

계층 구조와 클래스 상속에 기반한 인간의 다양한 행동의 효율적인 표현

김 유 신^o, 박 중 희

경북대학교

lsbn99@ee.knu.ac.kr, jhpark@ee.knu.ac.kr

An Efficient Representation of Diverse Action for Human Based on a hierarchy and class inheritance

Yu-shin Kim^o, Jong-Hee Park

Kyungpook National Univ.

요 약

가상 세계에서 가상 에이전트가 가져야 할 가장 기본적인 기능 중 하나가 이동을 위한 움직임이라 할 수 있다. 본 논문에서는 가상 세계의 Human의 움직임을 모델링하기 위해 객체들의 속성과 Action등을 나타내주는 지식베이스인 온톨로지를 사용하고, 이를 통해서 계층 관계를 구성하고 상속성을 적용한 모델링을 하고자 한다. 그리고 이를 바탕으로 가상 에이전트의 특성을 파악하고 특성에 따라 에이전트가 고유의 패턴을 가지고 동작을 생성하는 방법에 대해 제안한다. 또한 가상의 에이전트가 주변의 정성적 변화에 적응하여 동작을 변화하는 방법을 제시한다. 이렇게 제시된 방법들을 Human의 실제 움직임들 즉, walk, run, creep 등의 동작에 적용해 본다.

1. 서 론

가상 세계에서 가상 에이전트가 가져야 할 가장 기본적인 기능 중에 하나가 이동을 위한 움직임(move)이라 할 수 있다. 최근 3차원 게임이나 휴머노이드 로봇과 같이 사람의 동작을 사실적으로 묘사하기 위한 노력이 활발히 이루어지고 있다.[1][2] 하지만 이러한 기존의 연구는 동작의 사실성에 비해 다양한 에이전트들의 각기 다른 동작 패턴과 환경 변화에 의한 다양한 움직임의 변화를 표현하는 데에는 한계가 있다.

본 논문에서는 이러한 기존의 연구가 지향하고 있는 사실성보다는 다양성과 간소함을 지향하는 효율적인 모델링 기법에 대해 논하고자 한다. 본 논문에서는 가상 세계의 Human의 움직임을 모델링하기 위해서 객체들의 속성과 Action등을 나타내주는 지식베이스인 Ontology를 사용하고, 이를 통해서 계층관계를 구성하여 상속성을 적용한 모델링을 하고자 한다. 그리고 이를 바탕으로 가상 에이전트의 특성을 파악하고 특성에 따라 에이전트가 고유의 패턴을 가지고 동작을 생성하는 방법에 대해 제안한다. 또한

가상의 에이전트가 주변의 정성적 변화에 적응하여 동작을 변화하는 방법을 제시한다.

2. 관련 연구

2-1 Humanoid

Humanoid 로봇들은 인간들과 밀접하게 상호작용하기 위해 디자인 되었고, 그것들의 움직임은 보다 자연스럽게 보여지는 것이 중요한 연구과제이다.[1] 특히 로봇 공학에서는 로봇의 움직임을 생성하기 위한 모션 캡처 방식이 널리 쓰여지고 있다. 이러한 시스템들은 실제 인간으로부터 그 움직임을 분석하고, Kinematics and Inverse Kinematics를 통해서 Action의 과정을 계획한다.[3]

최근 연구로는 모바일 로봇들이 자신이 어디에 위치해 있는가를 지각하고, 목적지를 가기 위한 path를 설계하기 위해 map을 produce하는 연구가 진행되었으며, 이러한 시스템들은 security robots 또는 nuclear plants와 같은 위험한 환경에 사용된다.

3. Class Hierarchy

3-1. Human Class Hierarchy

가상 환경을 속에서 에이전트의 움직임을 표현하기 위해서 객체들의 속성과 Actions 등을 나타내주는 지식베이스인 온톨로지를 이용하고, 이를 통해서 에이전트의 다양한 움직임들을 표현한다. 본 논문에서 제시되는 온톨로지의 최상위 레벨은 Physical Entity로 하고, Physical Entity는 Physical Object, Physical Concept과 Material으로 분화된다.[4] Material은 세상을 구성하는 기본적인 물질(substances)이고 그 자체로서 세상에 존재하거나, 또는 Physical Object를 구성하는 재료(ingredient)로써 이용된다. Physical Concept은 에너지, 빛, 소리와 같이 물리적 성질을 가지고 있지만, 눈에 보이지 않는 것들을 일컬으며, 이들은 Material이나 Physical Object들에 의해서 발생되어서 여러 자연 현상을 일으키는 근본적인 원인이 된다.

