

모바일 3D 엔진 기술 동향 분석 및 제언

권기달^o 최종화 신동규 신동일
 세종대학교 컴퓨터공학과

{knight^o, com97}@gce.sejong.ac.kr, {shindk, dshin}@sejong.ac.kr

Trend Analysis and proposal of Mobile 3D Engine Techniques

Kidal Kwon^o Jonghwa Choi Dong-ku Shin Dong-il Shin
 Dept. of Computer Engineering, Sejong University

요약

휴대폰 및 PDA 산업의 급속한 발전에 더불어 2D환경에서 제작된 많은 콘텐츠들이 서비스 되고 있으며 일부 2D기술을 통해 응용된 2.5D 수준의 다양한 기법을 통해 콘텐츠의 3D환경을 구현하는 방법이 사용되고 있다. 현재 모바일 기기의 기술적 한계에도 불구하고 모바일 콘텐츠 개발 업체 및 3D가속기 제작 업체에서 모바일용 3D API와 가속기에 대한 연구 및 개발이 계속되고 있으며 일부 일본과 유럽지역에서는 모바일용 3D엔진이 개발되어 출시되고 있다.

본 논문에서는 하드웨어적 성능의 제약 때문에 개발에 어려움을 겪고 있는 모바일 3D 엔진 기술의 동향에 대해 분석하고 현재 개발되었거나 개발 중인 모바일 3D엔진 API 및 하드웨어 가속기 등의 특징과 하드웨어상의 제한에 따른 기술 개발의 한계 및 문제점을 분석하여 모바일 엔진 개발에 대한 해결방안을 제시하였다.

1. 서론

모바일 3D 엔진은 2000년도에 일본을 중심으로 개발되어 왔으며 현재는 미국, 유럽, 아시아 시장에서 다양한 모바일 3D 엔진이 출시되고 있다. 국내의 경우 2002년도 중반 두두 씨앤티가 KTF단말기에 3차원 입체 콘텐츠를 구동할 수 있는 "매직 3D엔진"을 공급하였고 이외에 모바일 3D 엔진을 개발 중인 타프시스템, 아이윈더넷, 가이블, 큐빅마인드 등이 있다. 타프시스템은 미국 현지 법인 3D4W의 핵심 기반 기술을 최적화 시켜 모바일에 탑재 가능한 게임엔진의 개발이 마무리 단계에 있다[1].

해외의 경우에는 일본이 기존의 3D 관련 보유 기술을 바탕으로 시장을 선도 하고 있으며 J-phone, Bandai 네트워크, HI 등 3개사는 이동 통신 단말기용 3D 폴리곤 기술을 개발하여 현재 이미 다운로드 등의 다양한 3D 기술이 적용된 3D 모바일 서비스를 제공하고 있다. 일본을 시작으로 현재 미국, 아시아, 유럽 지역에서 다양한 3D 게임엔진의 개발을 추진하고 있으며 Cingular, 노키아, J-phone 등은 머지 않아 3D 기술을 이용한 많은 애플리케이션을 출시할 예정이다. 핀란드에 있는 개발사인 Fathammer가 X-Forge 엔진을 개발하였으며 이 엔진은 PDA, 스마트폰 등의 다양한 Handheld 기기를 위해 개발된 게임 엔진이다. 그리고 또한 모바일 3D 엔진의 핵심 기술인 3D하드웨어 가속기와 3D 표준 API등도 현재 연구 및 개발 중에 있다[7].

