

# 다양한 골격의 효과적인 제어가 가능한 예제 기반의 모션 생성과 응용\*

정유진<sup>○</sup>, 강경규<sup>\*</sup>, 김동호<sup>\*\*</sup>  
 송실대학교 미디어학과<sup>○ \* \*\*</sup>  
 {yjchoung, rcrookie, dkim}@ssu.ac.kr

Example Based Motion Generation and its Applications with Efficient  
 Control for Arbitrary Morphologies

Yujean Choung<sup>○</sup>, Kyung-Kyu Kang<sup>\*</sup>, Dongho Kim<sup>\*\*</sup>  
 Dept. of Media, Soongsil University

## 요 약

본 논문에서는 사용자의 대응정보를 반영하여 소스 캐릭터와 다른 골격을 가진 타깃 캐릭터의 움직임을 생성하는 방법에 대하여 제안한다. 본 시스템을 통해 사용자는 소스 캐릭터의 제어할 부위와 타깃 캐릭터의 제어될 부위를 대응하여 타깃 캐릭터의 움직임을 생성할 수 있다. 우리는 골격에 제한 없이 타깃 캐릭터의 자세생성을 위해 대응자세의 쌍을 예제로 이용한다. 그리고 뼈의 수에 상관없이 자유롭게 관절의 대응을 제공하기 위해 방향벡터를 사용하여 관절의 구조를 간략화 한다. 최종적인 자세는 예제들의 가중치 합을 통해 생성된다. 본 논문의 실험적 결과를 통해 시스템이 실시간으로 골격이 다른 타깃 캐릭터의 기본적인 움직임을 생성하면서 또한 사용자가 지정한 부위의 외형적 움직임을 생성할 수 있음을 보인다.

## ABSTRACT

This paper presents a motion generation technique for arbitrary morphologies with the user defined correspondences between joints. Users can define the controlling part in the source character and the part to be controlled in the target character in our system. To remove the restriction in the morphology of the target character, we use the pair of example posture sets. In our system, in order to provide the correspondence regardless of the number of joints, the deformed part in the target character is simplified into the direction vector. The final postures are then generated with the weighted sum of the examples. Our experimental results demonstrate that our approach can generate motions for various target characters and can control the user defined joints in real-time.

**Keyword** : character animation, motion generation, motion blending, motion retargeting

접수일자 : 2008년 12월 23일

심사완료 : 2009년 02월 11일

\* 본 연구는 송실대학교 교내 연구비 지원으로 수행하였습니다.

## 1. 서론

게임 캐릭터는 주로 인간의 골격을 지닌 캐릭터일 경우가 많다. 하지만 게임 캐릭터는 점점 다양해지고 있고 사람의 골격이 아닌 캐릭터의 모션 생성에 대한 요구가 늘어나고 있다. 특히 최근 센서를 이용한 체감형 게임의 경우 사용자의 움직임을 통해 게임 캐릭터를 움직여야 하지만 다른 골격을 가진 게임 캐릭터에는 사용자의 움직임을 생성하기가 어렵다. 따라서 이러한 게임에서는 일반적으로 움직임의 패턴에 따라 예약된 움직임을 재생하는 방식을 사용한다. 하지만 이러한 고정된 움직임은 사용자가 의도한 움직임을 제대로 표현할 수 없다. 따라서 일반적인 사람의 모션을 통해 사람과 다른 골격의 캐릭터를 움직일 수 있는 기술이 필요하다.

사람이 연기해서 획득한 모션 데이터를 캐릭터에 적용하기 위해 모션 리타게팅(retargeting) 기술이 연구되어 왔다. 기존의 일반적인 리타게팅 연구는 소스(source) 캐릭터와 같은 골격이지만 다른 뼈의 길이를 가진 타겟(target) 캐릭터를 기준으로 하여 왔다. 즉 인간과 같은 구조의 골격을 가진 타겟 캐릭터가 기준이 되었다. 하지만 동물과 같이 전혀 다른 골격구조를 가진 캐릭터의 경우, 모션 데이터를 획득하기가 힘들기 때문에 필요한 모션을 애니메이션이 수작업으로 제작해 왔다.

