
3D Navigation이 가능한 Avatar Tracker 개발에 관한 연구

이성태* · 최치석** · 이윤배***

The Study of developing the Avatar Tracker Using 3D Navigation

Sung-Tae Lee* · Chi-Suk Choi** · Yun-Bae Lee***

본 연구는 2003년도 교육인적자원부 · 한국교육학술정보원의 원격대학교 콘텐츠 제작 지원에 의한 것임

요 약

본 논문에서는 “3차원 공간표현 및 사용자 관점의 위치 추적이 가능한 Navigation Mechanism”을 개발한다. 특히 가상현실 공간구축을 위한 VRML 저작도구와 연동하여 인터넷기반의 3차원 가상현실 공간을 효과적으로 표현하고 이동할 수 있게 함으로써 건축, 오락, 교육, 공학 등 3차원 가상현실 관련 응용분야에 적용시킬 수 있는 Mechanism을 구현하였다.

ABSTRACT

In the paper, we develop the 'Navigation Mechanism' that can present the 3D space and trace the location in the user's viewpoint. Especially, using this mechanism, VRML tools are used to develop the virtual reality space in the internet. These mechanism can effectively represent the 3D virtual reality space and apply the many 3D related parts like architecture, education, entertainment and so on.

키워드

가상현실, 3차원공간, Navigation, Avata Tracker

1. 서 론

20세기 컴퓨터 기술의 비약적인 발전을 바탕으로 다양한 분야에서 응용되고 있는 분야중 하나인 가상현실은 수학분야의 기하학과 회화, 건축 분야의 원근법의 원리를 기반한 3차원(3D)적 공간 구현을 위한 컴퓨터 알고리즘이라 할 수 있다. 현실

세계를 표현하고 컴퓨터 등을 통해 가상현실 체험을 완벽하게 구현하기 위해서는 1인칭 시점에서 3차원적인 이동이 가능한 가상공간 인터페이스의 구현이 절대적으로 중요하다.

이를 위해 3차원 객체 표현 언어의 세계적인 표준으로 등장한 것이 VRML(Virtual Reality Modeling Language)이다. 실시간 렌더링이 가능한 3D

* 서울사이버대학교 게임&애니메이션학과
접수일자 : 2003. 9. 25

** (주)사이맥스
*** 조선대학교 컴퓨터공학부

엔진 라이브러리로는 OpenGL과 DirectX 등이 있다.

이러한 환경을 기반으로 하여 Internet 등에서 가상현실 기술이 광범위하게 사용되고 있으며 점차 그 용도가 확대되고 있다. 반면, 3차원 공간을 표현하고 여행하기에 적합한 3D Navigator의 개발은 아직 미흡한 단계에 있다. 이에 VRML Spec을 충실히 따르면서 2차원 평면인 컴퓨터 스크린 위에서 3차원 공간을 빠르고 편리하게 여행할 수 있게 해주는 “3차원 공간표현 및 사용자 관점의 위치 추적이 가능한 Navigation Mechanism의 소프트웨어 기술 개발”이 절실히 요구된다.

본 논문에서는 3차원 응용 소프트웨어를 이용하여 가상현실을 모델링한 3차원 공간 정보를 Access 하고 다룰 수 있는 Web3D의 세계 표준 규약인 VRML2.0 기반의 Navigation 소프트웨어(이하 3D Navigator)를 개발하였다. 3차원 저작툴(캐비마당)과 3D Navigator는 상호 보완적으로 시너지 효과를 가질 수 있으며, 나아가서 3차원 응용분야에서 국내 소프트웨어 기술의 경쟁력을 가질 수 있을 것으로 예견된다.

II. 본 론

2.1 연구 개발 내용 및 범위

본 논문에서 제안한 3D Navigator과 3차원 저작툴과의 관계를 도시해 보면 그림 1과 같다.

