

가상세계 구축을 위한 환경 모델링

김노순, 박정용, 이은희, 박종희
경북대학교 전자공학과
dittosun@hanmail.net

Environment Modeling for Constructing a Virtual World

Nosun Kim, Jungyong Park, Eunhee Lee, Jonghee Park
Dept. of Electronic Engineering Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 가상세계를 구축하는데 기반이 되는 가상환경을 설계하고 구현한다. 가상환경의 설계는 지금까지는 체계화된 구조화 방법이 없이 이루어져 왔다. 하지만 본 논문에서는 실세계를 구성하는 환경변수의 분류를 바탕으로, 가상환경을 기능과 범위에 따라 6개의 계층으로 구조화한다. 이 구분된 각 계층들은 각기 독립적으로 동작하며, 주기적으로 정보를 교환하여 전체환경을 구성하게 된다. 설계된 가상환경은 실세계 환경과 같이 다양한 상황을 보여주며 확장에 있어서도 유연함을 보여 준다. 마지막으로 제안된 가상환경의 구조화 방안을 바탕으로 가상세계를 구현하여 시험함으로써 그 가능성을 보였다.

1. 개요

가상세계라 함은 컴퓨터로 만들어진 인공적인 세계이고, 가상현실의 바탕이 되는 세계이다. 현재까지 가상현실에서 구현된 가상세계는 사용자의 현실감을 위해서 주로 시각, 청각적인 요소를 위주로 설계되었고, 이를 구현하기 위해 데이터장감이나 입체음향 등의 많은 하드웨어를 사용하였다. 하지만 가상세계에서 느끼는 현실감은 앞에서 말한 감각적 요소뿐만 아니라 가상세계의 주변환경, 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 기상현상, 밤낮의 변화 등이 가상세계에 얼마나 적절히 반영되는가는 사용자의 몰입감에 중요한 변수가 될 수 있다. 그 외에도 우리가 현실세계의 공간에서 느낄 수 있는 소리, 빛, 냄새 등의 무형적 요소들 역시 가상환경의 공간 속에 반영되어야 하고, 이렇게 구현된 가상환경과 가상세계속에 거주하는 에이전트들 사이의 상호작용 방법도 정의하여야 하겠다.

그래서 본 논문에서는 환경을 공간이 가지는 특성이라 보고, 공간객체를 도입하여 이들을 공간의 기능과 범위에 따라 6개의 계층으로 분류하여 설계한다. 그리고 그 중 최하위 계층에서는 장이론을 이용해서 소리, 빛, 냄새 등의 정보를 파동객체로 모델링하고 에이전트와의 관계도 정의하게 된다.

2. 환경 모델링에 관한 관련연구

가상세계를 구축하기 위해서 그래픽 분야에서는 많은 연구가 진행되고 있다. 그중 환경을 모델링한 것으로 N. Farenc의 LIG City는 가상도시를 구현하기 위해 정형화된 GIS 데이터베이스를 이용하였다. 즉 도시의 semantic 정보를 이용하여 각각의 ENV(Environment Entities)를 트리형식으로 계층화하고, 각 ENV를 장애물의 역할을 하는 obstacle과 에이전트와의 상호작용을 하는 smart object로 구분하고. 이를 바탕으로 에이전트의 도시내의 행동들을 시뮬레이션 하였다. 하지만 LIG City에서 보여주는 환경은 주로 에이전트의 이동을 위한 지리적인 정보만을 제공해 줄뿐 환경자체가 다양한 동적인 환경을 보여주거나 에이전트에 영향을 주지는 못한다[1].

앞에서 언급한 연구 이외에도 가상세계를 구현한 시스템들은 많이 있다. 하지만 이들은 대개 환경을 수동적인 배경만으로 처리하였거나[2], 특수한 목적을 위해 설계하였다[3]. 그리고 또 많은 경우 ad hoc 디자인을 함으로써 범용적으로 가상세계에 적용하기는 어려웠다. 이는 많은 VR system들이 환경의 논리적 처리보다는 사용자 인터페이스나 시각적인 그래픽 렌더링에 치중한 결과이다. 따라서 본 논문에서는 VR system의 설계시 환경의 외부적인 요소와 더불어 내부의 논리적 구조설계에도 중점을 둘 것이고, 이를 위해 기상학[4]이나 물리학 등의 연구결과를 참조하여 실세계와 유사하면서 범용적이고 일반화된 환경을 구현할 것이다.

