
3D 모바일 게임용 저용량 3D캐릭터 애니메이션 제작에 관한 연구

A Study on Production of Low Storage Capacity of Character Animation for 3D Mobile Games

경병표*, 이지원**, 김태열**

공주대학교 게임디자인학과*, 공주대학교 게임디자인센터(GRC)**

Byung-Pyo Kyung(kyungbp@kongju.ac.kr)*, Ji-Won Lee(queen4806@kongju.ac.kr)**,
Tae-yul Kim(mp23kimty@gmail.com)**

요약

모바일 게임 환경은 하드웨어 폰(Phone)CPU 처리 속도 향상, 3D 엔진 탑재, 가용량 메모리 확대 등으로 인하여 차세대 3D 모바일 게임 시장이 활발하게 떠오르고 있다. 최근 이러한 동향에 발맞추어 PS2(PlayStation2)나 온라인(Online)에서 인기를 얻은 3D 게임이 모바일 게임용으로 출시하고 있다. 그러나 모바일 환경은 PC, 콘솔(Console)등의 다른 플랫폼에 비해 하드웨어적 특성이 다르기 때문에 PC기반의 3D 게임을 작은 휴대폰으로 옮기는 것은 단말기의 배터리 용량, 디스플레이 크기의 한계, 게임 콘텐츠 용량, 다른UI(User Interface)등과 같이 휴대 단말기 차원에서의 제약을 받는다. 이러한 많은 제약 중에서 특히 게임 콘텐츠를 축소하여 저용량화 하기 위한 연구의 필요성이 대두되고 있으며, 3D 모바일 게임은 3D 캐릭터가 작은 모바일 화면에서 사실적이며 자유로운 애니메이션이 무엇보다 중요하다. 본 연구는 3D 모바일 게임에 적합하도록 저용량 3D 캐릭터 애니메이션의 제작에 관한 연구를 하였다.

■ 중심어 : |저용량 3D 캐릭터 애니메이션 | 3D 모바일 게임 |

Abstract

The next generation of 3D mobile games market is becoming increasingly active, more as a result of improvement in the CPU speed of hardware phone, embarkation of 3D engines and high memory capacity, In response to this trend, popular 3D games of PS2 (PlayStation2) and popular online games are being launched as mobile games. However, mobile units have different hardware characteristics compared to those of other platforms such as the PC or the game console. Therefore, mobile game versions of the popular PC games face many limitations in many aspects such as in battery capacity, size of display, capacity of the game, and other user interface issues. Among these many limitations, study for allowing low capacity storage of the game is becoming important. In addition, realistic animation of the 3D character on the small screen of the mobile unit is more important than any other matter.

The purpose of this study is to find a solution to providing realistic 3D character animation, and for decreasing the storage capacity of character animation for application in 3D mobile games.

■ Keyword : |Low Storage Capacity of Character Animation| 3D Mobile Games|

* 본 연구는 공주대학교 자체 학술 연구과제로 수행되었습니다.(공주대학교)

접수번호 : #050902-002

심사완료일 : 2005년 10월 20일

접수일자 : 2005년 09월 02일

교신저자 : 경병표, e-mail : kyungbp@kongju.ac.kr

I. 서론

모바일 게임은 최근 급격한 성장을 거듭하며 주요 게임 플랫폼으로 자리매김하였다. 국내 모바일 게임은 주로 킬링타임으로서 색깔이 강했다. 편하게 즐길 수 있는 고스톱이나 타이쿤, 퍼즐과 같은 저용량의 간단한 게임 위주였던 모바일 게임 시장이 최근 온라인 게임이나 PS2에서 인기를 얻은 게임과 라이선스를 맺어 모바일로 출시하였으며, 3D 게임전용 폰 등장과 함께 이동통신사들도 3D 모바일 게임 지원에 나서 차세대 모바일 게임 서비스(SKT-GXG, KTF-GPANG)를 제공하고 있다. 이렇게 게임폰과 게임 콘텐츠, 이를 뒷받침하는 이동통신사의 지원 서비스 등 3박자가 맞물리기 시작하면서 차세대 3D 모바일 게임 시장이 활발하게 떠오르고 있다.

