

# X3D 가상 환경에서의 확장 가능한 상호작용

이동훈 권기준<sup>0</sup> 정순기  
경북대학교 컴퓨터공학과

(dhlee, gjkwon<sup>0</sup>)@vr.knu.ac.kr, skjung@knu.ac.kr

## Extensible Interactions in X3D

Dong Hoon Lee, Ki Joon Kwon<sup>0</sup> and Soon Ki Jung  
Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University

### 요 약

X3D는 XML 기반의 VRML(Virtual Reality Modeling Language) 차세대 언어로서 인터넷을 통해 동적이고 상호작용 가능한 실시간 가상 환경을 제공해 준다. 본 논문에서는 X3D 기반 가상 환경이 제공하는 상호작용을 변경 또는 확장 가능한 새로운 인터페이스 모델을 제시한다. 본 논문에서 제시하는 모델은 X3D 가상 환경에서 사용자 재정의 가능한 상호작용, 새로운 멀티 모달 인터페이스로의 확장, 그리고 상황 인지 가상환경을 위한 상호작용 모델로서 사용될 수 있다.

### 1. 서 론

컴퓨터 어플리케이션을 위한 사용자 인터페이스는 매우 다양화되고 있는 추세이다. 전통적인 사용자 인터페이스인 마우스, 키보드, 윈도우, 메뉴 등이 여전히 사용자 인터페이스로서 지배적으로 사용되고 있으나, 새로운 인터페이스를 위한 인터페이스 장치와 컴포넌트들의 개발은 빠르게 발전하고 있다. 특히 3차원 포인팅 장치, 트랙커, HMD, 3차원 음향 시스템, 햅틱 장치 등은 이미 보편화되어가고 있는 추세이다.

가상 현실 시스템에서의 사용자 인터페이스의 연구는 현재 인간과 컴퓨터 상호작용의 개발에 있어 가장 높은 수준의 연구 결과를 선보이고 있다. 왜냐하면 몰입감과 상호작용은 가상 현실에서 필수적인 요소로서, 인간이 외부 세계를 어떻게 인지하고 반응하는지에 대한 지식을 컴퓨터의 다양한 장치에 자연스럽게 적용하는 것을 통해서만 보다 높은 몰입감과 상호작용을 가능케 하기 때문이다. 가상 현실 시스템에서는 사용자 인터페이스를 표현하기 위해 인간의 행동 모델로서 메타포어를 두고, 각 메타포어에 제한적인 상호작용의 집합으로 가상 환경의 인터페이스를 디자인한다.

X3D는 XML 기반의 VRML 차세대 언어로서 인터넷을 통해 동적이고 상호작용 가능한 실시간 가상 환경을 제공해 주는 인터넷에서 보편적으로 사용하는 가상 환경 저작 언어이다. X3D에서는 제한적인 사용자 인터페이스, 즉 전통적인 마우스 인터페이스에 국한된 가상 환경의 상호작용을 제공하고 있으며, 제공되는 메타포어 또한 X3D가 제공하는 몇 개의 메타포어에 제한된다. 본 논문에서는 X3D 기반 가상 환경이 제공하는 상호작용을 변경 또는 확장 가능한 새로운 방법은 제시한다. 제시하는 방법을 통해 다양한 메타포어를 X3D 기반 가상 환경에 적용

이 가능하며, 더 나아가 마우스 인터페이스 이외의 멀티 모달 인터페이스를 제공할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 가상 현실 시스템 및 X3D에서의 상호작용 연구 및 구조에 대한 개략적인 소개를 한다. 3장에서는 본 논문에서 개발한 시스템의 세부적 구성 및 구현 원리를 제안하고, 4장에서는 제시한 방법을 사용하여 실험한 결과를 보인다. 5장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