이러한 제약점들을 해결하기 위해 골격구조에 제한을 받지 않고 모션을 생성하는 연구가 진행되어 왔는데 이러한 연구에는 예제를 사용하는 연구[1]와 모션 데이터를 골격에 제한받지 않는 문맥(context)의 형태로 정의하여 적용하는 연구[3]가 있다. 예제를 사용하는 방법은 일반적으로 주어진 예제 세트의 가중치 합을 통해 최종적인 자세를 생성한다[1,6]. Park 과 Shin[1]의 연구에서는 소스 캐릭터와 타겟 캐릭터가 일대일로 대응된 예제의 쌍을 이용한다. 소스 캐릭터와 같은 입력모션의 가중치를 구하여 대응된 타겟 캐릭터에 적용함으로써 타겟 캐릭터의 모션을 생성하는 것이다. 하지만 일부 부위의 자세 생성을 위해서는 전체 자세에 대

한 추가적인 예제의 쌍이 필요하다. 모션 데이터를 특수한 문맥의 형식으로 제작하여 이용하는 연구[3]는 고품질의 결과를 보이지만, 일반적으로 사용되는 사람의 모션 데이터를 통해서 골격이 다른 타겟 캐릭터의 모션을 생성할 수는 없다.

본 연구에서는 타겟 캐릭터의 자유로운 설정을 위해 일반적인 모션 데이터를 이용할 수 있는 예제 기반의 방법[1]을 사용한다. 그리고 사용자가 캐릭터를 제어할 부분과 캐릭터의 제어될 부분을 대응할 수 있도록 인터페이스를 제공하였다. 우리의 방법은 기존의 방법과는 달리 추가적인 예제가 없이 기존의 예제만을 이용하여 새로운 움직임을 생성할 수 있다. 따라서 적은 예제로 사용자의 의도를 반영하여 다양한 타겟 캐릭터의 모션을 생성할 수 있었다.

## 2. 관련 연구

대부분의 모션 데이터는 캐릭터의 위치와 각 관절의 회전각 정보를 담고 있다. 타겟 캐릭터에 모션 데이터를 적용하기 위해서는 회전각을 타겟 캐릭터로 그대로 옮기면 되지만, 타겟 캐릭터의 뼈의 길이가 다를 경우 발 미끄러짐(foot skating) 현상이나 관통(penetration) 현상과 같은 오류가 생길 수 있다. 따라서 대부분의 모션 리타게팅 연구는 이러한 오류를 해결하면서 타겟 캐릭터의 자연스러운 모션을 생성하는데 중점을 두었다.

Gleicher[4]는 시공간 제약사항 문제(space time constraint problem)를 해결하는 방법을 통해 리타게팅 문제를 일반화하였다. Shin[5]은 이 계산을 보다 간략화 하여 실시간으로 리타게팅을 수행하는 방법을 제안하였다. 하지만 이러한 연구들은 동일한 골격구조를 가진 캐릭터들을 대상으로 하였다. Kulpa[2] 등은 캐릭터의 관절간 링크를 이용한 새로운 골격구조를 정의하여 뼈의 수에 제한 없이 모션을 적용할 수 있는 방법을 제안하였다. 타겟 캐릭터의 골격구조에 제한을 없애기 위해 Hecker[3] 등은 제작단계에서 모션 데이터를 특수한 형식

의 데이터로 정의하고 particle IK(inverse kinematics) 라는 새로운 IK방식을 제안하였다. Park 과 Shin[1]은 예제자세들을 가중치에 따라 블렌딩 (blending)하여 새로운 골격에 대한 자세를 생성하였다.

모션을 생성하는데 사용자의 의도를 반영하는 기존의 연구들은 주로 스케치 기반의 연구들이었다. Thorne[10] 등은 사용자가 스케치를 통해 캐릭터가 움직일 경로를 그려 동작을 생성할 수 있는 방법을 제안하였다. Li[9] 등은 사용자가 그린 스케치를 통해 예제 모션 중 알맞은 동작을 찾아 적용하여 쿵푸동작을 생성하는 방법에 대하여 제안하였다.

