

# 3D 그래픽 콘텐츠의 적응적 서비스를 위한 미들웨어에서의 서비스 렌더링 연구

김 학 란<sup>†</sup> · 윤 용 익<sup>††</sup> · 박 화 진<sup>†††</sup>

## 요 약

3D 그래픽 콘텐츠를 다양한 플랫폼에서 제공하기 위한 유비쿼터스 환경에서의 콘텐츠 적용에 대한 요구는 점점 더 증가하고 있는 추세이다. 하지만 3D 그래픽은 방대한 양의 데이터와 고성능의 처리 능력이 요구되기 때문에 데스크탑이나 랩탑, PDA, 휴대폰 같은 다양한 단말기에서 변화된 환경에 서비스를 적용시키기 위해서는 좀 더 정교한 방법으로 그래픽 콘텐츠를 처리하여야 한다. 본 논문에서는 사용자 중심에 맞춘 그래픽 콘텐츠를 제공하기 위한 새로운 개념의 서비스 렌더링 알고리즘 기반의 적응적 서비스 미들웨어를 제안한다. 서비스 적응 미들웨어는 중요한 기능을 가지는 두 가지 모듈로 구성되는데, 사용자의 변화된 환경을 분석하기 위한 Service Adaptation (SA) 모듈과 사용자의 환경에 적합한 구성요소와 데이터를 처리하기 위한 Service Rendering (SR) 모듈이다. 서비스 적응 미들웨어를 통한 적응 서비스는 유비쿼터스 환경에서 사용자의 환경이 변화되었을 경우 동일한 그래픽 콘텐츠를 유연하고 다이내믹하게 제공할 수 있다.

키워드 : 적응적 그래픽스 콘텐츠, 미들웨어, 서비스 렌더링, LOD

## Service Rendering Study for Adaptive Service of 3D Graphics Contents in Middleware

Hakran Kim<sup>†</sup> · Yongik Yoon<sup>††</sup> · Hwajin Park<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

The need of contents adaptation in ubiquitous environments is growing to support multiple target platforms for 3D graphics contents. Since 3D graphics deal with a large data set and a high performance, a service adaptation for context changing is required to manipulate graphics contents with a more complicated method in multiple devices such as desktops, laptops, PDAs, mobile phones, etc. In this paper, we suggest a new notion of service adaptation middleware based on service rendering algorithm, which provides a flexible and customized service for user-centric 3D graphics contents. The service adaptation middleware consists of Service Adaptation (SA) for analyzing environments and Service Rendering (SR) for reconfiguring customized services by processing customized data. These adaptation services are able to intelligently and dynamically support the same computer graphics contents with good quality, when user environments are changed.

Key Words : Adaptive graphics contents, middleware, service rendering, LOD

## 1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅의 등장은 데스크탑이나 유선 컴퓨터를 통해서 사용자가 원하는 무엇인가를 얻기 위해 끊임없이 주의를 기울이고 개입하는 단계를 떠나서 사용자가 필요로 할 때 정보나 서비스를 제공하는 지능형 기술로의 시대를 열었다. TV, 냉장고, 오디오 같은 전통적인 가전제품은 말할 것도 없고 주택의 모든 것에 생각하고 반응하는 컴퓨터가 생겨져 있다. 길거리의 자동차, 휴대전화에도 유무선 네트워

크로 연결되어 서로 대화한다.

특히 초기 음성통화 기능만을 가졌던 휴대전화 또한 최근 기술 발달로 무선인터넷접속, e-메일, 데이터 전송 컴퓨팅 기능을 갖추면서 유비쿼터스 환경의 핵심기기로 자리잡고 있으며 개인정보관리(PIM)도구로 주로 사용되던 PDA도 최근 통신기능을 갖추면서 유비쿼터스 중심기기로 꼽히고 있다.

이렇듯이 유비쿼터스 컴퓨팅의 사용자 환경은 다양하며 환경에 따른 기술, 서비스 등도 차별화 되고 다양화 되어지고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 모바일 컴퓨팅, 유비쿼터스 통신 네트워크, 네트워크 임베디드 시스템, 홈네트워크 분야 등 매우 다양하다. 특히 모바일 환경을 통한 서비스는

† 준 회원 : 숙명여자대학교 컴퓨터과학 박사과정 수료

†† 중신회원 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수(교신저자)

††† 중신회원 : 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수

논문접수 : 2007년 2월 26일, 심사완료 : 2007년 8월 28일

사용자, 서비스 제공업자, 기술자, 프로그램 개발자 등에 커 큰 영향을 미치고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용자는 사용하는 단말기, 시간, 장소, 원하는 콘텐츠의 질 및 종류등 다양한 환경요소를 가진다[1,10]. 따라서 사용자에게 서로 다른 환경에 있으면서 원하는 정보와 서비스를 좀 더 유연하게 제공하기 위한 기술이 요구된다[5].

특히 제공되어 있는 서비스가 컴퓨터 그래픽스인 경우, 단말기의 성능이나 그래픽 카드, 모니터의 해상도에 따라 서비스될 수 있는 콘텐츠에 제한이 많다[8].

또한 모바일 컴퓨팅과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 기존의 분산 미들웨어의 기능을 더하여 네트워크 운영체제와 사용자 응용프로그램 사이에서 컴퓨팅 장치의 이질성, 장치의 제한된 처리능력, 사용자의 높은 이동성 등을 해결하고 사용자에게 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있는 강력한 미들웨어가 요구된다.