최근 ARM9칩을 탑재한 단말기들이 나오면서 핸드폰의 연산속도가 급격하게 올라가게 되었으며 핸드폰에서 게이머들이 만족할 수준의 3D 게임을 제작할 수 있게 되었고, ARM9 프로세스 그래픽 연산가속칩을 탑재한 고성능 게임폰의 등장으로 모바일 3D 게임은 본격화되었다. 또한 3D 게임은 500KB이하 용량의 기존의 2D 게임 대신 1MB이상으로 기존 모바일 게임을 한 차원 끌어올려 화려한 그래픽과 빠른 속도감을 즐길 수 있는 3D 모바일 게임들이 대거 출시되고 있다.

모바일 게임의 개발 환경은 하드웨어의 가속기능과 단말기 메모리 용량 확대로 인하여 게임의 용량이 커졌지만, 여전히 PC환경에 비해 게임의 용량에 제한을 받는다. 따라서 3D 캐릭터 애니메이션의 저용량화를 위한 연구의 필요성이 커지고 있다. 또한 3D 모바일 게임에서 단말기의 특성상 LCD 사이즈 (320*240)가 작기 때문에 3D 캐릭터가 중심이 된다. 따라서 3D 모바일 게임에서는 캐릭터의 사실적이며 자연스러운 애니메이션이 게임의 사실성을 부여하는 중요한 요소이다.

본 논문에서는 캐릭터 모델링 방법에 따른 Graphic Data 용량, 시스템에 주는 부담 등의 관계를 통해서 3D 모바일 게임에 적합한 Low Polygon Character Data의 이상적인 제작 방법 알아보았다.

II. 3D 모바일 게임 제작과 3D Character Animation

1. 모바일 환경의 변화

모바일 콘텐츠 시장에서 단말기의 영향은 지대하다, 어떤 단말기를 가지고 있는지가 중요한 이슈이며, 부품화 되어 쉽게 업그레이드할 수 있는 일반 PC와는 달리 업그레이드가 어려운 핸드폰의 경우 단말기는 모바일 콘텐츠의 중요한 개념이다. 최근 MSM6100기반의 단말기의 경우 ARM9 계열의 코어와 맞물리며 단말기 성능 분야에 있어 기존 MSM5XXX 이하 계열과는 월등히 차이가 나는 성능을 보여주고 있다. 이러한 기본 기능들이 현재의 ARM7 계열의 CPU에서 ARM926EJ-S CPU와 결합되면서 성능적인 업그레이드가 혁신적으로 변하고 있다.

즉, MSM6100에는 과거 JUNE으로 대표되던 하드웨어 방식으로 서비스되던 멀티미디어 코덱인 MPEG4 서비스가 MSM6100칩 안에 내장되고, 좀 더 진화된 게임 지원을 위해 3D 가속기능이 내장되었다.

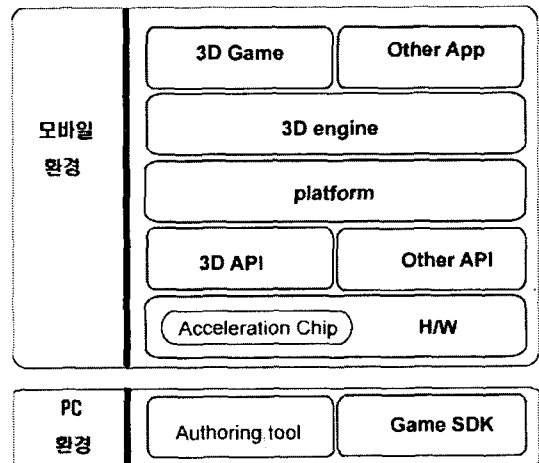


그림 1. 3D 구현을 위한 일반 구조도

단말기 성능의 업그레이드는 과거 메모리에 대한 한계와 내부 동작 속도 때문에 느린 게임 환경을 제공할 수밖에 없었던 문제에서 외장 메모리 지원, 강력한 2D/3D 그래픽 가속 기능 지원 등의 성능에 힘입어 3D

게임까지의 영역으로 확대되었다.

