소홀하였다. 본 연구에서는 국부통계치의 상호 연동과 인접성에 근거하여 국부정규화기법에 내재된 영역분할 구도를 고찰한다. 영역들이 구획과 색도차로 분할되어 있는 원영상에 잡음이 혼입되어 있는 경우, 잡음으로 파생된 훼손을 효과적으로 제거하고 영역 본래 형태로 복원하는 문제를 구조적인 측면에서 접근한다. 이 때 인접성은 기하학적 구도와 함께 전체적인 영역분할 골격을 유지한 채 국부 구간에서 상대적으로 평가되고 잡음 역시 그 맥락에서 처리된다. 종래의 LNP 기법과 새로 고안되는 알고리즘에서 영역분할 구도가 설명되며 파라미터 설정과 조정을 통해 영역 재형성의 양상을 고찰한다.

II. 국부정규화기법의 영역특성

디지털영상 X가 공간좌표 (i, j) 에서, $(i=1,2,\dots, n_1, j=1,2,\dots, n_2)$ n (개)의 화소($n = n_1 \times n_2$)로 구성되고 화소 x_{ij} , $(X=\{x_{ij}\})$ 의 색도가 $g_{ij}, (0 \leq g_{ij} \leq 255)$ 이다. 영상 $X = \bigcup_p R_p$, (R_p 는 영역, $p=1,2,\dots$) 이고, 원영상에서는 $\bigcap_p R_p = \emptyset$ 이 성립한다. 원영상 u_{ij} 에 대하여 X는 식 (1)과 같이 잡음 n_{ij} 가 섞인 관측영상이다.

$$x_{ij} = u_{ij} + n_{ij} \tag{1}$$

이 때 관측영상은 $\bigcap_p R_p \neq \emptyset$ 이 되어 영역 사이에 색도혼재가 존재하고, n_{ij} 은 각 영역에서 균일분포이다.

2차 공간 (i, j) 에서 현재고려중인화소 x_{ij} 를 중심으로 화소개수 k , 색도분포 $g_w = \{g_l\}, (l=1,2,\dots,k)$ 인 이동창 w_k 를 구성한다. 이동창을 전체 화소 (i, j) 에 순차적으로 적용하면서 이동창에서 식 (2)과 (3)와 같은 통계

치를 산출한다.

$$\mu_w = \text{mean}(g_w) = \frac{1}{k} \sum_l g_l \quad (2)$$

$$\sigma_w = \left[\frac{1}{k} \sum_l (g_l - \mu_w)^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

여기서 μ_w 는 국부평균(local mean)이고 σ_w 는 국부표준편차(local standard deviation)이다.

각각의 이동창은 자신이 진행하고 있는 구역이나 영역의 화소들에 관한 실시간 정보를 담고 있기 때문에 이 과정에서 얻은 통계치들은 그들 화소 상호간의 유사성과 차별성 및 분포상태를 나타낸다.

국부정규화적 접근은 국부통계처리기법의 일환으로 고안되었다. 이동창에서 산출한 국부평균 μ_w 와 국부표준편차 σ_w 를 사용하여 다음의 기법들에서 보는 바와 같이 현재고려증인화소를 정규화하여 색도를 재조정한다.

1. 지정된 평균과 표준편차로의 정규화: 기법 1

L. Hong(1998)에 의해 고안된 이 기법은 미리 평균 μ_0 와 표준편차 σ_0 를 지정하고 이들 값을 중심으로 식 (4)과 같이 정규화처리한다^[6].

$$d_{ij} = \begin{cases} \mu_0 + \sigma_0 \frac{|g_{ij} - \mu_w|}{\sigma_w}, & \text{만약 } g_{ij} > \mu_w \\ \mu_0 - \sigma_0 \frac{|g_{ij} - \mu_w|}{\sigma_w}, & \text{기타} \end{cases} \quad (4)$$

여기서 μ_0 와 σ_0 는 상수이며, d_{ij} 는 재조정된 색도이다.

d_{ij} 는 μ_0 를 중심으로 (+)와 (-)의 좌우분포한다. 분포범위는 σ_0 와 σ_w 의 상대값에 비례한다. $\sigma_0 > \sigma_w$ 이면 범