그러나 유선환경의 분산시스템을 위한 기존의 미들웨어는 환경변화에 대한 동적인 적응성을 지원하지 않기 때문에 사용자의 단말기가 모바일 환경인 경우 적합하지 않다.

따라서 유비쿼터스 컴퓨팅환경에서 유연한 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠를 제공하기 위한 리플렉티브 미들웨어 시스템이 요구되며, 적응적 서비스를 제공하기 위한 효율적인 기술에 대한 연구가 필요하다. 또한 적응적 서비스를 위한 차별화 된 다중 해상도를 가지는 그래픽 콘텐츠를 생성하기 위해서는 다단계 모델링이나 다단계 텍스처 이미지를 어떤 수준에 맞추어 단계를 결정할 지에 대한 알고리즘 또한 필요하다[4].

본 연구에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술 분야 중 사용자 단말기에 따른 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠 서비스의 적응적 시스템을 설계한다.

게임, 애니메이션, 영화, 광고, 가상현실, 각종 시뮬레이션, 의료영상, CAD등의 많은 분야에서 컴퓨터 그래픽의 사용 및 응용이 점점 더 증가되고 있다.

따라서 어떤 상황에 있는 사용자든지 사용자 환경에 맞는 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠를 실시간으로 제공하기 위한 방법으로 지능형 다단계 서비스 렌더링 미들웨어를 제안한다. 컴퓨터 그래픽의 실시간 렌더링은 시스템의 성능에 크게 영향을 받으며 핸드폰이나 PDA등 저 성능의 시스템인 경우 사실상 불가능한 경우도 있다. 따라서 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자가 고성능의 데스크탑에서 이용하던 그래픽 콘텐츠를 저 성능의 시스템에서도 동일하게 사용하기를 원한다면 이에 맞춘 서비스를 제공하기 위한 다단계 서비스 렌더링이 반드시 필요하며, 본 연구에서는 다단계 서비스 렌더링을 위한 요소들과 적응 알고리즘을 제안한다.

## 2. 관련연구

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 적응적 서비스에 대한 요구는 점점 더 확대되고 있는 추세이다. 유연한 서비스를

보장하는 상황인식 미들웨어에 대한 관심 또한 증가하고 있으며 따라서 다양한 서비스에 맞는 서로 다른 context들에 기반을 둔 상황 적응형 서비스를 제공하기 위한 기법들이 연구되고 있다[5,9]. 특히 최근에는 모바일에서의 멀티미디어 서비스를 위한 context-aware 미들웨어에 대한 연구가 활발하다[10]. 적응성이란 환경의 변화에 따라 스스로를 변화시키는 능력으로 유비쿼터스 환경에서는 사용자의 환경이나 상황이 동적으로 발생하고, 사용자는 다양한 위치에서 이기종의 장치를 사용하여 서로 다른 네트워크를 통해 서로 다른 시스템과 통신하며 다양한 서비스를 요구한다.

논문[7]에서는 스스로 추론하고 행동할 수 있는 리플렉트 미들웨어를 제안했다. 리플렉트 미들웨어는 응용이 실행되는 환경 내에서 발생한 변화가 미들웨어에 반영되고 응용이나 사용자가 외부적으로 제어할 필요 없이 코어 소프트웨어와 하드웨어 메커니즘을 동적으로 적응시킴으로써 응용의 동적변화를 가능하게 하는 방법으로 모바일 에이전트를 활용하여 상황에 대한 자가적응을 통해 사용자와 응용의 요구 사항을 반영하면서 유연한 서비스 제공을 목표로 했다. 사용자가 특정한 서비스를 이용하고 있는 시점에서 상황변화가 발생할 경우 이에 따른 서비스 적응을 위해 사용자 선호도를 상황에 대한 명시적인 요구사항으로 정의하고 있다.

하지만 이는 여러 서비스로 분류한 응용 가운데 상황변화에 의해서 다수의 행동 중 하나의 형태를 제공하는 방식이다. 예를 들어 논문에서는 사이버클래스를 응용으로 이용하고 있는 사용자에게 서비스를 2가지로 분류하고 각 서비스에 대해 다시 몇 가지 종류의 단일 비헤이비어 형태를 제시했다. 물론 사용자 선호도와 서비스 선호도의 값을 수치화하여 선호도 적합성을 고려한 서비스를 선택하는 방법은 매우 타당한 방법이지만 사용자가 단일 서비스가 아닌 종합적인 응용서비스를 요구할 경우 이 연구에서는 그런 상황을 고려하지 못하였으므로 적절하지 못하다.

논문 [12]에서는 모바일 멀티미디어 응용을 위한 context-aware 미들웨어를 위해 사용자의 위치와 시간, 사용자 프로파일, 모바일 디바이스의 지역적 자원, 이용 가능한 서비스 등을 고려하였다. 멀티미디어 구성요소로는 오디오, 비디오, 캡처된 이미지를 대상으로 하였으며, 핵심과 선택적 사항으로 나누고 선택적 사항의 경우 자원이 충분하지 않은 경우 서버측에 두고 서비스하는 모델을 제안했다. 또한 context-aware 미들웨어는 다음과 같은 기능을 가진 응용프로그램을 포함한다고 언급하였는데 본 논문에서 제안하는 미들웨어도 비슷한 기능을 포함한다.

