

3D 가상공간에서 시멘틱 어노테이션 객체의 생성 및 검색 기법

김수진*, 유석종**

Creation and Retrieval Method of Semantic Annotation Objects in 3D Virtual Worlds

Soojin Kim *, Seokjong Yu **

요 약

세컨드라이프와 같은 3D 가상공간에서 가상객체를 생성하고 생성된 객체를 탐색하는 일은 시스템의 활용성을 높여주는 중요한 기능이다. 기존 가상공간은 개발자에 의해 구성된 이후에는 일반사용자에 의한 객체정보 변경이나 추가가 불가능하여 인터넷 상에서 사용자가 직접 콘텐츠를 만들어 참여하는 웹2.0의 목표에 부합하고 있지 않다. 이러한 가상공간내에서 사용자의 콘텐츠 생성 욕구를 만족시키고 기존 가상공간의 한계를 개선하기 위하여 본 논문에서는 2D웹 상에서의 사용자에 의한 콘텐츠 생성 및 검색 기능을 3D 가상공간에 적용하는 시멘틱 어노테이션 객체의 개념을 제안하고자 한다. 제안 연구는 3D 가상공간에 웹의 정보공유 기능을 통합함으로써 가상공간에 대한 사용자 만족도를 높이는 효과가 있으며, 기존 가상공간과 제안시스템과의 공간 탐색시간 비교실험을 통하여 성능 개선 효과가 있음을 확인하였다.

Abstract

One of important issues in computer graphics field is to communicate among users in virtual world like secondlife. However, in 3D virtual world, users' needs to wish to build their own contents in 3D virtual space are rising, similarly, users produce own homepage and animation, and leave writing in notice board. In this paper, we tried to achieve this by introducing semantic annotation object concept, which is a kind of annotation method in 3D virtual world. User can retrieve an 3D object by searching corresponding annotation data. This method can build semantic 3D virtual world and enable users to search 3D objects by integrating 3D object and 2D semantic multimedia information. Also, through a comparison experiment with proposal system and general 3D virtual world, the performance of proposed system is evaluated.

▶ Keyword : 3D Virtual World(3D 가상공간), Annotation(어노테이션), Secondlife(세컨드라이프)

• 제1저자 : 김수진 교신저자 : 유석종

• 접수일 : 2008. 5. 30, 심사일 : 2008. 8. 1, 심사완료일 : 2008. 9. 25.

* 숙명여대 컴퓨터과학과 ** 숙명여대 컴퓨터과학과 교수

※ 이 논문은 숙명여자대학교 2007년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

I. 서 론

요즘 컴퓨터 그래픽스를 이용한 소프트웨어 중에 미국 린든랩에서 개발한 세컨드라이프(secondlife)(1)라는 온라인 가상공간 웹이 이슈가 되고 있다. 세컨드라이프란 3D 가상공간에서 사용자들이 자신의 아바타를 만들고 전 세계의 사람들과 의사소통을 통해 교류하며 창업, 쇼핑, 금융거래, 결혼 등 현실에서 일어나는 대부분의 일을 경험해 볼 수 있는 3D 웹이다. 세컨드라이프가 기존의 3D 가상공간에 비해 화려한 그래픽을 제공하며 개성 넘치는 아바타의 생성이 가능하다. 또한 일반 웹에서의 홈페이지 개념을 도입하여 가상공간 내의 토지에 사용자가 소유할 수 있는 집이나 건물을 짓고 꾸밀 수 있는 기능을 제공하여 사용자의 욕구를 만족시키고 있다. 2007년 9월 총 944만 명이 넘는 사용자 수를 나타내고 있지만 최근 두 달간의 사용자 수는 154만에 그치는 것으로 증가세가 둔화되고 있다. 이러한 현상은 세컨드라이프가 모두 3D로 모델링되어 있어 텍스트 환경에 익숙해져 있는 일반 웹 사용자들에게는 3D 가상공간에서의 항해(navigation), 원하는 객체의 검색을 통한 정보 획득, 콘텐츠 구성 및 확인 등과 같은 기능이 어렵기 때문이다. 따라서 3D 가상공간이 일반 사용자들에게 확대되기 위해서는 위의 제약사항들을 극복할 수 있는 방법이 고안되어야 한다.

