

물리 기반 그래픽 시뮬레이션을 이용한 비강체 추적 오픈소스 프레임워크

김창섭 김형민 구태홍 권태수 박종일[†]

한양대학교 컴퓨터·소프트웨어학과

{cskim, hmkim}@mr.hanyang.ac.kr, {gestoru, taesobear}@gmail.com, [†]jipark@hanyang.ac.kr

An Open Source Framework for Visual Tracking of Non-rigid Body with Physics-based Graphical Simulation

Kim, Changseob Kim, Hyungmin Ku, Tae-Hong Kwon, Tae-soo Park, Jong-II[†]

Department of Computer Science, Hanyang University

요약

최근 증강현실 산업 분야가 많은 각광을 받고, 시장이 성장함에 따라 보다 쉽게 증강현실을 구현 할 수 있도록 많은 SDK(Software Development Kit)들이 발표되었다. 기존에 발표 된 SDK들이 대부분 강체 추적만을 제공한다. 이는 현재 추적 알고리즘의 기반이 되는 이론이 강체에 한정되어 있기 때문이다. 그러나 제안하는 프레임워크는 강체 추적뿐만 아니라 비강체 추적 또한 가능하다. 이를 위하여, 제안하는 프레임워크는 증강현실의 핵심 기술인 추적 엔진과 보다 넓은 확장성을 가지도록 추적하고자 하는 물체를 사전에 분석하고 실시간으로 모델 변형 정보를 추정하는 시뮬레이션 엔진으로 구성된다. 추적 엔진은 기본적으로 물체의 표면에 존재하는 특징점 정보를 이용하여 추적을 진행 하되, 비강체 추적을 위하여 시뮬레이션 엔진의 도움을 받는 형태로 구성된다. 시뮬레이션 엔진에서는 물체의 역학 파라미터를 추정하여 이를 추적을 진행 할 때, 추적 엔진의 물체 표면 특징점 정보를 이용하여 물체의 변형 정보를 추정한다. 또한 제안하는 프레임워크는 성능 상의 장점 외에도 오픈소스로 공개되기에 국내 증강현실 시장 성장에 발판이 될 것으로 기대된다.

1. 서론

최근 산업 현장에서 증강현실을 접목하려는 시도가 늘어나고 있다. 이는 스마트폰과 같은 휴대용 장치의 발전에 기반 하여 충분한 성능의 서비스 제공이 가능해지면서 더욱 가속화 되었다. 이에 맞춰 Apple Inc., Google LLC와 같은 스마트폰 관련 업체들에서도 앞 다퉈서 스마트폰의 운영체제 단계에서의 증강현실 SDK(Software Development Kit)를 제공하고 있다 [1-2]. 또한 PTC Inc.나 국내의 Maxst Co.와 같은 업체들에서도 보다 높은 레벨에서의 SDK를 제공한다[3-4]. 이러한 SDK들은 산업 현장에 있는 이들이 보다 쉽게 증강현실을 접목시켜 어플리케이션에 활용할 수 있으나 현재까지도 여러 한계점들을 가지고 있다. 예를 들어 기존에 나와 있는 대부분의 SDK들 중 무료 품목의 경우 성능의 한계를 가지며, 또한 SDK의 내부를 공개하지 않기에 세부적인 조정이 힘들다.

이를 위하여 본 논문에서는 증강현실의 기술적 토대인 추적 엔진과 보다 넓은 활용 분야를 위해 비강체 추적을 가능토록 하는 시뮬레이션 엔진으로 구성 된 프레임워크를 제안 한다. 제안하는 프레임워크의 경우 오픈소스로 제공하여 증강현실이라는 분야에 진입장벽을 낮출 수 있는 역할로서 활용 될 것으로 기대된다. 낮은 진입장벽을 통해

보다 많은 산업체에서 다양하고 좋은 성능의 증강현실 어플리케이션을 제작하여 증강현실 시장의 발전을 기대 한다.

