

인터넷상에서의 실시간 3차원 경관시물레이션 시스템의 설계 및 구현

김 병 수[†] · 이 지 형^{††} · 임 창 영^{†††}

요 약

최근의 시물레이션 도구들은 새로 발표된 여러 가지 3차원 구현 기술들을 접목하여 제한된 2차원 화면 속에서 3차원 요소들을 효율적으로 구현 시켜 나가고 있는 추세이다. 본 논문에서는 이러한 현재의 기술적 상황에 기초를 둔 경관시물레이션 도구를 구현하였으며, 자연과의 조화를 통한 인간의 보다 향상된 생활환경을 구상하여 설계할 수 있도록 고려하였다.

용용된 기술로는 인터넷을 기반으로 하는 가상현실무현에 대한 3차원상의 표준으로 주목받고 있는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)과 자바를 연계한 EAI(External Authoring Interface)를 적용하였다.

Design and Implementation of Realtime 3D Sight Simulation System on Internet

Byung-Soo Kim[†] · Ji-Hyoung Yi^{††} · Chang-Young Lim^{†††}

ABSTRACT

Recent simulation tools combine the 3-dimensional graphic techniques to implement the 3D visualization of the objects in the 2-dimensional computer display. In this paper, a sight simulation tool is implemented using the recent 3D techniques. The proposed sight simulator can be applied to improve the human environment with the harmony of the nature. The system is consisted of modules for topography, object, and navigation. A sight database for the sight elements(objects) is implemented using Java. Combined with Java, VRML, which is considered as the standard for 3D virtual reality in the Internet is used to implement EAI(External Authoring Interface). EAI allows the users to communicate with a VRML scene.

1. 서 론

인간과 자연환경의 상호관계는 인간이 지구상에 출현하였을 때부터 비롯되었다. 인간들은 자연환경에 순응하기도 하였으나 환경을 개발 및 파괴, 조정, 관리하

기도 하였다. 인간들의 환경을 개발하려는 노력이 지나치게 보편화되고 상식화된 나머지 개발할 지역에 대해서 자연환경과의 조화를 바탕으로 한 개발, 지역의 지리적-문화적 특성, 지역 주민들의 요구사항 및 편의성 등의 여러 중요한 요소들을 거의 무시한 채 검증되지 않은 획일적인 공식대로 개발하여 왔었다. 이러한 방식으로 개발된 인간주거공간은 자연환경과의 격리현상을 가져왔고 누적된 편중개발로 인해 지역간의 불균형적인 발전이 나타났으며, 개발되어진 지역은 거의

† 정 회 원 : 건양대학교 정보전자공학부 교수
†† 준 회 원 : 건양대학교 정보전자학과
††† 비 회 원 : 농어촌진흥공사 농어촌연구원 지역정보연구실
논문접수 : 1998년 10월 12일, 심사완료 : 1999년 5월 25일

모두가 유사한 경관을 가지게 되어 자연환경의 존재 자체를 망각해 버리기까지 한다. 또한 현재는 이러한 획일적인 방식으로 이루어진 개발로 인하여 자연재해 현상도 심각히 대두되기에 이르렀다. 이러한 자연환경에 대한 요소들 전체를 '경관'으로 정의할 수 있으며, 위에서 언급한 여러 문제점들은 경관을 고려한 조화로운 개발계획의 수립 및 시행에 의해서 해결이 가능하다[1]. 본 논문은 개발의 전체적인 과정에서 가장 중요한 계획 및 설계단계의 과정들을 쉽고 효율적으로 수행하고자 구현되었다.

한번 잘못 설계되어 세워진 건축물 및 기간 시설물들은 철거하고 다시 세우면 되지만 잘못 설계하여 훼손된 경관에 관련된 요소들을 원래의 상태로 복구하기는 정말 쉽지 않은 일이다[1,3]. 이러한 경관에 관련된 여러 가지의 설계에서 가장 중요한 부분은 전체적인 배치에 관한 사항이 될 것이며, 이러한 일련의 작업들은 종이 위에 수치상의 규격으로 정의하기보다는 시각적이면서 사실적인 방법이 요구된다. 본 논문에서는 이러한 점을 감안하여 3차원 경관시물레이션 도구인 '3차원 경관시물레이터'를 제안한다.

2. 3차원 경관시물레이션 도구에 적용된 기반 기술

다양한 멀티미디어 요소들을 기반으로 하는 기술들의 발전에도 불구하고 인터넷상에서의 정보구성방법과 접근방법에 관한 모델은 여전히 원근개념을 갖지 못하는 단순한 평면적인 2차원을 기반으로 하고 있어서 실세계에 대한 정보를 얻기 위해서는 우리의 상상력과 시각력을 동원해야만 했다. 그러나 비교적 최근에 와서 3차원세계를 구축할 수 있게 하는 VRML이 발표되면서 인터넷 환경에서도 강력한 3차원적 표현이 가능하게 되었다.

2.1 클라이언트/서버-다중사용자 구조(Multi-User Client /Server System)

3차원 경관시물레이션 도구는 인터넷망을 이용하는 클라이언트/서버 시스템으로 설계되었다. 서버에서는 시물레이션 도구를 포함하여 대규모 데이터베이스를 관리하도록 설계하였다. 이것은 서버에 접속되어 있는 다수의 클라이언트들이 동시에 하나의 경관 데이터베이스에 접근할 수 있다는 것을 의미하므로 훨씬 효율

적으로 데이터베이스를 활용할 수 있다. 서버에 접속한 사용자의 클라이언트는 작업 시 필요한 부분들을 서버에서 제공받아서 3차원세계를 구성할 수 있다[13].

3차원 경관시물레이션 도구에서의 클라이언트/서버 구조는 주로 대량의 경관 데이터들을 관리하는 경관 데이터베이스의 분산을 위하여 이용된다. 분산된 경관 데이터베이스에는 각각 해당 지역의 특성 있는 데이터들을 분류하여 관리하도록 하는 것이 효율적이기 때문이다. 예를 들어, A지역의 경관 데이터가 필요한 사람은 A지역에 설치된 서버로 접속하면 된다. 만약 경관 데이터베이스가 분산되지 못하고 한 지역에 통합되어 관리되고 있다면 데이터 작성자는 즉각적인 시스템 업데이트를 할 수 없으며, 사용자는 A지역만의 특성 있는 데이터를 고르기 위해서 어려움이 따를 수 있다. 물론 각 지역의 데이터를 한 지역에서 통합하여 관리하되 지역별 분류를 하면 되는 일이지만 수많은 데이터들을 모두 한 곳에서 분류하기란 상당히 어려운 일이다. 또한 서버가 여러 곳에 분산되어 있으면 통신장애, 속도저하 등으로 인한 위험도 분산된다.