- 다양한 종류의 센서 디바이스가 제공된다.
- 다른 소스로부터 들어오는 데이터때문에 context정보가 분산된 특징을 갖는다.
- 응용프로그램의 투명한 해석과 context 데이터의 추상화를 제공한다.
- context 저장공간을 유지한다

- context 데이터 흐름을 제어한다.

그리고 미들웨어에서의 이동성에 대한 여러 가지 제약점을 다음과 같이 소개하였는데 언급한 제약점은 모바일 환경에서의 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠 서비스에서도 동일하다.

- 낮은 대역폭과 호스트 컴퓨터가 네트워크의 일부 지역에서는 영향권 밖이다.
- 메모리 용량이나 디바이스의 CPU 성능이 제한적이다.
- 시스템 컴포넌트 사이의 통신의 비동기화
- 실행 환경이 동적이다.

하지만 사용자의 모바일 디바이스의 자원에 따른 서비스 가능한 멀티미디어의 제한 사항에 대한 자세한 언급이 없으며, 또한 멀티미디어 서비스 중에서 오디오나 비디오 정보 이외에 컴퓨터 그래픽의 응용 분야인 게임이나 애니메이션에 대한 서비스를 위한 명세가 언급되어 있지 않다.

논문 [6]에서는 MPEG-21 프레임워크 내에서 분포되고 처리되는 기본단위로 디지털 아이템을 정의하여 디지털 아이템을 적응시키기 위한 엔진을 제안했다. 이 엔진은 다시 '자원 적응 엔진(Resource Adaptation Engine)'과 '기술 적응 엔진(Description Adaptation Engine)으로 구성하고 각 톨의 관점과 응용에서의 몇몇 통찰을 제공하였다. 또한 디지털 아이템을 위한 진행중인 표준들과 향후 문제점을 언급하였다. 관련적인 환경 요소로 다음과 같은 특성들을 들었다.

- 터미널 성능: 터미널을 적응 디지털 아이템이 서비스되는 모든 기기(예를 들어 이동전화, 텔레비전, 오디오 플레이어, 컴퓨터등)로 정의하였다. 따라서 특별한 터미널의 제약을 처리하고 소비를 만족시키기 위해 인코딩/디코딩을 처리하는 코덱 성능과 디스플레이 성능, 오디오 출력 성능, 사용자와 상호작용에 대한 입력 등을 고려한 입출력 특성들, 파워와 저장공간을 고려한 장치 속성들이 터미널 성능에서 사용되었다.
- 네트워크 특성들 : 네트워크의 정적인 속성인 성능과 동적인 습성인 상태를 고려했다. 이 특성들은 전송을 효율적으로 개선시키기 위한 주요한 멀티미디어 적응 기술들로 특히 상태는 네트워크 대역폭, 실패율, 지연율로 나타났다.
- 사용자 특성들 : 콘텐츠의 개인화나 적응 선택을 포함하는 여러 가지 목적에서 사용되며 사용자 정보와 사용자 선호도 및 역사, 구현 선호도, 색약이나 청력도 등을 고려한 접근가능에 대한 특성들과, 사용자의 이동성과 목적지에 기반한 위치 특성들이 사용자 특성들에 포함된다.
- 자연환경 특성들 : 사용자 주변의 조명과 소음정도 혹은 디지털아이템이 소비되거나 처리되고 있는 시간과 같은 상황 등의 물리적인 환경요소 들과 관련되어 있다. 조명의 경우 시각정보를 표현하는데 영향을 줄 수 있으며 소음정도는 오디오 콘텐츠에 영향을 준다.

그리고 비트스트림 구성 기술을 위한 아키텍처와 터미널과 네트워크의 품질을 이용해서 미디어 자원 적응 엔진

을 위한 적합한 변수들을 정의하고 메타 데이터의 적응성을 논의했다. 결국 MPEG-21 스트리밍 서비스를 위한 적응 시스템을 설계한 연구이며 본 논문에서 연구하고자 하는 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠를 위한 기술들은 언급되어 있지 않다.

논문 [2], [3], [11]에서는 MPEG4의 오디오 비디오 정보, 지형 네비게이션, 2D, 3D 그래픽을 위한 확장 가능한 적응 서비스를 하기 위한 다양한 기법을 제안했다. 연구되어진 적응 기법 중 본 논문에서 연구하고자 하는 분야인 컴퓨터 그래픽의 적응방법만을 고찰해 보고자 한다. 2D 그래픽 분야에서는 웹에서 사용되고 있는 플래시 카툰과 같은 전통적인 2D그래픽 카툰을 스트림으로 전송하기 위한 적응적 방법을 제안했다. 장면을 위한 바이너리 형식(BIFS) 으로 부호화하여 BIFS 명령들을 몇 개의 논리적인 계층으로 나누는 방법으로 이종의 다양한 장치에 3D Virtual Human 을 렌더링하고 전송하기 위해 멀티 해상도 방식의 적응기법을 고안했다. 멀티 해상도 모델을 정의하기 위해 클러스터 계층 모델을 사용했으며 각 클러스트는 정점과 정점의 노말, 색상, 텍스처 좌표, 등의 정점 속성 집합과 정점 정보에 따라 인덱스된 면, 노말 면, 색상 면, 텍스처 면의 집합으로 구성된다. 각 계층은 edge-collapsing 연산에 의해 밀 계층 구조화된 적응 클러스트 블록이 선택 된다. 얼굴이나 몸체 애니메이션도 같은 방법으로 적응 결과를 적용한다. 적응이 진행되는 동안에 메시나 애니메이션을 위해 사용자 선호도에 따라 외부적으로 해상도가 결정되기도 하며 장치의 성능은 가장 큰 복잡도를 가지는 것으로 그 다음은 네트워크의 성능이 적응에 영향을 미치는 요소로 고려되었다.

