

모바일 3D 솔루션 표준화 및 개발동향

이 기 오
(해천대학)

목 차

1. 서 론
2. 모바일 기술 개요 및 시장현황
3. 모바일 3D 솔루션 표준동향
4. 결론 및 향후 전망

1. 서 론

모바일이라는 개념은 이동성을 기반으로 하는 IT단말기술의 상징성으로 표현되고 있다. IT 기술은 디지털에서 모바일로의 패러다임 변화를 예고하고 있으며, 정부의 IT839정책[8]에 대한 고찰을 통해서도 모바일 및 휴대인터넷(WiBro), 유비쿼터스 컴퓨팅이라는 새로운 가치 기술의 본격적인 연구개발이 예고되고 있다. 모바일 기술은 이동통신기술과 무선인터넷의 발전이라는 두 개의 축을 바탕으로 모바일 게임, 멀티미디어, MMS 등의 3D 콘텐츠 서비스와 모바일 어플리케이션 서비스가 원활히 이루어지기 위한 플랫폼 표준화와 어플리케이션 미들웨어의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 이와 함께, 국내 인터넷 서비스는 90년대 이후 지속적으로 기술개발 및 보급화에 힘써, 현재는 수요자만도 3000만명이 넘고 있다. 유선인터넷으로 각종 전자상거래와 게임 및 멀티미디어 등의 부가가치 콘텐츠 및 어플리케이션의 개발이 이루

어졌으나, 양적성장에 비해 질적 성장의 한계와 고부가가치를 창출하는 데는 다소 미흡했다는 지적이 있어왔다. 이에, 각 이동통신업체 및 IT 솔루션 업체들은 개성과 차별화된 서비스를 원하는 3500만 이동통신 사용자들에게 기존 유선 인터넷의 한계를 극복하여 언제 어디서나 이동통신 및 인터넷을 통한 각종 정보서비스와 3D 콘텐츠를 휴대인터넷으로 서비스하기 위한 기술개발에 노력하고 있다.

본 연구는 이동통신기술과 무선인터넷의 발전에 따른 모바일 3D 산업체 기술동향 분석을 통하여, 모바일 3D 솔루션 핵심엔진 개요, 기능성, 응용성 및 발전방향에 대한 고찰을 수행하고, 모바일 3D 콘텐츠 및 어플리케이션 서비스를 위한 표준화 동향을 분석한다. 본 연구의 표준화 동향 및 업체동향 고찰은 이동통신의 발전이 3G에서 4G로의 발전을 예고하고 있는 시점에, 일본의 3.5G 시장진입 및 국내 CDMA기술의 상용화와 WCDMA서비스, RFID기술을 확산한 전자상거래 활성화, 개인 휴대인터넷의 3D

서비스 시장진입에 대한 산업체 동향분석을 목표로 한다. 이러한 분석을 통하여 모바일 3D 표준엔진 및 플랫폼에 대한 이해를 증진하고, 관련업체의 시장진입을 위한 개발/응용 도메인 설정과 표준화 개발에 기여하고자 한다. 특히, 3D 콘텐츠의 이동 중 무선인터넷 서비스 극대화를 위해서는 단말기 내의 중간자적 역할인 모바일 플랫폼이라는 미들웨어의 성능과 기능성이 중요한 기술요소로 인식되는데, 폐쇄적인 무선인터넷 망에 따라 발생하는 제한적이고 획일적인 콘텐츠 서비스를 유선인터넷에서와 같이 다양하고 풍부한 콘텐츠 서비스의 제공을 가능하게 하는 3D솔루션 표준개발과 이를 수용하는 플랫폼 표준이 중요한 과제라 할 수 있다.

