

Wavelet복원 영상에서의 Ringing 현상에 대한 화질 개선에 관한 연구

조영*, 이주영*, 남궁재찬*
*광운대학교 컴퓨터공학과
e-mail:k98co023@kw.ac.kr

A study on improvement of image quality for the Ringing Noise of Wavelet Decoding Image

Young Cho*, Joo-Young Lee *, Jae-Chan Namkung*
*Dept of Computer Engineering, Kwangwoon University

요 약

본 논문에서는 웨이블릿 변환(wavelet transform)을 이용하여 저 비트율로 압축한 영상을 복원하였을 때 나타나는 화질열화를 개선하는 방법을 제안하였다. 웨이블릿 변환을 이용하여 정지영상을 압축하는 방법에서는 에지부근에 링잉현상(ringing artifacts)이 나타나게 되었다. 이는 강한 에지성분이 있는 곳 이므로 캐니 마스크(canny mask)를 적용하여 강한 에지부근을 찾아낸 후 그 주변을 탐색하여 평탄한 영역(flat region)과 텍스처 영역(texture region)을 구분하여 각각에 맞는 필터를 적용하게 된다. 실험 결과, 링잉현상이 나타나는 저비트를 압축 영상에서 제안된 방법의 PSNR 값은 0.05db정도 낮아졌지만 인간 시각의 주관적 관점에서 볼 때 평탄한 영역에서의 링잉현상이 보다 개선된 화질을 보였다.

1. 서론

웨이블릿 변환을 이용하여 영상을 다해상도로 분해한 후 영상을 압축하는 것은 기존의 방법보다 압축률을 높일 수 있고 블로킹 현상이 일어나지 않아 인간의 시각에 보다 적절한 압축 방법이라 할 수 있다[5][3]. 그러나 고압축을 하다보면 웨이블릿 변환 영역에서는 링잉 현상이 화질 열화로 나타나게 된다. 링잉 현상은 고주파수 대역의 웨이블릿 변환 계수들이 양자화로 인해 손실됨으로써 에지 부근에 허상의 에지가 보이는 것으로 깁스 현상(Gibbs effect)이라고도 하며 강한 에지 부근에서 잘 나타난다[6]. 이러한 에지가 있는 평탄(flat)한 영역에서는 링잉 현상이 인간의 시각에 확연히 거슬린다. Shen은 주변의 화소들의 대표 값과 현재 화소 값과의 차가 임계값 이내이면, 링잉 현상으로 판단하여 후처리하였다[2]. 그러나, 이 방법은 인간의 시각이 링잉 현상

을 느끼는 부분이 에지 부근인 것을 감안하지 않은 것이다. 따라서, 본 논문에서는 인간의 시각이 링잉 현상을 느끼는 부분은 강한 에지 부근인 것을 감안하여, Canny mask를 사용하여 약한 에지는 제거하고 강한 에지를 검출하여 검출된 에지를 중심으로 에지 확장을 하여 에지가 많은 부분은 texture영역으로 간주하여 처리하고 그렇지 않은 영역은 평탄(flat)한 영역으로 간주하여 smoothing 필터를 적용해서 후처리한다. 제안하는 방법은 텍스처 영역(texture)에서는 Mpeg4 VVM8.0의 Ringing filter를 사용하고 평탄한 영역을 구하는 알고리즘을 제안하며 구해진 평탄한 영역은 smoothing 필터를 적용하여 화질을 개선하는 방법이다[1][7].

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 웨이블릿 변환과 에지 필터, 링잉현상에 대해서 다루고 3장에서는 링잉 현상을 개선하기 위한 방법을 소개한다.

제 4장에서는 제안된 방법으로 실험한 결과와 기존 기술과의 비교분석하고 5장에서 본 실험의 결론에 대해서 언급한다.

2. 관련 연구

2.1 캐니(Canny) Filter

캐니 필터란, 먼저 가우시안 마스크를 이용하여 잡음을 제거한 후 윤곽선 검출 마스크를 수행하는 것으로, 특징은 윤곽선 검출 전 잡음 제거 마스크가 사용되며 잡음에 강하고 여러가지 윤곽선 검출 마스크를 활용할 수 있고 강한 윤곽선들만 검출된다.