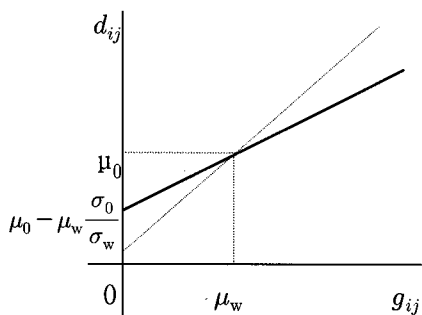


그림 1. 색도변환 그래프
Fig. 1. gray level transfer graph.

위가 증가하고 반대로 $\sigma_0 < \sigma_w$ 이면 범위가 감소한다. $\sigma_0 = \sigma_w$ 이고 $g_{ij} = \mu_w$ 에서는 $d_{ij} = \mu_0$ 이다. μ_w 와 σ_w 에 대하여 입력색도 g_{ij} 와 출력색도 d_{ij} 의 변환은 그림 1과 같다.

그림 1의 그래프는 가로축의 μ_w 와 세로축의 μ_0 를 중심으로 경사도가 σ_0/σ_w 인 직선이다. 입력색도를 변동범위 내에서 선형적으로 변형한다. 직선과 세로축이 만나는 점은 $g_{ij}=0$ 에 대한 출력색도 d_{ij} 가 $\mu_0 - \mu_w \sigma_0/\sigma_w$ 임을 보여준다. 이 때 지정값 μ_0 와 σ_0 에 의해 그림 1의 점선과 같이 경사도가 변하여 출력색도와 그 변동폭을 조정한다.

조건 1: 영상을 구성하는 영역에 진행하는 이동창의 표준편차들의 집합을 Σ_w , 평균의 집합을 M_w 라 할 때, 이들의 분산은 $Var(\Sigma_w) < \delta_1$ 및 $Var(M_w) < \delta_2$, ($\delta_1, \delta_2 \ll 1$) 이다.

조건 1은 영상전체와 영상을 구성하는 각 영역에서 잡음 형태의 균일 분포특성이 보존됨을 의미한다. 이러한 조건은 이동창의 크기가 커질수록 만족되며 표준편차와 평균은 일정 범위 안에서 근사적으로 유사하다.

식 (1)의 영상이 조건 1을 만족하는 경우 정규화에 따른 영역분할 구도를 고찰한다. 영역들의 경계부에 에지가 존재하므로 이동창에 의한 정규화처리는 영역부분과 에지부분으로 나누어진다.

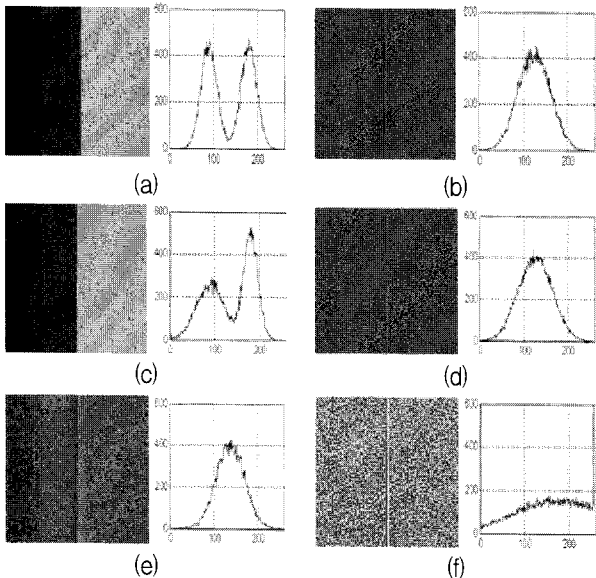
i) 영역에서의 정규화: 조건 1을 충분히 만족할 때, 식 (4)의 $|g_{ij} - \mu_w|$ 는 현재고려증인화소 색도와 이동창 색도평균과의 편차로서 그 변화폭은 σ_w 과 상호 연동한다. 영역의 σ_w 이 크면 $|g_{ij} - \mu_w|$ 의 변동폭도 커지고, 작으면 좁은 분포범위를 가진다. 평균을 중심으로 표준편차와 연동하는 상대값은 영역의 잡음분포나 평균색도에 관계없이 일정하다. 따라서 비록 각 영역의 표준편차와 평균이 서로 다르다 하더라도 그 상대적 연동폭은 일정 범위 안에서 유지된다. 영역특성이나 현재고려증인화소 색도 g_{ij} 과 관계없이 d_{ij} 는 그 변동 상태만을 반영하는 색도를 갖는다.

