

# 카메라 센서 정보 기반 이미지 클러스터링을 이용한 360 VR 이미지 제작

\*정우경, \*\*한종기

세종대학교

\*trancis314@sejong.ac.kr, \*\*hjk@sejong.edu

## 360 VR Image Stitching Algorithm using Image Clustering based on Camera Sensor Data

\*Woo-Kyung Jung, \*\*Jong-Ki Han  
Sejong University

### 요 약

360° VR 영상은 카메라에서 촬영된 여러 영상들을 이어 붙이는 작업인 스티칭(Stitching)을 통하여 만들 수 있다. 스티칭은 영상들을 이어 붙이기 위해 각 영상의 특징점을 추출하는 특징점 추출, 특징점간 유사도를 비교하여 유사한 특징점끼리 매칭시키는 특징점 매칭, 특징점 매칭 과정에서 획득한 호모그래피 매트릭스를 이용한 이미지 왜핑, 각 영상 간의 부자연스러운 경계선을 제거하는 블렌딩 과정을 거친다. 고품질의 360° VR 영상을 획득하기 위해서는 영상의 개수를 증가시킬 필요가 있고, 이로 인해 스티칭 과정에서 소요되는 시간이 증가한다. 본 논문에서는 카메라 센서 정보를 이용해 유사한 영상끼리 클러스터링하여, 한번에 스티칭이 진행되는 영상의 수를 감소시키고, 멀티 스레드를 이용하여 각 그룹의 스티칭을 병렬적으로 진행한 뒤, 최종적으로 스티칭하여 최종 360° VR 영상을 획득하는 과정을 제안한다.

### 1. 서론<sup>1</sup>

최근 VR(Virtual Reality)기술에 대해 대중의 관심이 높아지면서, 다양한 VR 콘텐츠의 제작이 증가하고 있다. 이러한 VR 기술에 대해 대중의 요구 수준 또한 높아지면서, 8K의 해상도를 가진 VR HMD 요구 출시되었다. 이러한 하드웨어의 발전에 발맞추어, VR 콘텐츠도 고품질, 고휘상도로 제작되는 경우가 증가하고 있다.

고해상도의 360° VR 영상을 획득하기 위해서는, VR 영상 스티칭에 이용되는 영상의 개수를 증가시킬 필요가 있다. 하지만 영상의 개수가 증가할수록 스티칭 과정에 소요되는 시간이 증가한다.

본 논문에서는 다수 영상의 스티칭 과정 중 특징점 매칭에 소요되는 시간을 감소시키기 위하여, 카메라 센서 정보 중 자이로 센서를 통하여 3 차원 회전에 대한 x, y, z 축의 회전(roll, pitch, yaw)의 값을 추출한다. 이 정보를 이용해 인접한 각도에서 찍힌 영상들을 그룹화하고, 각 그룹들을 멀티 스레드를 이용해 병렬로 스티칭한 이후, 이 영상들을 다시 스티칭하는 계층적 스티칭을 통하여 최종 결과물인 360° VR 영상을 획득하는 과정을 제안한다. 일부 각도 구간 영상들에 대한 실험을 통하여 다수 영상의 스티칭에 걸리는 시간이 감소함을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 절에서는 스티칭 과정에

대하여 설명한다. 3 절에서는 3 차원 회전 정보에 대한 설명과, 이 정보를 이용하여 인접 영상들을 클러스터링 하는 기법에 대해 다룬다. 4 절에서는 멀티 스레드에 대하여 설명한다. 5 절에서는 실험을 통해 제안된 과정을 이용하면 소요시간이 감소함을 보인다.