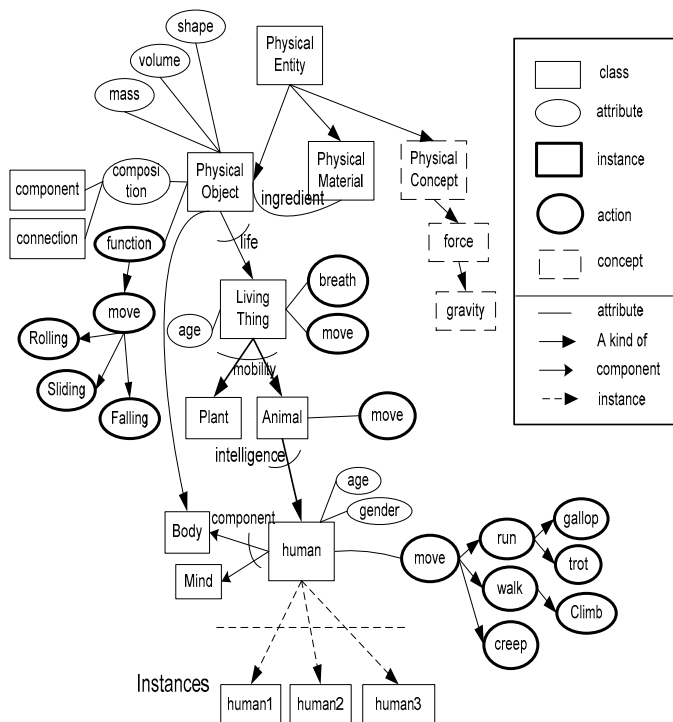


그림 1 Human의 move를 위한 Class Hierarchy

Human Class는 그림1에서와 같이 Body와 Mind로 구분할 수 있으며, Body는 Physical Object라는 상위 클래스를 가진다. Human Class는 Age와 Gender에 의해 Male, Female 과 Baby, Adult, Elderly로 분류된다.

각 클래스가 가지는 움직임에 관한 속성을 Action Hierarchy 으로 분류할 수 있다. 즉, 각 클래스들의 속성으로 정의된 Action들도 일반 클래스와 같이 계층적으로 분류할 수 있다. 이러한 Action 계층 구조를 이용하여 다양한 상황에 맞게 동작을 변화시킴으로써 동작의 다양화를 연출할 수 있다. 본 논문에서는 Human의 움직임을 Walk, Run, Creep으로 분류한다.

3-2. Human Class

Human Class의 기본적인 구조는 상위 클래스인 Physical Object로부터 상속받고, Human Class의 특이성을 추가하여 Composition, Descriptive attribute, Functions으로 구성되어 진다.[4] Composition은 human body의 각 part들과 그들 사이의 연결들로 component와 connection으로 분류할 수 있다.

```

Human =
  Composition(component<body,mind>,connection),
  Descriptive Attribute, Functions

Body =
  Composition(component<head,trunk,{limb:arms,legs}>
  ,connection(between:head&trunk,by:neck;between:tr
  unk&arms,by:shoulder;between:trunk&legs,by:pelvis:))
  Descriptive Attribute {body.{height,weight},
  body.shape:looks, body.posture}
  Functions {walk(), run()}

Arms =
  Composition(component<upperarm,forearm,hand>,co
  nnection(between:upperarm&forearm,by:elbow;betwe
  en:forearm&hand,by:wrist:))
  Descriptive Attribute {arm.length, arm.shape}
  Functions {raise(), pull(), stretch()}

Legs =
  Composition(component<thigh, fibula, foot>,
  connection(between:thigh&fibula,by:knee;between:fib
  ulla&foot,by:ankle:))
  Descriptive Attribute {leg.length, leg.shape}
  Functions {raise(), spread(), step()}
  where ':', '[ ]', '{ }', and '< >' are specialization,
  domain, set and a set of components.
    
```

그림 2 Formalization of Human Class

Human Class는 그림2에서와 같이 정의할 수 있으며, 의 Human 움직임의 실제 수행은 Human Class의 Component으로 분류된 각 part들의 Functions의 조합으로 이루어 진다. Part들의 Functions는 Human의 움직임을 표현하기 위한 Primitive Action이 된다.