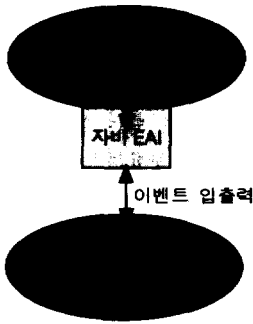
2.2 HTML, VRML, 자바EAI, 자바에플릿의 상호관계

HTML은 웹을 위하여 정형화된 텍스트, 2차원 이미지, 사운드 등을 모두 HTML 문서의 형태로 전송할 수 있게 하는 기술을 제공해 준다. HTML이 이처럼 2차원을 기반으로 하는 표현 기술이라면 VRML은 3차원을 기반으로 하는 HTML의 발전된 형태라 볼 수 있다. 그러나 VRML이 단순히 HTML을 확장하여 정의되어졌다는 뜻이 아니라 HTML의 전송기술과 유사한 방법으로 전달되는 형태라는 것이다. HTML이 2차원 세계에 대한 정의라면 VRML은 3차원세계에 대한 정의로서 모든 형태의 그래픽과 시각적인 표현을 처리할 수 있다. 일반적으로 장면(Scene)이라고 지칭되는 VRML 문서는 사람들이 정보와 함께 상호반응을 할 수 있게 해주는 3차원적 환경을 제공한다. HTML은 VRML의 내용을 파일형태로 통합할 수 있는데 거의 대부분이 이 방법을 이용하여 2차원요소와 3차원요소를 접속시켜 이용하고 있다.

그러나 VRML에서 제공하는 자체기능만을 사용한다면 실제의 세계를 가상의 세계로 구성함에 있어 편리한 시물레이션 인터페이스를 충분히 제공하기에는 역부족이다. 이런 이유로 아직은 VRML 기술을 보완하

기 위한 부가적인 외부 프로그래밍 인터페이스가 필요하다. 현재 이러한 외부 프로그래밍 인터페이스로는 SGI (Silicon Graphics)에서 VRML 2.0 명세(Specification)에 호환되도록 제안해 놓고 있는 자바 EAI(Java External Authoring Interface)가 가장 유력하며, 실제 대부분이 이 방법을 사용하고 있다[15,A,B].

이에 대한 개념을 도식화하여 나타내보면 (그림 1)과 같다[C]. 자바 EAI는 결국 HTML 문서에 있는 자바애플릿이 같은 문서 내에 있는 VRML 세계를 제어할 수 있도록 외부 인터페이스의 역할을 수행하는 것이다.



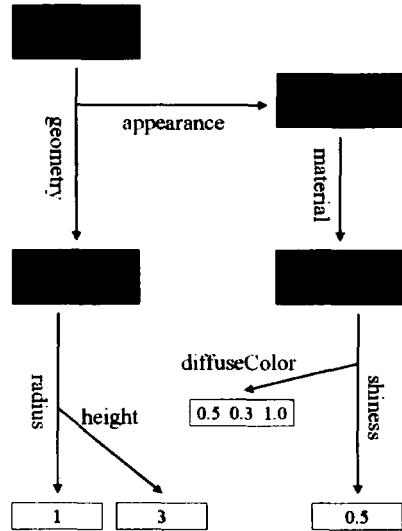
(그림 1) 자바 EAI와 관련기술의 상호관계

2.3 VRML(Virtual Reality Modeling Language)

VRML 1.0이 보완되어 새로 발표된 VRML 2.0은 HTML을 비롯하여 자바, 자바스크립트 및 기존의 실시간 멀티미디어 전송기술을 수용할 수 있게 되었다. 현재 이용되는 주도적 기술의 통합을 이룬 효과를 얻을 수 있어 1.0 명세에 비해 상당한 질적 발전이 있었다[9,D]. 이는 그 어떤 인터넷 기반 기술보다도 우위를 점한 것이라 평가되고 있으며, 1.0이 발표될 당시에 문제되었던 네트워크 전송속도에 관한 문제도 지속적인 하드웨어의 발전과 통신망의 확충으로 거의 잊혀지고 있는 추세이다[6].

VRML은 크게 분류하여 노드(Node), 필드(Field), 이벤트(Event)로 구성되어있다. 노드는 VRML의 기능을 수행하도록 고안된 논리 요소이고 필드는 노드에 대한 세부속성을 지정하도록 고안된 더욱 작은 기본 요소이다. 이벤트는 노드의 속성을 정의하고 있는 필드들의 값에 동적인 변화를 줄 수 있도록 고안된 전달 요소(Message)이다[7]. 이들을 이용하여 현실세계의 실제상황에 부합되는 시각적이고 동적인 표현이 가능하

다. 장면이라고 부르는 이러한 가상세계의 간단한 구조를 (그림 2)에 나타내었다. 이것은 색상을 가지는 원기둥에 대한 내용이다.



(그림 2) 간단한 VRML 장면 구조

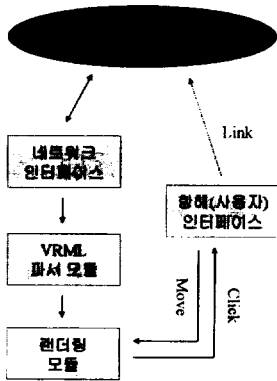
2.4 VRML 브라우저와 인터넷

HTML 문서를 보려면 웹브라우저가 있어야 한다. 이와 마찬가지로 VRML 장면을 보려 한다면 VRML 브라우저가 있어야 한다. 이 VRML 브라우저는 웹브라우저처럼 독립적 실행이 가능한 것이 아니라 웹브라우저 내에 플러그-인 형식으로 포함되어 실행되어야 한다. VRML 브라우저가 독립적으로 실행되도록 제작될 수도 있지만 HTML, 자바 등과의 연동을 위해서는 바람직하지 못한 방법이다.

