

유비쿼터스 환경에서 다중레벨 3D 그래픽 콘텐츠의 적용 서비스를 위한 미들웨어 연구

김학란*, 박화진**, 윤용익***

요약

모바일 컴퓨팅과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 컴퓨터 그래픽의 사용 및 응용이 점점 더 증가되고 있다. 컴퓨터 그래픽의 실시간 모델링 및 렌더링은 시스템의 성능에 크게 영향을 받으며 핸드폰이나 PDA 등 저 성능의 시스템인 경우 사실상 불가능한 경우도 있다. 따라서 기존에 어떤 상황에 있는 사용자든지 사용자 환경에 맞는 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠를 실시간으로 제공하기 위한 방법으로 지능형 서비스 렌더링 미들웨어를 제안했다. 서비스 렌더링 미들웨어는 다중 단계를 가지는 구성요소와 응용이 필수적으로 요구되어지며 본 논문에서는 서비스 렌더링 미들웨어에서의 그래픽 콘텐츠의 적용 레벨을 결정하기 위한 단말기 성능별 다중해상도 알고리즘을 제안한다.

Multi-Level Study for Adaptation Service of 3D Graphics Contents in Ubiquitous Environment

Hakran Kim*, Hwajin Park**, Yongik Yoon***

Abstract

Recently, the use and application of computer graphics in the mobile and ubiquitous environment are growing. Real-time rendering and modeling for computer graphics are due to system performance, there're lots of limitation in lower system such as PDA and cell phone etc. Therefore, we suggested the intelligent Serving Rendering Middleware which is to provide adaptation service of computer graphics contents fit to user's environment real-time whatever environment the users are in. The Service Rendering Middleware needs multi-level configurations and applications, so, in this paper we propose multi-level algorithm to decide adaptation levels are deal with separately according to device performance.

Keywords : ubiquitous, middleware, service rendering, adaptation service, multi-resolution

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용자는 사용하는 단말기, 시간, 장소, 원하는 콘텐츠의 질 및 종류 등 다양한 환경요소를 가진다. 따라서 사용자에 게 서로 다른 환경에 있으면서 원하는 정보와 서비스를 좀 더 유연하게 제공하기 위한 기술이

요구된다.

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

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

※ 제일저자(First Author) : 김학란
접수일자:2007년05월14일, 심사완료:2007년06월27일
* 한성대학교 멀티미디어공학과 겸임교수
imhera@sookmyung.ac.kr
** 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수
*** 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수

일 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 차별화된 다중 해상도를 가지는 그래픽 콘텐츠를 생성하기 위해서는 다단계 모델링이나 다단계 렌더링, 다단계 텍스처 이미지를 어떤 수준에 맞추어 단계를 결정할 지에 대한 알고리즘 또한 필요하다.

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 산업 분야 등 많은 분야에서 컴퓨터 그래픽의 사용 및 응용이 점점 더 증가되고 있다.

따라서 어떤 상황에 있는 사용자인지 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 적응알고리즘을 제안한다.

2. 관련연구

본 장에서는 적응적 서비스에 관련된 기존 연구와 지능형 컴퓨터 그래픽스에서의 LOD 알고리즘 개념, 데스크탑과 모바일 기기에서 3D 그래픽을 표현하기 위한 기법에 대해서 기술한다.

2.1 적응적 알고리즘

유연한 서비스를 보장하는 상황인식 미들웨어에 대한 관심이 증가하고 있으며 따라서 다양한

서비스에 맞는 서로 다른 context들에 기반을 둔 상황 적응형 서비스를 제공하기 위한 기법들이 연구되고 있다. 특히 최근에는 모바일에서의 멀티미디어 서비스를 위한 context-aware 미들웨어에 대한 연구가 활발하다. 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 [6]에서는 스스로 추론하고 행동할 수 있는 리플렉티브 미들웨어를 제안했다. 리플렉티브 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 자가 적응을 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 [4]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 선택

