

# 3D 캐릭터 애니메이션에서의 무게중심 관한 연구

조재윤

국민대학교 디지털미디어디자인학과 디지털컨텐츠전공  
jaeyunii@nate.com

## A study of center of gravity on 3d character animation

Jae Yun Cho  
Kookmin university

### 요약

모션캡처기술은 이미 많은 애니메이션과 게임에서 보편화되어 사용되고 있다. 하지만, 이런 좋은 기술을 뒤로 한 채 아직도 많은 애니메이터들이 직접 애니메이션을 하고 있다. 모션캡처 기술비용과 제작시간 때문이기도 하지만 사람과 상이한 체형을 가진 3D 캐릭터에 사람의 모션을 적용하기엔 어색한 부분이 많기 때문이다. 또한, 캐릭터의 특징을 부각시키거나 왜곡시키는 등의 과장의 표현은 불가능하다. 캐릭터의 생명은 그 캐릭터가 가진 성격과 체형에서, 그 캐릭터만의 자연스런 움직임을 표현하는데 있다. 기획과 의도에 따른 특성들을 과장하여 표현하되 인간의 동작에 익숙해 있는 우리 눈에 어색함으로 비춰지지 않도록 해주어야 비로소 생명력이 있는 캐릭터를 만들 수 있다. 다양한 모양의 캐릭터는 서로 다른 무게중심을 가졌고 이를 고려하지 않고 애니메이션 했을 때 여러 가지 문제점이 생긴다. 이러한 문제점은 캐릭터가 자연스럽지 못하게 보이는 가장 큰 원인 중 하나이다. 본 논문은 게임과 애니메이션 등에서의 3D 캐릭터가 더욱 생생하고 현실적으로 보이도록 돕는데 그 목적이 있다. 그 중, 중요한 요소인 무게중심에 대한 이해와 함께 활용방법에 대한 연구에 목적을 둔다. 캐릭터의 자연스러운 움직임을 위해 무게중심은 반드시 고려해야 할 문제이고 캐릭터의 특성 및 성격 표현에도 중요한 영향을 미친다. 애니메이터들에게 무게중심에 대한 중요성을 알리고 새로운 접근방법을 제시하는 것을 본 논문의 가치로 삼는다.

Keyword : center of gravity, animation, 3d character

### 1. 서론

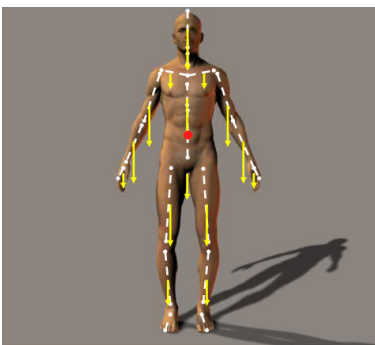
3D 캐릭터 애니메이션 기술은 캐릭터의 움직임을 자연스럽게 표현하는데 주안점을 두고 끝없이 발전하고 있다. 다양한 모양의 캐릭터에 자연스러운 동작을 부여하여 편집을 하려는 기술은 3D 그래픽 분야에서 가장 기술의 발전이 빠른 분야이기도 하다. 역 운동학 기술과 물리학적인 접근 기술은 캐릭터가 더욱 자연스러운 사람의 모습을 표현하게 되었다. 이러한 기술들은 3D 온라인 게임과 애니메이션, 영화 등에서 효과적으로 활용되고 있다. 키프레임 애니메이션은 애니메이터의 감각적이

고 직관적인 작업을 요하며, 캐릭터의 개성을 잘 표현할 수 있는 제작 방법이다. 하지만, 작업자의 숙련도에 따라 애니메이션 전체의 퀄리티가 크게 좌우되기 때문에 숙달된 애니메이팅을 요한다. 키프레임 애니메이션에서 작업자는 개성적이고 사실적인 캐릭터를 위해 여러 가지 사항들을 고려하며 작업을 해야 한다. 효과적인 표현을 위한 과장은 물론이며 적절한 타이밍과 역학적, 인체학적 요소 등 여러 가지 고려해야 할 사항들이 있다. 이러한 요소들은 애니메이터의 학습과 교육을 통해 습득하고 획득하는 것들이지만 작업자의 편리를 위해