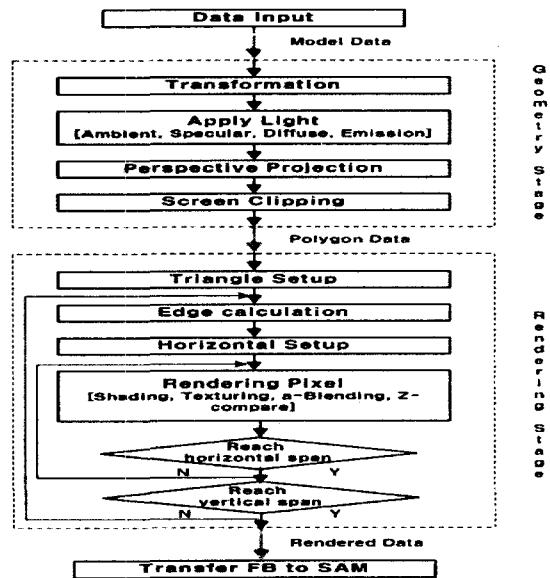
모바일 3D게임엔진 및 관련 서비스는 무선 인터넷망의 고속화가 본격화되는 2002년부터 한국, 일본, 중국 등의 아시아 지역 시장을 시작으로 본격적인 시장 구축이 진행 중에 있다.

본 논문에서는 하드웨어적 성능의 제약 때문에 개발에 어려움을 겪고 있는 모바일 3D 엔진 기술의 동향에 대해 분석하고 현재 개발되었거나 개발 중인 모바일 3D엔진 및 API, 하드웨어 가속기 등의 특징과 하드웨어상의 제한에 따른 기술 개발의 한계 및 문제점을 분석하여 엔진 기술 개발에 대한 해결방안을 제언하였다.

2. 모바일 3D엔진

모바일 3D엔진은 PDA, 휴대폰 등과 같이 휴대용기기상에서 실행

시간 3D 그래픽 렌더링을 구현해주는 엔진을 의미하며 Notebook PC에서의 mobile 3D와는 구별되며 각종 3D 아바타 및 게임, 광고등과 같은 서비스를 구현 가능케 한다. 모바일 3D 게임 엔진의 종류는 3D게임을 이동통신 단말기 상에서 구현시켜 주는 기술에서부터 대용량의 3D이미지를 이동통신 단말기에서 볼 수 있도록 압축 및 복원을 지원하는 3D이미지 인코딩 기술까지 다양하다[1].



[그림 1] 3D Computer Graphics의 Pipeline

[그림 1]은 OpenGL 기반의 그래픽스 라이브러리의 파이프라인이다. 이 라이브러리는 geometry와 rendering 단계로 구성되어있

으며 geometry 단계에서는 Transformation, lighting, 그리고 perspective projection등과 같은 operation을 수행함으로써 input models로부터 polygon data를 처리하게 된다. 특히 light 효과는 blending ambient, specular, diffuse, emission등에 의해 계산되며 geometry 단계에서 계산된 데이터를 사용해서 rendering 단계에서는 screen buffer에 픽셀을 그린다. 먼저 3D geometry data로부터 2D screen 내의 triangle을 셋업하게 되고 각 triangle의 정점 좌표를 계산하기 위해 interpolation을 수행하게 된다. 그 다음 texture mapping과 shading을 통해 각 픽셀이 렌더링 된다. rendering 단계에서는 hidden surface removal을 위한 Translucent objects와 z-comparison을 수행하게 된다[9].

3. 모바일 3D 엔진의 동향 분석

3.1 Wap/VM 3D엔진

3.1.1 Mascot Capsule Engine

일본 이동통신 사업자인 J-Phone에서 현재 상용서비스를 제공하고 있는 것으로 1~500개의 polygon을 갖는 여러 캐릭터들을 4~20fps로 회전등을 할 수 있도록 하였다. 휴대 전화에 사용되는 processor의 성능은 PDA보다 낮기 때문에 높은 성능을 기대하기 어려우나 세계 최초로 3D graphics를 휴대 전화부에서 상용화했다는 점에서 의의를 둘 수 있다[6].

3.1.2 Z3D

2001년 일본 미쓰비시사에서 발표한 엔진으로 휴대폰에서 3D Game, Walk-through, 상품소개등을 하기 위해 설계되었으며 160*120 휴대전화 LCD에서 5.2Mpixels/s의 최대 pixel fill rate를 갖고 있으며 bilinear texture mapping의 경우 1.3Mpixels/s의 성능을 나타낸다. 휴대전화에 적합하도록 54mW의 전력 소모만을 하며, 세계최초로 휴대폰에서 Texture Mapping 및 Antialiasing이 가능한 3D 가속기를 구현하였다[8].

