

# 3D 컴퓨터 애니메이션 제작에서 Cloth Simulation을 위한 제작파이프라인의 최적화

## Optimization of the Cloth Simulation Pipeline in Production of 3D Computer Animation

곽동민\*, 최철영\*\*, 김기홍\*\*, 이동훈\*\*

동서대학원 영상콘텐츠학부\*, 동서대학교 디지털콘텐츠학부\*\*

Dong-Min Kwak(kw9k@naver.com)\*, Chul-Yong Choi(freechoi@gdsu.dongseo.ac.kr)\*\*,  
Ki-Hong Kim(khkim@gdsu.dongseo.ac.kr)\*\*, Dong Hoon Lee(dhl@dongseo.ac.kr)\*\*

### 요약

최근 콘텐츠 영상으로서 3D 컴퓨터 애니메이션의 발전과 함께 클로스 시뮬레이션(Cloth Simulation)은 사실적인 의상과 의류에 대한 표현이 가능하다. 또한 H/W와 S/W의 눈부신 발달로 인해 기존과 달리 참여도와 접근성이 높아 졌다. 하지만 높은 품질의 영상을 제작하기 위해서는 최적화된 제작 파이프라인이 필요하다. 본 논문에서는 기존의 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인의 단점을 보완하기 위해서 클로스시뮬레이션에 대한 최적화된 제작 파이프라인을 제안 및 설계 한다. 제안하는 제작 파이프라인은 기존 파이프라인의 각 파트에 대한 연계구조적 한계를 보완하기 위해 유동성을 고려하여 최적화 배치를 하고, Dummy cloth를 활용하여 애니메이션 파트와의 연계성을 해결함으로써 성능 향상을 꾀한다. 제안한 파이프라인을 실제 애니메이션 제작에 도입하였으며 도입결과 제작시간과 제작인력 소모에 대한 성능의 향상을 보였다. 이를 통해 직접적인 영상을 제작함으로써 보다 연계성을 강조하여 최적화를 보장한다.

■ 중심어 : | 3차원 컴퓨터 애니메이션 | 클로스 시뮬레이션 | 제작 파이프라인 | 작업 흐름 |

### Abstract

Recently, it was possible to represent the realistic clothes in the cloth simulation along with growth of 3D computer animation such as visual contents. In addition, because of the development of H/W(Hardware) and S/W(Software), the accessibility and participation are growing. However, in order to make the image of high quality of 3D animation, the optimized production pipeline was need. In this paper, in order to overcome the limitation of exiting 3D computer animation production pipeline, we propose the optimized production pipeline of the cloth simulation. Our production pipeline makes the optimization arrangement in consideration of the mobility in order to supplement the related structure limit toward each part of the existing pipeline. Moreover, by utilizing the dummy cloth the association nature with the animation part is solved and a performance is improved. The proposal pipeline actually introduced to the animation production. And then we can improve the performance production time and production manpower consumption. Consequently, our pipeline is guaranteed an optimized work by emphasizing a connection in the direct image production

■ keyword : | 3D Computer Animation | Cloth Simulation | Production Pipeline | Work Flow |

\* 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과이며, 첨단아카데미드게임 지역혁신센터 지원과제의 연구 결과로 수행되었음.

접수번호 : #090611-003

접수일자 : 2009년 06월 11일

심사완료일 : 2009년 07월 24일

교신저자 : 이동훈, e-mail : dhl@dongseo.ac.kr

## I. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

최근 3D 컴퓨터 애니메이션은 기술의 발전으로 인해 다양한 가상의 물체를 사실적으로 표현이 가능해졌으며 3차원 의상 재현은 현재에 이르러 높은 사실성을 보여주고 캐릭터와 밀접한 관계를 보이면서 발전해왔다. 하지만 기존의 3D 컴퓨터 애니메이션에서는 기술적인 문제로 의상 재현에 대한 활용영역이 한계적 구조를 보였다. 또한 제작 스튜디오의 자본력이나 인력구조, 작업구조가 깊이 관여 했고 제작 파이프라인 역시 사례가 부족했다. 하지만 이후 저작도구의 발전으로 인해 많은 플러그인(Plug-in)이 개발되었다. 구현 자체에 대한 연구는 활발해졌으나 그에 반해 클로스 애니메이션(Cloth Animation)에 최적화된 제작 파이프라인에 대한 연구는 적은 편이었다.

