

전자매뉴얼을 위한 3D 가상환경 인터페이스의 개발과 구현¹

임윤호^o, 한덕수*, 임순범**, 최윤철
연세대학교 컴퓨터과학과, *제3육군 사관학교 컴퓨터과학과,
**숙명여자대학교 멀티미디어학과

Design and Implementation of 3D Virtual Environment Interface for IETM System

Yoon-Ho Lim^o, Deok-Soo Han*, Soon-Bum Lim**, Yoon-Chul Choy

Dept. of Computer Science, Yonsei University,

*Dept. of Computer Science, Korea 3rd Military University,

**Dept. of Multimedia Science, Sookmyung Women's University

Email: {limyh, ycchoy}@rainbow.yonsei.ac.kr, sblim@sookmyung.ac.kr, dshan@hanmail.net

요 약

전자매뉴얼은 기존의 기술 문서를 전자 문서화 한 것으로 멀티미디어 콘텐츠의 활용도가 높은 분야 중 하나이다. 전자매뉴얼은 3D 콘텐츠를 포함할 가능성이 매우 높으며 이 때 직관적이고 정교한 3D 조작 인터페이스가 요구된다. 또한 그런 3D 인터페이스에서의 조작 정보 역시 적절하게 저장하고 재생하는 방법이 존재한다면 조작 정보의 재사용을 통한 복수의 사용자의 정보 교환을 가능하게 할 수 있다. 본 논문에서는 사용자 중심의 직관적인 3D 사용자 인터페이스와 조작의 기록과 재생을 가능하게 하는 Process Annotation 기법이 적용된 전자매뉴얼의 3D 콘텐츠를 제안하고, 실제 프로토타입으로 구현하였다.

1. 서론

전자매뉴얼(IETM: Interactive Electronic Technical Manual)은 기술 관련 문서를 전자 문서화 한 것이다. 전자문서화 된 매뉴얼은 저장, 유지 보수에 장점이

있으며 언제 어디서나 쉽게 접근할 수 있는 상호작용성(interactivity), 그리고 멀티미디어 콘텐츠 사용으로 이해를 돕는 장점이 있다. 이것은 1970년대 DoD의 "Paperless Ship Initiative[1]" 개념에서 출발했으며 DoD의 표준에 근거를 두고 발전하였다[2]. 현재 사용되는 많은 전자매뉴얼은 기계 부품과 같은 소재를 다루고 있다. 그런 경우 부품 등의 복잡하고 정밀한 기계장치를 인터랙티브 3D 그래픽으로 제작할 필요

¹ 본 연구는 2002년 문화관광부 문화콘텐츠기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었음(1-02-2002-001-1008-00-0040).

성이 대두된다. 이때 효과적인 객체 조작기능을 구비한 3D 사용자 인터페이스의 부재는 교육효과와 작업능률을 떨어뜨리는 주요 원인이 될 수 있다. 그리고 우수한 조작성을 갖추고 있다 하더라도 현재의 전자매뉴얼에서는 조작이 1회성을 갖는 단점이 있다. 그러나 조작 정보 역시 저장, 재생이 가능하다면 사용자간의 정보 공유를 통한 효과가 크다.

따라서 본 논문에서는 과거 몰입형 가상 환경에서 연구된 방법을 현행 전자매뉴얼이 필요로 하는 데스크탑 가상환경에 확대 적용하여 보다 정교하고 정확한 직관적인 3D 인터페이스를 제안하였다. 그리고 Process Annotation 개념을 적용하여 1회성인 조작정보도 유연하게 재사용이 가능한 환경을 구상하였으며 이를 적용한 프로토타입을 구현하였다.

