

특징점 누적 기반 호모그래피를 이용한 고정형 비디오의 스티칭 방법

*박건우 강두식 이명진

한국항공대학교

*ko92go@gmail.com

Video stitching method using homography based on feature point accumulation

*Park, Keon-Woo Kang, Doo-Sik Lee, Myeong-Jin

Korea Aerospace University

요약

비디오 스티칭은 카메라 간 변환 관계인 호모그래피를 이용하여 스티칭하는 것이 일반적이다. 본 논문은 호모그래피를 이용한 고정형 비디오 스티칭에서 조도 변화, 노이즈 등으로 일관되지 않는 특징점 추출과 유니폼한 입력 영상으로 적은 특징점이 추출되는 경우에 대하여 정확도 높은 호모그래피 추출이 가능한 특징점 누적 기반 고정형 비디오 스티칭 방법을 제안한다. 실험을 통해 단일 프레임 특징점을 이용한 결과 영상에 비해 특징점 누적을 이용하는 경우 영상 내 부정합 영역 등의 왜곡이 크게 감소하였음을 확인하였다.

1. 서론

최근 360도 영상, 파노라마 영상 등을 이용한 실감미디어는 차세대 성장동력으로 주목받는 분야 중 하나이다. 이러한 360도 영상 및 파노라마 영상 제작을 위해서는 여러 영상을 이어 붙이는 스티칭 작업이 필요하며 비디오 스티칭의 경우는 기본적으로 매 프레임마다 스티칭 작업이 수행되므로 스티칭 작업의 정확도 향상과 처리시간 단축을 위한 연구가 많이 진행되고 있다. 고정된 카메라 환경에서 기존 비디오 스티칭 방법은 [1] 카메라 간 초기 호모그래피를 계산하여 이를 통해 전체 프레임을 스티칭하는 방식이다. 따라서 초기 호모그래피 계산의 부정확함은 전체 영상에 대한 왜곡을 발생시킨다. 입력된 영상이 단조로우며 충분한 특징점이 추출되지 않거나 조도 변화에 의해 특징점이 일관되지 않는 경우, 이를 통해 계산된 호모그래피를 이용한 스티칭 영상은 왜곡이 발생할 가능성이 높다.

본 논문에서는 처리 속도 단축을 위해 초기 호모그래피를 이용하는 고정형 비디오 스티칭에서 영상의 부족한 특징점 상황에 안정적인 호모그래피 계산이 가능한 특징점 누적 기반의 호모그래피 추출 방법을 제안한다.

2. 특징점 누적 기반 호모그래피를 이용한 비디오 스티칭

제안하는 방법은 전체 비디오 스티칭 작업 중 특징점 추출 및 매칭 단계에서 일정 시간 구간 동안 특징점을 누적하거나 매칭된 특징점만을 누적하여 초기 호모그래피를 추출한다. 제안하는 누적 초기 호모그래피 계산 흐름은 그림 1과 같이 수행되며 일정 시간 구간 N frame에 대한 특징점 추출은 초기 호모그래피를 위한 충분한 특징점을 제공하므로 안정적인 계산이 가능하다. 여기서 특징점 추출 방법과 매칭 방법은 SURF와 BestOf2Nearest매칭을 사용하며 와핑은

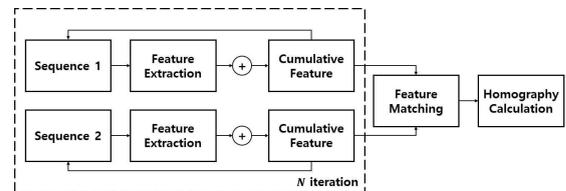


그림 1 특징점 누적 기반 초기 호모그래피 계산 흐름도

perspective warping을 사용한다.