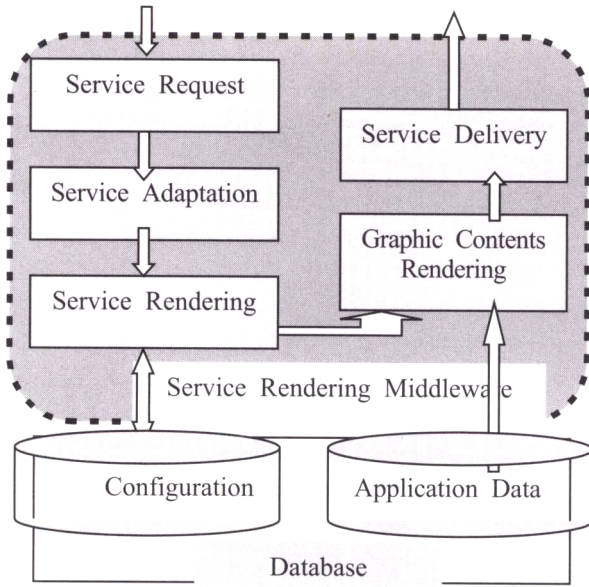
### 3. 컴퓨터 그래픽 콘텐츠를 위한 적응 서비스

#### 3.1 서비스 렌더링 미들웨어

유무선 네트워크를 통한 정보를 공유하고자 하는 기술은 나날이 성장하고 있는 추세이다. 따라서 이 장에서는 이동하면서 웹 상에서 게임이나 애니메이션 같은 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠를 이용중인 사용자를 위한 서비스 렌더링 미들웨어를 설명한다.

##### 3.1.1 서비스 렌더링 미들웨어(Service Rendering Middleware)

일반적으로 사용자의 환경에 따라 동일한 서비스를 적응시키기 위해서는 네트워크 특성들, 사용자 환경 특성, 사용자 선호도 등을 모두 고려하여 적응 서비스를 계산해 주어야 한다. 하지만 본 논문에서는 가장 침해한 영향을 미치는 사용자 환경의 특성에 해당하는 단말기 장치의 성능, 해상도를 고려한 적응 서비스를 고려 하였다. 본 논문에서는 3차원 컴퓨터 그래픽 콘텐츠의 적응 서비스를 위한 새로운 개념의 미들웨어인 서비스 렌더링 미들웨어를 제안한다. 서비스 렌더링 미들웨어는 기



(그림 1) 서비스 렌더링 미들웨어 구성도

능에 따라 크게 몇 가지 모듈로 나누어 지는데 각 모듈과 역할은 다음과 같다.

- 서비스 요청 모듈 : 사용자의 환경이 변경되었다는 것을 센서 네트워크에서 인식하여 서비스 요청 모듈에게 신호를 발생시키면, 서비스 요청 모듈은 새로운 적응 서비스가 필요하다는 신호와 이전의 환경상태와 새로운 환경상태에 대한 메시지를 발생시켜 서비스 적응 모듈로 전달한다.
- 서비스 적응(SA:Service Adaptation) 모듈 : 현재 사용자 환경에 해당하는 단말기 장치와 서비스되고 있는 응용에 대해 분석한다. 즉 장치의 성능과 디스플레이 해상도에 따른 적합한 응용이 어떤 것인지에 대한 분석 결과를 발생시킨다.
- 서비스 렌더링(SR:Service Rendering) 모듈 : 변경된 사용자 환경에 적합한 그래픽 콘텐츠 응용의 구성들을 재구성하고 구성들에 맞는 응용프로그램들을 선택하여 적응 서비스를 생성한다.
- 서비스 전달 모듈 : 사용자 단말기 장치에 적응 서비스를 전달한다.

3.1.2 서비스 렌더링 모듈을 위한 구성들

서비스 렌더링 미들웨어는 SA와 SR모듈이 중요한 구성 요소이다. 하지만 본 논문에서는 SR모듈의 기능과 구성, 적응 알고리즘에 대해서 중점적으로 제안하고자 한다.

따라서 이 장에서는 서비스 렌더링 모듈과 지능형 LOD 알고리즘 모듈에서 필요한 구성요소 집합들을 정의한다. 정의된 모든 구성요소들에 대한 정보와 응용에 필요한 실질적인 자료들은 모두 데이터베이스에 저장되어 있다. 각 구성들과 자료들은 고려된 모든 단말기 장치의 종류별로

그 수만큼 단계로 나뉘어져서 미리 생성시켰으며, 자료들의 경우 장치의 성능과 해상도에 맞게 평균적인 범위를 가진 정밀도로 미리 생성 계산 되어 졌다.

구성요소들은 다음과 같다.