VRML 브라우저는 크게 네 가지의 기본요소로 구성된다[8]. 네트워크 인터페이스, VRML 파서(Parser), 렌더링모듈, 항해(Navigation) 인터페이스가 그것이다. VRML 브라우저는 네트워크 인터페이스를 통하여 자료를 수신한다. 수신된 자료를 VRML 파서에 전달해 주면 VRML 파서에서 텍스트 형식의 문서를 화면에 표현할 수 있도록 정보를 구축한다. 구축된 정보를 토대로 렌더링 과정을 거쳐야 하는데 컴퓨터의 화면에 VRML 문서에서 정의한 모든 장면들을 실질적으로 표현하는 단계이다[12]. 이러한 과정들이 모두 VRML 문서에 정의한 장면들을 화면에 표현할 수 있게 하는 내부적 과정이라면 사용자가 구성된 화면을 통하여 항해

할 수 있게 하는 항해 인터페이스는 사용자를 위한 외부적 과정이라 볼 수 있다.

이러한 VRML 브라우저의 기본적인 네 가지 요소들의 관계를 도식화한 것이 (그림 3)이다. 이 그림에서 WWW이 나타내는 구체적인 것이 바로 웹브라우저이다.



(그림 3) VRML 브라우저 요소들간의 관계

많은 VRML 브라우저들 중에 3차원 경관시물레이션 도구 구현에 사용된 것은 실리콘그래픽사의 코스모 플레이어이다. 이것은 안정적인 동작을 수행하며, 편리한 사용자 인터페이스를 제공하고있다. 자바와의 스크립트를 수행하는 측면에서도 상당한 안전성을 보장하고 있으며, 실리콘그래픽사에서 제공하는 방대한 개발정보를 그대로 적용시킬 수 있어 개발에 관한 편의성도 한수 위를 지키고 있다.

3. 3차원 경관시물레이션 도구 구현의 기본방향

지금까지의 컴퓨터를 이용한 그래픽 작업은 대부분이 숙련되기까지 많은 시간을 요구하는 여러 개의 외국산 소프트웨어를 조합하여 일부의 용도에 이용되어 왔다. 이러한 기존의 방법을 이용하는 데는 먼저 고가의 소프트웨어 구입부담이 발생하고 이를 다루기 위한 전문가의 협력이 필요하다. 또한 단시간에 수정이 가능한 작업이 아니기 때문에 설계상의 비교 및 검토작업을 손쉽게 하는데 이용되기도는 준공후의 모습에 대한 예상, 거의 완성된 단계에서의 프리젠테이션, 준공 후의 광고 등의 목적으로 이용되고 있는 것이 고작이다[2]. 이러한 기존방법에 대한 문제점들을 해결하기 위해 최근에 접어들면서 이미 몇몇 선진국들에서는 개

발 및 재개발하기 전에 대상지역의 경관을 예측하고 평가 및 분석하기 위한 방법으로 경관시물레이션 기법이 상당히 각광을 받고 있다.

또한 기존의 가상현실 도구들은 이미 구축된 가상의 세계를 항해하는 것이 대부분이다. 이것은 본 시스템의 경우와 많은 차이가 있는데 그것은 과정의 이용과 결과의 이용으로 설명된다. 우선 기존의 가상현실 도구들은 후자에 해당되어 구축된 가상세계의 탐험을 위주로 구성되어 그 결과에 초점을 두고 있는 반면 본 시스템은 전자에 해당되어 각 가상 개체들을 사용자가 직접 지정한 위치에 배치해 나가는 과정에서 경관 변화상을 고려할 수 있도록 초점을 맞추고 있다. 물론 기존의 가상현실 도구들 중 일부는 본 시스템과 비슷한 용도로 사용될 수 있는 것들도 있지만 사용자의 PC에서 간단하게 구현할 수 있는 성격이 아닌 전문장비들을 요구하는 것들이어서 아직 보편화에는 거리가 멀다고 볼 수 있다.

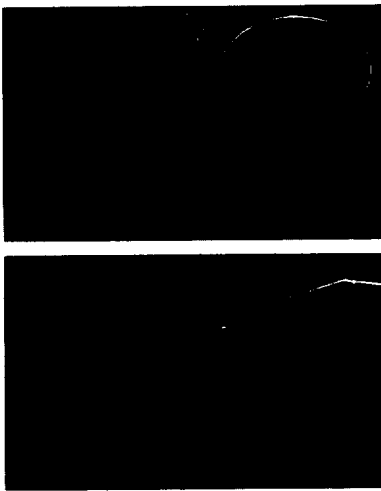
3차원 경관시물레이션 도구의 설계단계에서 중점적으로 고려했던 사항들은 크게 세 가지로 구분하여 볼 수 있다.

3.1 효율성(성능)을 위한 설계상의 고려사항

모든 그래픽 프로그래밍에서 궁극적인 목적 중의 하나는 프레임의 동작효율을 최대한 높게 유지하는 것이다. 3차원 경관시물레이션 도구의 구현에 있어서도 전체수행환경에서의 최적프레임 유지를 기본방향 중의 하나로 삼았다. 만약 실제 동작의 80퍼센트 정도로 제한하면서 프레임 변화율을 절반으로 줄일 수 있다면 100퍼센트의 정확한 동작보다는 80퍼센트 정도의 동작을 선택하여 구현하는 것이 성능에는 상당히 효율적인 것이다. 사용자들은 다소 부정확한 동작은 잘 인식하지 못하지만 화면의 갱신시간이 느려지는 것에는 매우 민감하기 때문이다[10].

인터넷을 이용하는 소프트웨어가 해결해야 하는 중요한 문제 중의 하나가 주어진 인터넷환경에서 주고받아야 할 정보의 양을 최소한으로 줄이는 것이다. 다행스럽게도 VRML의 기술적인 기본요소는 문자들로 이루어져 있기 때문에 그림 정보들의 양에 비하면 상당한 고속전송을 기대할 수 있다. 그러나 기본적인 VRML 골격을 꾸미기 위한 텍스처(Texture) 방법에서 사용하는 이미지들의 빈도가 높게 나타날수록 이러한 장점이 살아나지 못할 수도 있다. 즉, 어느 정도의 사

실적인 표현을 유지할 것이냐 하는 문제는 얼마나 시스템 속도를 제한할 것이냐 하는 문제와 직결된다. 이 두 가지 문제를 해결하기 위해 우리는 두 가지의 시도를 해 보았다. VRML 장면 내에 있는 모든 구성요소에 텍스처를 적용한 경우와 일부 구성요소에만 적용한 경우가 그것인데 사용자들에게 중요하지 않은 부분들은 복잡한 처리를 피하여 성능 향상을 피하는 한 가지의 방법이다. 이것에 대한 예를 (그림 4)에 나타내 보았다.



