

가상현실 속의 상황 표현을 위한 시공간 그래프

Spatio-temporal Graph for Representing Historical Situations in Virtual Reality

박종희*, 조규명**

경북대학교 IT대학*, 경북대학교 전자전기컴퓨터학부**

Jong-Hee Park(jhpark@ee.knu.ac.kr)*, Kyu-Myoung Cho(lightstar98@hotmail.com)**

요약

본 논문에서는 시공간 그래프를 이용하여 가상세계의 구성요소인 상황들에 역사적 맥락을 부여하고, 온톨로지를 사용하여 상황의 구성요소인 객체와 관계 및 사건에 관한 체계적 표현이 가능하게 하였다. 이를 위해 시간적 측면에서 과거, 현재 뿐 아니라 미래까지 포괄적으로 표현하고, 공간을 효율적이면서도 직관적으로 표현할 수 있는 방법을 개발하였다. 이 표현구조는 전체적으로 물리적 계층, 논리적 계층 그리고 개념적 계층들로 구성되며 계층들 간의 상호연관성을 종합적으로 표현하여 각 계층에 상응하는 세계들 속의 사건들을 역사적으로 의미있게 시뮬레이션할 수 있게 한다. 이러한 지식표현구조는 가상세계를 이루는 상황들을 시뮬레이션하는 바탕으로 사용하는 동시에, 가상세계 거주자들이 상황을 판단하고 평가를 내리는데 필요한 개별적인 지식을 구현하는데도 사용한다. 다층적 구조의 가상세계에다 시간적 변화를 추가로 수용할 수 있는 다차원의 복합지식구조를 개발함으로써 역사 속에서 상황의 다양성을 극대화 할 수 있는 가상세계 시뮬레이션의 기본 토대가 마련되게 된다.

■ 중심어 : | 가상현실 | 시공간 그래프 | 온톨로지 |

Abstract

We develop the Spatio-Temporal Graph to imbue the historical context to the situations in a virtual world, and an ontology to enable a structural description of their elements such as the objects, relationships, and activities. In the time dimension the graph models all the temporal phases of the future besides the past and present in a comprehensive manner, and all the spatial aspects in an intuitive but efficient fashion. The overall architecture composing the Physical Layer, Logical Layer and Conceptual Layer which are integrated according to their interrelations allows events occurring in their corresponding worlds to be simulated in historical context. The S-T Graph could be used both to simulate the situations in the virtual world and to realize the knowledge systems of the virtual inhabitants to be used in judging and evaluating those situations. By adding temporal changes to the multi-layered architecture of our virtual world, this model lays a foundation for maximizing the diversity of situations in the simulation of a virtual world.

■ keyword : | Spatio-Temporal Graph | Virtual World | Objects Relationships and Activities |

* 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원(과제번호: 2010-0003428)과 BK21 경북대학교 인력양성사업단의 지원을 받아 수행하였습니다.

접수번호 : #120305-012

심사완료일 : 2012년 06월 20일

접수일자 : 2012년 03월 05일

교신저자 : 박종희, e-mail : jhpark@ee.knu.ac.kr

I. 서론

실제 세계와 유사한 다양한 상황은 가상 세계를 구축하기 위한 핵심적인 요소이다[1][2]. 이러한 가상 상황은 가상세계 속의 개체들(entities)간의 상호작용과 외부적인 환경을 반영한 세계의 연출로 이루어진다. 가상현실에서 역사적 문맥(historical context)을 형성하는 시간과 공간은 가상현실의 기초적 요소로서 개체들을 생성하기 위해 먼저 정의 되어야 하는 부분이다. 가상현실 상에 존재하는 모든 물리적 개체들은 각자의 고유한 공간을 점유하게 되며 이 공간들이 다시 다른 개체들을 포함하는 계층적인 구조를 가지게 된다. 이러한 공간 구조는 가상거주자들(virtual inhabitants)이 존재하거나 이동하기 위한 토대가 되며, 객체들 간의 배치나 충돌 검출(collision detection)에서도 중요한 요소가 된다. 한편 공간뿐 아니라 상황의 전개에서 기반 요소인 개체들의 행위나 사건들을 위한 시간 정보의 표현 또한 중요한 논점이 되어 왔다[3][4]. 상황은 객체들의 존재 및 상태변화와 관계상의 변화를 일으키는 사건들로 구성된다. 따라서 이러한 사건들을 설계하기 위한 표현방법은 상황구현의 필수적 도구이다. 역사적 사건은 시간과 공간을 점유하게 되기 때문에 표현도 당연히 시공간을 동시에 표현할 수 있어야 한다. 이에 대해 기존의 표현모델은 ER모델이나 UML 기반으로 정적인 속성만 다루거나 개별동작의 표현에 머문다[5][6]. 한편 스크립트나 여러 가지 흐름도들은 순서만 보여줄 뿐 실시간적 사건 전개를 나타낼 수는 없다[7]. 다시 말해 역사적 문맥에서 사건들을 종합적 표현을 위해서는 시간과 공간을 따로 다루거나 단위행위들을 독립적으로 모델링하는 대신 시공간측면 및 논리적, 개념적 세계를 통합적으로 나타낼 수 있는 지식표현방법이 필요하다.