적 사항으로 나누고 선택적 사항의 경우 자원이 충분하지 않은 경우 서버 측에 두고 서비스하는 모델을 제안했다. 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 [5]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 툴의 관점과 응용에서의 몇몇 통찰을 제공하였다. 또한 디지털 아이템을 위한 진행중인 표준들과 향후 문제점을 언급하였다. 그리고 비트스트림 구성 기술을 위한 아키텍처와 터미널과 네트워크의 품질을 이용해서 미디어 자원 적응 엔진을 위한 적합한 변수들을 정의하고 메타데이터의 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 [7]에서는 MPEG4의 오디오 비디오 정보, 지형 네비게이션, 2D, 3D 그래픽을 위한 확장 가능한 적응 서비스를 하기 위한 다양한 기법을 제안했다. 따라서 위에 언급한 방법들은 본 논문에서 제안하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 적응 방법인 Level of Detail 미들웨어의 개념의 배경이 되었다. 하지만 일반적인 컴퓨터 그래픽 적응을 생성하기 위한 응용의 요소들에 대한 모델이 생략되어 있다.

2.2 Progressive Mesh

얼마 전까지 컴퓨터 그래픽스는 사진과 같은 실질적인 이미지나 영상을 얻기 위해서 매우 상세한 기하 모델링이나 렌더링 부분에 관련된 연구를 진행하여 왔다. 하지만 유비쿼터스 환경에서는 실제와 같은 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠만 생성하는 연구보다는 다양한 사용자 환경에 맞는 서비스를 더 중요시하게 되었다. 양질의 그래픽

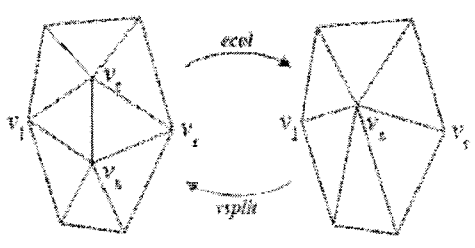
콘텐츠는 웹상에서 워크스테이션이나 데스크탑에서의 서비스를 위해서도 많은 비용을 요구하는 단점이 오래 전부터 제기되어져 왔다. 많은 저장 공간을 요구하고 전송 시간이라든지 렌더링 시간 등에 대한 실질적인 문제점들이 그것들이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 다중 해상도 방법을 사용한 많은 연구들이 있다.

최근에는 다중해상도 방법이 여러 목적으로 사용되고 있으며 1990년대에 연구된 다중해상도 방법들이 API로 개발되어서 상용화 되고 있다. 현재 유비쿼터스 환경에서의 멀티미디어 콘텐츠의 적응 서비스를 위한 연구 논문 [8],[9]에서 변형된 Progressive mesh 방법을 사용하고 있으며 Radu Vultur사에서 MESH라는 이름의 API를, Action3D사에서는 Action3D Reducer라는 이름의 API를 Egerter Software사에서는Power Render SDK라는 API를 개발하여 판매 중이다.

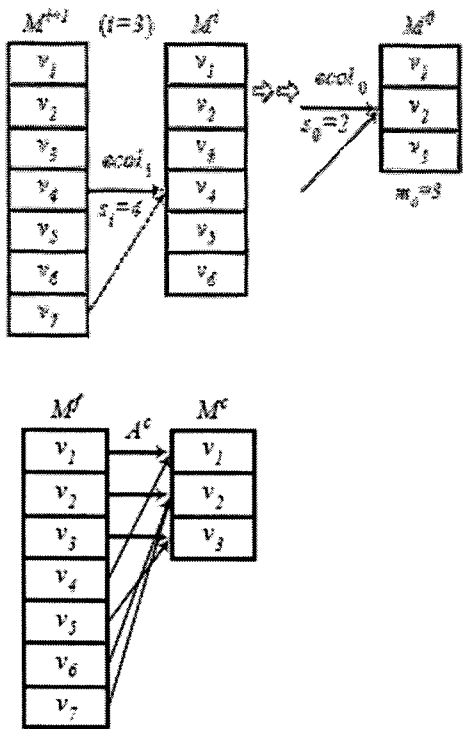
본 논문에서도 Progressive mesh방법의 다중 해상도 알고리즘 방법을 선택하여 적응 레벨을 결정하며 따라서 이 절에서는 Progressive mesh를 고찰해 보고자 한다.

