

# 행동의 유사성과 공통점에 기초한 다양한 행동의 효율적 표현

## An Efficient Representation of Diverse Actions Based on Similarity of Actions and Commonality

이인균, 박종희

경북대학교 전자공학과

Lee In-Kyun, Park Jong-Hee

Kyungpook Nat'l Univ.,

### 요약

수많은 객체와 다양한 환경이 존재하는 가상 세계에서 에이전트의 다양한 움직임을 효율적으로 표현하는 것은 중요하다. 본 논문에서는 이러한 동작들을 사실적 표현보다는 수많은 종류의 개체들의 다양한 동작을 효율적으로 모델링 하는데 중점을 둔다. 이를 위해 taxonomy에 기초한 상속 기능을 이용하고 여기에 개별 동작의 특이점을 추가함으로써 효율적 모델링을 추구한다. 이를 위한 중요한 기술로서 동작들의 공통점을 추출하는 방법과 상속의 내용을 구체화 하는 방법을 개발한다. 이렇게 개발된 방법들을 네발짐승의 walk 동작에 적용해보고 구체적 표현은 다관절체 표시법을 사용한다.

### Abstract

We develop a method to simulate diverse actions for a virtual world consisting of numerous interrelated objects. We focus on how to efficiently model those countless actions rather realistic representation of each action. To this end, those actions are structured into hierarchies according to their characteristic parameters so actions can be efficiently added based on inheritance. The first key issue in this model is how to extract commonality among actions and identify their idiosyncrasy. The second issue is how to reify or substantiate inheritance of the actions. We apply the developed model to the walk actions of quadruped, and their simulated results are shown in articulated figures.

## I. 서론

수많은 객체와 다양한 환경이 존재하는 가상 세계에서 주체가 되는 에이전트의 움직임을 표현하는 것은 중요한 요소이다. 이러한 표현을 위한 다양한 방법과 연구가 진행되어 오고 있다. 특히 애니메이션 분야에서는 다양한 종류의 캐릭터들의 창조와 그들의 세밀한 움직임의 표현을 노동집약적인 작업을 통해서 수행해 왔다[1]. 이러한 방법은 근본적으로 작업

에 대한 단순한 변화도 재작업을 해야 하는 단점을 가진다[2].

이러한 문제를 개선하기 위해 컴퓨터 그래픽 분야에서는 다관절체에 기초하여 움직임을 수학적 분석과 역학적 해석을 통해 해결하는 연구가 진행되어지고 있다[2]. 그러나 이러한 연구를 바탕으로 행동을 사실적으로 보여줄 수 있지만 다양한 대상에 적용하기 위해서는 많은 양의 데이터와 방대한 작업이 필요하다.

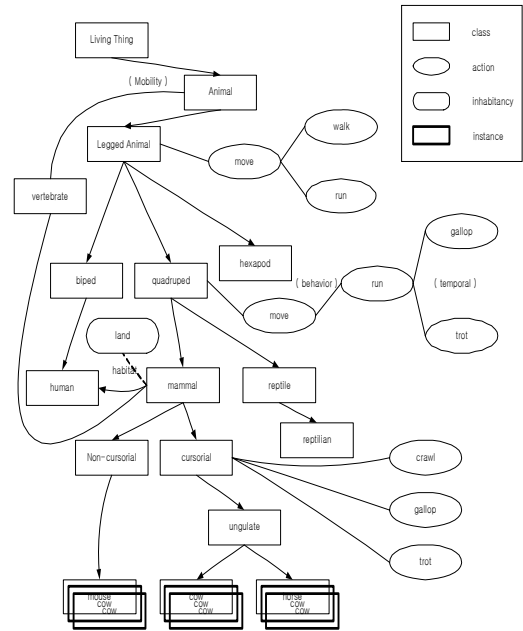
본 논문에서는 action의 사실적인 표현보다는 다양한 행동의 공통점에 기초한 효율적 표현을 목표로 한다. 이를 위하여 taxonomy에 기초한 상속 기능과 개별동작의 특이점을 추가하는 모델링 방법을 제시하고 이를 위한 중요한 기술로서 동작들의 공통점을 추출하는 방법과 상속의 내용을 구체화 하는 방법을 개발한다.

## II. Actions

에이전트는 수많은 action들을 발생시킨다. Action은 움직임의 연속된 동작이며, 어떠한 효과를 발생시킨다. 일반적으로 action은 primitive action들과 이들의 조합인 composite actions로 구성된다[6]. 본 논문에서는 taxonomy에 기초한 상속과 개별동작의 특이점을 통한 네발짐승의 구체적 action들로서 animal의 고유한 특징인 walk()를 표현하고자 한다.

