

깊이맵 업샘플링을 이용한 객관적 메트릭과 3D 평가의 비교

사이드 마흐모드포아 김만배

강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신공학과

{saeed, manbae}@kangwon.ac.kr

Comparison of Objective Metrics and 3D Evaluation Using Upsampled Depth Map

Saeed Mahmoudpour and Manbae Kim

Dept. of Computer and Communications Eng., IT College, Kangwon National University

요약

본 논문에서는 깊이맵 업샘플링을 이용하여 객관적 메트릭과 3D 주관적 평가 사이의 관계를 조사한다. 전자의 경우, 다양한 참조(full-reference) 및 무참조(no-reference) 평가도구가 깊이맵의 품질을 측정하기 위해 적용되고, 3D 평가는 주관적 평가로 얻는다. 이 두 개의 결과는 세 가지의 상관계수를 이용하여 상호 관련성을 찾은 후에, 최적으로 주관평가에 근접한 객관적 메트릭을 얻는다.

1. 서론

깊이맵의 공간적 해상도는 RGB 영상에 비해서 상대적으로 낮으므로, 고해상도 깊이맵 획득을 위한 다양한 깊이맵 업샘플링 기법들이 제안되었다 [1-5]. 깊이맵은 RGB 영상과 함께 3D 스테레오 영상, 멀티뷰 영상, 홀로그램의 생성에 활용된다. 이 깊이맵은 상기 콘텐츠의 성능에 중요한 역할을 한다. 그동안 제안되었던 깊이맵 업샘플링 기법들의 성능평가를 위한 영상 품질 평가(Image Quality Assessment, IQA)로 일반적으로 사용되는 방법으로 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)이 있다. 그러나, 기존 QA는 단순히 PSNR에 기반한 성능평가에 의존했고, 실제 이 깊이맵이 3D 입체영상과 어떠한 관계를 가지는 지에 대한 연구는 많지 않았다.

예측할 수 있는 객관적 평가 메트릭이 존재한다면, 시간적 소요가 많은 주관적 평가없이 객관적 평가만으로 간단히 3D 콘텐츠의 품질을 판단할 수 있다. 이를 위해서 그림 1의 평가방법을 이용하였다.

2. 품질 평가 방법

PSNR는 가장 일반적인 도구이다. SSIM(structural similarity index measure)은 두 영상간의 유사성 측정하고, 인지저각시스템의 품질 인지와 연관된 것을 고려한다. Visual Information Fidelity (VIF)은 영상충실도 측정을 위해 정보 이론적 기준을 사용한 참조영상 품질지표이다. 선명도(Sharpness degree)는 영상의 선명도를 나타낸다. 블러 메트릭(Bur Metric)은 흐릿함을 측정하기 위한 또 다른 도구로 에지의 블러를 측정해 본다. Blind image quality index(BIQI)은 영상에서 그럴듯한 왜곡을 식별이 되면, NSS를 기반으로 한 접근법을 사용하여 왜곡을 수치화한다. Natural image quality evaluator(NIQE)은 human-rated 영상을 왜곡한 트레이닝 데이터 없이 자연영상에서 관찰되는 통계적 정형화로부터 측정가능 편차만 사용하는 completely blind image quality analyzer이다.

DIBR기술로 만들어진 입체영상의 품질은 3D 주관적 품질 실험을 사용하여 판단이 된다. DSCQS(Double Stimulus Continuous Quality Scale) 주관적 테스트가 적용된 3D 모니터를 가지고 입체영상을 관찰하였다. 첫 번째 단계에서 원본 그림들은 10명의 참가자에게 보였다. 각 참가자들은 10초간 원본 입체영상을 보았고, 같은 시기에 업샘플링된 깊이맵으로 만들어진 입체영상을 보았다. 그리고 3D 깊이에 대한 효과를 판단하였다. 각 하나의 영상 자료당 유사한 감상은 3D 인지를 검토하기위하여 수행되었다. 깊이 인지는 주관적으로 3D 인지에 대해 1(나쁨), 2(조금 나쁨), 3(보통), 4(좋음), 5(매우좋음)의 등급으로 평가되었다.