객체가 특정시점과 장소에 생성되고 사건의 발생(occurrence)에 따라 성격(property)이 변화되는 과정은 모두 시간과 공간에 기반을 두고 일어나기 때문에 가상현실의 실제적인 토대로서의 시공간 좌표의 표현방안으로 ST 그래프를 개발한다. ST 그래프는 물리적 및 논리적 개체에 주어진 시간과 공간에 대한 위치를 표시하여 가상현실에 존재하게 되는 객체들의 시공간

위치를 추상적으로 표현하기 위하여 사용되며, 가상거주자가 상황을 인식할 때 사용하는 지식을 저장하기 위한 지식구조의 바탕으로서도 이용된다. 가상거주자는 개별 객체들의 시공간 위치를 이용하여 객체들 간의 시공간적 관계를 유추할 뿐 아니라 객체들과 관련된 사건들의 시공간적 위치도 추가적으로 파악하게 된다. 특히, 인간의 관점에서 본 상황은 논리적인 관계와 개념적인 관계를 포함할 때에만 의미 있게 설명할 수 있으므로 그에 관한 데이터의 정리 및 논리적인 관계 설정에도 ST 그래프가 사용된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 상황을 구성하는 요소들에 관한 지식을 표현하는 온톨로지(ontology) 및 시공간 데이터 표현에 관한 기존의 연구를 살펴본다. 3장에서는 ST 그래프의 설계에 대하여 기술하고, 4장에서는 ST 그래프를 이용한 개괄적인 가상세계 표현방법에 대하여 알아본다. 5장은 ST 그래프의 구현을 위한 구체적 데이터 구조들과 간단한 예제를 제시하며, 마지막으로 6장에서 결론과 향후 연구 과제에 대해 언급한다.

II. 관련 연구

2.1 온톨로지

온톨로지(ontology)는 공유된 개념화의 정형적이고도 명시적인 명세로 정의되며 상황을 구성하는 모든 요소들은 온톨로지로서 추상화 되어 질 수 있다[8][9]. 기존의 온톨로지들은 단지 계층구조나 용어 사이의 개념적 관계에 국한돼 있었기 때문에 지식의 공유나 재사용에만 초점을 맞추어 개발되어 왔다[10]. 그러나 이는 가상환경에서의 자율 에이전트의 행위 제어나 추론(즉, 새로운 개념의 유추, 관계 설정)등의 광범위한 지식기반으로서는 불충분하다. 이를 해결하기 위해서 지식정보 처리에 인간의 지식구조를 모사한 형태의 의미정보를 표현하거나 가상환경에서 에이전트가 스스로 추론 및 행위 제어에 사용할 수 있는 특화된 온톨로지의 구성이 필요하다.

2.2 시공간데이터

시공간 데이터(spatio-temporal data)는 시간에 따라 변하는 객체에 대한 시공간상의 변화를 기록하는 데이터이다. 이러한 시공간 데이터의 대부분은 ER모델이나 UML기반이며, 지도나 표 또는 다이어그램을 이용한 표현이 모두 가능한 장점이 있다[5][6]. 하지만 위와 같은 시스템에서는 처리할 수 있는 행위가 한정되어 있으며 시간에 따른 변화의 의미 등을 표시할 수 없는 단점이 있다. 다시 말해 개별적 동작을 표현하는 데는 유용하지만 복잡한 사건들의 분기적 장면들을 표현하는 데는 적합하지 못하다. 한편 이러한 다양한 분기점을 표현할 수 있는 스크립트[7], 흐름도 등은 순서만 나타낼 뿐 실시간적 사건을 표현할 수는 없다. 따라서 물리적, 공간적 위치와 시간적 위치를 통합적으로 표현하기 위한 역사적 공간을 표현하기 위해서는 시공간적 삼차원에 논리적, 개념적 다계층 구조를 가진 복합적 좌표공간이 필수적이다. 구체적으로 동시대적(contemporary) 사건들 사이의 공간적 간격이 가져오는 결과의 다양성이나 역으로 같은 공간적 위치에서 발생한 여러 사건들의 시간적 선후관계에 기인한 사회적 영향은 시간과 공간을 통합적으로 표시해야만 구형할 수 있다.

2.3 공간의 2.5차원 표현

공간의 2.5차원 표현은 주로 컴퓨터 그래픽스, 비디오 게임 등에서 사용되어지며, 이차원 이미지에 “depth”나 등고선과 같이 작동하는 z-buffer를 적용함으로써 입체적인 느낌이 들게 하는 기법이다. 특히, 이차원 게임에서의 움직임은 평면에서의 움직임만 가능하지만, 2.5차원에서는 깊이의 개념을 추가하여 수평뿐 아니라 수직 방향의 이동까지 표현 가능하게 되었다[11][12]. 기존의 2.5차원 표현은 정적인 공간 위치 표현이 주로 이루어져왔으나 ST 그래프에서의 표현은 실제 세계에서 일어나는 대부분의 행위들은 평면에서 일어난다는 사실을 고려하여, 포물선이나 대각선 운동 같은 특수한 상황을 위한 정의는 따로 표현하여 삼차원에서 발생하는 대부분의 상황들을 2.5차원에서 직관적이고 간결한 표현을 추구한다.

III. ST 그래프의 구성

3.1 ST 그래프의 내용

가상현실에서 기반이 되는 지식을 이루는 개념들은 계층구조를 가지도록 설계되고, 이를 바탕으로 다른 개념들과의 다양한 상호관계를 맺으면서 구성되어 진다 [13][14]. 이러한 개념들은 크게 구성(composition), 기능들(functions), 제약조건들(constraints) 그리고 속성들(descriptive attributes)의 성질(property)들로서 특징지어진다. 본 논문에서 사용되어지는 온톨로지는 [그림 1]에서 처럼 클래스 계층구조를 근간으로 구성되어 있다[15].

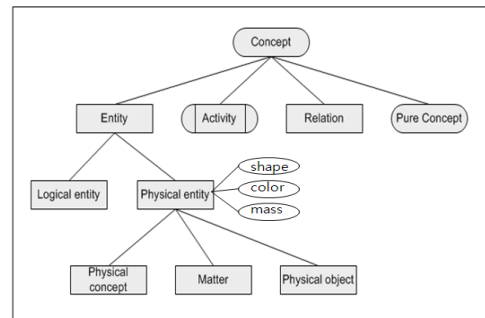


그림 1. 온톨로지 계층 구조의 최상부

본 가상현실 내에서 거주하는 가상거주자들은 개개인이 저마다의 독자적인 지식을 가진다. 가상세계는 [그림 2]에서 보는 것과 같이 객관적인 세계인 현실세계(Reality)와 개개인의 의식 세계를 말하는 개념세계(Conceptuality)들로 구성되어있다. 그리고 개념세계는 지식(Knowledge)과 심리(Mentality)로 구성 되어있다 [16]. 개념세계의 일부인 지식속의 현실세계는 물리세계(Physicality), 논리세계(Logicality)와 다른 사람들의 개념세계(Conceptuality)들로 구성된다.

