

# 계층적 매개함수를 이용한 캐릭터 보행 동작 자동 생성

옥수열 \* 강영민\*, 이응주\*\*, 추영열\*\*\*

\*동명대학교 게임공학과

\*\*동명대학교 정보통신공학과

\*\*\*동명대학교 컴퓨터 공학과

sooyol@tu.ac.kr, ymkang@tu.ac.kr ejlee@tu.ac.kr, yychoo@tu.ac.kr,

## Automatic Locomotion Pattern Generation for Game Characters with Hierarchical Parametric Function

SooYol Ok\*, YoungMin Kang\*, EungJoo Lee\*\*, YoungYoel Choo\*\*\*

\*Dept. Computer Engineering, Tongmyoung Univ.

\*\*Dept. Game Engineering, Tongmyoung Univ.

### 요 약

본 논문에서는 동작의 기본적인 행태이며 게임, 환경시뮬레이션 등에서 필요성이 높은 인간형 캐릭터 보행에 대하여 고수준 개념의 매개함수 제어를 통하여 다양한 스타일의 특성을 직관적인 조작으로 새로운 동작을 얻을 수 있는 동작 변형 과 편집 수법을 제안하고자 한다. 또한 제안된 방법을 이용하여 개발한 캐릭터의 보행 동작 자동 생성 시스템에 관해서 논한다.

### 1. 서론

사실적이고 자연스러운 캐릭터의 동작 생성에 관한 연구는 로봇, 애니메이션, 게임 등 다양한 분야에서 진행되어지고 있다. 그 중에서도 인체로 대표되는 다관절체 캐릭터 애니메이션을 다양한 상황에 맞게 보다 사실적이고 현실감 넘치는 움직임으로 표현하고 싶은 요구가 매우 높아지고 있다.

기존의 애니메이터에 의한 직접 입력 방법, 운동학에 의한 방법, 모션캡처에 의한 동작생성 방법은 가상 캐릭터 특성 및 풍부한 감정들을 가진 스타일을 간단하고 직관적인 조작에 의해서 다양한 동작들을 표현하는 것은 곤란하다.

본 논문에서는 먼저 동작의 기본적인 행태이며 게임, 환경시뮬레이션 등에서 필요성이 높은 인간형 캐릭터 보행에 대하여 고수준 개념의 매개함수 제어를 통하여 다양한 스타일의 특성을 직관적인 조작으로 새로운 동작을 얻을 수 있는 동작 변형 과 편집 수법을 제안하고자 한다.

### 2. 고수준 매개함수를 이용한 보행 동작의 생성수법

#### 2.1 휴먼 캐릭터 모델

사람과 같은 캐릭터의 관절은 매우 복잡하고, 그 모두를 정확하게 시뮬레이션 하는 것은 매우 곤란하다. 본 논문에서는 보행에서 주행동작에 관해서 평가를 행하는데 있어서 충분하다고 생각 할 수 있는 17개의 관절로 이루어진 인간형 캐릭터 모델을 사용했다(그림1). 또한 각 관절은 볼 관절과 같은 회전자유도만을 단순한 구조로 하였다. 본 논문에서 사용한 모델과 그 계층구조를 그림2에 나타낸 것과 같다.

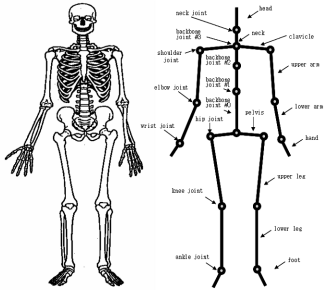


그림 1 : 기본 인체 골격 모델

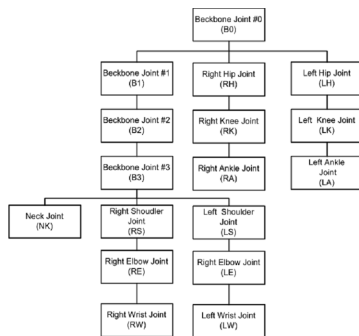


그림 2 : 관절의 계층 구조

본 논문에서는 캐릭터 모델에 대하여 연령과 성별 등에 의한 캐릭터의 스타일을 표현하는 방법으로서, 준비한 기본 인체모델을 다양한 기하학 변환에 의하여 변형시키는 방법을 이용하였다. 각 관절 점의 데이터는 좌표와 각점의 링크정보가 기술되어져 있는 데이터 파일을 읽어들이, 기본 신체 모델을 구성하였다.