주관적 측정도구와 3D 주관적 평가사이의 관계를 조사하기 위하여 3가지 상관관계를 사용한다. 두 개의 변수의 연관성을 측정하기 위한 보편적인 지표로 피어슨, 스피어만, 켄달

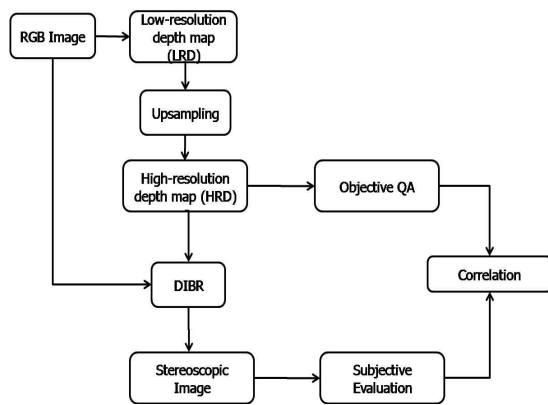


그림 1. 제안하는 평가 방법

일반적으로 깊이맵의 성능 평가는 수학적 공식인 PSNR을 이용하여 방법의 우수성을 검증하였고, 이와는 반대로 입체영상의 3D 평가는 RGB 영상과 깊이맵으로부터 생성되는 입체영상의 DSCQS, SSCQS 등의 주관평가(subjective evaluation)를 실행되는데, 이 과정은 많은 인적자원 및 장기간의 실험을 필요로 한다. 상대적으로 수학적 metric인 QA의 장점은 공식이 수학적으로 정의되어 있기 때문에, 빠른 시간 내에 컴퓨터에서 결과를 얻을 수 있다. 만일 주관적 평가 결과를

상관계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용한다.

3. 실험 결과

7 가지의 업샘플링 방법의 품질 성능은 16개의 테스트 깊이맵을 사용하여 평가하였다. 테스트 RGB 영상과 관계된 깊이맵들은 그림 2에서 보여진다. 저해상도 깊이맵을 획득하기 위하여, 원본 데이터를 다운 샘플링하고, 고해상도 깊이맵을 만들었다. 얻어진 주관평가 결과, 객관적 메트릭의 수치값 및 3D평가와 객관적평가의 상관계수 값은 각각 표 1, 2, 3에서 보여진다.

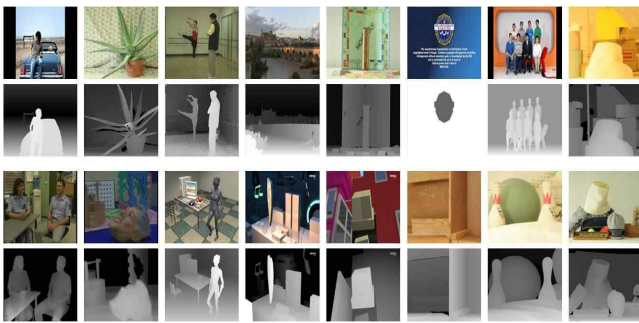


그림 2. 테스트 RGB영상 및 깊이맵

표 1. 업샘플링된 깊이맵의 주관적 측정 평균 데이터

	Bilinear	Bicubic	Bilateral	Joint Bilateral	Variance-based Bilateral	Adaptive Bilateral	Distance Transform Bilateral
Visual Fatigue	3.76	3.64	3.89	3.84	4.03	3.46	3.99

표 2. 업샘플링된 깊이맵의 평균 객관적 측정 데이터 (PSNR 단위:dB)

