

논리적 가상환경을 위한 Nursery 모델

김태한^o 권정우 김병주 이은희 박종희
경북대학교 전자공학과

{hanilove^o, zen98, kbj113, bird}@palgong.knu.ac.kr, jhpark@ee.knu.ac.kr

The Nursery Model for Logical Virtual Environment

Tae-Han Kim^o Eun-Hee Lee Jong-Hee Park

Dept. of Electronic Engineering Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 가상환경을 구현할 때 환경에 논리적 객체를 등장시키는 것을 목적으로 하고 있다. 기존의 가상환경을 구현하는 시스템에서는 환경에 객체를 등장시킬 때 환경과 객체의 논리적 연관성을 고려하지 않고 있어, 가상환경의 사실성을 보장하지 못하고 있다. 본 논문에서는 논리적 객체 삽입을 위하여, 가상환경에 필요한, 가상환경에서 요구하는 객체들을 환경과의 논리적 연관성을 고려하여 미리 모델링해 놓는 Nursery 모델을 제시한다. 이 Nursery는 Ontology를 기초로 하여 구축되어, 다양한 추상화 레벨에 따른 논리적 연관성을 보장하여 줄 수 있다. 이는 나아가 가상환경 자체의 사실성을 보장하여, 실제 환경에서 일어날 수 있는 다양한 이벤트들이 전개될 수 있게 한다.

1. 서 론

가상환경은 실제적이거나, 또는 상상 속의 환경을 삼차원으로 구현해 놓은 것이다. 현재까지의 가상환경 시스템은 사용자의 시각적, 청각적인 요소를 위주로 하여, 가상환경을 구현하고 있다. 특히, 시각적인 측면에 치중한 기존의 가상환경은 그 그래픽적인 요소에만 집중되어 가상 환경 자체의 논리적인 측면을 고려하지 못하고 있다. 사용자의 몰입을 위하여서는 시각, 청각적인 요소도 물론 중요하지만, 이와 더불어 환경 자체의 논리적 연관성이 보장되어야 한다. 즉, 가상환경 내의 객체들의 특징이나, 에이전트의 행동, 환경의 여러 가지 요소가 가상환경과 유기적 결합성을 가져야 하는 것이다. 이는 가상환경과 실제환경이 일치하는 것을 의미한다. 이러한 가상환경과 실제환경의 일치 즉, 사실성은 사용자에게 가상환경을 실제환경과 동일하게 느끼게 하여 몰입감을 줄 수 있을 뿐만 아니라, 환경 내에 논리적 이벤트, 즉 실제환경 내에서 가능한 이벤트들을 발생시킴으로 인해 몰입감을 지속시켜 줄 수 있다. 이러한 이유로 가상환경내의 각 객체들은 환경과 다른 객체들과의 논리적 연관성을 고려하여 등장되어야 한다. 물론 가상환경 내에서 그 객체의 환경 요소를 고려하여 시뮬레이션된 객체가 등장한다면, 환경과의 논리적 연관성은 보장될 수 있을 것이다. 하지만 이러한 방법은 시스템의 계산량이 너무 커, 객체가 소수일 때는 가능하지만, 객체의 수가 늘어날수록 계산량이 기하 급수적으로 증가해 효율성이 떨어진다. 또한 가상환경이 요구하는 이상의 논리성을 추구하게 됨으로써, 비효율적으로 가상환경을 구현하게 된다.