## 2.2 다양한 보행 스타일 제어를 위한 매개함수의 계층적 네트워크화

본 논문에서는 고수준 개념의 매개함수 제어를 통하여 다양한 스타일의 특성을 가진 보행 동작을 직관적인 조작으로 새로운 동작을 얻을 수 있도록 하기 위해서 캐릭터의 연령 및 성별 더욱이 개성 및 정신 상태와 같은 다양한 매개함수에 대하여 체형요소, 관절동작이 어떻게 변화하는가를 고려했다. 그리고 나서 찾아낸 매개함수의 계층적인 네트워크를 구축하는 것에 의해서 다양한 레벨에서의 매개함수의 변수 조정이 가능하도록 했다. 매개함수의 계층화는 아래의 그림과 같이 크게 3단계의 형태로 구성이 된다.

본 연구에서는 사람의 보행동작을 대상으로 하고 있기 때 문, 보행 동작의 범위 내에서 충분한 다양성을 나타낼 수 정도의 자유도를 가지도록 매개함수간의 연결 정보를 부여하고 있다.

계층적인 매개함수의 네트워크를 이용하는 이점은 막대한 매개 함수군을 소수의 매개함수의 변수로 조절 할 수 있다는

것과 캐릭터의 특성을 나타내도록 하는 섬세한 요소도 조절 할 수 있다는 것이다.

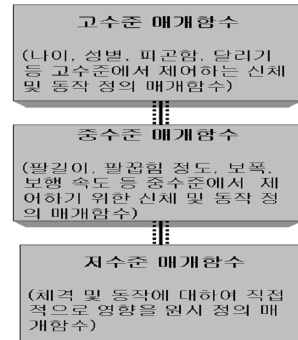


그림 3: 보행 스타일 제어를 위한 매개함수의 계층적 네트워크화

## 2.3 매개함수간의 변위 전달과 동작 생성

본 논문에서는 매개함수간의 연결 정보를 변위 상태의 변화를 통해서 캐릭터의 다양한 동작을 생성한다. 이와 관련 해서 매개함수간의 연결정보에는 그 매개함수가 취득할 값의 범위, 연결된 매개함수에 변위를 전달할 때의 가중치 및 전달 함수의 종류 등이 포함되어져 있고 이들 정보가 체형요소, 관절동작의 자유도를 결정하고 있다.

매개함수가 변위 상태를 전달하기 위해서는 먼저 매개함수 기술 파일을 읽어드려, 매개함수의 변위 정보를 전달하기 위한 네트워크를 구축한다.

개개의 매개함수는 다음과 같은 표기로 정의되어진다.

```
매개함수 명 (최소값, 최대값, 초기값)
{
    연결매개함수 명1(간섭역 하한, 간섭역 상한, 가중치, 전달함수)
    연결매개함수 명2(간섭역 하한, 간섭역 상한, 가중치, 전달함수)
    :
}
```

표 1 : 매개 함수의 정의파일 형식

여기서, 각 매개함수는 인자로서 변위 전달을 위한 최대 및 최소, 그리고 초기값을 갖고, 그 멤버는 관련 연결 매개함수로 구성된다. 각 연결 매개함수는 간섭역 상한, 하한, 가중치, 전달함수를 인자로 갖는다. 간섭역은 정의하는 매개함수의 변수 값이 어느 정도 범위에 있을 때, 변위를 연결매개함수에 전달 할 것인가를 결정하는 것이다.

```

energy(0, 200, 100)
{
  arm_swing(20,200,1.0, P11)
  body_wave(0, 200, 0.3, P11)
  knee_wave(0,200,0.2, P11)
  elb(80, 200, 0.3, P11)
  shoulder_dance(0,200,-0.25, P11)
  step(100, 200, 0.2, P01)
  step(0,100,0.1, P01)
  back_bone(100,200,-0.1, P11)
  back_bone(0,100,-0.3, P11)
  neck_angle(0,100,1.0, P11)
}

```

표 2 : 매개 함수의 정의 예:피로도(energy)

전달 함수값을 이용하여 변위(d)는 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$d = \text{정의역의 폭} \times \text{가중치} \times (\text{정규화된 최종 위치 전달 함수값과 초기 위치 전달 함수값의 차})$$

다음은 연령과 등굽힘에 대한 매개함수 정의의 예를 이용하여 매개함수간의 변위전달과정은 설명한다. 다음과 같이 이루어진다.

```

age(0, 100, 30)
{
  backbone(60,100,0.5,P01)
  waist_height(60,100,1.0,P11)
  stature(0,20,1.5,P10)
  baby(0,10,-4.3,P10)
}

```

```

backbone(0, 200, 50)
{
  B1_R_X(0, 200, 0.006, P11)
  B2_R_X(0, 200, 0.006, P11)
  B3_R_X(0, 200, 0.006, P11)
  NK_R_X(0, 200, 0.006, P11)
  RE_R_X(0, 200, 0.006, P11)
  LE_R_X(0, 200, 0.006, P11)
}

