

# UWV 영상제작을 위한 효과적인 동영상 촬영 방법 및 동영상 스티칭 방법 연구

\*임용철    \*\*이경식    \*\*\*김상균  
 명지대학교   명지대학교   명지대학교  
 \*ciyciygood@gmail.com

## A Study on Video Shooting Method and Video Stitching Method for Effective UWV Video Production

\*Yong-Chul Lim    \*\*Kyoung-Sik Lee    \*\*\*Sang-Kyun Kim  
 Myongji University   Myongji University   Myongji University

### 요약

본 논문은 스마트폰 카메라를 사용하여 파노라마 콘텐츠를 제작하기 위한 동영상 스티칭 방법을 제안한다. 본 논문에서는 동영상 스티칭 방법으로 특징점 추출 알고리즘인 SURF와 블렌딩 알고리즘인 멀티밴드 블렌딩 알고리즘을 사용한다. 또한, 동영상 스티칭 결과의 정확도를 향상 시키기 위하여 스마트폰의 센서 데이터를 사용하고, 동영상 스티칭 시 흔들림이 생기는 현상을 해결하기 위하여 선형 호모그래피 행렬 생성 방법을 적용하였다. 추가로 스마트폰을 활용하여 파노라마 콘텐츠 제작 시 요구되어지는 거리와 각도를 찾기 위한 실험을 진행하였다.

## 1. 서론

최근 스마트 TV를 비롯하여 50인치 이상 대형 TV가 대중화 되면서 4K영상 등 보다 사실적인 콘텐츠에 대한 소비 요구가 증가하고 있다. 이와 더불어 보다 넓은 시야각을 제공하여 UHD, 3D 영상의 입체감과 다른 실감 요소를 제공할 수 있는 파노라마 영상에 대한 관심이 크게 증가하였다.

기존 파노라마 콘텐츠의 경우 콘텐츠를 제작을 위해 별도의 카메라의 사용이 요구된다. 시중에 유통되는 파노라마 카메라는 렌즈를 회전시키며 영상을 촬영하는 렌즈회전식, 어안렌즈를 사용하여 렌즈의 움직임 없이 파노라마 영상을 촬영할 수 있는 광각렌즈형 두 가지 방식으로 구분되어 진다.

본 논문에서는 스마트폰 카메라를 사용하여 파노라마 콘텐츠를 제작하기 위한 동영상 스티칭 방법을 제안한다. 이 방법에는 스마트폰 센서 데이터 활용 및 선형 호모그래피 행렬 생성방법, SURF(Speeded Up Robust Feature) 특징점 추출 알고리즘, 멀티밴드 블렌딩 알고리즘을 적용하였다. 또한, 두 대의 스마트폰을 사용하고 제안한 스티칭 방법을 적용하여 비교하는 실험을 진행한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 SURF(Speed Up Robust Features) 알고리즘

SURF 알고리즘[1]에서는 이미지를 적분하여 밝기 값들의 합을 구한 적분 이미지를 사용한다. 이렇게 생성된 적분 이미지를 토대로 비교적 정확도가 높은 헤이저안 행렬(Hessian matrix)를 사용하여 특징점과 매칭 영역을 찾는다. 특히, 적분 이미지를 사용한 스케일 공간을 구성하고, 옥타브를 생성할 때 가우시안(Gaussian) 필터의 크기를 증가

시키는 방법을 사용한다. 때문에, 이미지 크기 축소시 발생할 수 있는 잡음(noise)을 줄일 수 있고, 반복 연산을 줄여 시스템의 부하를 줄일 수 있다. 반면, 그레이 공간정보만 활용하기 때문에, 이미지 전체의 많은 특징 활용에 어려움이 있다는 단점이 존재한다.

### 2.2 멀티밴드 블렌딩 알고리즘

두 영상의 정합과정에서 적절한 블렌딩 기술이 적용되어야 올바르게 정합된 영상 혹은 이미지를 획득할 수 있다. 멀티밴드 블렌딩 기술 [2]이 가장 널리 사용되는 방식이다. 피라미드 영상 분석/합성 기법을 활용한 멀티블렌딩 알고리즘에서는 원 영상을 각 단계가 진행될 때마다 1/2씩 다운샘플링 한다. 생성된 각 단계 별 영상들을 기초영상(base image)이라 한다.

기초영상을 토대로 각 단계별 2배 크기로 확장하는 업샘플링을 진행하게 되면 기초영상과의 차분영상을 구할 수 있다. 구해진 차분영상을 라플라시안(Laplacian)영상 이라 한다. 라플라시안 영상은 영상의 저대역 성분이 대역별로 제거된 영상이기 때문에 변화량에 대한 차분 정보만을 저장하고 있다. 때문에, 정보량이 상대적으로 작아 유용하게 사용이 가능하다. 이렇게 생성된 피라미드 영상에 대해 합성과정을 수행하면 가중치 윈도우가 적용되어 스티칭 경계면에 대해 스무딩(smoothing)된 효과를 얻을 수 있다.