3. 환경의 구조

3.1 환경의 구성요소

본 논문에서는 실세계 환경중 지구환경을 이루는 요소변수들을 각 변수가 발생하는 원리에 따라 3가지로 나누었다. 첫째, 객체 특성은 지구라는 질량을 가진 물질이 존재함으로써 인해 생기는 특성으로 중력, 지자기, 대기 등을 들 수 있고, 둘째, 동적 특성은 지구의 자전과 공전으로 인해 발생하는 특성으로 밤낮의 변화, 기온의 일 변화, 연 변화 등을 들 수 있다. 마지막으로 국지적 특성은 지구 표면의 국지적인 지형 지물이나 동식물 생태계에 의해 발생할 수 있는 비, 눈, 바람 등의 현상을 말한다.

3.2 공간객체

공간객체란 에이전트를 둘러싸고 있는 환경을 객체지향 기법으로 표현한 것이다. 대부분 공간객체는 물리적 객체에서 유도되어 생기는 유도공간객체이다. 하지만 필요에 따라서는 유도공간객체를 공간의 물리적 특성(온도, 습도, 강우...)의 차이에 따라 구분하는데, 이를 특성공간객체라 정의한다. 특성공간객체는 환경을 구현시 각각 다른 변수를 가지고 기상현상과 같은 물리적 현상을 구현하게 된다..

가상환경 시스템(VENV)의 전체적인 구조는 그림 1과 같이 6개의 Layer로 구현이 된다. 각 Layer는 시간의 흐름에 따라 독립적으로 동작하면서 인접 Layer와 정보를 교환하여 서로

유기적으로 결합한다. 이를 위해 공간객체는 다음과 같이 정의된다.

$$S = (Oid, Oid_h, Oid_l, Area, SpaceType, Layer, CHAR, ENV, Processor)$$

여기서 Oid, Oid_h, Oid_l은 공간객체와 그 인접 공간객체의 식별자이고, Area는 각 공간객체가 차지하는 지역, SpaceType은 공간객체의 종류, CHAR와 ENV는 특성변수와 환경변수, Layer는 각 공간객체가 속하게 되는 계층을 나타낸다. 여기서 특히 환경변수는 현재 layer의 특성변수와 상위 Layer의 환경변수를 조합하여 계산한다. 따라서 ENV = Processor (CHAR, Oid_h, ENV)로 정의된다. 추가로 각 Layer간의 공간객체는 다음과 같은 관계가 있다.

- 하위 Layer의 공간객체는 상위 Layer의 공간객체에 포함된다. ($S_{L_{N+1}} \supset S_{L_N} \supset S_{L_{N+1}}$)
- 하위 Layer의 공간객체들을 전부 합하면 상위 Layer의 공간객체와 같다. ($S_{L_{N+1}} = \bigcup S_{L_N}$)

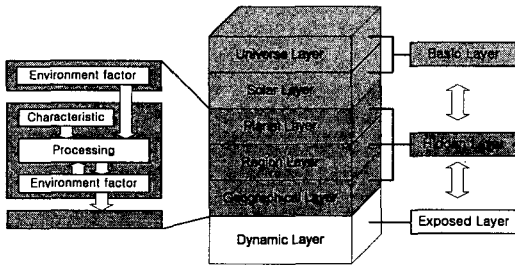


그림 1. 시스템의 공간객체 계층구조

4. 환경의 동작

4.1 시스템의 동작

VENV는 각 계층의 기능에 따라 Basic Layer, Hidden Layer, Exposed Layer의 3개의 Layer로 나누어 볼 수 있다. 우선 Basic Layer는 Universe Layer(UL)와 Solar Layer(SL)로 이루어진 것으로 가상세계의 환경을 이루는 기본 계층이다. 이들 계층은 실제 가상세계의 구현에 직접적인 영향을 주기보다는 우주공간을 구성하는 기본 정보만을 가진다. Hidden Layer는 Planet(PL), Region(RL), Geographical(GL) Layer로 나누어지는데 가상환경에 드러나지는 않지만 내부에서 가상환경의 기상현상이나 자연현상을 구현하는 역할을 수행한다. Exposed Layer는 가상현실에서 직접 구현된 공간으로 이루어지는데 여기서는 에이전트와의 상호작용을 위한 여러 가지 역할을 수행한다. 그림 2는 각각의 세부 Layer에 대한 CHAR, ENV 변수를 정의한 것이다.