본 논문에서는 위에서 언급한 가상환경에 논리적 객체(환경에 논리적으로 적합한 객체)를 등장시키기 위해 Nursery 모델을 제안한다. Nursery 모델이란 가상환경에서 요구하는 논리적 객체들을 미리 정의해 놓아, 가상환경에서 필요로 할 때, 그 객체들을 등장시킴으로써, 최소한의 연산만을 통해 논리적 연관성을 보존하는 동시에 상황에 적절한 추상화 수준을 가지는 객체를 등장시킬 수 있게 하여 준다. Nursery의 객체들의 속성(attribute)들은 환경요소를 변수로 가지는 formula로 정의되어 있어, 환경에 객체가 등장할 때에 그 객체의 속성들은 환경에 대해 논리적으로 적합한 값을 가지게 된다. 이를 통해 환경에 논리적 객체를 등장시킨다. 또한, 가상환경이 요구하는 추상화 레벨에 따라, 고려하는 환경 요소들을 달리함으로써, 계산량을 적절하게 줄여주고자 한다. 다양한 추상화 레벨을 위해서는

Ontology를 이용하고자 한다. 이 Ontology는 기존의 개체 연결관계에 더해, 연결관계의 중요도에 따라 우선 순위를 연결관계에 부여하여 준다. 이는 추상화 레벨에 따라 고려하는 환경 요소들의 수를 달리하여 주어 등장시의 계산량을 줄여준다.

이를 위해 본 논문에서는 먼저 관련연구를 언급하고, Nursery를 위한 Nursery Hierarchy 및 이를 이용한 Nursery 모델과 다양한 논리적 레벨을 위한 Ontology 모델을 제안한다. 마지막으로 결론 및 향후 연구 방향에 대해서 간략히 기술하고자 한다.

2. 관련 연구

기존에 가상환경을 구현하기 위해 많은 연구가 진행되어 왔다. 이러한 가상환경 연구들은 환경 자체보다는 환경 내에서 활동하는 에이전트 또는 mobile object 등 객체에 중점을 두고 환경을 모델링 하여 왔다. N. Farenc의 Informed Environment[1]은 인간 또는 mobile entity가 생활하는 도시를 모델링 한 것으로 GIS(Geographic Information Systems) 데이터베이스를 이용하여 도시를 구현하였다. 이 연구는 에이전트가 도시 내의 자신의 위치에서 논리적으로 행동할 수 있도록 하는데 목표를 두고, ENV(Environment Entities)를 에이전트의 생활을 기준으로 계층 구조로 분류하여, 에이전트와 상호 작용할 수 있도록 하였다. 여기에서 환경은 환경 자체의 논리적인 모습보다는 에이전트와 상호 작용하는데만 중점을 두고 있다. 이외에 환경 속의 객체를 모델링 한 것으로 Benes. B의 "Virtual Climbing Plants"[2]는 주어진 환경을 고려하여 처음부터 식물을 성장시킴으로 모델링하여 주었다. 이러한 기존의 연구들은 환경을 배경만으로 즉, 그래픽적인 요소만을 강조하여 모델링 하거나, 가상환경 내에서 객체를 성장 초기부터 시뮬레이션하여 왔다. 이는 환경의 객체들간의 논리적 연관성이 떨어지거나, 가상환경에 객체를 등장시키는데 효율성이 떨어지는 문제점들이 있었다.

3. 기본구조

3.1. Ontology

환경에 등장하는 개체들은 기본적으로 Ontology hierarchy를 기준으로 분류된다. Ontology의 최상위에는 Concept이 존재하고, Concept은 Entity와 Logical Concept을 Entity는 Physical Entity와 Logical Entity를 Physical Entity는 Physical Concept, material, Physical Object를 포함하고 있다.(그림 1)[3]