### 2. 스티칭 원리

영상과 영상을 붙이는 과정인 영상 스티칭은 일반적으로 특징점 추출(Feature Extraction) [1], 특징점 매칭(Feature Matching), 왜핑(Warping), 블렌딩(Blending) 순서로 구성되어 있다. 특징점 추출은 SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 알고리즘 [2] 혹은 SURF(Speeded Up Robust Feature) 알고리즘이 [3] 대표적으로 이용되고 있다. 이 알고리즘들을 이용하여 영상 내에서 특징점과 특징점 주변의 정보를 담은 디스크립터를 추출한다. 특징점 매칭 과정은 특징점 추출을 통해 획득한 디스크립터를 비교하여 각 특징점끼리 매칭하는 과정이다. 이 과정에서 RANSAC 등의 알고리즘을 이용하여 가장 적합한 변환 호모그래피 행렬을 계산한다. 이후 이 호모그래피 행렬을 이용하여 각 영상에 대하여 적용하는 기하학적 변형 과정인 왜핑 과정을 거친다. 다음 과정인 블렌딩에서는 왜핑된 영상들을 합치며 발생하는 부자연스러운 경계선(Seam)을 제거한다. 대표적인 블렌딩 방식으로는 알파 블렌딩(Alpha Blending or Feathering), 혹은 피라미드 블렌딩(Pyramid Blending)이 있다.

<sup>1</sup> 연락저자: 한종기

### 3.3 차원 회전 정보 추출 및 클러스터링

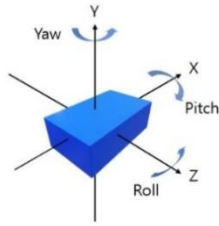


그림 1. Pitch, Yaw, Roll 을 통해 나타낸 3 차원 회전  
Fig 1. 3D Rotation represented by Pitch, Yaw, Roll

3 차원 공간에서의 회전은 3 개의 축(x, y, z)을 기준으로 하는 회전각들을 통해 나타낼 수 있다. 3 개의 축은 서로 직교하는 축으로, 각각의 축의 회전각을 Pitch, Yaw, Roll 이라고 한다. 이를 그림 1 을 통해 확인할 수 있다.

카메라의 3 차원 회전 정보는 카메라 캘리브레이션을 통하여 계산하는 방법 [4]이 있지만, 캘리브레이션 패던 영상을 다수 이용해서 계산해야 하므로 제시된 과정에 적용하기엔 효율성이 떨어진다. 따라서 본 논문에서는 스마트폰의 자이로 센서를 이용하여 3 개의 회전각을 추출하였으며, 이후 클러스터링 알고리즘에 이용하기 위하여 3 차원의 벡터로 만들었다. 이후 제안된 과정을 나타낸 흐름도인 그림 2 에 따라 이미지 클러스터링을 한다.

클러스터링에는 많은 기법이 존재하는데, 본 논문에서는 K-means clustering 을 이용하여, 회전각이 유사한 영상들은 동일한 클러스터에 분류되도록 하였다.

초기 중심점을 완전히 랜덤한 값으로 설정할 경우 클러스터링에 소요되는 시간이 증가한다. 따라서 입력된 이미지의 회전각의 최소값부터 최대값 사이의 구간을 그룹 개수만큼으로 나누어 이를 최초 중심점의 값으로 삼는다.

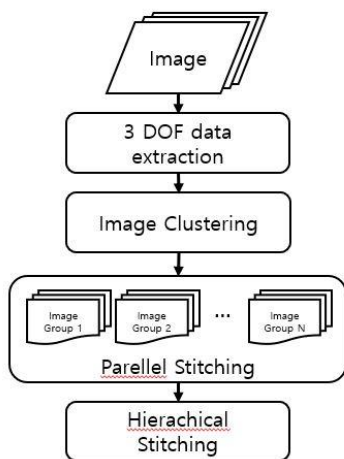


그림 2. 제안된 이미지 스티칭 과정 흐름도  
Fig 2. Proposed Image Stitching Process flowchart

### 4. 멀티 스레드를 이용한 병렬 스티칭

스레드(Thread)는 프로그램 내에서 실행되는 흐름의 단위로, 프로세스보다 더 작은 최소의 단위이다. 일반적으로 한

개의 프로세스 당 하나의 스레드를 할당하지만, 프로그램에 따라 스레드를 여러 개 할당하여 동시에 실행할 수 있다. 이를 멀티 스레드(Multi Thread)라 한다. 멀티 스레드의 장점은 할당된 스레드들을 멀티코어 CPU 에서 각각의 CPU 가 하나씩 처리함으로써, 스레드 별 로 부여된 작업들을 병렬적으로 동시 진행하여 속도를 높일 수 있다는 점이다.

