

論文95-32B-1-11

블록화 현상 제거를 위한 반복임계저역여파기

(Iterative Thresholded Lowpass Filter for Blocking Effect Removal)

金相昊*, 丁海默*, 李炳旭*, 張圭煥*, 劉時龍*

(Sangho Kim, Haemook Jung, Byunguk Lee, Kyuwhan Jang, and Shiryong Yu)

요약

본 논문에서는 화상의 중요한 정보인 윤곽과 미세부를 보존하면서 눈에 거슬리는 블록화현상을 제거하는 새로운 후처리 방법을 제시한다. 제시된 반복임계저역여파기는 근본적으로 저역여파기로서 반복횟수, 임계값 및 통과대역폭의 3가지 변수에 의존한다. 임계값은 반복횟수에 상관없이 최후 여파출력이 최초 입력화소값과 벌어질 수 있는 최대의 차이이다. 이 제한은 반복임계저역여파기가 블록화현상을 제거하면서 원화상의 윤곽과 미세부를 보존하도록 해준다. 또다른 두개의 변수인 반복횟수와 통과대역폭은 반복임계저역여파기의 수렴속도를 결정한다. 본 논문에서는 또한 반복임계저역여파기를 기초로 하는 몇가지의 적응적인 신호처리 방법을 제시하고 이를 모의실험으로 확인한다.

Abstract

In this paper, we propose a postprocessing method that neatly removes blocking effect but retains visually important image details and edges. The iterative thresholded lowpass filter is basically a low pass filter whose output depends on three variable elements, i.e. iteration number, threshold value and passband width. The threshold value restricts the difference between the output of the proposed filter and the original input independent of the iteration number. With this property, the iterative thresholded lowpass filter can retain most of the image details while smoothing the block boundaries. The other two variable elements, i.e. iteration number and passband width, can determine the convergence speed of the proposed filter. In this paper, we also propose several adaptive filtering techniques based on the iterative thresholded lowpass filter with their simulation results.

I. 서론

* 正會員, 大字電子 映像研究所
(Team-2, Video Research Center, Daewoo Elec. Co. Ltd.)
接受日字: 1994年 7月 7日

디지털 영상 부호화는 많은 응용분야와 다양한 신호 처리 기법을 사용할 수 있다는 점에서 현재 HDTV를 비롯한 여러가지 분야에서 이용되고 있다. 디지털 영상 부호화의 목적은 한정된 채널용량 내에서 가능한 뛰어난

난 화질의 영상을 전송 혹은 저장하는 것으로 현재 JPEG^[1]이나 MPEG^[2] 등에서 표준화 작업이 이미 이루어 졌거나 활발히 진행중인 분야이기도 하다.

아날로그 데이터 전송에 비해서 비록 많은 장점을 가지고 있기는 하지만, 디지털 영상 부호화에서도 해결해야 할 문제들이 많이 있다. 디지털 영상 부호화에서 가장 큰 문제점들 중의 하나는 양자화 잡음으로 인하여 발생하는, 블록의 경계가 눈에 띄는 블록화현상(Blocking effect)^[3]이다.

블록화현상은 디지털 화상을 다수개의 블록으로 분할하여 변환 부호화(Transform coding)를 행할 때에 주로 나타나는 것으로, 인접한 블록간의 미세한 밝기 차이때문에 블록간의 경계가 눈에 띄는 현상을 말한다. 블록화현상은 특히 저율 부호화(Low bitrate coding)에서 많이 나타나는데, 압축률이 높으면 높을수록 그 정도가 심해져서 다른 어떤 잡음보다도 눈에 거슬리게 된다.

기존의 블록화현상 제거 방법들 중 가장 기본적인 것은 블록화현상이 가로와 세로 방향으로 높은 주파수를 발생시킨다는 것을 감안하여 2차원 저역여파(Low Pass Filtering)를 해주는 것이다.^[3,4] 저역여파는 블록화현상을 줄여 주기는 하지만, 그 부작용으로 영상의 미세부나 윤곽을 흐리게 하는 단점이 있다. 또한 한번의 저역여파로는 블록화현상의 제거가 미흡한 점이 있다. 블록화현상을 충분히 제거하기 위해서는 주파수 대역이 무척 좁은 여파기로 저역여파를 하거나, 반복적인 저역여파^[5]를 하는 것이지만, 이 경우에 앞에서 말했듯이 화상의 미세부와 윤곽의 둔화는 점점 심화되어 간다. 화질의 보존과 블록화현상의 제거는 흔히 교환관계(Trade off)로 인식되고 있다.