툴 적으로나 기술적으로 많은 연구가 진행되고 발전하고 있는 실정이다. 그 중 무게중심은 역학적으로나 인체학적으로나 애니메이션 내에 중요한 요소로 작용한다. 인간과 상이한 형태가 대부분인 캐릭터들에게 인간의 움직임을 적용하기엔 어색한 부분이 많다. 캐릭터의 형태와 특징에 맞는 무게중심을 찾은 다음 인간의 모션을 모방한다면 훨씬 자연스러운 애니메이션이 될 것이다. 무게중심은 애니메이터가 학습과 연습으로 습득해야 하는 문제이지만, 툴 상에서 무게중심을 제어하거나 일종의 가이드 라인으로 표시된다면 숙련된 애니메이터가 아니더라도 한결 사실적인 애니메이션이 되도록 도와줄 수 있으리라 기대된다. 또한, 숙련된 애니메이터에게도 작업의 속도와 편리를 위해 큰 도움이 될 것이다.

## 2. 무게중심의 이해

무게중심(center of gravity)은 ‘물체의 질량이나 무게가 균등하게 분포되거나 균형을 잡아서 중력이 작용되는 신체나 혹은 체계의 어떤 지점’이다. 인간의 움직임 활동들은 지구상이나 지구 근처에서 발생하기 때문에 항상 무게중심을 가진다. 중력은 이 지점을 통해 아래방향으로 작용하며 인간을 포함한 생명체 그리고 물질들은 이 지점을 통해 중력에 저항하며 몸을 지탱하고 있다. 무게중심은 공간상에서 상상의 어떤 지점이다. 이것은



물리적인 실체가 아니기 때문에 지구상에 표시되지는 않는다. 무게중심이 물체의 무게가 균형을 맞추는 신체 내의 지점이라는 것은 그

위치를 전체 질량이나 무게가 집중되는 곳을 추정하여 찾을 수 있다는 말이 된다.

### 2-1 인간과 무게중심

사람에게 작용하는 지구의 중력은 인체의 무게중심(center of gravity)에 집중된다. 이러한 현상은

지구의 중력이 미치는 범위에 있는 모든 물체에도 동일하게 적용된다. 서 있거나 자세를 변화시키는 것에 상관없이 지구의 중력은 항상 무게중심에 집중된다. 무게 중심에 대해 알아보기 전에 완벽하게 구형이고 전체가 동일한 물질(철)로 구성된 포환에 대하여 생각해 보자. 지구의 인력은 철로 구성된 포환의 모든 입자에 동일하게 작용한다. 이러한 모든 “인력들”을 추가하고 이들을 결과적인 하나의 힘으로 합할 수 있다면 이 힘이 작용하는 지점이 바로 물체의 무게중심이다.

### 2-2 3D 캐릭터와 무게중심

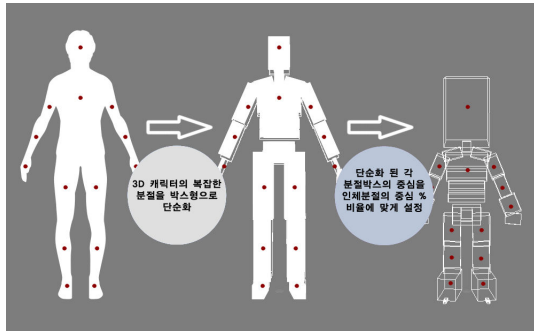
3D 캐릭터의 각 관절 부분이 똑같은 물질로 채워진 질량을 가진다면 각 부분을 단순화 하여 쉽게 질량 중심을 구할 수 있을 것이다. 하지만, 사람의 머리는 팔, 다리, 손, 발보다 무겁기 때문에 3D 캐릭터에서도 이런 점은 무시할 수는 없다. 또한 캐릭터가 가진 특성에 따라 한 쪽 팔이 상대적으로 무겁거나 한 쪽 다리가 무거운 캐릭터는 각 부분에 대한 별도의 질량측정이 필요할 것이다. 일반적으로 골반부분을 3D 캐릭터의 무게중심이라고 보는 사람들이 많다. 이유는 상체와 하체의 중간에 위치하며 그곳을 축으로 해서 다리를 지지대 삼아 몸의 균형을 잡아주고 있기 때문이다. 하지만, 몸 전체의 균형을 잡아주기 위해 축 역할을 할 뿐 무게중심은 아니다. 쉬운 예로 사람이 인사를 하려고 허리를 굽힐 때 머리 쪽으로 무게중심이 많이 이동하기 때문에 균형을 잡으려고 엉덩이를 뒤로 많이 빼게 된다. 이때 엉덩이 부분은 균형을 잡기 위한 축이 되고 무게중심은 엉덩이보다 훨씬 앞쪽 캐릭터의 몸 외부에 존재하게 된다. 무게중심은 캐릭터의 자세에 따라 몸의 내부 혹은 외부에 올 수 있고 몸의 위치상 중심인 골반보다 훨씬 위나 아래로 올 수 있다.