먼저, 적응 서비스를 S로 나타내면 적응 서비스 집합은 단말기, 응용프로그램, 그래픽 라이브러리, 시스템 파일, 모델링, 렌더링 함수 집합들, 텍스처 이미지나 소리나 음향 음악 같은 사운드 파일, 동영상 파일 등의 리소스 집합이 필요하다.

$$S_i = \{ D_i, A_i, L_i, H_i, M_i, R_i \}, 1 \leq i \leq n,$$

n= number of devices  
 D : Device set, A: Application Program set,  
 L: Graphic Library set, H: Header files,  
 M: Method set, R: Resource set

적용 서비스 집합 S의 각 원소들에 대한 구성 요소들에 대한 정의는 다음과 같다.

단말기 집합은 D로 정의되며 장치의 종류를 나타내는 이름과 성능, 메모리와 해상도를 원소로 가진다.

$$D_i = \{ dn, dp, dm, dr \}, 1 \leq i \leq n$$

n= number of devices  
 dn : device name,  
 dp : device performance,  
 dm: device memory  
 dr:device resolution,

그 다음은 실행파일인 응용 프로그램 집합으로 A로 정의되며, 그래픽 라이브러리와 응용에서 필요한 시스템 파일, 메소드들을 원소로 가진다. 그래픽 라이브러리와 시스템 파일들은 응용의 종류에 따라 임의의 숫자 범위를 가지며 필요한 메소드의 수는 응용에서 생성하는 그래픽 콘텐츠 종류에 따라 달라진다.

$$A_i = \{ ali, ahi, \sum ami \}, 1 \leq i \leq n, 0 \leq j \leq \text{arbitrary number}$$

n= number of devices  
 al : application libraries,  
 ah: system files,  
 am: application methods

그래픽 라이브러리는 응용 프로그램 안에 포함해야 할 특별한 기능을 가진 함수들의 집합으로 응용 구성요소 A의 원소인 메소드 들처럼 사용자 환경 즉, 단말기 장치에 따라 큰 영향을 미치므로 사용자 환경에 따라 정밀도를 달리한 여러 단계의 라이브러리가 필요하다. 그래픽 라이브러리는 L로 정의되며, 매크로와 전처리문, 라이브러리에서 필요한 시스템 파일들의 원소를 가진다. 필요한 매크로나

전처리 문, 시스템 파일의 수는 그래픽 라이브러리의 형태에 따라 달라지며, 따라서 임의의 수로 표현 하였다.

$$L_i = \{ \sum l_m, \sum l_p, \sum l_f \}, 1 \leq i \leq n, 0 \leq j \leq \text{arbitrary number}$$
  
 n = number of devices  
 l<sub>m</sub> : libraries macro,  
 l<sub>p</sub> : libraries preprocessor,  
 l<sub>f</sub> : libraries header files

일반적으로 응용 프로그램내의 헤더 파일들은 시스템 파일들과 사용자가 정의한 함수들로 구성된다. 헤더 파일은 H로 정의하며, 매크로, 자료형 정의와 함수로 구성된다.

$$H_i = \{ \sum h_m, \sum h_{td}, \sum h_{pf} \}, 1 \leq i \leq n$$
  
 n = number of devices  
 h<sub>m</sub> : macros,  
 h<sub>td</sub> : type definitions,  
 h<sub>pf</sub> : functions

M으로 정의되는 메소드는 응용 프로그램에서 가장 핵심적인 부분으로 많은 객체를 생성하기 위하여 솔리드나 메시, 표면 등의 방법을 이용한 여러 개의 모델링하는 함수와 레이 트레이싱, 라디오 씨티, 볼륨렌더링, 셰이딩, 라이팅, 텍스처 맵핑등의 렌더링 함수를 포함한다. 그래픽 라이브러리와 함께 단말장치의 성능에 따라 많은 제약을 받게 되는 구성요소로 구현되는 범위가 구현하는 프로그래머에 따라 융통성을 가질 수 있는 부분으로 본 논문에서는 평균적인 그래픽 질을 나타낼 수 있는 정도를 고려하였다.

$$M_i = \{ m_n, m_m, m_r \} 1 \leq i \leq n,$$
  
 n = number of devices  
 m<sub>n</sub> : method id,  
 m<sub>m</sub> : modeling methods,  
 m<sub>r</sub> : rendering methods

응용 프로그램의 렌더링 메소드에서 텍스처 이미지나 동영상 혹은 사운드 파일이 사용되었다면 고 사양의 장치에서부터 저 사양의 장치에 맞는 크기를 가지는 리소드들이 제공 되어 져야 한다. 따라서 리소드를 위한 구성은 R로 정의 하며, 리소스 종류, 리소스 크기, 리소스 용량을 원소로 갖는다.