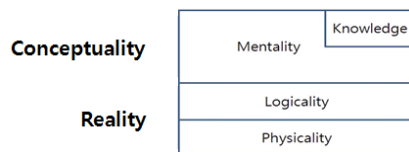


그림 2. 가상세계의 계층적 구조

우리가 개발하고자 하는 ST그래프는 이러한 온톨로지에 기반을 둔 물리적 개체들을 기본요소로 구성된다. 물리적 개체는 공간을 점유하는 모든 개체들을 의미하며, 물리적 객체(physical objects), 물질(matters) 그리고 물리적 개념(physical concepts)을 포함한다. 물질은 세상을 구성하는 기본적인 물질들이며, 사라지지 않고 단지 자신의 모양이나 상태가 변화한 형태로 존재한다. 물리객체는 고정된 형태를 가지는 개체들로서 하나 혹은 그 이상의 물질들과 다른 개체들로 이루어지고, 내부 혹은 외부적인 요인으로 인해 객체의 고유한 특성을 잃었을 경우 구성요소인 물질의 상태로 돌아간다. 물리적 개념은 빛 소리, 에너지 등과 같이 물리적 성질은 가지고 있지만 대부분 지각되지 않으며, 물리적 객체나 물질과 달리 공간을 배타적으로 차지하지 않는 특징을 가지는 것으로 정의한다.

[그림 3]에서 보는 것과 같이 ST 그래프는 물리세계, 논리세계 그리고 개념세계에 해당하는 계층(layer)들로 이루어져 있고 물리세계에서 개체들의 변화를 가상거주자가 어떻게 평가하느냐에 따라서 인간의 개념세계가 변하기도 하고, 역으로는 개념세계에 의해 제어되는 인간 행동의 결과에 따라 현실세계를 변화시킬 수도 있다.

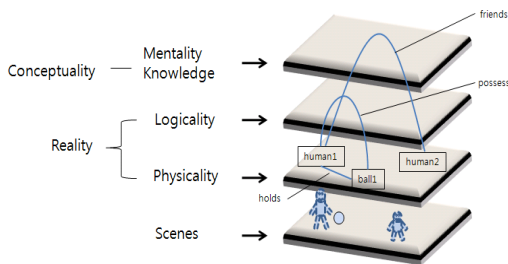


그림 3. ST 그래프의 전체적 구조

3.1.1 물리 계층(Physical layer)

물리 계층에서는 가상현실에 존재하게 되는 물리적 개체들을 중점적으로 다룬다. 가상세계에서 사건의 발생(occurrence)은 물리 개체들과 그들 사이의 관계의 존재 및 상태의 변화로 나타낼 수 있다. 따라서 물리세계에 관한 가장 기본적 기능인 개체(인스턴스)의 존재를 표현하기 위해 각 개체에 물리적 공간의 점유를 나

타내게 된다. 물리적 객체가 차지하는 공간적 범위가 규정됨으로써 물리계층(Physical Layer)에 개체들의 존재가 구체화되고, 결과적으로 각 개체들 간의 공간적 거리관계가 규정되게 된다. 특히 접촉된 객체들 사이에는 다양한 공간 관계(기대있다, 박혀있다 등)들이 추가적으로 정의된다. 이렇게 수많은 개체들로 구성된 물리계층은 ST 그래프의 최저층을 구성하여 논리계층 및 그 위층들의 기반이 된다.

3.1.2 논리 계층(Logical layer)

논리 계층(Logical layer)에서는 논리적 개체들(예로서, 조직, 계약 등)과 물리 개체들 간의 논리적(또는 사회적) 관계에 관련된 요소들을 나타낸다. 가상현실에서 인간 사회의 구성은 약속을 전제로 이루어진다. 구체적으로 약속은 사회적인 규칙(rule)에 해당하는 법과 규범 등으로 체계화된다. ST 그래프에서 사회적 약속은 논리적인 관계의 형태로 나타나게 된다. 이러한 약속에 기반을 둔 측면의 인간세상을 논리세계라고 부르고 사회적인 상황을 평가하는데 기본적인 지식의 구성요소가 된다[17].

세상의 논리적 측면인 논리세계에서 발생하는 논리적인 관계들은 [그림 4]에서 보는 것과 같이 관계 구조를 이용해서 표현하게 된다. 가상거주자는 온톨로지의 관계클래스(relation class)에 규정된 정보를 관계의 이름과 이에 대한 ID를 통해서 얻게 된다. 따라서 논리세계에서는 관계의 정보는 독립적 파일에 저장하고 관계에 관한 ID와 관련 개체들만을 표시한다. 예를 들면, 가상거주자인 Human1이 Diamond1을 "possess"하는 관계가 생겼다면, Human1이 관계의 주체이고 Diamond1이 객체가 된다는 사실을 표시한다. 그리고 Human1과 Diamond1사이의 관계를 온톨로지의 관계클래스에 규정된 Possess라는 관계클래스의 ID와 연결함으로써 관계를 구체적으로 표현한다.