## 3. 3차원 캐릭터 애니메이션의 무게중심 연구

### 3-1 3D 캐릭터의 박스형 구성

애니메이터들이 눈짐작으로 잡아오던 3D 캐릭터의 각 분절(두 개의 손, 두 개의 전완, 두 개의 상완, 두 개의 다리, 두 개의 하퇴, 두 개의 대퇴, 하나의 몸통, 하나의 목, 하나의 머리)들은 3D 캐릭터의 무게배분에 대한 적절한 기준이 없다. 인간의 각 분

절에 대한 백분율을 기준으로 하여 3D 캐릭터의 각 분절을 박스형으로 단순화 하여 대략적인 각 분절의 크기에 대한 백분율로 환산하는 방법으로 3D 캐릭터의 각 분절 비율을 구할 수 있다. 3D 캐릭터의 각 분절은 간단히 박스로 단순화 시킬 수 있다. 중요한 것은 3D 캐릭터 전체 무게에 대한 각 분절의 무게 배분과 각 분절의 각기 다른 중심 위치의 비율을 구하는 것이다.



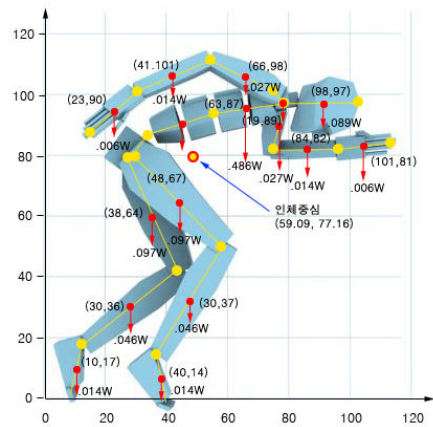
인체분절 중심을 3D 캐릭터로 컨버팅

3D 캐릭터를 박스형으로 단순화 시키지만 단순화 된 각 분절의 중심이 전체 무게에 비해 다른 분절보다 많이 나가는지, 적게 나가는지에 대한 문제를 고려해야 한다. 각 분절 하나만을 놓더라도 각 분절의 부위별 질량 분포나 성분에 따라 중심의 위치가 달라짐을 고려할 때 박스형으로 3D 캐릭터를 단순화 시켜도 각 분절을 통해 캐릭터 전체의 무게중심을 찾는 데 중요하게 작용된다.

### 3-2 직교좌표계를 이용한 3D 캐릭터 무게중심 측정

3D 캐릭터의 무게중심을 구하는 방법에 적극적으로 이용될 수 있는 방법은 인간의 무게중심을 구하기 위해 사용되었던 직교좌표계를 이용한 방법을 적용할 수 있다. 오히려 3D 캐릭터의 경우 인간의 경우보다 쉽고 정확한 데이터를 얻을 수 있다. 인간의 경우 X, Y 좌표상의 중심만 구하였지만 3D 캐릭터는 X, Y, Z 세 좌표를 구하여 실시간의 동작데이터를 구할 수 있다. 물론 이러한 방법은 모션캡처를 통해 충분히 연구 활용되고 있기는 하지만 좀 더 간편하고 심플한 데이터 활용을 위해 이 방법을 사용할 수 있을 것이다. 이러한 데이터는 간편하게 조작하여 캐릭터의 특성과 상황에 맞는 수정이 가능하게 함으로 모션캡처 데이터 제작 시에 생기는 번거로움을 해결할 수 있다. 3D 캐릭터가 어떠한 동작을 취하고 있을 때 우리는 먼저

3D 캐릭터의 박스형 구성을 통해 각 분절을 단순화시킬 수 있다. 그리고 각 분절에 대한 선별적인 변수를 입력하여 어떤 분절이 다른 분절에 대한 상대적인 무게비율을 만들 수 있게 하여 각 분절마다 가지고 있는 밀도나 비중의 차이에서 생기는 오류를 없앨 수 있다. 이는 한쪽 팔이 상대적으로 무겁거나, 한쪽 어깨에 무거운 갑옷을 입은 캐릭터 등 특정분절이 상대적으로 밀도나 성분상 차이가 있는 캐릭터의 특징에 대한 변별적인 측정을 할 수 있다. 캐릭터스튜디오에서 각 분절에 대한 변별적인 못했던 분절값에 대한 것은 인간의 평균 분절값 데이터를 기준으로 삼는다.



