

H-Anim 캐릭터의 모션 리타겟팅 단순화

(Motion Retargetting Simplification for H-Anim Characters)

정철희[†] 이명원^{**}
(Chul Hee Jung) (Myeong Won Lee)

요약 네트워크 환경에서 인체형 캐릭터의 모델링과 애니메이션 데이터의 호환성을 위해서는 특정 그래픽스 도구나 프로그램에 의존하지 않는 시스템 독립적인 인체 데이터 형식이 필요하다. 이를 위한 목적으로 Web3D 컨소시엄과 ISO/IEC SC24 WG6가 공동으로 제정한 국제표준 ISO/IEC 19774 H-Anim은 관절이 있는 인체형 데이터 구조를 정의하며 모션 생성에 필요한 계층 구조를 정의하고 있으나 모션 생성 방법을 위한 데이터에 대해서는 정의하고 있지 않다. 본 논문은 응용 프로그램간의 모션 데이터의 호환성과 독립성을 목적으로 하며, H-Anim 캐릭터의 모션 데이터 규격 정의 및 활용을 위한 모션 리타겟팅 구현의 단순화 방법을 기술한다. 그리고, 일반 그래픽스 도구에 의해 제작한 임의의 3차원 캐릭터와, 이 모델과는 관련이 없이 생성된 임의의 모션 캡처 데이터를 이용하여 H-Anim 구조의 캐릭터 애니메이션을 생성하는 방법과 실험 결과를 설명한다.

키워드 : 인체 데이터 포맷, H-Anim 모션 정의, H-Anim, 모션 리타겟팅, 모션 캡처

Abstract There is a need for a system independent human data format that doesn't depend on a specific graphics tool or program to use interoperable human data in a network environment. To achieve this, the Web3D Consortium and ISO/IEC JTC1 WG6 developed the international draft standard ISO/IEC 19774 Humanoid

* 이 논문은 제35회 추계학술대회에서 'H-Anim 캐릭터의 모션 리타겟팅 단순화'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

[†] 학생회원 : 수원대학교 인터넷정보공학과
whiskerfe@hanmail.net

^{**} 종신회원 : 수원대학교 인터넷정보공학과 교수
mwlee@suwon.ac.kr

논문접수 : 2009년 1월 19일
심사완료 : 2009년 8월 24일

Copyright©2009 한국정보과학회 : 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제15권 제10호(2009.10)

Animation(H-Anim). H-Anim defines the data structure for an articulated human figure, but it does not yet define the data for human motion generation. This paper discusses a method of obtaining compatibility and independence of motion data between application programs, and describes a method of simplifying motion retargetting necessary for motion definition of H-Anim characters. In addition, it describes a method of generating H-Anim character animation using arbitrary 3D character models and arbitrary motion capture data without any inter-relations, and its implementation results.

Key words : human data format, H-Anim, motion data definition, motion retargetting, motion capture

1. 서론

본 연구는 네트워크 환경에서 캐릭터 모션 데이터의 호환성을 제공하기 위하여 캐릭터 데이터 모델과 모션 데이터의 표준화의 필요성으로 시작하였다. 호환성 있는 캐릭터 애니메이션 데이터를 제공하기 위해서는 캐릭터 모델과 모션의 데이터를 저장하고 전송할 수 있는 데이터 형식이 필요하게 된다. 이러한 요구에 맞는 표준화된 데이터 구조의 정의로는 Web3D Consortium의 휴머노이드 애니메이션 워킹 그룹(Humanoid Animation Working Group)과 ISO/IEC JTC1 SC24가 공동으로 개발한 H-Anim 국제표준을 생각할 수 있다. H-Anim은 네트워크 상에서의 인체 애니메이션을 위해 필요한 인체의 추상형과 구조화에 대한 명세이다[1]. H-Anim으로 인해 인간과 같이 관절이 있는 캐릭터의 애니메이션에 있어서 서로 다른 표현 시스템들 간의 인체 데이터의 호환이나 공유가 가능하게 되었다. 그런데, H-Anim은 인체 움직임에 고려한 계층 구조로 인체 구조를 정의하고 있으나 모션 생성에 대한 정의는 포함하고 있지 않다. 따라서, 현재의 H-Anim 데이터 구조는 애니메이션 데이터를 보관하기 위한 방법은 제공하지 않는다. 인체 애니메이션 데이터 정의를 생각할 때는 수많은 알고리즘을 생각할 수 있으나 이러한 알고리즘을 추상화시켜서 데이터로 기술하는 데에는 어려움이 따르며 모든 자연스러운 움직임을 일반화하여 추상화시키는 기술에는 아직 도달하지 못하고 있다[2].

