

## 동영상간 시간축 동기화 최적화 기법

\*김신 \*\*윤경로

건국대학교 컴퓨터공학과

\*new.xin22@gmail.com

## Optimization technique for timeline synchronization of video clips

\*Shin, Kim \*\*Kyoungro, Yoon

Department of Computer Science Engineering, Konkuk University

## 요약

파노라마 영상은 360° 방향의 모든 경치를 담은 기법을 말한다. 파노라마 영상은 전문적 기술자들이 여러 영상을 정합하여 제작되었지만, 기술이 점차 발전하여 현재는 일반 사용자들도 스마트 폰을 이용하여 손쉽게 파노라마 영상을 제작할 수 있다. 하지만 이는 파노라마 정지영상에 한해있으며 아직까지 파노라마 동영상은 제작에 있어서 기술적 어려움이 있다.

최근 들어서 파노라마 동영상 제작을 위한 여러 동영상 간의 시간축 동기화는 연구되었는데 연속되는 프레임들을 하나의 시퀀스로 묶어 시퀀스 단위로 키포인트 및 디스크립터를 추출 및 비교를 통해 동영상 간의 시간축을 동기화시키는 방향으로 나갔다. 하지만 동영상 시퀀스 간의 간격이 좁아 중복되는 데이터의 양이 많아 디스크립터 비교 연산 시간이 오래 걸리고, 동영상 간의 시퀀스 단위만으로 비교하기 인해 프레임 단위의 정확한 시간축 동기화에 어려움이 있었다. 본 논문에서는 이전 연구의 단점을 개선하여 여러 동영상 간의 시간축을 하나로 동기화시키는 기술을 최적화하는 방법을 제안한다.

## 1. 서론

파노라마 영상[1, 2]은 여러 영상을 정합하여 넓은 시야각을 제공하는 콘텐츠로서, 정지영상과 동영상으로 나눌 수 있다. 파노라마 정지영상 같은 경우 일반 사용자가 스마트 폰을 이용하여 손쉽게 구할 수 있을 정도로 기술이 많이 발달했지만, 파노라마 동영상 제작에는 기술적으로 아직 어려움이 있다. 360° 카메라 같은 특수 디바이스를 쓰지 않고, 하나의 스마트 폰을 이용하여 동시에 여러 시점의 동영상을 얻을 수 없기 때문이다. 동시에 여러 시점의 동영상을 취득하기 위해서 다수의 스마트 폰을 이용해야 하는데, 동시에 촬영한다 하더라도 내부 시계 오차 등의 스마트 폰 간의 차이로 인해 동영상 간에 시간 차이가 발생할 수 있다.

최근 들어서 여러 스마트 폰으로 취득한 동영상 간의 시간축 동기화[3]에 대한 연구가 진행되었다. 연속적인 프레임들의 묶음을 시퀀스라 할 때, 동영상의 시퀀스 내의 프레임들의 히스토그램을 이용하여 시퀀스 내에 움직이는 객체가 있는지 확인하고 동영상 내의 모든 프레임에서 SURF 알고리즘을 이용하여 키포인트 및 디스크립터를 추출하여 시퀀스 간의 디스크립터 유사도를 검사하여 동영상 간의 시간축을 동기화하는 연구가 진행되었으나, 시퀀스 단위 및 짧은 시퀀스 간격 비교로 인해 디스크립터 유사도 계산 속도나 동영상 간의 시간축 동기화 정확도의 문제가 발생하였다. 따라서 본 논문에서는 이전 연구에서 발생한 단점을 개선하여 시퀀스 및 프레임 기반의 동영상 시간축 동기

화 속도 향상과 정확도 향상을 위한 최적화 기법을 제안한다.

## 2. 이미지 매칭 기반 시간축 동기화

이전 연구[3]에서는 여러 동영상 간 시간축 동기화를 위해 먼저 SURF[4] 알고리즘을 이용해 키포인트 및 디스크립터를 추출하고, 추출한 디스크립터들 간의 유사도 계산 및 매칭을 통해 동영상 간의 시간차를 구하여 시간축을 동기화하였다. 이때, 하나의 시퀀스란 연속되는 30 프레임은 의미하며 각 시퀀스의 시작 지점 간의 간격은 5 프레임으로 고정되어 있다. 5 프레임 간격으로 시퀀스 내의 디스크립터들을 비교하고 매칭하는 경우 중복되는 데이터의 양이 많아 동영상 간의 시간축 동기화를 위한 계산 시간이 오래 걸리는 단점이 있다. 또한, 프레임 단위가 아니라 시퀀스 단위로 디스크립터 유사도를 비교하고 매칭하기 때문에  $\pm 2.5$  프레임 내의 동기화 오류가 있을 수 있다는 문제점이 있다.

