

〈主 題〉

멀티미디어 신호처리에서의 고화질 영상 통신

박규태 · 김인겸

(연세대학교 전자공학과)

□ 차 례 □

- | | |
|-----------------------|----------------|
| I. 서 론 | IV. 실험 및 결과 고찰 |
| II. 영상통신을 위한 영역 분류 기법 | V. 결 론 |
| III. 영역 분류를 이용한 잡음제거 | |

I. 서 론

현대 사회에서 정보전달 매개체로 사용하는 여러 도구 가운데서 영상이 차지하는 비율이 계속 높아 가고 있으며 특히 디지털 영상정보는 미래 사회의 가장 중요한 정보전달 매체가 될 것이다. 또한 지난 몇 년 전부터 통신망의 광 대역화와 VLSI 기술의 발달로 영상정보에 대한 사용자의 요구가 증대함에 따라 멀티미디어 시스템 환경에서의 영상통신 필요성이 날로 증대하고 있다.

그러나 사용자들의 요구는 이러한 영상정보의 양적인 증대에 그치지 않고 질적인 면에서도 한층 우수하기를 기대하고 있다. 따라서 영상정보의 다양화를 위한 영상 압축 기법과 아울러 화질 개선을 위한 새로운 기법이 필요하다. 새로운 기법은 크게 두가지로 구분할 수 있는데 첫째는 전처리(preprocessing) 과정을 통하여 적용할 수 있는 기법이고 두번째는 후처리(postprocessing) 과정을 통하여 적용하는 기법이다. 전처리는 영상을 부호화하기 이전에 영상정보의 내용을 재구성함으로써 부호화 효율을 높이는 과정이고, 후처리는 부호화가 모두 끝난 뒤 발생하는 영상내 손실(artifact)를 처리하는 과정이다.

영상정보에 첨가된 잡음을 제거하기 위하여 smoothing 기법과 POCS를 이용한 방법[1]과 함께 반복적인 영상 복원 기법[2]을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 영상은 블록화하여 처리하는 과정에

서 블록간 불연속으로 인하여, 인간 시각에 거부감을 주는 영상결과를 발생시키기도 하는데 이러한 블록현상(blocking effects)을 제거하기 위한 후처리 분야의 연구 또한 활발히 진행되고 있다[3]. 그러나 실질적인 잡음제거나 영상 복원 기법은 단일 기법으로 얻은 결과보다는 복합적인 여러 종류의 기법을 적용한 것이 좋은 결과를 준다.

본 고에서는 이러한 smoothing 기법의 하나로 형태학적 필터링(morphological filtering)을 이용한 영상잡음 제거를 수행하는 전처리 과정에서의 새로운 알고리즘을 제시하였다. 형태학적 필터링은 영상 강조분야에서 가장 널리 알려진 비선형필터로 인식되고 있다[4]. 이것은 수축(erosion), 확장(dilation), opening, closing 등으로 알려져 있다. 형태학적 필터링은 구조요소(structuring element)에 따라 그 결과가 달라지는데 구조요소란 이웃한 화소중에서 어떤 위치에 어떤 동작을 취할 것인지를 결정하는 요소이다[5]. median 필터가 일정 종류의 잡음제거에 우수한 필터로 알려져 있으나 실제적으로 가는(thin) 경계선 성분이 존재하는 영상을 훼손시키는 경우가 발생한다. 형태학적 필터링이 저 수준(low level)에서 고 수준(high level)의 영상처리분야의 문제점을 해결하는데 효율적인 도구로 이용할 수 있다는 Haralick의 형태학적 샘플링 이론[6]이 제시된 이후 많은 분야에서 형태학적 필터링에 관한 연구를 진행하고 있다[7].

Richard 는 scan 영상을 다양한 구조 요소를 적용

한 형태학적 필터링을 이용하여 영상내에 존재하는 scan 잡음을 제거하는 연구를 하였다[8]. Richard 는 영상내에 존재하는 잡음 제거를 위하여 영상전체에 걸쳐 여러 번의 형태학적 필터링을 수행하여 각 단계마다 서로 다른 구조요소와 매개변수의 적용을 통하여 영상 전체를 처리하였다. 그러나 영상은 전체적으로 정적(stationary)인 특성을 가지고 있지 못하므로 영상 전 영역에 동일 필터를 적용하는 경우 영상특성을 반영하지 못할 수도 있으므로 구조요소와 매개변수를 변환하면서 전체 영상에 대한 반복적인 처리기법을 이용하였다. 그러나 영상 전체를 한 번에 처리하는 것은 영상의 비정적인 특성으로 인하여 비효율적이므로 영상 부호화 특성을 반영하면서 정적인 특성을 이용하기 위하여 블록화하여 처리하는 것이 필요하다. 이에 본 고에서는 영상을 블록화하고 각 블록의 영역특성을 분류하여, 분류된 특성에 따라 서로 다른 구조 요소를 적용하여 미세 잡음을 제거한다. 그러나 미세 잡음 제거에 따른 경계선 성분의 손실이 발생하게 되는 데 이러한 경계성분은 형태학적 필터링을 수행한 중간 값을 적용하여 선명한 영상결과를 얻는다.

본 고에서는 영상을 부호화하는 과정에 있어 전처리 과정을 수행함으로써 전체적인 부호화 효율을 높이며 영상의 선명도를 유지할 수 있는 잡음 제거 기법에 관하여 제안한다. 먼저 각 영상의 블록별로 영역 분류를 수행한 후 블록별로 형태학적 필터링을 수행하여 미세 잡음 제거를 수행한다. 그러나 이때 제거된 경계선 영역을 복원해 줌으로써 선명한 원 영상의 형태를 띠면서 부호화 효율은 좋은 결과를 나타낸다.

본 고는 다음과 같이 구성된다. 제 II 장에서는 영역 분류 기법에 관하여 설명하고, 제 III 장에서는 영역 분류된 알고리즘을 이용하여 형태학적 필터링을 통한 전처리 과정에 관하여 자세히 설명한다. 제 IV 장에서는 제안한 알고리즘을 이용한 전처리 과정을 이용한 영상 부호화시 얻는 부호화 효율 향상에 관하여 실험 결과를 얻으며 결과에 대한 고찰을 통하여 제안한 알고리즘을 평가하며, 마지막으로 제 V 장에서는 결론을 통하여 본 고의 끝을 맺는다.