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 캐릭터 모델의 구조는 H-Anim을 따르고 캐릭터의 모션 정의를 위해서는 모션 캡처 데이터를 사용하여 모션 데이터의 호환성을 줄 수 있도록, H-Anim 데이터 구조의 캐릭터에서 모션 캡처 데이터가 자동 연동할 수 있는 방법을 정의하였다. 모션 캡처 기술은 캐릭터 데이터를 이용하여 사실적 애니메이션을 생성해주는 데에 있어서

최근에 가장 많이 활용되고 있는 주요한 기술이다. 모션 캡처 데이터를 얻기 위해서는 특수한 고가의 첨단 장비를 필요로 하고 복잡한 데이터 수집 절차가 있어서, 한번 생성한 모션 데이터의 재사용이 많이 요구되고 있다. 캐릭터 모델의 모션을 생성하기 위해서 모션 캡처 데이터를 사용할 경우에는 캐릭터의 전체 크기뿐 아니라 각 부분 세그먼트의 크기가 모션 캡처를 한 인물의 크기와 달라서 모션 캡처 데이터를 그대로 쓸 수 없다는 단점을 갖는다. 이 과정에서 모션 리타겟팅이 요구되는데, 모션 리타겟팅이란 한 캐릭터에서 다른 캐릭터에게 골격 치수 및 모델 데이터 구성과 무관하게 모션을 적용시키는 기술을 말한다[2].

본 연구에서는 인간형 아바타의 신체 구조를 정의한 표준인 H-Anim 구조의 캐릭터와 모션 캡처 데이터를 이용하여 모션 리타겟팅의 단순화 과정을 구현한다.

2. 모션 캡처와 리타겟팅 기술 동향

모션 캡처 기법은 실제세계의 캐릭터의 움직임을 특수 카메라로 포착하여 컴퓨터 상의 가상 캐릭터에 적용하는 동작 생성 기법 중 하나로서 다른 동작 생성 기법과는 다르게 실제 세계의 캐릭터의 동작을 그대로 재현할 수 있다는 데에 큰 이점이 있다. 최근에는 동작 캡처를 할 수 있는 장비의 성능 향상으로 고품질의 동작 데이터를 획득할 수 있다.

모션 캡처 파일 형식으로는 Biovision Hierarchy (BVH), Hierarchical Translation-Rotation(HTR), Alias Skeleton(ASK) / Alias Scene Description Language (SDL), Acclaim Skeleton File(ASF) / Acclaim Motion Capture(AMC) 등의 골격 기반의 데이터 형식과 C3D, FBX, GMS 등과 같이 특정한 골격이 미리 정의되지 않는 파일 형식들로 구분된다. 본 연구에서는 모션 캡처 데이터 중에서 많이 활용되고 있는 Biovision사의 BVH를 이용하여 모션 정의에 필요한 입력 파라미터를 추출하였다.

BVH 데이터는 크게 헤더 부분과 데이터 부분으로 나눌 수 있다. 헤더 부분은 인체의 엉덩이를 루트로 하는 계층구조의 정의 및 초기 뼈대(skeleton)의 포즈에 대한 위치정보를 포함하고, 데이터 부분은 애니메이션에 관련된 프레임 수와 샘플링 속도, 각 프레임에 대한 관절의 이동 값과 회전 값이 정의되어 있다(그림 2).