먼저 분류를 위하여 action들의 유사성에 따른 집합으로 묶어 주고 그것을 대상으로 하는 계층관계를 구성한다. 다양한 생물학적 분류 기준에서 우리는 행동에 초점을 맞추어 분류를 적용할 것이다. 이는 그림 1에서처럼 거주의 형태가 동일하고 구조적인 형태의 유사성의 분류를 기준으로 한다. 이런 분류는 구조적 유사성이 행동의 유사성을 가져다주는 장점이 있다. 이러한 분류에 의해 클래스에 따라 가지는 action hierarchy를 그림 1에 보여주는 바와 같이 구축한다.

즉, move()의 일종인 walk()는 legged animal의 대표적인action이며 하위 클래스들의 일반적 action이다[3]. 상위 클래스의 action에 하위클래스 각각의 개별적 특이성을 고려하여 하위 클래스의 action을 정의할 수 있다. 이러한 행동들을 구분하는 요소들은 이 계층도에서 보듯이 다리의 수와 생물학적 분류이다. 다리의 수와 형태는 움직임을 표시하는데 가장 기본적이며 중요한 요소로서 작용하여 개별적 action들을 특색 짓는다.



▶▶ 그림 1. 동물의 움직임에 관련된 분류도

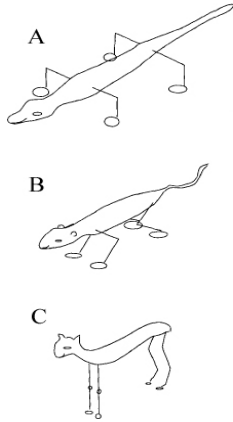
## III. 보조(A gait)

### 1. 보조의 표현 방법

Legged animal은 다리의 수로써 분류를 하고 biped(두발짐승), quadruped(네발짐승), hexapod(육각류)로 나눈다[7, 8]. 이러한 분류를 이용하여 그림 1에처럼 다리의 개수에 의한 클래스를 구성한다. 또한 우리는 quadruped를 그 gait의 형태에 따라서 분류를 하였다.

Quadruped types에서는 다리의 형태에 따라 그림 2와 같이 reptilian(파충류), non-cursorial, cursorial(개, 말 등의 종류)로 분류한다[4]. 여기서 mammal은 non-cursorial, cursorial이며 reptilian은 reptile에 속한다는 것을 그림 1을 통해서 분류 시켰다.

이 분류를 통해 mammal은 하위 클래스로 non-cursorial,과 cursorial을 가지게 된다.



▶▶ 그림 2. 네발짐승의 형태분류  
(A) Reptilian (B) Non Cursorial (C) Cursorial

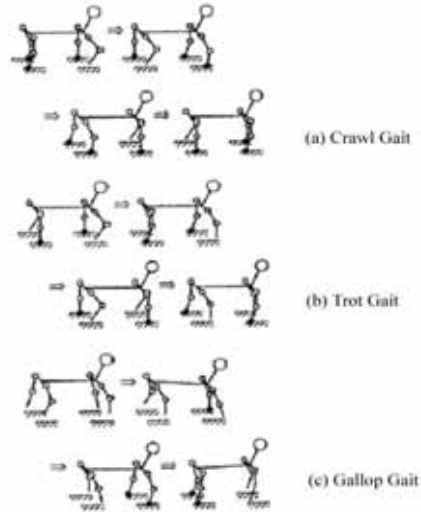
## 2. 예제

위에서 설명한 각각의 quadruped types은 여기서 설명하는 패턴을 따른다. 본 논문의 예제는 육상동물 중에서도 포유류 중 quadruped에 국한하고, 그들의 action의 예로서는 trot(), gallop(), crawl()을 다루고자 한다.

Action을 설명하고자 할 때 실 세계에서는 두뇌의 판단과 신경계의 작용으로 근육과 관절을 움직여 행동을 한다. 하지만 가상 세계에서는 어떠한 움직임에 관한 함수로서 움직임을 표현하며 그 움직임에 대한 변수들이 존재한다. 즉, 객체를 움직이는 것은 변수를 포함한 함수로 표현 될 수 있다. 이러한 변수들에 의한 작용으로 움직임을 조절하고 관절을 움직이며 스스로를 제어해 나가는 것이다.

이러한 이유로 trot(), gallop(), crawl()에 관한 움직임이 어떻게 이루어지는 가를 알고 움직임에 필요한 함수를 만들어야 한다. 이 함수들을 이용하여 관절체의 각도, 거리 등의 변수를 조정해 나감으로써 각기 다른 방식의 gait에 관한 패턴을 정의 할 수 있다. 1993년 일본의 Katsuhiko Inakaki와 Hisato Kobayashi는 논문을 통해 Quadruped의 움직임에 대해 아래 그림 3과 같이 표현을 해 두었다[5]. 여기서 설명하는 움직임 가운데 crawl()은 거의 천천히

걸어가는 움직임을 나타낸 것이며, trot()은 약간 속도를 내면서 속보로 걸어가는 것을 나타내고, gallop()은 전속력으로 달러가는 모습의 패턴을 나타낸다.