이 방법은 *edge collapse*이라는 간단한 변형을 통해서 효과적으로 메시를 단순화시키는 방법이다. 아래의 (그림 1)에서 보여주는 바와 같이 *edge collapse* 변형은 두 개의 인접한 정점과 v_1 를 하나의 정점인 v_s 로 합치는 방법이다. 이 변형을 $ecoll(v_s, v_1)$ 로 표시하며, 정점 v_1 와 두 개의 인접한 면 $\{v_s, v_1, v_1\}$ 와 면 $\{v_1, v_s, v_1\}$ 은 처리 과정 중에 사라지게 된다. 정점 v_s 의 위치는 새로운 통합된 정점으로 명세 되게 된다. 이런 과정을 되풀이 하면 초기 메시 집합은 여러 단계의 메시 집합을 거쳐 점점 단순화되며 가장 단순한 형태의 메시 집합으로 만들어 질 수 있으나 매우 거친 형태의 객체를 만들게 된다. *edge collapse*에서의 순서를 결정하는 방법은 매우 조심스럽게 이루어져야 하는데 이는 근사되어지는 메시 집합의 질을 결정하기 때문이다. *edge collapse*은 역 변환도 가능한 방법이다. 정점을 분리하는 역 변환을 *vsplit*라고 부른다. 정점 v_s 에서 v_1 를 분리하기 위해서는 *vsplit* (s, l, r, t, A)이라는 정점 분리 변환 집합을 가진다. 여기서 A 는 속성 정보로 분리에 영향을 받는 두 개의 정점 위치와 새로 생성되는 두개의 면의 분산 속성과 영향을 받는 모서리의 스칼라 속성

등을 포함한다. 아래의 (그림 2)는 임의의 단계 $i+1$ 에서 i 로의 *edge collapse*을 처리하는 과정에서 대상이 되는 두 개의 정점을 스칼라 속성으로 표현한 예와 7개의 정점을 가지는 메시 집합 M^i 가 현재 3개의 정점을 가지는 M^c 로 변환되었을 경우 속성 정보 A^c 를 보여주고 있다[10].



(그림 1) progressive mesh 방법



(그림 2) Edge Collapse처리 과정

Progressive mesh는 어느 edge를 선택해서 collapse할 것인지, 영향을 받는 이웃하는 정점들에게 무슨 속성을 할당할 것인지를 결정하는 알

고리즘에 따라 중간 단계의 메시 집합의 질이 달라지는 데 속도와 정확성이 교환조건이 되게 된다. 즉 가능한 많은 알고리즘을 사용하게 된다. 논문 [8],[9]에서는 기존의 연구에서 발표된 랜덤하게 선택하는 방법과 평면에서의 거리를 이용한 자기 학습법등을 참조하여 속성을 보존하는 정도와 스칼라 속성의 정확도, 곡선의 기하적인 정확도, 거리 등을 고려하여 선택하도록 하였다[10].

3. 적응서비스

유무선 네트워크를 통한 정보를 공유하고자 하는 기술은 나날이 성장하고 있는 추세이다. 따라서 기존에 이동하면서 웹상에서 게임이나 애니메이션 같은 컴퓨터 그래픽스 콘텐츠를 이용 중인 사용자를 위한 효율적인 서비스 렌더링 미들웨어를 제안하였으며 이장에서는 서비스 렌더링 미들웨어의 주요한 점을 설명한다.

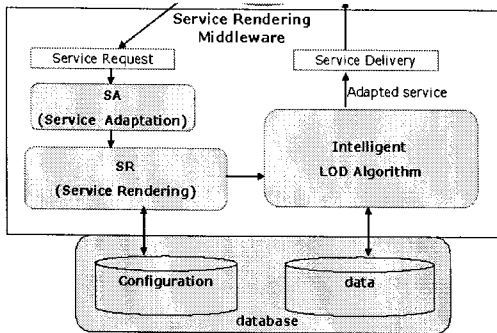
일반적으로 사용자의 환경에 따라 동일한 서비스를 적응시키기 위해서는 네트워크특성들, 사용자 환경 특성, 사용자 선호도 등을 모두 고려하여 적응 서비스를 계산해 주어야 한다. 하지만 본 논문에서는 가장 첨예한 영향을 미치는 사용자 환경의 특성에 해당하는 단말기 장치의 성능, 해상도를 고려한 적응 서비스를 고려하였다. 본 논문에서는 3차원 컴퓨터 그래픽 콘텐츠의 적응 서비스를 위한 새로운 개념의 미들웨어인 서비스 렌더링 미들웨어를 제안한다. 서비스 렌더링 미들웨어는 기능에 따라 크게 몇 가지 모듈로 나누어지는데 각 모듈과 역할은 다음과 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 적

합한 응용이 어떤 것인지에 대한 분석 결과를 발생시킨다.