3.2 PDA 3D 엔진

3.2.1 PocketGL

PocketPC 플랫폼에서 제작된 모바일 3D엔진으로 Gouraud shading, point sampled texture mapping, Transparent texturing, FOG Effect등의 기능을 지원하며, 3D pipeline의 완성도를 높였지만, 이에 따른 성능 저하로 frame rate는 높지 않다[3].

3.2.2 X-Forge 3D Game Engine

PocketPC platform에서 구현된 여러 3D pipeline 중에서 가장 효과적이라 할 수 있으며 2D와 3D를 적절히 혼합한 Game Engine으로 particle system, light map animation등을 지원하여 Game제작에 최적화를 시켜 놓았으며 Demonstration Game 도 함께 제공하며 5fps 이상의 속도를 나타낸다[4].

3.3 Mobile 3D API 및 3D Graphics Accelerator

3.3.1 OpenGL ES

OpenGL ES는 2003년 9월 현재 khronos group에서 개발 중인 mobile 3D API이며 현재 3D API에 대한 스펙을 발표했다. OpenGL ES는 OpenGL을 기반으로 하는 소프트웨어와 하드웨어 사이의 가벼운 인터페이스를 제공하는 저수준 API이며 기본적으로 OpenGL 1.3 pipeline features를 사용하는 OpenGL ES pipeline은 다음을 포함하고 있다[7].

①Geometry Processing: Vertex Arrays, Points, Lines, Triangles, Matrix Stack, Viewport, DepthRange, Vertex

Lighting, ShadeModel

②Rasterization: Multisampling(optional), Points & anti-aliased points, Lines & anti-aliased lines

③Texture Mapping: 2D Textures, Wrap repeat, edge_clamp, Compressed Texture, TexSubImage, CopyTexImage, Multitexture, RGBA pixel and packed pixel formats, L, LA, All Filters

④Fragment Processing: Fog, Scissor Test, Alpha Test, Stencil Test (optional), Depth Test (optional), Blending, Logic Op, Dither

⑤Framebuffer Operations/Miscellaneous: Clear, ReadPixels / Alpha Test / Dither, Flush/Finish, Hint, Get-static state (constants)

3.3.2 KAIST RAMP-IV

2003년 6월 Kaist 유화준 교수팀과 하이닉스, 이노자인이 공동 개발한 모바일용 3D Graphics Chip이다. 앞에서 소개한 Z3D Rendering Engine 보다 200배 이상의 texture performance를 내며, 3D scene의 특성에 최적화 되어 시스템의 전력소모와 processing power를 조절하여 최대 150mW의 전력 소모를 하며 66Mpixels/s, 264Mtexes/s의 높은 렌더링 성능을 낸다. 또한 29Mb의 많은 양의 메모리를 포함하고 있어 수백개의 texture를 저장할 수 있으며, geometry engine으로는 산업 표준인 ARM series 중 133MHz ARM-9를 내장하고 있다. 또한 antialiasing, depth of field, motion blur, fog등의 여러 특수 렌더링 효과들을 추가적인 전력소모가 거의 없이 할 수 있다. 또한 Graphics Library로는 OpenGL의 reduced version인 MobileGL을 제공하며 현재 발표된 모바일 환경의 3D 렌더링 중에서는 비교할 수 없을 만큼 제일 높은 성능을 나타낸다. 또한 칩의 제작단가를 낮추기 위해 DRAM 공정으로 설계되었으며, 이는 세계에서 처음으로 메모리 공정을 사용하여 비 메모리를 설계, 제작한 것이다[5].

4. 모바일 3D 엔진 개발에 대한 제언

4.1 모바일 3D 엔진의 기술적 제한

①배터리 성능

모바일 3D 엔진에서 제일 중요한 하드웨어적 요소 중에 하나가 배터리이다. PDA, 휴대폰의 메인 전원이 되는 배터리의 한계 때문에 제한적 성능을 낼 수밖에 없다.

