스마트폰 기반의 3D 변형체 적용 가능성 분석

전재홍*, 홍 민**

요약

최근 크게 활성화 되고 있는 스마트 단말기 시장은 다양한 어플리케이션의 등장으로 인하여 급속도로 확장되고 있고, 이러한 발전으로 인해 게임 시장 역시 기존의 PC환경에서 언제 어디서나 사용이 가능한 스마트 디바이스로 점점 영역이 넓어지고 있다. 스마트 기기 사용자들은 좀 더 현실감 높은 게임들을 원하고 있고, 이로 인해 최근 출시되는 게임들은 물리엔진을 적용하여 제공하고 있다. 그러나 현재 출시된 스마트 기기들은 물리엔진에서 요구하는 연산속도를 충분히 제공해 주지 못하고 있는 상황이다. 본 논문은 스마트폰 기반의 3D 변형체 구현 관련된 물리엔진 적용 가능성을 검증하기 위하여 다양한 IOS를 기반으로 한 스마트 기기에서 여러 종류의 3D 변형 물체들을 이용한 물리 시뮬레이션 어플리케이션을 설계 및 구현한다. 또한 복잡한 3D 변형 물체의 충돌 검사 및 충돌 해결에 대해서 스마트폰 기반의 물리엔진 적용 가능성 여부를 분석했다.

Performance Analysis of 3D Deformable Object Simulation for Smartphone

Jae-Hong Jeon*, Min Hong**

ABSTRACT

Due to the development of various types of applications, the activated smartphone market has been rapidly expanded these days. Increasingly game market uses smart devices rather than PC environment because customers use smartphones anytime and anywhere they want. Smartphone users want games which have more sense of reality so than recent released games include physics engines in their applications. However smartphones in market cannot sufficiently provide computing speed which is required by physics engine. This paper implemented and provided the possibility of applications for various types of 3D deformable object simulation with physics engine in IOS based smartphones. Also this paper analysed the possibility of inclusion of physics engine for collision detection and handling of 3D deformable objects in smartphone.

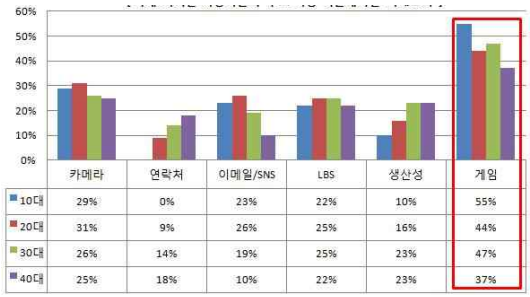
Key Words : Smartphone, Physically-based Simulation, IOS, Game, 3D Free Form Deformation Simulation

* 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과(✉rc.jjhong@gmail.com)
· 제1저자(First Author) : 전재홍 · 교신저자(Correspondent Author) : 홍 민
· 접수일(2012년 1월 12일), 수정일(1차 : 2012년 2월 10일), 게재확정일(2012년 2월 13일)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

최근의 스마트폰 디바이스들은 급속한 하드웨어와 소프트웨어의 발달로 인하여 고성능, 저전력, 소형화 등 예전의 스마트 디바이스보다 훨씬 많은 신기술의 집약이 이루어지고 각 이동 통신사들의 활발한 마케팅으로 인하여 국내 외 시장에서 폭발적인 성장세를 이루고 있다. 이러한 현상으로 인하여 최근 국내의 스마트 기기의 보급률은 우리나라 각 가정의 42.9%를 나타내는 것으로 조사 되고 있다[1]. 이러한 스마트 디바이스의 보급으로 인하여 누구나 소프트웨어를 개발하여 스마트 기기에서 사용할 수 있는 어플리케이션 개발 산업이 크게 성장하고 있다. 최근 애플의 앱 스토어의 통계에 따르면 급성장하고 있는 아이폰 어플리케이션 시장의 14% 이상이 게임 어플리케이션들이 차지하고 있는 것으로 분석되고 있다. 또한 KT 경제경영 연구소에서 발표한 자료에 따르면 <그림 1>과 같이 국내 아이폰 사용자의 주요 카테고리 사용 빈도에서도 스마트 디바이스를 통하여 게임 어플리케이션을 자주 사용하고 있는 것으로 분석되고 있다[2].