3D 게임 구현을 위한 모바일 환경은 PC환경과 다르다. 모바일 상에서 3D를 구현하기 위해서는 모바일 기기에 적합한 게임엔진과 API가 준비되어야 하며, 휴대용 단말기의 VM위에서 3D 엔진은 게임이나 각종 어플리케이션의 콘텐츠를 렌더링하고 디스플레이 하게 된다.

따라서 모바일 하드웨어의 특성을 철저히 이해하는 것이 좋은 게임 개발의 필수적 요소라고 할 수 있다. PC기반의 3D 게임을 작은 휴대폰으로 옮기는 것은 단말기의 배터리 용량, 디스플레이의 크기 한계, 게임 콘텐츠의 용량, 다른 UI(User Interface)환경 등과 같은 휴대 단말기 차원에서 여러 가지 한계를 가지고 있으며, 특히 3D 게임의 콘텐츠 용량의 한계를 극복하는 것은 중요한 일이다.

2. 3D 모바일 게임 제작

3D 모바일 게임은 적용하고 있는 3D 게임엔진의 특성에 따라 다르지만 일반적인 과정은 그림-2와 같다.

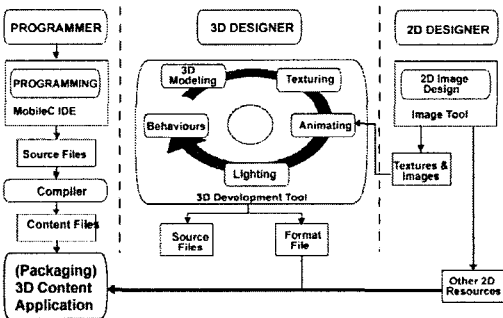


그림 2. 모바일 3D Contents Development Process

[그림 2]의 게임 제작 과정을 보면 3D 캐릭터 애니메이션과 관련된 Graphic Data는 전체 Data 용량에서 상당히 많은 부분을 차지하고 있음을 알 수 있다. 3D 모델링의 제작은 Texturing, Animating, Lighting 등 여러 가지 요소와 연관되어 있다.

용량의 제한을 받는 모바일 환경에서 3D 캐릭터 Data 용량을 줄이기 위해서 Texture Data를 단순화하거나 Polygon 수를 줄이고 있다. 그러나 단순히 Polygon

수를 줄여 버리거나 Texture의 질을 낮춰버리면, Light가 적용되는 애니메이션 결과물이 깨끗하게 나오지 않는 일이 생기는 등, 애니메이션 Quality와 Data 용량의 Balance에서 여러 가지 문제가 생긴다.

또한 3D 캐릭터를 모델링하여 그래픽 데이터(Data)를 생성할 때 어떠한 방법으로 모델링하느냐에 따라서 시스템에 주는 부담이나 Data 용량이 달라진다.

3. 3D 캐릭터 애니메이션

최근 PC나 콘솔기반의 대작 게임들이 3D 모바일 게임으로 제작되어 3D 캐릭터의 사실적이며 자연스러운 애니메이션이 강조되고 있다.