3-3. Inheritance of Actions

하위 클래스가 상위 클래스로부터 상속을 받을 때 일반적인 속성(Attributes)들은 단순히 상위 클래스로부터 이어받는 것으로 구현되지만, 각 클래스들의 속성으로 정의된 Action들은 객체들간의 존재와 행위, 그리고 Action의 시간 경과에 따라 오브젝트들 간에 미치는 영향들을 고려해야 하는 복합적인 속성으로서 primitive attribute로 표현될 수 없다. 따라서 Action을 다음과 같이 구성한다. Action은 precondition, procedure, effect 으로 나누어 진다.[5]

Precondition
Existence of legs The power to move Psychological factor
Procedure
Raise leg Spread leg Step leg
Effect
Movement Energy consumption

그림 3 Action 중 Walk() 의 구조

그림 3 에서처럼 하위클래스는 상위클래스에서 action 을 상속받고 세분화된 하위클래스의 움직임에 대한 함수와 파라미터들로 움직임을 만들어 낸다. 이러한 파라미터는 벡터의 형태를 지니게 되는데, 이는 어떠한 하나의 파라미터가 여러 가지 factor 들로서 구성됨을 의미한다.[6]

$$\vec{P}_1 = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

$$\vec{P}_2 = (Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n)$$

e.g., horse. Trot () = f (\vec{P}_1), where \vec{P}_1 = (an angle of a joint, a step, a speed,...)

위와 같이 각각의 factor 들은 지면과의 접촉성, 관절의 각도, 보폭, 속도 등의 factor 들을 그 예로 들 수 있다.

4. Human의 움직임을 위한 환경 요소

4-1. Virtual Space

Human의 걷고, 뛰는 다양한 동작의 표현과 여러 상황 연출을 위한 공간을 제공하기 위해서는 고려해야 할 많은 요소들이 존재한다. 본 논문에서는 중력과 공기, 그리고 다양한 지면 형태가 포함된 가상 환경을 설정하고자 한다. 중력과 공기는 그림1의 Physical Concept에 속하며, 실제 눈에 보이지 않기 때문에 이를 표현하기 위해서는 Physical Object들의 움직임 변화를 통해서 표현 가능하다. 또한 경사면, 구덩이와 같은 상황을 연출하여 기울기와 마찰력에 의한 Rolling과 Sliding 그리고 Falling 또한 고려한다. 다양한 환경에 따른 Effects는 Physical Object에서 상속 받은 Action들과 상속과정을 거쳐 Human Class에서 추가된 Action들로 이루어진다.

표 1 Space에 따른 다양한 Factors 와 Effects

Space	Factors	Effects
경사면 (오르막, 내리막)	Force and Velocity of Agent, Angle, Friction, Gravity	Rolling, Sliding, Climb Up & Down
Windy	Force and Velocity of Agent & Wind,	Walking Slowly, Stopping, Blowing
Hole	Gravity	Stopping, Falling

4-2. Instantiation of Human class

Human Class는 확장가능하며, 이를 통해 다양한 Human객체를 가상 환경 상에 생성할 수 있다.