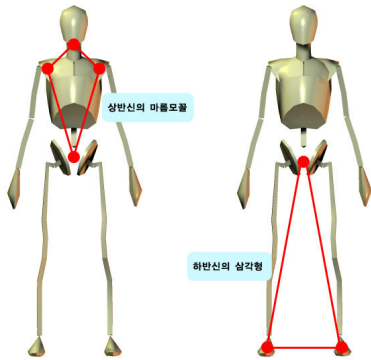
직교좌표계를 이용한 3D 캐릭터의 무게중심 구하기

각 분절 하나만을 놓더라도 전체의 성분이 다른 이유로 그 분절 중심이 가운데 오지 않기 때문에 박스로 단순화 시켜 중심을 잡는 방법은 오류가 많다. 이 역시 인간의 분절중심 위치의 %비율 데이터를 활용하여 기본 값으로 설정하여 계산되도록 한다. 물론 이 값 또한 해당 분절의 특성에 맞게 수정 입력 가능하도록 할 수 있다.

### 3-3 3D 캐릭터의 주요 작용점에 대한 마름모와 삼각형 내심

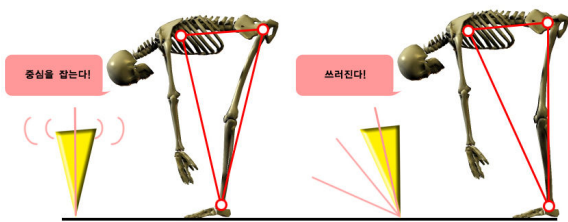
이 방법은 각 분절의 총합을 통해 무게중심을 구하는 방법보다 간단하고 즉각적인 방법으로 애니메이터들이 캐릭터의 중심을 쉽게 관찰시키는 방법으로도 사용된다. 지면과 다리와의 접점이 2 개, 허리를 연결하는 선은 균형의 관점에 있어서 하반신의 가장 중요한 삼각형이 된다. 허리와 목이 시작부분을 연결하는 선은 상반신의 균형의 핵심이다. 다음 단계에서는 어깨를 교차시킨 허리와 어깨, 목과의 마름모꼴이 보인다. 각각의 균형을 유지할 때 인간은 쓰러지지 않

고 서 있을 수 있게 된다. 주요 작용점이란 지면과 붙어 있는 신체 부분이나 상반신의 무게중심점, 신체 중 비교적 무거운 부분인 얼굴을 받치고 있는 목, 몸통과 팔을 연결하는 양쪽 어깨 부분, 상체와 하체를 연결하는 골반 부분 등이 된다. 이 주요 작용점들의 연결은 마름모와 삼각형이 되며 이 도형의 내심의 위치는 캐릭터의 동작과 자세를 잡아주는 역할을 한다.



주요 작용점에 대한 마름모와 삼각형

마찬가지로 3D 캐릭터를 애니메이션 할 때 이들 도형을 통해 균형을 유지시키거나 쓰러트릴 수 있다. 주요 작용점에 대한 마름모와 삼각형으로 캐릭터의 동작이나 자세에서 어색한 부분을 찾을 수 있다.



주요작용점의 삼각형으로 본 접지점과 상반신의 무게중심점의 위치

다리의 정점과 목이 시작되는 부분은 거의 반대로 움직인다. 같은 방향으로 움직이면 한쪽으로 무게중심이 많이 이동하게 되어 쓰러지게 된다. 이것이 허리의 가장 크고 중요한 움직임이다. 이러한 동작들은 무의식의 균형조절로 3D 캐릭터가 더욱 사람같이 보이기 위해서는 이러한 동작을 캐릭터가 인지하고 시작하지 않음에 주의하여야 한다.