즉, 3차원 저작기 툴과 3차원 공간표현 언어인 VRML2 Spec을 지원하는 형태의 3차원 구성용 도구라고 볼 수 있다. 특히, Web Browser에 Plug-In 모듈이 포함되어 VRML2로 구축된 Internet HomePage를 Access하거나 3차원 저작툴의 옵션 프로그램으로 포함되어 독자적인 실행기로서 동작할 수 있다. 또한 부가적으로 표준적인 VRML2 이외에 확장기능을 부여하는 것이 가능하므로 실행 속도 향상 측면이나 그 외 기능적인 형식추가 면에서 매우 큰 잇점을 가질 수 있다.

3D Navigator의 사양은 3차원 가상공간을 보여주는 3D Navigator와 사용자의 위치 추적이 가능한 Avatar Tracker로 나눌 수 있다. 3차원 가상현

실을 보여주는 3D Navigator는 internet/network 상에서 사용자 관점의 3차원 가상현실을 보여주는 Navigation 화면과 VRML 2.0 54개의 노드 구현되어 있고, 사용자 위치 추적이 가능한 Avatar Tracker는 사용자의 위치를 평면적으로 추적할 수 있는 Top View제공, 사용자의 위치를 측면(높이)에서 추적할 수 있는 Side View제공, Avatar 위치 제어 pannel 제공을 제공하게 된다.

사용자 위치 추적이 가능한 Avatar Tracker의 기능은 첫째, Avatar View(사용자 측면 View)로 3차원 공간을 관찰자(카메라)의 위치에서 바라보는 창(View)으로써 Input Device (mouse, keyboard)로서 동작이 가능하다.

둘째는 Top View로 3차원 구성 객체들을 평면도와 같은 모습으로 바라보는 창으로 은선을 제거한 wireframe으로 표현하며 현재 Avatar(사용자)의 위치를 알 수 있고 또한 위치 추적기능, 인터페이스 하는 방법을 제공한다. 그리고, 원하는 위치로 이동할 때 가장 빠른 방법이 될 수 있어 사용자에게 지도처럼 쓰일 수 있다. 셋째는 Side View로 3차원 가상세계 측면에서 바라보는 창으로 Top View와 유사한 인터페이스를 제공한다. 또한 사용자가 원하는 높이나 위치로 이동할 때 가장 빠른 방법이 될 수 있다. 넷째 Navigation Control Pannel로 Avatar View 와 Side View, Top View 등에서 3D Navigator 사용자가 3차원 가상현실 세계를 돌아다니기 편리하게 사용되는 툴을 통칭하는데, Navigation Pannel은 3차원 공간표현에서 공간 이동에 관련된 일련 동작들을 편리하게 구현해 주기 위한 기능 버튼의 모임이라 할 수 있다.

이 버튼들은 Web-Browser에 Plug-In된 경우에도 3차원 VRML 형식의 Scene을 관리하기 위해서 항상 존재하게 된다. 다섯째는 VRML Parser로 VRML Version 2.0의 Spec에 의거하여 입력된 구문의 문법/구문 검사를 수행하고, Scene-Graph를 작성하여 각 객체의 초기값들을 입력시키는 역할을 수행하는데 Syntax 검사(DEF/USE 문장 Check, Node 내에 중첩된 Route문장 Check, VRML 2.0 Node에 포함된 54개 Node의 계층관계 Check)와 Scene Graph 작성(각 객체의 초기값 입력)을 한다.

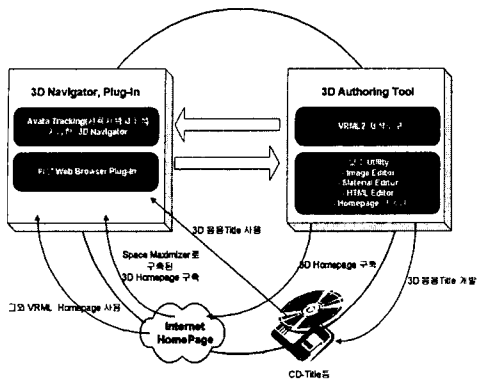


그림 1. 3차원 저작기와 3D Navigator와의 관계
Fig 1. Relationship 3D Navigator and 3D Tool

2.2 시스템 구성도 및 시스템 사양

개발에 필요한 시스템의 구성도와 사양은 그림 2와 같다.