모션 캡처 데이터를 이용하여 캐릭터 모델의 모션을 생성하는 경우에는 캐릭터 모델과 캡처 데이터를 획득했던 실제 모델의 신체 부위 길이의 차이로 인해 캡처 데이터를 그대로 적용시키지 못하는 문제가 생긴다. 이와 같이 서로 다른 캐릭터 모델에 모션 파라미터를 적용시키는 모션 리타겟팅 문제를 해결하기 위해서 Gleicher

는 시공간 제어 계산에 의해서 기존 신호의 빈도 특성을 유지하면서 특정 모션을 제어 조건으로 계산하여 새로운 캐릭터에 적용시키는 방법을 사용하였다[3]. Choi와 Ko는 역 비율 제어에 의해 세그먼트 말단 위치의 변화에 대한 관절각의 변화를 계산하여 실시간으로 동작이 변환 가능한 온라인 모션 리타겟팅 기법을 연구하였다[4]. Tak과 Ko는 운동학과 동력학 제약 기반의 필터 파라미터를 통한 모션 편집 기술에 의해 모션을 생성하였다[5]. Baran과 Popovic은 3D 캐릭터 모델의 메시에 뼈대를 삽입시키는 방법으로 모션을 자동으로 생성하였다[6]. Hodgins와 Pollard는 모션 제어 시스템의 파라미터가 캐릭터의 크기, 질량, 관성모멘트에 의해 스케일되도록 하였다[7].

Wen 등은 최소자승근사법(least-squares fitting)를 기반으로 하는 매칭 뼈대로 모션 캡처 마커 위치를 매핑시키는 방법으로 캐릭터 애니메이션을 생성하였다[8]. Sovenko와 Clapworthy는 인간의 걷기 모션을 분석하는 알고리즘으로 모션을 분류하여 그 구조와 제약을 이용하여 리타겟팅을 수행하는 방법을 이용하였다[9]. 또 다른 연구로 Chung과 Lee에 의해 모션 캡처 데이터를 통합하고 효과적으로 저장 및 검색하기 위한 XML 기반의 프레임워크에 대한 연구가 있다[10]. Tsai 등은 모션 리타겟팅을 위해 각 세그먼트의 질량, 질량 중심, 위치, 속도 등의 물리적 성질을 고려하였다[11]. Yamane 등은 참조 모션 없이 인간 혹은 동물 캐릭터의 전신 움직임을 세그먼트 링크를 잡아당기는 방법으로 생성하는 방법을 제공하였다[12].

이상과 같은 기존 연구 방법들은 일반 범용 그래픽스 도구에서 생성한 임의 데이터셋에 그대로 적용하기 어려운 단점을 가지고 있다. 이에 비해 본 논문의 주제는 특정 그래픽스 도구가 아닌 임의의 도구에서 생성된 임의의 모델 데이터셋에 이 모델과는 별도로 제작된 임의의 모션 캡처 데이터를 자동으로 매핑시키는 방법을 제공하는 것이다. 본 논문에서는 모션 리타겟팅의 단순화를 위하여, 세그먼트 길이를 모델 데이터셋으로부터 직접 추출하여 자동으로 조정시키는 방법을 사용하였다.

3. 모션 리타겟팅 단순화

본 연구에서의 캐릭터 모션 생성은 일반 3D 그래픽스 도구에서 생성한 캐릭터 데이터를 H-Anim 캐릭터로 변환한 후에, 이 캐릭터와는 직접 관련이 없는 다른 인체의 모션 캡처 데이터를 이 H-Anim 캐릭터에 적용시키는 과정을 거친다. 이 과정에서 H-Anim 캐릭터의 세그먼트 크기와 모션 캡처 데이터의 세그먼트 크기가 서로 달라서 생기는 문제 해결을 위해서 모션 리타겟팅 처리를 거치게 된다. 본 논문에서는 모션 캡처 데이터의

관절에 매치되는 H-Anim 캐릭터의 신체부위를 연결하고, H-Anim 캐릭터의 크기에 맞게 모션 캡처 데이터의 관절 위치와 모션 정보를 수정하는 방법으로 단순화시킨 모션 리타겟팅 적용에 대해 소개한다.