```

표3 : 나이 및 등굽힘에 대한 매개 함수 정의

예로 들면, 연령(age) 매개함수는 연결매개함수 backbone(60,100,0.5, P01)에 관해서, age값이 60에서 100사이의 범위에 있을 때에 age의 값이 변위에 0.5를 곱해서 전달함수 P01에 따라서 영향 준다. 예로 age가 초기값 30에서 조절바를 이용하여 80으로 변화한 경우, 매개함수 backbone에 전달되는 변위(d)는 변위전달 함수를 이용하여 정의역의 폭  $40(100-60) \times \text{가중치}(0.5) \times \text{정규화된 전달 함수 값의 차} (0.5-0.0) = 10(\text{rad})$ 가 계산된다. 이 변위 값은 backbone의 초기값에 변위값 10이 추가 되어 변수값이 50에서 60으로 증가하게 된다. backbone 매개함수의 연결매개함수에 대해서도 같은 방법으로 B1, B2, B3에 대한 전달되는 변위는

$$d2 = 200 \times 0.006 \times (0.3 - 0.25) = 0.06\text{rad}$$

이 된다. 마찬가지로 NK, RE, LE에 대한 전달 변위는

$$d3 = 200 \times 0.018 \times (0.3 - 0.25) = -0.18\text{rad}$$

이 된다.

이와 같은 방법으로 각각의 매개함수에 변위가 계층적으로 연결되어 있는 매개함수에 차례로 전달되어 아래의 그림과 같은 변위 상태의 변화를 통해서 캐릭터의 다양한 동작을 생성한다.

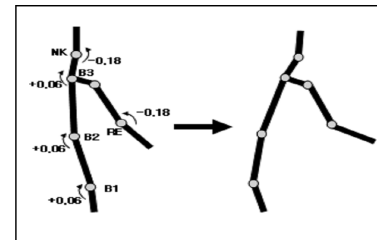


그림 4 : 연령에 매개함수 변위 전달 결과 예

가중치는 변위를 전달할 때의 가중계수이다. 또한 전달함수는 다음과 같은 선형함수, 지수함수, 삼각함수의 형태로 된 함수를 이용하여 변위 상태를 전달한다.

### 3. 캐릭터 보행 동작 자동 생성 시스템 구현 및 결과

본 연구에서는 다양한 보행 스타일 제어를 위한 매개함수의 계층적 네트워크를 통해 캐릭터의 보행 동작을 자동 생성 시스템을 개발하였다. 본 개발 시스템은 크게 두 가지 모듈로 구성되어 있다. 첫 번째 모듈은 필요한 기본 데이터와 일로부터 입력을 받아 매개함수 네트워크를 참조해가면서 캐릭터의 다양한 보행 동작의 합성 및 표시를 행하는 모듈과 조작 패널의 제어바(Control bar)를 이용하여 고수준 매개함수의 변수를 대화적으로 조작하는 모듈이다.

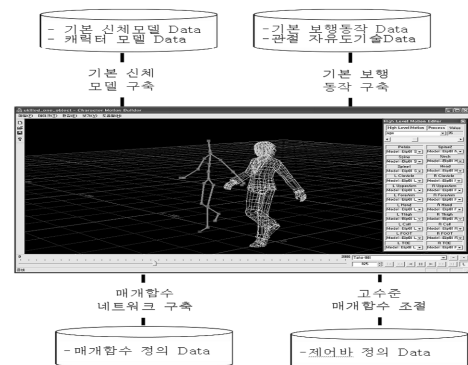


그림 5 : 캐릭터 보행 동작 자동 생성 시스템

그림 5는 본 연구에서 개발한 시스템의 구성도를 나타내고 있다.

본 시스템의 처리 순서를 다음과 같다.

1. 기본 신체 모델 Data, 관절 자유도 기술 파일 및 캐릭터 모델링 Data 을 읽어 들어 기본 신체 모델을 얻는다.
2. 기본 모션 Data 파일을 읽어 들어 기본 보행 동작을 얻는다.
3. 매개함수 기술 파일을 매개함수 간 네트워크를 구축한다.
4. 제어Bar정의 읽어 들어 조작 패널을 만든다.
5. 다양한 보행 동작의 변형과 시뮬레이션 표시 및 애니메이션 저장 FBX형으로 저장

본 논문에서는 캐릭터 보행 동작 자동 생성 시스템을 현재 개발 중인 3D 게임 액션 게임(다크 오버 더소울)의 캐릭터에 적용하여 직관적이고도 예측 가능한 고수준 매개함수의 조작에 따른 다양한 보행 동작을 생성하였다. 그림 6은 고수준 매개함수의 하나인 연령(age) 매개함수의 변수값 변화에 따른 캐릭터의 보행 동작의 변화를 보여 주고 있다. 변수값이 0인 경우는 유아형태의 걸음걸이를 보여 주고 있고 차츰 변수값이 증가함에 따라 연령에 따른 캐릭터의 보행 특징을 잘 나타내고 있다.