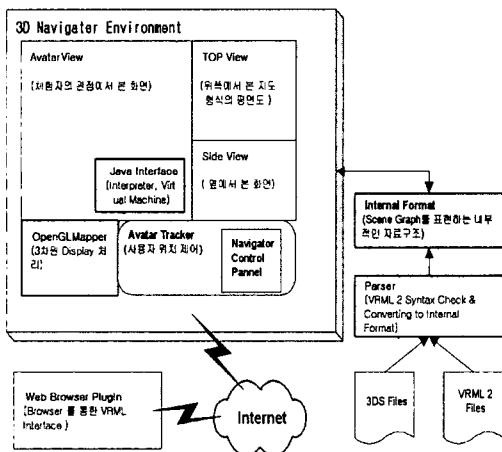


그림 2. 시스템 구성도
Fig 2. System Architecture

2.3 기본설계 내용.

3D Navigator은 그림 3과 같이 3차원 실세계 표현(Avatar View)과 위치추적이 필요한 기능(Side View, Top, Avatar Tracker)을 가지는 인터페이스 구조로 이루어져 있다. 알고리즘 구현 부분은 크게 VRML Parser 부분과 OpenGL Mapping 부분, 3D Navigator Control 부분으로 나누어 지고, 각 부분은 서로 결합되어 완성된 3D Navigator 환경을 구성하게 된다.

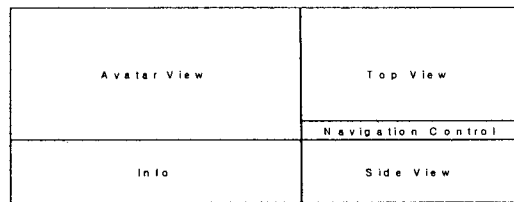


그림 3. 3D Navigator의 화면 설계
Fig 3. 3D Navigator Overview

3D Navigator 환경은 VRML Parsing(VRML 2.0 Format Syntax Check, Scene-Graph 생성, 3D Navigator 내부 객체 생성 및 초기화 수행)과 OpenGL Mapping(SGI OpenGL 1.1 Library를 이용한 3차원 객체(Node) 구현 확장 Library구축, 속도 향상을 위한 Drawing Algorithm 최적화 기술)으로 구성이 되며 3D Navigation Control 부분(VRML 형식의 객체들에 대한 Avatar 관점에서의 3차원적인 View 표현 기술, 위치 제어 기능인 Position Marking 기능 구현 기술, 범용 Browser에서 사용이 가능한 Plug-In 모듈 개발 기술)으로 구성이 된다. 그림 4는 이를 보여주고 있다.

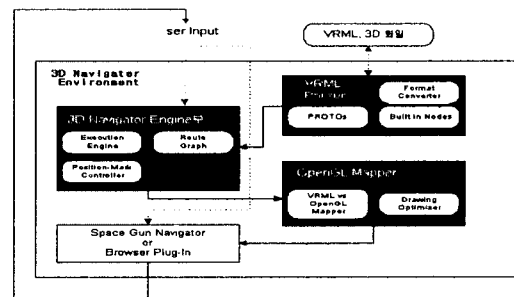


그림 4. Parser와 3D Navigator, OpenGL Mapper와의 관계
Fig 4. The Relation among the Parser, 3D Navigator and OpenGL Mapper

또한 OpenGL 확장으로 3D Navigation시 필요한 요소인 각종 Set node, Extrusion, ElevationGrid 등의 VRML2 고급 노드들과 3차원 객체 라이브러리의 구축에 반드시 필요한 노드인 PR-OTO/EXTERNPROTO 노드를 표현하기 위해 OpenGL라이브러리를 확장한다.

III. 설계 내용

3.1 VRML 2.0 Parser

기능을 요약하면 다음과 같다. 첫째 Syntax 검사로써 DEF/USE 문장 Check, Node 내에 중첩된 Route 문장 Check, PROTO, EXTERNPROTO, Script, Node를 포함한 54개의 Node의 계층관계 Check을 한다.

