

## 시간적 일관성을 유지하는 비디오 스티칭 방법

\*김광환 이윤구

광운대학교

\*louie1004@naver.com

### Video stitching method maintaining temporal coherence

\*Kim, Kwang-Hwan Lee, Yun-Gu

KwangWoon University

#### 요약

본 논문은 고정되지 않고 흔들리는 영상을 각 프레임마다 이미지 스티칭(Image Stitching)으로 비디오를 구성하였을 때 생기는 영상이 심하게 흔들리는 문제 등을 보완하기 위해 새로운 비디오 스티칭(Video Stitching) 방법을 제안한다. NISwGSP 알고리즘으로 각 프레임 이미지를 스티칭하고 스티칭 형태를 어느 정도 유지시켜주는 새로운 코스트 함수를 도입하여 스티칭 영상의 흔들림 문제를 해결한다. 메쉬(Mesh) 기반 이미지 스티칭 알고리즘인 NISwGSP[1]를 써서 비디오 스티칭을 할 때 메쉬의 버텍스(Vertices)를 이전 프레임의 버텍스로 유지하도록 하여 스티칭 형태를 고정시키는 것이 본 논문에서 제시하는 방법이다.

#### 1. 서론

최근 360도 영상, 파노라마 영상 등을 이용한 실감 미디어는 어디에서나 주목 받고 연구가 활발히 진행되는 분야이다. 360도 영상을 제작하기 위해서는 360도 전용 카메라로 영상을 찍어 스티칭 하는 것이 가장 간편하다. 그러나 우리가 제시하는 비디오 스티칭 방법은 스마트폰과 같은 카메라 여러 개로 주변 환경을 촬영한다는 전제 하에 있다. 그리고 고정되어 있지 않고 어느 정도 흔들림이 남아있는 영상이 입력으로 들어 온다는 전제로 비디오 스티칭을 할 것이다.

비디오 스티칭은 일반적으로 각 비디오 프레임들을 여러 번 이미지 스티칭하여 비디오를 구성하는 방법을 말한다. 그러나 이미지 스티칭만으로 비디오를 구성하면 영상이 심하게 흔들리는 현상이 생긴다. 이런 현상이 생기는 이유는 각 프레임마다 독립적으로 이미지 스티칭을 하면 프레임마다 스티칭 형태가 다르기 때문에 영상이 심하게 흔들리는 현상이 발생하는 것이다.

본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해 이전 프레임의 버텍스를 현재 프레임에 스티칭할 때 영향을 주도록 하여 안정적으로 재생되는 스티칭 영상을 만드는 방법을 제시한다.

#### 2. Temporal Term을 이용한 비디오 스티칭

비디오 스티칭의 기본 원리는 이미지 스티칭을 여러 번 한 것이다. 이미지 스티칭은 서로 다른 방향에서 찍은 여러 이미지를 겹치는 부분을 결합하여 파노라마 이미지를 생성하는 것이다. 이 때 이미지 스티칭은 이미지 사이의 공간축만 고려를 한다. 반면에 비디오 스티칭은 공간축만이 아닌 시간축도 고려를 하며 스티칭을 해야 한다. 영상의 시간축만으로 스티칭을 하는 기술이 있는데 그것은 비디오 안정화(video stabilization)이다. 비디오 안정화는 현재 프레임과 이전 프레임을 스티

칭하여 프레임 사이의 간격을 줄이면서 마치 흔들림이 없는 것처럼 눈속임을 하는 기술이다. 간단히 말해 겹치는 부분이 매우 넓은 이미지 스티칭이라고 할 수 있다. 본 논문에서 제시하는 비디오 스티칭은 이러한 이미지 스티칭과 비디오 안정화를 결합한 시간축, 공간축을 고려한 영상 결합 기술[2]이라 말할 수 있다.

가장 기본적인 이미지 스티칭은 글로벌 호모그래피를 이용한 이미지 스티칭이다. 먼저 두 이미지의 특징점을 추출하고 매칭하여 호모그래피를 구하고 호모그래피로 이미지를 변환시켜 스티칭을 한다. 그러나 글로벌 호모그래피를 이용한 이미지 스티칭의 단점은 하나의 호모그래피로 이미지 사이의 관계를 결정하기 때문에 예러에 민감하게 반응한다는 것이다. 이를 보완하기 위해 메쉬 기반 이미지 스티칭이 연구되었다. 이미지를 메쉬로 나눠서 각 폴리곤마다 호모그래피를 구하여 왜곡을 하는 것이다. 그렇게 하면 약간의 예러가 있더라도 큰 문제가 생기지 않는다.

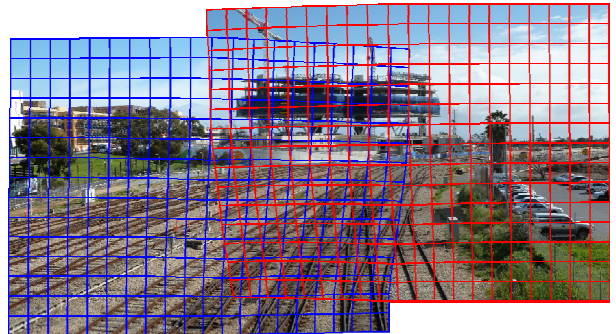


그림 1 메쉬 기반 이미지 스티칭

NISwGSP는 메쉬 기반 이미지 스티칭 알고리즘이다. 여기에 더해 NISwGSP는 특별한 코스트 함수를 도입하여 보다 원본에 가까운 스티칭 이미지를 내놓는다. 이 코스트 함수는 특징점 매칭을 통해 이미