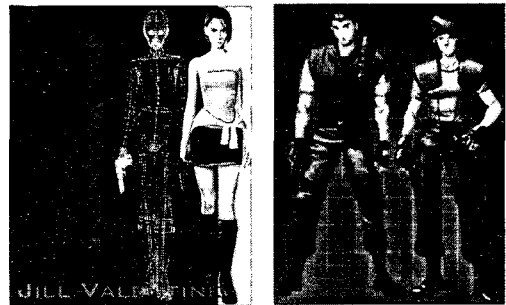


그림 3. 3D 모바일 게임 (바이오 해저드) 캐릭터

3D 캐릭터의 사실적인 애니메이션을 위해서 'Skinning'이라는 기술을 사용한다. Skinning이란 하나의 Mesh에 Bone을 넣어 Mesh 단위로 종속적인 것이 아니라, Vertex단위로 종속적이어서 단일 Mesh가 자연스럽게 움직이게 해준다.

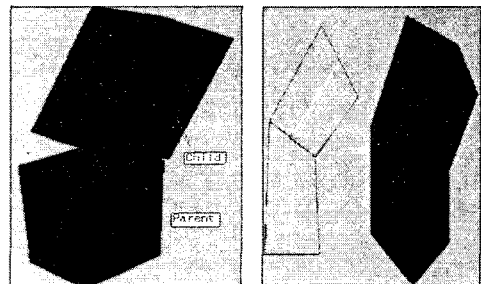


그림 4. 종속관계에 의한 애니메이션과 Skinning 애니메이션

[그림 4]와 같이 본(Bone)을 삽입한 후, Vertex를 각각의 본(Bone)에 종속시켜서 박스에 Skinning을 적용하면 그림과 같이 본(Bone)이 움직이면 Vertex가 따라 오면서 구부러진다.

위 그림을 비교해 보면, Skinning 애니메이션이 종속 관계에 의한 애니메이션보다 자연스럽게 구부러짐을 알 수 있다.

III. Low Polygon Character Data 생성방법

제작한 3D Character Data를 해당 프로그래머에게 넘길 때는 프로그래머가 요구하는 방식에 따라 다를 수 있지만 그래픽을 제작하는 방법에 따라 3D Character의 폴리곤(Polygon) data에 많은 영향을 준다.

1. 모델링 방법에 따른 Graphic Data

현재 '3DS Max'와 'Maya'에서 자연스러운 애니메이션을 위해 지원하고 있는 'Skinning' 지원에 따른 모델링 방법적 특성을 알아보았으며, 이러한 모델링 방법적 특성을 바탕으로 그래픽 데이터, 자연스러운 표현, 그래픽 파트 부담, 시스템 부담의 상관관계를 알아보았다.

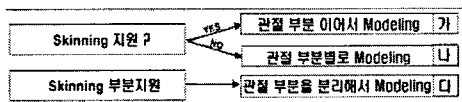


그림 5. Skinning지원 유무에 따른 모델링 방법

가 Skinning을 지원하는 경우

Skinning을 지원하면 Object의 형상에 따라가도록 연결하는 작업이 필요하게 되며, 참고로 '3DS Max'에서 'Skin Modifier'와 'Character Studio'에서는 'Physique modifier'가 Skinning을 지원한다.

이는 관절을 경계로 Object를 따로 Modeling 할 필요가 없으며 관절부분의 모양과 Data의 배열에 유의하

면서 관절부분이 이어지도록 Modeling하면 된다.

나 Skinning을 지원하지 않는 경우

관절이 있는 부분을 기준으로 Object 부분별로 나누어 Modeling한다. 이는 Skinning을 지원하지 않으므로 각 관절별로 직접 애니메이션을 시키거나 따로 제작한 뼈대에 Link를 통해 애니메이션을 구현한다. 관절 부분이 꺾일 때 관절 부분이 서로 이어져 있지 않기 때문에 눈에 띄는 부자연스러움을 최대한 피하기 위해 관절부분을 최대한 구 모양이 되도록 Modeling한다.