본 논문에서는 이러한 방안의 하나로 3D 가상공간의 기능들 중 장점을 살리면서, 일반 웹의 기능을 부가하여 가상공간 내에서의 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있는 어노테이션(annotation)과 3D 객체 검색의 기능을 적용한 시멘틱 어노테이션 객체(semantic annotation object)의 개념을 제안하고자 한다. 첫 번째, 어노테이션이란 가상객체 또는 가상공간에 대한 개인의 의견 및 감정의 표현과, 의사소통의 수단이 될 수 있다(2). 또한 사용자는 어노테이션을 통하여 자신이 원하는 정보만을 검색하여 정보 선택이 가능하다(3). 이러한 어노테이션의 기능을 사용하여 3D 가상공간 내에서 각각의 객체에 사용자가 인식하기 쉬운 어노테이션을 생성하고 그 객체의 정보를 맵핑함으로써 기존 3D 가상공간에서 객체에 대한 정보를 얻을 수 없는 문제점을 개선하는 효과가 있다. 또한 3D 가상공간에서 사용자 중심의 정보 생성을 가능하게 할 수 있다. 두 번째, 3D 객체에 대한 검색 방법으로 사전에 정의된 뷰포인트를 이용하여 특정 공간으로 이동하는 방법(4)과 3D 객체 자체에 대한 직접 검색 방식(5, 6)이 있다. 본 논문에서는 후자의 방법을 발전시켜 3D 가상공간 내의 각각의 객체에 의미정보(semantic information)를 부여하고 사용자가 원하

는 객체를 일반적 검색방법으로 탐색할 수 있는 기법을 제안하고자 한다. 또한 가상공간 내 항해의 어려움을 해결하기 위하여 검색한 객체에 대한 뷰포인트를 자동으로 생성하여 바로 이동할 수 있도록 한다. 이러한 기본 개념들을 바탕으로 3D 가상공간 쇼핑물 시스템을 구현하여 시멘틱 어노테이션 객체를 생성하고 검색하는 실험을 수행한다. 본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서 앞서 언급한 기본 개념들에 관한 연구로 본 시스템의 배경이 되는 세컨드라이프 가상공간이 무엇인지에 대해서 설명하고, 3장에서는 제안하는 시멘틱 어노테이션 객체의 생성과 검색 기법에 대해 설명한다. 4장에서 시멘틱 어노테이션 객체의 생성 및 검색 기법을 적용한 시스템을 구현하기 위한 요소들과 시스템 설계, 구현 방법에 대해 설명한다. 5장에서는 제안 시스템의 성능 평가를 위한 실험결과를 보여주고 6장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1. 세컨드라이프

2003년 린든랩(Linden Lab.)에서 개발한 세컨드라이프(1)는 사용자들이 온라인의 가상공간에서 자신의 분신인 아바타를 만들고 집을 짓고 가정과 직장생활을 하며 살아가는 현실생활에 대한 모의실험 공간이다. 그러나 세컨드라이프는 아직 일반 사용자들이 사용하기에 몇가지 문제점이 있다. 첫째, 가상공간의 3D 객체는 크기, 형태, 색깔 등의 물리적인 정보만을 갖고 있을 뿐 객체에 대한 의미적 정보는 포함하지 않는다. 따라서 생성된 후 가상공간에 통합된 객체에 대한 검색이 어렵고, 객체에 대한 의미정보 제공이 불가능하다. 둘째, 키보드나 마우스로 방향이나 위치를 설정하여 가상공간을 물리적으로 항해하는 방식으로는 일반사용자가 원하는 객체나 공간을 탐색하기가 쉽지 않다. 위와 같은 문제점은 3D 가상공간이 소개된 이후에 많은 주목을 받았음에도 불구하고 현재는 가상공간이 사용자에게 외면 받는 원인이자 할 수 있다. 즉, 가상공간 사용자들은 복잡한 조작을 필요로 하는 게임 수준의 콘텐츠 보다는 오히려 웹 환경과 같이 텍스트 위주로 구성된 멀티미디어 정보를 직관적으로 검색하고 스크랩하는 정도의 정보를 쉽게 얻을 수 있는 환경을 원했다고 판단할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이것을 위한 해결책으로 물리적으로 표현된 3D 객체에 의미적인 정보를 표현할 수 있는 시멘틱 어노테이션 객체 개념을 제안한다.