## 3. 스티칭 방법

### 3.1 이미지 & 동영상 스티칭

이미지 스티칭 과정은 겹치는 부분이 있는 두 장의 이미지를 가지

고 특징 점 추출과 특징 점의 서술자를 계산한다. 이후 각 이미지에서 추출된 특징 점 비교를 통하여 대응점을 찾아낸다. 이 대응점을 바탕으로 호모그래피 매트릭스를 계산하고 겹치는 영역에 대하여 블렌딩을 수행한다. 동영상 스티칭은 이미지 스티칭의 과정을 매 프레임마다 반복하여 진행되는데, 이는 매우 많은 계산 양을 필요로 한다. 때문에, 기존의 고정된 360° 카메라 소프트웨어들의 경우 첫 프레임에서만 호모그래피 매트릭스를 계산하여 사용하고 나머지 프레임에서는 영상의 정합을 수행한다.

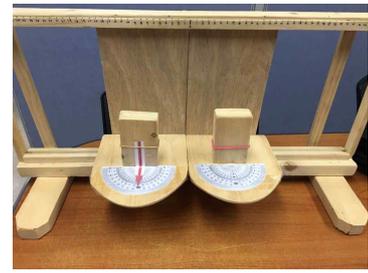


그림 2. 실험에 사용한 실험 도구

### 3.2 제안 하는 동영상 스티칭

동영상 스티칭 정확도를 높이기 위하여 관성 센서 데이터를 활용한 3 DoF 이미지 스티칭 향상 연구[3]의 이미지 전처리 방법을 사용하여 스티칭 결과는 매 프레임마다 육안으로 확인 시 매끄럽게 스티칭된 것처럼 보인다. 하지만 스티칭된 각 프레임들을 동영상으로 재생할 경우 동영상에 흔들림이 발생한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 호모그래피 행렬과 센서 데이터를 활용한 동영상 스티칭 방법 연구[4]의 선형 호모그래피 행렬 생성 방법을 사용한다. 특징점 추출 방식은 SURF 알고리즘을 사용하고, 블렌딩은 멀티밴드 블렌딩 방식을 사용한다. 그림 1은 본 연구에서 제안한 스티칭 방법의 흐름도이다.



그림 1. 제안한 스티칭 방법의 흐름도

### 4. 실험 결과

본 실험에서는 두 대의 스마트폰 카메라를 동일선 상에 배치하여 사용하였으며, 두 대의 스마트폰 사이의 거리와 각 스마트폰의 각도를 달리하여 촬영한 동영상의 스티칭 결과를 평가하였다. 그림 2는 실험에 사용한 실험 도구이다. 또한 촬영한 동영상은 두 대의 스마트폰 사이의 거리를 15cm, 30cm, 45cm로 두어 촬영하였으며, 정면(90°)을 기준으로 두 대의 스마트폰 모두 좌, 우 각각  $\pm 20^\circ$ 까지 10°씩 각도를 변경하였다. 동영상 스티칭은 동영상을 촬영한 거리, 각도 별 100 프레임씩 진행하였으며, 표 1의 기준을 근거로 동영상 스티칭 정확도를 상, 중, 하 3단계로 평가하여 각각 3, 2, 1의 점수를 부여하였다.

평가기준
상(3)
중(2)
하(1)

표 1. 영상 스티칭 정도 상, 중, 하 평가 기준

우	70°	80°	90°	100°	110°
---	-----	-----	-----	------	------

좌\우					
70°	2	3	2	2	1
80°	3	3	3	2	1
90°	2	3	3	3	2
100°	2	2	3	3	3
110°	1	1	2	3	2

표 2. 카메라 각도별 스티칭 결과 (두 스마트폰 사이의 거리 15cm)

좌\우	70°	80°	90°	100°	110°
70°	2	2	1	1	1
80°	2	3	3	2	1
90°	2	3	3	3	2
100°	2	2	3	3	2
110°	1	1	2	2	2

표 3. 카메라 각도별 스티칭 결과 (두 스마트폰 사이의 거리 30cm)

좌\우	70°	80°	90°	100°	110°
70°	1	1	1	1	1
80°	1	2	2	1	1
90°	1	2	3	2	1
100°	1	1	1	2	1
110°	1	1	1	1	1

표 4. 카메라 각도별 스티칭 결과 (두 스마트폰 사이의 거리 45cm)

표 2, 3, 4의 각도 축은 두 대의 스마트폰을 회전시킨 각도를 말하며, 90°의 각도는 스마트폰이 정면을 바라보고 있다는 것을 의미한다.