ii) 에지에서의 정규화: 이동창이 에지부분을 진행하면 그 경로가 영역 사이에 위치하게 되어 μ_w 와 σ_w 는 일정하지 않다. 조건 1을 만족하지 않는다. $|g_{ij} - \mu_w|$ 값이 σ_w 와 상대적으로 연동하지 않는다. 이는 결국

$|g_{ij} - \mu_w| / \sigma_w$ 값이 불규칙하게 되어 앞의 i) 영역에서의 정규화에서 볼 수 있었던 색도 변환과는 다른 양상이 된다. 그리고 그 불규칙 범위는 이동창의 크기가 클수록 늘어난다.

기법 1의 영역분할 구도를 그림 2의 사례연구 결과를 통해 확인한다. 실험 조건은 영역이 2인 회색조 영상에 대하여 각 영역의 가우스잡음 표준편차가 동일한 경우와 서로 다른 경우로 나누었다. 두 경우에서 σ_0 와 이동창 크기 w를 변화시켜 그 결과를 관찰한다. $\mu_0=180$ 로 모든 경우에서 일정하다. 그림 2의 각 결과는 영상과 우측에 해당하는 히스토그램을 보이고 있다. 그림 2(a)와 (c)는 대상영상이고, (b) 및 (d)~(f)는 정규화처리 결과와 그 색도 히스토그램이다

그림 2의 결과에서 영역 사이의 색도 구분이 이동창의 크기나 σ_0 와 무관하게 정규화처리를 통해 하나의 분포로 단일화됨을 볼 수 있다. 이동창의 크기가 커짐에 따라 에지부분의 경계 구역이 커지고 그 특성이 나타나지만, 색도차이에 따른 영역분할에는 실패하고 있다. 색도변환 경사도를 증가해도(그림 (f)) 색도의 양극단 분포가 증가할 뿐 영역분할 실패는 마찬가지이다.



| | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| (a) 두 영역의 표준편차 동일 | (b) 그림(a)의 정규화, w=5, $\sigma_0=5$ |
| (c) 두 영역의 표준편차 상이 | (d) 그림(c)의 정규화 결과 |
| (e) 그림(a)의 정규화, w=21, $\sigma_0=5$ | (f) 그림(a)의 정규화, w=5, $\sigma_0=100$ |

그림 2 기법 1에 의한 정규화처리
Fig. 2. Normalization process by method 1.

2. 상대적 정규화: 기법 2

이동창에서 현재고려중인화소의 색도 위치는 식 (5)와 같이 국부평균과의 색도차에 의한다.

$$c_{ij} = g_{ij} - \mu_w \tag{5}$$

여기서 c_{ij} 는 양 또는 음의 값을 가지며 공간좌표 (i,j)에서 $\{c_{ij}\}$ 는 (-)에서 (+) 범위의 분포를 갖고 식 (6)이 성립한다.

$$\sum_{i,j} c_{ij} = 0 \tag{6}$$

출력색도는 평균 0을 중심으로 좌우 분포한다. 또한 영상의 각 영역에서도 조건 1을 만족하면 이러한 특성은 보존된다. 다음 그림 3은 두 영역에 대하여 표준편차가 서로 다른 경우 영역의 색도변환 개념도를 보이고 있다. 식 (5)의 함수는 그림에서 선형함수 f_1, f_2 로 표기되어 있고 가로축에서 영역A와 영역B의 입력색도 평균이 세로축 0 (---)으로 귀속한다.