### 3. 시스템 구조 및 입력 정보

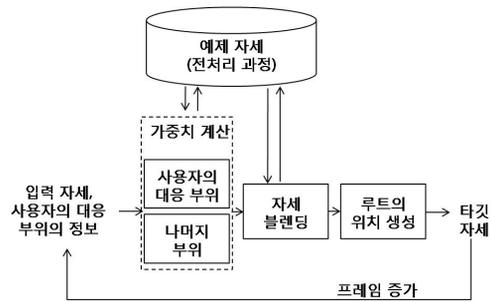
#### 3.1 모션 생성 시스템의 구조

본 논문의 시스템 구조는 [그림 1]과 같다. 타깃 캐릭터의 기본적인 자세를 생성하는 구조는 Park 과 Shin[1]이 제안한 모션 복제(motion cloning)의 모션 합성 과정과 유사하다. 하지만 우리는 거기에 사용자가 정의한 부위의 자세를 생성하는 과정을 추가하였다. 먼저 시스템은 각 프레임에서 입력모션의 자세에 대응하는 타깃 캐릭터의 자세를 매 프레임마다 실시간으로 생성해낸다. 타깃 캐릭터의 자세는 예제들의 가중치 합을 통하여 생성한다.

시스템에 사용되는 예제자세들은 전처리 과정에서 만든다. 동작의 특징이 나타나는 자세를 키 자세(key pose)라고 했을 때, 본 논문에서는 소스 캐릭터의 키 자세들을  $P_i^s$ , 그리고 이에 대응하는 타깃 캐릭터의 자세들을  $P_i^t$ 로 나타내었다. 여기서  $i$  ( $1 \leq i \leq n_{example}$ )는 예제자세의 쌍의 인덱스를 나타내며,  $n_{example}$ 은 예제의 총 수를 나타낸다. 애니메이터는 주어진  $P_i^s$ 를 통해 이에 대응하는  $P_i^t$ 를 만들어낸다. [그림 2]는 이러한 예제 자세 쌍의 예시를 나타낸다.

시스템에 입력되는 정보는 입력모션의 해당 프레임에서의 자세와 사용자가 정의한 관절의 대응정

보이다. 이를 통해 시스템은 두 가지의 가중치를 계산하는데, 하나는 사용자가 정의한 부위에 대한 가중치이고, 또 하나는 그 부분을 제외한 부분에 대한 가중치이다. 시스템은 이 가중치들에 따라 타깃 캐릭터의 예제자세  $P_i^t$ 를 블렌딩하여 자세를 생성해낸다. 그리고 입력모션을 통해 루트(root)의 위치를 생성하여 적용함으로써 최종적인 타깃 캐릭터의 자세를 생성해낸다.



[그림 1] 모션 생성 시스템의 구조

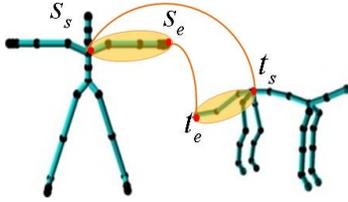


[그림 2] 예제 자세의 쌍

#### 3.2 사용자의 관절 대응 정보

본 논문에서는 사용자가 제어할 소스 캐릭터의 부위와 제어받을 타깃 캐릭터의 부위를 지정할 수 있도록 한다. 사용자는 지정부위의 시작과 끝 관절을 대응시킴으로써 타깃 캐릭터의 자세생성에 참여한다. [그림 3]는 사용자의 대응 정보의 예를 보여준다. ss와 se는 각각 제어할 부분의 시작과 끝 관절을 나타낸다. 그리고 ts와 te는 제어될 부분의 시작과 끝 관절을 나타낸다. 시스템은 입력 모션의 전체적인 움직임을 생성함과 동시에, 입력모션의 대응된 부위를 통해 타깃 캐릭터의 대응된 부위의 움직임을 제어할 수 있도록 한다. 이를 통해 우리는 생성하기 어려운 부분의 움직임이나, 부분적으

로 제어가 필요한 부분의 움직임을 효과적으로 생성해낼 수 있다.