(그림 4) 텍스처 사용 예

3.2 기능성(핵심동작)을 위한 설계상의 고려 사항

3차원 경관시뮬레이션 도구의 설계과정에서 핵심이 되는 동작은 크게 두 가지로, 지형에 대한 관리와 개체(구조물, 건물 등)에 대한 관리로 나누어 볼 수 있다. 지형에 관련된 관리도구는 모든 VRML 장면의 구축에서 기초가 되는 것이다. 여기에는 산, 언덕, 하천, 도로 등의 요소들이 해당될 수 있으며, 이것들의 구현 과정에서는 거의 유사한 연산이 적용될 수 있으므로 비교적 구현코드의 재사용성을 높일 수 있다.

개체에 관련된 관리는 개체자체의 생성기능과 생성된 개체를 VRML 장면으로 추가, 삭제할 수 있고 VRML 장면 내에서 이동할 수 있는 기능을 제공할 수 있어야 한다. 이 중 개체자체의 생성에 대한 기능은 3차원 경관시뮬레이션 도구의 기본동작과는 거리가 먼 구현 내용이 될 수 있다. 따라서 기능구현의 과정에서는 제일 하위의 우선순위를 부여하여 현재는 외부도구

를 이용하고 있다. 제일 중요한 것은 개체를 VRML 장면에서 쉽게 추가, 삭제할 수 있는 방법을 제공해야 한다는 것이고 그 다음으로 추가된 개체를 VRML 장면 내에서 자유롭게 이동시켜 배치할 수 있어야 한다. 3차원 경관시뮬레이션 도구의 모든 기능적인 사항은 이러한 두 가지 즉, 지형과 개체에 관련된 기본연산에 근거하여 설계되었다. (그림 5)에 이들에 대한 세부구현모습을 나타내었다. 이것들은 자바 EAI를 이용하여 구현한 것이다.



(그림 5) VRML 개체 관리메뉴

3.3 편의성을 위한 설계상의 고려사항

3차원 경관시뮬레이션 도구를 이용하는 사용자들의 작업을 목적별로 나누면 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 먼저 사용자는 시뮬레이션 해 볼 대상(실세계)에 대한 VRML 장면을 구축하려 할 것이고, 그런 다음에는 구축한 VRML 가상세계 안에서 여기저기 옮겨 다니며 관찰하려 할 것이다.

VRML 가상세계를 구축하는 작업을 편하게 하기 위해서는 구축작업에 필요한 메뉴들을 성격 별로 잘 나누어야 한다. 비슷한 성격의 작업은 최대한 하나의 메뉴로 통합하여 제공하는 것이 사용자를 위해서는 좋은 일이며 화면상의 복잡함도 줄일 수 있어 쾌적한 작업환경을 돕는다. 예를 들어, 본 3차원 경관시뮬레이션 도구의 경우는 지형, 산, 도로, 하천생성 등의 비슷한 성격의 작업을 하나로 합쳐 통일된 메뉴로 제공하고 있다.

3차원 경관시뮬레이션 도구는 VRML을 지원하는 여러 VRML 브라우저 중 SGI의 코스모플레이어를 선택하였다고 이미 전술한 바 있다. 이 VRML 브라우저에게 3차원 경관시뮬레이션 도구에서 생성한 VRML 장면에 대한 항해부분을 맡긴 것이다. 더욱 전문화된 항해 연산이 필요하다면 자바 EAI 기법을 사용하여 제어할 수도 있다. 자바 EAI는 VRML 장면의 정보를 변경할 수 있는 능력을 가질 수 있기에 VRML 장면구축에 대한 작업뿐만 아니라 항해에 대한 작업도 행할 수 있다.

4. 3차원 경관시뮬레이션 도구의 전체구조

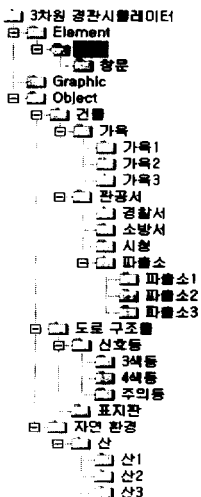
구현된 3차원 경관시뮬레이션 도구는 가장 크게 경관데이터베이스와 경관시뮬레이터의 두 부분으로 나누

어 볼 수 있고 경관시물레이터를 다시 지형연산모듈, 개체연산모듈, 항해연산모듈의 세 가지로 나눌 수 있다. 각각의 모듈들은 명확하게 독립된 기능들을 보유하고도록 설계하고 구현되었으며, 3차원 경관시물레이션 도구의 실행 시에 해당 부분의 호출이 발생하면 즉각적인 반응을 보인다.

4.1 경관데이터베이스

경관데이터베이스는 건축물, 도로, 교량, 하천, 댐, 사방, 수목, 암석, 교통표지판, 배경요소 등의 경관재료 및 경관 요소들의 자료 집합이다. 이들은 VRML 파일(*.wrl)로 정의되어있다. 대부분의 데이터베이스 시스템이 그러하듯이 사용자는 경관데이터베이스의 존재를 알 필요가 없으며, 그런 중에서도 효율적으로 경관데이터베이스를 관리할 수 있는 방법을 제공해 주어야 한다. 이러한 방법의 제공을 위해서 대규모 데이터베이스에서는 DBMS(Database Management System)를 구현하여 사용하고 있지만 본 시스템에서는 그것을 대신할 간이 DBMS 형태의 방법으로 대체하였는데, 운영체제에서 제공하는 파일시스템(File system)을 그대로 이용한다.

간이 DBMS는 경관시물레이터에서 부류가 같은 자료들을 분류하는 방식으로 각 분류수마다 하나의 실제 디렉토리(Directory)를 부여하여 개체 라이브러리(Object Library) 형태로 구성하여두고 편리하게 검색해서 사용할 수 있도록 하였다. (그림 6)은 분류된 경관데이터베이스의 예를 보여준다.



(그림 6) 개체 라이브러리의 예

경관 데이터베이스를 구성하는 각각의 데이터(경관 개체)를 분류하고 구성하는 것은 3차원 경관시물레이션 시스템에서 제공하고 있지만 그것들을 실제로 생성하는 방법은 아직 고려되지 않았다. 3차원 경관 시물레이션 도구의 주 목적은 다양한 조건에 의한 경관의 변화상을 시각적으로 살펴보는 것이지 개체생성은 아니기 때문이다. 개체를 생성하는 것은 전문화된 외부 도구를 이용하는 것이 더욱 효과적이며, 본 시스템에서 사용하는 개체들이 이러한 외부도구에서 작성된 것들과 차별화 될 내용이 없기 때문에 굳이 본 시스템 내부에 그러한 기능을 통합할 이유가 없다.