II. 영상 통신을 위한 영역 분류 기법

영상 처리를 목적으로 하는 많은 분야에서 영상처리의 효율성을 위한 전처리 과정으로 영역 분할에 관

한 많은 연구가 있어 왔다. 특히 비전 분야에서는 물체의 경계를 구분하고, 이를 표현하는 것이 영상 구조 인식과정의 중요한 단계로 알려져 있다. 또한 부호화 과정에서의 효율성을 높이기 위해 공간 영역에서의 블록 영역 분류화 기법을 이용한 연구와[9]. 영역 분할 방법을 주파수 영역으로 확장한 연구 결과가 기존의 부호화 방법에 비해 효율이 높은 것으로 알려져 있다.

본 고에서는 영상정보를 효율적으로 전송하기 위하여 각 블록의 특성을 크게 네 가지로 크게 네 가지로 구분한다. 각 블록은 무변화 영역, 수직 영역, 수평 영역, 그리고 중간 영역으로 구분하여 처리한다. 이때 각 블록은 형태학적 필터링을 수행하여 잡음제거를 수행한다. 인간의 시각 체계가 평면 영역에서의 잡음에 민감하며 경계 영역에서의 잡음은 인간의 시각에 크게 영향을 미치지 않기 때문에[10], 무변화 영역과 중간 영역으로 구분한 블록은 구조 요소의 디스크 크기를 크게 하여 처리한다.

1. 영역 특성에 따른 분류 방법

일반적으로 영상 정보에서는 경계선 성분이 존재하는 영역을 중요한 영역으로 인식하지만, 인간시각특성을 보면 인간의 눈은 2차원 저주파 대역 필터 역할을 하기 때문에 경계선 영역에서의 잡음은 인간 시각에 커다란 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있다 [10]. 그러나 경계선 영역의 정보 손실은 영상 정보의 선명도에 커다란 영향을 미치므로 최대한 정보를 보존해야 한다. 본 고에서는 영상내에 존재하는 잡음을 제거하기 위하여 각 블록을 특성에 따라 분류함으로써 좀 더 인간 시각 특성에 충실한 잡음 제거 및 부호화 효율성을 이루도록 하였다. 각 영상은 블록화하여 처리하며 각각의 블록은 변화가 없는 영역, 윤곽선(edge)이 존재하는 경계선 영역, 그리고 중간 영역으로 구분하며 이때 경계 영역은 수직 경계선 영역과 수평 경계선 영역으로 구분하여 분류한다. 그림 1은 영역분할 과정을 도시한 것이다.

각 영역 분할은 블록내 화소간 차의 분산으로 표현하는데 이것은 블록 정보의 변화 에너지를 기준으로 블록 특성을 설정하는 것이다. 각 블록에서의 분산 값을 계산하고 수평축 화소간의 차 분산과 수직축 화소간의 차분산을 기준으로 영역 분류를 수행한다. 전체적으로 분산 값이 T_h 값 이하인 경우와 차분산이 T_x 와 T_y 값 이하인 경우는 변화가 없는 영역으로

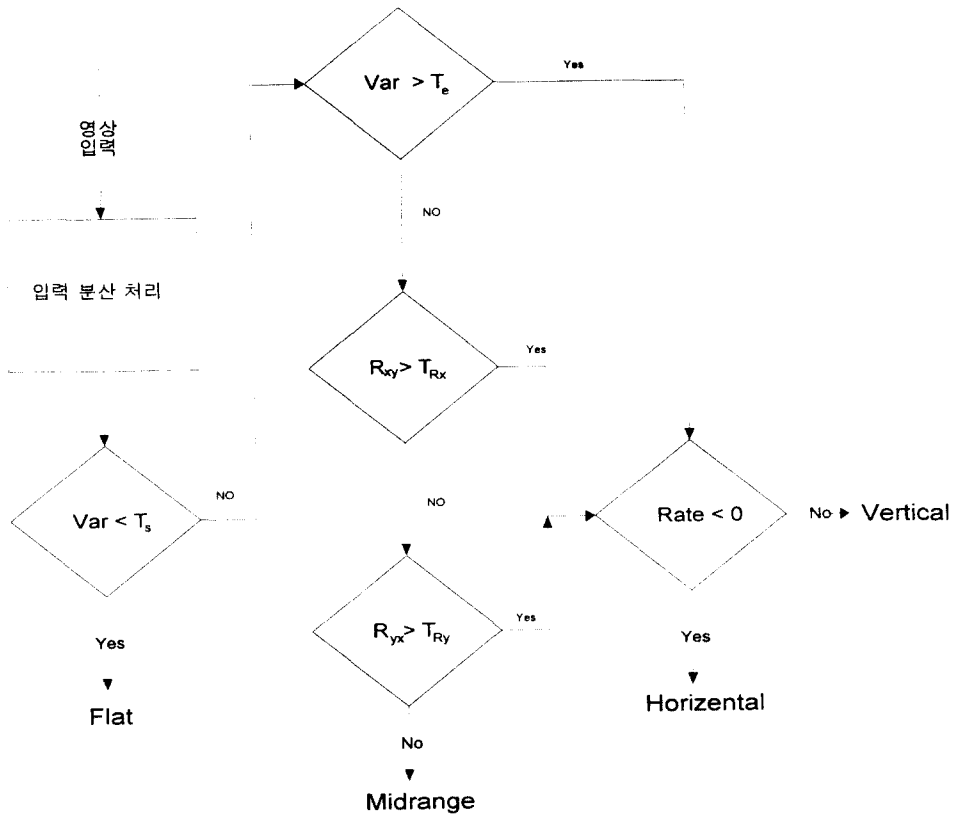


그림 1. 영역분할 블록도

Figure 1. The diagram of the block classification

구분하였으며 또한 차분산의 비율이 정의된 값 이하인 경우에는 무변화 영역으로 정의함으로써 이때의 블록 영역은 블록 정보 내에 존재하는 잡음을 모두 제거할 수 있는 영역으로 보았다.

또한 블록 평균값이 아주 작은 값을 갖는 경우는 인간 시각이 인식을 하지 못하므로 역시 무변화 영역으로 분류하였다. 인간 시각 특성은 무변화 영역에서의 아주 미세한 잡음에도 커다란 영향을 받는 것이 입증되어 있다.