최근 많은 3D 컴퓨터 애니메이션 상에서 높은 품질의 영상을 제작하기 위해서 클로스 시뮬레이션(Cloth Simulation)이 추가되었고 제작 파이프라인에 전반적인 영향을 보여 메인 프로덕션 단계에서 모델링부터 라이팅(Lighting)의 이전 단계까지 영향력을 끼치므로 제대로 된 제작 파이프라인의 필요성이 강구되었다. 따라서 본 논문에서는 3D 컴퓨터 애니메이션 제작을 위한 클로스 시뮬레이션을 고려한 최적화된 제작파이프라인의 설계하여 제안하며, 직접적으로 애니메이션 제작에 적용하여 설계된 제작 파이프라인이 어떠한 효율성을 가져 오는 지에 대하여 알아보도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 제작 파이프라인에 대한 전반적인 이해와 제작파이프라인의 정의에 대하여 알아본다. 그리고 3장에서는 클로스 시뮬레이션에 대해서 4장에서는 이러한 클로스 시뮬레이션이 공정이 제작 파이프라인 상에서 제대로 작동하기 위해서는 어떠한 설계가 필요하며 이렇게 설계된 제작 파이프라인이 5장에서는 실제 애니메이션 제작에서 어떠한 영향을 주는지에 대해서 분석하고 마지막으로 결론으로 구성되어 있다.

## II. 제작 파이프라인의 이해

### 1. 제작 파이프라인의 개념

애니메이션 제작과정에서의 제작 파이프라인의 개념 [1]은 일반적으로 제작 시스템의 개념과 유사하며, 제작 라이프사이클, 제작 공정, 조직도, 제작과정 등과 같은 개념으로 사용되고 있다. 또한 애니메이션을 제작하기 위한 투자에서부터 프리프로덕션, 메인프로덕션, 포스트프로덕션, 마케팅, 배급, 수익 배분까지 전반적인 연계를 포함 하는 것으로 그보다 좁은 의미의 제작 시스템은 영상을 만들기 위한 프로덕션에서의 전체 프로젝트의 진행스케줄(Production schedule)을 뜻하며, 프리프로덕션과 메인 프로덕션, 그리고 포스트프로덕션을 연계시키는 제작라인의 유동적 시스템을 의미한다.

3D 컴퓨터 애니메이션 프로젝트를 제작하기 위한 제작 파이프라인을 구성하기 위해서는 전문화된 제작 인력들이 필요하며, 이러한 제작 구성원들이 모여 조직 [2][3]을 이루고, 그 조직 구성원들 간의 상호 협력 작용이 시스템을 만들며, 이렇게 구성된 시스템과 작업의 흐름(Work flow)을 제작 파이프라인이라 설명할 수 있을 것이다. 이는 곧 인력의 배치에 의한 흐름이며, 결국 효율적인 제작파이프라인의 구성이란 프로젝트의 제작을 위한 적절한 부서들과 포지션, 그리고 그에 적합한 인력을 배치하는 것이라 할 수 있다. 또한 이러한 제작 파이프라인은 상황적합이론[4]에 따라 그 구성원뿐만 아니라 파이프라인을 구성하기 위해 고려해야 할 상황이나 요소에 따라 유동성 있게 변화, 재구성되어야 한다.

최근 디지털 방식의 제작 파이프라인에서는 비선형적 작업방식의 여지가 생기는 했지만 여전히 기본적으로 선형적인 작업 방식에 기초하고 있다[5].

3D 컴퓨터 애니메이션의 제작 파이프라인은 작업의 흐름이 병렬적 구조를 가지고 있으며, 실제로 이러한 기술적 복잡함을 가지는 3D 컴퓨터 애니메이션의 제작 파이프라인은 환경의 변화에 따라 다르게 적용되며 기본적인 골격은 프리프로덕션과 메인 프로덕션, 포스트프로덕션으로 이루어져 있다.

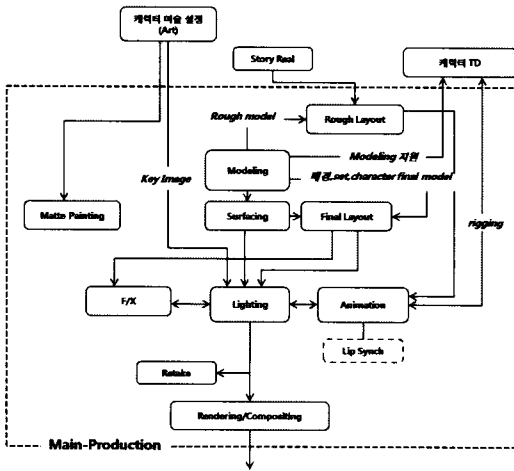


그림 1. 메인프로덕션의 제작 파이프라인 구성

프리프로덕션 단계가 끝나면 본격적인 작업의 단계인 메인프로덕션 단계에 들어가게 되며, 간단한 3D 컴퓨터 애니메이션의 프로덕션 과정은 모델링, 리깅, 애니메이션, 라이팅, 이펙트, 그리고 렌더링의 기본적인 과정으로 이루어져 있다. 메인프로덕션의 첫 번째 과정으로는 3D 컴퓨터 애니메이션에 사용되는 캐릭터와 사물, 그리고 배경, 소품들이 모델링 되는데 컴퓨터 모델링은 모델러가 직접 원화를 보고, 모델링 도구나 프로그램을 이용해서 만들게 된다. 이렇게 캐릭터들과 대상물이 모델링으로 만들어지면, 캐릭터에 자유로운 움직임을 표현할 수 있는 골격이 더해진다. 이러한 기술을 리깅(Rigging)이라 부르고, 리깅 된 모델을 가지고 애니메이션에서 애니메이터가 직접 캐릭터의 포즈를 만들어 키(Key)를 잡는 키 프레임 애니메이션, 또는 실제 배우로부터의 모든 동작과 움직임을 디지털화 하여 캐릭터로 직접적으로 입력되는 모션캡처 등의 기법을 사용하여 애니메이션 한다. 일단 대상물의 모델링이 되고 애니메이션이 되면 라이팅 과정을 통하여 필요한 씬에 이펙트가 추가되면 최종 렌더링 되며 2D 이미지로 나타나게 하는 것이 메인프로덕션의 전반적인 제작 과정이다 [6].