2. 관련연구

2.1 3D 사용자 인터페이스

3차원 가상환경에서 네비게이션을 제외한 대부분의 행위는 객체의 조작이다. Bowman[3]은 3D 객체 조작을 크게 선택(Selection), 조작(Manipulation), 해제(Release) 등 세 가지로 구분하였고 Foley, D. 등 여러 연구자들[4, 5, 6]은 컴퓨터 그래픽스 인터랙션을 선택(Selection), 배치(Position), 회전(Orient), 텍스트입력(Text), 숫자입력(Quantify) 등 다섯 가지로 구분하였다. 위를 보고 알 수 있듯이 객체조작기능 중 가장 기본이 되는 것은 객체선택(Selection)이다. 몰입형 가상현실에서의 대표적인 객체선택 기술들은 기본적인 'Simple virtual hand' 개념부터 출발하여 'Ray-casting'[7], 'Flash light', 'Go-go technique'[8] 등이 있으며 이외에도 다양한 기법들이 있다. 이 중에 Flash light 기법은 일정 범위내의 복수의 객체를 선택 후보로 지정하여 복수의 객체 내에서 다시 한 번 선택을 가능하게 함으로써 보다 정확한 선택을 가능하게 하는 기법이다.

그러나 상대적으로 이 분야에 대해 적은 연구가 행해진 데스크탑 가상 환경에서의 객체의 선택은 쉬운 작업이 아니다. 3D 장면은 투영과정에서 왜곡이 필연적으로 발생하며 최종 투영 결과물에서 화면상

의 매우 작은 범위를 차지하거나 다른 객체 뒤에 가려지는 객체는 사용자의 접근을 어렵게 한다. 우리는 이 점을 개선하기 위해 몰입형 가상 환경에서 연구된 'Flash light' 기법과 유사한 복수의 후보 객체 중에서 2단계 선택을 통해 정확한 객체를 선택하는 기법을 제안할 것이다.

2.2 조작의 기록과 재생

일반적으로 annotation이란 본문 내용에 부가적인 설명이나 강조를 위한 표시나 어구를 추가로 기록하는 것이다. 이런 annotation은 일회성에 그치는 것이 아니라 중요한 정보의 공유와 재사용을 가능하게 해준다[9, 10, 11]. 그러나 동적인 작업은 본문 내용과는 그 성격이 다르기 때문에 동적인 작업에 annotation을 달기 위해서 기존의 의미를 확장할 필요가 있다. 물론, 기존에도 조작을 저장하고자 하는 여러 연구와 그에 따른 응용 프로그램들이 존재해 왔다.

Screen Cam과 같은 소프트웨어처럼 화면 그 자체를 동영상으로 저장하여 조작 내용을 기록하고 저장, 재생하는 방법도 있다. 그러나 이 방법은 상대적으로 용량이 많이 차지하며 조작의 내용에 대한 상호작용을 거의 허용하지 않는다. 그런 문제로 인해 조작을 이벤트를 기반으로 저장하고자 하는 연구도 행해져 왔다. 예로서 Programming by demonstration (PBD) system이나 HABANERO, Jedemo와 같은 toolkit이 존재하고 Java로 구성된 JAMM도 있다. 그 외에 특수한 웹 브라우저를 이용하는 방법도 있으며 proxy server를 이용해 조작을 기록하도록 웹을 변경해주는 방법에 대한 연구도 존재한다[12]. 그러나 이들은 대부분 단순한 조작 기록에 국한되거나 2D 환경과 웹 환경을 주로 다루고 있다.

3. 전자매뉴얼을 위한 3D 콘텐츠 인터페이스의 제안 및 설계

3.1 3D 사용자 인터페이스 제안

우리가 본 연구에서 중점적으로 개선하여 적용

하고자 한 3D 사용자 인터페이스는 객체 선택과 관련된 부분이다. 이 단계에서는 사용자가 마우스를 사용하여 화면상의 특정 객체를 클릭할 경우, 인터페이스 내부적으로는 그 객체를 중심으로 [표 1]에 제시된 일정한 규칙에 의거하여 사용자가 선택하고자 한 객체에 근접하는 객체들을 선택 후보 리스트(Selection Candidate List)로서 추출해내게 된다. 이후 사용자가 마우스 휠등을 조작하여 회전시켜 이 리스트 내부에서 포커스를 이동하게 함으로 정확하게 원하는 객체를 선택하도록 하였다. 일단 선택이 행해지면 조작 모드를 변경하여 회전, 이동 등의 다른 조작을 수행할 수 있다.