2. 프레임워크의 구성

제안하는 프레임워크는 크게 추적 엔진과 시뮬레이션 엔진으로 구성되었다. 추적 엔진은 기본적으로 특징점을 기반으로 추적을 진행한다. 추적하고자 하는 물체의 표면에 존재하는 특징점을 토대로 물체의 변형 정보를 추적하고 이를 위해 시뮬레이션 엔진에서 사전에 모델링 된 물체의 물리학적 정보를 토대로 변형 정보에 대한 초기 정보를 제공한다. 또한 초기 변형 정보를 토대로 최적화를 진행하여 다음 영상 프레임의 초기정보로 활용하고, 시뮬레이션 엔진의 물리 모델 또한 이를 활용하여 갱신한다.

기존의 추적 알고리즘에서 강체만을 추적할 수 있는 반면, 제안하는 프레임워크를 사용하면 비강체 또한 추적 할 수 있다. 이는 기존의 추적 알고리즘에 시뮬레이션 엔진에서 추정된 물체의 변형 정보를 이용하기에 가능하다. 시뮬레이션 엔진은 추적하고자 하는 물체를 다양한 변형을 통하여 표면 정보, 내부 땀평 계수 등을 추정한다.

[†]교신저자

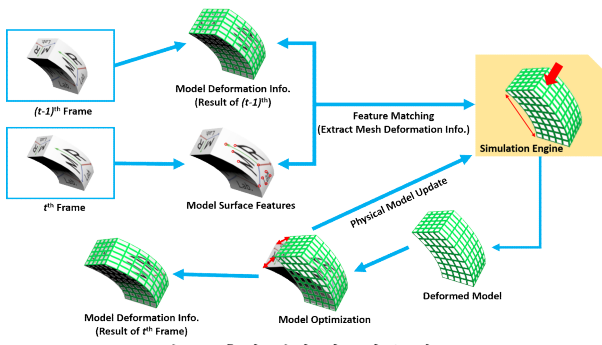


그림 1. 추적 엔진 알고리즘 개요도

3. 추적 엔진

그림 1은 제안하는 프레임워크의 추적 엔진의 알고리즘에 대해 설명한다. 그림 1에서 t^{th} 프레임이 현재 프레임을 나타낸다. 카메라로부터 입력 받은 현재 프레임에서 표면의 특징점들을 추출하여 이전 프레임에서의 특징점과 매칭을 수행하여 표면 메쉬의 변형 정보를 계산한다. 시뮬레이션 엔진에서는 이를 이용하여 모델의 변형 정보를 계산하여 추적 엔진으로 전달한다. 추적 엔진에서는 시뮬레이션 엔진에서 계산된 모델 변형 정보를 이용하여 현재 프레임의 모델 변형 정보 최적화 하고 이를 다음 프레임의 사전 정보로 활용하게 된다.

제안하는 프레임워크에서 특징점 추출과 매칭 단계에서는 기본적으로 ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) 알고리즘을 사용하여 특징점을 추출한다[5]. 이는 ORB 알고리즘이 충분한 성능을 가지는 데다가, 제안하는 프레임워크는 오픈소스로 공개하기 때문에 보다 자유로운 라이선스의 알고리즘을 사용한다. 그러나 제안하는 프레임워크에서는 어플리케이션에 적용함에 있어 보다 자유도를 높이기 위하여 다양한 알고리즘을 적용할 수 있도록 모듈화 방식으로 구성 된다.

이전 프레임과 현재 프레임의 특징점의 비교를 통하여 특징점의 이동을 계산한다. 이를 무게중심 좌표계(barycentric coordinate system)로 변환하여 메쉬의 변형 정보를 추출 한다. 이를 시뮬레이션 엔진에 전달하여 모델의 변형 정보를 전달 받는다.

전달 받은 모델의 변형 정보를 초기값으로 현재 프레임의 모델의 변형 정보를 최적화한다. 이 단계에서는 크게 2차원 영상 상의 최적화와 3차원 상의 모델 최적화의 두 가지 방법으로 나눌 수 있다. 2차원 최적화 알고리즘의 경우 2차원 상의 물체의 외곽선을 최적화 할 수 있고, 3차원 최적화 알고리즘의 경우 3차원 모델 피팅을 통하여 최적화 할 수 있다[6-7]. 최적화된 모델은 다음 프레임에서 초기값으로 사용 된다.

