

스펙트럼의 방향성을 이용한 움직임 블러 이미지의 선명도 평가 기법

*오태근 **이상훈

연세대학교 전기전자공학부

*tgoh27@yonsei.ac.kr

Sharpness Assessment Method for Motion blurred Images
using Directionality of Spectrum

*Taegeun Oh **Sanghoon Lee

Department of Electrical and Electronic Engineering

Yonsei University

요약

스마트폰과 같은 모바일 기기의 사용이 확대되면서, 보다 쉽게 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 획득하고 유통할 수 있게 되었다. 하지만, 획득 과정에서 이미지는 디포커스 및 움직임에 의해 블러해질 수 있다. 이와 같은 블러를 측정하기 위해, 다양한 선명도 평가 기법들이 제안되었다. 하지만, 대부분의 기존 기법들은 디포커스 블러의 특성에 따라 설계되어졌다. 따라서, 본 고에서는 주파수 분석에 기반하여 움직임 블러 이미지의 선명도를 평가하기 위한 알고리즘을 제안한다.

1. 서론

기술의 발전은 스마트폰과 같은 모바일 기기를 이용한 멀티미디어 콘텐츠의 획득과 배포를 쉽게 만들었다. 하지만, 숙련되지 않은 비전문가들이 촬영한 이미지는 잘못된 초점과 카메라의 흔들림 등으로 인한 선명도 및 화질 저하에 빈번하게 노출되며, 이러한 이미지는 유의미한 시각 정보를 전달할 수 없다 [1][2]. 따라서, 이와 같은 이미지의 품질을 보장 및 관리하기 위해, 자동화된 화질 평가 알고리즘, 특히 움직임 블러에 의한 화질 열화를 평가하기 위한 알고리즘은 매우 중요하다.

오랜 기간동안 이미지의 선명도를 평가하기 위한 다양한 알고리즘들이 개발되었으나, 대부분의 알고리즘은 잘못된 초점으로 인해 발생하는 블러의 특징만을 고려하여 설계되었다 [3]. 하지만, 움직임에 의한 블러는 이와는 다른 특징을 갖는다. 따라서, 움직임 블러를 정확하게 측정하기 위해서는 움직임 블러의 특징을 반영한 선명도 평가 방법이 필요하다.

본 논문에서는 스펙트럼의 방향성에 기반한 움직임 블러 이미지의 선명도 평가 방법을 제안한다. 카메라 흔들림으로 인한 이미지 스펙트럼의 왜곡을 측정하기 위해, 스펙트럼의 방향성에 기반한 특징을 추출한다. 제안하는 모델의 성능을 평가하기 위해, 움직임 블러 이미지의 데이터베이스를 구성하고, 주관적 선명도 평가를 실시하였다.

2. 본론

그림 1은 움직임 블러 이미지와 대응하는 Discrete fourier transform (DFT) 스펙트럼의 예제를 보여준다. 그림 1(a)와 (c)는 자

연 이미지와 움직임 블러 이미지이고, 그림 1(b)와 (d)는 그림 1(a)와 (c)의 DFT 스펙트럼이다. 밝을수록 DFT 계수의 크기가 큰 값을 나타낸다. 움직임 블러가 발생할 때, 움직임 방향에서 고주파 성분들이 감소된다.

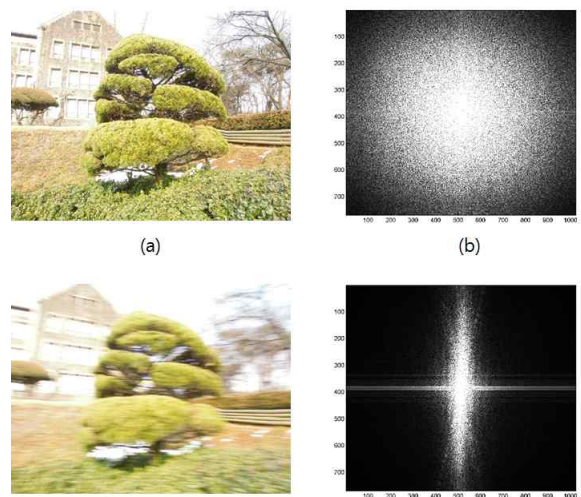


그림 1. (a) 자연 이미지. (b) (a)의 DFT 스펙트럼. (c) 가로 방향 움직임에 의한 움직임 블러 이미지. (d) (c)의 DFT 스펙트럼.

