

# 3D 애니메이션 기법을 이용한 기계 내부의 동작 표현에 관한 연구

김재현\* · 주재흠\*

\*부산가톨릭대학교 멀티미디어공학과

## A Study on the Motion Expression of Machine inside using 3D Animation

Jea-hyun Kim\* · Jae-heum Joo\*

\*Dept. of Multimedia Engineering, Catholic University of Pusan

E-mail : superjh@chol.com

### 요 약

본 연구에서는 3D 애니메이션 기법을 이용하여 기계 내부의 동작을 표현하였고, 도입된 기법의 장단점을 비교·검토하였다. 본 연구에서 표현한 애니메이션의 기획은 다양한 기계의 동작의 핵심 원리에 목표를 두었다. 또한 본 연구에서는 실제에 가까운 애니메이션을 제작하기 위하여 기계 동작 애니메이션을 Key 애니메이션 방법과, 링크를 사용한 IK 방법 뿐만 아니라 Bone 애니메이션 방법에 대하여 장단점을 파악하고, 각각의 기계 내부 동작 표현에 대한 방법을 분류하였다. 본 연구가 콘텐츠 초화된 시뮬레이션을 만드는데 하나의 프로세스로서 상당부분 기여할 수 있음을 확인하였다.

### 키워드

3D animation, Animation, 3D graphic, machine inside

## I. 서 론

컴퓨터 애니메이션은 디지털 기술을 이용한 새로운 형식의 애니메이션이다. 이것은 하나의 기법 이라기보다는 도구로서의 역할이 강함때 컴퓨터는 디지털 장비를 이용해 여러 가지 기법을 새롭게 구현할 수 있는 장점이 있다. 하지만 그 중에서도 3D 컴퓨터 애니메이션은 다른 기법에 속하지 않는 독자적인 특징을 가지고 있다. 애니메이션의 기법을 나누는 기본 형태는 그것이 2차원의 평면적인 형태인지 아니면 3차원의 형태인지를 촬영하는 카메라의 방식에 맞추어 구분하는데 3D 애니메이션은 양쪽 다 속하지 않기 때문에 3D 컴퓨터 애니메이션은 드로잉으로 이루어진 평면의 형태가 아닌 3차원의 형태를 가지고 있으나 그것은 컴퓨터에서 이루어진 것으로, 일반적인 3차원 애니메이션과 달리 촬영이 필요 없고 스톱 모션 방식으로 만들어지지도 않는다. 따라서 3D 컴퓨터 애니메이션은 디지털 기술을 이용한 컴퓨터와 프로그램만으로 제작되는 독자적인 기법이라고 할 수 있다. 이 외의 컴퓨터 애니메이션은 대부분 드로잉의 형태를 거치므로 기법이라기 보

다는 도구로서의 성격이 강하다[1].

3차원 컴퓨터 애니메이션을 이용한 영상 제작은 게임, 광고, 애니메이션, 교육, 영화 등의 다양한 분야에서 광범위하게 사용되고 있으며, 최근 캐릭터 애니메이션을 이용한 많은 영상물들이 제작·발표되고 있다. 따라서, 컴퓨터 애니메이션을 위한 보다 경제적이고 효율적인 애니메이션의 방법에 대한 연구는 그 필요성 인식과 함께 제작자나 애니메이터들에게는 계속되는 과제가 되고 있다[2].

3D 애니메이션 기술은 수많은 작업에 의한 키 프레임 애니메이션 방법과 동작 제어 애니메이션 방법, 모션 캡처 애니메이션 방법으로 분류된다. 본 논문에서는 기계 동작을 제어하기 위하여 키 프레임 애니메이션 방법과 동작 제어 애니메이션 방법을 이용하여 애니메이션을 제작하였다.

## II. 애니메이션의 원리와 기법

애니메이션에서 동작을 만들어 내는 것은 골육적임의 창조이다. 영상이라는 것은 현실을 토대로 인지되기 때문에 동작을 자연스럽게 만들기

위해서는 현실감을 부여할 수 있는 물리적인 요소와 표현하는 대상의 고유의 동작을 기초로 하여 만들어져야 한다. 우리가 있는 현실의 모든 사물들은 중력에 의한 물리적인 요소들이 적용되며 애니메이션은 이 현실이 기반이 된다. 또한 고유의 동작을 가진 사물들을 표현하기 위해서는 대상의 세부적인 관찰과 묘사에 대한 지속적인 연습이 필요하다. 이러한 연습을 통해 약간의 과장, 응용이 되어 새로운 캐릭터의 움직임으로 재창조되는 것이다[3].