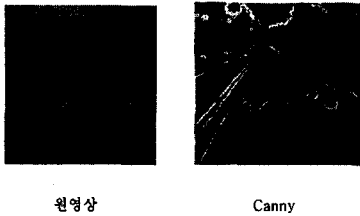


그림 2.1 Edge filter 예

2.2 Ringing Artifact

Ringing 현상은 경계면 혹은 에지 주변에 저신호 강도의 흐릿하고 밝은 에지가 생기는 현상으로 고주파 대역의 계수들이 양자화로 인해 손실됨으로써 에지부근의 허상의 에지가 보이는 현상이다. 그림 2.2에서 보면 (a)는 원영상의 에지 주변에는 허상의 에지가 보이지 않지만 (b)의 비트율이 감소된 복원영상에서는 에지 주변에 허상의 에지가 보이게 된다. 이러한 에지 주변의 허상의 에지는 인간의 눈에 확연히 나타나 눈에 거슬리게 된다.

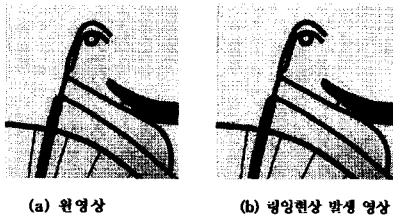


그림 2.2 링잉 현상의 예

3. 제안된 링잉 복원 시스템 알고리즘

3.1 Edge Detection

영상의 에지 검출에는 강한 에지가 필요하기 때문에 Canny Filter를 사용한다. 캐니 필터는 그 특성상 에지가 강한 곳은 굵게 약한 곳은 에지가 사라지

게 된다. 캐니 필터의 가우시안 필터는 가우시안 함수의 shape에 따라 선택된 가중을 가진 선형 smoothing filter이다. 일차원의 zero-mean 가우시안 함수는 가우시안 확장파라미터 σ 가 가우시안 폭을 결정한다. σ 값이 클수록 에지가 더 넓게 검출되고, 값이 작으면 경사가 급격한 에지와 좀더 정확한 에지만이 검출된다. ($10.5 < \sigma < 14$)

2	4	5	4	2
4	9	12	9	4
5	12	15	12	5
4	9	12	9	4
2	4	5	4	2

그림 3.1 가우시안 마스크

3.2 Ringing Detection

강한 에지성분만을 반영하기 위해 영역들을 flat한 부분에서의 에지와 맞물리는 부분과 texture한 부분에서의 부분으로 나누고자 한다. 에지가 있는 영역을 찾아 필터 처리할 영역으로 확장을 위해 256x256크기의 원본 영상에 9x9크기의 확장 블록을 적용한다. 확장된 에지가 있는 영역은 다시 flat한 영역과 texture한 영역으로 구분한다. 먼저 texture한 영역을 찾기 위해서 확장 블록의 2배 크기의 마스크를 적용하여 마스크안의 에지 유무 판별에 따라 texture한 영역을 구분해낸다.

$$S' = S \times 2 + 1 \tag{식 3.1}$$

S' = texture 영상 마스크의 크기,
 S = 확장 영역 마스크의 크기

구분된 texture영역은 인간의 시각에 확연히 드러나는 영역이 아니므로 영상의 변화가 적은 Mpeg4에서 제안한 deringing filter를 사용한다[7]. 에지가 없는 영상은 링잉현상이 별로 나타나지 않으므로 연산에서 제외하므로 효율적인 연산이 된다.

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

1	2	1
2	4	2
1	2	1

그림 3.2 low pass/deringing filter

3.3 Deringing filter

Mpeg4 Video VM11.0에서 제안한 방법이다[7]. 이 필터는 Mpeg4에서 웨이블릿을 사용하므로 링잉 현상이 발생할 것을 개선하고자 제안된 필터이며 본 논문에서는 texture영역에 적용하고자 한다. 이 필터는 세 가지 프로세스로 나뉜다. 첫 번째는 경계변수

계산하는 것이며 두 번째는 인덱싱이고 세 번째는 적응적 스무딩 필터 적용이다. 8×8 pixel을 기본으로 적용하며 각각의 8×8픽셀은 10×10픽셀 정보를 보고 연산하게 된다.