그림 3에서 영역 사이의 분포 차이가 식 (5)의 과정을 거치면서 동일평균을 갖는 분포차이로 변환됨을 알 수 있다. 영역분할이 분포범위에 의존한다. 그림 2(a)와 같이 표준편차가 동일한 경우에는 분포특성차에 의한 영역분할 구도가 형성되지 않는다.

이동창에 의한 국부처리에서 해당 국부구역의 주파수 상태는 화소군(畫素群)의 표준편차에 의존한다^[1]. 저주파 구역은 고주파 구역에 비해 상대적으로 낮은 표준편차값을 보인다. 이동창의 표준편차 σ_w 가 크면 색도분포폭이 증가하여 고주파성분이 많은 것으로 인식하고 반대로 작으면 저주파 구역으로 간주한다. 영역분할을 요구하는 텍스트영상에서는 영역과 에지의 주파수 특성이 저 및 고주파로 양분되므로 σ_w 는 구역 판별 요소로

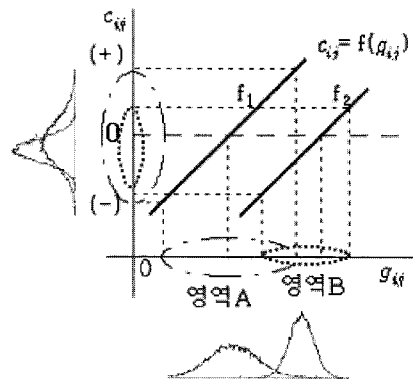


그림 3. 색도변환 개념도
Fig. 3. Idea graph for gray level transfer.

유용하다. 따라서 일반적인 정규화처리는 식 (5)에 σ_w 를 적용한다.

$$d_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sigma_w} \quad (7)$$

식 (7)은 각 이동창에서 현재고려중인화소와 그 주변화소군과의 통계적 상관관계에 의해 출력색도 d_{ij} 의 값을 산출한다. 식 (5)와 (7)에서 볼 수 있듯이 d_{ij} 또한 평균치 0 을 중심으로 (-)에서 (+) 범위의 분포를 갖는다. σ_w 의 크기는 이동창에서 집합 $\{d_{ij}\}$ 의 분포 상태를 결정한다. d_{ij} 를 영상으로 구현하기 위해서 $\min(d_{ij})=0$ 및 $\max(d_{ij})=1$ 의 전 색도 범위로 정규화처리한다. 이 때 정규화시킨 영상의 색도 평균은 0.5(회색조 128)이다.

만약 영상이 조건 1을 만족하지 않고 이동창 적용에 따른 화소수 증감에 의해 국부평균과 국부표준편차들이 균일하지 않은 경우 그들 값들로 연속부합함수 μ_c 와 σ_c 를 발생시켜 식 (8)과 같이 식 (7)을 개선하여 사용하기도 한다^[4].

$$c'_{ij} = (c_{ij} - \mu_c) / \sigma_c \quad (8)$$

그러나 여기서 식 (7)이나 식 (8)은 기법 1의 식 (4)와 기본적 골격이 동일하다. 현재고려중인화소와 국부평균과의 편차를 해당 분포특성으로 조정하고 있다. 따라서 주파수에 의한 선택적 색도분포 차이를 보여 에지와 영역을 구분할 수는 있으나 근본적으로 영역 자체의 분할은 기법 1의 사례연구결과 그림 2의 경우에서 보는 바와 같이 어렵다.

이와 같은 접근에 주파수 특성을 보다 강화하기 위해 식 (7)의 σ_w 를 식 (9)과 같이 조정할 수 있음을 제안한다.

$$d'_{ij} = \frac{c_{ij}}{(\sigma_w)^\gamma}, \quad \gamma \geq 0 \quad (9)$$

여기서 d'_{ij} 는 출력색도이고 γ 는 c_{ij} 에 대한 이동창 분포상태(표준편차)의 상대적 영향력을 조정하는 가변인자(adjustable parameter)이다. $\gamma=1$ 에서는 일반적인 정규화 동작을 하고, $\gamma < 1$ 일 때 c_{ij} 에 대한 d'_{ij} 의 상대적 증가에 따른 정규화 정도를 변화시킨다.