PDA에서 주로 사용하는 Li-ion 배터리의 경우 200mWh 정도의 에너지를 갖고 있다. 따라서 2~3시간동안 연속적인 동작을 하기 위해서는 hardware platform은 약 800mW 정도의 전력소모만을 해야 한다. 이 hardware platform에는 CPU, Memory, LCD 그리고 기타 여러 기능 블록들이 포함되어 있으므로 실제로 3D graphics rendering에는 200mW라는 극히 제한된 전력만이 할당되며, 이 전력 이내에서 프로세싱과 메모리 액세스를 모두 해결해야 한다. 3D graphics rendering은 일반적인 CPU의 계산과는 달리 수많은 parallel datapath를 필요로 하며, 매 주기마다 여러 번의 메모리 액세스를 필요로 하므로 200mW라는 제한된 전력은, Portable 3D graphics rendering을 구현하는데 있어서 가장 큰 제약이라고 할 수 있다[2].

②물리적 크기

3D 렌더링에서 필수적으로 frame buffer, depth buffer, texture memory의 최소한 3가지 종류의 메모리를 필요로 한다. 하지만 현재 PDA에서는 main system memory 조차도 부족한 상황이다. 따라서 이들을 main memory에 올리는 것이 어려우며, bandwidth 측면에서도 main memory로 올린 후 원하는 속도로 access하기는 어렵다. 따라서 3D graphics를 위한 별도의 메모리가 존재

야하며, 이를 PDA 나 핸드폰의 PCB 보드 상에 장착해야한다. 하지만 제한된 물리적 크기 내에서 구현하기가 어렵다[2].

4.2 모바일 3D 엔진의 문제점 해결 방안

PDA와 핸드폰의 적은 화면 해상도를 갖고 있으며 현재 출시된 PDA는 320 x 240 이며, 핸드폰의 경우 발표된 제품의 최고 해상도는 216 x 162 로, 이들은 1024 x 768의 PC 해상도에 비해 약 10~20분의 1 정도의 pixel 수를 갖는다. 따라서 렌더링시 필요한 pixel fill rate가 PC보다 더 작으며 따라서 필요로 하는 프로세싱 성능과 메모리 성능이 줄어들게 되어 Portable 3D Graphics Rendering의 가능성을 말해주고 있다.

다음은 모바일 3D엔진 개발 시의 문제점에 대한 해결 방안을 나열한 것이다.

①부동 소수점 지원

정확한 실수 연산을 하기 위한 부동 소수점의 지원이 필요하다. 현재 사용하고 있는 고정 소수점 방식은 속도 때문에 코딩하기가 복잡하고 실수 계산시 오차가 많이 발생하는 한계를 갖고 있으며 이를 해결하기 위해서는 co-processor가 장착된 CPU가 개발되거나 고정 소수점 연산을 CPU 차원에서 지원해 줄 수 있는 하드웨어 개발되어야한다.

②3D 엔진 최적화

3D엔진의 경우 CPU에서의 복잡한 계산을 요구하기 때문에 PDA의 경우 배터리 소모량이 많아진다.

현재 배터리의 성능 향상이 우선 과제이지만 하드웨어의 제한적 성능에 따른 한계상황에서 3D엔진이 정적인 화면 변화를 하고 있을 때는 가능한 한 불필요한 연산을 억제하고 최소의 연산만을 하도록 3D엔진을 최적화시키는 것도 한 가지 방법이다.

③데이터 압축 기술 활용

3D는 많은 좌표 데이터와 텍스처 데이터 처리를 위하여 2D의 경우보다 많은 저장 메모리를 사용해야 되기 때문에, 개발하는 입장에서는 상당히 답답한 메모리 상황이다. 이 문제를 해결하려면 데이터 압축 기술을 최대한 활용하여 저장 메모리를 줄이고 최근 많이 사용되고 있는 확장 메모리카드를 활용하는 방안을 강구해야한다[1].