본 논문에서는 화질의 저하가 거의 없게 블록화현상을 제거하는 한 가지 방법을 제시하고자 한다. 다음의 II장에서는 본 논문이 제시하는 후처리 여파기의 특성을 설명하고, III장에서는 II장의 여파기를 바탕으로 적응적인 신호처리를 하는 여러가지 방안을 소개하고 있으며, 모의실험 결과를 제 IV장에 제시한다. 그리고, V장에서는 결론과 앞으로의 연구및 응용분야를 밝히도록 하겠다.

II. 반복임계저역여파기(Iterative thresholded lowpass filter)

본 논문에서는 블록화현상을 충분히 제거하기 위해 반복적인 저역여파(Low pass filtering)를 사용한다. 또한 반복적인 저역여파가 화질을 흐리는 것을 방지하

기 위해 임계값의 개념을 도입하였다. 본 논문에서 제시하는 반복임계저역여파기(Iterative thresholded lowpass filter)의 수식은 다음과 같다.

$$out^0 [i, j] = in [i, j]$$

$$out^t [i, j] = \begin{cases} LPF(out^{t-1} [i, j]) & \text{if } |LPF(out^{t-1} [i, j]) - out^0 [i, j]| < Thr \\ out^0 [i, j] + Thr & \text{if } |LPF(out^{t-1} [i, j]) - out^0 [i, j]| \geq Thr \\ out^0 [i, j] - Thr & \text{if } |LPF(out^{t-1} [i, j]) - out^0 [i, j]| \leq -Thr \end{cases} \quad (1)$$

여기에서 in(i,j)는 후처리전의 블록화현상이 있는 화상이고, LPF(.)는 저역여파기이다. 따라서, out^t [i, j] 는 out⁰ [i, j] , 즉 in(i,j)를 t번 반복임계저역여파한 결과이다.

수식 (1)을 보면 쉽게 알 수 있듯이, 반복임계저역여파기는 반복횟수 t, 임계값 Thr, 저역여파기 LPF(.)의 세가지 요소에 의해 그 특성이 결정된다. 이들 요소가 변할 때마다 반복임계저역여파기는 조금씩 다른 특성을 가지고 있어서, 우리는 반복임계저역여파기를 매우 유연성 있게 설계할 수 있다.

첫번째 요소인 임계값 Thr은 반복임계저역여파기가 원화상의 윤곽을 흐리게 하는 것을 막아 주는 역할을 한다. 수식 (1)을 보면 알 수 있듯이, 반복임계저역여파기의 출력은 반복횟수 t에 상관 없이 최초 입력 in(i,j)와 최대 Thr 값의 차이밖에 생길 수 없다. 이 성질은 저역여파 처리가 블록화현상을 제거하면서 화상의 윤곽과 미세부를 흐리게 하는 것을 방지해 준다. 그림 1은 이러한 반복임계저역여파기의 성질을 잘 나타내는 예이다.

그림 1의 (a)는 처리를 하기 전의 원신호이고, (b)와 (c)는 각각 반복적인 저역여파와 반복임계저역여파의 결과이다. 그림 1의 (a)에서 <a>와번 구조는 윤곽과 미세부를 모델링한 것이고, <g>번 구조는 블록화현상을 모델링하기 위한 것이다. 반복적인 저역여파의 결과는, 그림 1의 (b)에서 볼 수 있듯이, 블록화현상을 잘 제거할 수 있지만 윤곽과 미세부를 점점 문드러지게 하여 반복횟수가 늘어날 수록 심한 신호의 왜곡이 따르게 된다. 그러나, 그림 1의 (c)의 반복임계저역여파의 결과를 보면 <g>번 구조의 블록화현상을 제거하면서도 원신호의 윤곽과 미세부를 충실하게 보존하고 있다는 것을 알 수 있다.