	카메라	연락처	이메일/SNS	LBS	생산성	게임
10대	29%	0%	23%	22%	10%	55%
20대	31%	9%	26%	25%	16%	44%
30대	26%	14%	19%	25%	23%	47%
40대	25%	18%	10%	22%	23%	37%

그림 1. 국내 아이폰 사용자의 주요 카테고리 분포
Fig 1. The category distribution of Korean IPhone users

이러한 자료들은 기존의 게임 시장이 PC 게임 시장과 콘솔 게임 시장에서 스마트 디바이스 시장으로 급속히 변화하고 있음을 보여주고 있고 앞으로도 크게 확대될 것으로 예상되고 있다.

또한 3D 게임을 플레이 하는 최근의 PC와 콘솔 게임 사용자들은 게임에서 제공하는 제한적인 환경에서 벗어나 더욱 현실감 있고 몰입감이 높은 게임 환경을 원하고 있다. 이에 따라 각 게임 제작사들은 이러한 사용자들의 눈높이를 맞추기 위하여 현실세계의 물리 법칙을 자신들의 게임에 적용하고 있다[2]. 이러한 물리 연산의 적용은 기본적으로 많은 연산을 요구하기 때문에 예전의 하드웨어 성능으로는 구현하기 어려웠으나 최근에는 빠르게 발달한 하드웨어 기술로 인해 대부분의 PC나 콘솔 기반의 게임들이 물리 연산을 게임에 도입하고 있는 추세이다[4,5]. 그러나 스마트 디바이스의 하드웨어는 아직 물리 연산을 원활하게 수행할 정도의 성능이 뒷받침 되지 않은 상태 이므로, 현재 게임 어플리케이션에 적용되고 있는 대부분의 물리 엔진 연산은 비교적 연산이 간단한 2D 기반의 물리 연산을 쓰고 있으며, 3D 기반의 물리 연산은 아직 게임에 자주 사용 되지는 않고 있다[6]. 그러나 최근 빠르게 향상 되고 있는 스마트 디바이스의 성능으로 인하여 곧 PC 하드웨어의 성능과 비슷한 스마트 디바이스의 출시가 이루어질 것으로 예상된다[7]. 본 논문은 현재 출시되어 있는 여러 종류의 아이폰 기반의 스마트 디바이스에서 3D 변형체 시뮬레이션을 위한 어플리케이션을 개발하여 각 단말기들에서 3D 변형 물체들의 시뮬레이션 처리 결과를 분석 하였다.

Ⅱ. 본 론

2.1 3D 변형체 시뮬레이션 기반의 어플리케이션 구현을 위한 고려사항

3D 변형체 시뮬레이션을 구현하기 위해서는 3D 그래픽 라이브러리를 사용하여야 한다. 현재 범용적인 3D 그래픽 라이브러리는 DirectX와 OpenGL 라이브러리가 존재 하지만 DirectX는 윈도우 플랫폼에서의 동작만 지원하기 때문에 사용이 불가능 하다[8]. 반면

www.kci.go.kr

OpenGL의 경우 플랫폼의 제약이 없기에 사용이 가능하나, 스마트 디바이스와 같은 임베디드 장치에서는 사용이 불가능 하다[9]. 이러한 플랫폼 제약을 해결하기 위하여 임베디드 장치에서 구동이 가능한 OpenGL ES 그래픽 라이브러리를 제공하고 있다[10]. 본 논문은 스마트 디바이스를 사용하기 때문에 스마트 디바이스에서 개발이 가능한 OpenGL ES 그래픽 라이브러리를 사용하여 3D 변형체 시뮬레이션을 사용하여 어플리케이션을 구현 및 실험을 하였다.