### 3-4 캐릭터 스튜디오의 밸런스팩터와 러버밴드 모

드

캐릭터 스튜디오는 Discreet사에서 개발한 3ds Max 소프트웨어의 플러그인 프로그램이다. 인간, 동물 등 캐릭터들을 만들고 애니메이션 시키는 것을 도와주는 역할을 한다. 캐릭터 스튜디오는 키프레임을 바탕으로 물리학에 기초한 이족 캐릭터 역학과 중력의 법칙을 사용해서 중간 프레임들을 생성할 수 있다. 이 방법은 수직 키프레임을 보간하는 역할을 한다. 캐릭터 스튜디오의 Biped 캐릭터는 자신의 질량중심을 중심으로 움직이고, 회전하고, 역학적인 균형을 맞춘다. 하지만, 캐릭터 스튜디오에서의 질량중심은 Biped의 골반인 Pelvis 속에 위치하고 있는데 이 가상의 무게중심은 캐릭터의 특징에 상관없이 같은 곳에 위치한다. 캐릭터 스튜디오가 자체적으로 역학적 균형을 맞출 수 없는 이유가 바로 이것에 있다. 이런 점을 보완하기 위해 캐릭터 스튜디오에는 Balance Factor 라는 기능이 이 있다. 이 기능은 캐릭터의 골반을 기준으로 Spine 들이 움직일 때 캐릭터 스스로 골반의 위치를 움직여 균형을 잡아주는 역할을 한다. 가상의 질량중심이 Spine 들의 회전각에 따라 좌우로 이동한다. 한쪽 다리를 들거나 팔을 들 때 고개를 숙일 때 등 실질적으로 인간이 중심을 잡기 위해 하는 행위들에 대한 움직임에 대한 것은 배제되어 있다. 대칭적이지 않은 캐릭터나 갑옷이나 무기 등을 장착한 캐릭터의 무게중심을 잡기에는 어려운 점이 많다. Rubber Band Mode 를 통해 캐릭터의 중심을 옮길 수 있다. 이것은 3D 캐릭터 순수 무게에 대한 중심 이동을 가져 올 수 있다. 캐릭터의 체형이나 특징에 따라 중심을 이동시킨 다음 애니메이션을 하게 되면 캐릭터스튜디오의 역학, 중력에 대한 계산은 이곳으로 수정되어 보간된다. 이 기능을 이용하면 캐릭터 자체의 중심의 위치를 바꾸어 작업하는 이점이 있다. 캐릭터스튜디오에서는 Pelvis 에 있는 무게중심을 역학과 중력에 맞게 보간 시키지만 무게중심의 위치에 대한 설정이 부족하다. 그래서 Balance Factor 와 Rubber Band Mode 로 보완하고 있다. Balance Factor 의 경우는 앞서 설명한 것과 같이 Pelvis 을 기준으로 Spine 의 회전만으로 균형을 잡아주기 때문에 다른 분절의 무게를 배제하고 있다는 것을 보완해야 하며 Rubber Band Mode 의 경우 특정 동작이나 모션에 있어 무게중심을 재설정해야

하는 번거로움과 정확한 재설정을 할 수 없다는 문제들이 있다.

#### 4. 3D 캐릭터의 동작별 무게중심 분석

미리 제작된 3D 캐릭터의 동작과 자세에서 직교좌표계에 의한 무게중심을 구해본다. 그 방법으로 3D Max 소프트웨어에서 3D 캐릭터의 각 분절에 대한 좌표값을 수입한다. 각 분절은 3D 캐릭터 체형에 대해 단순화 된 박스의 중심 Pivot 의 좌표값으로 하는데 일단은 각 분절의 성분은 동일한 것으로 이루어져 있다는 가정 하에 수입하고 그 성분이나 크기에 대한 변수를 입력하는 식으로 한다. 기본 값은 인체의 각 분절에서 수입된 값들로 하여 인체와 가장 비슷한 상황에서 시작한다. 각 분절의 무게와 전신에 대한 비율과 인체의 각 분절에서 길이에 대한 분절중심 위치의 %비율에 대한 변수를 따로 입력한다. 이 값들을 종합한 각 좌표값(X, Y, Z)들의 총합에서 각 분절의 수만큼 나누어 무게중심 좌표를 구한다.