2.2. 어노테이션

어노테이션(annotation)이란 가상공간이나 웹 공간에서 사용자가 항해/탐색 도중에 원하는 곳에 메모 등의 메시지가 표시를 남겨서 자신의 의견을 표현하는 방식을 말한다(4, 5). 가상공간에서의 어노테이션은 드로잉을 이용하여 메모를 남기는 드로잉 어노테이션(drawing annotation)(4) 방법과 가상공간 내에 원하는 위치에 텍스트 방식의 메모를 남겨 어노테이션 객체를 생성하는 방법(3, 5, 6)이 있다. 앞의 시스템에서는 단지 간단한 텍스트 형태의 어노테이션만을 생성할 수 있을 뿐, 이미지나 동영상 등의 멀티미디어 콘텐츠에 대한 어노테이션은 제공하지 않는다. 또한 어노테이션 객체에 대한 검색기능을 제공하지 않기 때문에 3D 가상공간에 익숙하지 않은 사용자들에게는 어노테이션을 찾기 위해 이동하는 동안에 가상공간 내에서의 길을 잃는 등의 어려움은 해결되지 않았다. 따라서 사용자의 의도에 의해 어노테이션을 생성할 수 있어야 할 뿐 아니라 가상공간에서의 사용자 항해의 어려움 또한 해결할 수 있어야 한다.

2.3. 3D 가상공간에서의 검색

3D 가상공간에서 검색 기법은 3D 객체를 일반 웹에서 이미지, 동영상 및 텍스트 콘텐츠를 검색하는 방식과 같은 방식으로 3D 객체를 검색하는 방법(8, 9, 10)과 정의되어 있는 뷰포인트를 이용하여 항해를 편리하게 하는 방법(7)이 있다. 이와 같은 기법을 통해 사용자는 3D 객체에 대한 접근이 용이해 진다. 하지만 이러한 시스템의 경우, 가상공간 내부에서 의미를 가진 3D 객체를 찾아내는 것이 아닌 단지 개별적인 3D 객체만을 데이터베이스를 통하여 찾아내는 것과 시스템 내에 뷰포인트가 설정되어 있지 않은 장소나 객체를 찾아가야 하는 경우에는 검색 기능을 사용하여 찾아갈 수 없기 때문에 또 다시 길을 잃게 되는 문제가 발생된다.

III. 시멘틱 어노테이션 객체의 생성 및 검색 기법

3.1. 시멘틱 어노테이션 객체 정의

본 논문이 제안하고 있는 시멘틱 어노테이션 객체 시스템(Semantic Annotation Object)은 웹2.0의 주요 개념인 사용자 주도 콘텐츠 개발 기능을 3D 가상공간에 적용하고자 하는 것으로 사용자가 3D 객체 생성시 의미 정보를 물리적

모델 데이터에 포함할 수 있도록 한다. 이러한 방식으로 물리적 3D 모델 데이터와 시멘틱 정보가 캡슐화된 것을 '시멘틱 어노테이션 객체'라고 정의한다. 시멘틱 객체에는 타사용자에 의해 추가적인 정보(예, 댓글)를 3D 객체에 맵핑할 수 있다. 따라서 본 논문이 제안하는 시스템은 아래와 같은 기준으로 웹의 장점들을 수용한 사용자 인터페이스로 구성하고자 한다. 첫째, 사용자에게 제공하고자 하는 시멘틱 어노테이션 객체의 정보는 텍스트로 구성한다. 둘째, 일반 웹과 같은 정보 수정 환경을 구성하여 사용자가 새로운 조작 환경에 적응하지 못하는 단점을 보완한다.

3.2. 시멘틱 어노테이션 객체 생성

시멘틱 어노테이션 객체의 정의에서 웹2.0의 주요 개념인 사용자 참여의 콘텐츠 개발 기능을 3D 가상공간에 도입하여 객체에 의미 정보를 사용자가 생성하는 방식으로 텍스트 및 이미지 콘텐츠를 생성할 수 있었다. 더불어 본 장에서는 그러한 의미 정보를 가지는 3D 객체를 가상공간 내에 사용자가 직접 생성하는 방식을 제안하고자 한다. 가상공간 내에 사용자가 직접 3D 객체를 생성하는 방식의 필요성은 첫 번째, 텍스트와 이미지 콘텐츠뿐 아니라 3D 객체를 가상공간 내에 사용자가 직접 생성함으로써 사용자에게 의한 개발 콘텐츠의 다양성을 도모할 수 있다. 두 번째, 3D 객체를 데이터베이스에 저장하여 각 객체에 접근할 수 있도록 하여 객체 관리의 일관성을 확보해야 한다. 3D 객체를 데이터베이스에 저장하는 방식을 기반으로 사용자가 직접 3D 객체를 생성 또는 삭제할 수 있도록 한다. 이것으로 사용자의 의도에 맞게 가상공간 내의 3D 객체 생성을 유동적으로 구성할 수 있게 된다. 또한 데이터베이스 기반으로 3D 객체를 다룸으로써 객체에 대한 정보 관리가 보다 일관성을 갖게 된다.