2. 모바일 기술 개요 및 시장현황

2.1 모바일 기술개념

모바일은 이동성이라는 개념의 접두어로 모바일통신은 이동통신기술 중에서 휴대성과 개인단말의 개념을 결합한 광의의 의미로 사용되고 있다. 모바일 통신은 음성이나 SMS 등의 데이터통신에서 발전하여 각종 3D콘텐츠의 양방향 서비스를 지향하고 있으며, 이를 가능하기 위한 도구로 무선인터넷 기술을 접목한 휴대인터넷 서비스의 발전이 중요한 키워드로 인식되고 있다. 휴대인터넷은 이동통신의 특성인 이동성, 양방향성, 개인화 등의 특성과 인터넷의 탈중심적, 개방적, 양방향적인 특성을 모두 가지고 있는 것을 의미한다. 혹은, 이동통신네트워크를 이용한 인터넷서비스를 지칭하는 좁은 의미로 해석해 “휴대형 정보통신 단말기기로 인터넷을 구현하는 것”, “이동하면서 인터넷을 이용하는 것” 등 이동성에 차별적인 의미를 부여해 독자적인 산업영역으로 다루고 있다. 2004년 4월 1일 한국정보통신기술협회에 따르면, 국내

독자기술로 개발된 HPI를 국내 휴대인터넷 기술 표준 초안으로 확정하고 있으며, 2.3GHz 휴대인터넷 프로젝트그룹(PG302)의 표준안에 따른 무선 접속 시스템 규격으로 TDD다중화방식에 10Mbps 채널 대역폭과 다중접속 방식으로 OFDMA 선정하고 있다. 무선인터넷은 좁은 의미로는 휴대형 단말기(예: 휴대폰, PDA)를 통해 무선으로 인터넷에 접속하여 데이터 통신이나 인터넷 서비스를 이용하는 것을 의미하며, 넓은 의미로는 무선 LAN이나 B-WLL (Broadband Wireless Local Loop:광대역 무선 가입자망) 등 고정 무선 인터넷 서비스를 포함하여 무선을 통해 인터넷에 접속하는 것을 의미한다. 국내의 무선인터넷 시장은 휴대폰을 기반으로 발전해 왔다[5]. 무선인터넷 접속 방법을 보면 휴대폰 자체의 무선인터넷 서비스를 이용하는 경우가 99%를 나타냈으며, 무선통신의 기본적 성격인 이동성(Mobility), 휴대성(Portability)에 추가로 멀티미디어(Multimedia)에 적합한 서비스가 개발 중에 있다. 유럽, 미국, 일본에서는 문자기반의 SMS와 무선인터넷을 통한 E-mail서비스가 대단히 중요한 서비스로 인식되고 있는 반면, 국내에서는 모바일 게임, 아바타, 벨소리, 실시간 TV시청, 음악감상, 영화감상 및 화상 서비스 등 멀티미디어 서비스가 급격히 증가하고 있다.

2.2 모바일 플랫폼

모바일 플랫폼은 단말기 하드웨어와 운영체제에 독립적인 미들웨어의 일종으로 무선 단말기 상에서 어플리케이션 등이 실행될 수 있는 환경을 의미한다[9]. 현재 상용되고 있는 모바일 बैं킹 및 WAP기반의 모바일 서비스들은 무선인터넷 서버를 통해서 URL콜백과 같은 PUSH서비스와 다운로드방식에 의하여 해당 콘텐츠나 어플리케이션이 무선단말기의 메모리에 저장되어있는 VM에서 제공하는 API(Application Program-

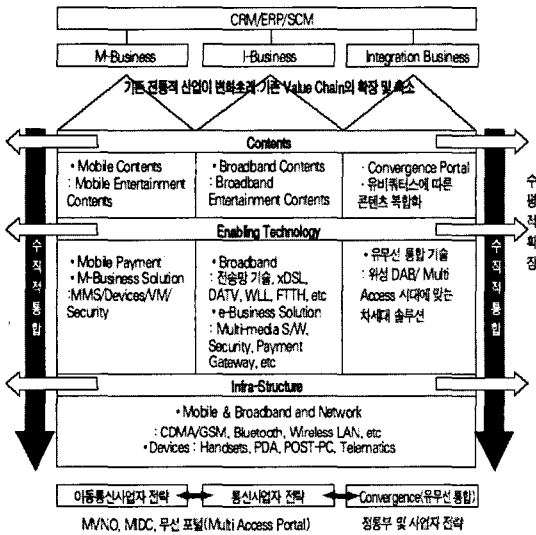
ming Interface)를 사용한 서비스 방식이 사용되고 있다. 이러한 무선인터넷 서비스는 3D콘텐츠나 리치미디어 등의 멀티미디어서비스를 효과적으로 처리하기 위해서는 통신망이나 단말기의 성능에 제약이 많으므로, 통신망에 있어서는 3G기반의 IMT2000이나 WCDMA 등의 이동 기술 발전 및 3D 단말기술의 발전이 선행되어야 한다.

