부화소 랜더링을 위한 내용적응형 2 차원 필터 설계

남연오, 최동윤, *송병철
인하대학교
*bcsong@inha.ac.kr

Contents Adaptive 2D FIR Filters Design for Subpixel Rendering

Yeon Oh Nam, Dong Yoon Choi, *Byung Cheol Song
Inha University

요 약

부화소 기반 영상 축소기법은 각각의 부화소를 조절함으로써 픽셀 기반 영상 축소기법보다 해상도를 향상시킬 수 있는 방법이다. 그러나 부화소에 의한 해상도의 증가는 종종 색상정보의 왜곡을 발생시킨다. 부화소 랜더링의 주요과제는 선명도를 유지함과 동시에 색조왜곡현상을 억제하는 것이다. 선행연구들은 부화소랜더링을 위해 1 차원 혹은 2 차원 필터를 최적화 하였지만, 지역적인 특성을 고려하지 않았기 때문에 출력영상의 화질이 저하되는 현상이 발생한다. 본 논문은 위와 같은 문제를 해결하기 위해 내용적응형 2D FIR 필터를 제작방법을 제안한다. 제안필터는 충분한 수의 저해상도 패치와 고해상도 패치 쌍을 이용하여 임의의 고해상도 패치로부터 고화질의 저해상도 패치를 만들기 위한 최적의 내용적응형 2D FIR 필터를 학습한다. 학습된 필터에 의한 실험결과 제안하는 필터가 종례기법들 보다 색조왜곡현상이 현저히 줄어들고, 출력영상의 선명도를 유지함을 보여준다.

1. 서론

디스플레이 장치의 해상도 및 크기가 커짐에 따라, 미디어 콘텐츠들도 고해상도 영상으로 제작이 되고 있다. 그러나, 테블릿 PC 와 스마트폰과 같은 휴대용 장치들은 여전히 물리적인 해상도 및 디스플레이의 크기에 제한을 받고 있다. 이것은 고해상도의 입력 영상을 휴대용기기의 물리적 해상도에 알맞게 변환해주는 영상 축소기법이 필요하다는 것을 의미한다. 부화소랜더링 기법은 디스플레이 기기에서 고주파 정보의 손실을 줄이기 위한 영상 축소기법 중 하나이다. [1].

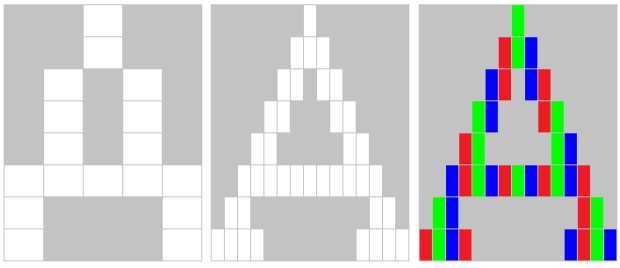
전형적인 부화소랜더링 알고리즘은 R, G, B 부화소 성분의 물리적 위치를 기반으로 공간해상도를 향상시켜 시각적으로 보다 높은 해상도를 표현 할 수 있다 [2]. 그림 1 (a)와 그림 1 (b)는 전형적인 픽셀랜더링과 부화소랜더링의 개념적인 차이를 보여준다. 화소랜더링은 알파벳 “ A” 에서의 대각선 에지를 깨끗하게 표현하지 못하고 있지만, 부화소랜더링에서는 같은 위치에 있는 대각선 에지들을 부드럽게 표현 되어있는 것을 보여준다. 그림 1 (c)는 실제 RGB 부화소에서 표현되는 알파벳 “ A” 를 보여준다. 하지만, 부화소랜더링 기법에서는 색상들 사이에서의 균형을 무너뜨려 발생하는 소위 “ 색조왜곡” 이라 불리는 아티팩트가 종종 발생된다 [1, 2]. 그림 (c)에서 보여주는 것과 같이, 하나 혹은 두 개의 부화소만이 활성화되어 단일 픽셀의 명확한 색상을 표현하는데 어려움 겪기 때문에 색조왜곡현상이 발생하게 된다. 전형적인 부화소랜더링 기법에서 발생하는 문제점들을 해결하기 위해 많은 선행 연구들이 진행되어 왔고 많은 알고리즘들이 제안되어왔다 [3-4].