3.3. 시멘틱 어노테이션 객체의 콘텐츠에 기반한 검색 기법

3D 가상공간에서의 검색 기법은 객체의 의미 정보가 없는 상태이며 가상공간 구성 당시에 설정해놓은 뷰포인트만을 검색 가능하기 때문에 의미 정보에 의한 검색이 불가능하다. 따라서 사용자가 원하는 모든 객체에 대한 검색이 용이하지 않고, 또한 가상공간에서의 사용자 항해의 어려움을 해결할 수 없다. 반면에 일반 웹의 경우, 모든 의미 정보에 대해 검색이 가능하기 때문에 사용자가 원하는 정보를 쉽게 얻을 수 있으나 3D 객체에 대한 검색은 제공되지 않고 있다. 그러므로 3D 가상공간 검색 기법인 3D 객체 검색에 일반 웹에서의 검색 기법의 장점인 의미 정보에 대한 검색과 해당하는 링크를 통

하여 바로 이동할 수 있는 기능을 본 시스템에 적용하였다. 첫째, 본 논문의 3.1 절에서 제안한 시멘틱 어노테이션 객체의 의미 정보를 사용하여 의미 정보 검색이 가능한 3D 가상 공간을 구성한다. 이것으로 사용자가 원하는 객체를 일일이 찾아다녀야 하는 번거로움을 해결할 수 있다. 또한 기존에 있던 뷰포인트에 대해서만 검색이 가능했던 3D 가상공간의 단점을 해결하였다. 둘째, 3D 가상공간의 가장 큰 문제점인 사용자 항해의 어려움을 해결하기 위하여 검색된 객체의 뷰포인트를 실시간으로 생성하도록 한다. 다량의 객체 정보를 손쉽게 얻어다 하더라도 가상공간 내에서 그 객체를 찾아가기 위한 어려움이 존재한다면 그 검색은 무의미한 것이라 할 수 있다. 그러므로 뷰포인트를 실시간으로 만들어주고 바로 사용자의 뷰를 이동시켜주어 사용자에게 편의성을 제공하여야 한다.

3.4. 시멘틱 어노테이션 객체에 대한 저장 DB 모델링

시멘틱 어노테이션 객체와 관련된 각종 의미 정보와 메타 정보, 댓글 정보를 저장 및 관리하기 위한 데이터베이스가 필수적이다. 본 논문의 시스템에서 DB 모델링이 필요한 이유는 첫 번째, 의미 정보의 사용을 위하여 필요하다. 사용자에게 해 입력된 의미 정보를 해당 객체에 알맞은 형식에 따라 저장하고, 또한 저장한 데이터를 기반으로 사용자가 원하는 정보를 손쉽게 제공할 수 있다. 두 번째, 사용자의 의도에 맞는 검색을 위한 기반을 만들기 위해서이다. 사용자가 원하는 객체를 찾기 위하여 키워드를 넣고 검색 기능을 사용하면, 그 키워드에 적합한 객체가 있는지 찾아낸 후에 사용자에게 보기 편한 형태로 정보를 제공해준다. 세 번째, 사용자에게 의한 댓글 정보를 저장하고 그 정보를 바탕으로 3D 객체에 대한 시각화를 하기 위해서이다. 사용자가 댓글 정보를 입력하면 그 정보를 데이터베이스에 저장하고, 댓글 정보에 대해 사용자에게 알려주기 위하여 댓글 정보가 변경된 객체에 대하여 시각화를 할 수 있다. 이렇게 데이터베이스를 사용하는 것은 본 시스템의 정보를 일관성 있게 저장하고, 보다 질 좋은 정보를 사용자에게 제공할 수 있게 하며, 검색 기능을 제공하여 사용자의 편의성을 보다 높일 수 있으며, 시각화를 위한 기반을 마련하는 것이다.