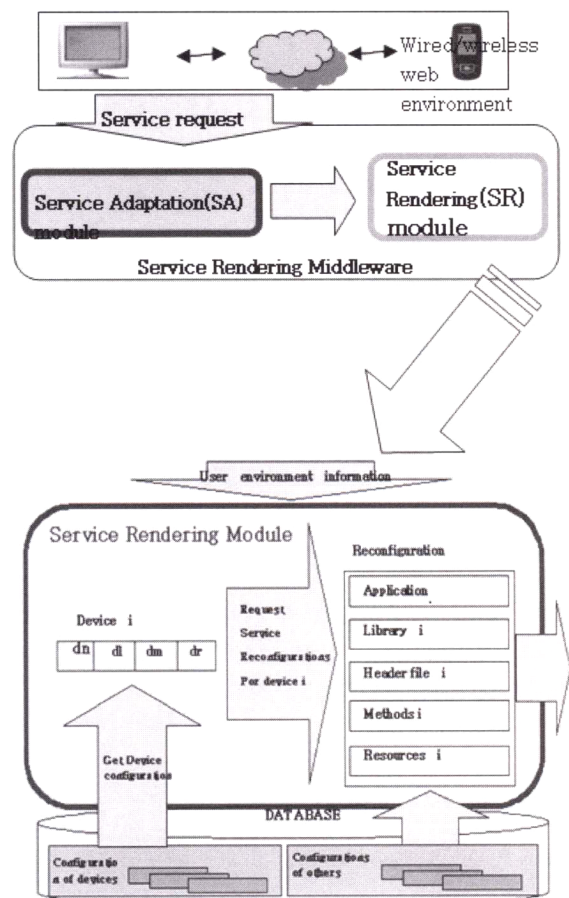
$$R_i = \{ r_n, r_s, r_c \}, 1 \leq i \leq n,$$
  
 n = number of devices  
 r<sub>n</sub> : resource number,  
 r<sub>s</sub> : resource size,  
 r<sub>c</sub> : resource capacity

### 3.1.3 적응 알고리즘

서비스를 이용하고 있는 사용자 환경이 바뀌게 되면 동일한 콘텐츠를 서비스 하기 위하여 더 이상 동일한 텍스처 용량이나 라이브러리 종류 등으로 이루어진 응용프로그램을 보장 할 수 없다. 사용자 환경의 성능이나 메모리 디스플레이의 크기가 현재의 응용 프로그램을 나타내기에는 제한이 많기 때문이다. 따라서 실시간으로 현재의 사용자 환경에 맞춘 동일한 서비스를 제공하기 위해서는 미들웨어 레벨에서 현재의 응용을 사용자 환경에 맞는 응용으로 재구성하여 서비스하여야 한다.

위의 절에서 언급한 구성 요소들은 컴퓨터 그래픽 응용을 서비스 하기 위한 사항들로 서비스 렌더링 모듈에서는 사용자 환경이 바뀌어진 경우 현재의 환경에 필요한 구성들을 재구성하는 작업을 한다. 아래의 그림 2는 서비스 렌더링 모듈에서의 재구성 처리과정을 나타내고 있다.

먼저, 데이터베이스로부터 바뀌어진 환경의 단말기 장치의 재구성이 이루어지며, 단말기 장치에 재구성에 따라 응용프로그램 구성과 응용프로그램의 내부에 필요한 라이브러리들과 시스템 파일들 그리고 메소드들과 리소스 들이 각각 재구성되어 새로운 적응 응용 재구성이 형성되어 지능형 LOD 모듈로 전달된다.



(그림 2) 서비스 렌더링 미들웨어

#### 4. OpenGL ES를 사용한 예제 및 분석

이 장에서는 위의 3장에서 제안한 적응 서비스를 위하여 응용프로그램을 다단계로 나누어서 서비스 해야만 하는 필요성을 컴퓨터 그래픽스 응용프로그램 예를 들어 분석한다.

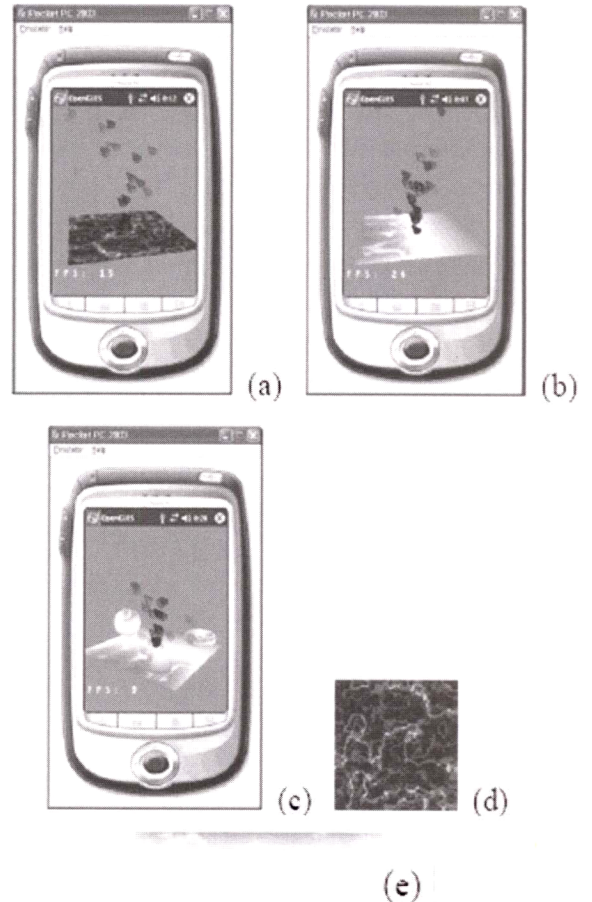
일반적으로 3D 그래픽의 응용 프로그램에서 처리 할 수 있는 폴리곤의 수는 워크스테이션 환경에서는 1초에 수백만 폴리곤을 처리 가능하며 하드웨어와 그래픽 카드의 발전으로 데스크탑 환경에서조차도 수십만~1백만 폴리곤의 처리가 가능하다. 반면에 PDA나 모바일 폰 같은 장치에서는 초당 처리 할 수 있는 폴리곤의 수는 수 천개 정도로 워크스테이션이나 데스크 탑에 비해서 매우 제한적이다. 물론 3백만~5백만 폴리곤을 처리하는 모바일용 게임 폰이 출시가 되고 있다고는 하지만 게임만을 위한 특별한 장치이며 일반적인 모바일 단말기 장치들은 아직까지 그 성능이 매우 낮은 수준이다.