기존 비디오 스티칭을 위한 초기 호모그래피 계산은 그림 2와 같이 단순히 영상의 첫 프레임만을 이용해 특징점을 추출하고 매칭하여 계산하기에 짧은 시간 구간에 대한 변환 관계를 구한다. 반면에 제안하는 특징점 누적 기반의 초기 호모그래피 계산 방법은 입력된 영상의 일정 프레임에 대해 특징점을 추출하여 누적시키고 이에 대해 최종 매칭 및 호모그래피를 계산하는 방식으로 일정 시간 구간에 대한 초기 호모그래피 계산이 가능하다. 조도 변화 등의 노이즈는 영상에 랜덤하게 발생되므로 노이즈가 발생하지 않은 프레임 또는 영상 내 영역이 존재하며, 일정 시간 구간의 호모그래피는 이러한 안정적인 영역 또는 시간을 통해 계산될 가능성이 높아진다. 그림 3은 두 프레임에 대한 특징점 누적 및 매칭의 예시로서 노이즈에 의해 두 프레임에서 추출된

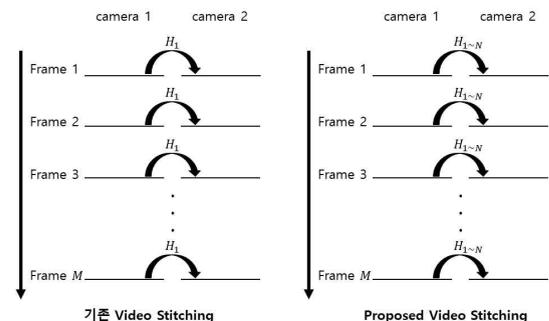


그림 2 기존 방법과 제안하는 방법의 초기 호모그래피 비교

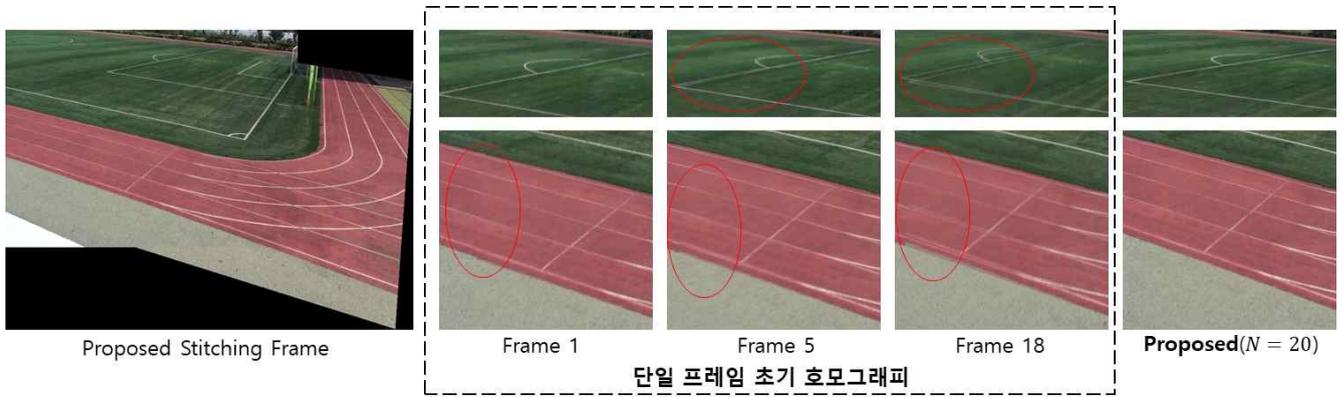


그림 4 단일 프레임 호모그래피와 특징점 누적 호모그래피를 이용한 스티칭 결과

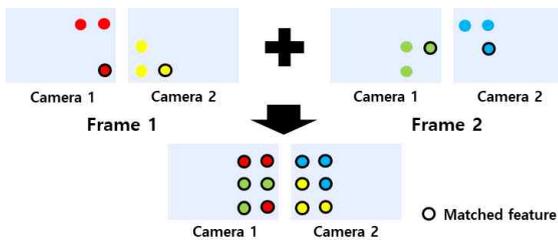


그림 3 두 프레임에 대한 특징점 누적 및 매칭 방법 예시

특징점이 카메라마다 일관되지 않아 적은 수의 매칭이 이루어지지만 특징점 누적을 사용하면 시간 구간에서 노이즈가 발생하지 않은 영역의 특징점을 이용할 수 있어 더 많은 매칭이 이루어진다. 이는 적은 특징점이 추출되는 단조로운 영상에서의 노이즈에 대해 더 큰 효과를 나타낼 수 있다.