3.5. 시멘틱 어노테이션 객체의 정보 시각화 방법

3D 가상공간이 2D 일반 웹 환경과 비교하여 장점은 사용자에게 시각화된 정보를 제공하고 직접 조작해 볼 수 있다는 것이다. 본 논문에서는 시멘틱 어노테이션 객체에 사용자가 댓글 정보를 남기는 방식으로 기본적인 개념의 어노테이션 방

식을 구현하였다. 원하는 시멘틱 어노테이션 객체에 댓글을 남겨 자신만의 의견을 표현할 수 있다. 또한 다른 사용자의 댓글을 읽음으로써 가상공간에 참여한 사람들의 의견을 알게 된다. 더 나아가 남겨진 어노테이션 정보를 바탕으로 사용자를 위한 시각화 기법을 구현할 수 있다. 댓글이 남겨졌다는 것은 좋은 의견이건 나쁜 의견이건 간에 사용자들의 관심이 높다는 것을 반영한다. 이러한 관심도를 시각화함으로써 사용자들이 가상공간 내에서 정보를 수집하는데 있어 시각적 편의성을 제공할 수 있다.

IV. 시스템 구현

4.1. 시스템 구성도

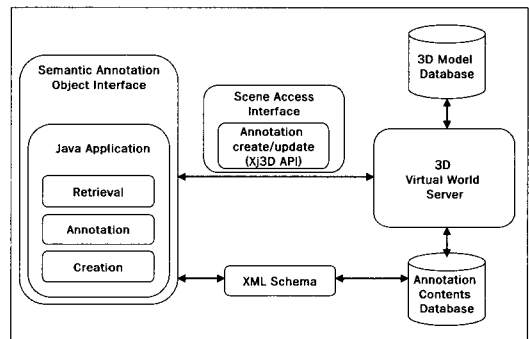


그림 1. 시멘틱 어노테이션 객체 시스템 구성도
Fig 1. Components of Semantic Annotation Object System

〈그림 2〉는 본 논문이 제안하는 시스템의 전체 구성도이다. 3D 가상공간 서버와 시멘틱 어노테이션 객체를 제어하는 인터페이스 프로그램 사이에 SAI 개념[11]을 기반으로 구현된 Xj3D[12, 13] API를 사용하여 통신하도록 하였다. 시멘틱 어노테이션 객체를 제어하는 인터페이스는 Java 애플리케이션 프로그램으로 구현되었으며, 시멘틱 어노테이션 객체 검색을 위한 모듈, 객체에 대한 어노테이션 정보를 입력 및 확인을 위한 모듈, 객체의 의미 정보 생성 및 수정을 위한 모듈로 구성되어 있다. 객체 정보 생성 및 수정을 위한 모듈의 경우 XML 스키마[14]를 사용하여 구성되어 있다. XML 스키마를 기본으로 하여 사용자가 객체의 정보를 생성 및 수정하였을 경우, 어노테이션 콘텐츠 데이터베이스 내에 변경된 내용을 저장 또는 수정한다. 3D 가상공간 서버는 시멘틱 어노테이션 객체의 기본적인 정보(텍스트 및 이미지)를 저장하는

어노테이션 콘텐츠 데이터베이스를 통하여 사용자가 선택한 어노테이션 객체의 정보를 보여주고, 3D 모델 데이터베이스와 통신하여 시멘틱 어노테이션 객체의 3D 모델링 정보를 제공하여 준다.

4.2. 시멘틱 어노테이션 객체 인터페이스 구현

시멘틱 어노테이션 객체 인터페이스는 Java 애플리케이션 프로그래밍으로 구현하였으며 세 가지 기능의 모듈로 구성되어 있다. 첫째, 시멘틱 어노테이션 객체 검색(retrieval) 기능 모듈이다. 이 모듈은 3D 가상공간에 익숙하지 않은 사용자여도 충분히 사용할 수 있도록 일반 웹 환경의 검색과 같은 방식으로 사용자 인터페이스와 기능을 구현하였다. 둘째, 객체에 대한 어노테이션 정보를 입력 및 확인을 위한 모듈이다. 사용자는 가상공간을 항해하다가 원하는 객체에 자신의 의견인 어노테이션(댓글)을 남길 수 있다. 마지막 셋째, 객체의 의미 정보 생성 및 수정 모듈이다. 3D 객체의 의미 정보를 XML 스키마의 형식에 부합하게 입력하고 수정할 수 있도록 하여 사용자가 3D 가상공간에 참여하여 콘텐츠를 생성할 수 있도록 하였다. <그림 2>는 본 논문에서 구현한 시멘틱 어노테이션 객체 인터페이스 화면이다.