[그림 3] 사용자의 관절 대응 정보

## 4. 모션 생성

### 4.1 자세 데이터의 선형화

하나의 자세 데이터는 위치(position) 데이터  $p \in R^3$ 와 각 관절들이 이루는 회전(orientation)각  $q \in S^3$ 로 이루어져  $P = (p, q_1, q_2, \dots, q_{n_{joint}})^T$ 의 형태로 나타낼 수 있다. 여기서  $n_{joint}$ 는 총 관절의 수를 의미한다. 그런데 관절의 각을 표현하는 단위 사원수 공간(unit quaternion space)은 비선형적이기 때문에 블렌딩 연산을 수행하기가 힘들다[8]. 따라서 우리는 자세 데이터의 선형화 과정[1]을 거친다. 선형화 과정은 캐릭터의 기준 자세인 레퍼런스(reference) 자세를 정하여, 각 자세에서 관절들의 회전각을 로그 맵(logarithm map)을 이용하여 이 레퍼런스 관절들의 회전각에 대한 변위 벡터(displacement vector)  $v$ 로 바꾸는 작업이다.

선형화 과정을 위해서는 먼저 지역화 과정을 통해 자세를 루트를 기준으로 한 지역좌표계의 데이터로 바꾼다. 지역화 과정을 거친 자세 데이터는  $\bar{P} = (0, 1, q_2, \dots, q_{n_{joint}})^T$ 의 형태로 표시할 수 있다. 그 후 자세 데이터를 로그 맵을 이용하여 선형화 하면 최종적으로 다음과 같이 자세 데이터를 표현할 수 있다.

$$\hat{P} = (0, 1, v_2, \dots, v_{n_{joint}})^T. \quad (1)$$

이렇게 변형된 선형화된 회전각은 지수 맵(exponential map)을 이용하여 다시 복원해 낼 수 있다[1,8].

### 4.1 대응이 지정되지 않은 부위의 가중치 계산

이 과정에서는 사용자가 대응한 관절들을 제외한 나머지 관절들에 적용될 가중치를 계산한다. 입력 자세를  $P^{input}$ 이라고 했을 때, 시스템을 이 자세를 가장 잘 만들어낼 수 있는  $P_i^s$ 의 가중치  $w_i^g$ 를 구한다.  $P^{input}$ 과  $P_i^s$ 은 모두 사람 형태의 소스 캐릭터의 자세를 나타내기 때문에 이 과정은 입력과 가장 근접한 사람 캐릭터의 자세를 복원해내는 과정과 같은데 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\hat{P}^{input} = \sum_{i=1}^{n_{example}} w_i^g \hat{P}_i^s. \quad (2)$$

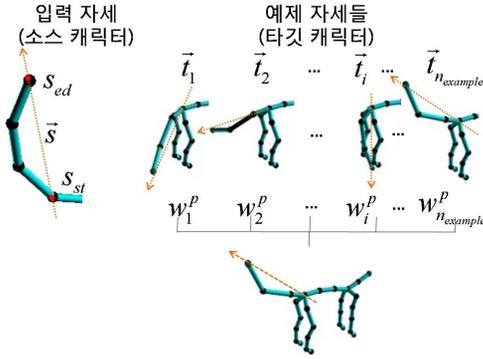
우리는 이 선형시스템을 감쇠최소자승법(damped least square method)을 이용하여 풀어내어  $w_i^g$ 를 구한다[7]. 이렇게 구해낸 가중치는 가중치 적용과정에서  $P_i^s$ 와 일대일로 대응되어있는  $P_i^e$ 에 적용하여 골격이 다른 타깃 캐릭터의 자세를 생성해낼 수 있다.

### 4.3 대응이 지정된 부위의 가중치 계산

이 과정에서는 예제 데이터  $P_i^e$ 에서 사용자가 정의한 관절들  $t_s \leq j \leq t_e$ 에 대한 가중치  $w_j^g$ 를 계산한다. 전체 가중치 계산과 같이  $P_i^e$ 의 가중치를 구하여  $P_i^e$ 에 적용하는 모션 복제[1] 방식은 사용자가 대응 부분을 정의할 때마다 이에 대한 예제자세를 추가적으로 제공해야 한다. 하지만 본 논문의 시스템은 예제정보를 추가로 제공하지 않고 기존의 예제들을 이용하여 자세를 만드는데, 이를 위해 관절의 시작과 끝을 잇는 벡터를 이용한다. 이러한 방향벡터를 이용하면 높은 자유도를 간략화 할 수 있고, 관절의 수에 제한을 받지 않을 수 있다[2].

