

# 모션캡처 데이터 활용을 위한 3D 게임캐릭터애니메이션 제작파이프라인

## 3D Game Character Animation Pipe-line to Improve Utilization of Motion Capture

유석호, 박용현, 경병표, 이동열, 이완복  
공주대학교 일반대학원 게임디자인학과

Seuc-Ho Ryu(seanryu@kongju.ac.kr), Park Yong-Hyun(mishoneng@gmail.com),  
Kyung Byung-Pyo(kyungbp@kongju.ac.kr), Lee Dong-Lyeor(ezer@kongju.ac.kr),  
Wan-Bok Lee(wblee@kongju.ac.kr)

### 요약

MMORPG 위주의 성장을 했던 우리나라 게임 시장에서 모션캡처 기술은 활용도가 낮았다. 하지만 댄스 게임이나 FPS, 스포츠게임 등 게임 장르가 확대되면서 모션캡처 기술에 대한 활용도가 늘어날 수 있는 가능성이 커지고 있다. 따라서 모션캡처 기술을 효과적으로 활용하기 위한 다양한 연구가 필요하다. 그러한 것의 선행연구로써 사례제작을 통해 3D 게임캐릭터 애니메이션 제작파이프라인을 연구하였다. 이 제작파이프라인은 모션캡처와 키프레임애니메이션 작업을 동시에 진행하기 위한 작업분류, 두 번에 걸친 검수작업, Biped 포맷으로 통합되는 3가지 주요 요소를 갖고 있다. 또한 이러한 요소로 구성된 제작파이프라인은 경제성, 확장성, 체계성을 갖고 있다.

■ 중심어 : | 제작파이프라인 | 모션캡처 | 3D 게임캐릭터애니메이션 | 2차 콘티 설정 |

### Abstract

Practical use degree of Motion Capture technology is low in Korea game market which did growth of MMORPG putting first. However, that is dance game or FPS, sports game genre is magnified. Therefore, practical use degree of Motion Capture technology is increasing. And, need various research to take advantage of Motion Capture technology effectively. Studied 3D game character animation manufacture pipe line for it. Characteristic of this manufacture pipe line is work classification, correction of two times, Biped format all-in-one to progress Motion Capture technology and keyframe-animation work at the same time. Also, manufacture pipe line that is consisted of this constituent has economic performance, extensivity, systemicity.

■ keyword : | Production Pipe-line | Motion-Capture | 3D Game Character Animation |

## I. 서론

### 1. 연구 배경 및 목적

게임 산업의 발전과 아울러 게임 하드웨어와 그래픽 엔진이 발전함에 따라 자금의 게임그래픽은 대부분 3D로 제작되고 있다. 이것은 소비자의 needs가 보다 현실

\* 본 연구는 2007년도 정부재원(문화체육관광부)으로 한국게임산업진흥원의 지원 연구과제로 수행되었습니다.

접수번호 : #080605-002

심사완료일 : 2008년 07월 21일

접수일자 : 2008년 06월 05일

교신저자 : 이동열, e-mail : ezer@kongju.ac.kr

감을 줄 수 있는 게임 콘텐츠를 요구하고 있기 때문이다[1]. PS3와 XBOX360으로 대표되는 가정용 게임기 플랫폼은 풀HD 시대를 맞이하여 1080P로 출력되는 3D 게임을 즐길 수 있도록 개발되었고[2] GPU (Graphics Processing Unit)는 3D 처리 속도를 기반으로 발전을 하고 있다[3]. 게임그래픽 하드웨어의 3D 지향적 발전은 보다 현실적이고 화려한 효과를 만든다는 공통 목표를 갖고 있다.

이율러 이러한 발전 방향과 발맞추어 3D 게임애니메이션 분야에서도 현실감에 대한 요구 사항이 점점 커질 수밖에 없다. 따라서 이것을 충족시켜주는 다양한 기술에 관한 연구가 필요하다. 그 중에서 본 논문은 현실적인 캐릭터애니메이션을 구현할 수 있는 모션캡처 기술에 대해 생각해 보고자 한다.