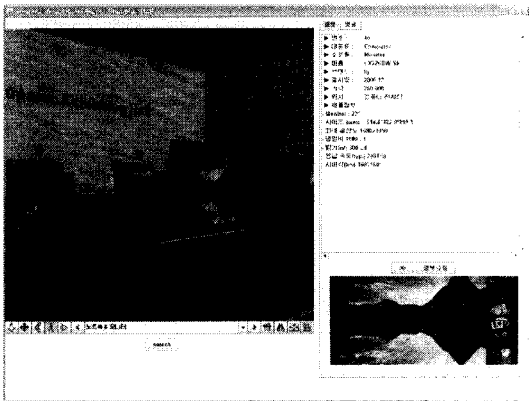


그림 2. 사용자 인터페이스 화면
Fig 2. User Interface

4.3. 어노테이션 생성 및 갱신을 위한 인터페이스

어노테이션 생성 및 갱신을 위한 인터페이스는 앞서 이야기한 세 가지 모듈의 작용에 의해 가상공간의 장면 그래프를 변경하거나, 새로운 이벤트 객체를 생성하고 형성되어 있는 객체의 내용을 변경하는 등의 기능을 구현하기 위한 인터페이스이다. 예를 들어, 객체 검색에 의해 검색된 객체를 시각화하기 위한 방안인 움직이는 화살표 객체를 가상공간 내에 첨가, 점

색된 객체 중 사용자가 선택한 객체로 존재하지 않았던 뷰포인트의 유동적 생성, 사용자의 댓글 정보 갱신에 의해 댓글 정보를 나타내는 시각화의 값 변경 등과 같은 기능을 구현한 인터페이스이다. 사용자의 입력에 의해 3D 가상공간을 변경시켜주기 위한 시멘틱 어노테이션 객체 인터페이스와 3D 가상월드 서버와의 통신 라인이라 할 수 있다. <그림 3>은 본 논문에서 구현한 어노테이션 생성 및 갱신을 위한 인터페이스이다.

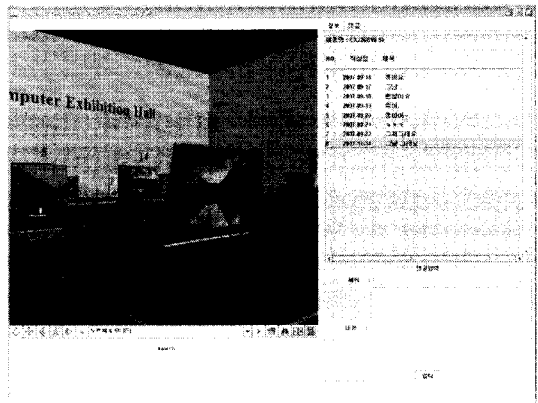


그림 3. 어노테이션 생성 및 갱신
Fig 3. Annotation Creation and Retrieval

V. 실험 및 성능평가

5.1. 실험모델

본 논문에서 제안한 시스템의 성능을 분석하기 위해 3D 가상공간에서의 사용자가 해당하는 객체를 찾기 위해 소요되는 시간과 본 논문이 제안하는 시스템에서 사용자가 객체를 찾기 위해 소요되는 시간을 비교 분석하였다[15, 16, 17]. 그러한 비교분석을 위하여 다음과 같은 실험 환경을 설정하고 소요되는 시간을 측정하였다. <표 2>은 시스템의 성능을 비교 분석하기 위한 환경이다.

표 1. 성능 평가를 위한 실험 모델
Table 1. Experimental Model

분류	내용
실험 참여자	컴퓨터 그래픽스를 수강하였던 학생
검색 객체	시스템에서 구현한 가상공간 내의 임의의 객체 4개 선정
측정 내용	3D 가상공간 만 있는 시스템에서의 객체 검색 시간과 본 논문이 제안한 시스템 내에서의 객체 검색 시간

5.2. 실험 결과 및 분석

총 8명을 대상으로 하여 4개의 객체를 찾아보게 하여 각각의 객체를 찾는데 걸리는 시간을 측정한 데이터를 기반으로 각 개인별 평균 소요 시간을 계산하여 <그림 4>의 그래프를 도출할 수 있다. 식(1)을 사용하여 계산해 보았을 때 대부분의 사람들이 객체를 찾아내는 시간이 기존의 3D 가상공간만을 제공하여 검색하게 한 시스템에 비해 59.2%가 향상된 것을 볼 수 있다.