3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인의 장점은 기본적으로 프리프로덕션 단계를 제외한 대부분의 작업이 디지털로 이루어지므로 작업의 분산과 통합이 용이

하게 [그림 1]과 같이 병렬적인 작업을 할 수 있어서 어떤 단계에 수정이 가해졌을 경우 그 다음단계에 수정 내용이 자동으로 적용 되도록 파이프라인을 구성할 수가 있다는 점이다. 최종 렌더링이 끝난 경우라도 애니메이션을 수정하면 라이팅 작업과 같은 단계는 다시 작업할 필요가 없이 바로 렌더링만 다시 하면 되고, 디자인이 바뀌거나 하는 경우라도 대부분 다시 모델링 데이터만 대치하여 바로 렌더링 할 수 있다.

각각의 프로덕션과 프로젝트의 특성에 맞게 잘 이루어진 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인은 제작업의 단계를 최소화 시킬 수 있고, 이는 곧 예산과 생산성으로 연결되어 제작 인원들이 애니메이션의 품질에 더 많은 신경을 쓸 수 있도록 할 수 있다.

### III. 클로스 시뮬레이션(Cloth Simulation)

의상은 여러 개의 옷감 조직이 재봉되어 제작되며, 옷감은 쉽게 구부러지고 늘어나는 성질을 가진 연질로서 복잡한 주름이나 접힘을 생성한다. 이러한 옷감의 움직임은 인체의 동작이나 바람에 의해 발생하는 외부 힘에 의해 이차적으로 생성된다. 컴퓨터 그래픽스 분야에서 옷감의 사실적인 움직임을 생성하기 위한 연구는 1980년대 중반부터 계속되었다[7].

기존의 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인이라고 함은 먼저 클로스와 같은 캐릭터 이펙트에 대한 이해나 고려가 부족하여 단순히 모델링, 리깅 과정만 거쳐 캐릭터가 완성이 되어 애니메이션 과정을 거치게 되었고, 캐릭터가 착용하고 있는 의류에 대한 표현 보다는 연출에 대한 사물의 Cloth 속성의 애니메이션만 표현 했던 것이 고작이었다. 이러한 사물 중에는 커튼이나 깃발, 망토 같은 것들이 있었지만 이 역시도 제대로 된 클로스 시뮬레이션을 거친 제작 방식이 아닌 뼈(Bone)나 조인트(Joint)를 넣어 스킨 셋업(Skin setup) 작업이 된 상태에서 애니메이터들이 일일이 키 프레임으로 작업을 한 것이 대부분 이었다.



그림 2. 픽사(Pixar) 스튜디오 'Geris game'

1997년에 픽사(Pixar) 3D 컴퓨터 애니메이션 스튜디오에서는 단편 3D 컴퓨터 애니메이션 'Geris game'이라는 작품에서 상용/인하우스 클로스 재현 S/W를 통하여 [그림 2]D와 같이 이전 '토이스토리'에서는 보여주지 못했던 의류의 주름의 표현도 어느 정도 자연스럽게 구현하게 되었으며 이러한 캐릭터 이펙트 중 하나인 클로딩(Clothing)이 된 작품을 공개함으로써 3D 컴퓨터 애니메이션 제작에 적용이 가능한 상용/인하우스 클로스 재현 S/W의 개발이 활발해졌다.

기존에는 상업적 용도보다 구현을 위한 학문적인 차원에서 연구가 많이 진행되었지만 3D 컴퓨터 애니메이션에서는 최근 픽사와 드림웍스(Dream works) 같은 대규모 자본을 가진 3D 애니메이션 스튜디오에서 적극적으로 상용화하기 시작하여 뛰어난 품질을 가진 영상물을 제작하고 있으나, 인하우스 클로스 재현 S/W의 비공개나 현실적으로 다소 폐쇄적이고 기술 독점적인 상황이 계속되었다.