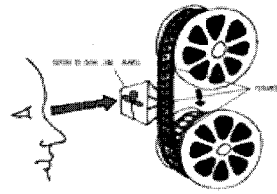


그림 1. 키 프레임과 프레임

애니메이션은 만들어지는 형태에 따라 크게 두 가지의 형태로 나뉜다. 평면에 드로잉을 통해 제작되는 그림 애니메이션과 직접 대상을 만들거나 조형적 요소를 부여하여 입체감이 있는 형태로 촬영하여 제작하는 모델 애니메이션의 두 형태로 나눌 수 있다. 그리고 이 두 가지의 제작형태는 재료나 표현되는 특성들에 따라 수많은 기법들로 나뉘며 각각의 기법은 표현이나 시각적인 효과에서 고유의 개성을 가지게 된다. 또한 디지털 기술의 발전으로 등장한 3D 애니메이션은 응용하기에 따라 그림 애니메이션과 모델 애니메이션의 장점을 동시에 지닐 수 있는 새로운 기법으로 각광 받고 있다.

3D 애니메이션은 기존의 방식에 비해 사실적인 형태를 구현한다는 특징이 있는데 이것은 애니메이션에 있어 커다란 장점으로도 또한 단점으로도 작용한다. 모델링이라는 방식을 이용해 3차원적인 캐릭터를 만들어내는 3D는 사실감 있는 캐릭터를 만들어냄과 동시에 모션캡처라는 방법을 이용해 실제 사람이나 동물의 몸에 센서를 부착하여 사실적인 움직임 그대로를 캐릭터에게로 옮겨줄 수도 있다.

현재 3D 컴퓨터 애니메이션은 가장 각광받는 애니메이션 기법으로 계속적인 발전과 함께 대중적인 관심도 또한 증가하고 있는 디지털 애니메이션 기법이다.

### III. 애니메이션 방법

현재 새로운 3차원 애니메이션 기술들이 속속 등장하고 있지만 일반적으로 크게 키 프레임 애니메이션과 동작제어 기술에 의한 애니메이션이 있다. 여기에 최근 각광받는 기술로 모션 캡처를 추가 할 수 있다.

#### 1. 키 프레임 애니메이션

애니메이션은 사람의 시각 원리를 기초로 한다. 일련의 정지 이미지를 연속해서 빠르게 보면 우리는 정지된 이미지를 연결된 동작으로 지각하게 된다. 이 때, 각 이미지를 프레임(Frame)이라고 하고, 중요한 위치가 되는 그림을 키 프레임(Key Frame)이라고 한다.

각각의 프레임의 중간단계에는 여러 가지 보간 방법들을 통하여 각각의 프레임에서 움직임의 범위를 지정하고 위치 값을 적절히 지정하여 동작의 중간 단계가 만들어져 애니메이션이 이루어진다. 가장 널리 사용되고 동작을 세밀하게 지정할 수 있는 방법으로 알려져 있으나 많은 움직임을 갖는 다관절체의 동작을 만들기 위해서는 오랜 작업 시간을 필요로 한다. 또한 복잡하고 새로운 동작을 제어하기에 어렵다는 단점이 있고, 자연스러움을 주기 위해서는 보다 적절한 시간 배치와 애니메이션의 기초 원리들이 숙지해야 한다. 여기에는 스트레이트 어헤드(Straight Ahead) 방법과 포즈투포즈(Pose to Pose) 방법이 있는데, 스트레이트 어헤드 방법은 한 프레임만을 만들고 바로 그 다음 프레임을 순차적으로 만들어가는 방식이다. 포즈투포즈 방법은 중요한 키 프레임의 포즈를 먼저 만들고 그 중간 값을 만드는 방법을 말한다. 이렇게 키 프레임에 들어가는 애니메이션의 자세를 키 포즈라고 한다.

#### 2. 레이어링(Layering) 애니메이션

레이어링 방식은 먼저 큰 동작 단위의 시간을 배분 하고 그 다음에 배분된 동작의 세부동작으로 점점 세분화 시키는 방식이다. 이것은 3D 컴퓨터 애니메이션에서 할 수 있는 장점으로 3D 애니메이션은 실시간으로 제작한 타이밍의 결과를 작업자가 볼 수 있기 때문이다. 이렇듯 레이어링 방식은 전체 동작 중에서 부분의 키를 잡기 때문에 키를 모두 잡고 나중에 전체적으로 모두 수정해야 하는 일은 거의 없으며, 애니메이션을 계획적으로 그 결과를 보면서 진행할 수 있다.

#### 3. 전 운동학(Forward Kinematics)과 역 운동학(Inverse Kinematics)

전 운동학은 일반적으로 F.K로 불리며, 상위 단계에서 하위 단계로 순차적으로 움직이는 것을 말한다. 즉 상위 단계의 움직임에 의해서 하위 단계의 움직임이 제어 된다. 예를 들어, 상위 단계인 어깨의 회전축을 돌리면, 그 하위 단계의 관절들인 손목도 함께 회전하는 것을 말한다.