대적으로 SMS기반의 2세대 통신서비스와 무선인터넷 서비스가 사용되고 있으며, 일본의 경우 NTT Docomo와 KDDI, J-Phone이 Sun Microsystems의 Mobile Java를 채택하여 서비스를 제공하고 있으며, Sharp, JVC, Kyocera와 Tao Group 등이 참여하는 협의체인 OCPA(Open Contents Platform Association)를 구성하여[6] Java와 C++을 모두 지원하는 보다 향상된 기능의 플랫폼을 개발하고 있다.

2.3 모바일콘텐츠

모바일 콘텐츠는 모바일게임, 멀티미디어, MMS와 모바일 포털이나 어플리케이션 서비스에 의하여 제공되는 각종 모바일 미디어와 장치를 통해 제공되고 가공되는 산출물(Artifacts)에 대한 총칭이다. 모바일 콘텐츠는 이동통신사업자나 APP/솔루션사업자/콘텐츠사업자 등에 의해 모바일 미디어와 장치를 경유하여 제공 및 가공되는 모바일 서비스의 산출물을 말한다[7].

모바일 콘텐츠의 제작은 이차원에서 3차원(3D)으로 발전하고 있으며, VOD 및 모바일 플래쉬, 동영상서비스 기술을 활용한 휴대폰에서의 3차원 게임, 채팅, 아바타, 방송 서비스 등 모바일 단말 구현기술이 향상되고 있다. 모바일 3D 서비스의 효율적인 구현을 위해서는 3D 엔진을 탑재하여 모바일 멀티미디어 및 모바일 게임, 동영상을 가능케 하는 단말기술의 발전과 함께, 유무선 어플리케이션의 통합 및 포털을 커버할 수 있는 3D엔진 기반 플랫폼 기술로의 진화가 필요하다. 이는 2005년 전반기에 계획되어 있는 망 개방이라는 정부정책과 맞추어 본격화될 전망이다. Giga칩과 3D엔진을 장착한 플랫폼 개발로 이어지고 있다. SK텔레콤은 최근 멜론으로 무선의 EV-DO와 유선을 연계한 유비쿼터스 개념의 음악서비스를 시작했고 게임폰과 연계한 MP3 다운로드 서비스 추진에 나서고



(그림 1) 유무선 환경변화양상 및 가치사슬[12]

(그림 1)은 유무선 환경의 변화양상 및 가치사슬 연관구조를 보여주고 있는데, 그림에서 볼 수 있듯이 다양한 모바일 콘텐츠 및 유비쿼터스 환경에 적응하기 위한 3D콘텐츠 솔루션기술과 플랫폼기술의 발전이 요구된다. 플랫폼 기술로는 세계 최초로 상용 서비스에 적용한 LGT의 Sun Microsystems기반 Mobile Java 기술이 2000년 9월 서비스를 시작하였으며, SKT는 신지소프트의 C언어 기반 플랫폼인 GVM을 2000년 10월에 서비스하였다. KTF는 C-Binary 방식 플랫폼인 MAP(Mobile Application S/W Plug-in)과 Qualcomm사의 BREW를 각각 채택하여 매직앤과 KUN에서 서비스를 시작하였다. 유럽은 상

있으며[13], KTF는 영상·음악·게임 등의 엔터테인먼트 위주의 고품질 콘텐츠를 정액으로 서비스하는 전략으로 모바일 콘텐츠 공략에 나서고 있다. LG텔레콤은 뱅크온, MP3폰, 카메라폰에 이어 DMB폰의 고사양 단말기를 기반으로 콘텐츠 수익모형을 창출해 나간다는 전략을 구사하고 있다[6].