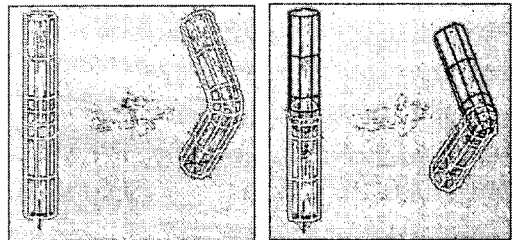


그림 6. Skinning을 지원하는 경우와 지원하지 않는 경우

다 Skinning을 부분 지원하는 경우

관절이 이어지도록 Modeling을 한 다음에 관절부분을 분리해서 처리하는 방법이다. 애니메이션 할 경우 각 Object에 해당하는 뼈대에 Link해서 애니메이션을 제작한다. 서로 떨어진 관절 부분의 Data와 Skinning은 Program Part에서 지원해 주므로 최종적인 게임 화면에서는 관절 부분이 이어져 나오며 Skinning도 구현된다.

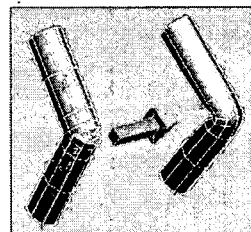


그림 7. Skinning을 부분 지원하는 경우

1.1 자연스러운 표현과 그래픽파트의 작업 부담

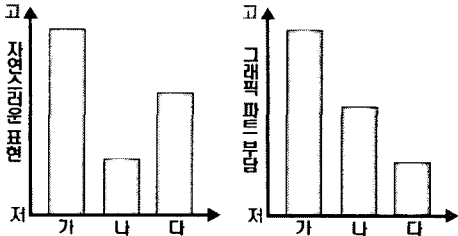


그림 8. 자연스러운 표현과 그래픽 파트의 작업량의 비교

그래픽 적으로 관절이 자연스럽게 표현되어 가장 사실적인 애니메이션이 가능 한 방법은 '가(Skinning을 지원하는 경우)'가 되며, '다(Skinning을 부분 지원하는 경우)'의 방법도 자연스럽게 나올 수 있지만 프로그래머가 지원하는 정도에 따라 관절부분의 표현이 결정되고 그래픽 파트의 수동조절이 불가능하다는 점에서 '가'의 경우가 3D 캐릭터의 자연스러운 표현을 하는데 유리하다. '나(Skinning을 지원하지 않는 경우)'의 방법은 자연스러운 애니메이션 하는데 제약이 많아서 '가'의 방법보다 표현의 제한이 많다.

그래픽 파트의 작업 부담이란 면에서 Skinning 과정을 거쳐야 하는 '가'의 방법이 가장 많으며, Skinning 과정이 필요 없는 '다'의 방법이 가장 적다.

2.2 Graphic Data 양 과 시스템 부담

'다'의 방법은 Object와 뼈대의 연결을 Link로 하므로 까다로운 Skinning과정이 필요 없다. '나'의 경우도 Skinning의 과정이 필요 없으나 캐릭터의 관절 부분이 꺾였을 때에 잘 띄지 않도록 추가의 모델링 작업이 필요하다.



그림 9. Skinning을 지원하는 경우와 지원하지 않는 경우

[그림 9]에서 좌측은 2236개의 Polygon으로 구성되어 있으며 우측은 3304개의 Polygon으로 구성되어 좌측 Modeling에 비해 약 1.5배 Polygon 수가 소요된 것을 알 수 있다.

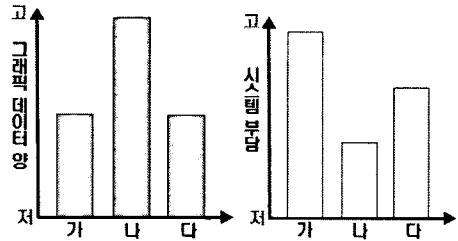


그림 10. 그래픽 데이터양과 시스템 부담

'나'의 방법은 관절부분에 '가'와 '다'의 방법보다 많은 Polygon이 추가되어 Graphic Data 측면에서 보면 Graphic Data 양이 가장 많다.