Upsampling	Bilinear	Bicubic	Bilateral	Joint Bilateral	Variance-based Bilateral	Adaptive Bilateral	Distance Transform Bilateral
PSNR image	35.85	35.71	35.64	34.15	35.64	33.16	34.86
Edge PSNR	23.68	23.55	23.66	22.82	23.38	20.97	22.93
Non-edge PSNR	38.07	37.94	37.78	37.50	37.93	35.43	36.92
Sharpness	39.5	42.2	49.51	49.09	31.92	88.31	68.14
Blur	8.48	11.38	10.29	10.87	10.51	9.00	9.89
SSIM	0.946	0.955	0.975	0.956	0.971	0.962	0.972
Edge SSIM	0.957	0.915	0.955	0.944	0.952	0.942	0.9
VIF	0.518	0.539	0.424	0.422	0.478	0.398	0.438
BIQI	57.8	66.34	61.11	32.81	41.94	29.15	72
NIQE	15.95	13.11	13.94	11.82	12.47	13.41	13.82

4. 결론

본 논문에서 3D 품질 판단을 위해 일반적으로 2D 영상에 사용되는 우수한 품질 판단 도구를 찾는 방법들을 살펴보았다. 상관관계를 이용하여 객관적 IQA 결과와 주관적 판단간의 타당한 관계를 성공적으로 도달하였다. 결과적으로 PSNR과 SSIM은 가장 높은 피어슨 상관계수를 보였다. 그러나 PSNR 판단에서 이에 상응하는 스피어만과 켄달은 피어슨 계수와는 거리가 멀었다. 이상치 혹은 높이 왜곡된 변수는 이러한 차이점의 원인이었고, 이 분산은 비선형이므로 피어슨 상관관계에 대해 신뢰할 수 없었다. edge-PSNR에서 스피어만과 켄달 계수에 따르면, 이 지표는 다른 지표에서는 더 나왔지만, SSIM과 비교했을 때 더 적은 관계를 가졌다. 그 결과 높은 피어슨, 켄달 계수 값에도, SSIM은 스피어만 계수와 가장 일치하는 지표였다. 뿐만 아니라 선명도와 BIQI는 음의 상관계수로 인해 부적절했다.

표 3. 시각적 피로도와 객관적 측정. 피어슨, 스피어만, 켄달 상관계수

	Pearson	Spearman	Kendall
PSNR	0.582	0.0357	0.0476
Edge-PSNR	0.608	0.1429	0.1429
Non-edge PSNR	0.554	0.0357	0.0476
Sharpness	-0.522	0.3214	-0.1429
Blur Metric	0.293	0.1429	0.0476
SSIM	0.505	0.3571	0.1429
Edge-SSIM	-0.025	0.1441	0.0476
VIF	0.019	0.1071	0.1429
BIQI	-0.339	-0.3214	-0.2381
NIQE	0.132	0.1071	0.1429

감사의 글

본 연구는 한국산업기술평가관리원의 시스템반도체 상용화기술사업(10041082) 및 중소기업청의 기술혁신개발사업(S2055930)의 지원을 받음

참고 문헌

[1] C.Tomasi and R.Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Image", In Proc. IEEE Int. Conf. on Computer Vision, pp.836-846(1998).
 [2] J. Kopf, M.F.Cohen, D.Lischinski and M.Uyttendaele, "Joint bilateral upsampling", ACM Trans. on Graphics, Vol.26, No.3, pp.1-6(2007).
 [3] S.Jang, D.Lee, S.Kim, H.Choi, M.Kim, "Depth Map Upsampling with Improved Sharpness", Journal of Broadcast Engineering, Vol.17, No.6,pp.933-944(2012).
 [4] C.Pharm, S.Ha, and J.Jeon, "A local variance-based bilateral filtering for artifact-free detail and edge-preserving smoothing", PSIVT, Part II, LNCS 7088, 99.60-70(2011).
 [5] D.Yeo, E.Haq, J.Kim, M.Baig, H.Shin, "Adaptive Bilateral Filtering for Noise Removal in Depth Upsampling", SoC Design Conf., pp.36-39(2010).