또한 국부표준편차의 이러한 성질을 응용하여 그 값을 이동창에서 산출하지 않고 적응국부처리시 아예 설

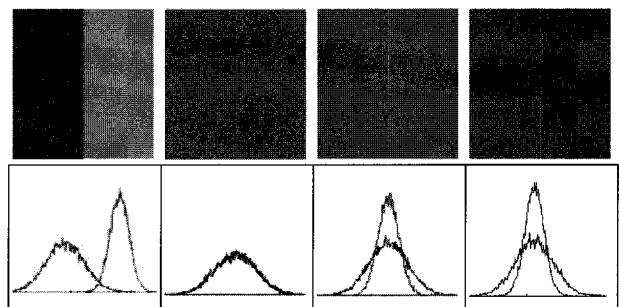
계자에 의해 주어지는 파라미터 설정하여 조정하는 기법이 있다^[7]. 영상의 시각인지 성향에 따라 여러 개의 국부표준편차 파라미터를 채택하기도 하고 평활기(smoother) 등의 여타 알고리즘들과 조합하여 사용하기도 하지만 기본적인 접근 방법은 앞의 기법들과 동일하다.

III. 영역기반 국부정규화처리

제 II장 1 절과 2 절에서 제시하고 있는 기법들은 주파수적 구획처리에는 효과가 있으나 잡음 제거나 영역 분할에는 한계가 있었다. 정규화 작업에 의해 영역을 차별적으로 분리하고 잡음을 제거하기 위해서는 정규화 처리 결과 데이터와 원영상과의 상관관계를 규명해야한다. 이를 위해 본 연구에서 제시한 식 (9)의 국부정규화 처리를 활용한다. 식 (9)는 γ 를 조정인자로 σ_w 값을 변화시킨다. g_{ij} , μ_w , σ_w 및 이동창 크기가 일정할 때 식 (9)는 $d'_{ij} = a_1 / b_1^\gamma$, (a_1, b_1 : 상수, $a_1 = g_{ij} - \mu_w$, $b_1 = \sigma_w$)가 되어 변수 γ 에 의해 출력색도 d'_{ij} 가 지수함수적으로 변한다. 그림 4의 사례연구결과를 통해 그 영향을 살펴본다. 결과 그림의 아래 부분은 영역별 색도 히스토그램이다.

그림 4에서 γ 가 감소할수록 잡음제거에는 별 영향이 없으나 영역분할이 개선되고 있음을 알 수 있다. 그림 3에서 고찰한 바와 같이 정규화에 따른 영역간 표준편차 차이에 의한 영역분할 구도가 형성된다.

조건 2: 영상 $X = \bigcup_p R_p$ 에서 $R_a = \{R_i\}, (i=1,2,\dots, q)$, $R_b = \{R_j\}, (j=q+1, \dots, p)$, $X = R_a \cup R_b$, $R_a \cap R_b \neq \emptyset$ 이 성립하고 $\text{mean}(R_a)$ 와 $\text{mean}(R_b)$ 는 색도 0.5(회색조 128)을 중심으로 구분된다.



(a) 대상영상 (b) $\gamma=1$ (c) $\gamma=0.1$ (d) $\gamma=0.01$

그림 4. γ 에 따른 영향

Fig. 4. γ effect.

조건 2는 잡음유입으로 인하여 영상을 구성하는 여러 영역들 사이에 색도혼재가 존재하나 색도 0.5를 중심으로 영역 색도평균치들의 양분이 가능한 경우이다.

식 (9)에 의해 처리된 결과를 $\min(\tilde{d}_{ij})=0$ 및 $\max(\tilde{d}_{ij})=1$ 의 전 색도 범위로 정규화하여 \tilde{d}_{ij} 를 얻는다. \tilde{d}_{ij} 는 색도 0.5를 평균으로 좌우분포하며 공간좌표 (i, j)에서 현재고려중인화소의 분포특성을 보존한 채 그 국부적 상대값에 위치한다. 또한 그림 4에 보는 바와 같이 γ 를 조정함으로 대상영상 속에 내재된 영역의 잡음 성향을 재연한다.

