

360 도 파노라마 영상 생성 기법의 품질 측정 기법 비교

김수지, 박인규

인하대학교 정보통신공학과

{sujiee0821@gmail.com, pik@inha.ac.kr}

Quality Benchmark of 360 Panoramic Image Generation

Soo Jie Kim, In Kyu Park

Department of Information and Communication Engineering, Inha University

요 약

본 논문에서는 6 Fisheye lens 원본 영상에 대하여 Insta360 stitcher, AutoStitch[4], As-Projective-As-Possible(APAP)[5] 스티칭 방법으로 360 도 파노라마 영상을 생성하고 기하학적 왜곡과 컬러 왜곡을 비교 평가한다. 360 도 파노라마 Image Quality Assessment(IQA) 메트릭으로 Natural Image Quality Evaluator(NIQE)[6], Blind/Referenceless Image Spatial Quality Evaluator (BRISQUE)[7], Perception based Image Quality Evaluator(PIQE)[8], Feature Similarity(FSIM)[9] 그리고 high frequency feature 에 대한 Structural Similarity(SSIM)[10]을 측정하여 정량적 평가를 하며 정성적인 비교를 통하여 파노라마 영상의 품질과 평가 메트릭에 대한 벤치마크를 제공한다.

1. 서론

최근 360VR(Virtual Reality) 실감미디어 콘텐츠가 급부상함에 따라 왜곡 없는 고품질 360 도 영상 생성은 중요한 이슈이다. 360 도 파노라마 영상은 다수의 카메라로 전방향을 취득하여 스티칭 과정을 거친 $360^{\circ} \times 180^{\circ}$ FoV 영상이다. 이미지 스티칭 과정에서 특징점 추출, 특징점 매칭, 워핑, 블렌딩 단계를 거치며 이 때 기하학적인 왜곡과 컬러 왜곡이 발생한다. 이러한 왜곡을 줄이기 위한 스티칭 알고리즘이 연구되고 있으며 이에 따른 객관적인 성능 평가가 필요하다. 하지만 대부분의 파노라마 생성 연구에서 정성적 평가만으로 성능을 보이거나 전체적인 이미지의 유사성을 측정하여 평가하는 메트릭을 사용하여 품질을 평가한다. 파노라마 왜곡 특징을 명시적으로 보일 수 있는 평가 메트릭과 측정 비교가 필요하다.

2. 360 도 파노라마 영상 왜곡 측정

본 논문에서는 6 Fisheye lens 를 사용한 Insta360 Pro2 카메라로 실내, 실외 영상을 취득하여 360 도 파노라마를 생성하고 품질을 평가한다. 파노라마 생성 알고리즘으로 Insta360 stitcher, AutoStitch, APAP 를 사용한다. 참조 평가 메트릭으로 SSIM, FSIM 을 사용하며 ground truth 영상으로 Insta360 pro2 stitching image 를 사용한다. 무참조 영상 품질 평가 메트릭으로 NIQE, BRISQUE, PIQE 를 사용하여 파노라마 영상의 왜곡을 비교 평가한다.

2.1. 360 도 파노라마 영상 왜곡 평가 메트릭

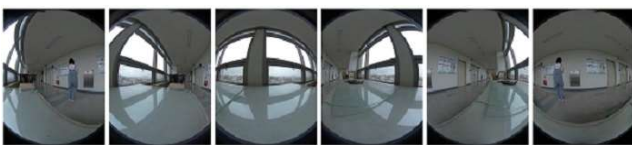
SSIM 평가 메트릭은 밝기(luminance), 명암비(contrast), 구조(structure) 3 가지 영상 특성을 평가하여 두 영상 간의 구조적 유사성을 측정한다. 값의 범위는 [0,1] 이며 1 에 가까울수록 높은 품질을 나타낸다. 컬러 왜곡에 둔감하며 구조적 유사성을 측정한다는 점에서 파노라마 영상 평가에 비교적