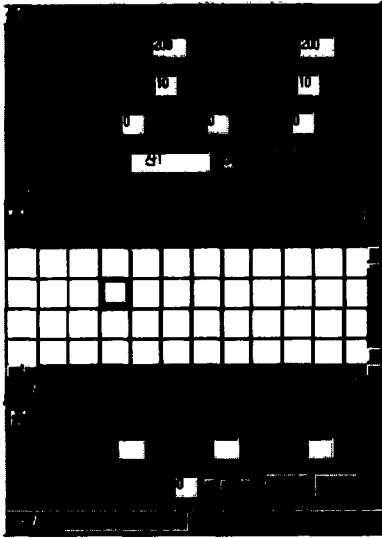
4.2 경관시물레이터

상기한 바와 같이 경관시물레이터 모듈은 지형연산모듈, 개체연산모듈, 항해연산모듈의 세 가지 세부모듈로 구성되어 있다. 아래에는 각각의 모듈들의 목적을 간단히 기술하여 놓았다.

4.2.1 지형연산모듈

자연환경의 기본이 되는 지면, 언덕, 산, 하천을 비롯하여 도로, 구역 등을 구축할 수 있게 하는 기능을 구현한 모듈이다. 비록 3차원 구성물이 시각적인 측면에서는 이해에 많은 도움을 주지만 생성 시에는 어려움이 따른다. 우리는 과연 3차원 공간상에서 사용자가 좌표개념을 쉽게 이해하며 구성요소를 설계할 수 있을지 의문을 가지게 되었다[11]. 따라서 X-Z 평면상에서 지형의 위치를 입력하고 그에 대한 높낮이를(Y축에 해당) 조절할 수 있도록 하는 2차원적인 편집방법을 선택하였다. 2차원적인 편집방법을 사용하면 사용자의 편집과정을 단순화시킬 수 있다는 장점 이외에 3차원적 편집방법에 비하면 속도가 상당히 향상된다.

구현한 2차원적 방법에서는 X-Z 평면을 격자(Grid)로 나누어서 해당 지점을 마우스로 클릭하여 높이를 줄 수 있도록 고안하였다. 또한 사용자가 변형시킨 지형정보를 그때마다 바로 적용시키면 엄청난 속도의 저하를 초래하므로 (그림 7)에서 보는 것처럼 갱신한 정보를 모두 기억하고 있다가 [적용] 버튼을 누르면 한꺼번에 실제 VRML 브라우저로 정보를 전달하여 반영시키게 하는 방법을 적용하였다. 그러면 일정량의 작업 행한 후에 사용자의 갱신 판단여부에 따라 갱신 시기가 달라진다. 이는 곧 편집과정에서의 성능에 대한 일부 선택권을 사용자에게 부여한 결과가 된다.



(그림 7) 지면 관리를 위한 구현 모듈들

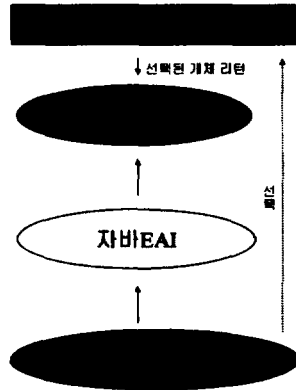
이 모듈에서 사용자가 조작하는 인터페이스는 자바를 이용하여 구현하였다. (그림 7)에서 보이는 데이터 입력기, 지면관리기, 데이터갱신기 등 모두가 그러하다. 그러나 자바의 사용은 사용자의 입력데이터를 시스템에 저장하는 것으로 그 기능을 다하고 입력받은 데이터를 이용하여 VRML 장면을 구축하는 일은 자바 EAI의 몫이다. 즉, 자바를 이용한 인터페이스를 통해 입력받은 데이터를 체계적으로 저장한 후 자바 EAI를 이용하여 VRML 장면을 구축하는 것이다.

4.2.2 개체연산모듈

구축되어진 지형요소에 또 다른 경관요소인 개체들을 사용자가 원하는 좌표에 추가, 이동, 회전, 삭제하는 기능을 구현시킨 모듈이다. 이 모듈은 사용자가 경관데이터베이스에 접근할 수 있는 방법을 제공하여 필요한 경관요소(개체)를 선택하여 VRML 장면에 추가할 수 있게 하고(그림 8) 이미 추가된 개체들을 선택하여 삭제할 수 있게 하며, 자유롭게 이동하여 배치시킬 수 있게 한다. 개체의 이동은 X-Z 평면 이동과 지형요소의 불규칙한 높이에 유동적으로 움직이기 위한 Y축의 이동으로 구분을 하였다. 이동되어진 개체를 방향이 맞게 조정하기 위하여 X, Y, Z축을 기준으로 회전할 수 있도록 구현하였다.

지형연산모듈에서 생성된 자료들도 생성된 후에는 하나의 개체로 인식되어질 수 있기 때문에 개체연산모

듈에서 바로 그 자료를 사용할 수 있도록 되어있다. 따라서 대상지역에서 필요한 지형을 미리 제작해 두었다가 실제 사용 시에는 [구성요소 추가] 버튼을 이용해 쉽게 가져와서 사용할 수 있게 된다. 이러한 모듈의 동작방법을 도식화하여 나타낸 것이 (그림 8)이다.



(그림 8) 개체연산모듈의 동작방법

4.2.3 향해연산모듈

상기한 바가 있지만 VRML 장면에 대한 기본적인 향해 즉 걷기, 돌기, 위에서 보기, 특정 위치로 이동 등의 여러 가지 유용한 향해 방법들을 VRML 브라우저인 코스모플레이어에서 제공해 준다. 기본적인 이러한 향해법 만으로도 사용자는 경관적인 측면을 충분히 감상할 수 있게 되고 그에 소요되는 시적, 물적, 인적 자원이 기존에 사용해오던 방법들에 비해 획기적으로 감축된다.