역 운동학은 일반적으로 I.K로 불리며, 상위 단계의 움직임이 하위 단계의 움직임에 영향을 미치는 것이 아니라, 하위 단계의 관절의 움직임에

의해서 상위 단계의 관절이 허용된 범위내의 회전 값을 갖고 소프트웨어에 의해서 자동으로 계산되어 만들어 지고 움직임을 갖게 되는 것을 말한다.

전 운동학(F.K)과 역 운동학(I.K)은 모두 장점과 단점을 가지고 있다. 역 운동학은 관절이 복잡하게 이루어진 모델을 움직일 때 좋다. 애니메이션에 있어서 직관적인 애니메이션에 많이 사용된다. 그러나 경우에 따라서 역 운동학은 중간 움직임을 제어하는 것이 자연스럽게 지 못한 경우가 있어서, 보통은 역 운동학과 전 운동학 애니메이션을 섞어서 사용하는 경우가 많다.

#### 4. 키 프레임 보간법(Keyframe Interpolation)

키 프레임 보간법은 하나의 키 프레임에서 다른 키 프레임으로의 이동에 걸리는 시간과 매개 변수 또는 특징의 변화 수치 사이의 관계를 조절하고 표현하는 매우 강력한 방법이다. 어떠한 오브젝트의 어떤 속성의 변화율은 한쪽 키 프레임에서 다른 키 프레임까지 걸리는 시간의 양과 애니메이션 된 매개 변수의 변화수치에 의해 규정된다.

직선형 보간법은 키 프레임에 있는 값들을 쉽게 평균화시키고, 인-비투인 프레임에 있는 공간을 똑같이 나눈다. 그렇기 때문에 일정한 속도의 변화율을 가지게 된다. 하나의 지속된 속도가 끝나고 다른 지속적인 속도가 시작하는 지점에서는 속도가 갑자기 바뀐다. 그렇기 때문에 기계적이고 인위적인 애니메이션을 만들기 쉽다. 이러한 지속적인 속도는 그래프상에서 직선으로 표현된다.

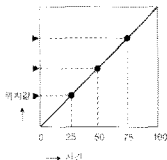


그림 2. 직선형 보간법

곡선형 보간법은 직선형 보간법 보다 더 정교한 인-비투인 프레임을 계산하는데 사용된다. 시간에 따라 위치 값의 변화는 곡선의 변화에 따라 매우 다양하며, 결국 속도가 매우 다양하다는 것을 의미한다.

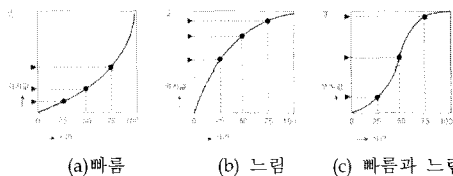


그림 3. 곡선형 보간법

## IV. 애니메이션의 구현

### 1. 기계 내부 장면 표현

어린 아이들이 걸기 전에 기어가는 법부터 배워야 하는 것처럼 3D 애니메이션도 모델링에서부터 출발한다. 모델링에는 폴리곤 모델링, 닷스 모델링, 서페이스 모델링 등의 방법들이 있다. 본 연구에서 사용된 모든 애니메이션의 물체들은 폴리곤 방식으로 제작되었다.

폴리곤 모델링은 기초 3D 그래픽에서 면을 구성하여 입체화 시키는 방식이다. 폴리곤은 점, 모서리, 면으로 형성되어 있는 오브젝트에서 면들이 모여서 하나의 폴리곤으로 형성이 된다.

모델링 작업이 끝나면 텍스처(Texture) 맵핑과 라이팅 작업을 한 후 애니메이션에 들어간다.

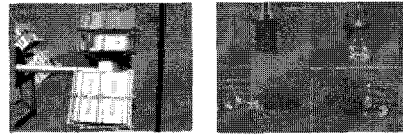


그림 4. 기계 내부 표현

### 2. 기계 내부 장면 동작

#### 2.1 키 프레임 통한 기계 내부 장면 동작

본 연구에서 사용한 애니메이션에서는 모션 캡처를 제외하고 키 프레임과 동작 제어 기술을 사용하였다.

앞에서 언급했던 것처럼 대상체의 움직임 중 중요한 단계의 프레임과 다음 단계의 프레임을 설정하여 중간단계는 보간법을 통하여 자연스러운 움직임을 만들기 위해서 오랜 작업시간을 통하여 애니메이션을 만들었다. 장점은 연구자가 의도하는대로 모든 애니메이션을 만들 수 있다는 것이다. 단점으로는 많은 시간과 노력이 들어가야지만 결과가 나온다는 것이다.