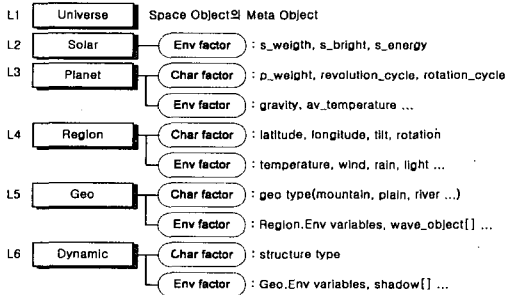


그림 2. 각 Layer의 변수 설정

4.2 환경변수의 구현

환경변수중 첫째, 객체특성은 각 객체의 생성시 발생하는 유도 공간객체 안에 변수로 나타난다. 예를 들어 지구 객체를 생성하면 지구의 대기, 중력 등의 변수를 지구 공간객체에 설정함으로써 간단히 나타낼 수 있다. 둘째, 동적특성은 Hidden Layer인 3*4층의 PL, RL에서 구현이 되는데, 이 특성을 구현하기 위해서는 물리학, 기상학적인 많은 지식들과 계산이 요구된다. 하지만 이들 값이 보통 1년 혹은 하루를 주기로 계속 반복된다는 점에 착안해 주기함수($f(t)=A \cdot \sin(t/p)$)를 사용하여 연 변화, 일 변화를 모델링한다. 예를 들어 기온의 일변화의 경우 아침은 $|f(t)|=0+$ 으로, 저녁은 $|f(t)|=0-$ 로, 낮은 $|f(t)|=A$ 로 구현을 하고, 전체 연 기온은 일 변화를 처리하는 주기함수와 연 변화를 처리하는 주기함수 두 개의 합으로 구성한다. 각 환경변수에 대한 자세한 계산과정은 다음과 같다.

$$RL_temperature = a \times \sin(t) + (\beta + k \times \cos(t)) \sin(r \times t) \pm \delta$$

$$RL_light = a \times \sin(t) + k \times \sin(r \times t) \pm \delta$$

$$a, \beta = f(\text{latitude, tilt, rotation}),$$

$$\delta = g(t) : \text{random function,}$$

$$\gamma = \text{revolution_cycle, } t = \text{time}$$

셋째, 국지적 특성은 실제 가상세계를 구성할 때 배경이 되는 공간의 특성을 나타낸 것으로, 가상현실의 맵을 제작할 때 각 지형별로 특성변수를 설정함으로써 구현이 가능하다. 그리고 또 국지적 특성은 각 지형별 특성이외에도 한 지역내의 인접 공간객체에 의해서도 영향을 받게 된다. 일반적으로 한 지역은 여러 지형을 가진 공간객체의 격자형태로 구성되어 있다. 그림 3은 인접한 공간객체가 정보를 어떻게 처리하는가를 보여준다. 우선 각 셀 마다 가중치가 매겨진 3X3의 MASK를 이용한다. 마스크의 선택은 그 지역의 대기의 흐름, 바람의 방향에 따라 base point(bp) 위치와 가중치가 다른 마스크를 적용할 수 있는데, 여기서는 편서풍이 부는 중위도 지방을 나타낸 것으로 첫 번째 마스크를 적용하였다. 그리고 아래의 5X5의 셀은 각 지역별 기온을 보여주고 있는데 현재 에이전트가 위치하고 있는 (3,3)공간의 기온은 21℃이고 그 서쪽지형(3,2)의 기온은 25℃로 4℃가 더 높게 형성되어 있다. 여기서 아래의 식을 이용하여 마스크를 적용하면 다음 순간의 기온분포를 구할 수 있다.