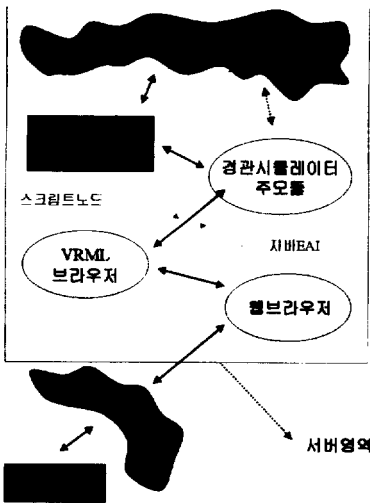
이러한 기본적인 연산 추가 사항이 있다면 자바 EAI를 이용하여 구현해야 한다. 현재, 임의의 위치를 미리 기억시켜두는 방법은 제공하고 있지만 파일로 저장하는 연산은 자바애플릿의 보안상 제약으로 제공하지 못하고 있다. 이 문제는 앞으로 보완해야 할 중요 과제이다. 자바 EAI를 이용하여 VRML 장면의 위치 정보를 제공하면 지정 위치로의 빠른 이동이 가능하다. VRML 브라우저에서 제공하는 기본 향해법을 이용하여 위치를 찾아갈 수도 있지만 매번 준비작업을 하는 것은 상당히 번거롭다. 이러한 불편을 자바 EAI로 구현한 기능을 이용하여 해결할 수 있는 것이다.

위에서 설명한 이런 모듈들이 모여서 3차원 경관시뮬레이션 도구를 구성한다. 구현된 도구가 실제로 동작할 때에는 모두 합쳐져서 유기적인 상호정보교환을

이루며 사용자의 요청작업을 처리하게 된다. 여기서는 완성된 3차원 시물레이션 도구의 전체적인 수행방법을 설명한다. 그것은 크게 두 가지로 나누어 설명할 필요가 있는데 서버에서의 동작과 사용자 클라이언트에서의 동작이 다르게 정의되기 때문이다.

서버에서의 동작은 클라이언트의 접속으로부터 시작된다. 일단 클라이언트가 접속하면 웹브라우저와 VRML 브라우저를 통하여 시물레이터 주모들이 수행되고 필요에 따라 세부모들이 기동된다. 수행된 주모들의 명령에 따라 경관 데이터베이스의 참조가 이루어지고 이와 역순으로 클라이언트의 화면에 VRML 최종 장면이 출력된다[14]. 이와 같은 서버에서의 전체적인 동작방법을 (그림 9)에 도식화하였다.

클라이언트의 수행과정은 비교적 간단한데 서버로의 접속을 위한 웹브라우저만 기동시키면 된다. 때에 따라서는 독립적으로 필요한 경관자료를 간이 데이터베이스에 저장하여 두었다가 사용하는 정도의 부담만 가지면 된다.



(그림 9) 경관시물레이션 서버에서의 동작방법

실제로 사용자가 작업을 수행할 때 발생하는 모듈들 간의 상호작용은 사용자의 작업 형태에 따라 다양하게 나타날 수 있지만 한 가지 가정을 통한 명확히 구분되는 모듈기능수행의 순서적인 나열로써 설명할 수 있다. 사용자가 지면을 생성하여 VRML 장면에 추가하고 그 위에 경관 데이터베이스에서 제공하는 경관개체를 선택하여 배치하면 후 그 경관 모습을 고려하기 위

하여 향해한다는 가정을 세우고 순서에 따라 설명하면 다음과 같다.

지면을 생성하기 위해서 메뉴를 선택하면 지형연산 모듈이 호출되어 자바 인터페이스가 화면에 나타난다. 여기서 입력된 데이터를 이용하여 지형연산모듈 내의 자바 EAI 프로그래밍 인터페이스 메소드 집합들이 VRML 장면 내에 지면을 추가한다. 그 다음, 개체를 추가하기 위하여 메뉴를 선택하면 개체연산모듈이 호출되어 경관 데이터베이스 내의 개체를 선택할 수 있게 되며 선택된 개체를 자바 EAI 프로그래밍 인터페이스를 이용하여 VRML 장면 내에 추가한다. 또한 사용자의 마우스 드래그를 통한 개체이동 메소드가 호출되면 역시 자바 EAI를 이용한 개체이동이 수행된다. 마지막으로 경관 고려를 위한 향해 작업을 수행할 때에는 VRML 브라우저인 코스모플레이어의 인터페이스를 이용하게 되며, 추가적인 위치정보의 조작을 위해 메뉴를 선택하면 자바 EAI로 구현된 향해연산모듈이 수행되어 위치정보의 기억, 또는 이동지시 등을 행한다. 모든 모듈들이 각자 엄격한 기능 구별을 고려하여 설계되었기 때문에 하나의 모듈에서 다른 모듈을 직접 호출하는 이벤트는 발생하지 않는다. 모듈의 수행 및 상호작용은 사용자의 메뉴 호출 순서에 따라 각기 다르게 나타날 것이다.

5. 3차원 경관시물레이션 도구의 세부모듈 구현

자바언어를 이용하여 VRML을 제어하기 위해서는 자바 EAI를 이용한다는 것을 전술한 바 있다. 좀 더 구체적으로 개발환경을 제시하자면 우선, 자바언어 엔진이라 볼 수 있는 JDK(Java Development Kit)와 JDK에 추가되어 VRML 제어를 가능하게 만들어 주는 자바 EAI 라이브러리, 그리고 통합개발환경을 제공하여 JDK를 편리하게 다룰 수 있게 해주는 자바 IDE가 필요하다. JDK와 자바 EAI 라이브러리를 연결시키는 것은 자바 IDE에서 환경설정을 해주어야 한다. 즉, 자바 EAI 라이브러리를 JDK에 추가적으로 등록하는 것이라 생각하면 된다. 자바 EAI 라이브러리는 VRML 브라우저에 의존적이기 때문에 브라우저 제작사에 따라 다르게 제공된다. 개발자는 자신이 편리한 것으로 선택하여 사용하면 된다.