두 개의 객체 사이에 형성된 논리적 관계는 가상거주자가 상황에 따라 동일한 행동을 여러 가지 의미로 규정하는 것을 가능하게 한다. 실제 생활에서 사람은 똑같은 상황에 놓여 지더라도 역할이나 입장에 따라 그 의미를 달리 파악한다. 예를 들어, '획득'이라는 결과를

발생시킬 수 있는 행위인 trade()에서 'possess'라는 관계의 주체인 소유자에게는 판매, 그 외의 사람에게는 구매자가 된다. 이처럼 하나의 행위에 대해서 관련성의 종류에 따라 상황에 맞는 접근이 가능하게 된다.

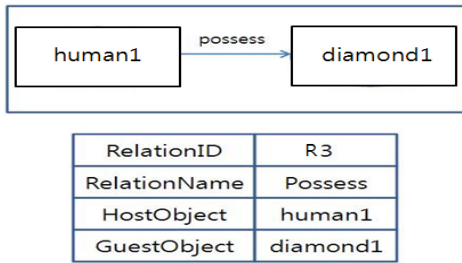


그림 4. 논리적 관계의 표현과 데이터 구조

3.1.3 개념계층(Conceptual layer)

개념계층(Conceptual layer)은 가상거주자가 물리세계와 논리세계에서 인식한 데이터를 저장하는 장소일 뿐 아니라, 각자의 지식을 저장하는 부분이기도 하여서 우리 가상 세계 시스템에서 가상거주자의 추론에 필요한 정보를 제공하는 부분이다. 개념계층은 크게 두 가지 부분으로 구성된다. 첫 번째 부분(Knowledge Part)은 가상거주자가 가지는 개별적 지식에 해당하는 부분이다. 이런 주관적 지식들은 같은 상황에 대해서 당사자에 따라 다른 평가를 내릴 수 있게 한다. 두 번째 부분(Mentality Part)은 심리적 상태를 표현하는 부분이다. 이는 세부적으로 가치체계(Value system), 감정(Feeling), 사고방식(Mindset) 등 여러 부분으로 구성되고 상황에 대해서 주관적인 평가를 내리게 되는 바탕이 된다[16].

IV. ST 그래프에 기초한 상황 표현

ST 그래프를 이용하여 표현된 상황은 크게 두 가지 용도로 사용된다. 첫째, 가상세계를 실감나게 구축하기 위해 상황의 구성요소들인 개체들(entity instances)과 관계들(relation instances) 및 사건들(occurrences)을 역사적 맥락(historical context)에 위치시키기 위한 시

공간 측면의 표현도구로 사용된다. 둘째, 구축된 가상세계에 거주하는 에이전트들의 인식체계를 위한 지식표현 모델로도 사용된다.

ST 그래프는 상황들을 개체와 관계의 존재와 상태의 변화를 통하여 나타낸다. 이를 위해서 먼저 객체들과 그들 사이의 관계의 시간의 흐름에 따른 위치를 표현하는 것이 중요하다. [그림 5]는 시간축과 서로 수직하게(orthogonally) 표현되는 공간위에서 전개되는 장면들(scenes)을 나타내고 있다. 각 상황은 시간축을 따라 주기적으로 배열되는 장면들의 일관된 연쇄(coherent sequence of scenes)로 나타낸다. 이때 각 장면은 동영상의 프레임과 같은 순간 영상(snapshot)이 아니고 내용에 따라 일정한 시간 폭(duration)을 가진다. 이와 같이 가상세계의 창조자의 입장에서 가상세계를 구성하는 상황들을 의미있는 장면 단위로 설계함으로써 의미론적 참조(semantical reference)가 가능하게 된다.

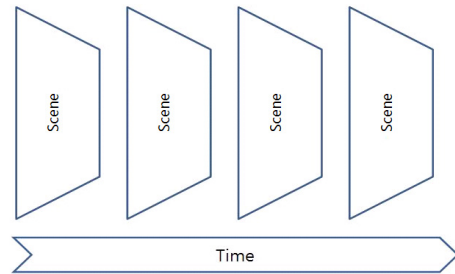


그림 5. 시간의 흐름에 따른 공간의 배열

4.1 공간

물리 개체의 클래스를 기초로 실제로 개체가 존재하여 ST 그래프상의 한 위치를 차지하는 것을 부착(binding)이라 부른다. 가상세계의 모든 개체는 ST 그래프에 부착될 때 존재하게 되며 물리개체는 각자의 체적(volume)에 상응하는 공간을 점유한다. 그리고 개체가 부착되면 자연적으로 다른 객체들과의 공간 관계도 생기게 된다. 특히 객체간의 접근이나 충돌은 사건발생(occurrence)의 단초가 된다.

4.1.1 기본적 공간 관계

가상세계에 존재하는 모든 객체들은 온톨로지의 객체 클래스를 기반으로 생성되어 진다. 즉, 객체클래스로부터 묘사적인 속성(descriptive attribute)들을 부여받고 해당 도메인(domain)들에서 값을 특정하면 하나의 인스턴스가 생성되게 되고 이렇게 생성된 인스턴스를 ST 그래프상의 특정 시공간위치에 부착시키게 된다. 이 때, 가상현실에 존재하는 객체의 내부가 차 있느냐(solid)비었느냐(hollow)는 중요한 의미를 가진다[14]. Solid객체들은 내부가 꼭 찬 형태로 바깥의 표면만 사용가능한 공간으로 제공한다. 예를 들어, 동전 같은 경우 외부의 표면만을 제공하는 solid 객체로서 그 표면에 다른 객체가 붙어 있으면 이 관계를 On이라고 한다. 반면에 외부의 표면을 제공할 뿐 아니라 내부의 공간도 동시에 제공하는 hollow객체가 자신의 내부에 다른 객체를 포함할 때 생기는 공간관계를 In이라고 한다. ST 그래프에서는 이와 같은 In과 On을 기본 관계로 하여 가상세계에서 나타날 수 있는 다양한 공간관계를 표시할 수 있다. [그림 6]에서 보는 것과 같이 지구(Earth)는 자신의 표면을 집(House)에 제공하고 있는 On의 관계에 있고, 집은 자신의 내부 공간을 사람(Human)에 제공하고 있는 In의 관계에 있다. ST 그래프에서는 이러한 공간의 계층구조를 이용하여 현실세계에 있는 모든 객체들을 일정한 규칙에 따라 배치하고 공간관계들을 표현할 수 있다[18].