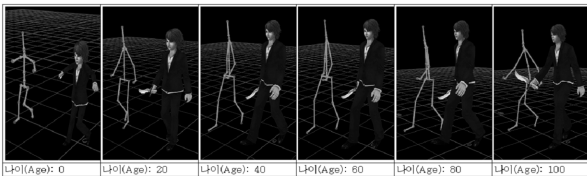


그림 6 : 연령 변화에 따른 캐릭터의 보행 동작 자동 생성 결과

마찬가지로 그림 7과 그림 8에서도 각각 고수준 매개함수 주행(run), 피로감(energy)를 이용하여 매개함수의 변수값에 의해서 제어되어 지는 애니메이션의 결과를 나타내고 있다.

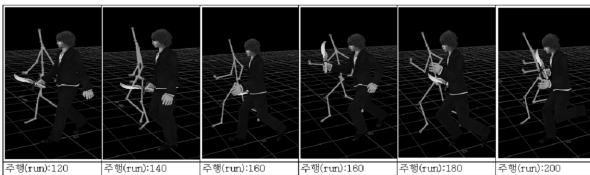


그림 7 : 주행의 속도 변화에 따른 동작 자동 생성 결과

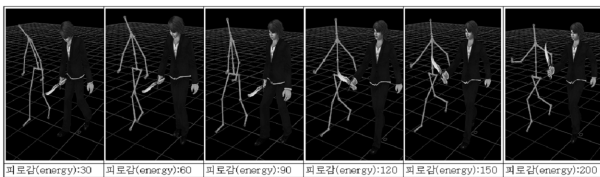


그림 8 : 피로감 변화에 따른 캐릭터의 보행 동작 자동 생성

그림 9는 개발 중인 3D 게임 액션 게임의 몬스터 캐릭터(심해인)에 고수준 매개함수 피로감(energy)의 변수값을 조절바를 통해 0로 설정했을 때의 애니메이션의 결과를 프레임

별로 나타낸 것이다.

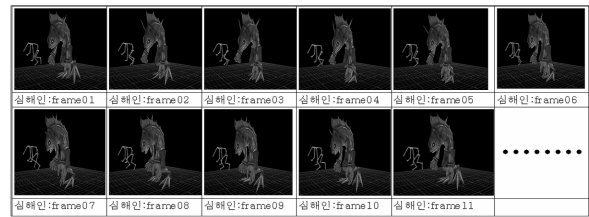


그림 9 : 매개함수 피로감(energy)의 변수값이

0 일때의 애니메이션의 결과(심해인 캐릭터)

앞의 그림들에서 나타난 결과와 같이 개발한 시스템이 다양한 상황과 캐릭터의 상태에 따라 자연스러운 동작을 동적으로 자동으로 생성하는 것을 알 수 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 계층적으로 네트워크화된 고수준 매개함수를 이용하여 3D 캐릭터 보행동작을 자동 변형 생성할 수 있는 기술을 제안하였다.

본 제안 기술은 다양한 스타일의 특성을 직관적인 조작으로 새로운 동작을 얻을 수 있을 동작 편집도구로 사용할 수 있을 뿐 아니라, 표준 캐릭터 동작에서 캐릭터의 상태나 이벤트의 변화가 있을 때, 게임 캐릭터를 위한 미들웨어형태의 행동 기모션엔진으로 응용함으로써 기존의 3D 온라인 게임에서 필요로 하는 상태기반의 캐릭터 동작 모션 데이터베이스를 가지고 있을 필요 없이 기존의 게임 보다 훨씬 더 자유도가 높은 캐릭터 동작을 자동적으로 생성하는데 적용이 가능하다.

본 논문은 2007년도 지역문화산업연구센터(CRC)지원 사업에 의하여 이루어진 것입니다.

#### [참고문헌]

- [1] Bruderlin A. and Williams L., Motion signal processing. In Robert Cook, editor, SIGGRAPH 95 Conference Proceedings, Annual conference Series, pages 97-104, August 1995.
- [2] Cohen M. F., Interactive spacetime control for animation. Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 92), 26(2) pages 293-302, July 1992.
- [3] Lee J. H. and Shin S. Y., A Hierarchical Approach to Interactive Motion Editing for Human-like Figures. Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 99), pages 39-48, August 1999.
- [4] Unuma M., Anjyo K. and Takeuchi R., Fourier Principles for Emotion-based Human Figure Animation, Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 95), pages 91-96, 1995.