이 절에서는 이러한 개발 소프트웨어를 이용하여 3차원 경관시물레이션 도구를 구현하는 과정에서 주로

이용된 자바 EAI를 통한 VRML 문법 제어방법에 대한 일반적인 면을 소개하고자 한다. 이러한 작업을 수행하기 위해서 가장 먼저 해야 할 일은 사용하고 있는 웹브라우저 클래스 인스턴스에 대한 레퍼런스를 얻는 과정이다. 이 브라우저 클래스는 자바애플릿에 VRML 장면을 연결시켜주는 매개체이다. 접근은 browser.getbrowser() 메소드를 이용하여 구할 수 있다. VRML에서의 모든 구성요소의 표현은 노드단위로 이루어져 있다. 자바애플릿에서 특정 노드와의 통신은 getNode() 메소드를 이용하여 해당 노드에 대한 레퍼런스를 얻어 접근이 가능하다. 일단 노드에 대한 레퍼런스를 얻게 되면 여러 가지 이벤트를 보낼 수도 있고 감지할 수도 있다. 이벤트를 전송하는 과정은 getEventIn() 메소드와 setValue() 메소드를 이용하면 쉽게 해결할 수 있다 [E]. 이런 방법을 통해 구현된 세부 모듈인 지형연산모듈의 간략화 된 알고리즘을 아래에 나타내었다.

```

Public class ElevationGrid
{
    public int xDimension,zDimension;
    객체의 x축 방향의 격자 개수/객체의 z축 방향의 격자 개수
    public int xSpacing,zSpacing;
    객체의 x축 방향의 격자간의 간격/객체의 z축 방향의 격자
    간의 간격
    public int centerx,centery,centerz;
    객체의 중앙점
    public float[][] height;
    객체의 격자점의 높이
    public boolean bGround;
    객체의 지면과 산을 구별해주는 flag
}

/* 실행 초기에 호출되는 함수*/
초기화 함수
{
    객체들을 저장하는 배열을 초기화 한다.
    Browser, 최상의 노드, 노드의 이벤트노드를 얻어온다.
}

/*데이터의 입력기에서 사용자가 입력한 값을 배열의 값에 설정*/
public void addData()
{
    배열 인덱스의 개수를 1증가 시킨다.
    배열에 사용자가 입력한 값을 적절하게 설정한다.
    VRML장면에 추가하기 위해서 addShapetoVRML를 호출한다.
}

/*배열의 인덱스를 받아 해당 배열의 값을 얻어서 VRML장면
에 추가한다.
Public void addShapetoVRML(배열 인덱스)
{
    if (객체가 지면이면) 객체의 색상을 지면 색상인 황토색으로 설정
    else                 객체의 색상을 산 색상인 녹색으로 설정
    
```

```

for (객체의 x축 방향의 격자 개수)
for(객체의 z축 방향의 격자 개수) {
    격자점의 높이를 객체의 높이문자열에 저장
}

VRML세계에 추가되는 노드=browser.createVrmlFromString(
    배열의 값을 VRML노드형식의 문자열로 저장한 값)
addChildren.setValue(VRML장면에 추가되는 노드);
}
    
```

이런 과정을 거쳐 생성된 자바프로그램을 사용하기 위해서는 HTML 문서에서 지정해 주어야 한다. 이 순간 자바프로그램은 자바애플릿으로 동작하게 된다. 자바 EAI는 자바애플릿 규약을 그대로 적용 받기 때문이다.

6. 3차원 경관시뮬레이션 도구의 기본동작방식

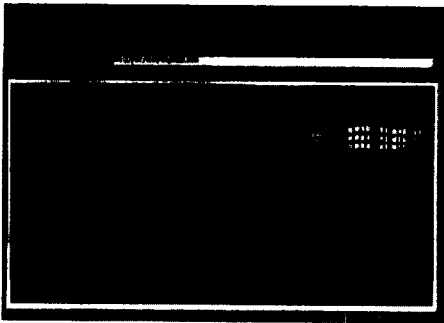
구현된 3차원 경관시뮬레이션 도구의 기본적인 동작 방식은 1차 관점이라 볼 수 있다. VRML 장면을 보는 방향이 아바타의 눈의 방향과 일치하므로 실제 자신의 눈으로 관찰하는 시점과 같고 자기자신의 아바타를 직접 볼 수 없기 때문이다. 즉, 아바타가 움직이면 시야도 따라서 이동한다. 아바타와 눈의 움직임 사이의 관계가 고정되어 있으므로 당연한 것이다[4].

경우에 따라서는 1차 관점보다는 3차 관점이 더 나을 수도 있다. 1차 관점에서는 주위의 다양한 변화를 놓칠 수 있는 문제점이 있지만 3차 관점에서는 아바타를 포함한 전체적인 장면이 시야에 들어오므로 거의 변화를 놓치지 않는다. 그러나 3차원 경관시뮬레이션 도구는 아직 그러한 방법은 고려하지 않았다. 단순한 시점의 변경만으로 다양한 보기방법을 선택할 수 있는 장점이 있지만 그만큼 사용자에게 혼동을 줄 소지가 많다. 만약 현재의 환경에서 일어나는 모든 변화 사항들은 한눈에 알아차리기 위하여 3차 관점이 필요한 사용자라면 1차 관점의 고정시계(Bird Eye's View)를 이용하는 편이 더욱 효율적일 것이다.

7. 3차원 경관시뮬레이터의 외양 및 동작환경

구현된 3차원 경관시뮬레이터의 외양은 웹브라우저의 테두리 내에서 동작하는 것이니 만큼 웹브라우저의 종류에 따라 조금씩 차이를 보이게 된다. 그러나 어떤

브라우저를 이용하던지, 또 어떤 모양으로 나타나던지간에 동작을 수행하는 데에는 문제가 없다. 어떤 웹 브라우저를 사용하던 그 안에 플러그인으로 연결되어 있는 VRML 브라우저 즉, 코스모플레이어의 모습은 변함이 없다. 자바 EAI를 이용하여 제작한 조작패널 부분도 모양이 일정하게 나타날 것이다. (그림 10)에 넷스케이프를 사용할 경우의 3차원 경관시뮬레이션 도구의 구현모습을 나타내었다.



(그림 10) 넷스케이프를 이용한 실행

3차원 경관시뮬레이션 도구의 실행을 위해서는 3차원 경관시뮬레이터, 웹브라우저, VRML 브라우저의 세 가지 요소를 구비하여야 한다. 웹브라우저와 VRML 브라우저는 자신의 시스템 운영체제에 호환되는 것으로 선택하여야 한다. 기본적으로 이 두 가지 브라우저가 문제없이 동작한다면 3차원 경관시뮬레이션 도구의 운용에 문제가 발생하지 않는다.

8. 결론 및 향후과제

본 논문의 대상인 3차원 경관시뮬레이션 도구는 현재의 환경에 새로운 토목·건축시설이 신설되는 경우, 사전에 시각적으로 검토가 가능하여 주변의 자연경관과 계획구역경관의 조화를 이루는 기획 및 설계물 용이하게 진행할 수 있을 것이다. 이에 우리 나라의 정비 및 재개발 사업에 있어서 계획단계의 도구로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

현재까지 구현한 기능적 요소들은 최소한으로 필요한 작업의 요구를 충족시켜 주기에는 적합하다. 향후 이러한 응용프로그램의 완성도를 높이는데 전력을 다할 것이며, 필요한 추가기능 구현도 병행하도록 할 것이다. 3차원 경관시뮬레이션 도구의 내부적인 완성도

해결 노력과 더불어 개발시스템 하드웨어 측면에서의 성능지원과 VRML의 더 빠른 발전을 기대한다.