조건 2를 만족하는 대상영상(식 (1))을 영역에 대하여 정리한다.

$$x_{ij} = xa_{ij} + xb_{ij} \quad (10)$$

여기서 $xa_{ij} = ua_{ij} + na_{ij}$, $xb_{ij} = ub_{ij} + nb_{ij}$ 이고 $R_a = \{ua_{ij} + na_{ij}\}$, $R_b = \{ub_{ij} + nb_{ij}\}$ 이다. ua_{ij} 와 ub_{ij} 는 원영상으로서 상수이며 na_{ij} 와 nb_{ij} 는 각각 영역 R_a 와 R_b 의 잡음이다.

R_a 와 R_b 및 $\{\tilde{d}_{ij}\}$ 의 관계를 그림 5의 개념도에 보았다. \tilde{d}_{ij} 데이터가 색도 0.5(회색조 128)를 평균으로 R_a 와 R_b 사이에 각 영역에서 서로 다른 양상으로 그 성향을 추적하고 있다.

영역 R_a 에서는 확률 $P(x_{ij} - \tilde{d}_{ij} < 0) = \beta_1$ 영역 R_b 에서는 확률 $P(x_{ij} - \tilde{d}_{ij} > 0) = \beta_2$, ($\beta_1, \beta_2 \cong 1$)이다.

\tilde{d}_{ij} 의 이러한 특성을 고려하여 식 (11)과 같이 처리한다.

$$m_{ij} = x_{ij} - \tilde{d}_{ij} \quad (11)$$

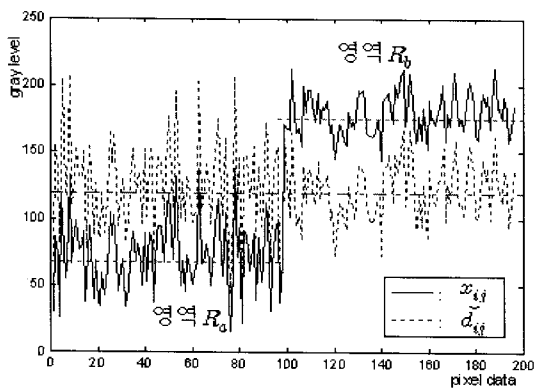


그림 5. x_{ij} 와 \tilde{d}_{ij} .

Fig. 5. x_{ij} and \tilde{d}_{ij} .

여기서 조건 2와 같이 $\text{mean}(R_a) < 0.5$ 이고 $\text{mean}(R_b) \geq 0.5$ 라고 할 때, m_{ij} 는 영역별로 산출된다.

$$xa_{ij} - \tilde{d}_{ij} = (ua_{ij} + na_{ij}) - (0.5 + \tilde{da}_{ij}) \quad (12)$$

$$xb_{ij} - \tilde{d}_{ij} = (ub_{ij} + nb_{ij}) - (0.5 + \tilde{db}_{ij}) \quad (13)$$

여기서 \tilde{da}_{ij} 와 \tilde{db}_{ij} 는 각각 영역 R_a 와 R_b 에서 \tilde{d}_{ij} 의 성분이다.

식 (12)와 (13)에서 $(ua_{ij} - 0.5) < 0$, 확률 $P(na_{ij} - \tilde{da}_{ij} < 0) = \beta_3$ 이고 $(ub_{ij} - 0.5) > 0$, 확률 $P(nb_{ij} - \tilde{db}_{ij} > 0) = \beta_4$, ($\beta_3, \beta_4 \cong 1$)이 성립하여 영역 R_a 에서는 논리적으로 "0", 영역 R_b 는 "1"로 처리할 수 있다. 그 결과 두 영역 사이에는 이진영상(binary image)으로의 영역분할이 발생한다. 그리고 이 기법을 "영역기반 국부정규화처리(region based local normalization process, RLNP)"라 명한다.

IV. 실험 및 고찰

제안된 방법의 성능 평가를 위하여 다음 몇 가지 실험을 실시한다. 그림 6은 표준편차가 서로 다른 두 영역의 영상을 LNP와 RLNP 기법으로 처리한 결과이다. 이동창 크기 $w=5$ 이다.