- 서비스 렌더링(SR:Service Rendering) 모듈 : 변경된 사용자 환경에 적합한 그래픽 콘텐츠 응용의 구성들을 재구성한다.
- 지능형 LOD 알고리즘(Intelligent LOD Algorithm) 모듈 : 서비스 렌더링 모듈에서 만들어진 구성들에 맞는 응용프로그램들을 선택하여 적응 서비스를 생성한다.
- 서비스 전달 모듈 : 사용자 단말기 장치에 적응 서비스를 전달한다.

다음 (그림 3)은 서비스 렌더링 미들웨어의 모듈들과 적응 서비스를 생성하기 위한 흐름을 나타내고 있다.



(그림 3) 서비스 렌더링 미들웨어 구성도

4. 다중레벨의 메시 모델 생성

메시란 3D모델링의 하나의 표현 방법으로 생성하고자 하는 객체의 표면에 있는 정점 정보들을 사용하여 다각형을 선으로 표현하는 방식이다. 따라서 같은 크기의 객체를 표현할 때 정점의 정보가 많아지면 다각형의 개수가 많아지게 되므로 조밀한 메시 모델로 나타나게 되며 정점의 정보가 적으면 다각형의 개수가 줄어들면서 상대적으로 하나의 다각형의 크기는 크게 나타나는 메시 모델로 표현되게 된다. 그러므로 생성하고자 하는 객체의 색을 입히는 렌더링 전 단계에서 객체의 표면을 메시로 표현하게 되면 최종적으로 표현될 3D 객체의 질을 미리 알 수 있다. 같은 객체를 모델링할 때 메시의 개수가 많아질수록 3D 객체는 양질의 이미지로 표현되지

만 하나의 장면에 포함되는 수많은 객체를 모두 고려해야 하므로 메시의 개수를 조절해야 할 필요성이 있다. 이러한 필요성에 의해 나온 기술이 워크스테이션이나 데스크 탑에서의 실시간 3D 처리를 위한 LOD이다.

따라서 본 논문에서는 LOD 기술의 기본 개념을 도입하여 유비쿼터스 환경에서의 단말기 장치의 여러 가지 환경요인을 고려한 다중레벨 메시 모델러 인터페이스를 제안한다.

다중레벨의 메시 모델러를 위해서 먼저 고려해야 할 사항들은 다음과 같다. 각 단말기 장치의 종류에 따른 성능은 매우 중요한 조건으로 성능에 영향을 미치는 요소들은 CPU의 성능과 데스크 탑이나 랩탑 컴퓨터의 경우에는 그래픽 카드의 종류에 따른 다각형 처리 능력 요소를 고려하여야 지원되는 모니터 해상도를 다중레벨화의 기준이 되는 요인으로 고려하였다. 또한 단말기 장치의 종류는 4가지로 한정하였으며 데스크탑과 랩탑컴퓨터, PDA, 휴대폰이 그것들이다. 본 논문에서는 사용자 환경 중에서 사용자의 디바이스 성능을 적응성을 결정하는 가장 큰 요소로 고려하였다. 따라서 디바이스의 용량에 따른 3d콘텐츠의 적응 레벨을 결정하기 위하여 다음과 같은 수식을 사용한다. 즉 다음의 수식들을 사용하여 여러 단계의 해상도를 가지는 메시 모델을 생성하거나 물체의 렌더링에 적용할 적응 방법을 결정할 때 적응의 정도를 결정할 수 있다.