따라서 무변화 영역에서는 아주 미세한 잡음 혹은 아주 작은 휘도 값의 변화일지라도 제거하여 블록 정보를 균일하게 하는 것이 인간이 보기에 좋은 영상으로 인식하게 한다. 다음으로 경계선 영역의 구분은 분산과 수평축 차분산과 수직축 차분산간의 비율로부터 정의를 하였다. 블록 영역의 분산이 T_e 보다 크거나 수평축 차분산과 수직축 차분산의 비율 R_{xy} 가 T_{Rx} 보다 큰 경우 또는 수직축 차분산과 수평축 차분산의 비율 R_{yx} 가 T_{Ry} 인 경우는 경계 영역으로

일단 구분을 두어 처리한다. 위의 조건을 만족하지 않는 모든 경우의 블록은 중간 영역으로 분류하였다. 경계선 영역은 R_{xy} 와 R_{yx} 의 차를 Rate 로 정의하여 Rate 가 0보다 작은 경우 수평 영역으로 구분하고 그 외의 경우는 수직 영역으로 처리하였다. 이때 각 블록 경계선영역에서의 화소 차는 환형을 기준으로 처리하였다.

이렇게 함으로써 시각적으로 잡음이 눈에 띄지 않게 할뿐만 아니라 무변화 영역의 평활화를 이루게 한다. 경계선이 존재하는 영역은 영상의 선명도에 커다란 영향을 미치게 되므로 최대한 보존을 하는 것이 필요하다. 따라서 수직 경계선 영역과 수평 경계선 영역인 경우 디스크 크기를 작게 하여 정보 손실을 최소화한다. 그림 2 는 제안한 분류법을 이용하여 LENA 영상을 각 영역의 특성에 따라 영역별로 분류하여 나타낸 것이다. 그림에서 보이듯이 자연 영상에는 수평 경계선 성분보다 수직 경계선 성분이 더 많이 존재하는 것을 알 수 있다. 또한 중간영역은 경계



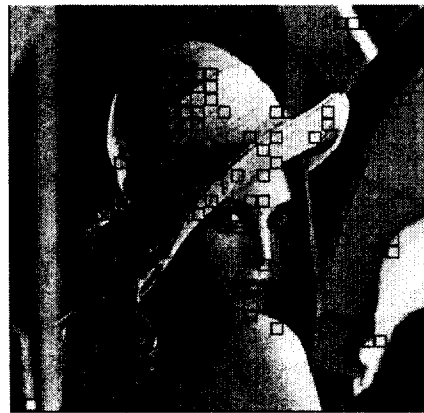
a) 무변화 영역
a) Flat region



b) 수평 경계선 영역
b) Horizontal edge region



c) 수직 경계선 영역
c) Vertical edge region



d) 중간 영역
d) Midrange region

그림 2. 블록 영역 분류법으로 분류한 영상

Figure 2. Classified Image by proposed classification method

선으로 구분 할 수 있는 변화도보다 더 복잡한 형태의 블록이 있다는 사실을 알 수 있다. 인간이 시각적으로 볼 때 확실한 경계선 성분임에도 영상의 명암도 변화만으로 처리하는 영역 분류에 의해 경계선이 존재하는 영역으로 표현되지 못하는 블록들이 중간 영역에 있음을 알 수 있다. 이렇게 중간영역으로 분류된 블록들은 경계선의 방향성분과 결합시킴으로써 Ⅲ 장에서 설명하는 형태학적 필터링시 보정을 받게 된다.

Ⅲ. 영역 분류를 이용한 잡음제거

1. 수리 형태학을 이용한 잡음 제거

형태학적 필터를 이용한 잡음 제거에 관한 연구는 이론적인 면과 실제적인 면을 모두 이용하여 결과 영상을 얻으며 이때 얻어지는 영상 결과는 구조 요소에 따라 크게 달라진다. 본 고에서는 이러한 영상 정보

를 처리하기 위하여 먼저 영상을 각각 블록마다 특성에 따라 구분한다. 각각 특성별로 구분한 블록에 수리형태학적 필터링을 적용하여 영상을 복원하며, 이때 각 블록의 특성에 적합한 구조 요소를 적용하여 필터링 한다.

본 고에서는 인간의 시각 특성을 반영하면서 영상 통신이 용이하도록 영상을 재 편집하기 위하여 반지름 r 의 평판 디스크를 이용하여 형태학적 필터링을 수행하였으며, 이때 블록의 영역 특성이 수평 경계선 영역이나 수직 경계선 영역으로 구분을 한 경우, 영상정보내에 경계선 성분이 존재하는 형태이므로 미세한 경계선을 보호해야 할 필요가 생긴다. 사용하는 구조 요소는 작은 디스크형을 사용하여 형태학적 필터링을 수행하므로 경계선 성분을 보존할 수 있는 복원 영상을 만들고, 블록 특성이 무변화인 경우는 영상정보내에 존재하는 작은 변화에도 인간 시각이 크게 눈에 띄는 특성을 가지고 있는 영역이므로 커다란 원형 디스크의 구조 요소를 사용하여 처리함으로써 블록내의 정보를 균일하게 만들어 준다. 중간 변화 영역을 갖는 블록은 변화가 어느 정도는 있는 영상으로 보고 구조 요소의 디스크 크기를 경계선 영역과 무변화 영역의 중간 크기로 하여 영상을 처리한다. 각각의 블록은 다음의 수행 과정을 거쳐 영상정보 내의 잡음 제거를 수행한다[9].

$$\frac{1}{2} \{((f \cdot g) \cdot g)\} + \frac{1}{2} \{((f \cdot g) \cdot g)\} \quad (1)$$

본 고에서는 각 블록별로 블록 특성에 따른 분류가 가능하므로 무변화 영역, 윤곽선이 존재하는 경계선 영역 그리고 중간영역 각각에 가중치를 달리하여 고주파 성분을 처리함으로써 잡음 증폭의 문제점이 발생하지 않도록 한다. 즉 본 고에서는 제거된 고주파 영상 성분을 얻어내기 위하여 복원된 영상과 수리형태학적 필터링을 거친 영상간의 차 영상을 얻은 후 각 블록 특성에 따라 각 차이에 가중치 값을 가한 후 결과 값을 얻는다. 그러나 차 영상은 근본적으로 경계 영역을 포함함과 더불어 영상 복원시 발생한 잡음을 가지고 있으므로, 차 영상에 opening 과 closing 을 적용한 블록 영상을 결과 영상과 합하여 구한다.

if (Class == Flat)

$$MR(x, y) = \frac{1}{2} \{((f \cdot g_F) \cdot g_F)\} + \frac{1}{2} \{((f \cdot g_F) \cdot g_F)\}$$

이때 g_F 는 크기가 11 인 원형 구조요소이다.

if (Class == Horizontal)

if(Direction == D_1)

$$MR(x, y) = \frac{1}{2} \{((f \cdot g_{RH}) \cdot g_{RH})\} + \frac{1}{2} \{((f \cdot g_{RH}) \cdot g_{RH})\}$$

if(Direction == D_4)

$$MR(x, y) = \frac{1}{2} \{((f \cdot g_{LH}) \cdot g_{LH})\} + \frac{1}{2} \{((f \cdot g_{LH}) \cdot g_{LH})\}$$

else

$$MR(x, y) = \frac{1}{2} \{((f \cdot g_H) \cdot g_H)\} + \frac{1}{2} \{((f \cdot g_H) \cdot g_H)\}$$

위의 수식에서 g_{LH} 와 g_{RH} 는 방향성분을 갖는 크기가 5인 구조요소이다. 수직경계를 갖는 영역은 방향성분이 D_2 와 D_3 를 기준으로 수평영역의 형태학적 필터링과 동일한 과정을 거치며 중간 영역인 경우 크기가 7인 구조요소를 가지고 필터링을 수행한다 [11].