4.3 엔진 개발 시 요구 사항

다음은 PDA 3D엔진 구현을 위해 필요한 요구 사항들에 대해 정리 한 것이다[1].

- ①고정 소수점 연산 엔진: 행렬연산, 삼각 함수 좌표 계산에 필요.
- ②고정 소수점 렌더링 엔진: 다각형 렌더링 및 텍스처 매핑, 셰이딩에 필요.
- ③플랫폼의 CPU성능 벤치마크: 각 PDA마다 사용한 폴리곤 개수 및 사용할 수 있는 텍스처 매핑 및 셰이딩의 수준을 결정하는데 필요.
- ④플랫폼의 메모리 제한: 사용가능한 폴리곤 개수 및 텍스처 맵의 수준을 정할 때 필요.
- ⑤Lighting 및 Filtering에 대한 고려: PDA 성능에 따라 어느 수준의 lighting 과 filtering이 적당할지 선택할 때 고려해야 될 사항.
- ⑥FPS(1초당 갱신될 화면 프레임): 제작하려는 3D application이 어느 정도의 FPS를 요구하느냐에 따라 결정된다. 골프나 야구게임처럼 정적인 경우에는 낮은 프레임을 선택하고 많은 폴리곤을 사용해서 화려한 정적 화면을 만드는데 주력해야 되며, 레이싱이나 액션 게임처럼 동적인 화면이 필요한 application인 경우에는 적은 폴리곤을 사용하고 높은 화면 갱신 프레임을 넣어 박진감 넘치게 만드는 것이 중요하다.
- ⑦최적화 가능 부분 설계: PDA처럼 CPU 성능 및 메모리가 부족한 상황에서는 PC에 비해 속도와 성능 향상을 위해서 엔진의 불필요한 부분을 제거하는 최적화 작업이 중요하다. 엔진 설계 시는 엔진의 일반화를 저해하는 부분이 있더라도 처음부터 과감하게

이러한 과정을 합병하고 최적화하면 좀더 나은 성능을 낼 수 있다.

⑧엔진 주요 부분 추상화: 향후 하드웨어적인 지원등을 고려해서 엔진의 주요 부분을 추상화하면 새로운 하드웨어가 나와도 기존의 코드를 재활용할 수 있게 된다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 하드웨어적 성능의 제약 때문에 개발에 어려움을 겪고 있는 모바일 3D 엔진 기술의 동향에 대해 분석하고 현재 개발되었거나 개발 중인 모바일 3D엔진 및 API, 가속기 등의 특징과 하드웨어상의 제한에 따른 기술 개발의 한계 및 문제점을 분석하여 엔진 기술 개발에 대한 해결방안을 제언하였다.

현재 OpenGL 기반의 모바일 3D API인 OpenGL ES와 Java 기반의 j2me 모바일 3D Graphics API가 거의 개발 완료 단계에 와 있다. 이렇게 표준화된 3D API를 기반으로 각 모바일 기기에 맞는 특성에 따라 모바일 3D 엔진을 제작하는 것이 최적의 방법이다.

[참고 문헌]

- [1] 한국게임산업개발원, 2002 대한민국 게임 백서, 2002
- [2] Ju-ho Sohn외 2명, "Optimization of Portable System Architecture for Real-Time 3D Graphics, ISCAS2002, 2002
- [3]Pierre, PocketGL, <http://pierre15.free.fr>
- [4]Fathammer, X-Forge 3D. <http://www.fathammer.com/x-forge/index.shtml>
- [5]RAMP-IV, Kaist SSL, <http://ssl.kaist.ac.kr/ramp/>
- [6]Mascot Capsule Engine, J-phone, <http://www.j-phone.com/>
- [7]OpenES, Khronos, <http://www.khronos.org>, 2003
- [8]Z3D, marinenet, <http://www.marinenet.co.jp/z3d/>
- [9]Tomas Moller외 1명, Real-Time Rendering, A K Peters Ltd, 1999