텍스처 이미지의 경우 워크스테이션이나 데스크 탑은 수MB의 이미지도 무리없이 처리 할 수 있지만 PDA는 단지 수백KB만을 무리 없이 처리 할 수 있으며, 모바일 폰에서는 단지 수십KB의 이미지만을 처리 할 수 있다. 또한 레이 트레이싱이나 레디오씨티, 파티클 같은 고급기능의 렌더링을 이용한 그래픽 응용은 PDA나 모바일 같은 성능이 낮은 환경에서는 처리할 수 없는 부분이다.

따라서 단말기 장치의 성능에 적합한 많은 수로 구성된 폴리곤부터 적은 수의 폴리곤으로 구성된 여러 단계의 폴리곤 메쉬나 성능이 좋은 단말기 장치를 위한 큰 크기의 이미지부터 성능이 낮은 단말기 장치를 위한 작은 크기의 텍스처 이미지들이 각각 필요하다.

다음은 OpenGL-ES를 사용하여 PDA 애플레이터에서 실행한 간단한 애니메이션 응용 예제이다. 사용된 응용 프로그램은 웹사이트 [12]에서 다운 받은 예제로 모델링과 텍스처 맵핑을 위하여 두개의 tga파일과 두개의 메쉬 파일이 사용되었다. tga파일과 메쉬 파일의 크기는 PDA에서의 실행율을 비교하기 위해서 용량의 차이가 있는 것으로 선택 하였다.

사용한 PDA 애플레이터는 WinCE 운영체제를 사용하며 16MB RAM 과 240\*320 모니터 해상도를 가지고 있다. 468 Bytes의 용량을 가지는 하나의 raw 메쉬 파일과 256 x 96의 크기를 가진 49KB 의 크기를 가지는 tga 텍스처 이미지(그림 3에서 (e))를 적용한 경우 초당 실행 프레임 수는 24FPS를 나타내었으며, 이 예는 가장 작은 용량의 텍스처 이미지와 메쉬파일을 사용한 경우로 가장 빠른 초당 실행 프레임 수를 나타내었다. 그 다음은 같은 용량을 가지는 raw 메쉬 파일을 사용하고 해상도 128 x 128에 64KB를 가진 텍스처 이미지 (d)를 사용한 경우로 초당 실행 프레임 수는 15FPS를 나타내었다. 마지막으로 102KB의 용량을 가지는 raw 메쉬 파일을 사용하고 해상도 256 x 96의 크기를 가진 49KB(그림 3에서 (c)) 이미지를 적용



(그림 3) PDA에서 두 가지 용량을 가지는 텍스처 이미지와 메쉬 파일을 사용한 결과 화면

<표 1> 텍스처 이미지와 메쉬 파일에 따른 처리 프레임 수

단말기 환경	사용한 텍스처 이미지와 메쉬파일 용량	초당 처리 프레임 수
PDA	49KB(256 * 96) + 468Bytes	24FPS
	64KB(128 * 128) + 468Bytes	15FPS
	49KB(256 * 96) + 102KB	9FPS

한 경우 초당 실행 프레임 수는 9FPS으로 가장 낮은 처리율을 나타내었다[표 1 참조]. 9FPS의 처리율을 나타내는 경우 애니메이션은 매우 부자연스럽게 이루어진다. 따라서 PDA에서 이 응용 프로그램이 적절한 서비스가 되기 위해서는 102KB 텍스처 이미지의 사용은 다소 무리가 있으며 15FPS이상의 실행 프레임 수를 가지는 응용 프로그램을 위해서 용량이 보다 작은 텍스처 이미지를 필요로 한다. PDA와 같은 저 성능 단말기 장치인 경우 모델링하기 위한 데이터 파일이 커질 경우도 응용 프로그램의 애니메이션 실행율이 24FPS에서 15FPS로 현저히 낮아지게 된다. 예제를 통해서 언급한 결과처럼 같은

장치인 PDA에서조차도 사용된 텍스처 이미지의 크기나 용량, 메쉬 파일의 용량에 따라서 처리율이 크게 달라지는 것을 알 수 있다. 따라서 고 성능의 워크 스테이션이나 데스크탑 환경에서 사용되는 응용 프로그램에서의 모델링 함수나 렌더링 방법, 그리고 텍스처 맵핑 등에 필요한 자원들은 PDA와 같은 저 성능의 환경에서의 동일한 서비스를 위해서 서비스 렌더링 미들웨어에서 반드시 낮은 레벨의 응용 프로그램으로의 재 구성이 필요하다.