둘째, Scene-Graph생성을 하게 되는 children node를 가지는 group node들과 다른 노드들을 계층적인 구조로 생성, Route Graph를 생성, Script Node의 동적인 event-routing topology 변경처리, Bindable Node(Background, Fog, NavigationInfo, Viewpoint node)를 위한 별도의 Stack 관리를 한다. 셋째, 3D Navigator의 내부 포맷 초기화로 Navigator 내부 3D 객체 Node를 생성하는 Triggering, 3D 객체의 Load Time Value를 초기화한다.

Parser와 3D Navigator와의 관계에서 Parser는 로딩된 VRML2.0 File의 syntax를 체크하고 3D Navigator가 Node들을 Presentation할 수 있도록 VRML File을 자체 내부 포맷의 형태로 변환, 객체 초기화를 수행한다. 또한 Event Route가 포함된 VRML File은 Route Graph를 생성하며, Parser에 의해 내부포맷으로 변환된 VRML File을 3D Navigator는 사용자의 화면에 출력한다. 사용자가 VRML 화면에서 Navigation하면 정의된 Action을 VRML화면에서 저장된 내부 포맷을 이용하여 사용자의 화면에 나타낸다.

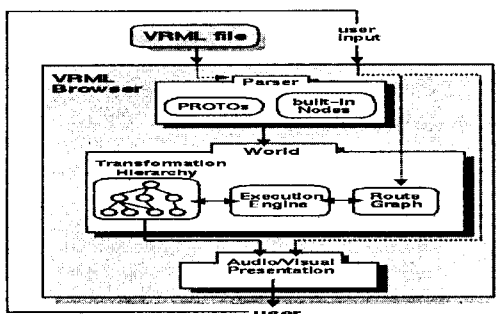


그림 5. Parser와 3D Navigator 관계
Fig 5. The Relation between the Parser and 3D Navigator

그림 5에서 처럼 Parser가 지원하는 3차원 객체 Node는 VRML 2.0 Spec에서 지정한 54개의 Node를 모두 지원한다. Node의 설계 Field는 Field_Category (Exposed_Field, Event_In, Event_Out, Field 등) + Field Type(19개의 Type) + Field ID (Field 이름)+ Field Value(SFType, MFType Value)로 구성이 된다. Node는 Node ID(Node의 이름)와 여러 개의 Field로 구성된다. Field는 Node가 가지는 속성과 상태를 의미하므로 Node는 Field에 의해서 Node Class를 표현할 수 있다. 따라서 Node와 Field간의 관계는 1:N의 관계를 갖는다. Field는 Node의 속성을 나타내는 여러 개의 Attribute를 가지고 각각의 Attribute는 해당 값을 가진다. 따라서 ISO/IEC 14772 VRML Spec 2.0을 기준으로 19개의 Field Class를 설계하고, 54개의 Node Class를 설계하였다.

3.2 3D Navigator

3.2.1 Avatar View(사용자 측면 View)

3차원 공간을 관찰자(카메라)의 위치에서 바라보는 창(View)로서 Input Device로 Control이 가능하며 그 Control로는 Navigation Mode 변경이 가능하다. Navigation Mode로는 Walk Mode(사용자가 보행하는 것과 같은 형태의 Navigation 동작), Fly Mode(사용자가 하늘을 날듯이 이동할 수 있는 Navigation 지원)가 있다. 그림 6은 Navigator 화면을 보여주고 있다.

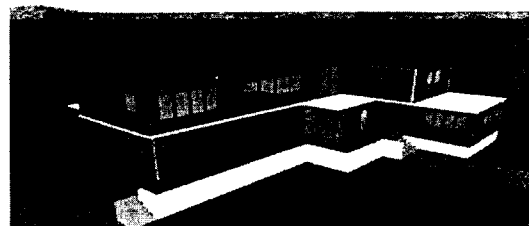


그림 6. Navigator 화면
Fig 6. Navigator Screen

3.2.2 Top View(평면 지도 View)

3차원 구성객체들(Virtual World)을 평면도와 같은 모습으로 바라보는 창으로 은선을 제거한

wireframe으로 표현되며 현재 Avatar(사용자)의 위치를 볼 수 있고, 또한 위치 추적기능 인터페이스방법을 제공할 수 있다.