▶▶ 그림 3. 3가지 형태의 gait

최종적인 움직임은 이러한 패턴에 따라 상위 클래스에서 상속받은 primitive action을 네발로 확장시켜 주면 된다. 이러한 상속성과 확장성에 대한 부분은 다음에서 설명한다.

## IV. Primitive Action의 상속

여기서는 action의 상속성이라는 의미에 대하여 살펴보고 상속이 어떻게 시스템에 적용되는 가를 알아본다.

일반적으로 상속이라는 의미는 descriptive attribute에 관해서는 상위클래스의 특성과 하위클래스의 특성과의 결합을 의미한다. 여기서 descriptive attribute는 연속 또는 이산범위 내에서의 특정한 값을 가지는 것을 의미한다[3].

그러나 action은 어떤 존재와 행위에 대한 복합적

속성으로서 이러한 값에 의한 결합으로 표현될 수 없다. 따라서 그림 5에서처럼 상위클래스에서는 action에 대한 절차를 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.

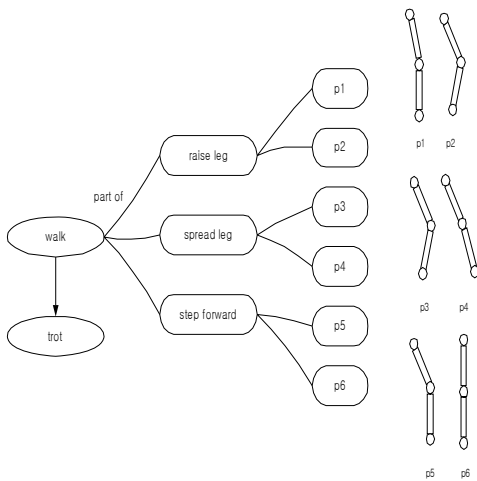
$$\vec{P}_1 = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

$$\vec{P}_2 = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$$

$$\vec{P}_3 = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_n)$$

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

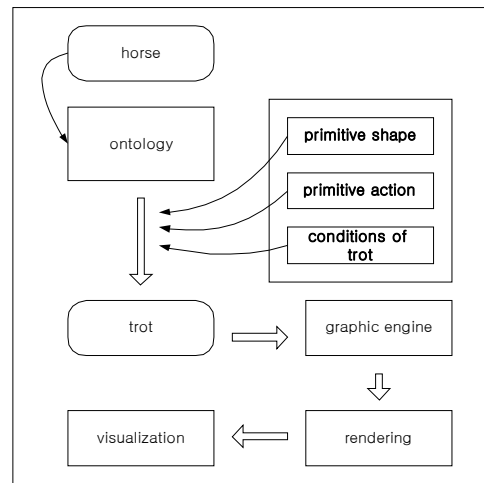
위와 같이 각각의 factor들은 지면과의 접촉성, 관절의 각도, 보폭, 속도 등의 factor를 그 예로 들 수 있다.



▶▶ 그림 4. Primitive action과 예로서 구성된 Composite actions

조건과 흐름에 대한 설명을 해 왔다. 이번에는 말이 걷는 것 중에서 trot()을 예로서 전체 시스템의 flow에 접근해 본다. 전체적인 flow를 나타내는 architecture는 그림 5와 같다.

1. 대상에 따른 ontology에 접근한다.
2. 계층관계에 따라 말이 속한 클래스를 통해 ontology상에서 walk()의 primitive action과 primitive shape 및 trot()에 대한 걸음의 형태에 대한 조건, 파라미터들을 가지고 온다.
3. 말의 특성과 분류에 따른 특이성을 이용하여 전체 네 다리로 확장된 composite action을 만들어 낸다. 여기서 사용되는 것은 primitive action과 quadruped type, gait type을 가지고 확장시킨다.
4. 이러한 움직임을 graphic engine을 통하여 rendering시키고 최종적으로 프레임을 작성하여 visualization 시킨다.