3. 모바일 3D 솔루션 표준동향

3.1 모바일 3D 관련 정부정책동향

모바일 기기용 3D 콘텐츠 제작을 가능하게 하는 모바일 3D엔진 기술을 살펴보면, 일반 개인용 PC의 3차원 그래픽 처리구조와 유사한데, 정점과 삼각형의 집합으로 구성된 데이터들을 가공하여 화면상의 여러 픽셀로 표현되어진다. 모바일 환경의 경우 3D 콘텐츠 처리를 위한 전용 하드웨어는 제공되지 않기 때문에 CPU의 메모리 일부분을 LCD 드라이버에 연결하여 화면에 출력시켜주는 것이 대부분이다. 따라서, 하드웨어 선택의 문제보다는 소프트웨어적인 알고리즘 구현 매카니즘에 따라 3D 엔진의 성능이 달라진다.

〈표 1〉 정부 모바일 콘텐츠 및 플랫폼 지표[7]

년차	2003	2004	2005
주요기술	모바일 3D 렌더링	모바일 3D 실시간 렌더링	모바일 VR 입력 기술
플랫폼/활용장치	WIFI 플랫폼	모바일 3D API/3D Chip	WIFI기반 3D API
모바일 콘텐츠	모바일 2D 콘텐츠	모바일 3D 콘텐츠	모바일 3D고품질콘텐츠

3.2 모바일 3D 업체 기술동향

업계동향분석에 따르면, 한국전자통신연구원과 디지털콘텐츠연구단의 주관으로 이동전화서

비스(SK텔레콤·KTF·LG텔레콤), 휴대폰(삼성전자·LG전자·팬택&큐리텔)·3D 솔루션(리코시스·고미드) 등 총 25개 국내 대표적인 업체들이 참여해 ‘모바일 3D 표준화 포럼’을 결성하고, 모바일 3D 표준을 주도하고 있는 상황이다 [6]. 이와 함께, 모바일 솔루션 업체인 인트로모바일은 태국 통신사업자인 허치슨에 퀄컴의 무선인터넷 플랫폼인 브루(BREW) 기반의 3GPP (3rd Generation Partnership Project) 국제 표준 멀티미디어메시징서비스(MMS) 솔루션 서비스를 예고하고 있으며, 3GPP 표준에 따른 SMIL (The Synchronized Multimedia Integration Language)를 적용, 영상과 소리를 완벽하게 동기화시키면서 휴대폰, 웹사이트, 전자우편 등 다양한 매체간 호환이 가능하도록 하고 있다.

모바일 3D 콘텐츠 솔루션 및 무선인터넷 서비스에 대한 일본의 경우, 자바 VM기반의 무선인터넷 콘텐츠를 서비스하고 있으며, 3D의 경우 J-phone에서 2D와 3D sprite방식의 엔진을 탑재하여 멀티미디어와 엔터테인먼트 기능을 강화한 JSCL(J-phone Specific Class Libraries)를 통한 동영상서비스를 수행하고 있다. 리코시스는 중국 차이나유니콤에 자사의 엔진인 ‘M3D’를 단일 표준으로 올리는 한편, 미국 버라이즌에도 3D엔진을 공급예정이며, SK텔레콤과도 3D엔진 공급 계약을 추진 중에 있으며, 미국 크로노스 그룹은 오픈 GLES를 앞세워 3D엔진의 표준화에 심혈을 기울이고 있다.

3.3. 모바일 3D 솔루션엔진 표준 동향

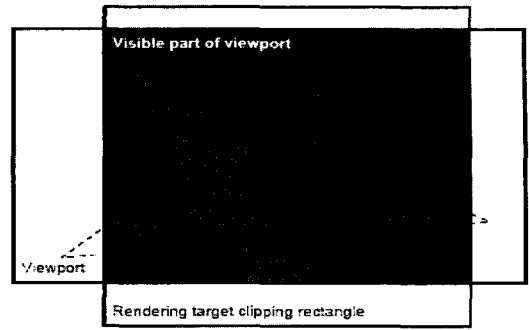
모바일 3D 엔진 구성은 우선, 그래픽 파이프에서 처리할 수 있는 정점 및 삼각형 정보형태를 그래픽처리 자료구조와 기하알고리즘에 의하여 가공처리하는 전처리 모듈이 있다. 다음으로는 가공된 정점과 삼각정보들을 재구성하며, 화면상의 좌표를 계산하는 그래픽 변환파이프