임계값 Thr의 선택은 원신호의 충실도 보존에 중요한 역할을 한다. 임계값이 크면 블록화현상의 제거는 잘 되겠지만 원신호의 윤곽과 미세부가 흐려지게 된다. 예를 들어, 임계값이 무한대인 경우는 반복임계저역여파의 결과와 반복적인 저역여파의 결과가 일치하게 된다. 반면에, 임계값이 너무 작으면 원신호를 충실히 보존할

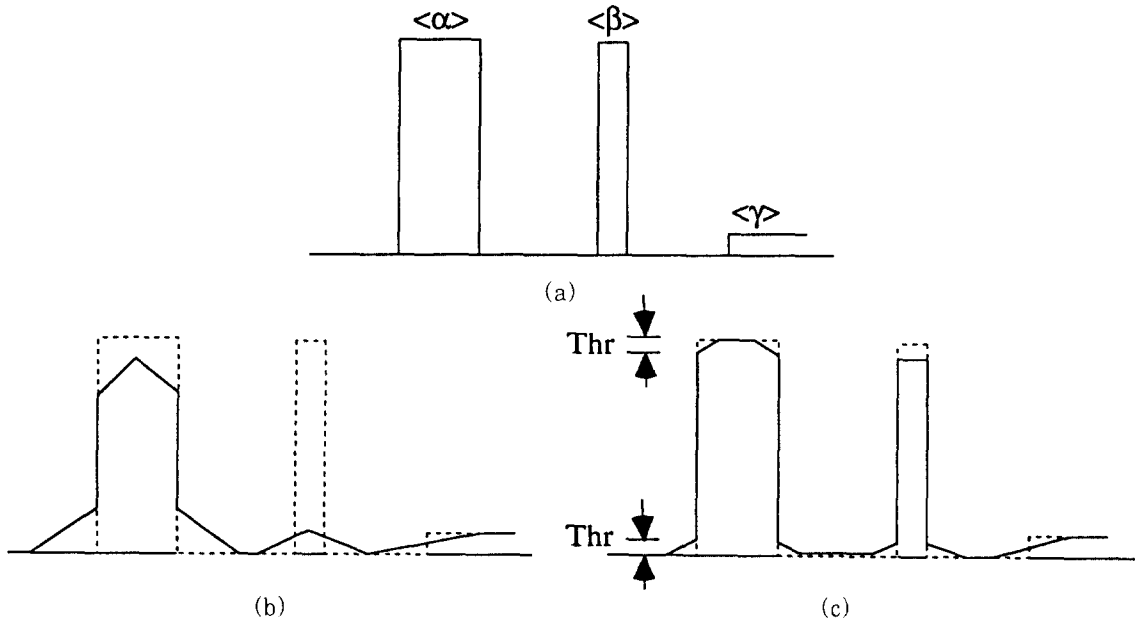


그림 1. 1차원 신호의 여파 출력

- (a) 원래의 신호, (b) 반복적인 저역여파
- (c) 반복임계저역여파

Fig. 1. The outputs of one-dimensional signal filtering, (a)original signal, (b)output of iterative lowpass filtering, (c)output of iterative thresholded lowpass filtering

수 있지만 블록화현상의 제거가 불충분하게 된다. 예를 들어, 임계값이 0일 때에는 반복임계저역여파의 출력은 원신호와 완전히 일치한다. 따라서, 임계값 Thr 은 원신호의 보존 측면과 블록화현상의 제거 측면에서 모두 만족스런 효과를 얻는 적당한 값을 선택해야 한다. 즉, 임계값은 화상의 미세부나 윤곽이 임계값만큼 변해도 눈에 띠지 않을 정도로 작은 값이어야 하며, 블록화현상으로 생기는 블록간의 경계차 보다는 큰 값으로 선택하여야 한다.

예를 들어, 256 레벨 화상이 디지털 부호화/복호화된 경우에 적당한 임계값을 추정해 보자. 복호화된 화상에서 보이는 블록화현상은 인접한 블록 경계간의 미세한 밝기 차이 때문에 발생하는 것이므로, 결국 DC 계수의 양자화 오차가 블록화현상을 일으키는 주요한 원인이라고 생각할 수 있다. 이 때, 만일 프레임 내 부호화(Intra coding)의 DC 계수의 양자화 스텝사이즈로 8을 사용하였다면, DC 계수의 양자화 오차는 $-4 \sim 4$ 의 범위가 될 것이다. 따라서 블록 경계들 간의 밝기의 절대차는 $0 \sim 8$ 의 범위가 될 것이라고 가정할 수 있다. 그러므로, 양자화 잡음을 균일분포(Uniform distribution)로 가정할 때, 블록 경계들 사이의 평균적인 밝기의 차는 4라고 가정할 수 있다. 임계값은 블록간의 경계차 보다는 큰 값을 선택해야 하므로 4이상

의 적당한 값을 선택하면 된다. 컴퓨터 모의실험을 통한 주관적 화질평가에 따르면 4~8 사이의 값이 좋은 결과를 낳는 것으로 나타났다.