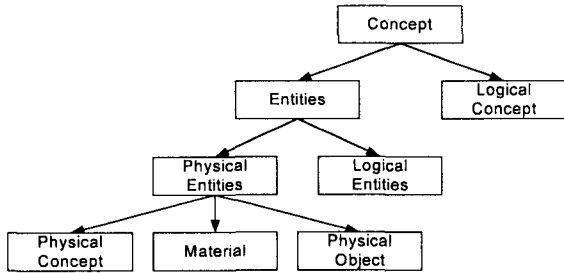


그림 1 Ontology의 기본구조

본 논문에서는 그림 1과 같은 Ontology 기본구조에서 Physical Object를 Entity로 이루어진 환경에 등장시키기 위한 Nursery 모델의 구축을 목표로 한다. Physical Object란 material을 구성요소로 가지고, 생물(living thing)과 무생물(lifeless thing)을 포함한다. 즉, 세상의 공간을 차지하고 일정한 형태를 가진 모든 객체를 Physical object라 할 수 있다. 또한 Physical Object를 더 세분화하면, 생물(Living Thing)과 무생물(Lifeless Thing)로, 생물은 동물(animal)과 식물(plant)로 나누어진다. 본 논문에서는 가상환경의 객체들간의 논리적 연관성이라는 측면에서 Physical Object 중에서 생물, 그 중에서도 나무(tree)를 기준으로 Nursery 모델을 전개해 나가고자 한다.

기존의 Ontology에서는 개체들 사이의 Relationship에 weight가 없는 단순한 관계 모델이었으나, 본 논문에서는 Relationship에 weight에 따른 우선 순위를 두고자 한다. 여기에서 weight는 entity와 entity 사이의 dependency가 높을수록 높은 값을 가진다. 이는 좋아못을 통해서 높은 우선 순위를 가진 relationship만을 보거나, 증인을 통해 낮은 우선 순위를 가진 relationship까지 볼 지를 결정할 수 있다. 이러한 논리적 주입(Zooming)의 이점은 필요에 따라서, Ontology를 간략화, 상세화 할 수 있다는 것이다. 예를 들자면 그림 2와 같다.

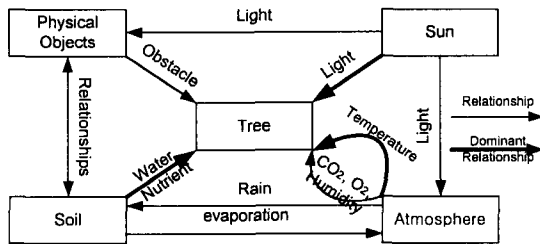


그림 2 Ontology상에서의 Tree의 관계모델

그림 2에서는 나무를 가상환경에 등장시킨다는 가정 하에서 구축하고자 하는 가상환경에 따라 변화의 폭이 크고, 나무와의 dependency가 큰 환경 요소(일조량, 물, 영양분, 온도)를 dominant relationship으로, 그 외 일반적인 relationship으로 분류하였다. 각 relationship은 해당 객체의 속성이나 activity가 다른 객체에게 영향을 주는 방향과 함께 영향을 주는 속성 또는 activity를 나타낸다. 위의 그림에서 Physical Objects는 태양, 토양, 대기, 나무(등장 객체)를 제외한 가상환경 상에 이미 등장해 있는 Physical Object들을 가리킨다. 이 Physical Object들은 등장 나무 객체를 향한 햇빛을 막는되거나, 물과 영양분을 공유하게 되어 전체적인 양을 줄이는 방해요소로 정의된다. 또한 "Physical Objects" 자체도 내부적으로 여러 객체와 그들간의 relationship들이 존재하여, Top-Down 주입(Zooming)[4]을 이용 "Physical Objects"의 내부 상태를 보여