캐릭터의 부위	X*Y*Z*	박스의 부피	총중량 대비 백분율	각 부분 상단과 하단으로 나누었을 시 치우침 정도
Head		(x 축길이×y 축길이×z 축길이)/부위별 부피 총합	각 축에 +6.7	로컬축에서 X 축에 +1%
Neck			각 축에 +1	로컬축에서 Y 축에 -1%
Spine			각 축에 +41.1	로컬축에서 X 축에 +5.5%
L UpperArm			각 축에 +2.7	로컬축에서 X 축에 -6.4%
L Forearm			각 축에 +1.6	로컬축에서 X 축에 -7%
L Hand			각 축에 +0.6	로컬축에서 X 축에 +0.6%
R UpperArm			각 축에 +2.7	로컬축에서 X 축에 -6.4%
R Forearm			각 축에 +1.6	로컬축에서 X 축에 -7%
R Hand			각 축에 +0.6	로컬축에서 X 축에 +0.6%
Pelvis			각 축에 +11.2	로컬축에서 X 축에 +1%
L Thigh			각 축에 +9.7	로컬축에서 X 축에 -6.7%
L Carf			각 축에 +4.5	로컬축에서 X 축에 -6.7%
L Foot			각 축에 +1.4	로컬축에서 X 축에 -7.1%
R Thigh			각 축에 +9.7	로컬축에서 X 축에 -6.7%

R Carf				각 축에 +4.5	로컬축에서 X 축에 -6.7%
R Foot				각 축에 +1.4	로컬축에서 X 축에 -7.1%
기타 분절					

3D 캐릭터의 무게중심 측정을 위한 데이터 입력 스위트

\* NOTE : Reference Coordinate 축은 View 축을 기준

#### 5. Center of Gravity 기획

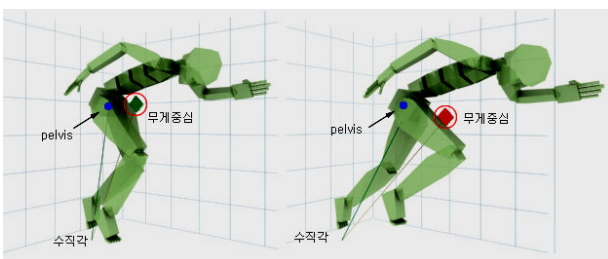
##### 5-1 기획의도

Center Of Gravity 는 애니메이터가 3D 캐릭터를 애니메이션 할 때 무게중심에 대한 보다 즉각적이고 정확한 판단을 할 수 있도록 시각적인 표시를 해주는 프로그램이다. 일반적으로 애니메이터들은 무게중심의 중요성을 인식하고 있으면서도 정확한 기준이나 척도 없이 눈짐작으로 애니메이션을 해왔다. 여기에서 생기는 오류 때문에 3D 캐릭터의 동작이나 자세는 가볍거나 너무 무겁게 되어 애니메이션의 질이 떨어지는 경우가 많았다. 좀 더 간편하고 심플한 데이터 활용을 위해 이 프로그램을 사용할 수 있을 것이다. 이 프로그램은 3D Max 상에서 간편하게 조작하여 캐릭터의 특성과 상황에 맞는 수정이 가능하게 함으로 모션캡처나 reactor 처럼 복잡한 프로그램의 데이터 제작 시에 생기는 번거로움을 해결할 수 있다. 3D 캐릭터의 다양한 형태만큼 무게중심은 다양한 부위에 올 수 있고 캐릭터의 상황에 적합한 무게중심 산출을 보여 줄 수 있으리라 기대된다. 애니메이터는 Center Of Gravity 를 통해 3D 캐릭터의 애니메이션에서 좀 더 자연스러운 움직임을 유도할 수 있고 캐릭터의 무게중심을 잘못 판단하는 실수를 줄일 수 있으리라 생각된다.

##### 5-2 접근방법 및 내용

인체는 유연성을 가지고 있을 뿐만 아니라 내부에 유체가 있어 정확한 무게중심을 찾아내기는 매우 어렵다. 캐릭터의 경우도 마찬가지로 스포츠 역학이나 인체역학처럼 정확한 데이터는 필요 없으므로 간단한 방법으로 산출한다. 3D 캐릭터의 몸의 면적에 따른 부피로 가상의 무게를 측정하고 각 분절에 대한 거리값과 무게값의 모멘트 합을