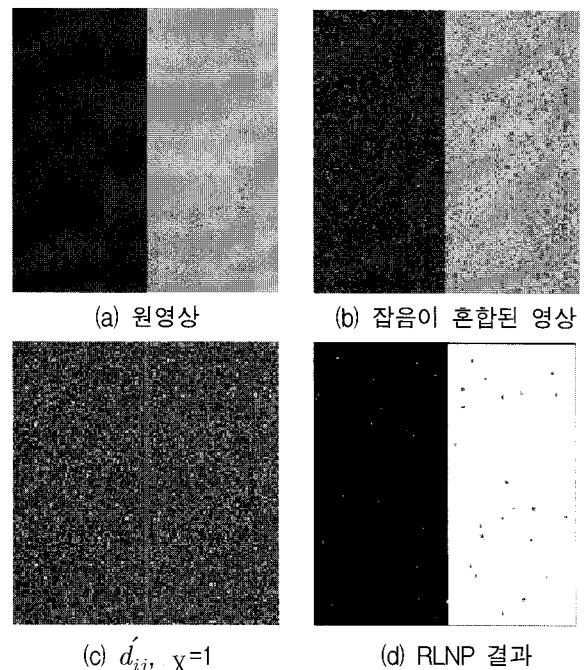


그림 6. RLNP 결과(영역 개수 2)

Fig. 6. RLNP result(2 region).

고찰: 잡음이 대부분 제거되었으며 종래의 국부정규화에 따른 에지의 함몰이 정상으로 복원되는 동시에 이진 영상으로 영역분할이 발생하였다.

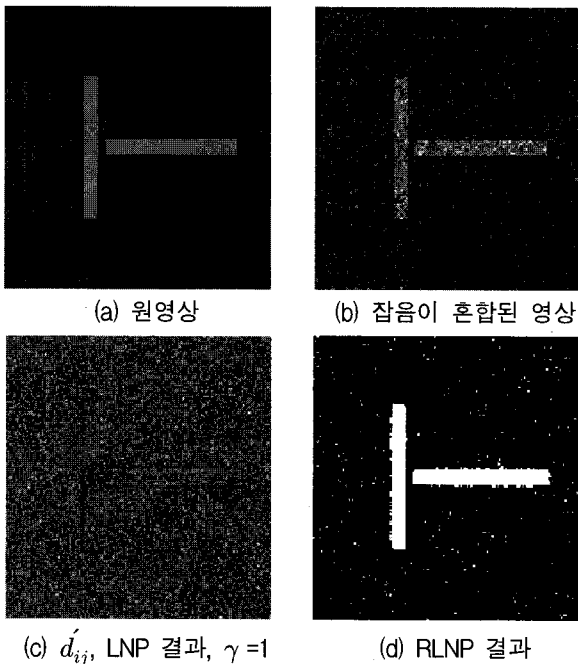


그림 7. RLNP 결과(미소영역)
Fig. 7. RLNP result(small region).

그림 7은 상대적으로 미소한 영역들에 대한 실험 결과이다(w=5). 영상 전체에 걸쳐 잡음의 표준편차는 동일하다. 이 실험은 텍스트영상의 잡음제거 및 문자추출과 관련이 있다.

고찰: 이진영상으로 영역분할을 통해 미소영역이 복원되었다.

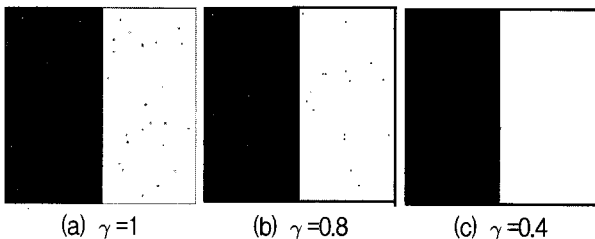


그림 8. RLNP의 γ 변화 효과
Fig. 8. γ effect of RLNP.

그림 8은 그림 6(b) 영상을 대상으로 γ 를 조정하여 실험 결과이다(w=5).

고찰: γ 의 감소에 따라 잡음제거 효과가 상승한다.