줄 수 있다. 즉, 본 논문에서는 가상환경에서 등장객체에 요구하는 추상화 레벨에 따라서 등장객체가 고려하는 환경 요소의 개수를 달리하기 위하여 Nursery를 구축 시, 위에서 제안된 Ontology를 이용하여 고려하는 환경요소를 결정하여 주고자 한다. 객체를 가상환경에 등장시킬 때 비록 우선 순위가 낮지만 중요하게 고려되어야 하는 환경요소가 있을 수 있다. 예를 든다면, 공기에서 습도는 환경에 따른 변화가 거의 없고, 그 변화가 나무에 미치는 영향이 적다. 하지만 이 습도가 극단적으로 높거나 낮은 경우에는 나무에 주요한 영향을 끼치는 요소로 작용하게 된다. 이러한 경우를 판별하고 고려하기 위해 각 환경 요소에는 constraint로서 domain을 정의하여 주어야 한다. 즉, 등장객체의 constraint로서 "습도는 미리 정하여준 어떤 영역에 위치하여야 한다" 등을 가지고 있어야 한다. 이를 이용하여 domain을 벗어나는 수치를 가진 환경요소가 있는 경우, 이를 예외상황으로 규정하여 그 환경 요소를 고려할 수 있게 하여준다. 물론 이러한 constraint들은 객체 자체의 무결성을 보장하기 위하여 객체를 모델링 할 때 정의되어야 한다.

3.2. 환경구조

본 논문에서는 기본적인 환경 모델은 미리 존재한다는 가정 하에서 출발한다. 기본적인 환경 구조로서 시간과 공간이 존재하고, 태양, 대기, 대지가 정의된다. 이후 가상환경을 여러 객체들로 구성하여 기본적인 환경 요소를 정의한다. 이러한 환경 요소는 객체를 등장시키는 시점에서 모든 객체들을 고려하여 계산하거나, 또는 이미 모델링 되어진 환경에서 미리 그 값들을 가지고 있고, 이를 메시지 형태로 전달받는 방법이 있다. [5] 본 논문에서는 이러한 환경요소들을 미리 메시지 형태 또는 어떤 형태로든 받는다는 가정 하에서 환경 요소를 계산하는 부분은 생략하기로 한다.

4. Nursery 모델

Nursery 모델은 환경에 등장시킬 객체를 미리 환경과의 논리적 연관성을 고려하여 모델링하여 놓는 것이다. 환경과의 논리적 연관관계를 유지하기 위하여 각 객체의 속성은 환경변수를 갖고있는 formula로 정의된다.

$$Object.Attribute = f(\tilde{e}) \quad e : \text{환경변수}$$

환경변수란 등장 객체에 영향을 주는 다른 object들의 속성을 나타낸다. 또한 단순한 절대값이 아니라, 등장 객체에게 가장 이상적인 값을 기준으로 해서 그 기준 값과의 차이를 환경변수로 한다. 이는 이상적인 환경과 실제 상황의 차이를 통해 등장 객체의 각 속성을 결정하여 줄 수 있게 한다. 또한 이 환경변수는 등장 객체가 그 환경 속에서 변화해 온 것을 반영, 즉 환경과의 논리적 연관성을 보장하기 위해, 최소 한 주기(예 : 1년) 이상 또는 필요로 하는 기간동안에 기준 값과의 차이를 평균값으로 하여 준다. 또한 각각의 환경변수에 대해 분산(또는 표준편차)을 정의하여, 이에 따라서도 또 다른 특성을 가져야 될 것이다. 여기서 한 주기가 함은 환경변수들의 값이 변화하여 일정한 패턴을 가지고 다시 원래의 값으로 되돌아오는 시점을 의미한다. 즉, 일반적으로 1년을 한 주기라 할 수 있다. 예를 들면 환경변수에서 온도는 1년 동안의 평균온도와 등장객체에게 가장 이상적인 온도와의 차이와 평균온도의 분산으로 정의된다. 만약 해당 객체의 특성상, 한 주기 내에서 특정 영역에서의 특정 환경변수가 중요할 경우에는 비록, 같은 도메인상의 변수일지라도 서로 다른 환경변수로서 formula안에 정의되어야 한다. 또한 객체가 등장하는 해당 시점에서의 환경 변수도 고려해 주어야 함으로, formula에 아래와 같이 시간변수를 추가하여 준다.

$$Object.Attribute = f(\tilde{e}(t), age) \quad \begin{cases} t : \text{시간변수} \\ age : \text{object의 나이} \end{cases}$$

여기서 시간 변수는 그 객체가 등장되는 시점이 주기 상에서 어느 시점인지를 나타내는 변수이다. 또한 각 환경요소의 기본

값을 미리 정의하여 두고, 추상화 레벨에 따라 고려하지 않는 요소의 경우 기본 값을 이용하여 해당 객체의 속성 값을 결정하여 준다.