3.1 관절의 매치

모션 캡처 데이터를 이용하여 3D 캐릭터 애니메이션을 실행하려면 캐릭터의 관절과 모션 캡처 데이터의 관절을 맞추는 일이 필요하다. 그런데, 본 연구에서와 같이 임의의 캐릭터 모델에 임의의 모션 캡처 데이터를 적용하려면 관절의 수가 서로 다른 문제에 부딪히게 된다. 이와 같이 서로 다른 수의 관절로 구성된 두 캐릭터 구조의 대응되는 관절의 움직임 생성을 위해서 일반 그래픽스 도구에서 생성한 캐릭터 모델을 H-Anim 구조로 변환시킬 때 다음의 방법으로 두 구조간의 관절을 대응시키도록 하였다: 캐릭터의 관절의 수가 모션 캡처 데이터에서의 관절의 수보다 같거나 많은 관절을 가지도록 H-Anim 캐릭터를 생성하고, 각 관절에서 대응하는 움직임을 생성할 수 있도록 모션 캡처 데이터의 각 관절을 H-Anim 캐릭터의 특정 관절과 연결해 주어야 한다. 모션 캡처 데이터의 관절명이 고정되어 있지 않으나 기본적인 모션 캡처 데이터의 관절에 대응하는 H-Anim의 관절은 표 1과 같고, 모션 캡처 데이터에 관절명을 추가하여 모션 캡처 데이터의 모든 관절에 대해 H-Anim의 특정 관절이 매치될 수 있도록 한다.

표 1 모션캡처와 H-Anim의 대응 관절

모션캡처(BVH) 관절 이름	H-Anim 관절 이름
Hips	HumanoidRoot
LeftHip	l_hip
LeftKnee	l_knee
LeftAnkle	l_ankle
RightHip	r_hip
RightKnee	r_knee
RightAnkle	r_ankle
Chest	vl1
LeftCollar	l_sternoclavicular
LeftShoulder	l_shoulder
LeftElbow	l_elbow
LeftWrist	l_wrist
RightCollar	r_sternoclavicular
RightShoulder	r_shoulder
RightElbow	r_elbow
RightWrist	r_wrist
Neck	vc4
Head	Skullbase

3.2 모션 캡처 데이터의 정보 수정

본 연구에서의 캐릭터 모델과 모션 캡처 데이터는 서로 무관하게 제작된 독립적인 데이터이므로 캐릭터 모

델의 관절간 길이와 모션 캡처 데이터에서의 관절간 길이가 일치하지 않는다. 일반적으로 모션 캡처 데이터의 관절간 길이는, 모션 캡처 연기자의 신체와 3D 캐릭터의 신체의 크기 비율을 동일하게 하여 제작하는 경우를 제외하고는, 모션 캡처 연기를 직접 담당한 연기자의 신체 길이에 따라 달라지고, H-Anim 구조의 캐릭터는 캐릭터를 제작한 모델러에 따라 신체 길이가 달라지게 된다. 따라서 임의의 캐릭터 모델을 임의의 모션 캡처 데이터를 이용하여 그대로 애니메이션을 만들게 되면 모션 이상이 발생하게 된다(그림 1).