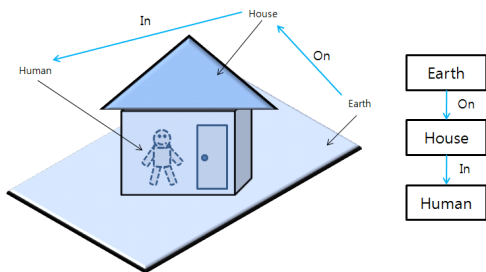


그림 6. 계층적 공간 구조의 예

4.1.2 물리적 공간의 2.5차원 표현

삼차원인 물리 공간을 평면을 사용하여 표현할 때 비교하는 세 개의 축을 사용하면 완전한 표현이 가능한 반면 사용자가 직관적으로 파악하기 어렵게 된다. 따라

서 가상세계의 상황들이 대부분 평면에서 전개되고 수직 방향의 이동은 비교적 적은 비중을 차지한다는 전제하에 간략하지만 직관적인 공간 표현법을 고안한다. 즉, 수평방향외의 공간적 이동은 기본적으로 수직방향으로만 허용하고 그 외의 방향은 포물선이나 나선형 등의 정형화된 이동만 예외적으로 허용하기로 한다. 이 때 객체의 높이는 색상의 명도 차이에 의해서 나타낸다. 예를 들어, [그림 7]에서 보는 것과 같이 산을 오르고 있는 객체는 위치에 따라 색의 명도가 차츰 흐려지고, 반대로 산을 내려올 때는 명도가 차츰 밝아지게 된다. 이처럼 객체의 3차원 좌표를 평면과 높이로 표시하는 방법을 2.5차원 공간 표현 방식이라고 부른다.

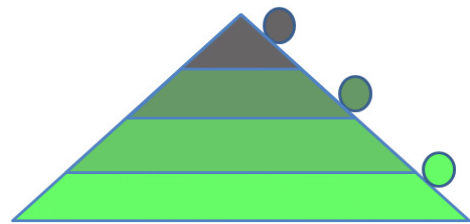


그림 7. 2.5차원 높이 표현

ST 그래프에서는 개체들의 공간적 위치를 표시하기 위해 바탕(base)의 지형을 등고선(contour map) 형식으로 표현하게 된다. 이 때 각각의 등고선도 하나의 객체와 같이 표현함으로써 ST 그래프에서는 일정한 높이의 디스크들을 쌓아올려 전체 높이(height)를 이루도록 한다. 이렇게 함으로써 삼차원의 복잡한 객체들을 추상화하여 2.5차원으로 표현할 수 있고, 객체의 이동이나 충돌의 정밀한 검출도 용이하게 된다. 이와 같이 상황 변화의 단초인 객체간 충돌을 정확하게 검출함으로써 상황 전개의 사실적 구현이 가능하게 된다.

2.5차원의 구체적인 구현방법을 보면, ST 그래프상의 개체들은 먼저 평면상에 각자의 고유한 영역(region)을 차지한다. 그리고 [그림 8]에서 보는 것과 같이 슬랩(slab) 형태의 층들을 쌓아올려서 높이를 표현하게 되는데, 이러한 슬랩들이 각자 삼차원 영역을 가지게 됨으로써 단순화된 2.5차원 표현방법에서도 일반 삼차원 표현에서와 같은 충돌의 표현이 가능하게 된다.

예를 들어, 나무와 사람을 2.5차원에서 표현하면 평면좌표(x, y)와 일정한 높이를 가진 원기둥의 집합으로 각각 근사화할 수 있다. 이 때 각 원기둥은 일정한 삼차원 영역을 가지고 있고, 이러한 원기둥들을 단위로 충돌하는 순간을 검사하게 된다. 이 때 개체의 슬랩별 높이에 해당하는 영역들을 차례로 검사해 나가면 두 원기둥이 겹쳐진 화면이 나타나는 경우에 실제로 어느 부분에서 충돌했는지에 대한 세부적 판별이 가능하다. 나무의 줄기와 잎이 차지하는 영역이 각기 다르고 사람의 경우도 머리, 몸, 다리가 차지하는 영역이 다르기 때문에 사람이 나무에 다가갈 경우 사람을 표현하는 원기둥과 나무를 표현하는 원기둥이 평면적으로는 겹쳐지지만 실제로는 충돌하지 않는 상황의 표현도 가능하다. 그러나 이러한 근사적인 표현은 물체의 충돌을 판별하기 위한 필요조건에 불과하며, 실제 객체간의 발생하지 않은 경우도 2.5차원에서는 충돌이 발생한 것으로 나타날 수 있다. 이러한 오류를 보완하기 위하여 모든 객체를 동일한 치수단위를 사용하여 생성하였다. 예를 들어, 공과 사람의 생성 단위를 1mm로 한다면 두 객체가 충돌할 때 1mm단위 까지 검사할 수 있는 것과 같다.