표 1. 선택 후보 리스트의 생성 방법

방법	내용	특징
전체 장면 그래프에서 분리	선택된 객체의 부모 노드를 루트로 하는 장면 그래프의 서브 트리를 분리한 뒤 전위 순회하여 생성	전체 장면의 구조를 활용 가능하나 구조가 없거나 구조를 무시할 필요가 있을 때는 부적절
객체간의 인접성 테스트	처음 선택된 객체로부터 일정 범위안에 들어온 객체들을 선택 후보 리스트로 생성	직관적이고 구현이 간단하지만 깊숙하게 가려진 객체를 선택할 수 없음
객체와 뷰 벡터와의 인접성 테스트	사용자가 클릭한 부분에서 화면 안쪽으로 뻗어나가는 벡터와 인접한 객체들을 선택 후보 리스트로 생성	구현상의 어려움이 있으나 깊숙하게 가려진 객체들까지도 선택 후보 리스트로 만드는 것이 가능

과거에 우리는 선택 후보 리스트를 지칭하기 위해 '선택 트리(Selection tree)'라는 용어를 사용하였다[13]. 그러나 이 용어가 전체 방법을 트리 구조에만 국한시킨다는 인상을 주었고, 이미 데이터구조에 존재하는 선택 트리라는 용어와 혼돈의 소지가 있어 '선택 후보 리스트'라는 보다 정확한 용어로 변경하였으며 이를 프로토타입에 적용하였다[14].

3.2 Process Annotation

Process Annotation은 사용자가 자신의 작업의 조작과정을 의미 있게 기록하고 저장하여 이후에 interactive한 재생이 가능하도록 하는 기법으로 정의한다. 우리가 제안하는 Process Annotation의 필요조건

은 동적인 내용인 작업의 절차와 같은 동적인 내용의 정보에도 annotation을 기입할 수 있어야 하며 기록된 내용을 의미 있게 저장, 분류, 검색과 재사용이 가능하게 해야 한다. 그리고 작업 절차를 의미 있게 기록하는 것에 더해서 재생 단계에서도 높은 사용자와의 interaction을 유지시켜 주어야 한다. 우리는 Process Annotation의 정의 및 저장 형식을 XML(eXtensible Markup Language)[15] 기반으로 하였다. XML은 다루기 쉽고 여러 환경에서 지원되는 표준이며 저장과 검색이 용이하고 확장성이 뛰어나다. 이런 장점은 우리가 제안하는 Process Annotation의 필요조건에 부합한다.

우리는 3D 콘텐츠와 관련된 Process Annotation을 정의하면서 [표2]와 같은 조작이 기록될 필요가 있다고 판단하였다. [표2]에서 칠해진 부분은 조작 그 자체를 기록한 것이고 나머지 부분은 조작에 의한 3D 장면의 결과이다. 우리는 전자를 Control stream으로 명명하였고 후자를 Event로 명명하였다. Control stream을 저장함으로써 Process Annotation을 통해 응용 프로그램의 조작 방법과 같은 정보를 저장하고 전달할 수 있다.

표 2. Process Annotation으로 기록될 조작의 종류

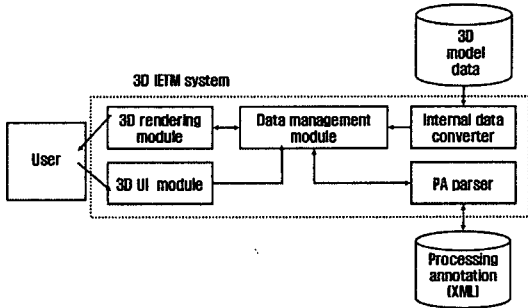
조작 종류	내용
Device control	마우스와 같은 포인팅 디바이스의 상태 정보
Key stroke	키보드의 상태 정보
Menu selection	메뉴의 상태 정보
Select	객체의 선택
Release	객체의 선택 해제
Translate	객체의 평행 이동
Rotate	객체의 회전
Resize	객체의 크기 변환
Camera movement	시점의 정의

그 외에 조작에 대한 추가적인 의미 정보의 기록이나 기타 재생과 관련된 내용이 추가되어야 한다. 이러한 내용을 바탕으로 우리는 Process Annotation의 DTD를 정의하였다.