3.3.1 경계변수 계산

```
thr[k] = (max imum[k]+min imum[k+1])/2
range[k] = max imum[k]-min imum[k]
max_range = range[k_max]
range를 다시 구한다.
for( k=1 ; k<5 ; k++ )(
if(range[k] < 32 && max_range >=64)
    thr[k] = thr[k_max];
if( max_range <16 ) thr[k] = 0; )
```

3.3.2 인덱싱 계산

경계변수보다 크면 1로 작으면 0으로 표기

```
h, v = 그레이 값 좌표(0,1,2,...,7,...)
thr = 경계변수, rec(h,v) = 원영상, bin(h,v) = 결과 영상
bin(h,v) = 1 if rec(h,v) >= thr
           = 0 otherwise
```

3.3.3 적응적 스무딩

3.3.3.1 적응적 필터링

그림3.3은 이진으로 표시되어 있는 8×8블럭 레벨이다. 8×8블럭은 10×10binary 블록에 의해 연산되어진다. 그림3.4는 3×3윈도우에서 모든 것이 같으면 즉 모두 '0'혹은 '1'로 표시되어 있으면 그레이로 표시하게 된다. 음영으로 표시된 영역은 필터를 적용할 부분이다. 필터는 intra block과 non-intra block 양쪽 다 사용된다.

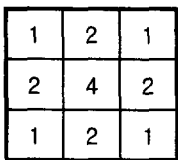


그림3.3 적응적스무딩

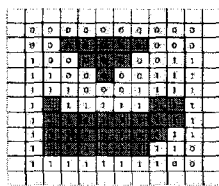


그림 3.4 필터 마스크

rec는 원영상, coef는 smoothing filter를 나타내며 결과영상 flt'를 구한다.

$$flt'(h,v) = \{ 8 + \sum_{i=-1}^1 \sum_{j=-1}^1 coef(i,j) \cdot rec(h+i,v+j) \} // 16$$

3.3.3.2 클리핑(Clipping)

영상의 변경된 값이 max_diff 값보다 크거나 변경된 값이 -max_diff 보다 적게 변경된 값을 찾아서 수정한다.

```
if( flt(h,v) - rec(h,v) > max_diff )
    flt(h,v) = rec(h,v) + max_diff
else if( flt(h,v) - rec(h,v) < -max_diff )
    flt(h,v) = rec(h,v) - max_diff
else flt(h,v) = flt(h,v)
where max_diff = QP/2
for both intra and inter macro blocks.
```

3.3.4 Flat 영역

확장된 에지 영역에서 texture영역을 제외한 나머지 영역은 링잉현상이 가장 많이 발생하는 flat영역으로 간주한다. 본 논문에서는 기존의 deringing filter들보다 더 강한 블러링 효과를 사용하였다. 본 논문에서는 flat영역과 texture영역을 분리하였고 극단적인 값을 제거하는 하기위해 flat영역은 3×3마스크를 사용하여 9개의 원소들을 더한 후 9로 나누게 된다. 평탄한 영역의 링잉 노이즈값들을 평균화함으로써 눈의 시각적인 거슬림을 적게 해주게 된다.

3.4 제안된 알고리즘

그림 3.5의 오른쪽의 사각형 박스 2개는 각각 texture영역과 flat영역을 나타낸다. ringing detection한 결과를 가지고 두 영역으로 분리 각각의 영역에 맞는 필터를 적용하게 된다.

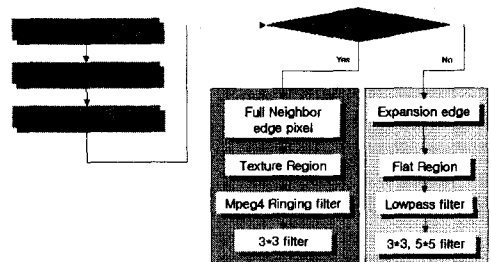


그림 3.5 제안한 시스템 블록도

3.5 Texture 영역 블록도

강한 에지를 구하기 위해 Canny mask를 사용하여 약한 에지는 제거하고, 강한 에지를 검출하여 검출된 에지를 중심으로 링잉 현상이 발생할 수 있는 영역을 위한 에지 확장하여 에지가 많은 부분은 texture영역으로 간주하며, 처리하고 그렇지 않은 영역은 평탄(flat)한 영역과 물리는 영역으로 간주 smoothing 필터를 적용해서 후처리를 수행한다. 그

림3.6은 Texture 영역 블럭도를 나타낸 것이다.