4. 물리 기반 그래픽 시뮬레이션

시뮬레이션 엔진은 두 부분으로 구성 된다. 첫 번째로 추적하고자 하는 물체를 사전에 모델링 하여 물리 기반 모델을 생성하는 부분과 생성된 모델과 추적 엔진으로부터 전달 받은 메쉬 변형 정보를 토대로 모델 변형 정보를 시뮬레이션 하는 부분이다.

모델링은 깊이 영상을 복셀로 변환한 뒤, 랜덤 포레스트(random forest) 알고리즘을 기반으로 뒷면을 추정하여 모델의 대략적인 형태를 결정 한다. 또한 실제 물체에 여러 방향에서 다양한 크기의 힘을 가해

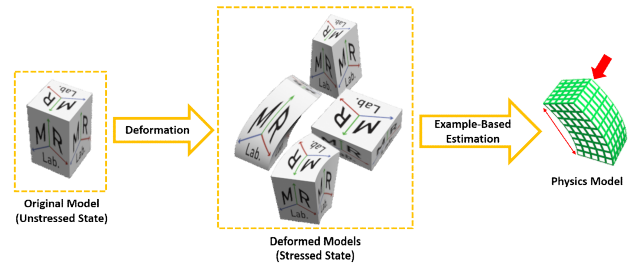


그림 2. 시뮬레이션 엔진 알고리즘 개요도

물체의 변형 정보에 대한 예제들을 얻어 낸다. 추정된 형태와 변형 정보 예제들을 통하여 물체의 댐핑 계수를 추정, 최적화 하여 물체의 물리 모델을 완성 한다[9-10].

모델링과는 반대로 시뮬레이션은 메쉬 변형 정보를 토대로 댐핑 계수와 여러 물리 파라미터들을 기반으로 모델 변형 정보를 추정한다. 또한 실시간으로 추적 엔진에서 최적화된 모델을 통하여 물리 파라미터들을 다시 최적화 한다[10].

5. 결론 및 활용 방안

본 논문에서는 물리 기반 시뮬레이션을 이용한 비강체 추적 프레임워크를 제안 한다. 제안하는 프레임워크는 추적 엔진, 시뮬레이션 엔진으로 구성 된다. 기존의 연구, SDK를 이용하여 어플리케이션을 개발 할 경우 제한 된 물체(강체)만을 이용할 수 있으나 본 논문에서 제안하는 프레임워크를 이용할 경우 이러한 제한에서 벗어나 보다 자유로운 어플리케이션을 개발 할 수 있을 것으로 기대 된다. 뿐만 아니라 프레임워크를 오픈소스로 공개함으로써 어플리케이션 개발 업체 또는 개발자들이 자유롭게 이용할 수 있어 국내 증강현실 시장에 많은 이점을 가져 올 것으로 기대 된다.

감사의 글

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2017-0-01849, 실내외 임의공간 실시간 영상 합성을 위한 핵심 원천기술 및 개발툴킷 개발)

참고 문헌

- [1] Apple Inc. ARKit, “<https://developer.apple.com/arkit>”
- [2] Google LLC ARCore, “<https://developers.google.com/ar>”
- [3] PTC Inc. Vuforia “ <https://vuforia.com>”
- [4] MAXST SDK, “<https://maxst.com>”
- [5] E. Rublee, et al., “ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF,” Proc. of IEEE International Conference on Computer Vision, 2011.
- [6] M. Kass, A. Witkin, and D. Terzopoulos, “Snakes: Active contour models,” International Journal of Computer Vision, Vol. 17, No. 4, pp. 321-331, 1988.
- [7] C. I. Yeh, et al., “Template-Based 3D Model Fitting Using Dual-Domain Relaxation,” IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics, Vol. 17, No. 8, pp. 1178-1190, 2011.