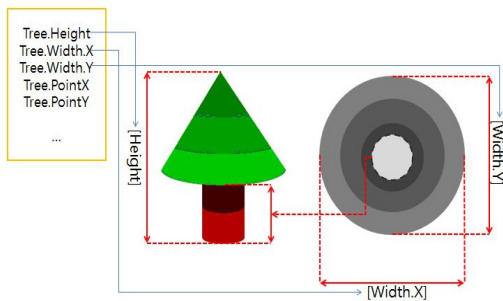


그림 8. 슬랩 층으로 구성된 객체

일반 객체와 달리 사람의 경우에는 직접적 충돌만 아니라 근접한 경우에도 미리 반응을 하게 된다. 예를 들어, 문이 시야에 들어온다면 사람과의 직접적인 접촉이 없이도 위험의 예측이나 의도에 따라 문을 피하거나 열기 위해 스스로 다가가는 행동을 취하게 된다. 이러한 인간이나 동물을 모델링하기 위해서는 시야를 통해서 얻은 정보를 바탕으로 예측하는 기능과 관련하여 직접

적 충돌보다 넓은 범위를 고려해야 한다. 이러한 시야와 인식에 따라 확대된 영역을 고려하는 객체를 증강객체(Augmented object)라 부르기로 한다. 증강객체를 사람이 실제 물리적 접촉 전이라도 생각에 따라 접촉한 것과 같이 취급하도록 설계함으로써 가상인간들에 관련된 상황전개를 일반 객체와 같이 통일적으로 구현할 수 있다.

4.1.3 환경 변수의 표현

컴퓨터로 구현된 인공적인 현실인 가상세계에서 느끼는 현실감은 가상세계의 주변 환경, 에이전트들의 행동, 객체의 움직임 등의 많은 요소들에 의해 영향을 받는다. 특히 사용자가 가상세계에서 바로 접하게 되는 가상환경이 얼마나 실제 현실과 유사한가, 즉 현실에서 항상 느끼는 만유인력이나 수시로 변하는 밤낮의 변화, 기상현상 등의 자연 및 사회 환경들이 가상환경에 얼마나 적절히 반영되는가는 사용자의 몰입감에 중요한 변수가 된다[19]. ST 그래프에서는 환경을 표현하기 위해 지역을 일정한 크기로 나누어 각 지역을 하나의 객체로 보고 객체별로 환경변수(environmental variable)들을 속성으로 가지는 구조를 사용하였다. 이러한 다양한 환경변수들을 이용하여 각 지역에 고유한 시간적 변화를 탄력적으로 구현할 수 있게 됨으로써 실제 세상과 더욱 유사한 환경을 제공해 줄 수 있다.

4.2 시간의 표현

가상현실상의 모든 객체들은 시간이 지남에 따라 변화할 수도 있고 다른 객체들과의 관계를 가질 수도 있다. 이러한 변화를 가져오는 시간을 두 가지 요소로 나누어 생각하기로 한다. 하나는 가상현실에서의 객체들이 실제로 활동하게 되는 실시간적 요소이다. 이것은 항상 새로운 방향으로 즉 앞으로 일정하게 나아가는 시간이다. 다른 하나는 에이전트의 사고에 관련된 요소로서 현재와 함께 과거와 미래를 포함하는 개념적인 시간 요소이다. 이것은 에이전트가 예전에 경험하였던 지식을 현재에 적용하거나 미래를 계획할 때 사용할 수 있다. 예를 들어, 장마철에 비가 온다는 사실을 경험한 사람은 우산을 준비하듯이, 개념적인 시간의 요소를 도입

함으로써 에이전트의 행동 양식을 다양화할 수 있다.

4.2.1 시간의 추상화

시간의 연속적인 흐름은 사람의 편의에 따라 여러 가지 단위나 의미로 해석되기도 한다. [그림 9]에서 보는 것과 같이 시간은 자연적 시간단위(natural time unit)인 하루와 계절(그리고 일년)과 함께 사람들이 약속에 따라 만들어낸 사회적 시간단위(social time unit)인 한 주, 한 달, 한 세기 등으로 가상세계의 인간들에게 행동 양태에 영향을 미친다. 예를 들어, 여름이라는 규칙적인 시간적 구간의 특색에 따라 시원한 곳으로 이동하려는 사람이 늘어나고, 일주일 단위로 출근과 휴식을 하기도 한다. 이렇게 추상화된 시간의 흐름에 따라 사람의 행동을 유발 시킬 수 있는 요소가 생성되며 주변의 상황을 바꾸게 된다.

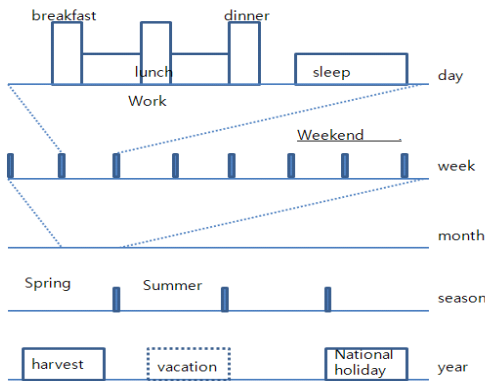


그림 9. 시간의 추상화 과정

4.2.2 행동(Activity)의 표현

상황의 변화를 초래하는 개별 활동(Activity)은 전제조건(Precondition), 과정(Procedure) 그리고 효과(Effect)의 세 부분으로 구성한다[20]. 전제조건은 활동이 발생하기 위해서 충족되어야할 선행조건을 등장인물(role)들과 함께 규정한다. 과정은 활동이 실행되는 동안에 발생하는 사건의 진행과정을 정의해 준다. 효과는 과정에서 생긴 최종결과를 규정한다. 활동은 행동(action)과 사건(event)의 상위 개념으로서 행동과 사건이 공통적으로 가질 수 있는 속성들을 정의해주며, 이

속성들을 구체화함으로써 과거, 현재에 일어난 사건들을 기록하고 미래에 일어날 일들에 대해서 예측하는데 활용한다. [그림 10]은 ST 그래프에 나타나는 상황들을 생성시간 기준으로 다이어그램 화하여 나타내고 있다. 이를 이용하여 가상거주자나 다른 객체들이 활동들을 수행함으로써 가상현실에 나타날 현상을 알 수 있으며 속성들의 변화 상태를 파악할 수 있다.