본 논문에서는 패치 기반 2D FIR 필터를 만들어내기 위해 먼저, 충분한 수와 다양한 고해상도-저해상도 패치 쌍을 추출한다. 그리고 이 패치들은 유사한 고주파 패턴에 따라 그루핑을 하고, 각 그룹에 최적화 된 필터를 제작하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서 제안하는 필터 설계 방법 및 적용방법을 설명 한 후 3 절에서 제안하는 필터와 기존 필터들의 성능을 실험을 통해서 확인한다. 마지막으로 4 절에서는 본 논문에 대한 결론을 맺는다.

2. 학습기반 필터 설계

학습기반 필터 설계는 다양한 콘텐츠 정보를 가지고 있는 영상 정보에서 지역적으로 최적의 필터가 선택 될 수 있도록 사전에 학습을 하는 방법으로 다양한 분야에서 활용



(a) (b) (c)

그림 1. 알파벳 “ A” 에지경사 패턴의 랜더링 : (a) 픽셀랜더링 (b) 부화소랜더링 (c) RGB stripe 패턴에서 실제 부화소랜더링

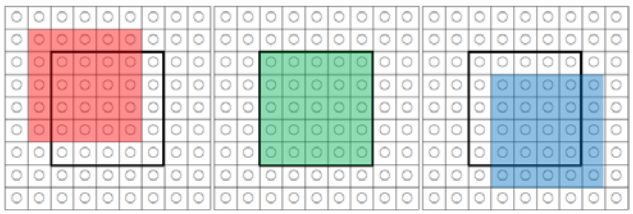


그림 2. 부화소 별 필터 적용 예

되고 있다. 우리는 부화소기반 영상축소를 위한 학습필터를 만들기 위해 먼저 다양한 패턴과 충분한 수의 고해상도-저해상도 패치 쌍을 추출하였다. 추출된 패치들은 유사한 특성을 가지는 K 개의 그룹으로 그루핑한다. 우리는 K 개의 그루핑을 하기 위해 고해상도 패치에 라플라시안 연산자를 적용하여 특징점을 추출하였고, 추출된 특징점들을 전형적인 K-means clustering 알고리즘을 활용하여 K 개의 그룹으로 그루핑 하였다. 이제 동일한 그룹에 속해있는 모든 패치는 유사한 라플라시안 특성을 가진다. 각 클러스터 별 고해상도와 저해상도 패치 쌍의 정보를 활용하여 고해상도에서 저해상도 패치를 합성해 내기 위한 필터를 계산한다. 최종적으로 우리는 소위 ‘ 사전’ 을 만들어 각 클러스터의 중심 패치와 함께 클러스터 별 학습필터를 저장한다.

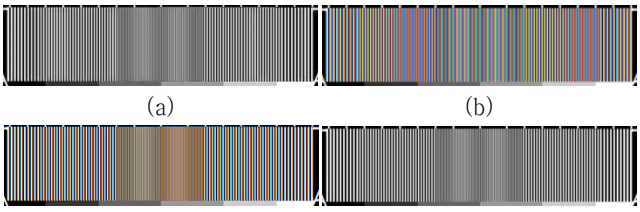
임의의 고해상도 영상을 입력 받았을 때, 우리는 학습된 필터를 적용하기 위해 먼저 RGB 성분을 밝기성분으로 변환한다. 그리고, 밝기성분 패치를 학습과정과 동일한 라플라시안 연산자를 통해 특징점을 추출한다. 이제 추출된 라플라시안을 저장된 사전의 클러스터 중심 패치들과 비교하여 가장 유사한 클러스터를 검색하고, 저장된 필터를 적용시킨다. 저장된 필터를 적용 시킬 때, 우리는 디스플레이의 RGB 성분의 물리적 위치를 고려하여 그림 2 와 같이 G 성분을 기준으로 R, B 성분은 1 픽셀씩 서로 다른 위상에 필터를 적용한다. 그림 2 에서 굵은 선의 박스는 필터적용 결과의 위치를 나타내고, 나머지 박스는 성분 별 필터가 적용되는 위상을 나타낸다.