임계값이 원화상의 구조를 지켜주는 요소인데 반하여, 반복임계저역여파기의 또다른 2가지 요소인 저역여파기와 반복횟수는 블록화현상을 얼마나 효과적으로 빠르게 제거할 수 있는지를 결정하는 요소이다. 다음의 그림 2는 3×3 2차원 저역여파기의 예를 보여주고 있다.

0.0000	0.1250	0.0000	0.0625	0.1250	0.0625
0.1250	0.5000	0.1250	0.1250	0.2500	0.1250
0.0000	0.1250	0.0000	0.0625	0.1250	0.0625

(a)

(b)

그림 2. 3×3 2차원 저역여파기의 예

Fig. 2. Examples of 3×3 2-dimensional lowpass filter.

그림 2의 (a)와 (b)는 각각 다른 특성을 갖는 저역여파기들이다. (a)의 여파기의 주파수 통과대역이 (b)의 여파기에 비해서 좀 더 넓은 특성을 갖는다. 이것은 (b)의 여파기를 사용한 결과가 (a)의 여파기를 사용한 결과에 비해서 더욱 신호를 둔화시킨다는 것을 의미한다. 따라서, (b)의 여파기는 (a)의 여파기에 비해서 블록화현상을 더 빠르게 제거한다. 그러나, (a)의 여파

기는 (b)의 여파기에 비해서 원화상의 윤곽과 미세부를 더 잘 보존해 주는 장점이 있다.

반복횟수는 같은 화상에 대해 몇 번의 반복임계저역여파가 이루어지는 가를 나타내는 횟수로서, 반복횟수가 많으면 많을수록 블록화현상을 완전히 제거할 수 있지만, 원화상의 구조를 더 흐리게 하고, 한 장의 화상을 처리하는 데 걸리는 시간과 계산량을 늘어나게 한다.

위의 설명을 보면 알 수 있듯이, 저역여파기의 통과대역폭과 반복횟수는 반복임계저역여파기의 특성을 결정하는 데 있어서 서로 상반성을 가지고 있으므로, 서로 묶어서 조정하는 것이 합당하다. 즉, 저역여파기의 통과대역폭이 좁으면 반복횟수를 적게해도 원하는 정도의 블록화현상 제거를 달성할 수 있으며, 저역여파기의 통과대역폭이 넓으면 반복횟수를 늘여서 원하는 정도의 블록화현상의 제거를 달성할 수 있다. 참고로, 반복임계저역여파기를 하드웨어로 구현할 때는 빠른 속도가 요구되므로 적은 반복횟수와 좁은 통과대역폭이 더 유리할 것으로 생각한다.

반복임계저역여파기의 3가지 요소는 원화상의 보존과 블록화현상의 제거 목적을 모두 만족할 수 있도록 조절해야 하는데, 이 두가지의 목적은 서로 상반된 점이 있기 때문에 응용분야에 따라서 3가지 요소를 적절히 조정하는 것이 중요하다. 요컨대, 전송하려는 화상의 정보량에 비해 전송 채널의 용량이 충분하다면 블록화현상이 많이 발생하지 않을 것이기 때문에, 작은 임계값과 넓은 통과대역폭 및 적은 반복횟수를 선택하여 원화상의 구조를 보존하는 것이 중요하다. 또한, 정보량에 비해 적은 용량의 전송 채널일 때에는 블록화현상이 심하게 발생할 것으로 예상되기 때문에 좁은 대역폭과 충분한 반복횟수를 가진 반복임계저역여파기를 사용하는 것이 좋다.

III. 적응적인 반복임계저역여파

1. 블록 경계위치 정보를 이용한 적응화

블록화현상은 화상을 다수개의 블록으로 분할하여 변환부호화(Transform coding)를 행하였을 때에 주로 발생하는 것으로서 블록의 분할 위치는 수신단에도 알려져 있는 것으로 간주할 수 있다. 그러므로, 우리는 화상에서 블록화현상이 발생하는 위치를 알고 있는 셈이 되어, 블록화현상이 발생하는 블록의 경계부에서만 중점적으로 후처리를 행하는 적응적인 후처리 방법을 사용하여 후처리로 인한 화상정보의 손실을 방지할 수 있다.

반복임계저역여파기는 반복횟수를 제외한 임계값과

저역여파기의 통과대역폭을 조정하므로써 윤곽보존과 잡음제거 능력을 조절할 수 있다. 따라서, 적응적인 신호처리 방법에 의하면 블록의 경계인가 아닌가에 따라서 임계값을 조정하는 방법과 저역여파기의 통과대역폭을 조정하는 방법이 있을 수 있다.

