

유리 B 스플라인 곡선을 이용한 블록 효과 감소

김희정 김지홍

부산외국어대학교 정보과학대학 컴퓨터전자공학부

Reduction of Blocking Effect Using a Rational B-Spline Curve

Hee-Jeong Kim, Ji-Hong Kim

Div. of Comp. and Elect. Eng., Pusan Univ. of Foreign Studies

요 약

본 논문에서는 유리 B 스플라인 곡선을 이용한 새로운 블록 효과 감소 방법을 제안한다. 블록 효과는 매우 낮은 비트율로 블록 기반 부호화 방식을 수행할 때 복원 영상에서 나타나는 블록 형태의 왜곡을 의미한다. 제안된 기법에서는 컴퓨터 그래픽스 분야에서 제어점을 근사하는 부드러운 곡선을 생성하기 위해 사용되는 유리 B 스플라인 곡선을 이용하여 블록 효과를 감소시킨다. 즉 블록 경계의 화소값들을 제어점으로 사용하여 블록 효과 발생 정도에 따라 가중치를 가변적으로 설정함으로써 블록 효과가 효율적으로 감소되도록 한다.

모의 실험은 제안된 방법이 기존 방법들에 비해 우수한 블록효과 감소 성능을 가지는 것을 나타낸다.

1. 서 론

블록 기반 부호화 방식에서는 블록간의 지역적 상관성을 고려하지 않고 각 블록을 독립적으로 처리하므로 복원 영상에서 블록 형태의 왜곡이 일어날 수 있는데, 이러한 현상을 블록 효과라고 한다[1].

블록 효과를 감소시키기 위한 다양한 기법들이 연구되어 왔다. 이러한 블록 효과 감소 기법들은 블록 기반 부호화 과정에서 적용되는 위치에 따라 전처리 기법과 후처리 기법으로 분류된다[2].

본 논문에서는 후처리 기법에 포함되는 새로운 블록 효과 감소 기법을 제안한다. 제안된 방법에서는 컴퓨터 그래픽스 분야에서 부드러운 곡선을 생성하기 위해 사용되는 스플라인 곡선 생성 방법을 이용하여 블록 효과를 감소시킨다. 블록 경계의 화소값들을 스플라인 곡선에서의 제어점으로 사용하며, 제어점 위치에 대응하는 스플라인 곡선 상의 위치 함수 값을 새로운 화소값으로 사용한다.

본 논문의 2 장에서는 유리 B 스플라인 곡선을 이용한 블록 효과 감소에 대하여 기술하며 3 장에서는 제안된 기법을 적용한 모의 실험을 수행하고, 기존 기법들과의 성능을 비교 분석한다. 마지막으로 4 장의 결론으로 논문을 맺는다

2. 유리 B 스플라인 곡선을 이용한 블록 효과 제거

2.1 유리 B 스플라인 곡선

$n+1$ 개의 제어점을 $p_0 \sim p_n$ 으로 표기할 때 B 스플라인 곡선 함수 $P(u)$ 는

$$P(u) = \sum_{k=0}^n p_k \cdot B_{k,d}(u) \quad u_{\min} \leq u \leq u_{\max}, \quad 2 \leq d \leq n+1 \quad (1)$$

로 표기된다. 여기서 $B_{k,d}(u)$ 는 $d-1$ 차수의 블렌딩 함수(blending function)를 나타내며 u 의 최댓값 u_{\max} 와 최솟값 u_{\min} 은 사용자가 임의로 정의할 수 있다. 그리고 블렌딩 함수의 차수와 연관된 d 는 2 와 $n+1$ 사이에 있는 임의의 정수를 선택할 수 있다.

블랜딩 함수 $B_{k,d}(u)$ 는 u 의 전 범위 중에서 d 개의 부구간(subinterval)에서만 정의 가능하며,

$$B_{k,d}(u) = \begin{cases} 1, & \text{if } u_k \leq u \leq u_{k+1} \\ 0, & \text{그 외} \end{cases} \quad (2)$$

$$B_{k,d}(u) = \frac{u - u_k}{u_{k+d-1} - u_k} B_{k,d-1}(u) + \frac{u_{k+d} - u}{u_{k+d} - u_{k+1}} B_{k+1,d-1}(u)$$

와 같다. u 의 구간 분할 방식은 전 구간을 $n+d$ 개의 부구간으로 분할하는 것이다. 부구간의 각 끝점 u_k 을 노트 값(knot value)이라고 하고, $u_k \leq u_{j+1}$ 의 조건 하에서 임의로 선택될 수 있으며 노트 값들의 집합 $\{u_0, u_1, u_2, \dots, u_{n+d}\}$ 을 노트 벡터라고 한다.