Avatar 이동 인터페이스는 Avatar 위치이동 기능으로 현재 위치한 Avatar를 다른 위치로 이동시킬 경우 Avatar View에서의 3차원적인 위치가 변경되어 빠른 이동이 가능하다. 객체 은선제거 기능은 지도와 같은 기능으로 사용되기 위한 은선을 제거한다.

위치 흔적 기록 및 이동 명령 인터페이스는 Avatar Trace Point가 있는데 사용자가 보행하는 중에 일정한 거리 간격이나 일부러 지정된 위치에 Mark를 표시함으로써 Position-Mark Chain을 유지하는 기능이고 Avatar Position Restore는 Position-Mark Chain 중 가고자 하는 위치를 Input Device를 통해 입력받아 Avatar View에 적용시키는 기능이다. 그림 7은 Top View(평면 지도 View)이다.

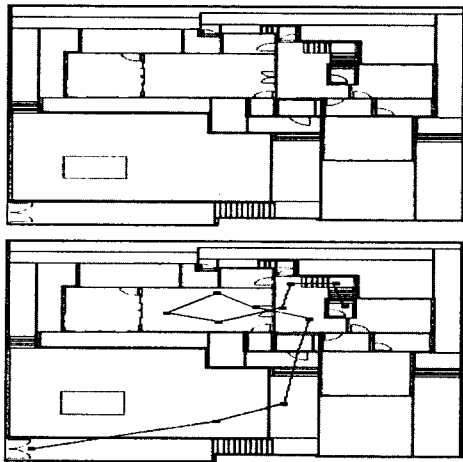


그림 7. 평면 지도 View
Fig 7. Top View

3.2.3 Side View(측면도)

Virtual World를 측면에서 바라보는 창으로 Top View와 유사한 인터페이스를 제공한다. 그림 8은 측면도이다.

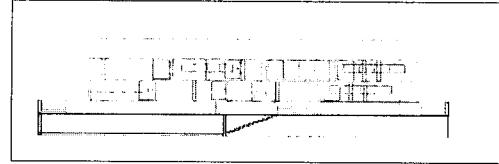


그림 8. 측면도 View
Fig 8. Side View

3.2.4 3D Navigator 제어 필요기능

첫째는 객체표현으로 Primitive Object(Box, Cylinder, Cone, Sphere) & Text를 이용해 사용자에게 3차원 형상이 보여지도록 하는 객체로 육면체, 원기둥, 원뿔, 구, 2차원 텍스트객체 등이 있다. 둘째는 PROTO Object로 3차원 객체를 모델링 하고, 그 객체를 이용해 3D객체의 재사용을 증대시키고 라이브러리를 구축하는데 사용한다. 셋째는 Light Object (SpotLight, Directional-Light, PointLight)로 3차원 공간에서 객체에 빛의 효과를 주는 노드로서 스포트라이트, 자연광, 특정지점에 빛을 주는 노드 등이 포함된다.

IV. Avatar Tracker

4.1 Navigation Panel

Navigation Panel은 3차원 공간표현에서 공간 이동에 관련된 일련의 동작들을 편리하게 구현해 주기 위한 기능 버튼의 모임이라 할 수 있다. 이 버튼들은 Web-Browser에 Plug-In된 경우에도 3차원 VRML 형식의 Scene을 관리해 주기 위해서 항상 존재하게 된다. Control Panel의 구조와 기능은 그림 9와 같다.



그림 9. Control Panel
Fig 9. Control Panel

- ① 전체 Scene의 Zoom-In 기능 버튼
- ② 전체 Scene의 Zoom-Out 기능 버튼
- ③ 전체 Scene의 Clear 기능 버튼
- ④ 현재 Avatar의 위치 저장 버튼

- ⑤ Position-Mark간 이동버튼(현재보다 전 위치로 이동을 명령)
- ⑥ Position-Mark간 이동버튼(현재보다 다음 위치로 이동을 명령)
- ⑦ 사용자의 Navigation경로를 기록하고 있다가 다시 지나간 자취를 따라가서 볼 수 있는 기능 버튼

4.2 Record/Replay 기능

사용자의 네비게이션 경로를 계속 기록하고, 지나간 경로와 위치를 추적하여 향후에도 편리하게 3차원 공간을 Navigation할 수 있도록 하는 기능이다. 이 기능을 구현하기 위해서는 사용자의 네비게이션 경로를 실시간으로 서버에 전송하여 기록하고 사용자가 replay를 요청할 경우 서버에서는 기록된 데이터를 client로 전송하고 이 데이터를 3D Navigator이 실시간으로 분석하여 렌더링을 해 주어야 한다.