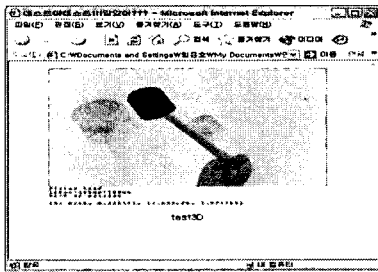
4. 프로토타입의 구현

본 시스템은 Windows XP 환경에서 C++, MFC,

OpenGL을 이용하여 ActiveX 컨트롤로 구현하였다. 웹 브라우저를 통한 IETM접속을 가정하여 만들어진 프로토타입으로 [그림 1]은 전체 시스템의 구조도를 표현한 것이고 [그림 2]는 이러한 구조에 따라 우리가 제안한 방법을 적용하여 만들어진 프로토타입의 스크린샷이다.



[그림 1] 전체 시스템 구조도



[그림 2] 컨트롤의 스크린샷

3D 컨트롤은 우선 3D 모델 파일과 구조정보를 읽어 들인 후, 3D UI 모듈에서 우리가 앞서 제안한 방법의 인터페이스가 구현되어 동작하며, Process Annotation을 이용한 조작의 기록과 재생이 가능하다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 전자매뉴얼에 사용 가능한 3D 콘텐츠의 인터페이스에 대해 제안하였으며 간단한 프로토타입을 구현하였다. 향후 연구계획은 Process Annotation의 확장과 편집, 재생 인터페이스를 통해 연구 결과물의 활용도를 다양화 하는 것이다. 특히 Process Annotation에 프로그램을 가능하게 하는 기능을 추가하여 흐름 제어가 가능하다면 그 활용도를

크게 높일 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] MEDIA ACCESS Group, <http://www.media-access.com/paperless.html>
- [2] E. L. Jorgensen, "Setting the Stage," Interactive Technical Manual Overview, 1994
- [3] Doug A. Bowman, Donald B. Johnson and Larry F. Hodges; "Testbed evaluation of virtual environment interaction techniques;" Proc. of the ACM symposium on Virtual reality software and technology, pp. 26-33, 1999.
- [4] James D. Foley , Victor L. Wallace , Peggy Chan, "The human factors of computer graphics interaction techniques," IEEE Computer Graphics and Applications, v.4 n.11, p.13-48, Nov. 1984
- [5] James D. Foley , Andries van Dam , Steven K. Feiner , John F. Hughes, "Computer graphics: principles and practice (2nd ed.)," Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, 1990
- [6] Grissom, S., Periman, G. "StEP(3D): A portable discount usability evaluation plan for 3D interaction.," Ohio State University, Department of Computer Science and Information Science, Technical Report OSU-CISRC-2/93-TR7, 1993
- [7] Mine, M. "Virtual environment interaction techniques," UNC Chapel Hill Computer Science Tech. Report TR95-018, 1995
- [8] Ivan Poupyrev , Mark Billinghurst , Suzanne Weghorst , Tadao Ichikawa, "The go-go interaction technique: non-linear mapping for direct manipulation in VR," Proceedings of the ACM symposium on User interface software and technology, November 1996
- [9] Catherine C. Marshall, "Toward an Ecology of Hypertext Annotation," Proc. ACM HyperText, Pittsburgh, 1998
- [10] Venu Vasudevan and Mark Palmer, "On Web annotations: promises and pitfalls of current Web infrastructure," Proc. Thirty-second Annual Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, 1999
- [11] Catherine C. Marshall, "Annotation: From Paper Books to Digital Library," Proc. 2nd ACM Int'l Conf. on Digital Libraries, Philadelphia, 1997
- [12] Yoshinori Aoki, Fumio Ando and Amane Nakajima, "Web Operation Recorder and Player," IEEE, 2000
- [13] 임윤호, "3D Object Selection Technique using Selection Tree Traversal," 석사학위논문, 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과, 2002
- [14] 한덕수, "Structured 3D Object Manipulation Interface and Process Annotation in IETM," 박사학위논문, 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과, 2002