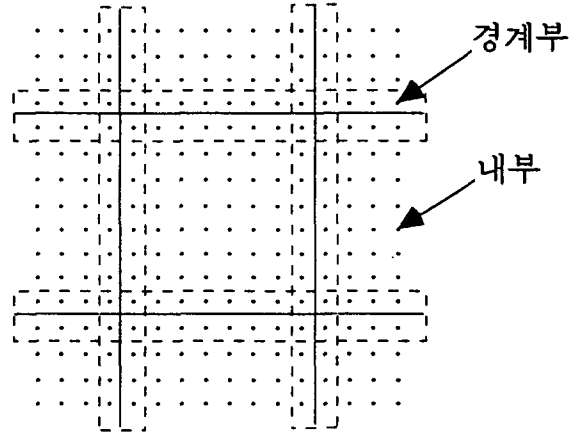


그림 3. 블록의 내부와 경계부의 정의
Fig. 3. The definition of block boundary and inner region.

먼저 임계값 조정의 경우를 살펴보면, 앞에서 설명한 바와 같이, 임계값이 크면 블록화현상을 빨리 제거할 수 있고 임계값이 작으면 윤곽보존 능력이 커지므로, 블록의 경계에서는 임계값을 키워서 블록화현상을 효과적으로 제거하도록 하고 경계부가 아닌 곳에서는 임계값을 낮춰서 가능한 많은 화상 정보를 보존하도록 한다. 블록의 경계부가 아닌 곳에서는 임계값을 0으로 조정하여 아예 후처리를 하지 않는 방법도 사용할 수 있지만, 블록의 경계부에서 사용하는 임계값과 경계가 아닌 곳에서 사용하는 임계값에 너무 차이가 있으면 후처리로 인한 인공잡음(Artifact)이 발생하는 부작용이 우려되기 때문에 임계값을 너무 급격하게 조정하는 것은 좋지 않다. III장에서와 같이 직류계수 양자화 스텝사이즈로 8을 사용하는 경우에 블록 내부는 2, 블록의 경계에서는 4정도의 임계값을 사용하는 것이 타당한 것으로 생각된다. 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\begin{cases}
 out_n^0[i, j] = \\
 \begin{cases}
 LPF(out_n^{l-1}[i, j]) & \text{if } |LPF(out_n^{l-1}[i, j]) - out_n^0[i, j]| < Thr_n \\
 out_n^0[i, j] + Thr_n & \text{if } |LPF(out_n^{l-1}[i, j]) - out_n^0[i, j]| \geq Thr_n \\
 out_n^0[i, j] - Thr_n & \text{if } |LPF(out_n^{l-1}[i, j]) - out_n^0[i, j]| - Thr_n
 \end{cases}
 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases}
 out_l^l[i, j] = \\
 \begin{cases}
 LPF(out_l^{l-1}[i, j]) & \text{if } |LPF(out_l^{l-1}[i, j]) - out_l^0[i, j]| < Thr_l \\
 out_l^0[i, j] + Thr_l & \text{if } |LPF(out_l^{l-1}[i, j]) - out_l^0[i, j]| \geq Thr_l \\
 out_l^0[i, j] - Thr_l & \text{if } |LPF(out_l^{l-1}[i, j]) - out_l^0[i, j]| - Thr_l
 \end{cases}
 \end{cases} \quad (3)$$

식 (2)와 (3)에서 서로 다른 임계값 Thr_B 와 Thr_I 는 $Thr_B > Thr_I$ 의 관계이며, $out'_B(i,j)$ 는 그림 3의 경계부분 화소의 처리 결과이고, $out'_I(i,j)$ 는 그림 3의 내부 화소의 처리결과이다.

이와 같은 방법으로, 블록 경계인지 아닌지에 따라서 저역여파기의 통과대역폭을 조정함으로써 적응적인 신호처리를 할 수도 있다. 블록 경계에서는 저역여파기의 통과대역폭을 좁혀서 블록화현상을 제거하도록 유도하고, 블록의 경계가 아닌 곳에서는 통과대역폭을 넓게 해서 원화상의 데이터를 보존토록 한다. 여기에서도 위의 적응적인 임계값의 조정에서와 마찬가지로, 지나친 통과대역폭의 조정은 후처리로 인한 인공잡음을 발생시키기 때문에 좋지않은 방법으로 생각된다. 이에 대한 수식은 식 (2)와 (3)에서 $Thr_B = Thr_I$ 로 하고, 식 (2)의 $LPF_I(\cdot)$ 를 $LPF_B(\cdot)$ 로 식 (3)의 $LPF(\cdot)$ 를 $LPF_I(\cdot)$ 로 바꾸면 되기 때문에 생각하겠다. 이때, $LPF_B(\cdot)$ 의 통과대역폭은 $LPF_I(\cdot)$ 의 통과대역폭보다 좁아야 한다.

