

가상 현실 타워크레인 훈련을 위한 로프 시뮬레이션

정희지¹, 김광태², 조동식^{3*}

¹원광대학교 디지털콘텐츠공학과 학부생

²(주)토탈 소프트뱅크

³원광대학교 디지털콘텐츠공학과 (교신저자)

e-mail:dongsik1005@wku.ac.kr

Rope simulation for VR tower crane training

Hee-Ji Jung¹, Kwang-Tae Kim², Dongsik Jo^{3*}

^{1,3}Dept of Digital Contents, Won-kwang University

²TOTALL SOFT BANK LTD.

요약

타워크레인은 조선, 건설 등 산업 현장에서 중량물 운반 운전을 위한 도구로 사람이 수동 작업으로 대부분 수행된다. 이러한 타워크레인 운전 훈련 과정은 훈련 실습자에게 장시간 교육하기에 비효율적 뿐 아니라 위험한 작업이므로 최근에는 가상 훈련 시뮬레이션을 통해 이루어지고 있다. 이러한 가상 타워크레인 시뮬레이션을 구현하기 위해서는 기후환경, 중량물, 줄걸이와 같은 외부적 요인도 중요하지만 타워크레인의 운반 중량물과 직접적으로 연결이 되는 로프를 정밀하게 표현하는 것이 중요하다. 하지만, 현재 개발된 대다수의 로프는 단면이 원통형을 띠고 있어 물리적인 요인이 작용하였을 때, 회전축이나 물리적인 형태를 가늠하기가 어렵다. 그러므로, 가상의 타워크레인 시뮬레이션 로프를 실제 타워크레인 슬링벨트와 유사한 면의 형태를 가지고 구축하여 실 환경과 유사한 환경에서 숙련된 타워크레인 시뮬레이션을 훈련하기 위한 로프 시뮬레이션이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 로프 시뮬레이션이 실제와 동일한 형태의 슬링벨트를 제공할 뿐만 아니라 로프의 면 형태 구현하고, 물리시뮬레이션을 통해 로프의 사실적인 움직임을 나타낼 수 있는 가상현실(VR) 기반 훈련 로프 시뮬레이션을 제시한다.

1. 서론

최근 몇 년간 가상현실(VR)에 대한 관심이 급상승하고 있으며 서비스 및 기기 시장에 대한 기대가 커지고 있다. 가상현실의 대표적인 기술 요소는 경우 물입 가시화 기술, 실감 상호 작용 기술, 가상환경 환경생성 및 시뮬레이션 이다[1,2]. 가상현실은 작업 현장을 사실적으로 묘사하여 시뮬레이션으로 활용하고 있고, 예를 들면, VR 타워크레인 시뮬레이션을 예로 들 수 있다. 타워크레인 시뮬레이션은 조선, 건설 등 산업 현장에서 사용되고 있으며 중량물 운반 운전을 가상현실 환경에서 반복적이고, 효율적으로 훈련 실습하는 것이 가능하다[3].

이러한 타워크레인을 운행 작동 시 작동 환경에 중요한 요소로 기후환경, 중량물, 줄걸이 등의 영향이 타워크레인 운행에 중요하게 작용하지만, 외부의 물리적인 요인을 나타내는 요소로는 타워크레인의 혹 하단부 연결된 슬링벨트 로프와 중량물의 움직임이 더 중요하다고 할 수 있다. 특히, 슬링벨트는 중량물과 직접적으로 연결되어 날씨나 외부의 충격을 받게되면 물리적인 모습으로 나타나는 모습을 띠게 된다. 단면이 원통형인 로프의 경우 중량물과 직접적으로 연결이 되지않은 상단부 로프 wire rope에 적용하기 적정한 모습을 가지고, 원통형의 형태이기에 회전

시 회전 축을 알기가 어렵다는 단점이 있다. 이에 실제 타워크레인 작업에서 중량물과 직접적으로 연결되면서 천으로 만들어진 면의 형태인 슬링벨트를 구현하여 면의 형태인 로프의 회전 시 회전 축과 물리적인 요인으로 인한 로프의 움직임을 실제 타워크레인을 작동 하였을 때의 유사하게 구현할 필요가 있다. 본 논문에서는 타워크레인을 가상 현실 훈련을 통해 효율적인 훈련 실습 환경을 제공할 수 있도록 로프 시뮬레이션 구현 방법을 제시한다.

2. 타워크레인 로프 시뮬레이션

2.1 로프 Bone 구현

타워크레인 시뮬레이션에 적용해야하는 로프를 구현하기 위해서는 실제 타워크레인에 적용하는 로프와 유사한 형태의 로프 모델링이 필요하다. 로프 모델링 제작 시 로프의 움직임의 형태가 나타나야 하기 때문에 슬링벨트의 상단 EYE, 로프 몸체, 하단 EYE의 총 3가지 형태로 구분하여 제작하며, 각각의 구분 된 로프에 빼 관절 형태로 오브젝트를 이용. 하나의 완전한 로프의 모습을 구현한다.