### 2. 가상 현실 시스템에서의 상호 작용

가상 현실 시스템의 개념적 모델[1]의 관점에서 볼 때, 가상 현실 시스템에서의 상호작용은 가상 환경에 참여하는 참여자의 의도를 가상 환경에서의 참여자의 분신(avatar)에게 전달하고, 실제의 상호작용은 참여자의 분신과 가상세계 간의 상호작용으로 이루어진다. 현실 세계에서 인간과 세계 간의 상호작용은 언어, 소리, 몸짓, 움직임, 시선, 표정, 접촉, 힘 등으로 발현이 가능하며, 가상 환경에서의 참여자의 의도와 인지 또한 이러한 요소의 모음으로 표현이 가능하다. 실제 인간의 복잡한 의사 표현은 가상 환경의 분신과의 사상(mapping)으로 표현되는데, 이러한 사상은 실제 사물의 단순화된 모델인 메타포어를 통해 이루어진다. 메타포어는 참여자의 의도에 대한 표현 방법으로 물리적 센서(physical sensor)와 논리적 센서(logical sensor)를 통해 가상 환경의 분신에게 전달되고, 분신과 가상 환경 간의 상호 작용의 결과 변화된 상태는 다시 논리적 작동체(logical effector)와 물리적 작동체(physical effector)를 거쳐 참여자가 인지하게 된다. 그림 1은 가상 현실 시스템의 개념적 모델을 통해 본 상호작용 메타포어를 도식화한 것이다.

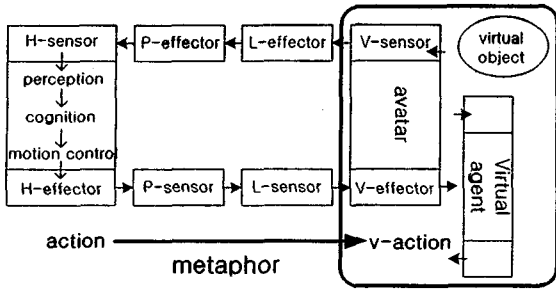


그림 1. 상호작용 메타포어[1].

2.1 X3D에서의 상호작용

X3D에서 3차원의 장면에 대한 묘사는 장면 속에 포함된 물체들과 광원, 그리고 카메라의 시점에 의해 영상으로 생성되고 이는 장면 그래프(scene graph)라는 선언적인 형태로 표현된다. X3D에서의 상호작용을 위한 메타포어는 장면 그래프를 표현하는 노드의 형태로 정형화되어 표현된다. 예를 들어 가상 환경을 항해하기 위한 메타포어는 NavigationInfo라는 노드 내의 type 필드로 표현되며 "WALK", "FLY", "EXAMINE", "ANY" 등의 파라미터를 갖는다. 선택된 메타포어의 표현은 모두 마우스 장치의 움직임과 연동되어 각 메타포어의 특징에 맞는 항해를 제공하며, 물체의 조작은 이러한 마우스 메타포어만을 통해서만 이루어진다.

마우스 메타포어를 통한 물체 조작을 위한 상호작용 작업들(interaction tasks)은 장면 그래프 내의 Sensor 노드의 형태로 표현되며, 각 Sensor 노드는 상호작용 대상이 되는 물체에 부착되어 마우스 메타포어의 상호작용에 대한 결과를 발생시킨다. Sensor 노드는 TouchSensor, PlaneSensor, CylinderSensor, SphereSensor, ProximitySensor가 있다. X3D에서의 Sensor 노드는 가상현실 개념적 모델(그림 1)에서 논리적 센서에 해당하는 것으로서 Sensor 노드를 통해 인지된 논리적 정보, 즉 마우스의 움직임에 대한 위치, 방향, 마우스 버튼의 클릭 여부 등은 가상 작동체(virtual effector)로서 가상 환경 내의 물체들에게 전달되어 가상 환경을 변화시킨다. X3D에서 이러한 구조는 ROUTE라는 메커니즘을 통해 구현이 가능하다. 이 때 Sensor 노드와 전달될 물체는 같은 type의 event in/out의 형태로 연결된다.

3. X3D에서의 상호작용 확장 구조

X3D는 앞에서 살펴본 바와 같이 장면 그래프라는 선언적 구조로 3차원의 가상 환경을 표현한다. 장면 그래프에 내재된 제한된 환경의 변화를 가능하게 하는 동적 표현을 위해서는 프로그래밍 언어의 프로시저 또는 함수의 개념이 포함되어야 한다. X3D에서는 이러한 동적 표현을 위해서 Script 노드를 통한 구조적 확장의 기능을 제공한다. 본 논문에서는 확장 가능한 상호작용 표현을 위해 다양한 메타포어를 장면 그래프에 포함할 수 있는 메커니즘을 제시한다.