유리 B 스플라인은 두 개의 B 스플라인 함수의 비를 나타내며,

$$P(u) = \frac{\sum_{k=0}^n w_k P_k B_{k,d}(u)}{\sum_{k=0}^n w_k B_{k,d}(u)} \quad (3)$$

와 같이 정의된다. 식 (3)에서 파라미터 w_k 는 각 제어점에 대한 가중치이며 이를 이용하여 곡선의 형태를 조정할 수 있다.

2.2 블록 효과 감소를 위한 유리 B 스플라인 곡선의 적용

본 논문에서는 블록 효과의 감소를 위해 유리 B 스플라인 곡선을 이용한다. 그리고 유리 B 스플라인 곡선을 생성하기 위해 사용될 수 있는 3 종류의 B 스플라인 곡선 종류 중 개방형 균일 B 스플라인 곡선을 사용한다. 그 이유는 개방형 균일 B 스플라인 곡선이 제어점으로 사용되는 양 끝의 화소들을 통과하는 특징을 가지기 때문이다. 또한 블록 효과의 감소를 위해 인접한 블록들의 화소들 중 블록 경계를 기준으로 2 개씩의 화소값들을 조정한다. 따라서 제어점의 수를 6으로 선택하며, 곡선 함수의 계산량을 감소시키기 위해 스플라인 곡선의 차수를 3으로 설정한다. 그리고 가중치 w_k 는 블록 효과 발생 정도에 따라 적응적으로 조정되도록 한다. 이를 위해 각 제어점에 대한 가중치의 값은 블록 경계에서 동일 위치에 있는 화소값의 절대차와 거리의 비율로 설정한다. 즉 그림 1에서 보는 것처럼 제어점 p_0 와 p_5 , p_1 과 p_4 , p_2 와 p_3 이 블록 경계를 기준으로 서로

동일한 위치에 존재하며 각각 5, 3, 1의 거리를 가지므로, 각 제어점에 대한 가중치는

$$\begin{aligned} w_0 = w_5 &= |p_0 - p_5|/5 \\ w_1 = w_4 &= |p_1 - p_4|/3 \\ w_2 = w_3 &= |p_2 - p_3|/1 \end{aligned} \quad (4)$$

와 같이 설정한다. 그리고 노트 벡터는 $\{0, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 3, 3, 3\}$ 로 설정한다. 따라서 블록 효과 감소를 위해서는 기존 화소값 $p_0 \sim p_5$ 가

$$\begin{aligned} p'_0 &= P(0) & p'_1 &= P(3/5) \\ p'_2 &= P(6/5) & p'_3 &= P(9/5) \\ p'_4 &= P(12/5) & p'_5 &= P(3) \end{aligned} \quad (5)$$

와 같이 각각 수정되며, 이를 그림 2에 도시하였다. 따라서 수정된 화소값으로 사용된 곡선 함수의 각 점에서의 블랜딩 함수값은 표 1과 같다.

3. 모의 실험

제안된 방법을 시험 영상에 대해 모의 실험하였다. 시험 영상은 JPEG으로 압축된 512×512 크기의 Lena 영상으로서 그림 3(a)와 같다. 그리고 본 논문에서 제안된 방법과 기존 가우시안 저역 통과 필터 방법 및 적응적 분리 중간값 필터링 방법을 적용한 결과 영상들을 그림 3(b), (c), (d)에 각각 나타내었다. 그리고 모의 실험 결과 영상의 각 부분을 확대한 영상을 그림 4~6에 나타내었다. 그림 4는 눈 부분에 대한 확대 영상이다. 그림 4(a)의 블록 효과를 가진 영상에 대해 그림 4(b)의 제안된 방법은 블록 효과 감소 기능이 매우 우수한 것을 볼 수 있으며, 그림 4(c)의 가우시안 저역 필터 방법도 비교적 우수한 성능을 나타낸다. 그리고 그림 4(d)의 적응적 분리 중간값 필터 방법에서는 눈 주위에 직사각형의 블록 효과가 여전히 많이 남아 있으며, 눈 동자의 정확한 형태를 알아 볼 수 없다. 그림 5는 어깨 부분에 대한 확대 영상이다. 그림 5(b)의 제안된 방법은 화소값의 변화가 적은 평탄한 영역에서 기존 방법들에 비해 훨씬 우수한 블록 효과 감소 기능을 나타낸다. 그리고 그림 5(c)의 가우시안 저역 필터 방법의 경우 고주파 성분이 제거됨에 따라 전체적으로 화소값이 주변의 화소값과 비슷하게 맞추