최근 3D 저작도구나 플러그인 형태의 프로그램이 발달해 대중에 판매되고 다소 독점적인 상황은 줄어들었지만, 제작 공정상에 많은 시간과 전문 인력에 대해 투자해야 하기 때문에 아직은 일반 제작사에겐 많은 부담이 된다. 어려운 제작 공정에도 불구하고 뛰어난 사실성을 가진 표현으로 인해 관련 프로그램 제작사나 3D 컴퓨터 애니메이션 제작사와 같이 수많은 회사들이 솔루션 선점을 위해 경쟁을 벌이고 있다. 이러한 영상의 우수함을 유지 및 상승은 콘텐츠 산업의 하나인 3D 컴퓨터 애니메이션에 있어서 흥행 및 매출에 영향을 주며 기술의 완성도로 그 제작사의 기술력과 작업능력에 대한 가치를 가늠할 수 있는 척도가 되기도 한다.

#### IV. 클로스 시뮬레이션을 고려한 최적화 제작 파이프라인의 설계

클로스 시뮬레이션은 사실 공정상에서 다이나믹과 이펙트와 같은 FX로 분류되지만 캐릭터와 밀접한 관계가 있는 만큼 별개로 제작 파이프라인상의 모델링, 애니메이션 순서에서부터 상호작용하여 메인프로덕션에 전반적인 영향을 끼친다. 이는 일종의 캐릭터 이펙트라고 볼 수 있다. 하지만 단순히 기존 3D 애니메이션 제작파이프라인 상에서 클로딩 작업 분야를 끼워 넣는다고 해서 원활하고 최적화된 제작파이프라인이 형성되기는 어렵다. 이는 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 과정 중 실제 제작에서 몸통이라고 할 수 있는 부분인 메인프로덕션 단계에서 충분히 고려가 되지 못한 것으로 모델링 단계에서부터 클로스 시뮬레이션 대한 고려되지 않는다면 특히 애니메이션 단계에서 파이프라인 자체가 무의미한 제작 공정이 되어버리며, 무엇보다 제작자들의 반복된 작업의 증가로 인해 부담이 늘어나게 된다.

슈렉2(Shrek2)와 같은 작품은 제작 파이프라인 상에서 전작인 슈렉1과 달리 서페이스와 이펙트 부서를 독립시켰으며, 클로딩/파이널링(Clothing & Finaling) 부서를 독립하여 제작 파이프라인에 운영한 사례가 있다. 슈렉1과 슈렉2의 경우 캐릭터나 얼굴에 관한 것들 외에 의상표현, 주름잡는 것 등의 움직임은 모든 것에 대한 셋업 작업을 했다. 드림웍스-PDI는 이러한 작업을 더욱 리얼하고 자연스러운 표현을 위하여 슈렉3의 경우 클로딩이란 부서를 새로 만들어 옷이나 주름에 대한 모든 움직임을 만들도록 지원 했으며, 이처럼 각 프로젝트에 따라 경험을 쌓으면서 새로운 것을 배우고, 작업 시스템 효율성을 높이기 위해 많은 노력을 했다. 이러한 기존 제작 파이프라인을 바탕으로 보다 더 최적화된 제작 파이프라인을 설계 하도록 하였다[8].

##### 1. 제작 파이프라인의 최적화

클로스 시뮬레이션에 적합한 제작 파이프라인 구성을 위해 이전 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인 상에서 고려되지 못했던 사항들을 정리하여 메인 프로덕션 단계에서 적합한 제작 파이프라인을 알아보기 위

해서는 이전 파이프라인과 무엇이 다른지 직접적인 비교가 필요했다.

기존의 메인프로덕션 단계에서 이전에는 클로스 시뮬레이션 작업 자체가 표현할 수 있는 한계가 많았기 때문에 대부분 공정을 FX에서 이펙트 테크니컬 디렉터가 또는 애니메이션 단계에서 애니메이터들이 키 프레임으로 처리하던 것 이었지만, 최근에는 클로스 시뮬레이터의 보급과 플러그인의 등장으로 인해 캐릭터에 대한 옷감속성 표현을 활용함으로 제작 파이프라인 상에서 각 샷 별로 캐릭터 하나하나의 클로스 시뮬레이션을 생성하게 되어 작업량이 상당량 증가하였다.

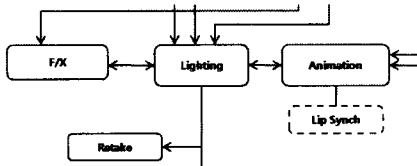


그림 3. 기존 메인프로덕션 파이프라인의 부분 구조

그로 인해 FX 공정에서 모든 클로스 시뮬레이션 작업을 시행하기 보다는 효율적으로 공정을 분할하여 클로딩 공정을 따로 만들고 시행 하는 것이 효과가 있다. 이를 위하여 추가 변화된 구조는 [그림 4]와 같다.

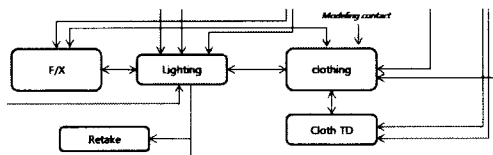


그림 4. 메인프로덕션 단계에서 클로딩 공정의 추가

또한 무엇보다 슈렉2와 같은 상업적으로 성공한 작품에서도 제작 파이프라인상의 FX 파트에서 직접적으로 클로딩 공정이 분리되어 운영되었지만 이는 애니메이션과 직접적인 피드백에 불리한 단점이 크다. [그림 5]와 같은 보안을 통하여 보다 유동적으로 애니메이션 파트와 피드백이 되어 효율성을 더욱 높여준다.