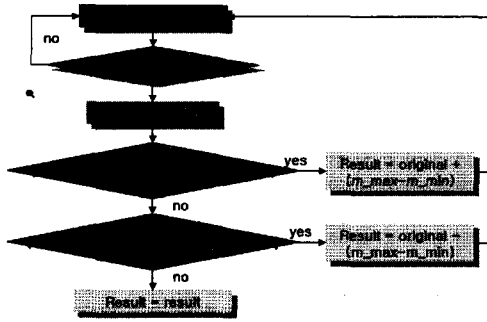


그림 3.6 Texture 영역 블럭도

4. 실험결과 및 고찰

4.1 실험 결과

그림 4.1에서의 영상은 실제 실험에서의 texture 영역과 flat영역의 구분을 보여준다. 중앙 부분의 에지 처리된 영상은 캐니 마스크로 에지를 처리한 영상에 링잉 부분을 구하기 위하여 확장된 알고리즘을 적용한 결과이다. 왼쪽 영상은 후처리가 처리될 영상이며 가운데 영상은 각각의 처리할 영역을 구분한 영상이고 오른쪽 영상은 후처리가 처리된 영상이다. 중앙 영상의 흰색부분은 링잉현상이 주로 나타나는 flat한 부분을 표시하며 흰색 영상의 사이에 있는 회색 영상은 texture영역을 표시한다.



그림 4.1 Lenna image(링잉영역 처리 후)

4.2 실험 영상 결과

그림 4.2는 (a)원본 영상, (b)Shen 복구 영상, (c)제안된 방법의 실험 영상의 결과이다.



(a) 원본영상 (b) Shen복구영상 (c) 제안된 방법

그림 4.2 실험 영상 결과

4.3 PSNR 결과

본 논문의 PSNR 값은 shen의 알고리즘에 의한 결과 값과 제안된 알고리즘에 의한 결과 값과의 비

교는 표4.1과 같다.

<표 4.1> 알고리즘의 결과 비교

영상 (0.125bpp)	shen's 복호 영상의 PSNR	shen's 후처리된 후의 PSNR	제안된 알고리즘 복호영상 PSNR	제안된 알고리즘 후처리 후 PSNR
Bike	26.391	26.386	22.275	22.148
Lena	30.970	30.695	21.756	21.779
Bird	.	.	33.577	33.410
3d	.	.	21.683	21.516
malevich	.	.	29.541	29.516
Circles	.	.	27.512	27.7461

5. 결론

본 논문에서는 링잉현상을 개선하기 위하여 강한 에지 부근의 링잉현상을 찾는 알고리즘을 제시하였으며 flat영역과 texture영역을 구분하여 차등 필터를 적용함으로써 보다 효율적인 링잉현상 개선에 관한 방법을 제시하였다. 실험결과 PSNR값은 평균 0.05db정도 낮아졌으며 0.23db이상 좋아진 영상도 있었으나 인간 시각의 주관적 관점에서 볼 때 평탄한 영역에서의 링잉현상이 보다 개선된 화질을 보였다.

참고문헌

[1] A. S. Lewis and G. Knowles, "Image compression using the 2-D wavelet transform," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol.1, pp. 244-250, Apr. 1992.

[2] Meiyin Shen, "Postprocessing for removing wavelet coding artifacts", *ISO/IEC JTC1/SC29/WG1 N935*, Jun 1998.

[3] S. Kim, S. Rhee, J. Jeon, and K. Park, "Interframe Coding Using Two-Stage Variable Block-Size Multiresolution Motion Estimation and Wavelet Decomposition", *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 8, pp. 399-410, Aug. 1998.

[4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG98/N2172, *MPEG-4 Video VM Ver 11.0*, Mar. 1998.

[5] N. C. Kim, I. H. Kim, and W. H. Hong, "Reduction of blocking artifact in block-coded images using wavelet transform," *IEEE Trans. on CSVT*, vol.8, no. 3, pp. 253-257, June, 1998.

[6] Iain E. G. Richardson, *VIDEO CODEC DESIGN*, WILEY, 2002.

[7] S. Minami and A.Zakhor, "An optimization approach for removing bolcking effects in transform coding," *IEEE Trans. on CSVT*, vol. 5, no. 2, pp. 74-82, Apr. 1995.