2.2 3D 변형체 시뮬레이션 기반의 어플리케이션 구현

물리 연산을 위한 시뮬레이션은 보통 모양이 변하지 않는 단단한 물체인 강체와 모양이 변하는 물체인 변형체 두 개의 물체 성질을 가지고 시뮬레이션을 한다. 본 연구에서는 비교적 계산이 단순하여 기존의 많은 게임들에 적용되는 강체보다 많은 연산을 필요로 하는 변형체를 이용한 3D 물리연산 시뮬레이션을 아이폰 기반의 어플리케이션으로 구현하였다. 본 연구의 변형체 시뮬레이션 어플리케이션은 물리 충돌 처리에서 다른 방법에 비해서 비교적 연산 요구량이 적은 AABB 충돌 처리 방법을 기반으로 구현 하였다. 또한 충돌 검사 및 해결을 정확하게 처리하기 위해서 <그림 2>와 같이 FFD AABB 충돌 처리 방법을 적용하였다[11].

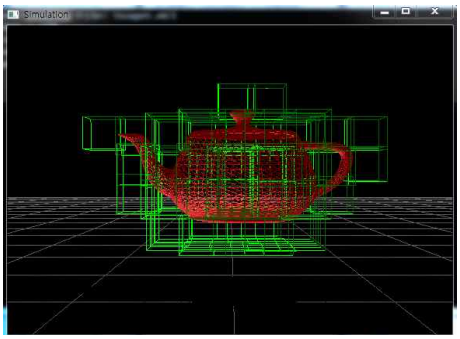


그림 2. FFD와 FFD AABB를 이용한 충돌처리
Fig 2. Collision handling using FFD and FFD AABB

FFD는 물체의 표면을 이용하여 격자 형태로 자동으로 생성 되며, 각각의 노드들은 Mass-spring system, FEM, Meshless 방법들의 시뮬레이션 기법의 연산 결과로 위치가 제어 된다. 이때 오브젝트의 표면의 노드들의 지역 좌표 (s, t, u)는 식 (1)을 이용하여 계산 된다.

$$s = (x - x0),\ t = (y - y0),\ u = (z - z0) \qquad (1)$$

식 (1)에서의 C0 = (x0, y0, z0)는 FFD의 지역 좌표 중심이며, P = (x, y, z)는 변형 물체의 노드의 위치이다. 마지막으로 (s, t, u)를 식 (2)에 대입하여 물체 정점의 최종 위치 p'이 결정 된다.

$$p' = \sum_{j=0}^{7} B_j(s) B_j(t) B_j(u) C_j' \qquad (2)$$

구현된 FFD AABB 알고리즘 기반의 3D 변형체 어플리케이션은 기존의 방법들에 비해서 변형체의 변형에 관한 정확성은 다소 떨어지나 충돌에 따른 물체의 변형 결과를 빠르게 얻을 수 있는 장점이 있다[12].

2.3 3D 변형체 시뮬레이션 개발 환경

본 연구에서는 다양한 스마트 디바이스 중에서 애플의 IOS를 사용하는 아이폰, 아이패드, 아이패드2, 아이폰 4S 단말기를 대상으로 개발하고 실험하였다. 아이팟과 아이폰 3G, 아이폰 3GS의 경우 IOS 5.0 버전 이상을 지원하지 않으므로 본 어플리케이션에서 사용하는 GLKit 프레임워크의 지원을 받을 수가 없기 때문에 해당 프레임워크 지원을 받는 스마트 단말기를 대상으로 3D 변형체 시뮬레이션 어플리케이션 실행 결과를 측정 하였다[13].

3D 변형체 시뮬레이션 어플리케이션의 연산 처리 측정은 <표 1>과 같이 4개의 변형 물체에 대해서 측정하였다. 알파벳 5개와 구 2개로 실험한 예제는 변형 물체들끼리의 충돌 문제를 포함하여 측정 하였고, 토끼와

www.kci.go.kr

주전자를 대상으로 한 실험은 해당 물체들이 위에서 아래로 떨어지는 과정에서 바닥에 변형체가 부딪혔을 때 변형 되는 과정을 포함하여 연산 시간을 측정하는 실험을 수행하였다. <표 1>은 각 변형 물체들의 정점의 개수와 충돌 처리 연산을 위한 FFD 셀의 개수들을 보여주고 있다.