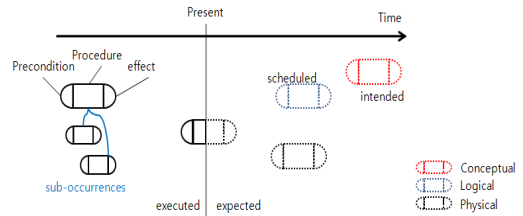


그림 10. ST 그래프상의 사건 표현

4.3 개념계층의 표현

상황의 개념적 요소들은 시간적 전개는 일어나지만 공간적 측면은 적용되지 않는다. 따라서 개념계층은 시간축을 따라서 생기는 변화만을 표시하게 된다. 구체적으로 심리(mentality)는 감정(feeling)이나 정신상태(mental state) 등과 같은 단기적 변화를 보이는 측면들과 성격(personality)이나 가치체계 등과 같이 고정적 측면들로 구성되게 되며, 지식은 아래 두 계층들로 이루어진 실제세계(Reality)를 추상화하는 형태로 구축된다. 예를 들어 미래의 행위들(occurrences)은 지식부분에 해당되는 예상, 논리계층에 속하는 예정, 정신부분에 속하는 의도 등의 대상이 된다. 이러한 개념계층은 각 가상거주자마다 하나씩 가지도록 설계된다. 이 때 각 거주자는 자신의 현재의 심리 외에는, 즉 타인들의 모든 측면과 자기 자신의 과거 및 미래가, 모두 자신의 지식의 대상이 될 수 있다[16].

V. 구현 및 실험결과

본 시스템 구현의 목표는 위에서 제시한 ST 그래프를 이용하여 추상화된 시공간적 정보를 기초로 2.5차원

림 11]에서 보는 바와 같이 공간 관계에 관련된 객체들의 절대적 시공간적 위치와 그에 따른 거리(관계)를 제외한 일반적 공간관계들은 [그림 13]에서 보는 것과 같은 공간관계 그래프에 의해 표현된다.

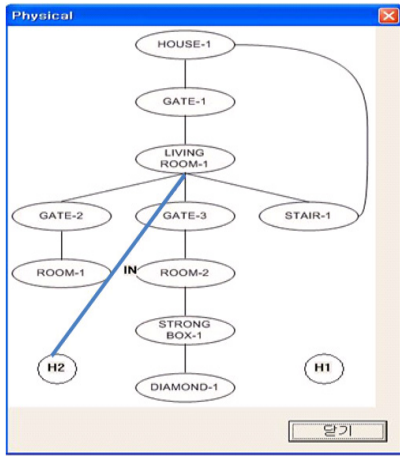


그림 13. 물리계층 화면

예를 들어 도둑이 집에 침입하여 물건을 훔쳐 나오는 상황의 일부를 표현한다면 먼저 상황에 관련된 집, 도둑과 공범 및 목격자, 주인, 물건, 사다리 객체 인스턴스들과 함께 '담을 넘다()', '방으로 들어가다()', 물건을 들고 나온다()' 와 같은 전형적 행위들(occurrences)이 그림 14에서 보는 바와 같이 ST그래프의 시공간 좌표 상에 위치되게 된다. 그리고 이러한 역사적 공간배치는 시간적 변화에 따라 장면들에 상응하는 프레임들로 나열된다. 이 때 '담을 넘다()'가 '사다리를 들고 오다()'와 '기어오르다()' 등과 같은 세부행동들로 재귀적으로 구체화되고, 한편 '주인과 맞닥뜨리다()' 등의 몇 개의 대안 동작들로 분기될 수도 있다. 이렇게 객체들과 변화들이 표현됨으로써 대부분의 사건발생의 필요조건인 역사적 공존(historical collocation)이 2.5차원의 공간표현과 함께 직관적으로 파악될 수 있게 된다. 이 때 공존이나 충돌이 파악된 객체들 사이의 구체적 사건의 표현을 위해 공간관계그래프가 사용된다[17][22]. 이러한 시공간 표현에 의해, 예를 들어 낡은 벽이 무너지는 사건이 망을 보고 있는 공범이 목격하느냐에 따라 태도에

다른 영향을 실시간으로 미치는 효과를 표현할 수 있게 됨으로써 앞에서 말한 동시대적 사건들 사이의 공간적 간격이 가져오는 결과의 다양성을 표시할 수 있게 된다.

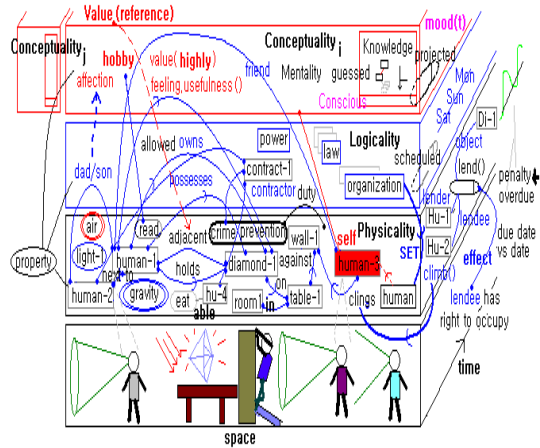


그림 14. 예제 상황에 대한 ST그래프의 일부

VI. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 가상세계를 구축함에 있어서 기본이 되는 개체와 관계를 기초로 실세계와 유사한 2.5차원 세상을 구현하기 위한 토대로 ST그래프를 개발하였다. 시공간 상황을 표현하기 위한 높이 정보를 개략화하고 시간의 정보를 추가하여 2.5차원으로 표현함으로써, 본래의 삼차원 모델과 거의 같은 기능을 가지지만 직관적이고 간편한 표현이 가능하다. 이를 사용하여 역사적 문맥 속에서 가상상황을 용이하게 구현할 수 있게 되고, 한편 가상거주자들의 지식구조로 사용함으로써 인식된 객체를 자신이 처한 환경과 통합하여 파악하게 되고 그에 따른 주관적 상황평가가 가능하게 된다. 따라서 가상현실 내에서 같은 상황에 처한 객체가 주위 환경을 고려하거나 자신의 지식 등을 활용하여 다른 행동들을 보여주는 것이 가능하게 된다. 결과적으로 시간의 흐름에 따라 변화하는 상황에 맞추어 새로운 행동 양식을 가지는 가상거주자를 구현할 수 있게 되어 사용자는 더욱 몰입감을 가지고 가상현실을 경험할 수 있을 것이다. 본 논문에서 사용한 2.5차원의 표현 방법은 실제 세