따라서 H-Anim 캐릭터 모델의 변환 없이 모션 캡처 데이터의 모션을 적용하기 위해서는 모션 캡처 데이터의 관절간 길이를 H-Anim 캐릭터의 각 신체 부위, 즉 세그먼트 길이에 맞게 조정해 주어야 한다. 이를 위해서 H-Anim 캐릭터의 각 신체부위의 해당하는 X, Y, Z 축 상에서의 길이를 구하고, 모션 캡처 데이터의 각 관절간 길이를 매치된 H-Anim 캐릭터의 각 관절에 해당하는 신체 부위의 길이에 따라 수정한다(그림 2).

이 때 주의할 점은 일반적으로 3D 그래픽스 도구에서 두 세그먼트를 연결하는 작업에서 중첩되는 부분이 발생하므로 모션 캡처 데이터의 관절 간 길이를 수정할 때는 맞닿아 있는 신체부위에서의 겹친 길이를 고려해서 다음과 같은 방법으로 수정한다(그림 3 참고):

```
//H-Anim 캐릭터의 모든 신체 부위에 대해 수행
캐릭터의 각 신체부위의 겹친 값
= (상위 노드 신체부위 Min값 - 하위 노드 신체부위 Max
값) / 2 //신체부위에 따라 Max, Min 수정

//모션 캡처 데이터의 모든 관절에 대해 수행
BVH 관절 위치 값
= 캐릭터의 세그먼트 길이 - 캐릭터의 신체부위 겹친 값
```

그리고 모션 캡처 데이터의 모션 정보에 있는 이동(Translate) 값은 캐릭터의 크기에 따라서 값이 커지거나 작아져야 한다. 따라서 수정되기 전의 모션 캡처 데이터 관절 길이와 수정된 후의 모션 캡처 데이터 관절 길이를 비교하여 늘어나거나 줄어든 길이 비율에 따라 모션 정보에 있는 이동값을 수정해준다.

3.3 H-Anim 캐릭터의 중심값 수정

또 다른 문제는 모션 생성의 중심점인 관절의 회전 중심값이 캐릭터 모델과 모션 캡처 데이터가 서로 다르다는 것이다. 이것은 결국 두 데이터 구조의 모델링 좌표계가 서로 다르기 때문이므로 대응하는 관절에서의 모션 생성을 위해서는 회전 중심값을 일치시켜줘야 하는 문제가 있다. H-Anim 캐릭터의 위치는 캐릭터를 제작한 모델러에 의해 임의로 결정되므로 각 신체부위의

위치를 모션 캡처 데이터 관절의 위치와 맞춰 주어야 한다. 이를 위해 아래 식에서와 같이, H-Anim 캐릭터의 각 관절의 중심값에서 모션 캡처 데이터의 관절 중심값까지의 거리를 구해, 이 거리 값만큼 H-Anim 캐릭터의 신체부위를 이동시켜 준다(그림 4).

//H-Anim 캐릭터의 모든 신체 부위에 대해 수행
 거리 값 = BVH 관절 위치 값 - 캐릭터 관절 중심 값
 캐릭터 관절 중심 값 = 캐릭터 관절 중심 값 + 거리 값

이상의 과정으로 BVH 관절 위치 값이 캐릭터 관절 중심 값과 동일하게 되어 모션 캡처의 각 관절이 H-Anim 캐릭터의 각 관절에 일치하게 된다.

4. 구현

앞 절에서 소개한 모션 리타겟팅 방법의 구현을 위해서 먼저 Autodesk 사의 3ds MAX로 제작한 캐릭터를 H-Anim 데이터 구조로 변환하였다.