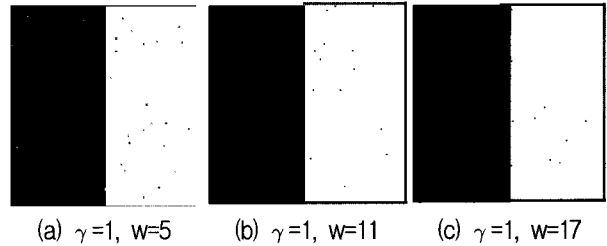


그림 9. 이동창 크기 변화 효과
Fig. 9. Window size effect.

그림 9는 이동창 크기변화에 따른 RLNP의 영역분할과 잡음제거특성을 실험한 결과이다.

고찰: 이동창의 크기가 커질수록 잡음제거 효과가 증대한다.

V. 결 론

영역기반 영상의 국부정규화처리에 관한 영역분할 구도를 고찰하였다. 정규화적 접근은 이동창에서 산출되는 국부평균과 국부표준편차의 관계를 활용하여 입출력 색도를 변환한다. 처리과정에서 영역의 구도는 보존되나 영상 전체에서 출력데이터는 평균치 0을 중심으로 분포한다. 국부표준편차 값 변동은 영역색도 표준편차의 변화를 일으켜 그에 따른 영역분할 특성을 제공한다. 영역들이 색도 0.5를 중심을 좌우에 평균치를 갖는 경우 정규화 처리된 데이터는 영상데이터의 중간에 위치하면서 잡음 성향을 추적한다. 이러한 특성과 표준편차 크기에 따른 영역분할 구도에 근거하여 관측영상에서 정규화처리 데이터를 제거하였다. 그 결과, 논리 "0"과 "1"의 영역분할 이진영상 구현이 가능하였다. 이 때 국부표준편차 관련 파라미터 γ 와 이동창의 크기는 그 효과를 증대시키는 중요한 인자이다. 그리고 실험결과는 이들 인자 조정에 따른 영역기반국부정규화처리기법의 영역분할 성능을 보였다.

참 고 문 헌

[1] S. C. Pei and C. N. Lin, "Image normalization for pattern recognition," *Image Vision Comput.*, vol. 13, no. 10, pp. 711 - 723, Dec. 1995.
[2] D. Shen and H. H. S. Ip, "Generalized affine invariant image normalization," *IEEE Trans. Pattern Anal. and Mach. Intell.*, Vol. 19, no. 5, pp. 431-440, May 1997.

[3] C. W. Tang and H. M. Hang, "A feature-based robust digital image watermarking scheme," IEEE Trans. Signal Processing, Vol. 51, no. 4, pp. 950-959, Apr. 2003.

[4] W. J. H. Veldkamp and N. Karssemeijer, "Normalization of local contrast in mammograms," IEEE Trans. Medical Imaging, Vol. 19, no. 7, pp. 731 - 738, July 2000.

[5] B. G. Kim and D. J. Park, "Adaptive image normalization based on block processing for enhancement of fingerprint image," IEEE Electronics Letters, Vol. 38, no. 14, pp. 696-698, July 2002

[6] L. Hong, Y. Wan and A. Jaw, "Fingerprint images enhancement algorithm and performance evaluation," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., Vo. 20, no. 8, pp. 777-789, Aug. 1998.

[7] <http://bigwww.epfl.ch/demo/jlocalnormalization/index.html>

저 자 소 개



황 중 원(학생회원)
 2006년 2월 경인교육대학교
 교육학사
 2006년 3월~현재 숭실대학교
 대학원 미디어학과,
 석사과정
 <주관심분야: 컴퓨터비전처리, 알
 고리즘개발, 교육미디어>



황 재 호(정회원)
 1982년 2월 아주대학교
 전자공학과 공학사
 1986년 2월 서울대학교
 전기공학과 공학석사
 1994년 2월 서울대학교
 전기공학과 공학박사
 1982년~1992년 전력연구원 부장대리
 1992년~현재 한밭대학교 전자공학과 교수
 <주관심분야: 영상신호처리, 비전, DSP, 멀티미디어>