2. 국부분산을 이용한 적응화

위의 두가지의 적응적인 방법들은 우리가 블록의 분할 위치를 알고 있다고 가정한 경우에 해당하는 것으로, 만일 블록의 분할 위치가 알려지지 않았거나 쉽게 이용 가능하지 않다고 가정한다면 다음과 같은 인간의 시각특성을 고려한 적응적인 신호처리 방법을 사용할 수 있다. 인간의 시각특성에 의하면, 화상의 윤곽이나 미세부와 같은 복잡한 부분에 있는 블록화현상은 거의 눈에 띄지 않고, 평탄한 부분에 있는 블록화현상은 쉽게 눈에 띄게 된다. 따라서, 화상의 윤곽부로 판단되는 곳에서는 블록화현상 제거를 약하게 하고 평탄부로 판단되는 곳에서 중점적으로 블록화현상 제거를 행하는 적응적인 방법이 있을 수 있다. 윤곽부인가 아닌가를 판단하는 방법은 화상 처리에서 널리 사용되는 방법인 국부분산(Local variance)을 이용하면 된다. 국부분산을 이용한 적응적인 반복임계저역여파 방법은 1절의 블록 경계위치의 정보를 이용한 방법에서와 마찬가지로 국부분산에 따라서 임계값 또는 저역여파기의 통과대역폭을 조정할 수 있다. 예를 들면, 국부분산이 어느 기준한계값 이하인 화소의 처리에서는 임계값을 4로 조정하고, 국부분산이 기준한계값보다 큰 곳에서는 임계값을 2로 조정하는 방법이 있을 수 있다. 다만, 이때 사용하는 국부분산의 기준한계값은 후처리를 적용할 디지털 부호화의 비트율을 참조하여 조정할 필요가 있다. 그 이유는 낮은 비트율로 부호화를 행했을 때에는 블록화현상도 더 심하게 나타나서 블록화현상이 있는

곳의 국부분산도 상당히 큰 값을 가지게 될 것이기 때문이다. 따라서, 낮은 비트율로 부호화할수록 국부분산의 기준한계값을 키워주어야만 블록화현상이 제대로 제거될 것이다. 이렇게 국부분산의 기준한계값을 입력화상의 상태에 따라 적응적으로 조정하는 하나의 방법은 다음과 같다. 먼저 입력화상의 모든 화소, 혹은 표본 화소들에 대한 국부분산 $Var(i,j)$ 을 구한 후에 그것들의 평균 $E[Var(i,j)]$ 의 배수인 $a \cdot E[Var(i,j)]$ 를 기준한계값으로 사용하는 것이다. 여기서 a 는 블록화현상 제거와 원화상보존의 정도를 결정할 수 있는 필터 설계시의 상수로서 모의실험에 따르면 0.5~2.0 정도면 제대로 후처리가 되는 것으로 나타났다.

IV. 모의실험 결과

모의실험은 256x256, lena 화상을 JPEG으로 21.2대 1의 압축률(0.38 bpp)로 부호화/복호화한 화상에 대해 실시 하였다. 이러한 모의실험 조건하에 실시된 결과는 각각 그림 4에 나와 있다. 그림 4의 (a)는 블록화현상이 있는 처리전의 복호화된 화상이다. 그리고, (b)는 본 논문에서 제시된 후처리 방법들과의 비교를 위한 단순한 반복적인 저역여파의 결과이고, (c)~(f)는 각각 이 논문에서 제시된 방법들로 후처리된 결과 영상들이다.