각 영역별로 형태학적 필터링을 수행한 결과 영상은 일정형태를 간직한 것 외에는 전 영역에서 흐려진 영상형태를 볼 수 있다. 이것은 명암도 영상에 적용하는 형태학적 필터링의 결과가 잡음 제거와 함께 영상내 원 정보조차도 제거하는 역할을 수행하기 때문이다. 실제로 형태학적 필터링은 "median root"의 특성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

따라서 형태학적 필터링이 수행된 결과 영상을 가지고서는 각 블록내의 평균값 정도만을 알 수 있는 것이므로 이의 보상이 필요하다. 본 고에서는 이러한 보상 기법으로 원 영상과 필터링된 영상과의 차를 이용하여 각 블록 특성에 따라 차영상을 처리하여 줌으로써 인간 시각에 적합하면서 잡음제거가 가능한 기법을 제시한다. 차영상을 지수화하여 처리하는 연구 결과도 있으나 본 고에서는 실험적인 통계에 의하여 영상을 처리한다.

식(1)의 과정을 통하여 얻어진 결과 영상을 $MR(x,y)$ 이라 하고 원 영상과의 차를 구하여 차 영상의 블록 특성이 무변화 영역인 경우 형태학적 필터링을 취한 결과를 $MD(x,y)$ 라 하면 결과 영상 $R(x,y)$ 를 다음과 같이 구한다.

$$\begin{aligned}
 & \text{if (Class == Flat \&\& Direction == } D_0 \text{)} \\
 & \quad R(x, y) = MR(x, y) + \alpha MD(x, y) \\
 & \text{else if (Class != Flat \&\& Direction == } D_0 \text{)} \\
 & \quad R(x, y) = MR(x, y) + \beta MD(x, y) \\
 & \text{else if (Class == Edge \&\& Direction != } D_0 \text{)} \\
 & \quad R(x, y) = MR(x, y) + \gamma MD(x, y) \\
 & \text{else if (Class == Flat \&\& Direction != } D_0 \text{)} \\
 & \quad R(x, y) = MR(x, y) + \theta MD(x, y) \\
 & \text{else} \\
 & \quad R(x, y) = MR(x, y) + \eta MD(x, y)
 \end{aligned} \tag{2}$$

위에서 D_0 는 [11]에서 보인 α_H, α_V 의 제한 안에 속하지 않는 경우의 블록을 의미한다. 즉 블록의 모든 방향 설정에서 제외된 영역을 의미한다.

식 (2) 에서 수행한 가중치가 D_0 에 의한 기준으로 정한 것은, 앞단의 형태학적 필터링의 경우는 방향성분에 의한 구조요소 설정이 필요하였으나 식 (2) 는 전 영역에 동일한 가중치 값만을 가하면 되기 때문이다. 이때 가중치 결정은 영역분류를 기준으로 행

하여진다. 이때 $\alpha, \beta, \gamma, \theta, \eta$ 는 가중치를 나타낸다. 이때 $R(x,y)$ 는 최종 복원 영상을 나타낸다.

위의 전 과정을 수행한 영상은 인간 시각 특성을 반영하는 영상으로 볼 수 있으나 선명도에 크게 영향을 미치는 경계선 영역에서의 오차가 평탄영역에서의 오차보다 크므로 이의 보정이 필요하다. 경계선 영역에서의 오차 보정 방법은 첫째로 영역 분류를 통하여 경계선 영역으로 분류된 블록에 대해서만 원 영상과 형태학적 필터링 결과와의 블록 영상간 차를 구한다. 이때 구해진 차 영상은 원 영상의 순수한 경계선 영역뿐만 아니라 잡음도 섞여 있는 영상이므로 차 영상에서 잡음을 제거하는 과정이 필요하다. 그러나 순수하게 잡음만을 제거한다는 것은 현실적으로 불가능하다. 다음의 과정을 통하여 잡음 제거와 함께 경계선 영역의 선명도를 최대한 보존한다.

$$ORD(x, y) = OR(x, y) - R(x, y) \tag{3}$$

이때 $ORD(x,y)$ 는 순수 경계선과 잡음을 동시에 가지고 있다. 자연 영상에서 잡음은 아주 미세하게 존재하므로 최대값만을 취하는 경우도 있으나, 형태학적 필터링을 수행한 영상의 중간 값을 이용하여 결과를 취한다.

$$\begin{aligned}
 ORD_{med}(x, y) &= Med\{ORD(x, y) \cdot g, \\
 &ORD(x, y) \cdot g, (ORD(x, y) \cdot g) \cdot g\}
 \end{aligned} \tag{4}$$

위의 수식에서 Med 는 구해진 결과 값 중에서 중간 값을 택한다는 의미이다. 이때의 중간 값은 각 화소점에서의 중간 값을 나타낸다. 형태학적 필터링에서의 opening 과 closing 은 원 영상의 형태를 보존하면서, 영상의 경계부분을 검출할 수 있는 특징을 가지고 있으므로 위의 결과 영상은 영상 자체가 중요한 요소로 인식하는 경계선 영역을 보존시킬 수 있다. 이때 구해진 영상을 형태학적 필터링 결과에 더하여 영상의 선명도를 보존한다.

$$FR(x, y) = R(x, y) + ORD_{med}(x, y) \quad (5)$$

오차에서의 중간값이 구해진 영상은 거의 smoothing 이 존재하지 않으나 심하게 훼손된 영상의 경우 기대 이상의 잡음이 첨가되는 경우가 발생한다. 그러나 본 고에서 제안한 기법은, 인간 시각에는 크게 민감하게 느껴지지 않지만 경계영역에 존재하면서 부호화 효율의 감소를 유발하는 잡음 요소를 제거한다.