게임을 실행 할 때 System에 부담을 주는 측면에서 보면 Skinning 방법은 뼈대(Bone)에 따라다니는 Object의 Vertex마다 Weight값을 계산해야 하므로 '가'의 방법이 가장 높고, 그 다음으로 '다'와 '나'방법이 된다.

2 캐릭터 애니메이션과 Graphic Data

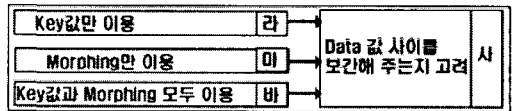


그림 11. 캐릭터 애니메이션 값 이용과 보간법

라. Key값만 이용

게임에서 제작되는 애니메이션은 Key Frame Animation방식이 보편적으로 제작되고 있으며, 모션 캡처로 구현한 애니메이션도 키 프레임이 많은 애니메이션이다.

여기서 'Key'값은 Key Frame Animation으로 구현되는 모든 Key값을 말한다. 대부분 Object의 Transform(Move, Rotate, Scale)에 관한 Key값이며 3DS Max, Maya같은 3D Tool이나 게임 제작 엔진에

서 지원하는 Plug-in에 의한 애니메이션의 Key 값도 해당된다. 즉, Animation 제작에 있어서 Key Frame에 들어가는 Key 값을 Character Animation Data로 사용하는 경우이며, 보편적인 방식이라고 볼 수 있다.

마 Morphing만 이용

Morphing이란 같은 수의 정점을 가지는 Polygon Data 간의 변형을 말한다. Object 축에 대한 위치 값, 회전 값, 크기 값으로 애니메이션 하는 것이 아니라 Polygon Object를 구성하고 있는 Vertex 들의 위치 값만으로 애니메이션을 구현하는 경우이다.

바 Key 값과 Morphing 모두 이용

Key 값과 Morphing을 모두 이용하는 것으로 캐릭터 애니메이션 제작에 있어 제약이 거의 없다.

사 Data값 사이의 보간

보간이란 Data값 사이의 임의의 범칙에 의해 자동 생성해 주는 것을 말한다. 예를 들어 3DS Max나 Maya와 같은 3D Tool에서 Key Frame Animation을 제작하면 Key Frame과 Key Frame사이에 애니메이션은 보간에 의해서 자동으로 생성된다.

‘라’, ‘마’, ‘바’의 방법에 모두 해당되며 보간을 지원하면 재생되는 프레임 수에 상관없이 부드러운 애니메이션이 가능하지만, 애니메이션 Data와 Data사이 값을 계산해 내야 하므로 System에 부담을 주게 된다.

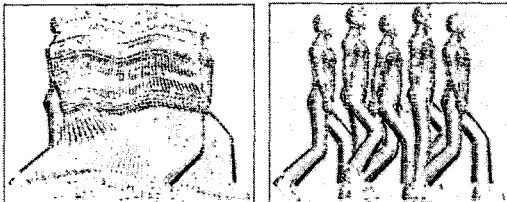


그림 12. 보간법을 지원하는 경우와 지원하지 않는 경우

보간을 지원하지 않는다면 그래픽 파트에서 만든 애니메이션 Data만 게임 상에서 애니메이션으로 표현되므로 재생되는 프레임 수에 관계없이 표현되는 프레임 수는 한정되어 있다. 예를 들어, 걷는 동작을 8프레임 애니메이션으로 제작했다면 게임에서 화면에 구현되는 프레임수가 초당 90프레임이라도 걷기 동작은 항상 8프레임으로만 표현된다. 보간을 지원한다면 키 프레임이 8프레임인 애니메이션을 16프레임이건 30프레임이건 프로그래머가 알아서 조절할 수 있다.

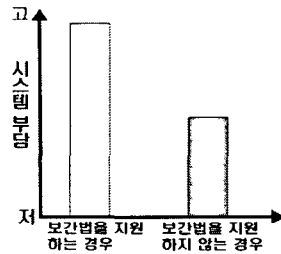


그림 13. 보간법 지원에 따른 시스템 부담

보간을 하지 않을 경우 애니메이션 Data와 Data 사이의 값을 계산할 필요가 없기 때문에 게임 실행 시 System상에 부담을 덜 준다.