그림 4의 (b)는 그림 2의 (b)에 나온 저역여파기로 2회 반복처리한 결과이며, 사진 (c)는 2회의 반복횟수와 임계값=4와 그림 2의 (b)의 여파기를 사용하는 반복임계저역여파기로 처리한 결과이다. 그리고, 사진 (d)는 블록의 경계와 내부에서 적응적으로 임계값을 변화시키는 방법을 사용하는 반복적임계저역여파기를 사용하였다. 반복횟수는 2를 사용하였고, 임계값은 2와 4를 사용하고, 저역여파기로는 그림 2의 (b)를 사용하였다. 사진 (e)는 블록의 경계와 내부에서 적응적으로 저역여파기를 조정하는 반복적임계적용저역여파기를 사용한 결과이다. 이 때, 반복횟수는 2를 사용하였고, 임계값은 4를 사용하고, 저역여파기는 블록 경계에서는 그림 2의 (a)를 사용하고 블록의 내부에서는 그림 2의 (b)를 사용하였다. 마지막으로, 사진 (f)는 처리할 화소 주위의 국부분산에 따라 적응적으로 임계값을 조정하는 방법을 사용한 결과이다. 국부분산은 처리화소를 중심으로 3x3의 창에 대해서 구하였다. 반복횟수는 2를 사용하고, 국부분산이 240 이상인 곳에서는 임계값=2를 사용하고 240보다 작은 곳에서는 임계값=4를 사용하였으며, 저역여파기로는 그림 2의

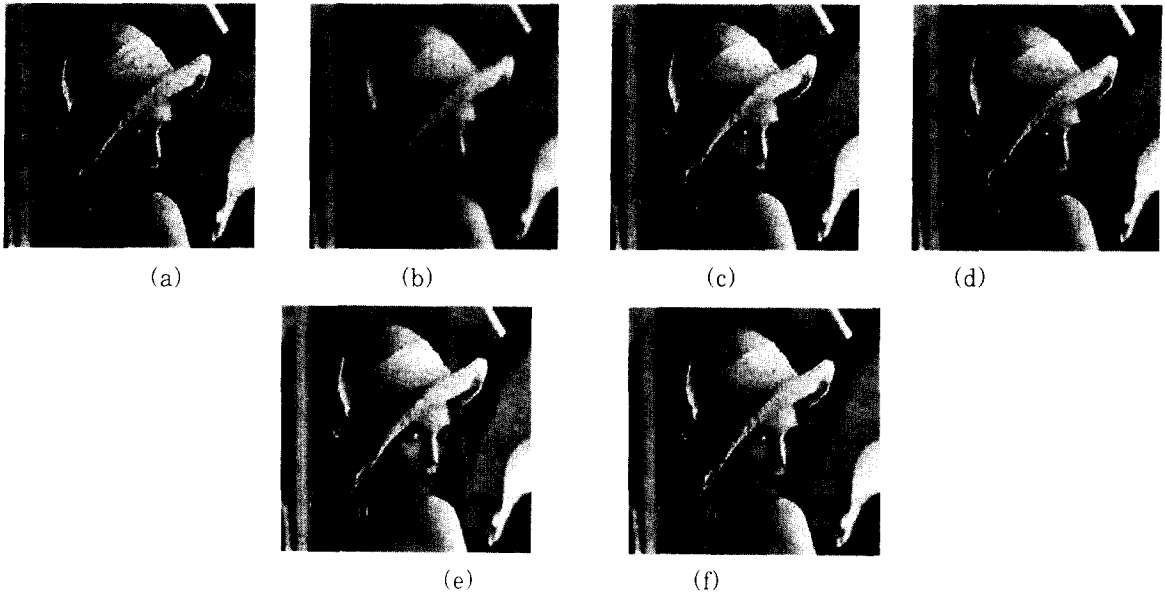


그림 4. 모의실험 결과

- (a) 입력화상, (b) 반복적인 저역여파
 (c) 반복임계저역여파, (d) 반복적인응임계저역여파
 (e) 반복적임계적응저역여파, (f) 분산적응반복저역여파

Fig. 4. The simulation results.

- (a)input image, (b)output of $IL(I=2, L=b)$
 (c)output of $ITL(I=2, T=4, L=b)$, (d)output of $IATL(I=2, T=2:4, L=b)$
 (e)output of $ITAL(I=2, T=4, L=a:b)$, (f)output of $VAITL(I=2, T=4, L=b, V = 240)$

(b)를 사용하였다. 이 때, 국부분산의 기준함계값인 240은 입력화상의 모든 화소에 대한 국부분산값들을 얻은 후에 그것들을 평균하여 구하였다.

그림 4의 (a)와 (c)~(f)를 비교해 보면, 반복임계저역여파기는 본 논문에서 주장한 바와 같이 윤곽과 미세부를 거의 그대로 보존하면서 블록화현상을 제거한다는 것을 쉽게 알 수 있다. 같은 반복횟수와 같은 저역 여파기를 가지고 단순히 반복적인 저역여파를 행한 결과인 (b)를 (c)~(f)의 결과와 비교해 보면 반복임계저역여파기의 윤곽보존 성질은 쉽게 눈으로 확인할 수 있다. 본 논문에서 제시한 반복임계저역여파기는 주변보다 임계값 이상 차이나는 윤곽과 미세부를 거의 그대로 보존해 주는 성질을 가지고 있다.