표 1. 연산 시간 측정을 위한 시뮬레이션 환경
Table 1. Simulation environment for measurement of computational cost

시뮬레이션 물체	정점 개수	삼각형 개수	FFD셀 개수
알파벳 (5개)	6,120	9,594	98
구 (2개)	322	640	52
토끼	34,834	6,400	97
주전자	3,242	69,451	38

본 논문에서 FFD AABB 기반의 충돌 처리 방법을 통해서 구현된 3D 변형체 시뮬레이션 어플리케이션 결과는 <그림 3>과 같다.

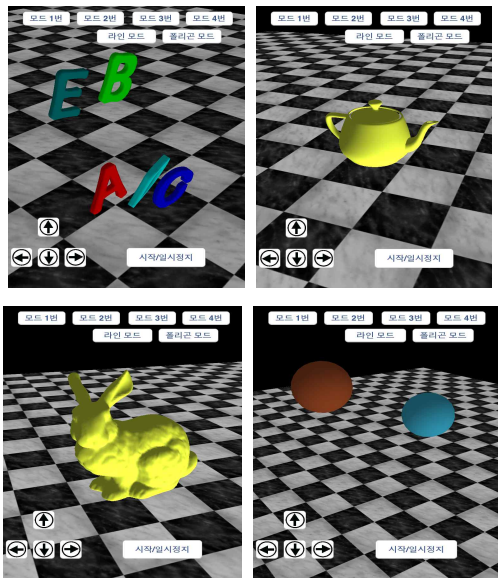


그림 3. 3D 변형체 시뮬레이션 어플리케이션
Fig 3. Application for 3D deformable object simulation

III. tm마트 단말기에서의 3D 변형체 시뮬레이션 측정 결과 분석

본 논문은 스마트 단말기에서 개발되는 게임 어플리케이션들에 3D 변형 물체를 적용할 수 있는 물리 엔진을 구현하고 분석하였다. 현실감 있는 물리현상을 구현할 수 있는 3D 변형체를 이용한 물리 충돌 처리 방법을 이용하여 해당 게임을 어플리케이션으로 구현하였을 경우의 스마트 단말기의 처리 능력을 분석하기 위해 IOS 5.0 버전의 운영체제를 사용하는 아이폰, 아이패드 단말기를 대상으로 4개의 시뮬레이션 환경에 대해서 각 물체들의 충돌 처리 및 시뮬레이션 연산에 걸리는 시간을 측정 및 분석 하였다.

표 2. 스마트 단말기에 따른 연산 시간의 비교 (ms)
Table 2. Comparison of computational cost for smart devices

	아이폰4	아이패드	아이패드2	아이폰 4S
알파벳 (5개)	1,137	1,015	538	328
구 (2개)	782	543	269	230
주전자	1,479	925	401	341
토끼	1,980	1,700	820	748

FFD AABB기반의 충돌처리 방법을 통해서 측정된 결과 <표 2>의 각 프레임 당 연산 처리 시간은 아이폰 4S, 아이패드 2, 아이패드, 아이폰 4 순으로 빠른 것으로 분석되었다. 애플의 스마트 디바이스들의 연산 처리 성능은 <표 3>와 같이 각 단말기가 출시된 순서에 따라서 CPU의 성능이 높아지고 있다. 그러나 지금까지 출시된 스마트 단말기 중 CPU 처리가 가장 빠른 아이폰 4S에서도 초당 약 4 프레임을 처리할 수 있는 것으로 분석되었다. 이는 사용자가 원활하게 게임을 즐기는데 필요한 최소 15 프레임에도 미치지 못하는 것

www.kci.go.kr

으로, 기존의 물리 엔진으로는 스마트 단말기에서의 3D 변형체 시뮬레이션 적용은 무리가 있는 것으로 판단된다. 따라서 실제 스마트 단말기에서 3D 변형 물체를 적용하여 게임을 개발하기 위해서는 기존의 다양한 알고리즘 적용을 통한 연산처리 측정과 효율적인 알고리즘 개발 및 개선을 통한 물리 엔진 알고리즘의 개발이 필요한 것으로 분석된다.