앞서 이야기 한 문제점과 [그림 3]의 기존 3D 컴퓨터 애니메이션 상에서 고려되지 못했던 상황들을 정리하여 메인프로덕션 단계에서 적합한 제작파이프라인 모

델을 나타내면 [그림 5]와 같은 변화된 모습을 나타내게 된다. 다음 [그림 5]의 클로스 시뮬레이션이 적용된 제작파이프라인은 메인프로덕션 단계에서 이전과 3D 컴퓨터 애니메이션과는 다른 제작파이프라인을 형성하게 된다.

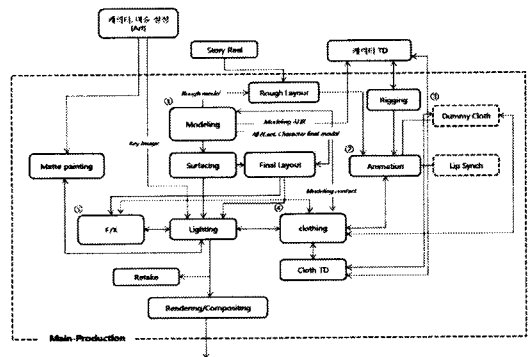


그림 5. 클로스 시뮬레이션 최적화 제작파이프라인

설명한 것과 같이 클로스 시뮬레이션은 공정상에서 캐릭터와 밀접한 관계가 있는 만큼 제작 파이프라인상의 [그림 5]①의 모델링, ②의 애니메이션 순서에서부터 상호작용하여 영향을 미치고, [그림 1]과 달리 [그림 5]에서는 ③의 더미클로스(Dummy cloth)[9]를 위해 모델링 단계에서부터 클로스 시뮬레이션에 맞게 설정하여, 하이 폴리곤 모델(High polygon model) 이전의 로우 폴리곤 모델(Low polygon model)을 사용하여 소프트 바디 속성의 Autodesk사 Maya의 Jiggle deformer와 Autodesk사 3DsMax Flex와 같은 기술이 적용된다. 클로스 기본 형태를 표현할 수 있는 임시적인 더미(Dummy) 같은 애니메이터가 애니메이션 작업에서 반복된 수정을 하지 않고 클로스에 적합한 애니메이션을 구현 할 수 있도록 작업 환경을 마련해 준다. 애니메이터는 클로스 시뮬레이션이 된 의상의 모양을 파악하기 어렵기 때문에 안정적인 작업을 유도하는 차원에서 더미 클로스를 이용한다.

더미 클로스는 애니메이터들이 미리 클로스 속성의 움직임을 파악하기 위해 만들어진 것으로, 애니메이션 실수 줄이게 하여 클로딩 파트에서 클로스 TD가 클로스 시뮬레이션 작업 시 보다 안정적이고 자연스러

운 의상 구현에 도움을 주기 위해 만들어진 것이다.

이러한 속성을 로우 폴리곤에 적용하고 간단한 제어를 통해 캐릭터 애니메이터가 보다 클로스 시물레이션에 대한 예측을 쉽게 할 수 있게 도와준다.

그리고 [그림 5]의 ②와 같이 애니메이션 공정이 수행되면 이후에 [그림 5]의 ④에 해당하는 실제 의상이나 옷감 속성을 표현하기 위한 클로딩 공정이 진행된다. [그림 5]의 ⑤와 같이 추가적으로 다른 이펙트가 들어갈 경우 이펙트 테크니컬 디렉터와 상의하여 추가적으로 이펙트를 넣게 된다.

다음은 라이팅 작업이 진행되고 각종 수정 과정인 리테이크(Retake) 상황이 없을 경우 다음 단계인 포스트 프로덕션 단계로 넘어가게 된다. 이러한 제작 파이프라인은 유동성 있게 구성되어야 하며, 각각 공정과 작업자 간의 사전 커뮤니케이션이 상당히 중요한 역할을 하는 만큼 담당자들의 의견 공유와 조율도 상당히 중요한 부분이다.

## V. 최적화 제작 파이프라인 적용사례

### 1. Friends & Heroes 프로젝트를 통한 제작 파이프라인의 변화

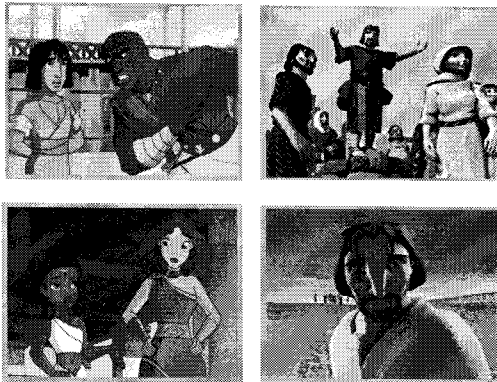


그림 6. 영국 BBC 방송국 'Friends & Heroes'

[그림 6]의 Friends & Heroes(이하 FNH) 애니메이션은 총 39화의 에피소드로 이루어진 장편 TV판 애니

메이션으로서 각각 13화 분량의 3개 시즌으로 나누어져 있으며, 2D 셀 애니메이션으로 이루어진 애니메이션을 바탕으로 3D 컴퓨터 애니메이션을 포함한 2D, 3D 하이브리드(Hybrid) 방식의 애니메이션이다[10].