[그림 4]는 벡터를 이용한 사용자 정의 관절의 가중치 계산과정을 나타낸다. 우선 입력자세  $P^{input}$ 의 소스 캐릭터의 관절  $s_s$ 에서  $s_e$ 로 향하는 방향 벡터  $\vec{s}$ 를 구한다. 그리고 타깃 캐릭터의 예제자세  $P_i^e$ 의 관절  $t_s$ 에서  $t_e$ 로 향하는 벡터  $\vec{t}_i$ 를 구한다. 시스템은 가중치  $w_i^g$ 를 적용한  $\vec{t}_i$ 의 합으로  $\vec{s}$ 의 방

향을 최대한 복원한다. 이 과정을 식으로 표현하면 다음과 같다.



[그림 4] 사용자 정의 관절의 가중치 계산 과정

$$\vec{s} = \sum_{i=1}^{n_{example}} w_i^p \vec{t}_i \quad (3)$$

이 식을 구하기 위한 행렬의 표현은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} \vec{t}_{x,1} & \vec{t}_{x,2} & \cdots & \vec{t}_{x,n_{example}} \\ \vec{t}_{y,1} & \vec{t}_{y,2} & \cdots & \vec{t}_{y,n_{example}} \\ \vec{t}_{z,1} & \vec{t}_{z,2} & \cdots & \vec{t}_{z,n_{example}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1^p \\ w_2^p \\ \vdots \\ w_{n_{example}}^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{s}_x \\ \vec{s}_y \\ \vec{s}_z \end{bmatrix} \quad (4)$$

왼쪽 행렬의 행은  $\vec{t}_i$ 의 x, y, z의 값을 나타내고, 열은 각 예제를 나타낸다. 우리는 왼쪽 행렬을 특이치 분해(singular value decomposition, SVD)를 이용하여 분해한 후, 이 식 또한 감쇠최소자승법을 이용하여 풀어내어  $w_i^p$ 를 구한다.

이 방법은 방향벡터를 이용함으로써 소스 캐릭터의 외형적 움직임을 타깃 캐릭터에 생성할 수 있도록 한다. 또한 사용자가 지정한 관절의 수가 달라도 예제를 이용하여 자연스러운 관절의 자세를 만들어낸다.

#### 4.4 가중치의 적용 및 루트의 위치 생성

시스템은 두 가지의 가중치  $w_i^g$ 와  $w_i^p$ , 즉 사용자에게 의해 대응이 지정되지 않은 경우와 대응이 지

정된 가중치를 예제자세  $P_i^t$ 에 적용하여 타깃 캐릭터의 자세를 만들어낸다. 먼저  $P_i^t$ 를 선형화 한  $\hat{P}_i^t$ 에 다음과 같이 가중치를 적용한다.

$$\hat{P}^{output} = \sum_{i=1}^{n_{example}} w_i \hat{P}_i^t \quad (5)$$

두 가지의 가중치를 각 관절에 적용할 때, 다음과 같은 규칙에 따라 적용한다.

$$w_i = \begin{cases} w_i^p & \text{if } t_s \leq j \leq t_e, \\ w_i^g & \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

이렇게 얻어낸 자세데이터  $\hat{P}^{output}$ 은 선형화된 데이터이므로 지수 맵을 이용하여 원래의 자세 데이터로 복원한다[1,8].

자세데이터를 복원하면 지역화 된 자세 데이터  $\bar{P}^{output}$ 가 생성되는데, 이때 전역 좌표계(global coordinate)에서의 루트의 위치를 결정해주어야 한다. 타깃 캐릭터는 입력모션을 따라야 하기 때문에, 루트의 위치정보는 입력 모션의 루트의 경로를 스케일(scale)하여 적용한다. 우리는 소스와 타깃 캐릭터의 레퍼런스 자세에서 각 캐릭터가 이루는 루트의 높이 차이를 이용하여 비율을 정하였다.