IV. 실험 및 결과 고찰

1. 전체 시스템 구조

영상처리분야에서 제시하는 잡음제거 기법은 부호화 과정의 전처리 과정으로 주로 이용되며 본 고에서 제시하는 잡음 제거 기법 역시 부호화 과정의 전처리 과정으로 이용할 수 있다. 본 고에서 실험에 사용한 영상은 영상처리 분야에서 널리 알려진 LENA 영상과 Camera man 영상을 사용한다. 각 영상을 처리하기 위하여 제안한 영역 분류법을 이용하였으며, 분류된 영역 특성을 고려하여 형태학적 필터링을 수행하였다.

무변화 영역 한계 값은 T_s , T_x , 그리고 T_y 를 동일하게 50으로 정의하여 블록 영상을 분류하였으며, 또한 영상이 아주 작은 분산 값과 차분산 값을 가지고 있는 경우라 할지라도 각 차분산의 비율이 4.0보다 작은 값을 갖는 경우에만 무변화 영역으로 정의하였다. 또한 블록 영상의 전체 평균값이 7이하인 경우는 무변화 영역으로 분류하였다. 각 차분산의 T_e 는 1000을 사용하였다. 분산이 T_e 보다 크거나 차분산의 비율 T_{R_x} 가 2.0보다 크거나 T_{R_y} 가 1.5보다 큰 경우에는 경계영역으로 설정하였고 이때 R_{xy} 와 R_{yx} 의 차가 0보다 큰 경우는 수직경계를 갖는 영역으로 0보다 작으면 수평영역으로 분류하였다. 이러한 분류 방법은 Gersho 가 제안한 분류 방법[10]에 비해서 미세한 경계선 영역을 찾아 주는 것을 확인하였다. 이때 R_{xy} 의 비율을 크게 잡은 이유는 일반적인 자연 영상이 수평 성분보다 수직 성분을 더 많이 포함하고 있어서 영상에 분류법을 적용하는 경우 수직경계선 성분의 차분산이 수평 성분의 차분산보다 큰 값을 갖는 현상을 반영한 것이다.

형태학적 필터링시 이용하는 구조 요소의 반지름 r

은 무변화 영역인 경우 11의 크기를 사용하여 무변화 영역에서 발생할 수 있는 미세 잡음을 완전한 평탄영역으로 만든다. 이러한 과정은 인간의 시각체계가 평탄영역에서의 미세한 잡음에 민감하게 반응하는 시각 특성을 반영하기 위한 것이다. 중간 영역으로 분류된 영역은 7의 크기를 갖는 것을 사용하여 블록내의 복잡도를 감소시킨다. 윤곽선이 존재하는 경계 영역으로 분류된 영역은 윤곽선의 정보 손실을 최대한 방지하기 위하여 r 의 크기를 5로 설정하여 실험을 수행하였다. 이때 경계영역으로 분류된 블록은 윤곽선의 방향에 따라 방향 성분을 갖는 구조요소에 의하여 개별적으로 처리를 하여 방향성분을 갖는 윤곽선 영역을 최대한 보존하는 필터링을 수행한다.

최종적인 결과를 얻는 과정에서의 α , β , γ , θ , η 는 각각 0.0, 0.3, 0.8, 0.2, 0.5 로 하여 실험을 하였다. 그림 3은 전체 시스템의 계통도를 보여준다.

일정한 크기의 블록 영상이 입력으로 들어오면 입력 영상을 이용하여 그림 1의 과정을 거쳐 영역을 분류하고, 방향성분 검출 알고리즘[11]을 수행하여 방향성분을 검출한다. 분류한 영역과 방향성분으로부터 형태학적 필터링에 필요한 구조요소를 선정하여 형태학적 필터링을 수행한다. 그러나 형태학적 필터링 결과는 "median root" 의 결과를 제공하기 때문에 이의 처리를 위한 일련의 과정이 필요한데 먼저 미세한 잡음 이외에 경계선 성분 중의 손실된 영역을 보충하는 것이다. 이때의 차영상은 인간시각에 민감한 평탄영역에서의 미세 잡음을 완전히 제거하기 위하여 형태학적 필터링을 한번 더 수행한다. 이 과정에서, 분류된 영역과 방향성분의 특성에 따라 가중치를 달리하여 인간시각에 가장 적합한 영상획득을 구현한다. 이러한 모든 과정은 블록단위로 수행하여 전체 영상을 이루게 된다.

2. 영역 분류 실험

영역 분류는 인간의 시각에 근사한 영역 분류를 목적으로 하나 완벽한 영역 분류는 어렵다. 그러나 본 고에서는 흐려진 영상내의 경계선 성분을 찾아내어 최대한 경계선 성분을 보존하는 것을 목적으로 하므로, 제안한 영역 분류는 인간 시각에 가장 근사한 경계 성분을 찾아내는 것을 목적으로 하여 구분을 하였다. 이러한 영역분류 방법의 결과는 형태학적 필터링을 수행하는 경우 중요한 요소로 작용하며 그 결과 또한 인간시각에 민감한 부분을 최대한 보존하면서

영상 정보내의 선명도를 결정하는 경계선 정보를 보존하는 것을 알 수 있다. 그림 4, 그림 5, 그림 6은 Gersho 의 영역분류법과 제안한 영역분류법을 통하여

경계선 영역을 구한 결과를 보여준다. 원 영상에서 경계선으로 느끼는 부분을 제안한 방법이 경계선으로 처리하는 것을 알 수 있다.