제안된 과정에서는 4 절의 클러스터링을 통하여 나누어진 그룹별로 스티칭하는 과정을 멀티 스레드를 이용해 병렬로 진행한다. 멀티 스레드를 통해 얻어낸 여러 개의 결과 영상을 다시 스티칭하는 계층적 스티칭을 통하여 최종 결과물을 얻어낸다.

### 5. 실험 결과

본 논문에 이용된 데이터의 경우, yaw 의 변화가 큰 이미지 7 장을 이용하였다. 이 데이터들의 회전각을 이용하여 K-means clustering 을 진행한 결과, 2 개의 그룹으로 나누어 졌다. SURF 알고리즘을 이용해 2 개의 그룹별 스티칭이 멀티 스레드를 이용하여 병렬로 진행된 후, 최종 스티칭을 한 결과는 그림 3 으로 나타내었으며, 기존 방법대로 한번에 스티칭한 결과는 그림 4, 소요시간 비교는 표 1 을 통하여 나타내었다.

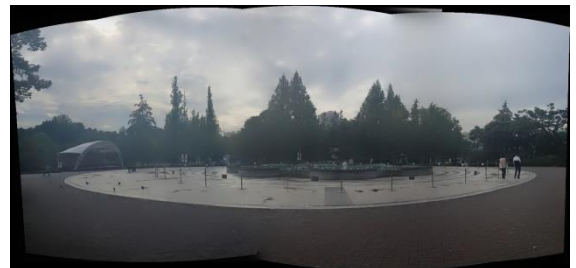


그림 3. 제안된 방법으로 스티칭한 결과  
Fig 3. Result of stitching by proposed method



그림 4. 기존 방법으로 스티칭한 결과  
Fig 4. Result of stitching by conventional method

	Conventional method	Proposed Method	
Data extraction & Clustering time(sec)	-	0.014	
Parallel stitching time(sec)	11.324	3.717	3.041
Final stitching time(sec)		3.493	
Total time(sec)	11.324	7.224	

표 1. 기존 방법의 소요시간과 제안된 방법의 소요시간 비교  
Table 1. Comparison of elapsed time between conventional method & proposed method

실험 결과, 이미지 개수가 비교적 적은 편이지만 제안된 과정을 이용한 경우의 소요시간이 기존 방법을 이용한 소요시간보다 적음을 확인할 수 있다. 360° VR 영상을 제작할 때는 더 많은 이미지 개수를 필요로 한다. 따라서 실제 360° VR 영상에 제안된 과정을 적용할 경우 기존 방법과의 차이가 더 클 것이라고 기대할 수 있다.

## 6. 결론

본 논문에서는 자이로 센서를 이용하여 획득한 3 차원 회전 정보 데이터를 활용하여 영상들을 클러스터링하여, 인접한 영상들을 그룹으로 묶은 뒤, 각 그룹 별 영상들의 스티칭을 멀티 스레드를 이용하여 동시에 진행한 후, 이 결과물을 다시 스티칭하는 계층적 스티칭을 통한 360° VR 영상 획득 과정을 제안하였다. 일부 각도 구간의 사진에 대해 제안된 알고리즘을 적용하여 소요시간이 감소함을 보였다.

### ACKNOWLEDGMENT

This work was partly supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) under Grant NRF-2018R1A2A2A05023117 and partly by Institute for Information & communications Technology Promotion (IITP) under Grant 2017-0-00486 funded by the Korea government (MSIT).

### 참 고 문 헌

- [1] Yingen Xiong, Pulli, K., "Fast panorama stitching for high-quality panoramic images on mobile phones," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 56, Issue 2, May 2010
- [2] S. Battiato, G. Gallo, G. Puglisi, and S. Scellato, "SIFT features tracking for video stabilization," In Proceedings of Image Analysis and Processing (ICIAP), pp. 825-830, September 2007
- [3] David G Lowe, "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Key points," International Journal of Computer Vision, vol. 60, Issue 2, pp. 91-110, November 2004
- [4] Bay H., Tuytelaars T., Van Gool L., "SURF: Speeded Up Robust Features," Lecture Notes in Computer Science, vol. 3951, Springer, Berlin, Heidelberg, 2006
- [5] Zhengyou Zhang, "A Flexible New Technique for Camera Calibration," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 22, No. 11, pp. 1330-1334, November 2000