### 5. 모션 생성 시스템의 응용

본 논문에서 제안하는 모션 생성 기술은 게임, 가상현실, 모션 캡처 시스템, 인터랙티브 아트(interactive art) 등의 분야에 응용될 수 있다. 닌텐도 Wii와 같은 체감형 콘솔 게임기가 일반화되면서 체감형 게임에서의 캐릭터의 모션 생성이 더욱 중요해지고 있다. 골격구조에 제한받지 않는 본 시스템의 특성은 이러한 체감형 게임에서 미리 제작된 캐릭터의 움직임을 재생하는 것이 아닌 입력을 통해 모션을 실시간으로 생성하는 것을 가능하게 한다. 이러한 점은 사용자의 움직임을 더욱 충실히 반영하여 모션을 생성할 수 있기 때문에 이미 제작된 모션보다 더욱 사용자에게 현실감을 줄 수 있다. 따라서 가상현실 분야에서 보다 현실감을 높이는데 본 논문의 시스템이 응용될 수 있다. 그

[표 1] 타깃 캐릭터의 정보와 계산속도

타깃 캐릭터	뼈의 수 (개)	예제의 수 (쌍)	계산속도 (ms/frame)
코끼리	36	11	0.97
볼링 핀	14	15	1.307

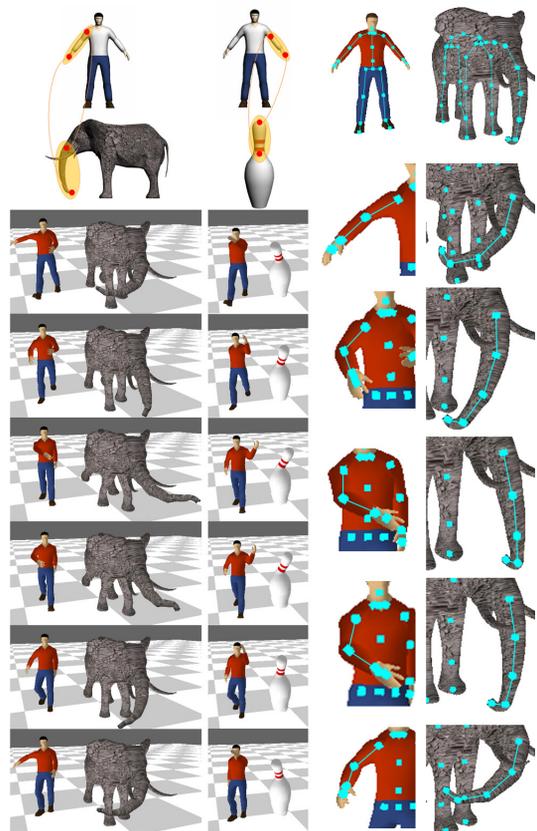
리고 최근 게임에서는 캐릭터의 외형을 사용자가 직접 편집할 수 있는 시스템이 게임의 한 요소로 추가되고 있는 추세이다. 최근 서비스되고 있는 Electronic Arts사의 ‘Spore’의 캐릭터 제작 시스템이나 NCSoft사의 ‘아이온’ 등의 캐릭터 맞춤 제작 (customizing) 시스템이 그 예이다. 미래의 체감형 게임에서는 사용자가 직접 캐릭터의 모션을 편집할 수 있도록 하는 모션 맞춤 제작 시스템도 만들어질 수 있다. 이 때 본 논문의 관절 대응 기술이 응용되어 사용자가 한정된 센서를 통해서도 관절의 대응을 통해 모션을 편집할 수 있도록 만들 수 있을 것이다. 그리고 모션 캡처 시스템에서 관절 대응 기술은 사람이 연기하기 힘든 부위를 연기하기 쉬운 부위로 새롭게 대응하여 보다 쉽게 제작할 수 있도록 하는데 응용될 수 있을 것이다. 또한 인터랙티브 아트 작품에서 보다 다양한 소재에 보다 사용자와의 의사소통을 높여 움직임을 생성하는데 본 논문의 기술이 응용될 수 있을 것이다.

## 6. 실험결과 및 토의

본 실험은 1.86GHz Intel Core2Duo CPU와, 2GB RAM과 nVIDIA GeForce 8800GTS 그래픽 카드를 탑재한 PC환경에서 실험되었다. 실험에 사용된 소스 캐릭터는 26개의 뼈를 가진 일반적인 사람골격의 캐릭터이다. 이 실험은 본 시스템을 이용하여 타깃 캐릭터의 걷는 모션을 생성하였다.