$$Temperature(m, n) = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 Mask(i, j) \times Temperature(m - bp.x + i, n - bp.y + j)$$

계산된 결과, 아래의 오른쪽 셀을 살펴보면 (3,3)지역은 서쪽의 영향을 받아서 온도가 23℃로 낮아졌음을 볼 수 있다. 여기서는 기온에 대해서만 언급하였지만 기타 환경변수들도 적절한 수치화 모델만 가능하면 이 방법의 적용이 가능할 것이다. 그리고 마스크도 지역의 크기나 대기의 흐름의 세기에 따라 5X5나 그 이상으로 확장하여 적용할 수 있을 것이다.

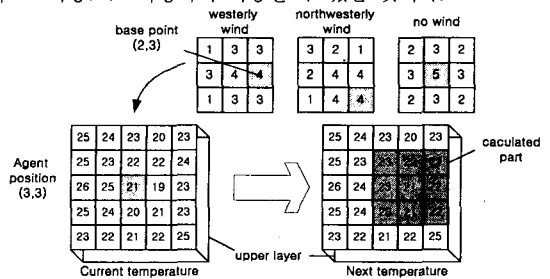


그림 3. GL 공간객체들 사이의 상관관계

4.3 공간객체내의 파동객체 구현

가상현실의 장면에는 빛, 소리와 같이 발원지를 가지고 주변으로 퍼져나가는 환경변수들이 존재하는데 이들을 파동객체라 하고 다음과 같이 정의한다.

Wave Object=(type, source, level, duration, contents)
 여기서 type은 파동객체의 종류, source는 공간상의 발원지 좌표, level은 각 파동객체들의 세기, duration은 지속시간, contents는 파동객체의 종류를 나타낸다.

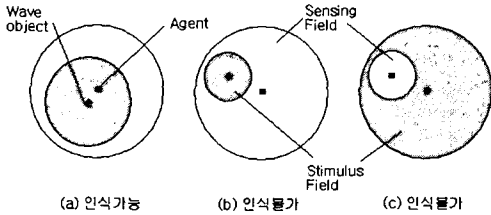


그림 4. Agent의 파동객체 인식

이렇게 정의된 파동객체는 각 공간객체 상에서 배열의 형태로 저장되어 에이전트가 인식을 하게 된다. 그림 4는 가상세계에 에이전트와 파동객체가 등장시 발생하는 인식장 및 영향장을 도식화 한 것이다. 여기서 각 에이전트는 자신이 인식할 수 있는 범위를 나타내는 인식장(Sensing Field)을 가지게 되고, 파동객체는 자신이 영향을 줄 수 있는 영역을 나타내는 영향장(Stimulus Field)을 가지게 된다. 그래서 각 객체들이 서로의 영역에 포함될 때, 즉 (Agent ∈ Stimulus Field) AND (Wave Object ∈ Sensing Field)가 될 때 에이전트는 파동객체를 인식하게 된다. 그림 4의 (b)와 (c)는 위의 조건을 만족하지 못하여 에이전트가 인식하지 못하는 경우이다. 가상세계에 파동객체가 생성시 이들 파동객체는 에이전트의 위치에서의 물리적 세기에 따라 sorting이 이루어지고 에이전트는 이를 참조하여 세기가 큰 것을 우선 인식하게 된다. 전체적인 파동객체의 인식 알고리즘은 다음과 같다.

```

Algorithm /* Recognize Wave Object */
For All wo /* wave object */
  IF wo.type = agent.sensing_type AND
  distance(wo,agent) < wo.stimulus_field AND
  distance(wo,agent) < agent.sensing_field
  /* If wave object can be recognized by agent */
  Calculate level at agent's location
  Add wo to temp
  Sort temp with level
  Recognition Top n temp
    
```