그림 2 Temporal Term 적용 비디오 스티칭 영상

지를 정렬하는 Alignment Term, 해당 버텍스의 로컬, 글로벌 유사성을 고려하는 Local Similarity Term, Global Similarity Term으로 이루어져 있다. 여기에서 버텍스는 매쉬를 이루고 있는 점을 말한다. 이 3가지 Term으로 설계한 코스트 함수는 다음과 같다.

$$\tilde{V} = \operatorname{argmin}_{\tilde{V}} \Psi_a(V) + \lambda_l \Psi_l(V) + \Psi_g(V)$$

NISwGSP는 이 코스트 함수 값이 최소가 되게 하는 버텍스를 찾아서 그 위치대로 이미지를 와핑한다.

이미지 스티칭만으로 비디오 스티칭을 했을 때 발생하는 영상의 흔들림 문제는 각 프레임마다 스티칭의 형태가 다르기 때문이다. 이는 각 프레임마다 코스트 함수가 반환하는 버텍스의 위치가 다 다르기 때문이라고 생각할 수 있다. 그러나 현재 프레임의 버텍스를 계산할 때 이전 프레임의 버텍스를 가지고 와서 버텍스 위치를 조정하면 흔들림 문제가 적어질 것이라 생각하였다. 그래서 제안하는 방법은 이전 프레임의 버텍스를 가지고 만든 새로운 Term을 NISwGSP 코스트 함수에 추가하는 것이다. 이를 Temporal Term이라 부르기로 하였다.

$$\tilde{V} = \operatorname{argmin}_{\tilde{V}} \Psi_a(V) + \lambda_l \Psi_l(V) + \Psi_g(V) + \lambda_t \Psi_t(V_p)$$

$$\Psi_t = \sum_{k=1}^N \| V_k - V_k^p \|^2$$

설계한 Temporal Term은 이전 버텍스와 현재 버텍스 간의 차이가 최대한 적어지도록 하는 오류 메트릭을 적용하였다. Temporal Term이 추가되면 이전 프레임의 버텍스의 위치를 고려하면서 스티칭을 하게 된다. Temporal Term을 적용시킨 비디오 스티칭 영상은 이제 프레임마다 스티칭의 형태가 어느 정도 비슷해져서 스티칭 영상의 흔들림이 적어진다.

### 3. 실험 결과

첫 번째 프레임의 버텍스만으로 Temporal Term을 만들어서 스티

칭을 하게 되면 이후의 프레임들의 버텍스가 고정되어 버텍스와 콘텐츠가 따로 움직이는 현상이 발생해 고스팅 현상이 심하게 발생하였다. 이전 프레임의 버텍스를 계속 업데이트 해주면서 코스트 함수에 적용시킬 때 고스팅 현상이 적고 흔들림도 적은 스티칭 영상을 얻게 되었다. 기존의 비디오 스티칭은 고정된 영상을 입력으로 넣어 비디오 스티칭을 하는 경우가 많았다. 고정되지 않은 영상은 비디오 스티칭을 하면 안정적인 결과가 나오지 않았기 때문이다. 그러나 본 논문에서 제안하는 방법은 어느 정도 흔들림이 남아있는 영상을 프레임마다 스티칭 형태가 달라 흔들리는 현상을 해결하면서 비디오 스티칭을 하는 기술이다.

그러나 버텍스를 이전 프레임의 것으로 유지하려고 하다 보니 입력 영상이 흔들리는 시점에 왜곡이 생기게 된다. 겹치는 영역의 경계 부분에서 왜곡이 두드러지게 나타난다. 왼쪽, 오른쪽 와핑 영상만 가지고 비교를 해보면 겹쳐진 영역이 움직이는데 겹치지 않은 영역이 같이 움직이지 않아 왜곡이 생기는 듯하였다.

### 4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 시간축 공간축을 고려한 비고정 비디오 스티칭 방법에 대하여 제안하였다. 실험을 통해 스티칭 영상의 흔들림은 잡아주었지만 왜곡 현상이 발생하는 것을 확인하였다. 원래는 모든 버텍스에 고정된 가중치를 적용시켰지만 각 버텍스에 다른 가중치를 적용시켜 왜곡 현상을 완화시킬 수 있을 것이다. 그리고 새로 코스트 함수 Term으로 적용한 Temporal Term이 이전 버텍스의 위치에 민감하게 반응하므로 약간만 벗어나도 에러가 크게 나온다. 이를 보완하기 위해 이전 버텍스에서 조금 벗어나도 안정적으로 버텍스 위치를 잡아주도록 Temporal Term을 더 발전시킬 필요가 있다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(2016-0-00144, 시청자 이동형 자유시점 360VR 실감미디어 제공을 위한 시스템 설계 및 기반기술 연구)

### 참고 문헌

[1] Y. Chen and Y. Chuang, "Natural image stitching with the global similarity prior," in *European Conference on Computer Vision*, Amsterdam, Netherland, pp. 186-201, 2016.

[2] H. Guo, S. Liu, T. He, S. Zhu, B. Zeng, and M. Gabbouj, "Joint video stitching and stabilization from moving cameras," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 25, no. 11, pp. 5491-5503, Nov. 2016.