적합한 메트릭이지만 중첩되는 경계선의 컬러 변화 같은 정보가 반영될 수 있다. 따라서 파노라마 영상의 기하학적 왜곡과 경계선 컬러 왜곡 모두 측정하게 된다. 본 논문에서는 파노라마 영상의 기하학적 왜곡 특징만을 반영하여 측정하기 위하여 생성한 파노라마 영상에서 high pass filter(HPF)를 적용하여 SSIM을 측정한다.[3] FSIM 평가 메트릭은 phase congruency(PC)와 gradient magnitude(GM)에 기반하여 밝기 변화에 덜 민감한 저차원 특징을 반영한다. 값의 범위는 [0,1] 이며 1에 가까울수록 높은 품질을 나타낸다.

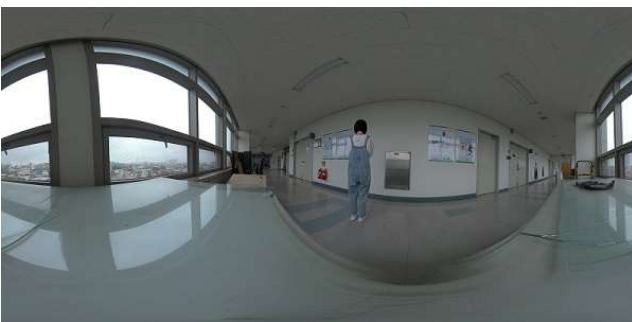
NIQE 모델은 원본 영상 데이터셋을 기반으로 임의의 왜곡이 있는 영상과의 특징 거리를 측정하여 품질을 측정한다. 특징은 다차원 가우시안 분포로 모델링되며 측정값은 [0,100]의 범위를 갖고 0에 가까울수록 높은 품질을 나타낸다. BRISQUE 메트릭은 왜곡이 있는 데이터셋을 기반으로 그와 동일한 유형의 왜곡이 있는 영상의 품질을 평가하며 데이터셋에는 블러, 노이즈와 같은 왜곡이 있는 이미지가 포함되어 있다. 측정값은 [0,100]의 범위를 갖고 0에 가까울수록 높은 품질을 나타낸다. PIQE 비지도 평가 메트릭으로 임의의 왜곡이 있는 영상을 평가하며 왜곡된 블록별 분산을 측정하여 점수를 계산한다. [0,100]의 측정값 범위를 가지며 0에 가까울수록 높은 품질을 나타낸다.

2.2. 360도 파노라마 영상 생성

AutoStitch는 SIFT 특징점 검출을 사용하며 RANSAC에 의한 호모그래피를 추정하고 블렌딩하여 스티칭 결과를 얻는다. APAP 알고리즘은 Moving Direct Linear Transformation (Moving DLT) 방법을 제안하여 기하학적 왜곡과 고스팅 아티팩트를 줄이기 위해 고안된 알고리즘이다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 1. 실내 영상. (a): 원본 영상, (b): Insta360 Stitching, (c): AutoStitch, (d): APAP



(a)



(b)

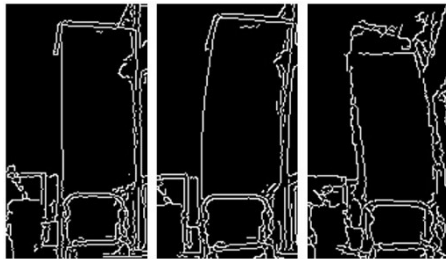


(c)



(d)

그림 2. 실외 영상, (a): 원본 영상, (b): Insta360 Stitching, (c): AutoStitch, (d): APAP



(a) (b) (c)

그림 3. HPF 적용 영상, (a): Insta360 pro2, (b): AutoStitch, (c): APAP

3. 실험 결과

		SSIM (HPF)	FSIM
그림 1	AutoStitch	0.51179	0.8165
	APAP	0.44829	0.7246
그림 2	AutoStitch	0.46420	0.6942
	APAP	0.40506	0.6854