$$D_{LR} = C_c / C_p \quad (1)$$

- Device Level Ratio (L_{LR}) : 현재 서비스 되어져야 할 그래픽 콘텐츠의 레벨을 결정하기 위한 비율이다. 비율은 현재 적응이 이루어져야 할 디바이스의 성능을 C_c 라고 하고 이전에 이용 중이던 디바이스의 성능을 C_p 라고 하면 L_{LR} 의 범위는 0과 1사이의 값과 1에서 m 사이의 값을 갖게 되도록 한다. m 은 가장 성능이 좋은 디바이스의 수치를 의미 한다. L_{LR} 이 0과 1사이의 값을 갖는 경우는 이용 중인 콘텐츠의 수준을 낮추어 적용시켜야 할 경우이며, 1에서 m 사이의 값을 가지는 경우는 이전에 이용 중이던 디바이스의 성능보다 더 나은 성능을 가지는 디바이스 환경으로의 적응이 필요한 경우이다. 1에 가까운 값인 경우 콘텐츠의 적응을 위한 처리 과정은 더 이상 이루어질 필요가 없다. 또한 이 비율이

기준 이하의 값을 가질 경우에도 사용자가 디바이스를 변경하여 같은 콘텐츠를 이용하고자 할 때 적응 처리 과정은 불필요하며 같은 수준의 단계를 가지는 콘텐츠가 그대로 서비스 된다. 1보다 낮은 L_{LR} 의 값을 가지는 경우 1과의 차이가 0~0.2사이인 경우 더 이상의 적응이 필요치 않으며, 0.2~0.4사이의 경우 가중치를 -1로, 0.4~0.6사이의 경우는 가중치를 -2로, 0.6~0.8은 가중치를 -3으로 0.8~1.0은 가중치를 -4로 설정한다. 가중치가 작아질수록 콘텐츠의 해상도 단계는 많이 낮추어 진다. 반대로 L_{LR} 의 값이 1보다 큰 경우 1과의 차이가 0~0.9인 경우 적응이 이루어 지지 않는다. 차이가 1~1.9인 경우 가중치를 2로 설정하며, 2~2.9는 3으로, (m-1)~(m-0.1)의 경우는 m+0.1로 설정한다. 가중치가 커질수록 해상도 단계는 높아진다.

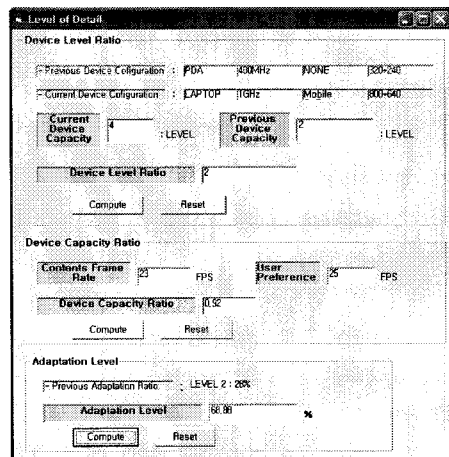
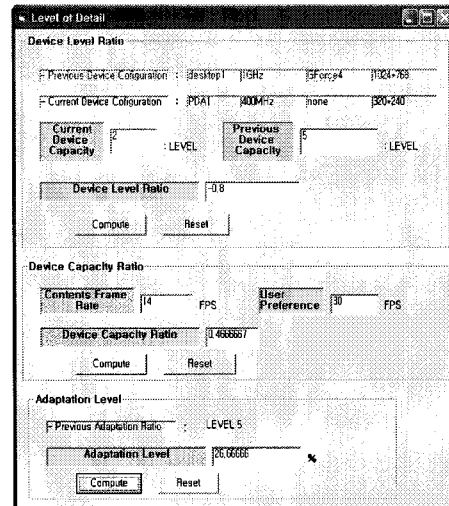
$$D_{CR} = C_R / M_R \quad (2)$$

- Device Capacity Ratio(D_{CR}) : 콘텐츠가 실행 중인 디바이스에서의 콘텐츠 실행율(C_R)과 사용자가 원하는 최대의 실행율(M_R)에 의한 콘텐츠 실행율을 평가 하기위한 비율이다. 만약 사용자가 원하는 실행율이 초당 25프레임 이상을 원한다고 하면, 적응이 이루어지기전의 콘텐츠를 그대로 디바이스에서 실행할 때의 실행율이 25프레임이 그대로 나온다면 더 이상의 적응은 필요하지 않다. 즉, D_{CR} 의 값이 1일 경우 적응이 필요하지 않으며 0.8이상의 값을 가지는 경우도 콘텐츠를 무리 없이 이용할 수 있는 환경으로 간주하여 적응을 필요로 하지 않는다. 0.8이하의 값을 가지는 경우 최소한 0.8의 값을 가질 수 있도록 하는 배율 x 의 값을 구한다. D_{CR} 의 값이 0.8이상일 경우 배율 x 는 1로 설정한다.