3. 모의실험 결과

우리의 실험에서는 10×10 크기의 고해상도 패치와 5×5 크기의 저해상도 패치 쌍 300 만개를 512 개의 클러스터로 나누어서 학습필터를 제작하였다. 모의실험을 위해 학습에 사용되지 않은 입력영상을 면적기준으로 4 배 낮은 해상도로 출력하였다. 주관적인 화질 평가를 위해 전형적인 화소랜더링 기법과 전형적인 부화소랜더링 기법, [4]의 기법과 함께 제안기법을 비교하였다. 그림 3 은 Kodak 에서 제공해주는 실험영상 [5]에 대한 결과를 보여준다. 화소랜더링 기법은 나머지 다른 기법들에 비해 벽돌 무늬에서 흐림현상이 심하게 보이고 있다. 이것은 원본 영상이 담고 있는 복잡한 패턴 정보가 다량 손실이 되었음을 의미한다. 화소랜더링과는 반대로 전형적인 부화소랜더링 기법은 상세한 벽돌 무늬를 잘 살려서 보여주고 있다. 하지만, 앞서 설명했던 것과 같이 화소내부의 색상균형이 무너지면서 심각한 색조왜곡현상을 보여주고 있다. [4]는 전형적인 부화소랜더링 기법과 비교하여 현저하게 줄어든 색상왜곡현상을 볼 수 있다. 하지만 여전히 색상왜곡현상이 남아있는 것을 확인 할 수 있다. 마지막으로 제안된 필터는 [4]과 비교하여 색상왜곡현상이 줄어들고, 지역적으로 적합한 필터를 적용함으로써 선명도 또한 향상된

(a) (b) (c) (d)

그림 3. 실험결과 (a) 화소랜더링 (b) 부화소랜더링 (c) [] 필터 (d)제안필터



(a) (b) (c) (d)

그림 4. 실험결과 (a) 화소랜더링 (b) 부화소랜더링 (c) [] 필터 (d)제안필터

것을 확인 할 수 있다. 그림 4 는 HD TV 방송 패턴 중 고주파 부분을 잘라낸 것이다. 그림 4 의 결과 또한, 그림 3 과 유사한 것을 확인 할 수 있다.

4. 결론

본 논문은 기존의 부화소랜더링 기술에서 나타났던 흐림현상과 색조왜곡현상을 학습된 필터를 활용하여 지역적 패턴에 알맞게 적용함으로써 해결하였다. 우리는 향후 제안 필터 개수를 조절하여 최소한의 필터를 구성하는 최적화 연구와 함께 제안 필터가 PC 환경에서 실시간 처리가 가능하도록 최적화하는 연구를 진행 할 것이다.

참고문헌

[1] Daly, S. J. “ Analysis of subtriad addressing algorithms by visual system models,” *SID Symposium Digest of Technical Paters*, vol. 32, no. 1, Jul., 2012, pp. 1200-1203.

[2] Benzschawel, T. and Howard, W. “ Method of and apparatus for displaying a multicolor image,” U.S. Patent 5,341,153, Aug., 1994.

[3] Kang, S. J. “ Color difference-based subpixel rendering for matrix displays,” *Journal of Display Technology*, vol. 9, no. 8, Aug., 2013, pp. 632-637.

[4] Kim, C.S. and Kim, J. S. “ A filter design algorithm for subpixel rendering on matrix displays,” *Proc. EURASIP EUSIPCO*, Sep., 2007, pp. 1487-1491.

[5] http://r0k.us/graphics/kodak/