현재 모션캡처 기술은 의학, 공학 등에서 활용되고 있으며 영화와 게임 등 엔터테인먼트 분야에서도 널리 사용되고 있다. 특히 영화에서 그 활용이 두드러지는데, 얼마 전 개봉했던 반지의 제왕의 "골룸"에 모션캡처 기술이 사용되어 3D 캐릭터의 현실적인 움직임을 보여줌으로써 큰 반향을 불러일으킨 바 있다. 또한 게임에서도 귀무자, 토탈 로마 워, 파이널 판타지 10 등에서 드라마틱하고 현실감 있는 게임을 즐길 수 있도록 모션캡처가 활용되었다[4].

우리나라의 모션캡처 활용도는 일본의 게임(파이널 판타지와 귀무자 등)과 비교하여 규모와 내용면에서 매우 소극적인 정도에 그치고 있다. 이것은 일본은 콘솔 중심으로, 우리나라는 온라인게임 중심으로 게임시장이 각각 성장한 결과라고 볼 수 있다. 특히 콘솔 중심의 RPG는 스토리 전개가 많아 모션캡처를 적극적으로 활용해야 하는 경우가 많다. 반면에 온라인 RPG는 모션캡처 기술이 인트로 이외에는 사용될 일이 거의 없어 보인다. 하지만, 근래에 들어서 우리나라 온라인 게임 시장도 댄스게임이나 FPS, 스포츠게임 등 장르의 확대 경향이 나타나고 있으며 이러한 게임 장르 확대가 심화되는 과정을 통해 게임시장이 성장해 갈 것이라고 예측하고 있다[5]. 때문에 앞으로의 게임제작과정에서 모션캡처 기술과 같은 다양한 게임제작기술에 대한 요구사항이 확대될 것이다.

이러한 현상을 반영하듯이 모션캡처 기술이 2007년 오픈한 블랙샷에서 캐릭터가 총을 쏘거나 넘어지는 장면에서 사용되었다. 특히 [그림 1]의 비보이 댄스 게임 그루브 파티는 국내 협업 팀의 댄스를 모션캡처하여 게임 캐릭터애니메이션을 구현, 호평을 받고 있다. 하지만, 아직도 활발히 활용되고 있지 못한 실정이다.

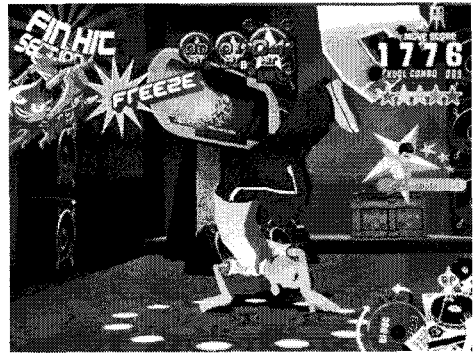


그림 1. 힙합댄스를 모션 캡처한 그루브파티

따라서 앞으로의 발전방향에 발맞추기 위해 모션캡처 기술을 활성화하기 위한 연구가 필요하다. 본 논문은 모션캡처 기술을 활용하기 위한 선행 단계의 연구로써 모션캡처 데이터를 활용한 3D 게임캐릭터애니메이션 제작파이프라인을 구성하고자 한다. 이 제작파이프라인은 모션캡처를 활용함에 있어서 기본적인 방법론을 제시할 수 있으며 기업에서 모션캡처 제작 방식을 도입할 경우 그것을 위한 준비사항과, 작업의 효율적인 진행 등에 관한 다양한 단서를 줄 수 있을 것이다.

## 2. 연구 방법

먼저 제작파이프라인 고찰을 통하여 그것의 적용 방향을 현실성 있도록 설정할 것이다. 다음으로 사례제작을 통하여 설정된 방향을 충족시킬 수 있는 고려사항을 추출하고 그것을 반영한 제작파이프라인 구성요소를 정리할 것이다. 사례제작은 모션캡처장비 Vicon MCAM60을 사용하였고 편집툴로는 Motion builder와 3DMAX를 사용하였다. 3D-Max를 사용한 이유는 우리나라 게임업체에서 가장 많이 활용되고 있는 툴이고 이미 구축되어 있는 제작파이프라인을 변경하지 않고

모션캡처기술을 사용하는 방법을 연구하기 위한 톨로 적절하기 때문이다.