## 3. 시간축 동기화 최적화 기법

본 논문에서는 시퀀스간의 간격을 늘리고 시퀀스뿐만 아니라 유사도가 높은 시퀀스 내의 모든 프레임을 비교하는 방식을 제안하였다. 동영상 내의 시퀀스의 시작 지점 간의 간격을 10 프레임으로 고정하였는데 이는 동영상 내의 시퀀스끼리 중복되는 프레임 수를 줄여 동영상

간의 디스크립터 비교 및 매칭 연산량을 줄이기 위함이다. 또한, 기존의 알고리즘에서는 시퀀스 단위로 비교하기 때문에 정확한 시퀀스를 선정하더라도 최대 3 프레임까지 오차가 발생할 수 있다는 문제점이 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 디스크립터 유사도가 제일 높은 시퀀스를 찾고 그림 1과 같이 유사도가 가장 높다고 나온 시퀀스 내의 모든 프레임과의 디스크립터 유사도 계산을 통해 가장 높은 디스크립터 유사도가 나온 프레임을 추출 후 매칭하여 동영상 간의 시간차 프레임을 구하고 시간축 동기화에 이용하였다.

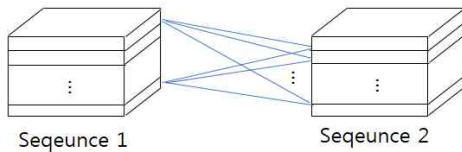


그림1. 시퀀스 내의 모든 프레임 간의 디스크립터 비교

#### 4. 실험 결과

본 논문에서는 실험을 위해 스마트폰으로 취득한 초당 30프레임 동영상 테스트 세트 3개를 이용하였다. 기존 알고리즘과의 성능 비교를 위해 데이터 세트를 이용하여 동영상 간의 시간축 동기화를 위한 디스크립터 비교 연산 시간과 동영상간의 시간축 동기화 정확도를 측정하였다. 표 1과 같이, 본 논문에서 제안한 알고리즘을 통하여 시간축 동기화를 위한 동영상 간의 디스크립터 연산 시간이 기존 알고리즘을 이용했을 때에 비해 최대 23%까지 줄어들었다.

표 1. 동영상 간 디스크립터 비교 연산 시간(초)

	이전 알고리즘	제안된 알고리즘	향상도(%)
테스트 세트 1	2992	1275	42.6
테스트 세트 2	1369	555	40.5
테스트 세트 3	542	129	23.8

표 2에서 동영상 간의 시간축 프레임 차이란 테스트 세트 동영상들이 시간축 동기화 연산 이후 특정한 시간과 실제 시간과의 프레임 차이 수를 말하며, 프레임 차이가 적을수록 동영상 간의 시간축이 일치하며 시간축 동기화 알고리즘이 더 좋은 것이라 할 수 있다. 동영상 간의 시퀀스 단위 비교뿐만 아니라 그림 1과 같이 가장 유사하다고 나온 시퀀스 내의 모든 프레임 간의 디스크립터 유사도를 계산하기 때문에 동영상 간의 시간축 동기화의 정확도가 향상된 것을 표 2를 통해서 확인할 수 있다. 그림 2는 테스트 세트 2의 동영상의 시간축 동기화 결과 중 한 예시이다.

표 2. 동기화 이후 동영상 간의 시간축 프레임 차이(프레임)

	이전 알고리즘	제안된 알고리즘
테스트 세트 1	0	0
테스트 세트 2	13	9
테스트 세트 3	4	1

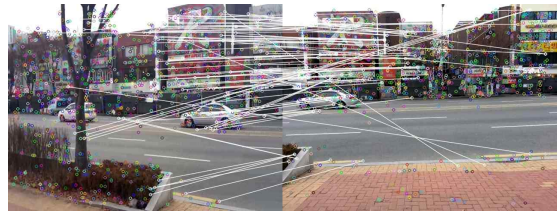


그림2. 매칭을 이용한 동영상 간의 시간축 동기화 결과 예시

#### 5. 결론

본 논문에서는 동영상간의 시간축 동기화를 위한 최적화된 방법을 제안하였다. 동영상 내의 시퀀스 간의 간격을 5 프레임에서 10 프레임으로 늘리고, 시퀀스 간의 비교뿐만 아니라 디스크립터 유사도가 제일 높다고 나온 시퀀스의 모든 프레임 간의 비교를 통해 시간축 동기화를 최적화시키는 알고리즘을 제안하였으며, 실험 결과를 통해 동영상 간의 시간축 동기화 속도 및 정확도가 향상됨을 확인할 수 있었다.

제안 하는 바와 같이 시퀀스간의 간격을 늘려 전체 속도를 늘릴 수 있지만 상대적으로 정확도가 떨어질 수 있기 때문에 가장 최적화된 간격을 설정하기 위한 연구가 동반되어야 한다. 또한 작은 움직임을 포함하고 있는 동영상 간의 시간축 동기화는 이전 연구뿐만 아니라 본 논문에서도 개선되지 않았다. 따라서 앞으로 작은 움직임을 포함하고 있는 동영상 간의 시간축 동기화를 연구해봐야 할 것이다.

#### 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] R. Szeliski "Image alignment and stitching: a tutorial" Foundations and Trends<sup>®</sup> in Computer Graphics and Vision, volume 2 issue 1, pp. 1-104, January 2006.
- [2] M. Brown and D. Lowe, "Automatic Panoramic Image Stitching Using Invariant Features," in International Journal of Computer Vision, vol. 74, no. 1, 2007, pp. 59 - 77.
- [3] 고명준, 윤경로, 이미지 매칭 기반 동영상간 시간축 동기화 기법. 한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집, 144-145. 2016년 11월
- [4] H. Bay, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, "SURF: Speeded up robust features," in Proceedings of the European Conference on Computer Vision, pp. 404 - 417, 2006