2.2 로프 EYE 구현

로프의 모델링 구현 시 중량물과 로프의 묶음 결합 부분

(바구니 모양 끝음)에서 하단 EYE 모델링 형태 제작 방법이 크게 2가지로 구분할 수 있다. 첫 번째 방법으로 슬링벨트의 상단 EYE, 로프 몸체, 하단 EYE를 일직선의 형태로 제작하여 모델링을 적용 시 개발자가 직접 중량물에 맞게 로프의 형태를 끝음 결합하여 형태를 나타내는 방법이다. 또 다른 방법으로는 상단 EYE와 로프의 몸통은 일직선으로 제작하되, 하단 EYE는 별개로 하나의 중량물 끝음 결합 형태의 오브젝트로 제작하여 모델링을 적용하는 방법이다. 두 번째 방법을 이용하여 모델링을 적용 시, 첫 번째 방법보다는 중량물 끝음 결합 모습이 깔끔하게 보이지만, 개발자가 개발 시 로프의 각도를 조절하거나 길이를 조절시 어려움이 있어 본 논문의 구현에서는 첫 번째 방법으로 연구를 진행하였다.

2.3 로프의 장력

로프를 구현하기 위해서 로프 자체 내에서의 물리적인 장력이 중요하다. 장력은 물체에 연결된 줄을 팽팽하게 잡아당기면 줄은 물체에서 멀어지려는 방향으로 줄을 따라 물체를 잡아당긴다. 이때 줄이 팽팽히 당겨진 긴장상태에 있기 때문에 이러한 힘을 장력이라고 한다. 줄에 걸린 장력은 물체에 작용하는 힘의 크기와 같으므로 이를 이용하여 구현에 적용하였다.

2.4 물리적 충돌 처리 적용

타워 크레인 시뮬레이션을 위해서는 훈련자에게 보다 사실적인 환경을 제공하기 위해 가상 타워크레인 로프와 그 외의 환경에 대한 물리적 충돌 처리 Collider의 시스템이 제공되어야 한다. 이를 위해 가상 타워크레인이 권한 동작 작동 시에 슬링벨트의 물리적 충돌 처리를 적용함에 따라 슬링벨트 외의 오브젝트와 충돌하여 로프의 형태가 늘어지도록 하였다.

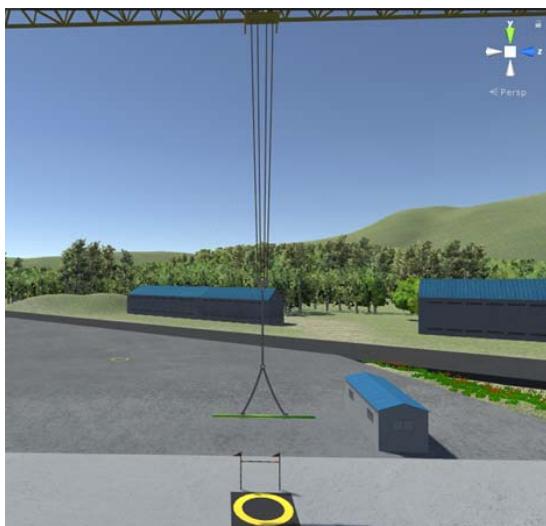


그림 1. 타워크레인 시뮬레이션

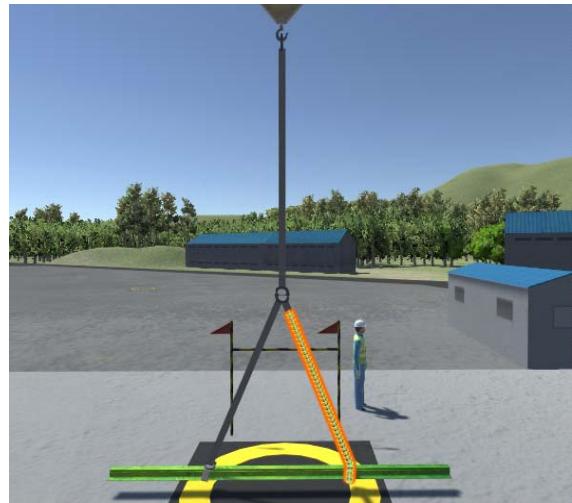


그림 2. 슬링벨트 적용 시뮬레이션 결과

3. 결론

본 논문에서는 타워크레인 훈련을 위해 가상 현실로 구성된 타워크레인을 구현하였다. 특히, 로프와 관련된 시뮬레이션을 개발하여 훈련 효과를 극대화하도록 하였다. 향후 외부에서 임의의 힘(이동식 조정)이 가해 질 경우의 슬링벨트의 움직임과 끊김, 가상 공간에서의 사실적인 슬링벨트의 재질 등을 구현하여 보다 실제와 가까운 물리적인 속성을 가질 수 있도록 구현할 계획이다.

Acknowledgment

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2018-0-01880)

4. 참고문헌

- 정보통신기획평가원, VR/AR/MR.관련 기술 및 정책 동향, 정보통신기획평가원, 2019
- Lee, G. A., Yang, U. Y., Son, W. H., Kim, Y. W., Jo, D. S., Kim, K. H., and Choi, J. S. Virtual reality content based training for spray painting task in shipbuilding industry. ETRI Journal 32(5), 2010, pp.695 - 703.
- Dong, H., Xu, G., Chen, D. Research on overhead crane training system and its construction based on virtual reality. International conference on artificial interlligence and education (ICAIE), 2010.