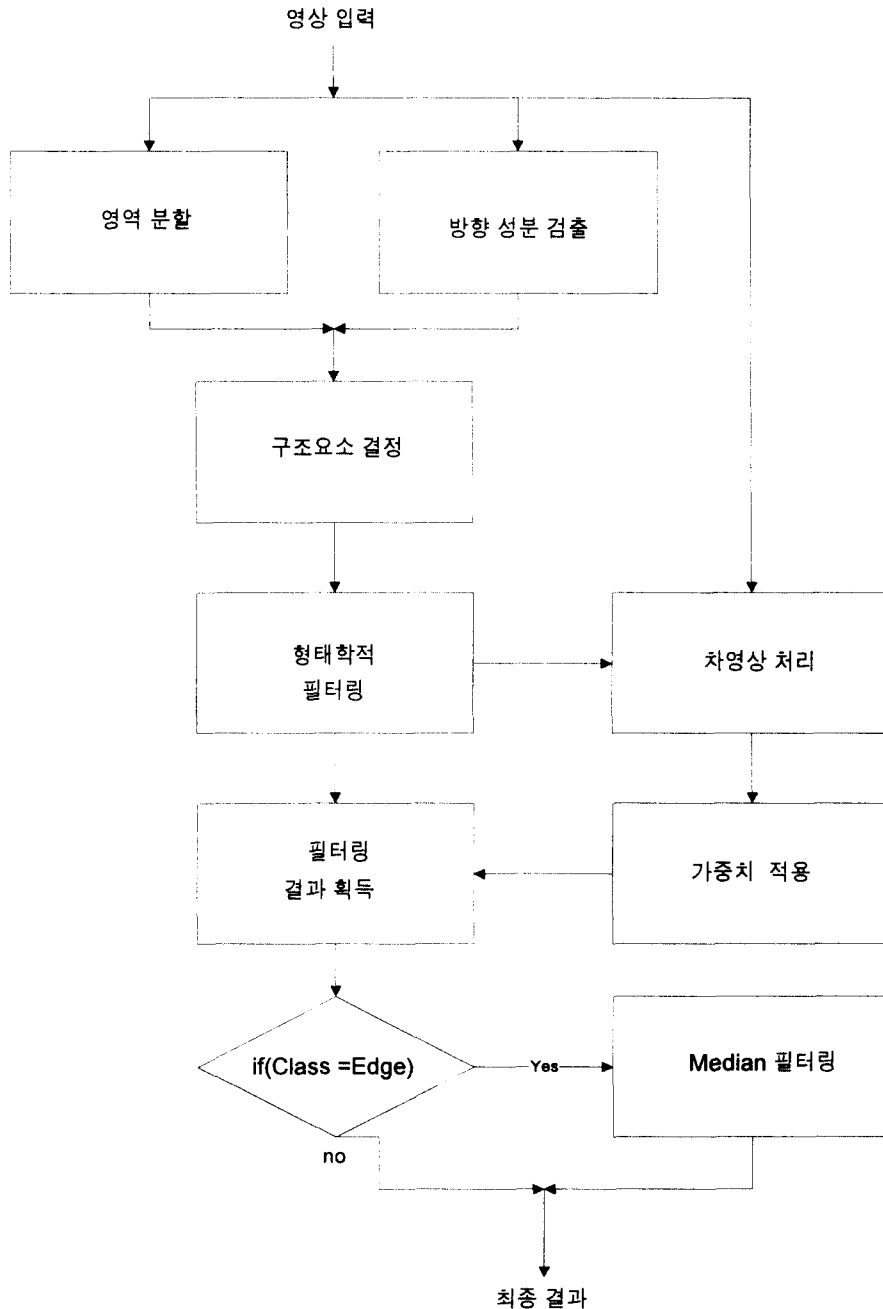


그림 3. 전체 시스템 계통도

Figure 3. The block diagram of the total system



그림 4. Camera man 원 영상
Figure 4. original image

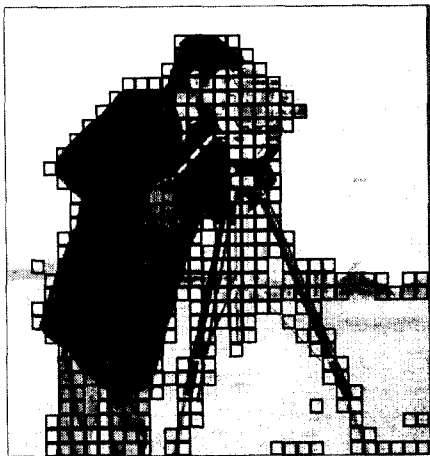


그림 5. Gersho의 경계선 분류 결과
Figure 5. The result of edges by Gersho's

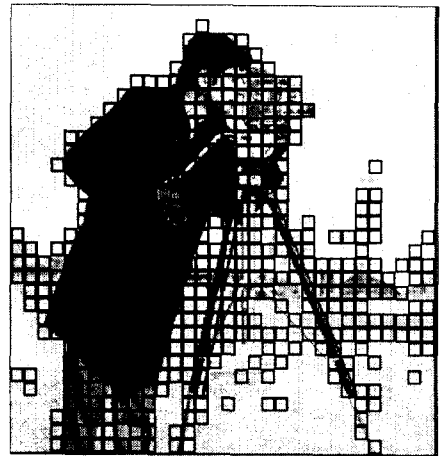


그림 6. 제안한 경계선 분류 결과
Figure 6. The result of edges by the proposed method

3. 부호화 효율 실험

그림 7 은 Camera man 영상의 카메라 부분을 확대하여 처리된 영상의 선명도가 경계선 지역에서 유지되고 있음을 보여주는 결과 그림이다. 그림에서 보

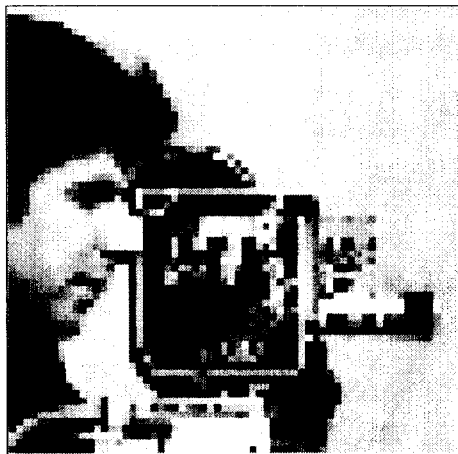
듯이 카메라의 선과 카메라를 잡은 손의 모양에서 제안한 영역분류법과 새로운 형태학적 필터링 알고리즘을 적용한 영상이 원 영상과 차이를 느끼지 못할 만큼 선명도를 유지하고 있음을 알 수 있다.



(a) 원 영상



(b) median 필터링 결과



(c) 제안한 결과

그림 7. 결과 영상간의 비교

Figure 7. The comparison of the result image

- a) The original image
- b) The result of median filtering
- c) The result by the proposed method

표 1. 표준 영상의 부호화 결과 (단위 : bits)

Table 1. The result of JPEG coding for standard image (unit : bits)

영상 \ 필터링방법	원 영상		median 필터링		제안한 방법	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
LENA	25.798	34.014	48.411	31.281	34.157	32.7960
Camera man	56.747	30.591	176.261	25.669	70.877	29.626

표 1은 LENA 원 영상과 Camera man 원 영상에 3x3 median 필터링을 수행한 영상 결과와 본 고에서 제안한 영역분류방법과 형태학적 필터링을 수행한 영상에 JPEG 부호화기를 거친 후의 부호화 효율 결과이다. Camera man의 경우, 그림 8에서의 선명도와 부호화한 결과에서의 발생 bit 량을 보면 제안한 기법의 부호화 효율을 알 수 있다.