모듈이 있다. 마지막으로 모바일 3D엔진의 핵심 모듈로, 변환파이프의 좌표들로부터 실제 그래픽출력을 위한 화면픽셀의 색상계산과 픽셀 버퍼링을 수행하는 레스터링모듈로 구성된다. 3차원 환경에서 물체들 간의 상호교차 및 중첩발생 시 각각의 화면픽셀계산 및 중복처리 문제는 3D엔진의 핵심 알고리즘에 의존한다. 대개의 경우, 그래픽변환파이프처리와 레스터처리를 위해서 PC에는 별도의 하드웨어가 장착될 수 있지만, 모바일 단말기(핸드폰,PDA)의 경우는 하드웨어의 문제 때문에 소프트웨어적으로 처리하고 있다. 모바일 3D 처리를 위해 모바일 표준 플랫폼에 대한 요구사항들을 바탕으로, 플랫폼내에 3D처리를 위한 솔루션 표준엔진이 고찰되어진다. 본 논문에서는 국내 이동통신사들의 플랫폼 요구사항[9]들을 바탕으로, JCP의 JSR184 표준 3D API와 OpenGL의 3D 그래픽 시스템즈에 대하여 고찰한다.

3.3.1 JSR184 3D API[3]

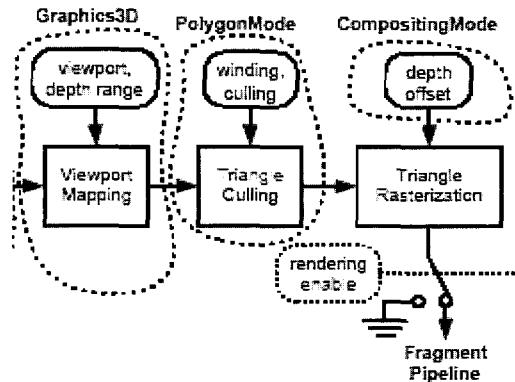
화면(Scene graph) 모드, 직접접근모드 모두를 지원하며, 혼합(mixing)과 매칭(matching)기능과 API 내의 모든 메소드의 구현, meshes, textures, entire scene graphs 등의 패키지 불러오기 기능 지원, native float data type 지원, 부동소수점연산을 위한 별도하드웨어 불필요, 모바일 터미널에서 150 kB 이내로 구현, 메모리압축(Garbage Collection)의 최소화, MIDP와의 상호작동성 등의 특징을 갖는다.

(그림 2)는 2D 이미지가 MIDP를 경유해서 캔버스에 렌더링되는 모습을 보여주고 있는데, 이들 2D이미지들은 다시 Graphics3D 메소드에 이용되어지면서, 그래픽해상도 증진을 위하여 화면정재(Anti-aliasing)나 디더링 등을 선택적으로 선택할 수 있다.



(그림 2) JSR184- 2D이미지 변환 및 오려내기 처리

모든 3D 렌더링은 (그림 2)에서처럼 보임창의 보여지는 부분에 오려져서 영상화된다. 이러한 영상처리를 위한 그래픽 파이프라이닝 과정을 도시해보면 (그림 3)과 같다.



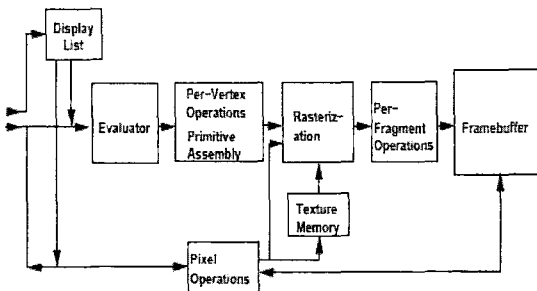
(그림 3) JSR184- 3D처리 참조파이프라이닝

JSR184의 3D API는 표준플랫폼 J2ME를 기반으로 (그림 3)과 같은 3D 그래픽의 화면연결 및 정재, 화소패턴변환 등의 표준기능을 수행한다.