영국 BBC 방송국에서 기획하여 FULL HD 영상으로 제작되어 BBC 방송국에서 방영되고 DVD 패키지 형태로 발매된 애니메이션이다. 초당 25프레임 PAL 방식으로 제작되어 TV판 애니메이션으로는 특이 하기도 전 반적인 3D 컴퓨터 애니메이션 부분에서 캐릭터 의상 속성을 클로스 시물레이션으로 표현 하였다. 제작에 사용된 저작 도구는 Autodesk사의 3Ds Max 9.0 이며, ClothFX를 사용 하였다. 본 논문에서 살펴본 내용은 한국에서 제작된 시즌 2의 3D 컴퓨터 애니메이션 부분으로서 14화에서 26화까지의 총 13개의 에피소드 분량으로 총 제작 기간은 2007년 5월부터 시작하여 2008년 4월 최종 제작 완료 되었다.

FNH 3D 컴퓨터 애니메이션은 각 에피소드 마다 제작에 필요한 인원이 제작 파이프라인에 맞게 배치되어 있고, 그러한 인원이 정해진 일정에 맞게 제작에 참여하고 있다. 특히 영국에서 프리프로덕션 단계를 거치고 한국에서 메인프로덕션과 포스트프로덕션을 거쳐 제작된 애니메이션이다. 앞으로 나올 데이터는 제작 기간에 어떠한 변화가 있었으며, 클로스 시물레이션이 제작 기간 동안 어떻게 제작 파이프라인과 작업 시간의 변화가 이루어 졌는지 알 수 있다.

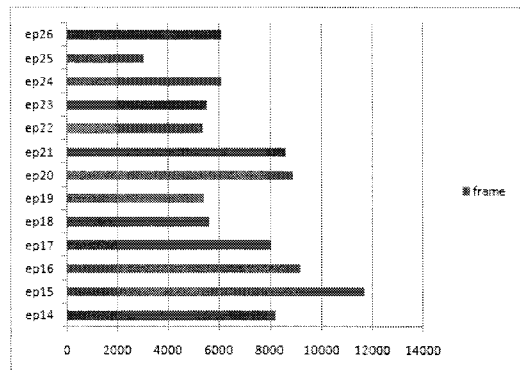


그림 7. FNH의 각 에피소드 프레임

[그림 7]은 FNH 3D 컴퓨터 애니메이션 부분의 전반

적인 프레임 수를 나타내는 것으로 각 에피소드에 얼마의 프레임이 쓰였는지 알 수 있다. 이 프레임 수는 전반적인 작업 분량의 참고자료로 해석할 수 있다. 다만 각 샷 별로 난이도가 존재하며 연출에 따른 에피소드 별 편차가 존재함으로 전반적인 작업량 이전에 이러한 편차를 고려 해주어야 한다.

FNH 3D 컴퓨터 애니메이션은 클로딩 과정을 거쳐 제작되었다. 이는 캐릭터의 특징 또한 큰 영향을 끼쳤다. 등장하는 캐릭터들은 대부분 성격 내용상의 유대인과 로마인 캐릭터로서 하의는 모두 치마로 이루어진 캐릭터들로 이루어져 상의와 하의 모두를 클로스 시물레이션으로 표현하여야 했다. 그리고 의상 외 커튼이나 담요와 같은 클로스 속성을 가진 소품들도 클로스 시물레이션의 대상에 속 한다

표 1. FNH의 클로딩 개체의 수

에피소드	Character cloth	Prop cloth	합계
EP14	163	8	171
EP15	170	15	185
EP16	147	25	172
EP17	166	10	176
EP18	159	0	159
EP19	151	4	155
EP20	169	0	169
EP21	178	13	191
EP22	158	2	160
EP23	171	4	175
EP24	145	0	145
EP25	143	7	150
EP26	159	0	159

앞서 특징과 더불어 각 에피소드 마다 10명 이상의 다양한 군중들이 꾸준히 등장함으로 인해 FNH의 3D 컴퓨터 애니메이션은 일반 3D 컴퓨터 애니메이션 보다 난이도가 다소 높은 편으로 [표 1]을 통하여 각 에피소드 마다 많은 수의 캐릭터 클로스 속성이 존재함을 알 수 있다. 이로 인해 기존의 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인 보다 효율적인 제작 파이프라인의 설계가 필요하다. 또한 최적화된 제작 파이프라인을 만들고 일정에 맞추었다.