4.1 Nursery Hierarchy

본 논문에서는 이 Nursery 모델을 체계화하기 위하여 Nursery Hierarchy를 제안한다. Nursery Hierarchy는 그림 3과 같은 기본적인 분류[3]를 따라, 객체지향 개념을 이용하여, 각 레벨에서 하위 객체의 속성 중 공통적인 부분을 정의하여 주고자 한다.

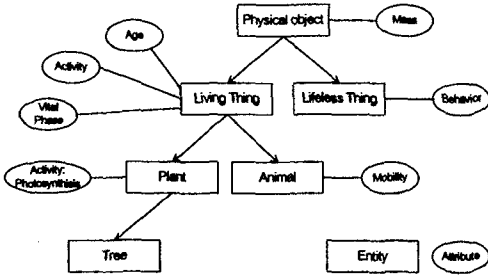


그림 3 Nursery Hierarchy

그림 3에서 vital phase는 객체의 life cycle에서 한 객체가 서로 다른 특징을 가지는 시점을 기준으로 나누어 놓은 것이다. 예를 들어 식물의 경우, budding phase, growth phase, ripening phase, dying phase[3]로 나눌 수 있다. 각 단계에서 서로 다른 모양, 속성을 가지므로, 이러한 vital phase에서 각각의 단계를 서로 다른 객체로 보고 각 속성의 formula를 정의하여야 한다.

5. 적용 예

여기에서는 일례로, 식물의 속성 중 키(높이)를 formulation 하고자 한다. 생물은 기본적으로 나이에 따라 정정 성장해 가다가 일정한 시점(변곡점)을 지나면 성장이 거의 멈추어 지게 된다.

$$Plant.Height = (Plant.GR \times Plant.Age) \circ L(x)$$

GR(GrowthRate) : 성장율, L(x) : 변곡점을 결정
Plant.Age : 식물의 등장시점에서의 나이

위의 formula에서 L(x)에 의해 결정되는 변곡점 이후는 성장이 거의 멈추어 일정한 키를 유지한다. 이 formula는 식물에서 좀더 정교화하기 위해 아래와 같이 성장기울기를 정의하여 준다.

$$Plant.GG = Plant.GS + a \times Nutrient + b \times Water + c \times Light + d \times Temperature + \alpha$$

GS(GrowthSpeed) : 성장속도

a, b, c, d는 각 환경 요소에 따른 계수로서 constant 또는 시간(age)에 따른 함수로 정의하여 주고, Nutrient, Water, Light, Temperature는 각각 기준 값 대비 평균값을 가리킨다. 마지막으로 α는 dominant factor가 아닌 CO₂, O₂, 습도 등을 고려한 기본 값을 의미한다. 위의 formula는 각각 Living Thing에 의한 formula와 Plant에 의한 formula로 구성된다. 즉 생물체의 기본적인 성장 곡선에 식물의 광합성으로 인하여 고려하게 되는 환경 요소인 평균 일조량, 평균 온도 등을 고려하여 성장 기울기를 결정하여 준다. 또한 각각의 constraint로서 영양분과 물의 하한치는 Living thing에서 정의하여 주고, 상한치는 식물에서 정의하여 준다. L(x)는 성장 패턴에서 변곡점, 즉 성장일이

멈추어지는 지점을 결정하는 formula로서, 다음과 같은 constraint로 이루어져 있다.

$$Plant.Growthspan < Plant.age \quad \text{Living Thing}$$

$$Plant.Height > Plant.MaxHeight \quad \text{Plant}$$

$$Plant.Hours.of.sunshine > \text{needed hours of sunshine} \quad \text{Plant}$$

$$(Plant.Height > Plant.MinHeight)$$

위의 constraint 각각을 설명하면, 식물의 나이가 식물의 성장시기를 지나는 경우(Living Thing), 식물의 키가 식물의 최대 키보다 커지는 경우, 식물의 최소키보다 크다는 가정 하에 식물이 필요한 양의 빛을 충분히 받을 수 있는 키가 된 경우(Plant)에는 식물의 성장이 멈추게 된다.