제안하는 움직임 블러 이미지의 선명도 평가 기법에서는 움직임에 의한 DFT 스펙트럼의 방향성의 변화를 측정한다. 움직임 블러 이미지에서 각 방향의 스펙트럼의 분포를 측정하기 위해, 각 방향에서의 대비 (directional contrast)와 분산 (directional variance)을 측정한다.

$$Con_{z_\phi} = \left[\frac{1}{N^2} \int_{f_{z_\phi}} \left| \frac{B(f_{z_\phi}, 0)}{B(0, 0)/N^2} \right|^2 df_{z_\phi} \right]^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$Var_{z_\phi} = \int_{f_{z_\phi}} (f_{z_\phi} - \mu_{f_{z_\phi}})^2 p(f_{z_\phi}) df_{z_\phi} \quad (2)$$

여기서 $\mu_{f_{z_\phi}}$ 는 방향 ϕ 에서 DFT 계수의 평균 값이고

$$p(f_{z_\phi}) = \frac{|B(f_{z_\phi}, 0)|^2}{\int_{\tilde{f}_{z_\phi}} |B(f_{z_\phi}, 0)|^2 d\tilde{f}_{z_\phi}} \quad (3)$$

여기서, $p(f_{z_\phi})$ 은 z_ϕ -축에서 DFT 계수의 확률 밀도 함수 (pdf)이다.

그리고, 각 방향에서의 대비와 분산을 곱하여 각 방향에서의 방향성 선명도 (directional sharpness)를 계산한다. 움직임 방향에 따른 스펙트럼의 변화를 정량화하기 위해, 방향성 선명도의 평균 (F_1), 변동 계수 (F_2) 및 최소 값 (F_3)의 3개의 특징을 측정한다.

마지막으로, 서포트 벡터 회귀 기법을 이용하여 특징점에 따른 주관적 선명도의 예측 모델을 생성한다.

3. 실험 결과

제안하는 알고리즘의 성능을 검증하기 위해, 움직임 블러 이미지의 데이터베이스를 구축하고, 주관적 선명도 평가 실험을 실시하였다.

테스트 이미지는 콤팩트 디지털 카메라 (Nikon COOLPIX P300)을 통해 획득하였다. 테스트 이미지의 크기는 1024×768 픽셀이다. 데이터베이스는 움직임 블러가 없는 11장의 자연 이미지와 카메라 패닝을 통해 획득한 이미지들로 구성된다. 다양한 방향과 다양한 움직임 블러 강도를 고려하기 위해, 3가지 움직임 방향 (수직, 수평 및 대각)에서 각 3가지 강도의 움직임으로 카메라를 패닝하였다.

테스트 이미지는 23인치 디스플레이 (LG전자 D2342)를 통해 디스플레이되었다. 해당 디스플레이의 해상도는 1920×1080 을 지원한다. 총 23명의 성인을 대상으로 주관적 화질 평가를 수행하였다.

이미지 콘텐츠에 따른 영향을 방지하기 위해, 전체 데이터베이스 중에서 80%는 트레이닝, 나머지 20%는 테스트 셋으로 분할하였다. 트레이닝 및 테스트 셋에 따른 성능 차이를 정규화하기 위해, 트레이닝 및 테스트 셋 구성은 랜덤하게 이미지를 선택하였으며, 1000번 반복하였다.

표 1은 구축된 데이터베이스에서 측정한 Spearman rank order correlation coefficient (SROCC)와 Linear correlation coefficient (LCC)를 보여준다. 기존 기술과의 비교를 위해, JNBM [1], CPBD [2], DFT-Kurt [3] 및 DIIVINE [4]의 성능을 측정하였다. 제안하는 모델이 기존 기술들보다 높은 정확도를 보여준다.

	SROCC		LCC	
	Mean	Std.Dev.	Mean	Std.Dev.
JNBM	0.528	0.082	0.576	0.056
CPBD	0.685	0.022	0.769	0.036
DFT-Kurt	0.297	0.090	0.285	0.058
DIIVINE	0.677	0.058	0.724	0.076
Proposed	0.816	0.029	0.891	0.016

표 1. SROCC와 LCC의 평균 및 표준 편차. 1000 train-test trial.

4. 결론

본 고에서, 우리는 움직임 블러 이미지의 선명도 평가를 위한 예측 모델을 제안한다. 대부분의 기존 기법들이 초점에 의한 블러를 예측하기 위해 설계된 것과 달리, 제안하는 모델은 움직임 블러의 특징에 기반하여 설계되었다. 제안하는 모델을 DFT 스펙트럼의 방향성을 측정함으로써 움직임 블러 이미지의 선명도 변화를 예측한다.

감사의 글

"본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고
급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음"
(NIPA-2014-H0401-14-1006)

참고문헌

- [1] R. Ferzli *et al*, "A no-reference objective image sharpness metric based on the notion of just noticeable blur," IEEE Trans. Image Process., vol. 18, pp. 717-728, 2009.
- [2] N. Narvekar *et al*, "A no-reference image blur metric based on the cumulative probability of blur detection (CPBD)," IEEE Trans. Image Process., vol. 20, pp. 2678-2683, 2011.
- [3] N. Zhang, *et al*, "Image sharpness measurement in the scanning electron microscope-part iii," Journal of Scanning Microscopies, vol. 21, 1999.
- [4] A. Moorthy, "Blind image quality assessment: From natural scene statistics to perceptual quality," IEEE Trans. Image Process., vol. 220, 2011.