표 3. 스마트 단말기의 CPU 성능
Table 3. CPU performance for smart devices

단말기	아이폰 4	아이 패드	아이 패드2	아이폰 4S
출시일	2010.09	2010.11	2011.04	2011.11
CPU	싱글 코어 1GHZ	싱글 코어 1 GHz	듀얼 코어 1GHz	듀얼 코어 1GHz

IV. 결 론

본 논문은 스마트 단말기에서 게임 어플리케이션 개발 시 현실감 있고 몰입도 높 은 게임을 개발하기 위해 3D 변형체 시뮬레이션을 적용 할 경우에 대해서 현재 사용 가능한 스마트 단말기에서의 사용 가능성을 검증하기 위하여 4가지의 시뮬레이션 환경에 대해 물리 엔진 연산 실험을 수행하였다. 그 결과 현재 가장 높은 연산 성능을 제공하는 아이폰 4S에서도 초당 약 4 프레임 정도가 제공되는 것으로 측정 되었다. 따라서 현재 사용 가능한 스마트 단말기에서 3D 게임 개발을 위해 변형 물체 시뮬레이션을 위한 물리 엔진 적용은 무리가 있는 것으로 판단된다.

따라서 다양한 알고리즘 적용을 통한 연산처리 측정과 알고리즘 개발 및 개선을 통해 스마트 단말기에 최적화된 효율적인 물리 엔진 알고리즘의 개발이 시급한 것으로 분석 되었다. 이러한 노력과 연산 능력이 더욱 뛰어난 스마트 단말기가 개발된다면, 조만간 변형체 시뮬레이션이 3D 게임 어플리케이션에 성공적으로 적용될 수 있을 것이라고 예상된다.

참고문헌

[1] 방송통신 위원회, "*2011년 인터넷이용실태조사*", 한국인터넷 진흥원, 2011.

[2] KT 경제경영연구소, "*http://www.digieco.co.kr*"

[3] 김경식, "*국내외 게임엔진 고찰*", 방송공학회지, 제10권 제1호, 2005.

[4] 김경식, 김현빈, 유채곤, 임충재, 이만재, 최성, 최학현, "*국내 온라인 3D 게임 엔진의 현황*", 한국게임학회지, 제1권, 제1호, pp.13-29, 2001.

[5] 이기석, 이동춘, 김항기, 박상욱, 박창준, "*게임 물리 기술 동향*", 전자통신동향분석, 제22권, 제4호, pp.53-63, 2007.

[6] 한국콘텐츠진흥원, "*스마트환경에서의 모바일게임 트렌드 및 지원방향*", 2011.

[7] PassMark, "www.mobilebenchmark.net", Mobile Benchmark, 2012.

[8] 김용준, "*3D 게임 프로그래밍*", 한빛 미디어, 2010.

[9] S. Richard, Jr. Wright, and B. Lipchak, "*OpenGL SuperBible 3rd*", SAMS, 2005.

[10] A. Munshi, D. Ginsbburg and D. Shreiner, "*Opengl ES 2.0 Programing Guide*", PEARSON, 2009.

[11] S. Jung, M. Hong and M Choi, "*Free-Form Deformation Axis Aligned Bounding Box*", Advances in Information Security And Assurance, vol.5576, pp.804-813, 2009.

[12] S. Jung, M. Hong and M Choi, "*Collision handling for free-form deformation embedded surface*", Image Processing, IET, vol.5, no.4 pp.341-348, 2011.

[13] N. Smyth, "*Iphone IOS 5 Development Essentials*", 2011.

감사의 글

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(N0. 2011-0014775).

www.kci.go.kr

저자소개

전 재홍 (Jae-Hong Jeon)

2006년~현재 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 재학

※ 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 증강현실

홍 민 (Min Hong)

1995년 순천향대학교 전산학과 (공학사)
2001년 콜로라도대학교 컴퓨터공학 (공학석사)
2005년 콜로라도대학교 바이오인포메틱스 (공학박사)
2006년~현재 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
※ 관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 컴퓨터게임, 바이오인포메틱스, u-Healthcare 시스템, 이미지 프로세싱

www.kci.go.kr