제안 방식에서 일정 시간 구간에 대해 추출된 많은 수의 특징점 및 매칭 결과를 보면 자주 추출되는 특징점들을 중심으로 한 매칭이 이루어짐을 확인할 수 있다. 이는 노이즈에 강인한 신뢰도 높은 특징점 및 매칭으로 호모그래피를 계산하는 RANSAC[2] 단계에서 높은 확률로 변환 관계를 정하는데 사용되어 초기 호모그래피의 정확도를 높이게 된다. 마지막으로, 본 연구에서 특징점을 추출하는 일정 시간 구간 N 에 따라 추출되는 특징점의 수를 조절할 수 있으므로 일정 수준의 정확도까지는 처리시간과 정확도 간의 trade-off 관계를 가진다.

3. 실험 결과

제안한 스티칭 기법 성능을 평가하기 위해 기존 단일 프레임 간 호모그래피와 일정 시간 구간의 특징점 누적을 통한 호모그래피를 이용한 결과 영상에 대해 왜곡 정도를 비교 분석하였다. 또한, 각 호모그래피 계산에 사용된 특징점 및 매칭 수에 따른 결과를 비교 분석하였으며, 실험에 사용된 특징점 누적 방식은 단순 누적을 사용하였다.

그림 4는 단일 프레임 호모그래피를 이용한 왜곡과 특징점 누적 호모그래피를 이용한 왜곡 결과의 비교 영상이며 표 1은 그에 따른 특징점 추출 및 매칭 개수이다. 단일 프레임 초기 호모그래피 계산을 위해 각 프레임별 호모그래피 중 하나를 선택하여 전체 프레임에 적용시 선택에 따라 다른 스티칭 성능을 나타낸다. 또한, 적은 특징점 수를 이용하여 부정확한 호모그래피를 계산하기 때문에 트랙 또는 경기장 라인이 부정확되는 왜곡이 발생하였다. 반면에 제안한 특징점 누적 호모그래피 방법은 충분한 특징점들을 이용한 호모그래피 계산으로 해당

표 1 단일 프레임과 방법에 따른 특징점 및 매칭 개수

Frame no	1	5	18	특징점 누적 (1-20)
Features	240	227	230	5,630
Matching features	38	36	46	173

영역에서 완벽하게 정합되는 것을 확인하였다.

그림 4에서 Frame 18을 이용한 단일 프레임 초기 호모그래피 계산의 경우는 Frame 1을 이용한 경우보다 상대적으로 많은 특징점들의 매칭이 이루어지지만 오히려 신뢰도가 낮은 outlier들의 매칭이 이루어져서 프레임 왜곡이 더 큰 왜곡이 발생하였다. 제안하는 특징점 누적 호모그래피 계산에는 단일 프레임과 비교하여 20배 더 많은 특징점들을 사용하였으며, 더 높은 신뢰도의 매칭이 이루어졌다. 매칭된 특징점 수는 단일 프레임 호모그래피 경우와 비교하여 4배 가량 많았다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 특징점 누적 기반의 호모그래피를 이용한 고정형 비디오 스티칭 방법을 제안하였다. 실험을 통해 제안한 특징점 누적 기반의 호모그래피 사용시 기존 방법의 파노라마 영상에서 발생하는 왜곡이 감소하였음을 확인하였다. 향후 이동형 카메라 환경에서의 안정적인 초기 호모그래피 계산 및 지표를 이용한 성능 평가 연구가 필요하다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2018년도 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] Zhang, Yuan, Kebin Jia, and Pengyu Liu. "Video stitch algorithm based on dynamic foreground extraction." Image and Signal Processing, 2009. CISP'09. 2nd International Congress on . IEEE, 2009.

[2] Fischler, Martin A., and Robert C. Bolles. "Random sample consensus: a paradigm for model fitting with applications to image analysis and automated cartography." Communications of the ACM 24.6 (1981): 381-395.