4.3 Auto Navigation 기능 지원

사용자가 3차원 공간을 일일이 네비게이션 할 필요 없이 3차원 공간 제작자가 미리 정의한 경로대로 자동으로 네비게이션 할 수 있도록 하는 기능으로서, 기 보유기술인 깨비마당과 연계하여 VR-ML2 노드 중 하나인 PositionInterpolator로 구현하였다. PositionInterpolator의 Specification은 다음과 같다.

```

PositionInterpolator
{
  eventIn      SFFloat set_fraction  # (-∞,∞)
  exposedField MFFloat key          [] # (-∞,∞)
  exposedField MFVec3f keyValue     [] # (-∞,∞)
  eventOut     SFVec3f value_changed
}
    
```

여기에서 keyValue에 3차원 좌표를 차례대로 써주면 지정한 시간이 경과될 때 자동으로 위치를 이동하므로 Viewpoint 노드 및 Transform 노드와 연계시켜 Auto Navigation 기능을 구현하였는데 사용예는 그림 10, 11과 같다.

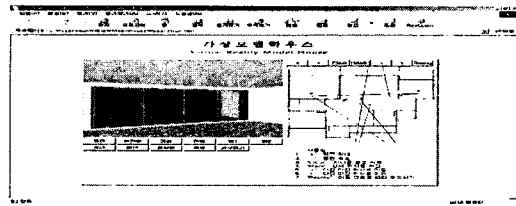


그림 10. 아파트 모델 하우스의 적용 예
Fig 10. Example of Applying to Apartment Model House

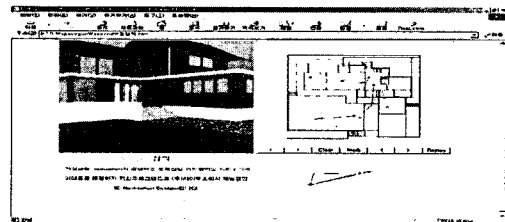


그림 11. 2층집의 적용 예
Fig 11. Example of Applying to a Two-storied House

V. 결론

본 연구를 통해서 개발한 것을 3차원 가상 현실 공간을 여행하는데 필요한 가상현실 Navigation System인 VRML 기반의 3D Navigator이다. 3D Navigator은 VRML parser, OpenGL Mapper, 3D Navigation, Avatar Tracking 등의 기술이 포함되어 개발되었다.

우선 VRML Parser부분은 VRML 파일에 대한 Syntax check, Scene Graph작성, Error/Exception 등에 대한 처리에 대한 기능을 제공하도록 개발되었다. OpenGL Mapper는 VRML 파일을 3차원 Drawing, 최적화 된 3D 환경에 대한 처리를 하며, OpenGL에 대한 가속부분을 추가하였다.

3D Navigation은 3차원 가상현실을 보여주고, 사용자의 3차원 상에서의 이동에 대한 부분을 담당한다. 3D Navigation과 연동되는 기술인 Avatar Tracking은 사용자의 위치 추적이 가능한 TopView, SideView, Control Panel 등으로 만들어졌다. TopView란 전체 3차원 가상공간을 위에서 내려다보는 형태의 wire frame의 구조를 가지

고 있다. 그리고 Side View의 경우에는 앞에서 3차원 공간을 바라보는 형태로 개발되었다. 두가지 모두 캐비마당과의 연계를 위해서 캐비마당의 저작파일인 *.cmx파일을 읽어들이 실시간으로 wireframe을 그려주는 형태를 가지고 있다.