이상의 JSR184 3D API의 MIDP연동을 통한 J2ME표준 플랫폼 작동은 모바일 단말기에서 3D 그래픽처리를 위한 표준솔루션으로 평가되어지며, 이는 Open GL의 3D그래픽처리 매카니즘과 이론적으로 상호 작동성을 갖는 것으로 평가되어진다.

3.3.2 Open GL 3D 그래픽시스템즈

Open GL[4]은 모형과 구현이라는 두 가지 모두를 만족하는 3D그래픽처리 상태모형으로 표현할 수 있는데, 다음에서 소개하는 그래픽처리를 위한 동작모형과 구현을 위해서는 Open GL Shading 언어를 통해서 제어한다. 핵심개념은 점, 선분, 다각형, 픽셀사각형 등의 자원으로 3D 그래픽 도형화 및 프레임버퍼로의 렌더링에 집중된 매카니즘을 제공하며, 2D나 3D그래픽의 변환매트릭, 발광연산계수, 화면정재, 픽셀갱신 등의 작동을 클라이언트/서버 형식으로 작동 제어한다.

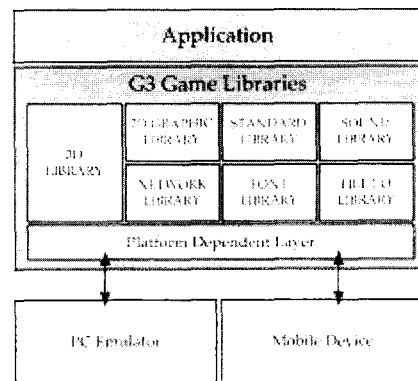


(그림 4) Open GL 3D 그래픽처리 모형도

(그림 4)는 입력 값으로 부터 커브와 표면의 기하학적 정보를 다항식으로 계산한 후, 점, 선분, 다각형들의 화상변환과 래스터라이저를 통한 프레임버퍼 주소와 값을 계산하고, 입력되는 프레임버퍼 색상 값으로 기존의 색상 값의 갱신을 통한 프레임버퍼링 과정을 보여주고 있다. Open GL의 내장형시스템을 위한 표준 API로는 OpenGL ES(OpenGL for Embedded Systems)가 있으며, 이 역시 플랫폼이나 하드웨어 독립적으로 3D 그래픽을 처리할 수 있는 솔루션 표준으로 인정받고 있다. Open GL의 ES는 EGL이라는 표준인터페이스 라이브러리를 포함하고 있으며, EGL은 플랫폼과 API와의 동기화 기능을 수행한다.

3.4 모바일 3D 솔루션 응용사례

이상에서 소개한 모바일 3D 표준엔진을 적용한 모바일 솔루션들이 표준엔진과의 상호연동성이나 일부 매카니즘을 적용하여 다양한 어플리케이션 서비스를 소개하고 있다. 국내에서도 3D 솔루션과 관련하여 G3D SDK가 있는데, G3D는 KTF 매직엔 3D 콘텐츠개발에 참여하는 CP와 게임제작업체 실무진으로 구성된 포럼이며, 여기에서 제안하는 3D 엔진은 OpenGL ES 1.0과 호환은 물론 모델 및 애니메이션 데이터 로딩과 본 애니메이션 등의 3D처리 매카니즘을 제공한다. G3 SDK는 기본적으로 PC 환경에서 비주얼 C++을 이용해 DLL 파일을 생성하며, 디버깅이 완료된 게임은 타겟 단말기용 컴파일러를 이용해 컴파일하면 최종적인 타겟 바이너리가 생성되는 구조를 갖는다.



(그림 5) G3D SDK의 3D 라이브러리 구조[11]

모바일 3D 그래픽 처리엔진으로 소개된 G3D SDK는 게임 및 애니메이션처리의 장점을 가지며, OpenGL의 ES와의 연계성을 갖고는 있으나, 표준 플랫폼 위의 탑재 및 표준 3D 엔진으로써의 타당성을 위한 관련 근거자료가 미비한 상황이다.