$$A_{CL} = P_L - ((abs(D_{LR}) + D_{CR}) / 2 * 100) / 3$$

- Adaptation Level(A_{CL}) : 현재의 바뀐 사용자 환경에 적합한 적응이 어떤 단계인지를 나타내는 수치이다. 콘텐츠를 이용하고 있는 사용자의 바뀌기 전의 적응 정도(P_L)와 현재 필요한 적응 정도의 차를 백분율로 환산하여 Adaptation Level(A_{CL})의 값을 구한다. 현재 필요한 적응 정도는 Device Level Ratio (L_{LR})와 Device Capacity Ratio(D_{CR})을 더하고 평균을 구한다. 이 과정은 디바이스 환경과 사용자의 원하는 실행율 정도를 둘 다 고려함으로써의 보다 더 사용

자가 만족할 만한 수준의 해상도로 적응 시킬 수 있다. 또한 사용자가 원하지 않을 경우 적응 처리가 필요 없는 경우 더 빠른 적응 서비스를 제공할 수 있게 된다. Adaptation Level(A_{CL})의 결과로 나온 백분율은 콘텐츠의 원래 해상도를 100%로 하였을 경우 대비되는 수치 값으로 현재와 이전의 적응 정도의 차이만큼의 적응이 다시 적용되어져야 한다.



(그림 4) 적응레벨 수준 결정 예

(그림 4)는 두 가지 경우의 적응 레벨 결과를 보여주고 있다. 먼저 현재 디바이스 환경이 PDA이고 이전의 환경이 데스크 탑 1이며, 3d콘텐츠 실행율이 사용자가 원하는 실행율의 약

47%에 불과한 경우, 적응 정도는 원래의 26%로 콘텐츠의 해상도를 낮추어야 한다. 또 다른 예제의 경우는 현재 디바이스 환경이 랩탑이고 이전 환경이 PDA인 경우로 사용자가 원하는 실행율의 92%를 만족하는 수준이다. 따라서 적응 정도는 원래의 약 68.8%의 콘텐츠 해상도를 요구하므로 이전의 28%에서 해상도를 높여주는 적응 처리가 필요하다. 따라서 적응 정도는 원래의 약 68.8%의 콘텐츠 해상도를 요구하므로 이전의 28%에서 해상도를 높여주는 적응 처리가 필요하다.

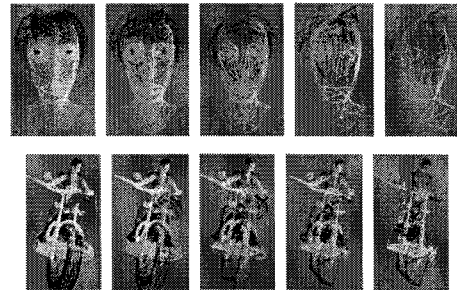
다중레벨 수준이 결정되면 가장 상위 레벨의 수준에서 다각형의 수를 줄이기 위한 방법으로 기존의 다중해상도 방법 중의 하나인 edge contraction 방법을 본 논문에서도 사용한다.

5. 다중해상도를 이용한 단말기 성능 분석

3d 그래픽 콘텐츠의 해상도에 따른 디바이스에서의 프레임 비율을 비교함으로써 적응 정도에 대한 검증은 예제를 통하여 보여준다. 메시를 줄이는 프로그램의 제한된 사용에 의하여 디바이스 환경은 랩탑과 데스크 탑 컴퓨터로 제한하였다. 데스크탑 환경은 Window XP, Pentium 4, CPU 2.8GHz, 512MB RAM, 모니터 해상도 1280 x 1024, 그래픽 카드는 NVIDIA GeForce 4 MX 440이다. 반면에, 랩탑 환경은 Window XP, Mobile Pentium 4, CPU 2.4GHz, 512MB RAM, 모니터 해상도 1024 x 768, 그래픽 카드는 Mobility RAEDON 9000이다. 사용한 예제 파일은 demo Action3D Reducer program[12]을 사용하였다. Action3D Reducer는 Action3DInc.에서 만든 상용화된 메시를 줄이는 프로그램으로 Progressive Mesh방법과 Retained Mode Mesh방법을 지원해준다. 본 논문에서는 Progressive Mesh방법을 사용하였다.