표 2에서 스마트폰 사이의 거리가 15cm인 경우, 두 대의 스마트폰을 모두 동일한 각도로 두고 촬영하였을 때 각도를 80°, 90°, 100°로 설정한 결과 모두 3점(상)의 스티칭 결과를 얻었다. 하지만 두 대의 스마트폰을 동일한 각도로 설정 하더라도 각도가 70°, 110°인 경우에는 평균적으로 2점(중)의 스티칭 결과를 보였다. 두 스마트폰의 각도를 10° 차이가 나도록 설정한 경우에는 모두 3점(상)으로 나타났고, 스마트폰의 각도차이를 20°, 30°, 40°로 설정한 경우에는 각각 평균적으로 2점(중), 1점(하), 1점(하)의 결과를 보였다.

표 3에서 스마트폰 사이의 거리가 30cm로 두고, 두 대의 스마트폰의 각도를 80°, 90°, 100°로 동일한 각도를 갖도록 하여 실험한 결과, 스마트폰 사이의 거리가 15cm인 경우의 실험 결과와 동일하게 모두 3점(상)의 스티칭 결과를 얻었다. 또한 두 대의 스마트폰을 동일한 각도로 설정하고 각도가 70°, 110°인 경우에도 스마트폰 사이의 거리를 15cm로 두어 실험한 결과와 동일하게 평균 2점(중)의 스티칭 결과를 보였다. 두 스마트폰의 각도차이를 10°로 하기위해 두 스마트폰의 각도를 각각 80°와 90°, 90°와 100°로 실험하였을 때는 평균 3점(상)으로 나타났지만, 70°와 80°, 100°와 110°일 때는 평균 2점(중)의 스티칭 결과를 보였다. 20°, 30°, 40°로 설정한 경우에는 평균적으로 각각 2점(중), 1점(하), 1점(하)의 결과를 보였다.

표 4는 스마트폰 사이의 거리를 45cm로 고정하여 실험한 결과이다. 두 대의 스마트폰의 각도를 각각 80°, 90°, 100°로 두고 두 대의 스마트

폰 모두 동일한 각도를 유지하도록 실험한 결과 90°인 경우에는 3점(상), 80°와 100°인 경우에는 2점(중), 70°와 110°인 경우에는 1점(하)의 스티칭 결과를 얻었다. 두 스마트폰의 각도를 10° 차이가 나도록 실험하였을 때, 두 스마트폰이 각각 80°와 90°, 90°와 100°인 경우에만 2점(중)의 스티칭 결과를 보였고, 나머지 경우는 모두 1점(하)의 결과를 얻었다. 스마트폰의 각도차이를 20°, 30°, 40°로 설정한 경우에는 모두 1점(하)의 스티칭 결과를 보였다.

3가지 실험을 종합한 결과 스마트폰 사이의 거리에 상관없이 두 대의 스마트폰이 모두 정면(90°)을 향해있는 경우에는 좋은 스티칭 결과를 보였다. 하지만, 두 스마트폰 사이의 거리가 15cm일 때는 스마트폰의 촬영 각도 차이가 20°이상, 30cm와 45cm인 경우에는 각도 차이가 10° 이상 발생한 경우부터 스티칭 정확도가 저하되었다.

두 스마트폰의 촬영 각도를 서로 다르게 실험한 경우에는 스마트폰 사이의 거리가 15cm와 30cm일 때 정면(90°)을 기준으로 스마트폰의 촬영 각도 차이가 20° 이상, 45cm인 경우에는 10° 차이 이상인 경우 스티칭 정확도가 저하되었다.

## 5. 결론

스마트폰을 활용하여 파노라마 동영상을 제작하기 위한 방법으로 본 논문에서는 동영상 스티칭 방법을 제안하고, 이를 바탕으로 스마트폰 파노라마 동영상 제작 시 요구 되어지는 거리 및 각도에 대한 실험을 진행하였다. 동영상 스티칭 실험 결과 스마트폰 사이의 거리가 45cm인 경우에 비해 30cm 이하일 때 스티칭 정확도가 높았다. 또한, 두 스마트폰의 각도 차이가 20° 이상인 경우 스티칭 정확도가 낮아지는 결과를 보였다. 향후 스마트폰을 활용하여 파노라마 동영상을 제작함에 있어 최적의 거리와 각도를 측정하기 위한 연구가 필요하다.

## 감사의 글

이 논문은 2017년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(B0126-16-1013 퍼즐형 Ultra-wide viewing 공간미디어 생성 및 소비 기술 개발)

## 참 고 문 헌

- [1] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. V. Gool, "Speeded-Up Robust Features (SURF)," *Similarity Matching in Computer Vision and Multimedia*, 110, 3, 346-359, 06, 2008.
- [2] P.J.Burt and E.H.Adelson, "A Multiresolution Spine with Application to Image Mosaics," *ACM Transactions*, Nov1983.
- [3] 김민우, 김상균 "관성 센서 데이터를 활용한 3 DoF 이미지 스티칭 향상", *방송공학회논문지 제22권 제1호*, 2017.1, 51-61 (11 pages)
- [4] 김민우, 임용철, 김상균. "호모그래피 행렬과 센서 데이터를 활용한 동영상 스티칭 방법." *한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집*, (2017.6): 111-114.