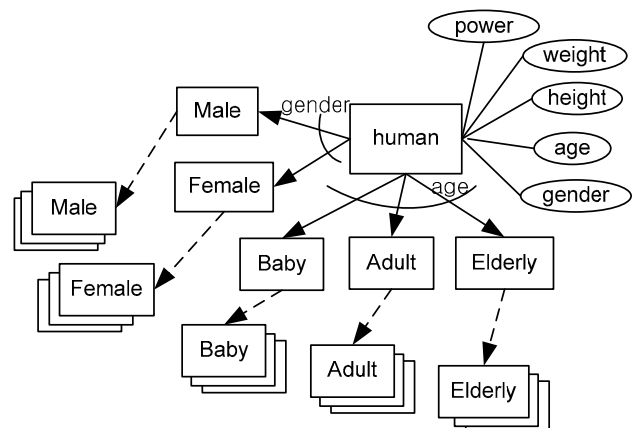


그림 4 Human class의 Derivation과 Instantiation

Ontology를 바탕으로 구성된 Class가 실제로 가상 환경에 존재하기 위해서는 Instance의 과정을 거쳐야 한다. 그림 4와 같이 점선 화살표가 가리키는 것이 해당 클래스의 인스턴스가 되고, 각각의 인스턴스는 해당 클래스의 속성과 도메인 값을 가진다. 이렇게 생성된 인스턴스는 가상 공간에 바인딩되어 여러 환경 요소들과 Agent와의 관계들을 통해서 최종적으로 Move를 수행하게 된다.

5. 전체적인 수행과정

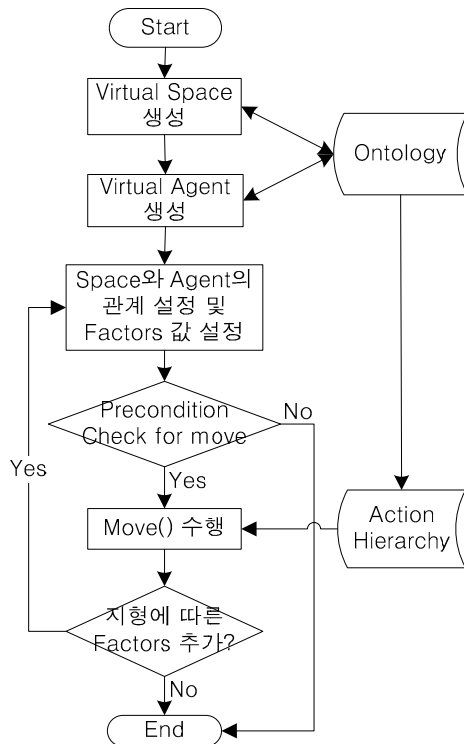


그림 5 전체 프로세스에 관련된 순서도

6. 결론 및 향후 연구방향

우리는 지금까지 가상 세계의 Agent의 Move의 표현방법에 대해 알아보았다. 이를 위해 객체들의 속성과 Actions 등을 나타내주는 지식베이스인 온톨로지를 구성해 보았다. 그리고 Human Class를 Physical Object에서 상속받은 속성인 Composition과 Functions을 정의하고 각 part별로 Descriptive Attributes를 정의하였다. 또한 각 계층이 가지는 파라미터와 Action의 상속방법과, 생성된 Agent가 다양한 환경 속에서 인스턴스의 생성과 움직임을 표현하기 위한 상황들을 제시하였다. 이러한 방법을 통하여 Human의 Move의 표현을 쉽게하고, 새로운 하위 계층의 인스턴스가 추가되었을 때 상위 계층의

특성을 상속받아 용이하게 확장할 수 있다.

본 논문에서는 가상세계에 하나의 에이전트에 국한된 인스턴스의 생성과 움직임을 표현에 중점을 두었다. 가상 세계의 다양한 객체들의 움직임을 표현하기 위해서는 에이전트들 간의 관계들을 포괄할 수 있는 모델링 기법이 필요할 것이다. 또한 가상 에이전트들 간에 발생할 수 있는 다양한 Effect들을 규명하는 작업이 필요할 것이다.

참고 문헌

[1] K. Harada, K. Hauser, T. Bretl, and J. -C. Latombe, "Natural Motion Generation for Humanoid Robots", Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, October 9-15, 2006, pp.833-839.

[2] Norman I. Badler, Diane M. Chi, "Virtual Human Animation Based on Movement Observation and Cognitive Behavior Models", Computer Animation, 1999. Proceedings, May 1999 Pages: 128 - 137

[3] N. Hamilton, K. Luttgens, "Kinesiology", McGraw-Hill, 2001.

[4] J. H. Park, "Modelling Cosmic Elements for Cosmic Simulation", Tech. Report #97, AIMM Lab, Kyungpook Nat'l Univ., 2007.

[5] J. H. Park, "Actions", Tech. Report #71, AIMM Lab, Kyungpook Nat'l Univ., 2007.

[6] I. K. Lee, J. H. Park, "Representation of 'Walk' for Quadruped Animal Based on Primitive Action and Class Inherit", Journal of Korea Contents Society, vol.6, no.5, 2006.