계와 근접한 상황의 표현이 가능하지만 가상거주자가 획득하는 지식의 수준에 관해서는 따로 정의할 필요가 있을 것이다. 현재의 시스템은 가상거주자가 획득한 지식은 사라지지 않고 지식구조 속에 영원히 남아 있게 된다. 그리고 이러한 지식은 항상 정확한 정보만을 나타내고 있다. 이것은 가상거주자의 지식수준에 따라서 행동 패턴이 달라지게 구현된 현 시스템에서는 실제 사람처럼 잘못된 정보를 가져오는 일이 발생하지 않는 문제점이 발생하게 된다. 향후 거짓된 정보를 전해주며, 거짓말을 하여 자신의 이익을 위해 행동하는 형태의 가상거주자를 설계하고 배치하기 위해서는, 실제 사람과 유사한 지식의 획득 순서나 방법에 관한 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

[1] T. K. Shin and R. E. Davis, "TMMPs: A Multimedia Presentation Design System," IEEE Multimedia pp.67-78, April-June 1997.

[2] W. Lewis Johnson, "Plan Recognition in a Situational Context," IJCAI Workshop on the Next Generation of Plan Recognition Systems, 1995.

[3] N. Hiralla, B. Falchuk, and A. Karmouch, "A Temporal Model for Interactive Multimedia Scenarios," IEEE Multimedia, Vol.2, No.3, pp.24-31, 1995.

[4] J. F. Allen, "Maintaining Knowledge about Temporal Intervals," Communication of the ACM, Vol.26, No.11, pp.832-843, 1983.

[5] R. Matias, "Spatial On-Line Analytical Processing(SOLAP): A Tool the to Analyze the Emission of Pollutants in Industrial Installations," IEEE, Artificial intelligence, 2005.

[6] T. Finin, "KQML as an agent communication language," University of Maryland Baltimore County, 1995.

[7] R. Schank, R. Abelson, Scripts, Plans, Goals, and Understanding, Hillsdale, NJ: Earlbaum Assoc, 1977.

[8] T. R. Gruber, "A translation approach to portable ontologies," Knowledge Acquisition, Vol.5, No.2, pp.199-220, 1993.

[9] 최호섭, "정보 검색 시스템과 온톨로지", 정보 과학회지, 제22권, 제4호, pp.62-71, 2004.

[10] 노선미, 효율적인 표현을 위한 *Cyber-microcosm Ontology*의 지식구조, 경북대학교 석사학위논문, 2005.

[11] M. Baur, U. Brandes, and M. Gaertler, "Drawing the AS Graph in 2.5 Dimensions," Graph Drawing, 2005.

[12] M. Kwan and J. Lee, "Geovisualization of Human Activity Patterns Using 3D GIS: A Time- Geographic Approach," Spatially integrated social science, 2004.

[13] S. J. Ji, "A knowledge Model for simulating Human-like Behavior of virtual Inhabitant," Tech. report, AIMM Lab., Kyungpook Nat'l Univ., Dec, 2007.

[14] J. Park, "Semantics of concepts," Tech. report #91, AIMM lab. Kyungpook Nat'l Univ, 2004.

[15] 김동훈, 온톨로지의 효율적인 구성을 위한 스키마 통합 기법의 개발 및 구현, 경북대학교 석사학위논문, 2008.

[16] J. Park, "Modelling Cosmic Elements," Kyungpook Natnl Univ., AIMM Lab., 2009.

[17] J. Park, "Potpourri-Additional Elements of Behavior," Kyungpook Nat'l univ., AIMM Lab., 2010.

[18] Y. Lim and J. Park, "Container 성질과 중력을 고려한 공간과 객체의 통하적 공간관계 표현 모델", 정보과학회 논문지: 소프트웨어 및 응용, 제 37권, 제3호, pp.194-204, 2010(3).

[19] 김노순, 가상세계 구축을 위한 환경모델링, 경북대학교 석사학위논문, 2000.

- [20] J. Park, "Modelling the nature event in spatio-temporal context," Kyungpook National univ., AIMM Lab., 2004.
- [21] 조규명, *시공간그래프를 이용한 가상현실속의 상황 표현방법*, 경북대학교 석사학위논문, 2011.
- [22] T. Kim, "Authentic Simulation of Spatial Environment in Cyber-Microcosm as the Ultimate Virtual-Reality Context for situated Language Learning," 13th Proc. of Laval Virtual, Laval, France, pp.8-11, 2011(4).

저 자 소 개

박 중 희(Jong-Hee Park)

정회원

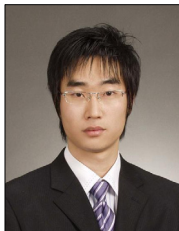


- 1979년 : 서울대학교(공학사)
- 1981년 : 한국과학원(공학석사)
- 1990년 : Univ. of Florida(공학박사)
- 현재 : 경북대학교 전자공학과 교수

<관심분야> : 멀티미디어 응용, Computer Aided Education, CAD/CAM, 지능형 정보 시스템, 분산데이터 처리 시스템

조 규 명(Kyu-Myoung Cho)

준회원



- 2006년 2월 : 영남대학교 전자공학과(공학사)
- 2011년 2월 : 경북대학교 전자전기컴퓨터학부(공학석사)

<관심분야> : 인공지능, 가상현실, 데이터베이스