Diehl[2]은 VRML 상의 정적 표현의 한계를 개선하고, VRML 상의 물체 간의 제약조건을 제공하기 위해 장면

그래프의 노드의 형태로 의존 그래프를 제안하였다. Diehl의 접근 방법은 제약 노드 구성을 위하여 장면 그래프의 Proto노드를 이용하여 Proto 노드의 일부로 Script 노드를 이용하여 파서를 제약 노드의 해석에 사용하였다. 이를 통해 가상환경 내의 물체들 간 제약조건을 가진 운동이 가능하다. Althoff[3]은 VRML의 물리적 센서로 마우스 장치 이외의 장치, 즉 조이스틱, 터치스크린, 데이터글로브, 위치추적기 등을 사용할 수 있는 멀티 모달 상호작용을 위한 구조를 제안하였다. Althoff는 이를 위해 TCP/IP 구조를 VRML 브라우저의 일부로 채택함으로써, 각 모달 인터페이스로부터 획득한 센서 정보를 VRML의 논리 센서에 전달하는 방식을 채택하였다. 이러한 구조는 범용적인 VRML 구조를 파괴시키는 구조이므로 제안한 구조의 일부를 채택한 Blaxxun VRML 브라우저 외에는 초환이 되지 않는다는 문제점을 지니고 있다.

본 논문에서 제안하는 X3D에서 확장 가능한 상호작용 구조는 Diehl과 유사한 구조를 지니고 있다. 메타포어 정의를 위해 X3D의 Script 노드를 사용하였으며, 정의된 메타포어의 재사용성을 위하여 ExternProto 노드의 형태로 별도의 X3D 파일로 관리된다. 그림 2는 제안하는 X3D 확장 구조이다.

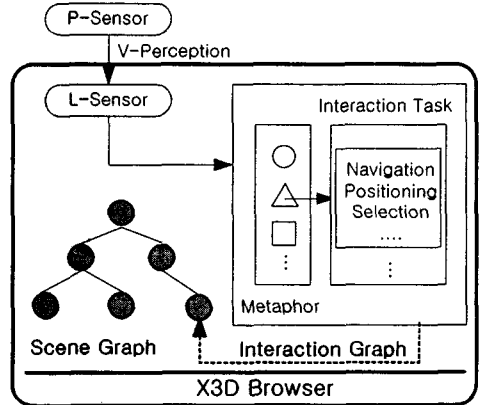


그림 2. 확장 가능한 상호작용을 위한 X3D 구조도

확장하여 제공하기 원하는 메타포어는 각 메타포어의 특성에 따라 다른 상호작용 작업을 가진다. 예를 들어 마우스 장치(물리 센서)를 통해 인지되는 논리적 센서의 내용은 마우스의 위치, 방향, 마우스 버튼의 클릭 여부 등의 동일한 정보이지만, 이는 어떠한 메타포어를 사용하느냐에 따라 다른 상호작용 작업을 수행할 수 있다. 이와 유사하게 동일한 상호작용 작업(예를 들어 가상환경을 항해하는 작업)을 수행하더라도 가상 환경의 상황에 따라 다른 논리 센서의 내용을 사용할 수 있을 것이다. 이러한 개념적 모델을 표현하는 노드가 메타포어 노드이다. 각 메타포어 노드는 사용자의 정의에 따라 서로 다른 상호작용 작업을 지니며, 필요에 따라서는 논리 센서의 정보를 재가공하여 전혀 다른 상호작용을 발생시킬 수도 있다. 제안한 X3D 구조의 상호작용 그래프를 구현하기 위한 ExternProto 노드의 데이터 구조는 다음과 같다.

```

EXTERNPROTO Interaction [
  field MFString MetaphorName
  field MFString Lsensor
  field MFString Navigation
  field MFString Manipulation
  field MFString UserFunctions
]
    
```

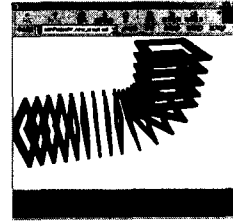


그림 3. 파이프라인 형태의 가상 환경의 예

MetaphorName은 사용할 메타포어의 종류를 의미하며, Lsensor는 물리 센서 장치로부터 해석된 사용자의 행위 정보를 의미한다. 마우스 장치를 통한 논리 센서의 정보는 Java script에서 제공하는 마우스 정보를 획득하여 사용하면 되므로 별도로 지정할 필요가 없다. 그러나 마우스가 아닌 사용자의 제스처나 데이터 글러브, 터치 스크린 등의 물리 장치일 경우 각 장치를 해석하는 별도의 외부 프로그램이 존재하고, 그 프로그램에서 해석된 정보를 Lsensor 필드를 이용하여 저장한다. Navigation과 Manipulation 필드는 가상 환경 상의 물체와의 상호작용에 일반적으로 사용되는 필드로서 정의되어 있으며, 그 외에 필요한 상호작용이 존재할 경우 UserFunctions를 통해 새로운 필드를 정의하여 사용할 수 있다. ExternProto를 통해 정의된 자료구조는 X3D 파일의 Proto 노드를 이용하여 장면 그래프의 일부로 삽입되며, Navigation, Manipulation, UserFunctions로 정의된 필드는 JavaScript 형태로 해석되어 장면 그래프에 정의된 물체와 직접적으로 상호작용이 가능하다.