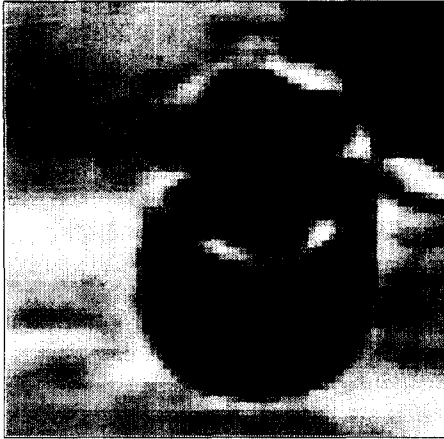
표 2에서 보이는 연구 결과는 JPEG 부호화를 수행한 경우 원 영상과 비교하여 얼마나 부호화 효율이 얼마나 좋아졌는가를 보여준다. 표 2에서 Camera man 영상의 복잡도가 LENA 영상보다 더한 것을 알 수 있다. 동일한 조건하에서 원 영상 부호화를 수행

한 경우 Camera man 영상의 MSE 가 LENA 에 비하여 약 2배 정도 크게 발생한 것이 보인다. 복잡한 영상일수록 가는 경계선 성분이 많이 존재하는 것으로 간주할 수 있는데 이러한 특성 때문에 부호화시 많은 bit 발생이 생기고 PSNR 측면에서 보면 결과가 LENA에 비하여 더 낮은 것을 알 수 있다. Camera man 영상의 경우 제안한 방법에 의해 만들어진 결과 영상을 부호화한 결과를 보면 median 필터링된 영상과는 비교가 되지 않을 정도의 부호화 효율을 보여주고 있다. PSNR 측면에서 보더라도 원 영상과의 차이가 거의 발생하지 않는 것을 알 수 있다.

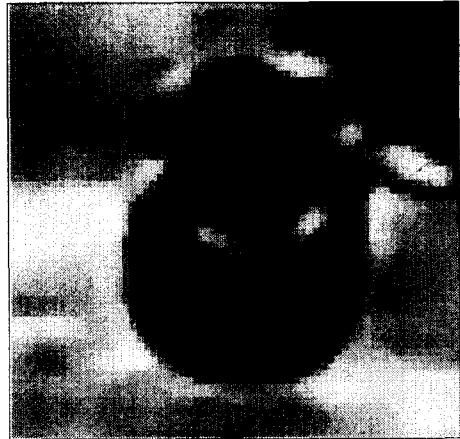
표 2. 영상의 부호화 결과 (PSNR 단위 : dB)

Table 2. The result of JPEG coding (PSNR unit : dB)

영상 \ 필터링방법	원 영상		median 필터링		제안한 방법	
	MSE	PSNR	MSE	PSNR	MSE	PSNR
LENA	25.798	34.014	48.411	31.281	34.157	32.7960
Camera man	56.747	30.591	176.261	25.669	70.877	29.626



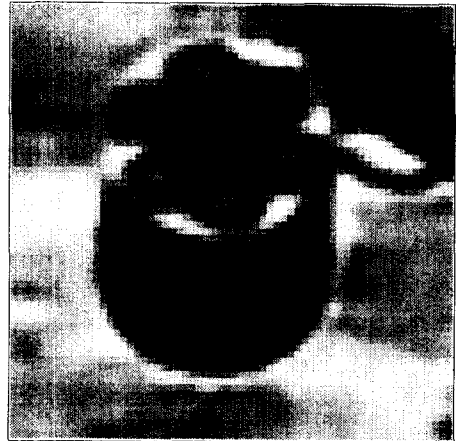
(a) 원 영상
(a) original image



(b) median 필터링 결과
(b) The result of median filtering



(c) Gersho's 필터링
(c) Gersho's filtering



(d) 제안한 방법
(d) The proposed method

그림 8. 결과 영상간의 비교

Figure 8. The comparison between the result imag

그림 8 은 포신 영상을 확대한 것이다. 제안한 방법에 의한 결과 영상은 원 영상의 선명도를 그대로 간직하고 있음을 알 수 있다. Gersho 의 분류법에 의한 결과 영상은 제안한 필터링과 동일한 과정을 거친 영상임에도 제안한 영상보다 경계선 부근의 선명도가 떨어지는 것은 Gersho 의 분류방법으로는 왼쪽 가운데 위 부분의 영역을 경계영역으로 인식하지 못하기

때문이다. 제안한 영역 분류에 의하면 수평방향 경계 성분이 존재하는 것으로 판단하나 Gersho 방법으로는 중간 영역으로 판별함으로써 제안한 처리과정과 동일한 과정을 수행하여도 결과 영상의 선명도가 떨어진 것이다.