(그림 5)는 3d Max를 사용하여 모델링한 예제를 progressive mesh 방법을 사용하여 원래의 모델링한 original mesh수를 각각 50%, 20%, 10%, 2.4%로 줄인 경우를 보여주고 있다. 모델링한 original 예제들은 11749개의 다각형과 6903개의 vertices들로 이루어진 face model과 46994개의

폴리곤과 25467개의 정점들로 이루어져있다. <표 1>에서는 이 모델들을 5가지 해상도를 가진 예제로 실행하였을 경우의 다각형 수와 정점의 수를 보여주고 있으며, 예제들을 데스크 탑과 랩탑에서 각각 실행한 결과 프레임 비율은 <표 2>와 같다.



(그림 5) 다중해상도 메시 모델 예
(위 왼쪽부터 : 얼굴모델11749, 5873, 2347,1173 , 285 폴리곤) (아래 왼쪽부터: 모터사이클을 탄 남자 모델 :46994, 23491, 9348, 4985 ,1912 폴리곤)

예제들의 실행 프레임 비율이 original model에 비해 해상도를 약 1/2씩 낮추고 가장 낮은 해상도의 경우 약 2%에 불과한데도 불구하고 크게 차이가 나지 않는다. 이는 각 단계의 모델에 해당하는 다각형 수를 처리하기 위한 순수한 프레임 비율을 계산하지 않고 progressive mesh를 줄여서 해당 단계의 다각형을 처리하는 프레임 비율을 나타내기 때문이다. 따라서 실험한 예제들은 동일한 모델을 데스크 탑과 랩탑에서 각각 실행하였을 경우 프레임 비율의 차이를 알아보기 위해 적합하며, 4장에 언급한 적응 비율을 테스트하기 위한 예제이다. 동일한 mesh수를 가지는 얼굴 모델 경우 데스크 탑에 비해 랩탑에서의 프레임 비율이 약 63%에 불과하며, 모터사이클을 탄 남자 모델의 경우는 약 87%이다. 따라서 콘텐츠의 종류에 따른 여러 가지 구성정보와 사용자의 원하는 적응 정도를 고려한 본 논문에서의 적응 방법은 다양한 3d 그래픽 콘텐츠를 이용하는 사용자의 디바이스 환경 변화에 적합한 적응 서비스를 보장하게 할 것으로 보인다.

<표 1> 다중해상도 종류에 따른 다각형 수와 정점 수

단위	얼굴 모델					모터사이클을 탄 남자 모델				
	original	50%	20%	10%	2%	original	50%	20%	10%	2%
다각형 수	11749	5873	2347	1173	285	46894	23491	9344	4984	1911
정점수	6903	3848	1707	882	354	25467	13499	5894	3394	1734

<표 2> 단말기 별 프레임 비율

단말기	얼굴 모델					모터사이클을 탄 남자 모델				
	original	50%	20%	10%	2%	original	50%	20%	10%	2%
데스크탑	61.6	66.7	69.7	72.1	73.9	33.1	34.7	35	35.1	35.7
랩탑	39.1	40.4	43.2	46	50.4	29	37	39.1	39.9	41.1

단위 : fps(frame per second)

6. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경 하에서의 그래픽 콘텐츠의 이용이 증가함에 따라 사용자의 환경의 변화에도 동일한 콘텐츠를 서비스 하는 미들웨어 시스템과 다중 해상도의 단계를 결정하기 위한 방법을 제안하였다. 제안한 서비스 렌더링 미들웨어는 크게 세 가지 모듈로 구성되어 사용자의 환경 변화에 대한 분석과 환경에 적합한 서비스 재구성을 하고 현재의 사용자 환경에 맞는 단계의 새로운 3d 그래픽 콘텐츠를 생성하여 제공한다. 또한 여러 단계의 해상도를 가지는 메시 모델을 생성하거나 물체의 렌더링에 적용할 적응 방법을 결정할 때 적응의 정도를 결정할 수 있는 알고리즘을 제공함으로써 단계에 맞는 새로운 3d 그래픽 콘텐츠를 생성할 때 실행 시간을 효율적으로 관리할 수 있게 한다.