$$\text{탐색 향상률(\%)} = \frac{(\text{기존 방법의 탐색 시간} - \text{제안 방법의 탐색 시간})}{\text{기존 방법의 탐색 시간}} * 100 \dots\dots \text{식(1)}$$

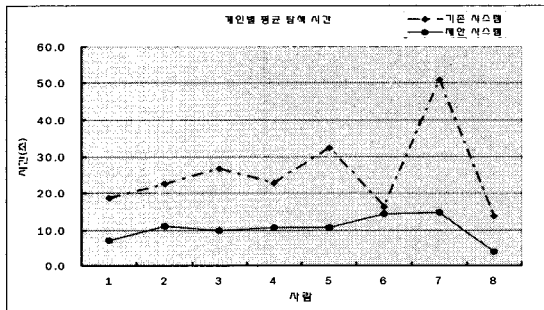


그림 4. 개인별 평균 탐색 시간
Fig 4. Average Search Time Per User

그것은 3D 가상공간에서의 항해의 어려움으로 인하여 길을 잃어 헤매는 시간이 단축되어 이와 같은 결과가 도출된 것이라 사료된다. 또한 <그림 5>과 같이 각 객체 별 검색 시간 또한 본 논문에서 제안하는 시스템의 검색 시간이 3D 가상공간만 주어진 시스템에 비하여 감소되었다. <표 2>에서 보듯이 본 논문이 제안한 검색 시스템의 각 객체별 탐색 시간의 편차가 크지 않은 것에 비하여 3D 가상공간만 주어진 시스템에서는 객체별로 극심한 편차를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 식(2)를 사용하여 계산해 보았을 때 대부분의 사람들이 객체를 찾아내는 시간의 편차가 기존의 3D 가상공간만을 제공하여 검색하게 한 시스템에 비해 70.9%가 향상된 것을 볼 수 있다.

표 2. 객체별 평균 탐색 시간
Table 2. Average Search Time Per Object

	기존 방법	제안 방법
A 객체(거리 : 100)	41.87	15.14

B 객체(거리 : 90)	29.71	7.24
C 객체(거리 : 60)	16.73	11.60
D 객체(거리 : 30)	13.69	7.47
평균	25.5	10.4
분산	502.3	42.5
표준편차	22.4	6.5

$$\text{편차 감소율(\%)} = \frac{(\text{기존 방법의 표준편차} - \text{제안 방법의 표준편차})}{\text{기존 방법의 표준편차}} * 100 \dots\dots \text{식(2)}$$

이것은 기존 시스템의 가상공간에서 객체의 위치가 어디에 존재하는가에 따라서 사용자가 항해의 어려움을 겪는 빈도가 빈번하게 나타나는 현상을 보여준다. 반면 제안된 시스템의 경우는 객체를 찾아내는데 걸리는 시간의 편차가 크지 않은 결과로 보아 기존 시스템에서의 항해의 어려움을 해결하였다.

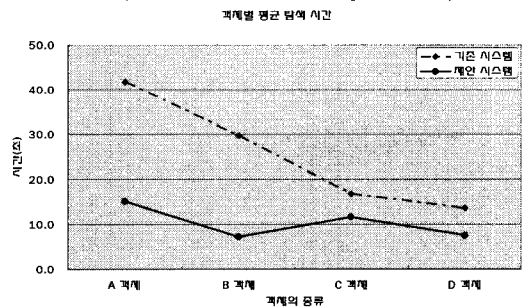


그림 5. 객체별 평균 탐색 시간
Fig 5. Average Search Time Per Object

이러한 결과를 토대로 본 논문이 제안하는 시스템은 3D 가상공간에서의 가장 큰 문제점인 사용자의 항해의 어려움을 해결하여 보다 편리한 3D 가상공간을 구성하였다. 그리고 일반 웹에 익숙한 사용자들에게 3D 가상공간의 거부감을 없애는 것으로써 3D 가상공간이 조금 더 사용자들에게 가까워질 수 있는 토대를 마련하였다고 할 수 있다.