FNH의 각 에피소드 별 작업시간 사항은 [표 2]와 같다. [표 2]는 FNH의 3D 컴퓨터 애니메이션 부분의 한국에서 맡은 부분인 메인프로덕션 제작 파이프라인을 기반으로 모델링 부분은 영국에서 직접 제작 되었다.

표 2. FNH 에피소드별 작업시간 사항

에피소드	Cloth 제작시간 (시간)	총 제작인원	Cloth 제작인원	Cloth 시간/1개체 (시간)	Cloth 제작시간 백분율	Cloth 제작시간 백분율 평균	Cloth 시간/1개체 평균 (시간)
EP14	360	15	4	2.1	10%	A그룹 12%	A그룹 2.28
EP15	526	16	5	2.84	17%		
EP16	390	16	5	2.26	10.5%		
EP17	370	13	5	2.1	11%		
EP18	340	13	5	2.1	12.9%	B그룹 7.82%	B그룹 0.83
EP19	114	10	5	0.75	7.80%		
EP20	174	10	2	1.02	8.05%		
EP21	140	10	2	0.73	7.60%		
EP22	76	10	2	0.47	5.27%	C그룹 6.45%	C그룹 0.49
EP23	88	8	2	0.5	7.23%		
EP24	76	8	2	0.52	6.59%		
EP25	76	8	2	0.5	6.59%		
EP36	76	8	2	0.47	6.59%		

모델링만을 제외한 모든 메인프로덕션 제작 파이프라인을 바탕으로 하고 있다. 각 에피소드 별로 총 작업 시간과 클로딩 공정의 총 작업시간을 분석하여 제작 인원까지 고려, 인원대비 제작시간의 데이터를 백분율로 나누어 어떻게 작업 시간이 변화 되었는지에 대해서 나타내고 있다. 또한 [표 1]에서 나타난 각 에피소드의 클로딩 개체 수를 바탕으로 클로딩 시간과 1 개체 수에 대한 통계를 나타내었다. 비율을 보면 에피소드를 진행할수록 클로스 시물레이션의 1개체에 대한 작업시간이 줄어드는 것을 볼 수 있다. 다만 이것은 난이도에 대한 편차를 고려 하여야 한다. 기존 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인을 사용한 그룹 A와 새로운 클로스 시물레이션에 최적화된 B, C 그룹으로 나누었다. B그룹은 적용단계를 C는 안정화 단계를 나타내고 있다.

[표 2]의 제작시간의 백분율 평균을 보면 A그룹과 B그룹, C그룹을 비교해본다면 일을 진행 할수록 에피소드 상에서 클로스 시물레이션이 소모하게 된 작업 시간과 인력은 적다. 평균 12%의 제작시간이 소모된 A그룹을 기준으로 하여 7.82%인 B그룹과 6.45%의 제작 시간

이 소모된 C그룹의 효율성을 나열한다면 결과적으로 A 그룹 대비 B그룹은 34.84%, C그룹은 46.25%의 효율성 차이를 보인다. 또한 클로딩 시간/1개체의 평균을 보면 A그룹과 B그룹, 그리고 C그룹으로 1개체를 클로스 시뮬레이션 했을 때 시간 감축의 상황을 잘 알 수 있다. A그룹의 2.28의 평균 시간과 B그룹은 0.83, C그룹의 0.49의 평균 시간을 두고 비교 하자면 A그룹을 기준으로 B그룹은 1시간 27분, C그룹과 1시간 47분 24초의 차이를 보인다. 이는 클로스 시뮬레이션에 최적화된 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인의 효율성이 기존의 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인에 비해 높다고 할 수 있다.

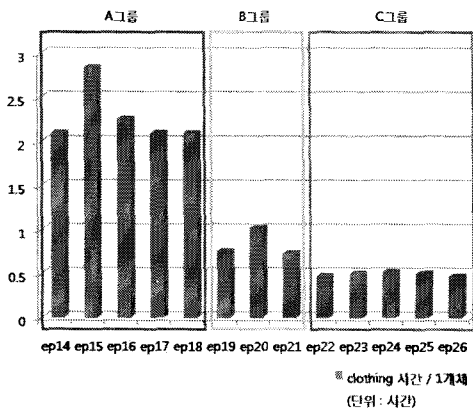


그림 8. 표 2를 이용한 FNH 에피소드별 클로딩 시간/1개체 (시간) 비율 그래프

[그림 8]은 [표 2]를 바탕으로 하여 에피소드 별 클로스 시간/1개체 (시간) 비율을 그래프로 표현한 것으로 FNH 3D 컴퓨터 애니메이션을 제작 하는 동안 각 에피소드 별로 클로딩 과정의 클로스 시간/1개체 (시간) 소모되었는지 한 눈에 알 수 있다.

[그림 8]의 그래프에서 나타나듯 에피소드 19화 이전에는 안정적으로 일정을 맞추지 못하여 추가적으로 반복 되는 일이 진행 되었고, 14화에서 18화가 제작되는 동안 15화와 16화가 가장 많은 일정과 시뮬레이션 시간을 소모되었다.