이와 같이 식물의 키(높이)를 예로 해서 formula를 정의하여 보았다. 위와 같은 방식을 이용하여 실제 등장 객체 수준까지 formula를 전개하여 나갈으로써, Nursery 모델의 객체들을 체계적으로 모델링 하여 나갈 수 있을 것이다. 물론 다양한 생물의 특성상 상위 레벨과는 현저하게 다른 변화패턴을 그리는 경우도 있을 것이다. 이런 경우는 어쩔 수 없이 기존의 패턴을 무시하고, 처음부터 그 객체의 특성을 정의하여 주어야 할 것이다.

6. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 가상환경에 논리 객체를 등장시키기 위해 가상환경에 필요한 객체들을 미리 정의하여 놓는 Nursery 모델을 제안하였다. 이 모델은 가상환경에서 필요한 객체를 미리 모델링 하여 놓음으로써, 환경의 논리적 연관성에 맞게 객체를 등장시키는데 필요한 계산량을 줄여 주고 있다. 또한 이 모델은 등장 객체에 다양한 추상화 레벨을 주기 위하여, relationship의 weight에 따른 우선 순위를 부여한 Ontology를 제안하고, 이Ontology를 이용하여 각 논리 레벨 별로 고려하는 환경요소의 수를 달리하여 줌으로써, 불필요한 계산량을 줄여 주고 있다. 마지막으로 Nursery구축을 체계화하기 위하여 Nursery Hierarchy를 제안하였다. 이 Hierarchy를 이용하여 각 레벨별로 공통 formula를 정의하여 주어, 인스턴스 레벨에서 정의하여 주는 formula를 줄여줌으로써, 인스턴스 레벨에서의 속성의 formula 정의하기 위한 비용을 낮추어 주고, 전체 Nursery 모델 자체를 구조화 시켜 주었다.

향후 연구 과제로는 본 논문에서 환경에 대한 모델링을 생각하고 있지만, 환경요소의 값을 받아오기 위하여, 환경과의 인터페이스를 정의할 필요성이 있다. 또한, Nursery Hierarchy 자체가 아직 Nursery의 특징을 완벽하게 반영하지 못하고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해, Nursery Hierarchy를 수정 또는 Nursery에 맞는 다른 구조를 연구해 내야 할 것이다. 마지막으로, Nursery Hierarchy를 이용하여 각 레벨별로 적정 formula를 정의함으로써, Nursery 모델을 완성하여야 한다.

7. 참고문헌

[1] Nathalie Farenc, "An Informed Environment dedicated to the simulation of virtual humans in urban context", EURO GRAPHICS '99 Volume 18, No.3, 1999.
[2] Benes, B, "Virtual Climbing Plants Competing for Space", Computer animation, 2002. Proceedings of 06.19/2002 - 06/21/2002, p33-42, 2002.
[3] Park, J., "The Ontology about the Microcosm", Tech. report, AIMM lab., Kyungpook National Univ., 2001.
[4] 최진성, "주밍(Zooming)기능을 가진 객체 지향 데이터베이스의 그래픽 사용자 인터페이스의 설계 및 개발", 경북대학교 석사학위 논문, 1993.
[5] Jin-Young Cho, "Message-based Model for Diverse Events by Structured Objects in virtual Natural Environment", IC-AI '02 Volume 2, p722-727, 2002.