그림 4의 (c)와 (d)~(f)를 비교해 보면, 평탄한 부분의 화상에서는 반복임계저역여파기와 그것을 적응적으로 응용한 결과가 큰 차이를 느낄 수 없다는 것을 알 수 있다. 그러나, 복잡한 윤곽이나 미세부에서 적응적인 방법들이 윤곽을 약간 더 잘 보존해주고 있는데, 그 차이가 눈에 크게 띄지는 않는다. 이것은 반복임계저역여파기의 임계값 자체가 윤곽과 미세부의 보호에 더 큰 역할을 하기 때문으로 생각된다.

V. 결 론

본 논문에서는 원화상의 윤곽과 미세부를 거의 그대로 보존하면서 블록화현상을 제거하는 새로운 후처리 여파기를 제시하였다. 반복임계저역여파기는 반복횟수, 임계값, 저역여파기의 통과대역폭을 조정함으로써 매우 유연성 있게 후처리를 할 수 있도록 설계할 수 있다. 주변과 임계값 이상 차이가 나는 윤곽과 미세부는 거의 그대로 보존할 수 있으므로, 임계값의 조정으로 후처리 여파기의 민감도를 조절할 수 있다. 또한, 반복횟수와 저역여파기의 통과대역폭은 블록화현상을 잘 제거하도록 서로 상반적인 관계 하에서 조정될 수 있다.

본 논문에서는 또한 반복임계저역여파기를 이용하여 적응적인 화상 처리를 할 수 있는 몇가지의 방법을 제시하였으며, 그 모의실험 결과를 제시하여 제안된 후처리 방법들이 화상의 미세부를 보존하면서 블록화현상을 제거한다는 것을 보였다. 반복임계저역여파기는 HDTV와 같이 높은 압축률로 디지털 부호화 되는 경우에 발생하는 블록화현상을 없애기 위해 수신단의 후처리 장치로 구현되는 등의 많은 응용분야가 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] W. B. Pennebaker and J. L. Mitchell, JPEG still image data compression standard, Van Nostrand Reinhold:New York, 1993.
- [2] Draft International Standard of ISO Recommendation H.262, Generic coding of moving pictures and associated audio, Mar. 1994.
- [3] J. S. Lim, Two-dimensional signal and image processing, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1990.
- [4] H. C. Reeves and J. S. Lim, "Reduction of blocking effects in image coding", Opt. Eng., vol. 23, pp. 34-37, Jan./Feb. 1984.
- [5] R. Rosenholtz and A. Zakhor, "Iterative procedures for reduction of blocking effects in transform image coding", IEEE Trans. CAS. Video Tech., vol. 2, no. 1, pp. 91-94, Mar. 1992.

저 자 소 개



金相昊(正會員)

1967년 8월 11일생, 1990년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업, 1992년 2월 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업(공학석사), 1992년 2월 ~ 현재 대우전자 영상연구소 주임연구원으로 재직

중, 주관심분야는 영상처리, 영상압축부호화 등임.



丁海墨(正會員)

1962년 10월 9일생, 1985년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업, 1987년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학석사), 1992년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업(공학박사), 1990년 8월 ~ 1992년 4월 생산

기술연구원의 연구원으로 근무, 1992년 5월 ~ 현재 대우전자 영상연구소 선임연구원으로 재직중, 주관심분야는 video coding, compression algorithm 등임.

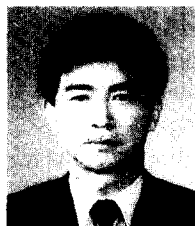
李炳旭(正會員) 第 30卷 B編 第 1號 參照

현재 대우전자 영상연구소 수석연구원으로 근무중



張圭煥(正會員)

1954년 10월 19일생, 1977년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업, 1976년 12월 ~ 현재 대우전자 영상연구소 수석연구원으로 재직중, 주관심분야는 영상신호처리, 디지털 신호처리 등임.



劉時龍(正會員)

1948년 5월 26일생, 1972년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업, 1974년 7월 ~ 현재 대우전자 TV 사업부장으로 재직중, 대한전자공학회 산학연협동위원회의 원, 주관심분야는 영상신호처리

임.