이는 제작의 작업량도 영향을 미치지만 제작 파이프

라인 상의 문제점도 제작 전반에 적지 않은 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

이러한 문제들의 개선과 제작파이프라인의 개선을 통해 차후 에피소드에 대해서는 차츰 안정되어 가는 양상을 보여주었다.

에피소드 14화, 15화, 16화, 17화, 18화의 경우 기존의 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인의 방식으로 제작되었다. 앞서 이야기한 메인 프로덕션 상에서 각 파트 간의 연계가 없는 제작 방식의 한계와 많은 양의 클로스 시뮬레이션으로 인해 FX 파트의 문제점을 보여주었고 이러한 기존 제작 방식에서 탈피하여 클로딩 파트를 분할하여 운영하였으나 더 원활하고 유동적인 제작 파이프라인 형성을 위해 각 파트 간의 연계가 필요로 해졌다. 따라서 직접적으로 이러한 상황에서 각 파트간의 연계가 되어 전반적인 제작 파이프라인이 수정되기까지 많은 착오를 겪고 수정하게 되었다.

결론적으로 이러한 유동적인 수정은 FNH 시즌 2 제작에 큰 영향을 미치게 되었고 현재도 시즌 3 제작에 안정적인 일정 운영과 제작을 위해 많은 도움이 되고 있다.

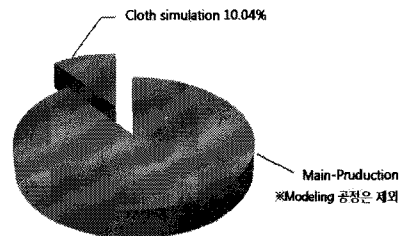


그림 9. FNH의 클로스 시뮬레이션 제작 시간 비율

[그림 9]는 FNH 프로젝트의 메인 프로덕션 전체 제작시간 비율에서 클로스 시뮬레이션이 차지하는 제작시간의 전체 비율을 나타내고 있다. 슈렉2에서 애니메이션파트의 비중이 10%를 넘지 않음을 감안 할 때 이와 같이 FNH 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 상에서 높은 비중을 차지한다고 볼 수 있다.



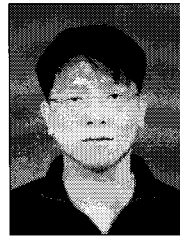


- [5] 김수현, 3D 캐릭터 애니메이션에서의 리얼리티에 관한 연구 - 극장용 장편 애니메이션을 중심으로, 홍익대학교 대학원, 석사학위논문, pp.48-49, 2002.
- [6] Isaac V. Kerlow, *The Art of 3D Computer Animation and Effects*, pp.59-60, 2004.
- [7] Donald H. House and David E. Breen. *Cloth Modeling and Animation*, AK Peters, 2000.
- [8] 김필중, 3D 컴퓨터 애니메이션 제작 파이프라인에 관한 연구, 세종대 영상대학원, 석사학위논문, 2005.
- [9] <http://www.sparrowhawke3d.com/JiggleDeformerPage.html>
- [10] <http://uk.friendsandheroes.com>

<관심분야> : 3D 컴퓨터 애니메이션, 모션캡처, 비주얼 이펙트, 문화 콘텐츠

**김기홍(Ki-Hong Kim)**

정회원

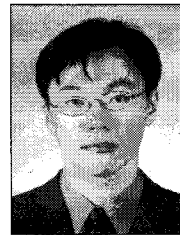


- 1995년 2월 : 홍익대학교 화학공학과(공학사)
- 2001년 2월 : CalArts Experimental Animation(MFA)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 동서대학교 디지털 콘텐츠학부 애니메이션 학과 전공 교수

<관심분야> : 컴퓨터 그래픽tm, IT, 문화 콘텐츠

**이동훈(Dong Hoon Lee)**

정회원



- 1999년 2월 : 동서대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 2001년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 경북대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)

▪ 2004년 ~ 현재 : 동서대학교 디지털 콘텐츠학과 조교수

<관심분야> : 컴퓨터 그래픽스, 3D Vision, 가상현실, 영상기반 모델링 및 렌더링

**저자 소개**

**곽동민(Dong-Min Kwak)**

준회원



- 2006년 2월 : 동서대학교 멀티미디어학과(공학사)
- 2009년 2월 : 동서대학교 영상콘텐츠학과(공학석사)

<관심분야> : 3D 컴퓨터 애니메이션, Lighting, Cloth Simulation

**최철영(Chul-Young Choi)**

정회원



- 1997년 8월 : 한림대학교 물리학과 (공학사)
- 2002년 5월 : Academy of Art Univ.(USA) Computer Arts(MFA)
- 2002년 5월 ~ 2004년 8월 : (주)

디지스팟, 애니메이션 팀장

- 2004년 9월 ~ 현재 : 동서대학교 디지털 콘텐츠학부 애니메이션 전공 교수