그림 5는 타깃 캐릭터로 코끼리와 볼링 핀을 설정하여 모션을 생성한 결과를 나타내고 있다. 표 1은 각 캐릭터에 대한 정보와 수행속도를 나타낸 것이다. 먼저 코끼리 캐릭터는 사용자가 소스 캐릭

터의 오른팔과 코끼리의 코의 관절들을 대응하여 걷는 움직임과 동시에 코의 움직임을 제어하였다. 그리고 볼링 핀 캐릭터는 사용자가 왼팔의 팔꿈치에서부터 손끝까지와 볼링 핀의 머리 부분을 대응하였다. 대응된 부위의 자세를 Park 과 Shin[1]의 방법을 이용해 생성하기 위해서는 뼈 전체에 대한 예제의 쌍을 필요로 한다. 이와 달리 본 논문에서는 대응된 부위의 뼈를 따로 떼어내어 그 자세를 벡터의 형태로 간략화 시켜 계산함으로써, 추가적인 예제없이 자세를 생성한다.



[그림 5] 사용자의 관절에 대한 대응 정보에 대한 코끼리, 볼링 핀의 모션 생성 결과와 대응된 관절의 변화 모습

[표 1]에 나타낸 각 타깃 캐릭터의 속도는 200 프레임당만 매 프레임의 속도를 측정하여 평균을

낸 값이다. 각 예제의 계산 속도는 약 1~2ms의 실시간이 가능한 빠른 속도를 나타내었다. [그림 6]은 코끼리 캐릭터의 자세 생성에서 예제의 수에 따른 계산속도의 변화를 나타내고 있다. 시스템의 계산 속도는 예제의 수에 따라 선형적으로 증가하는 모습을 보인다. 따라서 시스템의 예제의 수를 줄이는 것은 중요하다. 하지만 예제가 충분하지 못할 경우, 사용자가 원하는 동작을 생성하지 못할 수 있기 때문에 예제의 수를 줄이면서도 그 특징이 최대한 반영될 수 있는 예제를 만들어야 한다. 이는 주성분분석(principal component analysis, PCA)이나 라반 동작 분석(Laban movement analysis, LMA)등을 이용한 모션의 특징을 추출하는 연구들을 통해 해결할 수 있을 것으로 생각된다.

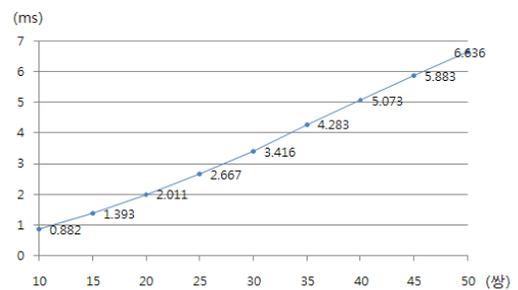
[그림 7]은 사용자가 양 손과 토끼의 양 귀를 대응시킴으로써 토끼 귀의 모션을 제어한 결과이다. 이 그림을 통해 본 시스템이 대응 부위를 복수로 지정하여 모션을 생성할 수 있음을 보였다.

타깃 캐릭터의 루트의 자세를 생성하는 부분에서 골격이 비슷할 경우 본 시스템에서 사용한 것과 같이 간단한 루트 궤적의 스케일을 통하여 해결이 가능하지만, 매우 다른 경우 문제가 생길 수 있다[1]. 이렇게 매우 다른 골격을 지닌 캐릭터의 루트의 움직임의 경우, 기존의 실시간 리타게팅 연구들에서 사용한 IK의 적용을 통해 오류들을 보완할 수 있을 것이다.

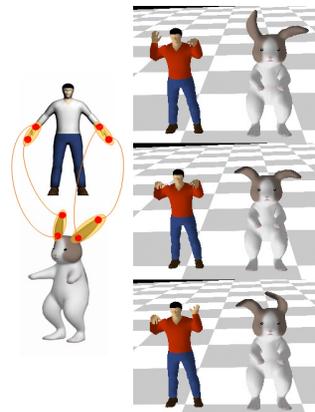
## 7. 결 론

본 논문에서는 다양한 캐릭터의 모션을 효과적인 제어를 통해 생성할 수 있는 방법을 제안하였다. 이를 위해 골격에 제한 없이 타깃 캐릭터를 선정할 수 있도록 예제기반의 방법을 사용하였고, 사용자가 임의의 관절을 대응할 수 있도록 하였다. 이 대응된 부위에 대해 방향벡터를 이용한 자세복원으로 사용자가 뼈의 수에 제한받지 않고 제어할 부위의 대응을 생성할 수 있었다. 그리고 논문의