VI. 향후 연구 과제

향후 사용자가 보다 쉽게 3D 객체를 모델링할 수 있는 틀을 구현하여 본 논문의 시스템에 적용할 수 있을 것이다. 이

로써 가상공간 내에서 사용자가 직접 3D 객체를 모델링하고 그에 알맞은 의미 정보를 맵핑할 수 있다. 이러한 기법을 본 논문의 시스템에 적용하는 것은 사용자가 3D 공간에 참여도를 높일 수 있는 방안을 제시하는 것이다. 또한 의미 정보로 제공되는 콘텐츠가 텍스트와 이미지 정보로 제한되어 있다. 하지만 동영상 등의 멀티미디어 콘텐츠를 맵핑할 수 있는 방안을 제시하여 3D 가상공간에서 생성해 낼 수 있는 콘텐츠를 종류를 다양화시킬 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Secondlife website, <http://www.secondlife.com>
- [2] J.J. Cadiz, A. Gupta and J. Grudin, "Using Web Annotation for Asynchronous Collaboration Around Documents", CSCW 2000, pp. 309-318, 2002.
- [3] L. Demoue and V. Laurence, "An annotation tool for web browsers and its applications to information retrieval", RIAO2000, April 2000.
- [4] T. Jung, M. D. Gross and E. Y. Do, "Annotating and sketching on 3D web models", Proceedings of the 7th international conference on Intelligent user interfaces IUI '02, pp. 95-102, 2002.
- [5] R. Harmon, W. Patterson, W. Ribarsky and J.m Bolter, "The Virtual Annotation System", Virtual Reality Annual International Symposium, 1996.. Proceedings of the IEEE 1996, pp. 239-245, 30 March-3 April 1996.
- [6] T. Jung, E. Y. Do and M. D. Gross, "Immersive Redlining and Annotation of 3D Design Models on the web", 8th Internatoinal Conference on Computer Aided Architectural Desing Future, pp. 81-98, 1999.
- [7] T. Jung and Y. L. Do, "Immersive Redliner : Collaborative Design in Cyberspace", ACADIA 'Eternity, Infinity and Virtuality in Architecture', proceedings of ACADIA 2000, Washington, D.C. October 20-22, pp. 185-194, 2000.
- [8] A. Ballegooij and A. Eliéns, "Navigation by query in virtual worlds", Proceedings of the sixth international conference on 3D Web technology Web3D '01, pp. 77-83, 2001.
- [9] P. Min, J. Halderman, M. Kazhdan and T. Funkhouser, "Early Experiences with a 3D Model Search Engine", Proceeding of the eighth international conference on 3D Web technology Web3D '03, pp. 7-44, 2003.
- [10] T. Funkhouser, P. Min, M. Kazhdan, J. Chen, A. Halderman, D. Dobkin and D. Jacobs, "A Search Engine for 3D Models", ACM Transactions on Graphics (TOG), pp. 83-105, 2003.
- [11] Web3D, <http://www.web3d.org>
- [12] Xj3D, <http://www.xj3d.org>
- [13] C. Thorne, "Exploiting an Evolutionary Accident in Web3D Communications to Integrate Application Components", International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques archive, ACM SIGGRAPH 2005 Web program, Los Angeles, California, Article No. 1, 2005.
- [14] 신민철, Java 개발자를 위한 XML, (주)프리렉, 2000.
- [15] N. G. Vinson, "Design guidelines for landmarks to support navigation in virtual environments", Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: the CHI is the limit CHI '99, pp. 278-285, 1999.
- [16] M. G. Clifton Presser, "A Java Web Application for Allowing Multiuser Collaboration and Exploration of Existing VRML Worlds", Proceedings of the tenth international conference on 3D Web technology Web3D '05, pp.85-92, 2005.
- [17] A. J. Hanson and E. A. Wernert, "Constrained 3D Navigation with 3D Controllers", Proceedings of the Conference on Visualisation'97, pp. 175-183, 1997.

저 자 소개



김수진

2006년 숙명여대 컴퓨터과학과 학사
2008년 숙명여대 컴퓨터과학과 대학원 석사
관심분야 : Web3D/X3D



유석중

1994년 연세대학교 컴퓨터과학과 이
학사
1996년 연세대학교 컴퓨터과학과 대
학원 이학석사
2001년 연세대학교 컴퓨터과학과 대
학원 공학박사
2005년~현재 숙명여대 컴퓨터과학과
조교수
관심분야 : 컴퓨터그래픽스, Web3D