## 5. 결론 및 향후 연구과제

고성능을 요구하는 컴퓨터 그래픽 콘텐츠의 특성상 다양한 환경에서의 사용자 요구 조건에 맞춘 적응적 그래픽 콘텐츠를 제공하기 위한 미들웨어에서의 서비스 렌더링 방법을 본 논문에서 제안했다. 서비스 렌더링 미들웨어는 다중해상도를 가지는 그래픽 구성요소와 이를 바탕으로 데이터베이스로부터 사용자 환경에 맞는 응용프로그램을 손쉽게 생성할 수 있다.

서비스 렌더링 미들웨어를 지원하기 위해서 향후 다중 해상도를 가지는 응용프로그램을 실시간으로 생성시킬 수 있도록 다중 해상도 모델링과 렌더링을 위한 인터페이스에 대한 연구가 필요하며 서비스 적응 모듈에서의 세부적인 분석을 위한 기준과 알고리즘 체계가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] Korva J, Plomp J, Määttä P, Metso M, "On-line Service Adaptation for Mobile and Fixed Terminal Devices", Proceedings of the Mobile Data Management '01, pp. 252-259, 2001.
- [2] H. Kim, C. Joslin, T. Di Giacomo, S. Garchery, N. Magnenat-Thalmann. "Multi-resolution Meshes for Multiple Target, Single Content Adaptation within the MPEG-21 Framework", IEEE ICME Conference, pp.1699-1702. June 2004.
- [3] P. Gioia, A. Cotarmanac'h, K. Kamyab, P. Goulev, E. Mamdani, I. Wolf, A. Graffunder, G. Panis, A. Hutter, A. Difino, B. Negro, M. Kimiaci, C. Concolato, J. Dufourd, T. Di Giacomo, C. Joslin, N. Magnenat-Thalmann, "ISIS: Intelligent Scalability for Interoperable Services", IEE CVMP, pp. 295-304. March 2004.
- [4] Peter Soetens, Matthias De Geyter, "MultiStep Media Adaptatio: Implementation of a Knowledge Based Engine", the 14th international conference on World Wide Web, pp. 986-987, 2005.
- [5] Alexandre Kotarmanac'h, Renaud Cazoulat, "Architecture

for multimedia content adaptation delivery over heterogeneous environments", Broadband Europe, session 10. Paper 10-04, December 2004.

- [6] Anthony Vetro, Christian Timmerer, "Digital Item Adaptation: Overview of Standardization and Research Activities", IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 7, No. 3, pp. 418-426, 2005.
- [7] Yongik Yoon, Eunyong Yoon, Sujung Kim, Kisoong Kang, Youngjoo Yang, Hakran Kim, "A Study on the Reflective Middleware for Next Generation Wired/Wireless Collaborative Application Service", Research Program supported by Ministry of Information & Communication in Republic of Korea, 2004.
- [8] Yiqun Hu, Liang Tien Chia, Deepu Rajan, "Region-of-Interest based Image Resolution Adaptation for MPEG-21 Digital Item", Proceedings of the 12th annual ACM international conference, pp. 340 - 343, 2004.
- [9] Mulugeta Libsie, Harald Kosch, "Content Adaptation of Multimedia Delivery and Indexing using MPEG-7", Proceedings of the tenth ACM international conference, pp. 644 - 646, 2002.
- [10] Metso M, Koivisto A, Sauvola J, "Content model for mobile adaptation of multimedia information", Journal of VLSI Signal Processing 29: pp. 115-128., 2001.
- [11] Hyung Seok Kim, Chris Joslin, Thomas Di Giacomo, Stephane Garchery, Nadia Magnenat-Thalmann, "Device-based decision making for adaptation of three-dimensional content", Visual Computer 2006, pp. 332-345, 2006.
- [12] Oleg Davidyuk, Jukka Riekk, Ville-Mikko Rautio, Junzhao Sun, "Context-Aware Middleware for Mobile Multimedia Applications", pp. 213 - 220, 2004.



## 김 학 란

e-mail : imhera@sm.ac.kr

1987년 숙명여자대학교 전자계산학과  
(학사)

2003년 숙명여자대학교 정보통신대학원  
(통신학석사)

2007년 숙명여자대학교 대학원 컴퓨터학과  
(박사과정 수료-컴퓨터 과학)

2004년~현재 한성대학교 멀티미디어공학과 겸임교수  
관심분야: 컴퓨터그래픽, 게임, 가상현실, 멀티미디어,  
유비쿼터스 컴퓨팅 등



**윤 용 익**

e-mail : yiyoon@sm.ac.kr  
1985년 KAIST 대학원(공학석사)  
1994년 KAIST 대학원(공학박사-  
Computer Science)  
1985년~1997년 ETRI  
1997년~현재 숙명여자대학교  
멀티미디어과학과 교수

관심분야: 멀티미디어 분산시스템, 유비쿼터스 컴퓨팅, 모바일  
멀티미디어 시스템, 모바일 임베디드 시스템 등



**박 화 진**

e-mail : hwajinpk@sm.ac.kr  
1987년 숙명여자대학교 전자계산학과  
(학사)  
1989년 숙명여자대학교 대학원  
전자계산학과(이학석사)  
1997년 Arizona State Univ. Computer  
Science(공학 박사-Computer  
Graphics)

1997년~1998년 삼성 SDS연구소 선임 연구원  
1998년~2000년 평택대학교 전임강사  
2000년~현재 숙명여자대학교 멀티미디어과학과 교수  
관심분야: 컴퓨터그래픽, 3D 모델링, 가상현실, 게임,  
멀티미디어 등