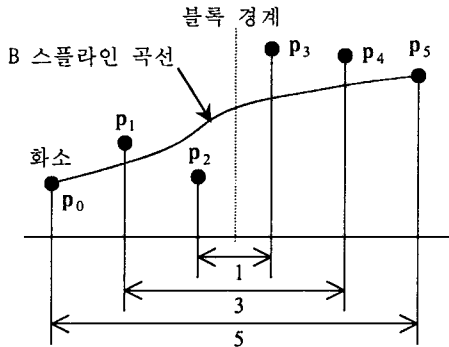


그림 1. B 스플라인 곡선과 가중치 적용

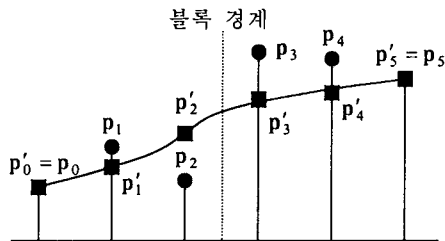


그림 2. 위치 함수를 이용한 화소값 수정

표 1. 곡선 함수 각 점에서의 블렌딩 함수 값

	u=0	3/5	6/5	9/5	12/5	3
$B_{0,4}(u)$	1	0.064	0	0	0	0
$B_{1,4}(u)$	0	0.558	0.128	0.002	0	0
$B_{2,4}(u)$	0	0.342	0.588	0.282	0.036	0
$B_{3,4}(u)$	0	0.036	0.282	0.588	0.342	0
$B_{4,4}(u)$	0	0	0.002	0.128	0.558	0
$B_{5,4}(u)$	0	0	0	0	0.064	1

어짐으로 인하여 블록 간의 화소값 변화가 불완전한 블록 효과 감소 성능을 나타낸다. 그림 5 (d)의 적응적 분리 중간값 필터 방법의 경우 경계 영역을 평균 연산자를 선택하여 처리했지만 여전히 블록 형태의 잡음이 여전히 존재하고 있다. 그림 6 은 입 주위에 대한 확대 영상이다. 그림 6 (b)의 제안된 방법은 그림 6 (d)의 적응적 분리 중간값 필터 방법에 비해 보면 블록 감소 효과가 우수한 것을 알 수 있다. 그리고 그림 6 (c)의 가우시안 저역 통과 필터 방법의 경우 입의 위 부분과 같이 평탄한 부분은 화소값의 점

진적인 변화로 인하여 블록 효과 감소 기능이 우수하고 입 주변은 블록 효과 감소 성능은 비슷하지만, 영상의 몽롱화 현상이 일어나 또 다른 화질 저하를 나타내고 있다.

이상의 모의 실험 결과를 통해 본 논문에서 제안된 방법이 기존의 주요기법들에 비해 매우 우수한 블록 효과 감소 기능을 가진 것을 알 수 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 개방형 균일 유리 B 스플라인 곡선을 이용한 새로운 블록 효과 감소 기법을 제안하였다. 유리 개방형 균일 B 스플라인 적용 시 블록 경계 화소값으로부터 적응적으로 가중치를 산정하여 새로운 B 스플라인 곡선 상의 화소값을 만들고 그 값을 블록 경계 영역의 화소값으로 대체함으로써 블록 효과를 감소시켰다. 제안된 방법은 블록 경계 영역의 모든 화소들에 대해 동시에 블록 효과를 제거함으로써 기존 방법들에 비해 적용 과정이 단순화되었으며 또한 블록 효과 제거 성능이 우수하다는 특징을 갖는다.

참 고 문 헌

- [1] Jae S. Lim, *Two-Dimensional Signal And Image Processing*, Prentice-Hall, Inc., 1990.
- [2] H. C. Reeves and J. S. Lim, "Reduction of Blocking Effects in Imaging Coding," *Opt. Eng.* vol 23, pp. 299-302, Feb. 1993.
- [3] D. Hearn and M. P. Baker, *Computer Graphics*, Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [4] T. Jarske, P. Haavisto, and I. Defee, "Post-filtering Methods for Reducing Blocking Effects," *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, vol.40, no.3, pp.521-526, Aug.1994.
- [5] 박창현, *압축 영상의 블록화 현상 제거를 위한 후처리 기법에 관한 연구*, 포항공과대학교 석사학위논문, 1996.
- [6] D. F. Rogers and J. A. Adams, *Mathematical Elements for Computer Graphics*, McGraw-Hill Publishing Co., 1990.