〈표 2〉 3D어플리케이션 서비스 유형분류

응용서비스분류	KTF	SKT	LGT
게임서비스	MAP	WI-TOP	EZ-JAVA
지원플랫폼	MobilTop		KittyHawk
바탕화면서비스	내장형	다운로드	내장형
GUI서비스	테마/조합 서비스	테마 서비스	테마/조합 서비스

모바일 상에서 이루어지고 있는 대부분의 3D 어플리케이션 서비스를 분류해 보면 게임분야의 3D 서비스와 플래쉬나 동영상 인터페이스를 통한 GUI기반의 모바일 서비스, 그리고 바탕화면을 통한 3D 서비스로 구분할 수 있다. 3D 모바일 게임 서비스의 경우 하드웨어 단말의 성능 한계로 인해 본격적인 3D 게임을 즐기지 못하고 있으나, 3G 기반의 단말기들이 곧 출시될 전망이다. 일본의 경우 Hi-Corp라는 회사의 3D 소프트웨어 엔진이 탑재된 폰이 많이 출시돼 있다[6]. 다양한 게임 콘텐츠가 있지만 소프트웨어 엔진으로 가속하기 때문에 시각적인 제약이 많다. Hi-Corp의 Mascot Capsule 엔진은 일본 NTT의 DoCoMo 505i 시리즈에 탑재되어 호평을 받은 3D 엔진이다. 엔진의 크기가 50KB, 엔진을 활용하여 제작된 응용프로그램의 크기가 1MB 정도로 알려져 있으며 다양한 3D 렌더링과 특수효과 기능을 제공한다. 유럽의 경우는 노키아가 N-Gage 게임형 단말기를 통해서 3D 게임 콘텐츠를 제공하고 있다.

4. 결론 및 향후 전망

모바일, 무선인터넷 기술개요 및 시장동향을 고찰하고, 모바일 단말기 상에서 3D서비스의 효율적인 처리를 위해 하드웨어 독립적이면서 높은 서비스 효율을 보이는 표준 플랫폼에 대한 요구사항들을 바탕으로, JCP의 JSR184 표준 3D API와 OpenGL의 3D 그래픽시스템즈에 대한 고찰과 국내 이동사들의 모바일 3D 서비스 동향 및 국내외 솔루션 업체기술동향을 소개하였

다. 현재, 국내에서는 플랫폼 표준으로 WIPI 3.0의 릴리즈를 앞두고 있는바, 이러한 3D 엔진의 연동과 상호호환성을 보완한 3D 솔루션 개발이 예상된다. 향후 연구로는 3D 솔루션의 그래픽 처리 시 하드웨어 단말의 성능향상과 하드웨어 가속을 위한 전용장치의 개발로 단말환경 개선 시 이와 연동할 수 있는 3D 그래픽 처리엔진의 표준개발과 WIPI기반 3D 그래픽처리 엔진에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Aaron E. Walsh, "Mobile Three-Dimensional Computing", Nov 2004
- [2] Foley & Van Dam, "Computer Graphics, Principles and Practice"
- [3] JSR-184, "Mobile 3D Graphics APIfor Java TM2 Micro Edition", Ver1.0, Nov 2003
- [4] Mark Segal, "The OpenGL Graphics System: A Specification", Ver2.0, Oct 2004
- [5] 이기오외, 무선인터넷개론, 사이텍미디어, 2004
- [6] 전자신문, "3D 모바일 표준기사", Dec 7, 2004
- [7] 정보통신부:디지털콘텐츠작업팀: "IT 신성장 동력 발전전략 산업 육성 계획(안)", 2003
- [8] 정보통신부, "국민소득 2만불 달성을 위한 IT839 전략", 2004
- [9] 한국 무선인터넷 표준화 포럼, "모바일 표준 플랫폼 규격(안)", 2002
- [10] <http://www.mobilejava.co.kr/>
- [11] <http://gomid.com>
- [12] <http://cnetresearch.co.kr>, SBR&C Snapshot: Strategic Issue Report
- [13] <http://www.sktelecom.com/kor/cyberpr/>, SK Telecom 신규보도자료, 2004

저자약력



이 기 오

1989 순천향대학교 전자계산학과 공학사

1994 숭실대학교 전자계산학과 공학석사

2000 숭실대학교 컴퓨터공학과 공학박사

1996~현재 해천대학 모바일넷과 조교수

2000~현재 (주)세립정보기술 연구자문

E-mail : kolee@hcc.ac.kr