통해 무게중심을 구하는 방법을 사용한다. Center Of Gravity 의 기능은 Character studio 의 biped 를 생성한 뒤부터 활성화 된다. Center Of Gravity 는 biped 의 각 분절의 중심 pivot 의 좌표값을 찾아 다른 분절과의 상대적 크기에 따른 가상의 힘(무게)를 정한다. 각 무게는 분절에 따라 다르게 적용할 수 있도록 설정 가능하게 된다. 먼저 3D 캐릭터는 박스형으로 단순화 된다. 이 박스는 3D 캐릭터의 각 분절의 크기와 최대한 비슷하게 되며 그 모양은 바이페드와 비슷하다. 각 분절의 무게총합 x 무게중심의 좌표값은 각 분절마다의 무게 x 각 분절의 좌표값들의 총합과 같으므로 무게중심의 세 좌표를 쉽게 구할 수 있다. 이런 방법으로 구해진 무게중심 좌표는 3D max 인터페이스 상에 표시로 나타나게 된다. 각 분절은 기본적으로 크게 16 개 (Head, Neck, Spine, L UpperArm, L Forearm, L Hand, R UpperArm, R Forearm, R Hand, Pelvis, L Thigh, L Carf, L Foot, R Thigh, R Carf, R Foot)로 나누어 지는데 이것은 각 분절의 구성 성분이 모두 같아서 비중이 일정하다는 가정에서 보는 Default Type 과 인간의 각 분절을 측정했을 때 발생한 분절마다의 비율을 기준으로 하는 Human Type, 그리고 작업자가 박스 Gizmo 의 크기를 수정하여 비중을 키우거나 줄일 수 있는 Customize Type 세 가지가 있다. 인간의 경우 각 분절은 분절마다 상단과 하단으로 나누었을 시 중심 위치가 위나 아래로 쏠려 있다. 3D 캐릭터도 이러한 상황에 맞게 각 분절 내에 중심축의 수정을 할 수 있도록 한다. 각 분절에 대해 Pivot 위치상의 중간에 오는 것을 기본으로 하는 Default Type, 인체분절의 길이에 대한 분절중심 위치의 %비율을 그대로 가져와 기준으로 삼는 Human Type, 그리고 작업자가 박스의 Pivot Gizmo



바닥 접지점과 무게중심의 수직각

를 상단이나 하단으로 이동시킬 수 있는 Custo-

mize Type 으로 분류한다. 이 기능은 분절의 중심에 대한 기능으로 Center Of Segment 라고 한다.

캐릭터의 주요 작용점에 대한 마름모와 삼각형 내심에서 살펴본 것처럼 캐릭터의 바닥 접지점과 주요 작용점을 이어 만든 마름모 내지 삼각형의 내심은 바닥 접지점에서 가깝고 수직일수록 무게중심 잡혀 있다고 볼 수 있다. 무게중심 역할을 하는 Pivot 은 수직에 가깝고 지면에서 가까울수록 균형이 잡혀 있다는 설명을 색으로서 표현해 준다. 색은 가장 균형이 잘 잡혀 있다는 뜻은 녹색에서 가장 불완전하여 금방이라도 넘어질 것이라는 붉은색으로 표현된다. 약간 불완전한 자세일지라도 인간이나 동물의 경우 근육의 힘으로 균형을 잡을 수 있는 한계가 이 한계를 무게중심 Pivot 의 색깔을 통해 판단하게 한다.

## 6. 결론 및 제언

우리는 인체의 무게중심 측정법을 통해 캐릭터의 즉각적인 무게중심을 측정할 수 있다. 이것은 역으로 3D 게임, 애니메이션에서뿐만 아니라 실제 사람의 대략적인 무게중심을 구할 수 있다는 말이기도 하다. 사람의 모션데이터를 가져와 무게중심이동을 측정해 본다면 체형별 무게중심위치를 대략적이지만 측정해 볼 수도 있을 것이다. 물론 이 데이터는 인체 각 분절에서도 각 부분별로 다른 질량을 나타내기 때문에 더욱 세분화하고 3D 캐릭터에 적용할 복잡한 연구가 필요하다. 또한 캐릭터가 물건을 밀 때나 들 때 등 무게가 복합적으로 작용할 때를 사용할 수 없는 단점이 있다. '움직일 때, 포즈가 불안해 보이지 않도록 균형을 잘 잡아가는 것' 이것이 무게중심을 잘 컨트롤 하는 방법이다. 그 동안 애니메이터들의 눈짐작, 감으로 컨트롤해 오던 무게중심을 Center Of Gravity 를 사용해 시각적인 정보를 보며 애니메이션을 할 수 있다.