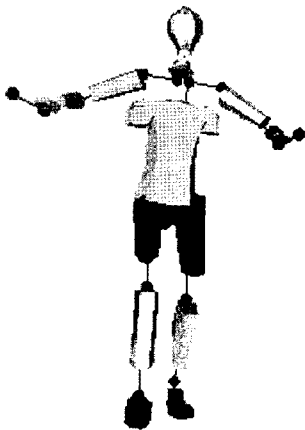


그림 1 모션 리타겟팅 미처리시의 문제점

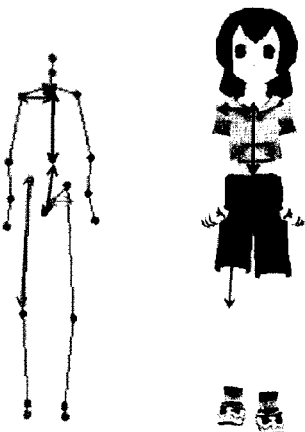


그림 2 모션 캡처 데이터의 관절간 길이 수정

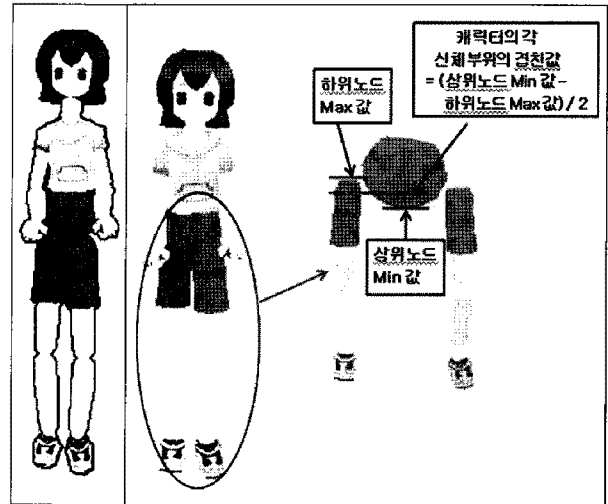


그림 3 신체부위에서의 겹친 길이를 고려하지 않은 경우 (좌)와 해결방안(우)

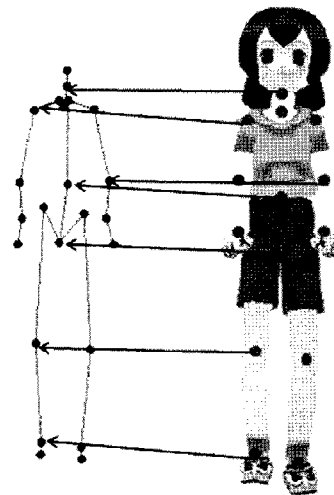


그림 4 캐릭터 각 신체부위의 관절 중심값 이동

다음은 H-Anim 캐릭터의 각 관절을 모션 캡처 데이터의 관절과 매치시켰다. 그리고, 이 H-Anim 캐릭터의 신체부위의 길이에 맞게 모션 캡처 데이터의 관절간 길이를 수정하고, H-Anim 캐릭터의 신체부위의 위치를 모션 캡처 데이터의 관절 위치로 이동시키는 과정을 거쳐서, H-Anim 캐릭터가 모션 캡처 데이터에서 정의된 모션을 따라 애니메이션을 생성하도록 하였다. 이와 같이 모션 리타겟팅을 단순화시킴으로써 H-Anim 구조로 제작된 캐릭터를 캐릭터의 크기에 관계 없이 쉽게 자동적으로 모션 캡처 데이터의 적용을 가능하게 하였다(그림 5).

5. 결론

본 논문에서는 H-Anim 캐릭터의 구조와 모션 캡처 데이터의 구조를 분석하여 자연스러운 인체 애니메이션을 구현할 수 있는 모션 리타겟팅의 단순화 방법에 대