#### 4. 실험

제한한 구조를 사용한 X3D의 확장은 다양한 형태의 웹 기반 가상 환경에서의 상호작용을 제공해 줄 수 있다. 본 논문에서는 제안한 구조의 가능성을 확인하기 위해 두 가지 가능한 경우에 대한 실험을 실시하였다. 먼저 일반적으로 사용하고 있는 마우스 메타포어를 사용하여 X3D에서 제공하는 상호작용 작업들이 아닌 특정 환경에 적합한 상호작용 작업으로의 변환을 실험하였고, 다음으로 마우스가 아닌 X3D에서는 제공하지 않는 다른 장치를 이용한 메타포어 설계 및 상호작용 가능성을 실험하였다.

##### 4. 1 마우스 메타포어를 사용한 새로운 상호작용

그림 3은 파이프 라인 형태로 되어 있는 구조물의 내부를 향해하는 시나리오 하에 실험을 실시하였다. X3D가 제공하는 향해 메타포어를 사용하였을 경우 원활한 향해가 불가능하였으며, 본 논문에서 제안한 방법을 사용하였을 경우에는 아무런 문제없이 향해가 가능하였다.

##### 4. 2 제스처 인식을 사용한 비전 기반 상호작용

본 실험은 마우스를 사용하지 않고 사용자의 손동작을 인식하여 가상 환경 내의 향해 및 다양한 상호작용을 제

공하는 실험이다. 본 실험의 내용은 [4]에 자세히 기술되어 있으므로, 본 논문에서는 개략적인 내용만을 기술한다.

사용한 손동작 인식기는 인식의 효율을 위해 두 개의 컬러 마커를 이용하여 구현되었으며, 자바 애플릿을 사용하여 X3D의 장면 그래프와의 직접적 상호작용을 구현할 수 있는 EAI기술을 사용하였다. 자바 애플릿은 보안상의 이유로 로컬 컴퓨터의 파일에 접근할 수 없으므로, 손동작 인식 정보와 애플릿간의 통신을 위해 Signed 애플릿 기술을 이용하였다. 제스처 메타포어에 해당하는 상호작용 작업은 향해의 경우 본래 X3D가 제공하는 향해 방법과 동일한 형태의 상호작용을 구현하였고, 가상 환경 상에 존재하는 물체의 조작 상호작용은 Touching 기법과 Ray casting 기법을 사용하여 해결하였다. 제스처 인식을 사용한 가상 환경 내에서의 향해의 예는 그림 4와 같다.



그림 4. 가상 환경 내에서의 향해 예

#### 5. 결론

본 논문에서는 X3D 기반 가상 환경이 제공하는 상호작용을 변경 또는 확장 가능한 새로운 인터페이스 모델을 제시하였다. 본 논문에서 제시하는 모델은 X3D 가상 환경에서 사용자 재정의의 통한 상호작용, 새로운 멀티 모달 인터페이스로의 확장, 그리고 상황 인지 가상환경을 위한 상호작용 모델로서 사용될 수 있다. 실험을 통해 기존 X3D에서 제공할 수 없었던 다양한 형태의 상호작용이 가능함을 확인할 수 있다.

#### 참고문헌

- [1] 원광연, "Lecture Note of Topics in HCI (Virtual Reality)", <http://vr.kaist.ac.kr>, Kaist, 2002.
- [2] S. Diehl, J. Keller, "VRML with Constraints," ACM Web3D2000 Symposium, 2000.
- [3] F. Althoff, G. McGlaun, B. Schuller, P. Morguet, M. Lang, "Using Multimodal Interaction to Navigate in Arbitrary Virtual VRML Worlds," Workshop on Perceptive User Interfaces, 2001.
- [4] 이동훈, 문채현, 김경미, 정순기, "Web 상의 X3D 가상 환경에서의 비전 기반 상호작용," 제 10회 정보과학회 영남지부 학술발표 논문집, Vol. 10, No. 1, 2002.