IV. 3D 모바일 게임용 저용량 3D 캐릭터 애니메이션 제작

본연구자는 모바일 하드웨어 특성상 저용량 3D 캐릭터 애니메이션 제작연구를 위해 각각의 모델링 방법에 따른 그래픽 데이터 용량, 게임 시스템부담, 자연스러운 표현 등의 여러 가지 요소와 상관관계를 살펴보았다. 앞장의 3D 캐릭터 모델링 방법에 따른 시스템 부하, 그래픽데이터 용량, 자연스러운 표현, 그래픽 작업 부담 등과 같은 상관관계 비교를 통해 다음과 같은 관계를 얻을 수 있었다.

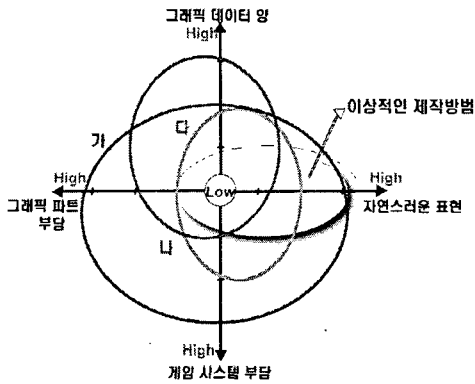


그림 14. 모델링방법에 따른 여러 가지 요소의 성능 비교 결과

[그림 14]에서 보면 알 수 있듯이, 그래픽 데이터 용량을 줄이는 제작방법은 자연스러운 표현과 게임 시스템부담을 줄이는 제작방법과 일치하지 않음을 알 수 있다. 즉, 그래픽 데이터 용량을 줄이는 제작방법인 동시에 자연스러운 표현이 가능하며 게임 시스템 부하를 줄이는 제작방법이 가장 이상적인 제작방법이었다.

V. 결론

모바일 단말기의 성능 업그레이드로 핸드폰의 연산속도가 급격하게 상승하였으며, 그래픽 가속 칩 탑재 및 메모리 가용량 확대로 인하여 3D 게임이 가능하게 되었다. 그러나 현재 PC기반의 Full 3D 게임을 모바일 환경에서 구현하는 것은 게임 콘텐츠의 용량, 폴리곤 처리 속도 등 여러 가지 한계를 가지고 있다. 단말기의 특성상 LCD사이즈가 작기 때문에 3D 캐릭터가 중심이 되며 사실감과 자연스러운 캐릭터의 움직임은 게임의 질을 좌우하는 중요한 요소이다.

본 논문에서 모바일 게임용 저용량 3D 캐릭터 애니메이션을 제작하기 위해서 캐릭터 움직임의 사실감과 가장 밀접한 모델링 방법(Skinning)의 적용에 따라서 데이터 용량, 시스템 부담, 자연스러운 표현, 그래픽 파트 부담과 어떠한 관련이 있는지 알아보았다. 저용량 캐릭터 애니메이션 제작을 목표로 조사한 결과 3D Character Animation Data양이 작다고 해서 3D 모바

일 게임용으로 적합한 것이 아니라 저용량인 동시에 시스템 부하를 줄이고 자연스러운 애니메이션이 가능한 제작방법이 이상적이었다.

따라서 모바일 단말기 특성상 저용량 3D 캐릭터 애니메이션의 제작은 Low Polygon Data, 자연스러운 애니메이션, 시스템 부하를 모두 고려한 제작방법이 적합하다고 사료된다.