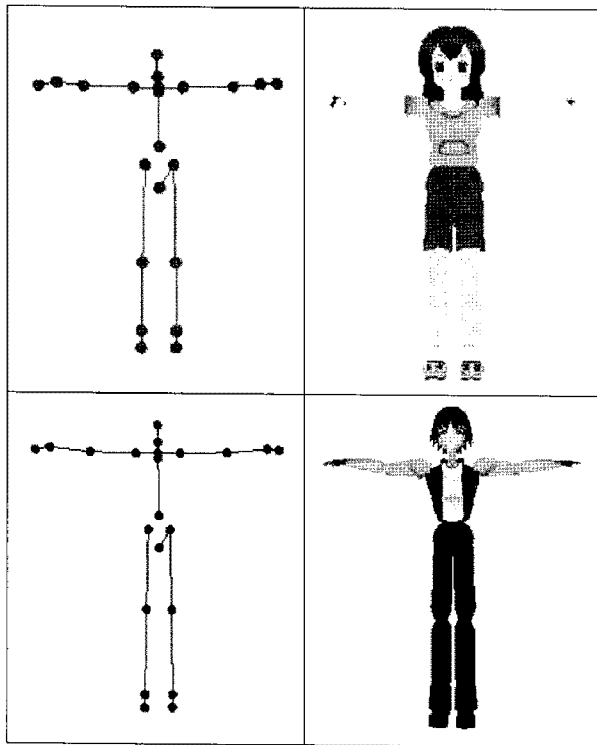


그림 5 각 캐릭터에 대한 모션 캡처 데이터의 자동 길이 변환

해 기술하였다. 이 방법은 기존의 연구에서와 같은 복잡한 자동화 알고리즘에 의존하지 않고 임의의 캐릭터 모델을 임의의 모션 캡처 데이터로 애니메이션을 생성하는 방법을 쉽게 제공하고, 모션 데이터를 추상화한다는 점에서 활용도가 높다고 본다. 이 방법으로 임의의 캐릭터 모델로부터 H-Anim 구조로 변환된 캐릭터는 모션 캡처 데이터의 실제 관절 위치와 관계없이 모션 정보에 따라 사실적이고 자연스러운 애니메이션이 가능하게 되었다.

향후 연구로는 모든 종류의 모션 캡처 데이터를 이용할 수 있도록 모션 파라미터를 추출하여 캐릭터 모션 데이터 규격을 H-Anim 기반으로 정의하고 추상화시켜서 고도화된 캐릭터 모션의 호환성 기능을 완성하는 것이다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC FDIS 19774 - Humanoid animation (H-Anim), Web3D Consortium, 2005.
- [2] R. Parent, *Computer Animation: Algorithms and Techniques*, 2nd Ed., Morgan Kaufmann, 2007.
- [3] M. Gleicher, "Retargetting motion to new characters," *Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '98)*, pp.266-276, July 1998.
- [4] K. Choi and H. Ko, "On-line Motion Retargetting," *Seventh Pacific Conference on Computer Graphics and Applications (PG'99)*, pp.32-42, October 1999.
- [5] S. Tak and H. Ko, "A physically-based motion

retargetting filter," *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, pp.841-848, January 2005.

- [6] I. Baran and J. Popovic, "Automatic rigging and animation of 3D characters," *ACM Transactions on Graphics*, vol.26, no.3, Article 72, July 2007.
- [7] J. K. Hodgins and N. S. Pollard, "Adapting Simulated Behaviors For New Characters," *Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '97)*, pp.153-162, 1997.
- [8] G. Wen, Z. Wang, S. Xia and D. Zhu, "From motion capture data to character animation," *VRST '06: Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, pp.165-168 November 2006.
- [9] A. Savenko and G. Clapworthy, "Using Motion Analysis Techniques for Motion Retargetting," *Proceedings of the Sixth International Conference on Information Visualization (IV'02)*, pp.110-115, 2002.
- [10] H. Chung and Y. Lee, "MCML: motion capture markup language for integration of heterogeneous motion capture data," *Computer Standards & Interfaces*, vol.26, issue2, pp.113-130, March 2004.
- [11] Y. Tsai, H. Chu, K. B. Cheng, T. Lee and C. Yen, "Animation Generation and Retargeting Based on Physics Characteristics," *Third International Conference on International Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP 2007)*, pp.349-352, November 2007.
- [12] K. Yamane and Y. Nakamura, "Natural Motion Animation through Constraining and Deconstraining at Will," *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, vol.9, no.3, pp.352-360, July 2003.