그림 5. 키 프레임 애니메이션

#### 2.2 IK를 통한 기계 내부 장면 동작

인체를 비롯한 다관절을 사용하는 물체를 자동적으로 제어하기 위해 많은 연구들이 이루어져왔

다. 다양한 물체들의 움직임을 좀 더 쉽고 자연스럽게 표현하기 위한 방법으로 운동학을 사용하는 방법이 있다. 본 연구에서는 역 운동학을 사용하였다. 일정한 규칙을 두고 움직이는 기계 동작이기 때문에 특정한 유형의 움직임을 알고리즘화할 수 있다. 장점으로는 계층 구조를 가지기 때문에 하위 구조의 움직임에 따라서 상위 구조도 움직여 준다는 것이다. 단점은 원하지 않는 관절이 움직이기도 한다는 것이다. 물론 움직임을 원하지 않는 관절은 움직이게 하지 않아도 되지만, 효율적이지 않다.



(a)실체 기계 (b) 3D (c) IK 링크 구조  
그림 6. IK 애니메이션

### 2.3 Bone을 통한 기계 내부 장면 동작

운동학을 사용하는 방법과 모션을 사용하는 방법의 중간 단계인 Bone을 사용하는 애니메이션은 IK 방법의 변형이라고 보아도 된다. 그러나 물체를 직접적으로 제어하는 것이 아니라 Bone이라는 뼈대를 움직이기 때문에 IK방법의 단점이 어느 정도 보완되어 있다. 그렇기 때문에 보다 자연스러운 애니메이션을 좀 더 쉽고 유용하게 표현하기 좋다. 그러나 숙달되지 않는 사람이 Bone을 사용하여 애니메이션 주기란 쉽지가 않다. 다관절의 물체를 움직여 주기 위해서는 골체의 움직임을 조절할 수 있는 제어점을 만들어 주어야 편리하다. 이러한 제어점은 관절의 유형과 크기들에 따라 서로 다르며 다양한 움직임의 범위 또한 많은 차이가 나타나기 때문이다. 또한 IK의 변형이라고 할 수 있기 때문에 IK 방법의 애니메이션에 대하여 완전히 파악을 하고 있어야 된다.



(a)애니메이션 (b) 3D (c)Bone (d) 링크 구조  
그림 7. Bone 애니메이션

## V. 결 론

본 논문에서 기계의 내부 동작을 표현하기 위하여 다양한 방법들을 사용하여 보았다. 키 프레임 애니메이션에서 수많은 키를 생성시켜 물체를 제어하였으며, 여기에서 IK와 비교하기 위하여 관절의 상위 개념과 하위 개념을 생각하지 않고 애니메이션을 만들어야 했기 때문에 엄청난 작업량

을 감당해야만 했다. IK 방법에서는 Bone에서 사용하게 되는 관절의 조절점을 사용하지 않아야 했기 때문에 키 프레임 방법 보다 생략된 관절의 움직임은 많이 있었지만, 조절점을 만들지 않는다는 것은 아주 힘든 제약이 되었다. Bone에서는 조절점을 만들어 사용하기 때문에 IK 방법 보다는 편리했으나, 각 관절을 제한된 범위 안에서만 사용해야만 하였다.

본 연구를 통하여 확인된 것은 각각의 방법들은 독립적으로 사용하여서는 안 된다는 것이다. 애니메이션이 보다 간편한 조작으로 자연스럽게 현실적인 움직임을 생성하기 위해서는 여러 가지 방법을 적절히 혼용하여 사용하는 것이 좋을 것이다.

향후 3차원 애니메이션을 만들 경우에는 모션 애니메이션을 제외하고는 키 프레임 방법과 IK방법, Bone방법을 어떻게 적절히 혼용하여 사용해야 하는지에 대해서 연구가 필요할 것이다.

또한, 본 논문을 위하여 만들어진 애니메이션은 실제로 영상 콘텐츠에 사용을 하였다. 그러나 향후 시뮬레이션 콘텐츠와 애니메이션이 결합된 방법에 대하여 연구가 필요할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 최민규, "디지털로 만드는 애니메이션 제작 노하우", (주)교학사, 2005년
- [2] 김현균, 고석만, 오무송, "애니메이션의 효율적인 동작 제어에 관한 연구", 電子情報通信研究所論文誌, 제6권 1호, p.165-176, 2003년 6월
- [3] 김은형, "국내 애니메이션 뮤직비디오에 관한 연구", 세종대학교 석사 학위 논문, 2007년