향후 모바일 게임용 3D 캐릭터 애니메이션의 용량과 관련된 좀 더 체계적이며 깊이 있는 연구가 필요하며, 본 연구에서 도출한 이상적인 제작 방법의 검증과 동시에 구체적인 구현방법에 관한 연구가 필요하다

참고 문헌

- [1] J. Lee, J. Chai, P. Reitsma, J. Hodgins, and N. Pollard, Interactive Control of Avatars Animated with Human Motion Data, ACM Transactions on Graphics, SIGGRAPH, 2002.
- [2] J. Lee and S. Y. Shin, A Hirearchical Approaching to Interactive Motion Editing for Human like Figures, Computer Graphics, SIGGRAPH, 1999.
- [3] A. Ko and N. I. Badler, Animating human locomotion in real-time using inverse kinetics, Journal of Computers and Graphics, Vol.20, No.5, 1996.
- [4] W. J. Schroeder, J. A. Zarge, W. E. Lorenson, Decimation of triangle meshes, SIGGRAPH, pp.65-70, 1992.
- [5] H. C. Sun and D. Metaxas, Automating gait animation, Conference proceedings on Computer graphics, 2001.
- [6] F. MUlton, L. France, M-P. Cani-Cascuel, And G. Debunne, Computer Animation of Human Walking, Journal of Visualization and Computer Animation, 1999.
- [7] R. Boulic and D. Thalmann. Combined direct and inverse kinematic control for

articulated figures motion editing, Computer Graphics Forum, Vol.11, No.4, 1992.

- [8] A. Bruderlin and T. Calvert, Coal-directed, Dynamic Animation of Human Walking, SIGGRAPH, pp.236-240, 1989.
- [9] 대한민국 게임백서, 문화관광부 한국게임산업개발원, 2004.
- [10] 박재영, 3D Realtime Game에서 사용되는 3D Engine특성에 따른 Low Polygon Character data 생성 방법론, KGDC (Korea Game Development Conference), 2003.
- [11] 미용식, 이동희, 게임학개론, 도서출판 정일, 2002
- [12] CG 애니메이션, 정보과학회지, Vol.17, No.2, 통권 제117호, 1999.
- [13] 송미영, 조형제, 다양한 지형에서의 적응적인 걷기 동작 생성, 정보과학회논문지, Vol.30, No.11, 2003.

저자 소개

경병표(Byung-Pyo, Kyung)

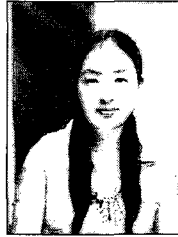
증신회원



- 1988년 2월 : 영남대학교 응용미술학과(미술학사)
 - 1996년 3월 : 일본 국립큐슈예술공과대학원 정보진달전공(예술공학석사)
 - 1997년 4월 : 일본 국립큐슈예술공과대학원 박사과정 입학
 - 1995년 1월~12월 : KAIST산업경영연구소 외부초빙연구원
 - 1996년 9월~2002년2월 : 국립 공주대학교 만화예술학과 교수 재직
 - 2002년 3월~현재 : 국립 공주대학교 영상보건대학 게임디자인학과 교수
 - 2004년 7월~현재 : 공주대학교 게임디자인센터(GRC) 소장
- <관심분야> : 게임 디자인, 컴퓨터그래픽, 멀티미디어

이지원(Ji-Won, Lee)

준회원



- 2002년 2월 : 공주대학교 대기과 학과 학사
 - 2002년~2003년 : 한국전자통신연구원 기능원
 - 2005년 8월 : 공주대학교 영상예술대학원 게임멀티미디어 전공 졸업(공학석사)
 - 2005년 7월~현재 : 공주대학교 게임디자인센터(GRC) 연구원
- <관심분야> : 게임 디자인, 가상현실, 멀티미디어

김태열(Tae-yul, Kim)

준회원



- 2004년 2월 : 한밭대학교 기계설계공학(공학사)
 - 2005년 3월~현재 : 공주대학교 영상예술대학원 게임멀티미디어 전공 재학
- <관심분야> : 게임 디자인, 가상현실, 멀티미디어