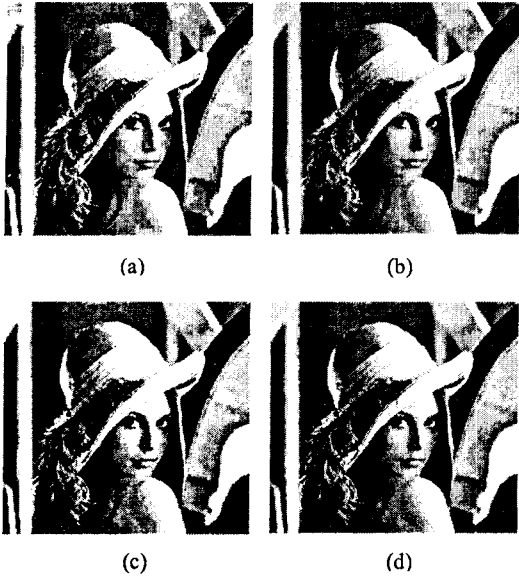


그림 3. 모의 실험 결과 영상 (a) 시험 영상 (b) 제안된 방법 (c) 가우시안 저역 통과 필터 방법 (d) 적응적 분리 중간값 필터 방법

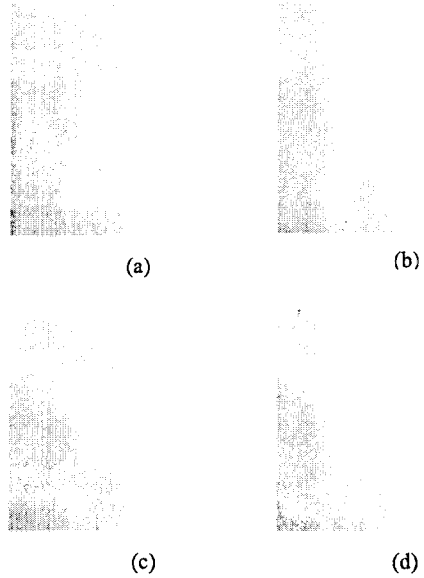


그림 5. 어깨부분의 확대 영상 (a) 시험 영상 (b) 제안된 방법 (c) 가우시안 저역 통과 필터 방법 (d) 적응적 분리 중간값 필터 방법

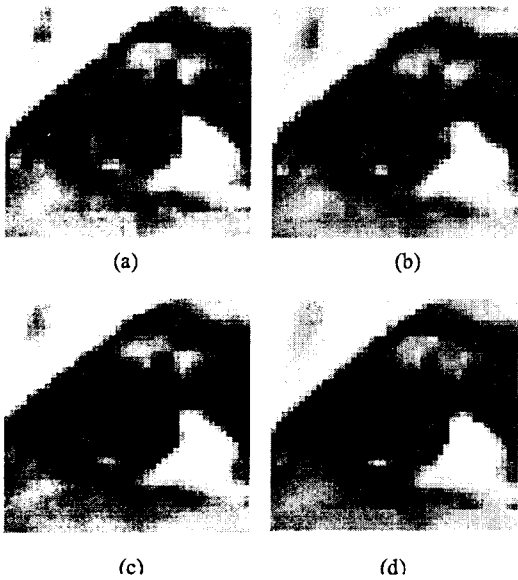


그림 4. 눈 부분의 확대 영상 (a) 시험 영상 (b) 제안된 방법 (c) 가우시안 저역 통과 필터 방법 (d) 적응적 분리 중간값 필터 방법

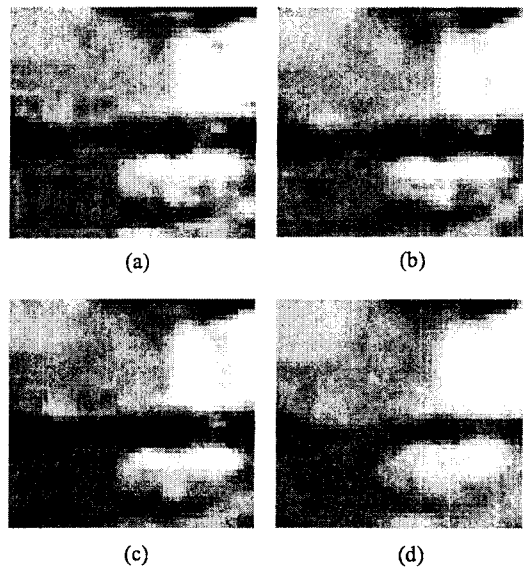


그림 6. 입 부분의 확대 영상 (a) 시험 영상 (b) 제안된 방법 (c) 가우시안 저역 통과 필터 방법 (d) 적응적 분리 중간값 필터 방법