또한 3차원 경관시뮬레이션 도구 자체적인 서버 DBMS를 개발하여 운용해야 할 필요가 있다. 경관데이터베이스의 자료가 점점 방대해 질수록 그 자료의 검색이나 참조에 따르는 효율이 현재의 방법으로는 분명히 저하될 것임에 틀림없으므로 효율적인 DBMS 전용서버를 따로 개발하여 분리시켜야 한다. 또한 서버에 접속된 사용자 클라이언트에 존재할 수도 있는 간이 데이터베이스의 내용을 서버의 대용량 데이터베이스로 합할 수 있는 효율적인 방법을 모색하는 것도 중요한 과제 중의 하나이다. 상용으로 발표된 여러 DBMS들이 있기는 하지만 그런 복잡하고 방대한 제품들을 사용하기보다는 자체적으로 필요한 기능만을 가지는 전문화된 DBMS를 구현할 계획이다. 3차원 경관시뮬레이션 도구에서 필요로 하는 데이터의 종류는 한정되어 있기 때문에 오히려 비대한 DBMS의 운용은 비효율을 가져올 수 있다.

현재의 인터넷관련 기술들 특히, 자바에서는 네트워크 보안상의 문제로 인하여 자바 애플릿에서 파일로 정보를 저장하는 일련의 작업들에 대한 방법을 금지시켜 두고 있다. 따라서 자바 및 자바 EAI를 이용하는 본 3차원 경관시뮬레이션 도구의 경우에도 이러한 제약을 그대로 적용 받는다. 추후에는 이 문제를 해결하여 3차원 경관시뮬레이션 도구에서 파일로 정보를 저장할 수 있는 방법을 구현해야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 농어촌진흥공사 농어촌연구원 지역정비연구소, “농어촌지역개발계획기법 및 전산화 연구”, pp.74-210, 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 1997.
- [2] 농어촌진흥공사 농어촌연구원 지역정비연구소, “농어촌지역개발과 경관시뮬레이터의 활용”, pp.22-45, 농어촌진흥공사 농어촌연구원, 1998.
- [3] 김병수, 이지형, 전영수, “균형적인 지역 개발을 위한 시뮬레이션 도구 구현”, '97 춘계학술발표논문집, 한국정보처리학회, 제4권, 제1호, pp.1187-1192, 1997.
- [4] 김성호, 정문열, “가상공간 내 아바타 행위관찰을 위한 규칙기반 카메라 제어기법”, 숭실대학교 정보과학대학 멀티미디어연구소, 1997, <http://www>.

multimedia.or.kr/newtech/paper1/abata/abata.htm

- [5] 문정수, "새로운 인터넷 세계로의 향해, VRML 2.0", 마이크로소프트웨어, pp.318-329(06), 284-293 (08), 1997.06-1997.08.
- [6] 허홍, "자바와 VRML 2.0이 연출하는 환상의 3D 세계", 마이크로소프트웨어, pp.386-391, 1998. 03.
- [7] Chris Marrin, Bruce Campbel, "Teach Yourself VRML 2 in 21Days", pp.14-126, 인포북, 1997.
- [8] 고법석, 여인국, 이양선, 황대훈, "Internet과 VRML", 경원대학교 외, 1998, <http://www.multimedia.or.kr/newtech/nt/nt6.htm>
- [9] 김성호, 정문열, "다중사용자용 VRML 시스템의 구조", 숭실대학교 정보과학대학 멀티미디어연구실, 1997, <http://www.multimedia.or.kr/newtech/paper1/vrml/vrml.htm>
- [10] Glenn Vanderburg, "MAXIMUM JAVA 1.1", pp. 423-473, 정보문화사, 1997.
- [11] Michael Abernathy, "Integrating Geographic Information in VRML Models," VRML 98 Conference, 1998, <http://ece.uwaterloo.ca/vrml98/home/content.html>
- [12] Keith Andrews, Andreas Pesendorfer, Michale Pichler, Karl Heinz Wagenbrunn, Josef Wolte, "Looking Inside VRwave : The Architecture and Interface of the VRwave VRML97 Browser," VRML 98 Conference, 1998, <http://ece.uwaterloo.ca/vrml98/home/content.html>
- [13] Yoshiaki Araki, "VSPLUS : A High-level Multi-user Extension Library For Interactive VRML Worlds," VRML 98 Conference, 1998, <http://ece.uwaterloo.ca/vrml98/home/content.html>
- [14] Gianpaolo U. Carraro, Mauricio Cortes, John T. Edmark, J. Robert Ensor, "The Peloton Bicycling Simulator," VRML 98 Conference, 1998, <http://ece.uwaterloo.ca/vrml98/home/content.html>
- [15] Stephen Chenney, Jeffrey Ichnowski, David Forsyth, "Efficient Dynamics Modeling for VRML and Java," VRML 98 Conference, 1998, <http://ece.uwaterloo.ca/vrml98/home/content.html>

[A] <http://tecfa.unige.ch/guides/vrml/vrmlman/>

[B] <http://cosmosoftware.com/developer/>

[C] <http://www.elim.net/~vrml2/jscript/>

[D] <http://indy.imige.co.kr/~CyberTech/vrml/>

[E] <http://www.elim.net/~vrml2/jscript/>



김 병 수

e-mail : bskim@kytis.konyang.ac.kr

1981년 서울대학교 수학과 졸업 (이학사)

1987년 미국 오클라호마 주립대학교 졸업(이학석사, 전자계산학 전공)

1993년 고려대학교 대학원 졸업(이학박사, 전자계산학 전공)

1987년~1991년 한국과학기술원 시스템공학연구소 연구원

1991년~현재 건양대학교 정보전자통신공학부 부교수

1999년~현재 미국 캘리포니아주립대학교 어바인(UC Irvine) Cognitive Science 교환교수

관심분야 : Virtual Reality, GIS, Parallel Processing



이 지 형

e-mail : GATHER@hitel.net

1998년 건양대학교 전자계산학과 졸업(이학사)

1998년~현재 건양대학교 대학원 정보전자공학과 재학

관심분야 : VR, GIS, LAN, 전자상거래



임 창 영

e-mail : keikan@bull.rdc.or.kr

1988년 건국대학교 농공학과 졸업 (농학사)

1990년 건국대학교 대학원 농공학과 졸업(농학석사)

1999년 건국대학교 대학원 농공학과 박사과정 수료

1990년~현재 농어촌진흥공사 농어촌연구원 지역정비 연구실 책임연구원

관심분야 : 농촌지역계획 및 시뮬레이션