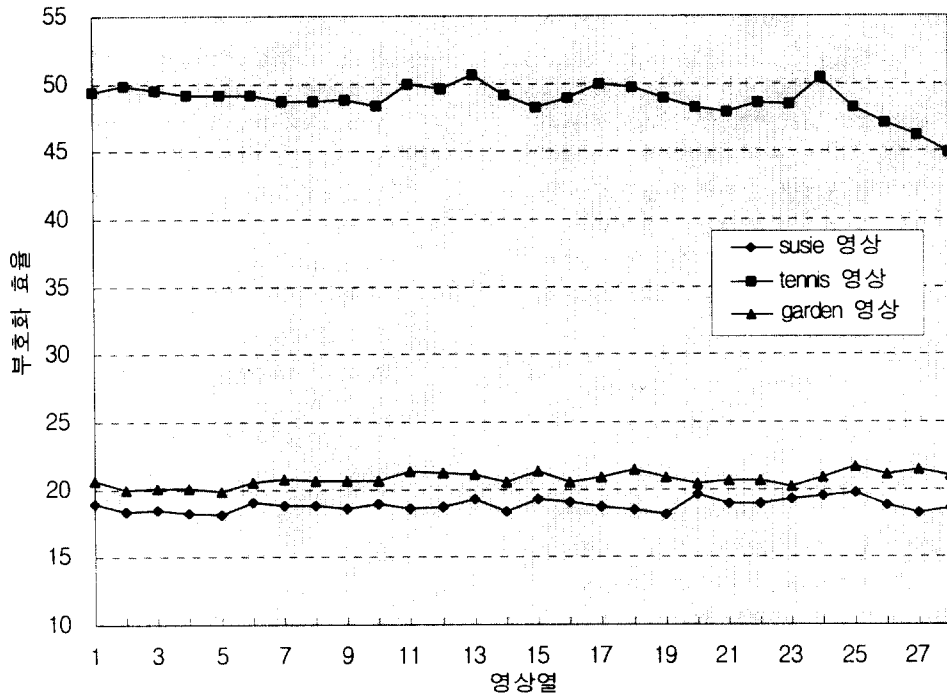


그림 9. 각 영상의 부호화 효율

Figure 9. The performance of image sequences

실험 결과에서 효율이 낮은 영상의 경우는 경계선 성분이 많은 영상으로 눈으로 보기에 복잡하면서 흐려짐이 존재하는 영상들이었다. 배경 영역의 많은 부분이 무변화 영역으로 분류된 경우에 가장 커다란 부호화 효율을 나타내었다. 특히 Tennis 영상의 경우 Table 과 배경화면이 균일한 분포를 갖는 영상으로 구분되어 있어서 효율 면에서 약 50% 근방에서 모두 부호화 효율을 나타내었다. Garden 영상은 전체적으로 복잡한 구조를 띤 영상이나 전체적으로 약 20% 대의 부호화 효율을 나타내는 것을 볼 수 있다. 또한 결과 영상을 보면 시각적인 면에서 결코 원 영상에 비하여 손색이 없는 영상이라는 것을 알 수 있다.

형태학적 필터링 수행시 첨가해 주는 경계선 성분 영역의 가중치에 따라 부호화 효율에 커다란 변화를 주는 것을 확인하였으며 본 고에서는 Camera man 영상을 기준으로 형태학적 필터링을 수행한 결과 영상이 인간 시각이 인지하는 미세한 경계선 영역까지 그대로 유지하는 때의 가중치 값들을 실험에 적용하였다. 따라서 배경 영역이 복잡한 경우와 배경 영역에 흐릿하면서도 다양한 변화가 있는 경우에는 median 필터링을 수행한 경우의 영상보다 눈에 띄는

질감을 느낄 수가 있다. 이러한 현상은 심한 경우 인간이 보기에 눈에 띄는 잡음까지도 살려내는 경우가 발생하는 것을 확인하였으나 부호화 효율에 커다란 영향을 미치지 않았으며 실질적으로는 질감 표현을 위하여 미세한 경계선 성분을 살려 두는 것이 필요하다는 것을 알 수 있다.

V. 결 론

본 고에서는 블록으로 구분한 영역의 특성을 분류하여 형태학적 필터링을 적용함으로써 부호화시 발생하는 artifact를 줄이고 발생 비트량을 줄이는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 영상은 비정적(non-stationary)인 특성을 가지고 있으므로 블록화하여 영상을 처리함으로써 정적인 특성을 어느 정도 반영할 수 있다. 이미 표준화가 결정된 영상부호화 기법은 모두 블록 기반 부호화를 채택하고 있다. 본 고에서는 이러한 블록 기반 영상처리에 적용하기 위한 전처리 과정을 연구함으로써, 영상 통신이 절대적으로 필요하게 될 멀티미디어 신호처리 시스템에 적용할 때

부호화 효율면에서 우수한 성능을 나타낼 수 있을 것으로 기대된다.

최종단의 이용자 입장에서는 저렴하면서 선명한 영상정보를 제공하는 것을 요구하게 될 것으로 기대되며, 이때 멀티미디어 시스템을 지원하게 될 유료화된 망을 이용하여 디지털 영상을 전송하는 경우 고화질 영상을 제공하면서 저 전송율로 정보를 전송하는 작업이 매우 중요한 요소로 등장할 것이다. 본 고에서 제안한 영상통신을 위한 전처리 기법은 매우 유용하게 이용될 것으로 기대된다.

참고 문헌

[1] Dante C. Youla, "Generalized Image Restoration by the Method of Alternating Orthogonal Projections", IEEE Tran. CAS, vol. CAS-25, no. 9, pp. 694-702, Sep. 1973.

[2] A.K.Katsaggelos," Iterative image restoration algorithms," Optical Engineering, vol.28 No.7, pp 735-748, July 1989.

[3] Jonathan K. Su and Russell M. Mersereau, "Post-processing for artifact reduction in JPEG-compressed images", ICASSP-95, vol. 4, pp. 2363-2366, May 1995.

[4] Huifang Sun, and Wilson Kwok, "Concealment of Damaged Block Transform Coded Images Using Projections onto Convex Sets", IEEE Trans. Image Processing., vol. 4, no. 4, pp. 470-477, April 1995.

[5] Charles R. Giardina and Edward R. Dougherty, Morphological Methods in Image and Signal Processing, Prentice-Hall, 1988.

[6] Robert M.Haralick, Xinhua Zhuang, Charlotte LIN, and James S.J. Lee, "The Digital Morphological Sampling Theorem," IEEE Trans. ASSP, vol. 37, no. 12, pp. 2067-2090, December 1989.

[7] S.Fejes and F.Vajda, " An Efficient Implementation Technique of Adaptive Morphological Operations," Mathematical Morphology and Its Applications to Image Processing, Kluwer Academic Publishers, pp. 273-280. 1994.

[8] R.A. Peters, II, "A New Algorithm for Image Noise Reduction Using mathematical Morphology", IEEE Trans. Image Processing, vol.4, No.5, pp.554-568, May 1995.

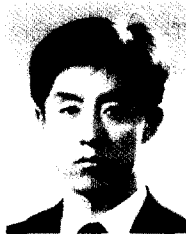
[9] B. Ramamurthi and A. Gersho, "Nonlinear Space-Variant Postprocessing of Block Coded Images," IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 34, no. 5, pp. 1258-1267, Oct. 1986.

[10] Lim Jae Soo, Two-Dimensional Signal And Image Processing, Prentice-Hall, 1990.

[11] 김 대우, " POCS 이론에 의한 블록현상 제거에 관한 연구," 석사학위 논문, 연세대학교 대학원, 2월, 1997.

박 규 태

-
- 1957년 : 연세대학교 전기공학과 졸업
 - 1964년 : 영국 London University 공학석사
 - 1969년 : 영국 Southampton University 공학박사
 - 1964년~67년 : 영국 General Electric Co. 연구원
 - 1988년~92년 : 연세대학교 공과대학장
 - 1969년~현재 : 연세대학교 교수



김 인 결

-
- 1990년 : 연세대학교 전자공학과 졸업
 - 1992년 8월 : 연세대학교 전자공학과 공학석사
 - 1997년 8월 : 연세대학교 전자공학과 공학박사
 - 1996년~현재 : 안양전문대학 전임강사