표 1. 참조 메트릭

		NIQE	BRISQUE	PIQE
그림 1	Insta360 pro2	3.5763	22.1761	28.6344
	AutoStitch	3.1168	37.9313	50.6764
	APAP	3.2337	34.8178	41.9390
그림 2	Insta360 pro2	3.6777	22.4041	42.7223
	AutoStitch	1.9042	22.1261	25.1287
	APAP	4.3806	26.3759	40.8173

표 2. 무참조 메트릭

구조적 유사성을 평가하는 SSIM 과 FSIM 측정 결과 정성적인 평가와 같이 APAP 보다 AutoStitch 파노라마 영상에서 더 높은 값을 보인다. NIQE, BRISQUE, PIQE 평가 메트릭 측정 결과에서는 파노라마 왜곡 특징보다 일반적인 영상 왜곡에 집중된 결과를 보여 정성적인 평가와 다소 상이한 결과를 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 360 도 파노라마 영상을 생성하고 참조, 무참조 IQA 메트릭으로 왜곡을 측정하여 정량적, 정성적 평가 비교 결과를 제시한다. 파노라마 생성시 발생하는 기하학적 왜곡을 측정하기 위하여 HPF 전처리를 수행한 SSIM 과 밝기 변화에 둔감한 특징을 사용하는 FSIM 결과를 확인하였다. 또한 무참조 메트릭인 NIQE, BRISQUE, PIQE 를 사용하여 블러, 노이즈, 컬러와 같은 일반적인 영상 왜곡에 집중된 측정 결과를 보인다.

감사의 글

이 논문은 삼성미래기술육성재단의 지원을 받아 수행된 연구임(SRFC-IT1702-54). 이 논문은 2021 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(2020-0-01389, 인공지능융합연구센터지원(인하대학교)).

참고문헌

- [1] L. Zhang, L. Zhang, X. Mou, and D. Zhang, "Fsim: A feature similarity index for image quality assessment", *IEEE Transactions on Image Processing*, 20(8):2378-2386, 2011.
- [2] Luyu Yang, Zhigang Tan, Zhe Huang, Gene Cheung, "A Content-Aware Metric for Stitched Panoramic Image Quality Assessment", *Proc. ECCV*, pp. 561-578, October 2016.
- [3] H. Qureshi, M. Khan, R. Hafiz, Y. Cho, and J. Cha, "Quantitative quality assessment of stitched panoramic images", *IET Image Processing*, 6(9):1348-1358, 2012.

-
- [4] M. Brown and D. Lowe, "Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features", *International Journal of Computer Vision*, 74(1), pages 59-73, 2007.
 - [5] Julio Zaragoza, Tat-Jun Chin, Quoc-Huy Tran, Michael Brown and David Suter, "As-projective-as-possible Image Stitching with Moving DLT", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI)*, 36(7):1285-1298, July 2014.
 - [6] Mittal, A., R. Soundararajan, and A. C. Bovik. "Making a Completely Blind Image Quality Analyzer", *IEEE Signal Processing Letters*. Vol. 22, Number 3, March 2013, pp. 209-212.
 - [7] Mittal, A., A. K. Moorthy, and A. C. Bovik. "Referenceless Image Spatial Quality Evaluation Engine", Presentation at the 45th Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, Pacific Grove, CA, November 2011.
 - [8] N. Venkatanath, D. Praneeth, Bh. M. Chandrasekhar, S. S. Channappayya, and S. S. Medasani, "Blind Image Quality Evaluation Using Perception Based Features", In *Proceedings of the 21st National Conference on Communications (NCC)*. Piscataway, NJ: IEEE, 2015.
 - [9] Zhang, Lin, et al, "FSIM: A feature similarity index for image quality assessment", *IEEE transactions on Image Processing*, Vol.20, No.8, pp.2378-2389, 2011.
 - [10] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli, "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity", *IEEE transactions on image processing*, 13(4):600, 2004.