4.4 Dynamic Layer의 구현

최하위 계층인 DL은 에이전트와 직접 접하게 되는 계층으로 이들과의 인터페이스 처리가 중요한 기능이 된다. 그림 5에서 보면 에이전트는 도로에 위치하고 있는데 도로의 환경은 5번째 계층의 plain공간객체의 환경에 영향을 받게된다. 그래서 만약 plain공간의 기온이 내려가면 도로 역시 기온이 내려간다. 이때 에이전트가 House1으로 이동하면, House1의 현재 환경은 역시 plain 공간과 같은 상태이므로 에이전트가 들어오면 추위를 느끼고 난로를 켜운다. 그러면 House1의 온도는 상승하게 되고 이는 다시 에이전트에게 영향을 주어 에이전트는 만족을 느끼게 된다. 이와 같이 에이전트는 자신이 감지하고자 하는 시각, 청각, 촉각 등의 정보를 자신이 거주하고 있는 공간에 접근함으로써 얻을 수 있다. 그리고 나머지 필요한 정보들은 주기적으로 공간객체들 사이에 처리가 되어 갱신이 이루어짐으로써 다양한 상황 속의 에이전트의 행동구현이 가능하다.

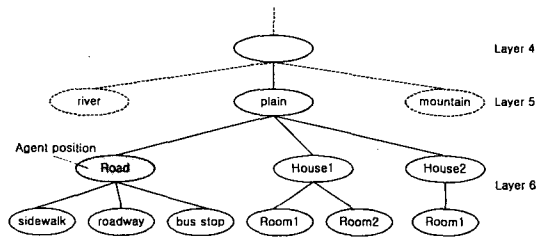


그림 5. DL 공간객체의 Tree구조

5. 구현

위에서 제시한 환경구조를 바탕으로 대표적인 환경변수인 빛, 기온, 바람 등의 몇몇 요소를 구현하고, 이들에 의해 영향을 받은 에이전트가 다양한 행동을 나타냄으로써 그 가능성을 보였다. 시스템은 Desktop VR방식으로 Window환경에서 Visual C++을 사용하여 구현하였다. 그림 6은 중위도 지방의 마을을 가상세계로 구현한 것이다.

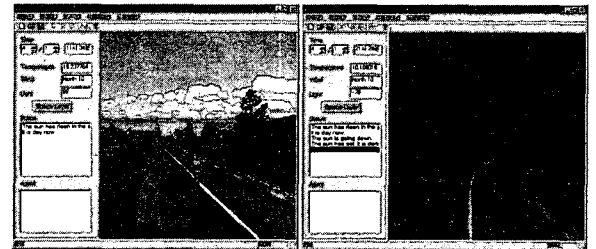


그림 6. 구현된 가상세계의 낮과 밤 환경

6. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 가상환경의 계층화된 구조화를 통해 실세계와 유사한 다양한 가상환경의 구축을 시도하였다. 제시한 이러한 방법들을 사용하여 구축한 가상환경은 다음과 같은 몇 가지 장점을 가진다. 첫째, 환경을 독립적인 6개의 layer로 구성함으로써 다양성의 극대화를 이룰 수 있다. 둘째, 가상환경에서 지리정보, 날씨, 빛 등의 정보를 처리하고 에이전트와의 간단한 인터페이스를 유지함으로써 에이전트의 설계, 구현이 단순해진다. 마지막으로, 유연한 확장성을 가진다. 여기서 제안된 환경은 계층구조를 기본구조로 하고 있어서 필요에 따라 변수나 기능을 추가함으로써 필요한 가상시스템을 효과적으로 구현할 수 있다.

앞으로의 연구방향은 특성 공간객체의 정의시 생기는 경계문제를 명확히 처리하고, 또 이들 공간객체들이 현재 하나의 시스템에서 처리되는 것을 네트워크를 통한 분산 처리가 가능하도록 하여야 할 것이다.

7. 참고문헌

[1] Nathalie Farenc, "An Informed Environment dedicated to the simulation of virtual humans in urban context", EURO GRAPHICS'99 Volume 18(1999), No. 3
 [2] Ohmaye, E., "Simulation-based language learning," Northwestern Univ., Ph.D dissertation, 1992.
 [3] Bimbo, A. "Specification by-example of virtual agent behavior," IEEE Visualization and Computer Graphics, Vol 1, No 4, 1995, pp.350-360
 [4] Lau, R.A. Young, "Downscaling global information for regional benefit: coupling spatial models at varying space and times scales", IEEE Environmental Modelling & Software 14 (1999) 519-529