실험적 결과를 통해 본 시스템이 실시간으로 수행됨을 보였다. 본 시스템의 관절 부위의 대응을 이용하면, 기존의 캐릭터의 모션생성 과정에서 모션을 생성하기 힘든 부위의 자세를 보다 쉽게 제어할 수 있을 것이다. 또한 향후 센서를 이용한 체감형 게임에서 사용자가 모션을 직접 편집할 수 있도록 하는 모션 맞춤 제작 시스템에 이 연구가 이용될 수 있을 것으로 기대한다.



[그림 6] 예제 수에 따른 모션 생성 속도변화



[그림 7] 사용자의 관절에 대한 대응 정보와 토끼의 모션 생성 결과

## 참고문헌

- [1] Park, M.J. and Shin, S. Y. "Example-based motion cloning", Computer Animation and Virtual World, Vol. 15, Issue 3-4, pp. 245-257, 2004.

- [2] Kulpa, R., Multon, F. and Arnaldi, B. "Morphology independent representation of motions for interactive human-like animation", Computer Graphics Forum, Eurographics 2005 special issue, Vol. 24, No. 33, pp. 343-352, 2005.
- [3] Hecker, C., Raabe, B., Enslow, R.W., DeWeese, J., Maynard, J. and Prooijen, K.v. "Real-time Motion Retargeting to Highly Varied User-Created Morphologies", ACM Transaction on Graphics, Vol. 27, Issue 3, pp. 27:1-27:11, 2008.
- [4] Gleicher, M. "Retargetting Motion to New Character", Proceedings of SIGGRAPH'98, pp. 33-42, 1998.
- [5] Shin, H.J., Lee, J., Shin, S.Y. and Gleicher, M. "Computer puppetry: an importance-based approach", ACM Transaction on Graphics, Vol. 20, Issue 2, pp. 67-94, 2001.
- [6] Lee, T.Y., Lin, C.H., Chu, H.K., Wang, Y.S., Yen, S.W. and Tsai, C.R. "Mesh pose-editing using examples", International Conference on Computer Animation and Social Agents, Vol. 18, Issue 4-5, pp. 235-245, 2007.
- [7] Baerlocher, P. and Boulic, R. "An Inverse Kinematic Architecture Enforcing an Arbitrary Number of Strict Priority Levels" The Visual Computer, Vol. 20, No. 6, pp. 402-417, 2004.
- [8] Park, S.I., Shin, H.J. and Shin, S.Y. "On-line Locomotion Generation Based on Motion Blending", Proceedings of the 2002 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer animation, pp. 105-111, 2002.
- [9] Li, Q.L., Geng, W.D., Yu, T., Shen, X.J., Lau, N. and Yu, G. "MotionMaster: Authoring and Choreographing Kung-fu Motions by Sketch Drawings", Proceedings of the 2006 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer animation, pp. 233-241, 2006.
- [10] Thorne, M., Burke, D. and van de Panne, M. "Motion Doodles: An Interface for Sketching Character Motion", ACM Transaction on Graphics Vol. 23, Issue 3, pp. 424-431, 2004.



정유진(Yujean Choung)

2007년 숭실대학교 미디어학부 학사  
2007년~현재 숭실대학교 미디어학과 석사과정

관심분야 : 애니메이션, 실시간 렌더링



강경규(Kyung-Kyu Kang)

2004년 숭실대학교 컴퓨터학부 학사  
2006년 숭실대학교 미디어학과 석사  
2006년~현재 숭실대학교 미디어학과 박사과정

관심분야 : 애니메이션, 실시간 렌더링



김동호(Dongho Kim)

1990년 서울대학교 전자공학과 학사  
1992년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사  
2002년 George Washington University 전산학과 박사  
1993년~1994년 (주)큐닉스컴퓨터 연구원  
1995년~1997년 (주)삼성전자 연구원  
2003년~현재 숭실대학교 미디어학부 조교수

관심분야 : 실시간 렌더링, 게임공학, 애니메이션, 인터랙티브 아트