본 논문에서 구현한 VRML 기반의 3D Navigator는 VRML 저작도구인 캐비마당의 Option Program으로 웹상에서 사용자 위주의 3차원 가상현실을 구축하는 도구이다. Control Panel은 3D Navigation과 Top View, Side View를 연결해 주는 기능 버튼이라고 볼 수 있다. 사용자가 3차원 가상현실의 특정한 위치를 기억시켜두고 곧바로 이동할 수 있는 기능과 Top View와 Side View의 화면 확대, 그리고, 자동 여행기능을 가지기 때문에 버튼 한번으로 모든 3차원 가상현실을 돌아다닐 수 있다.

이런 기능을 통해서 3D Navigator는 기존의 가상현실 세계를 바라보는 관점을 바꾸고, 3D Navigation과 Avatar Tracking을 할 수 있는 유일의 도구라고 볼 수 있다. 현재 3D Navigator를 모델 하우스와 전시정보서비스에 대한 접목을 시도하고 있다.

참고 문헌

[1] VRML97, International Standard: ISO/IEC 14772-1, December, 1997. <http://www.vrml.org/Specifications/VRML97/index.html>.

[2] W. Ihlenfeldt. Visualizing Chemical Data in the Internet Data Driven and Interactive Graphic. Computers and Graphics, 22(6): 703-714, 1999.

[3] International Standard ISO/IEC Virtual Reality Modeling Language, 1997.

[4] B. Roehl, Specification for a Standard VRML Humanoid Version 1.0 August 1997 <http://ece.uwaterloo.ca:80/ph-anim.html>

[5] J. Bowers, J. O'Brien, and J. Pycoc, "Practically Accomplishing Immersion: Cooperation in and For Virtual Environments, Proc. CSCW'96, Nov. 1996, Boston, ACM Press

[6] Michael Gleicher. Motion Editing with

Space-Time Constraint. Proceedings of the 1997 symposium on Interactive 3D graphics, 1997

[7] Yuencheng Lee, Demetri Terzopoulos, and Keith Waters. "Realistic modeling for facial animation". SIGGRAPH 95 Conference Proceedings, pp55-62, Aug. 1995.

[8] Z. Liu, S.J. Gorkler, M.F. Cohen, Hierarchical spacetime control, Computer Graphics Proceeding, Annual Conference Series (SIGGRAPH 95 Proceedings), 1995, pp. 63 70.

[9] K. Perlin, Real-time responsive animation with personality, IEEE Trans. Visual. Comput. Grap. 1(1) 1995. 5. 15

[10] N. Tryfona and C.S. Jensen, "Conceptual data modeling for spatiotemporal applications," Chorochronous Technical Report, No.CH-98-08, September 1998.

저자 소개



이성태(Sung-tae Lee)

1998년 8월 조선대학교 전자계산학과 이학석사

1999년 3월~2002년 2월 조선대학교 전자계산학과 박사과정수료

1999년 3월~2002년 8월 동강대학 컴퓨터정보과 겸임교수

2002년 9월~현재 서울사이버대학교 게임&애니메이션학과 교수

※ 관심분야 : 가상현실, 3차원 캐릭터, 멀티미디어, e-learning



최치석(Chi-Suk Choi)

1984년 2월 인하대학교 전자공학과 졸업 공학사

1984년 1월~1987년4월 (주)LG전자 OA사업부 회로시작실

1987년 4월~1992년7월 포스데이타(주) 기술연구소 LBP개발팀장

1992년 7월~1997년 12월 대상정보기술(주) 정보통신연구소 연구소장

1998년 2월~현재 : (주)사이맥스 대표이사

※ 관심분야 : VRML, Multimedia Authoring, Multimedia Authoring Tool, Image processing, XML/XSL



이윤배(Yun-bae Lee)

1980년 2월 광운대학교 전자계산학과 이학사

1983년 2월 광운대학교 전자계산학과 이학석사

1993년 12월 숭실대학교 전자계산학과 공학박사

1988년~현재 조선대학교 컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : Artificial Intelligence, Expert Systems, Multimedia, Image Processing, Virtual Reality