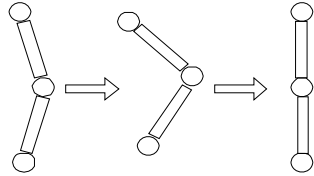
▶▶ 그림 5. 전체적인 시스템의 구조

## V. 전체적 구조

지금까지 우리는 제안된 시스템에서의 여러 가지

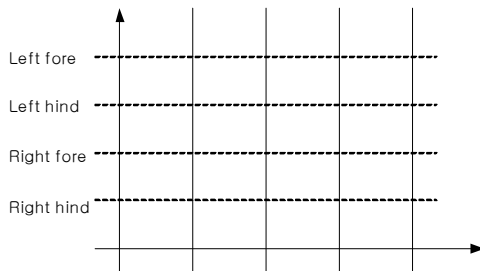
그림 6은 walk()의 primitive action을 보여준다. 준비된 primitive shape를 이용하여 다리를 들고, 다리를 뺄고, 다리를 내리는 가장 기본적인 동작의 모습을 보여준다. 이는 trot()을 만들어 내기 위해 가장 기본적인 동작으로 작용하며, 여기에 말이라는 포유

류이자 quadruped인 legged animal의 네 다리로 확장시키며 말의 trot()에 관한 함수에 절차와 파라미터들을 적용하게 된다.



▶▶ 그림 6. 다리관절체의 Primitive actions

그림 7은 trot()의 패턴에 따른 네 다리의 순서를 한주기 동안의 모습을 나타낸 그래프이다. 왼쪽 앞발, 왼쪽 뒷발, 오른쪽 앞발, 오른쪽 뒷발의 순서가 어떻게 이루어지는지를 알 수가 있다. 두꺼운 선은 다리를 드는 동작이며, 점선은 다리를 땅에 붙이고 있는 동작이다. 이러한 순서는 그림 3에서 다리를 들고 내리는 동작을 각 gait마다 정해 줄 수 있다. 세 가지 gait에 따라 우리는 움직임의 패턴을 정하고 그림 7과 같은 구조로 시각화 한다.



▶▶ 그림 7. A sequence of trot gait

## VI. 결론 및 향후 계획

우리는 지금까지 가상 세계의 에이전트들의 action에 대하여 얘기해 보았다. 인간의 지식 베이스인 ontology 상에서 상속과 공통점 추출과 예제로서 quadruped의 walk()에 적용하여 설명해 보았으며,

그 움직임과 행동의 유사성에 따른 세분화된 분류를 하였다. 행동 자체를 기존 방식으로 하나하나 그리고 수많은 factor를 통하여 제어하는 방식이 아닌 가상 환경에 맞게 지식을 통한 공통된 개념으로서 행동을 표시하고 개별적 인스턴스들의 특성에 맞게 ontology 상의 기본적인 primitive를 상속받고 그것을 이용하여 움직임을 표현하는 방식을 논하여 보았다. 차후에는 이런 방식을 기본으로 가상 환경에 맞는 에이전트의 action의 표현을 위해 Planning을 적용하여 실제 우리가 생각하는 가상 세계에 맞는 모델을 만들며, 다양한 상황에 대처하는 능력을 추가해야 할 것이다. 또한 primitive action을 조합함에 있어서 필요한 알고리즘의 설계와 동적인 움직임의 설정에 필요한 어플리케이션의 개발도 진행되어야 할 것이다. 위에서 설명한 조건 외에 움직임에 관련된 다양한 모델, 즉, 포유류 외의 다른 분류들과 다리의 개수가 없는 것부터 무수히 많은 분류들까지 적용할 수 있도록 모델이 가지는 특성을 더 세분화 하여야 한다. 이로써 다양한 대상의 다양한 action을 표현하고 실제적으로 simulation하여 그들의 도메인과 실제 세계의 에이전트들과의 움직임의 유사성을 일치시켜 많은 대상의 움직임의 표현과 사실성을 높여야 할 것이다.

### ■ 참고문헌 ■

- [1] 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
- [2] Tom Calvert, Sang Mah, Simon Tang, "Autonomous Animation of Human Figures Using Intelligent Agents", Systems, Man and Cybernetics, 1995. 'Intelligent Systems for the 21st Century', IEEE International Conference on,1995 Pages:4291 - 4295 vol.5
- [3] Park,J., " Semantics Of Concepts", Tech. report #91, AIMM lab, Kyungpook Nat'l Univ., 2004
- [4] R.Mistry, G.Clapworthy, "Computer-Based Animation of a Multi-legged Articulated Body", Information

- Visualization, 2000. Proceedings. IEEE International Conference on ,July 2000 Pages:315 - 317
- [5] Katsuhiko INAGAKI, Hisato KOBAYASHI, "A Gait Transition for Quadruped Walking Machine", Intelligent Robots and Systems '93, IROS '93. Proceedings of the 1993 IEEE/RSJ International Conference on , July 1993 Pages:525 - 531 vol.1
- [6] Park, J., "A logical simulation of discretionary events in spatio-temporal context", Tech. report #3, AIMM lab, Kyungpook Nat'l Univ., 2000