따라서 다양한 3d 그래픽 콘텐츠를 이용하는 사용자는 디바이스 환경 변화에 적합한 적응 서비스를 보장받게 된다.

애니메이션 영화나 게임 등의 더 다양한 예제에 대한 실험을 통해서 서비스 렌더링 미들웨어에서의 환경 분석 부분의 추가 모듈에 대한 연구와 적응단계를 결정하기 위한 알고리즘의 수치 검증에 대한 연구가 더 필요하다.

참고문헌

- [1] 한정현, 3차원 환경에서의 지형 LOD알고리즘 개발, 과학기술대학원 석사학위논문, 2003
- [2] 김형석, 텍스처를 포함한 다단계 모델의 생성방법과 실시간 렌더링에의 적용, 과학기술대학원, 박사학위논문, 2001
- [3] Tomas Moller and Eric Haines, Real-Time Rendering, A.K. Peters Ltd. 1999
- [4] Oleg Davidyuk, Jukka Rieki, Ville-Mikko Rautio and Junzhao Sun, Context-Aware Middleware for Mobile Multimedia Applications, ACM International Conference Proceeding Series: Vol. 83, pp. 213 - 220, 2004
- [5] AnthonyVetro, Senior Member, IEEE, Christian Timmerer, Digital Item: Overview of Standardization and Research Activities, IEEE Transactions on multimedia, VOL. 7, NO. 3, 2005
- [6] Yongik Yoon, Eunyong Yoon, Sujung Kim, Kisoon 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
- [7] P. Gioia, K. Kamyab, I. Wolf, G.Panis A.Difino, M.Kimiaei, T.DiGiacomo, ISIS: Intelligent Scalability for Interoperable Services., IEE CVMP, pp. 295-304, 2004
- [8] HyungSeok Kim, Chris Joslin, Thomas DiGiacomo, Stephane Garchery, Nadia Magnenat-Thalmann, Multi-resolution Meshes for Multiple Target, Single Content Adaptation within the MPEG-21 Framework., IEEE ICME Conference, pp. 1699-1702, 2004
- [9]. 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, pp. 332-345, 2006
- [10] Hugues Hoppe, "Progressive Meshes", Proceedings ACM SIGGRAPH, pp. 99-108, 1996
- [11] Hakran Kim, Yongik Yoon, Hwajin Park, Service Rendering Middleware(SRM) Based on the Intelligent Algorithm, LNCS 4159, pp. 776-785, 2006
- [12] Survey of Multiresolution Modeling, <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/user/garland/www/multires/survey.html>

[13] Action3D Inc. <http://www.action3d.net/index.htm>

김 학 관



2003년 : 숙명여자대학교 대학원
(통신학석사)
2007년 : 숙명여자대학교 대학원
(박사과정 수료-컴퓨터그
래픽스)

2003년~2007년 : 숙명여자대학교, 서울시립대학교,
한성대학교 출강

2004년~현 재 : 한성대학교 멀티미디어공학과 겸
임교수

관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 게임, 가상현실, 애니메이
션, 유비쿼터스 컴퓨팅(AR) 등

박 화 진



1989년 : 숙명여자대학교 대학원
(이학석사)
1997년 : Arizona State Uni.
Computer Science (공학
박사-컴퓨터그래픽)

1997년~1998년 : 삼성 SDS연구소 선임 연구원

1998년~2000년 : 평택대학교 전임강사

2006년~현 재 : 숙명여자대학교 멀티미디어과학과
교수

관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 게임, 3D모델링, 가상현
실, 멀티미디어 등

윤 용 익



1985년 : KAIST 대학원(공학석사)
1994년 : KAIST 대학원(공학박사
-Computer Science)

1985년~1997년 : ETRI

1997년~현 재 : 숙명여자대학교 멀티미디어과학과
교수

관심분야 : 멀티미디어 분산 시스템, 유비쿼터스 컴퓨
팅(AR), 모바일 멀티미디어 시스템, 모바일
임베디드 시스템 등