마지막으로 논의된 제작파이프라인의 방향과 사례제작 결과를 통하여 모션캡처 데이터를 활용한 3D 게임 캐릭터 애니메이션 제작파이프라인을 구성한다.

## II. 3D 게임애니메이션 제작파이프라인

### 1. 제작파이프라인의 성격과 역할

제작파이프라인은 단순하게 말하면 원재료를 제품으로 바꾸는 과정이라고 할 수 있다. 여기에서는 3D게임 캐릭터애니메이션 제작파이프라인을 제품을 만드는 과정과 비교하여 연구결과로 구성될 제작파이프라인의 성격과 역할을 정의하고자 한다.

바람직한 제작파이프라인이 갖추어야 할 성격과 역할을 3가지로 정의하자면 경제성, 확장성, 체계성이라고 할 수 있다. 첫째 경제성은 말 그대로 최단 시간, 최단 거리를 지나가는 송유관으로 생각할 수 있다. 하지만 3D 게임애니메이션 제작파이프라인은 송유관처럼 하나의 방향만을 가진 것이 아니며 복잡한 업무의 빠른 흐름을 위한 제작파이프라인이어야 한다. 제작파이프라인의 목적을 오류 없는 양질의 데이터를 얻기 위함이라고 한다면 그것을 위한 경제성은 최단 시간, 최단 거리만을 의미하는 것은 아닐 것이다. 이것은 적절한 검수 활동을 배치함으로써 보완되고 완성될 수 있다.

둘째 확장성은 기존의 파이프라인에 장치를 추가함으로써 특화된 상품을 생산할 수 있는 적응력으로 설명할 수 있다. 이것이 필요한 이유는 새로운 기술(모션캡처 같은)을 적용할 때마다 제작파이프라인 전체를 뜯어고친다면 반드시 필요할 경우를 제외하고 큰 손실이 일어날 수밖에 없기 때문이다. 확장성을 확보하기 위해서는 제작파이프라인에서 사용되는 파일 포맷의 호환성을 고려해야 한다.

셋째 체계성은 오류가 발생할 수 있는 단계 즉 송유관이 파손되어 기름이 새나가는 부분을 빨리 발견하고 대처할 수 있는 일관된 관리도구로서의 역할을 말한다. 체계적이지 않은 제작파이프라인은 문제 상황이 발생

했을 경우 어디가 어떻게 잘못되었고 어디에서부터 복구해야 하는지 알 수 없다. 체계성을 위해서는 경제성, 확장성과 맞물려 공정간 유기적인 피드백이 있어야 한다.

### 2. 3D 게임캐릭터애니메이션에서의 제작파이프라인의 필요성

제작파이프라인의 성격과 역할에서 설명한 경제성 확장성, 체계성이 3D 게임캐릭터애니메이션 제작에서 필요한 이유는 제작 업무가 매우 세분화, 분업화 되어 있고 각 단계별로 전문성이 요구되기 때문이다. 게임 그래픽의 경우 아트디렉터, 테크니컬 아트디렉터, 원화 디자이너, 2D, 3D 디자이너, 이펙트 디자이너 등으로 세분화된 업무체계가 있으며 각 체계의 유기적 업무를 통해 게임 그래픽이 완성된다[6]. 적절한 제작파이프라인이 없다면 이렇게 복잡한 업무체계가 자칫하면 무너질 수 있다.

때문에 3D MAX로 유명한 Autodesk社는 이러한 작업의 세분화와 전문화를 위하여 복잡한 파이프라인을 지원할 수 있는 기능들을 추가하고 있다[7]. 특히, MAYA는 Animation, Modeling, Rendering, Dynamics 등의 set pop-up 메뉴를 통해 각각에 세분화된 기능을 사용하도록 구성되어 있다. 이러한 기능들은 분업화되고 전문화된 작업을 하나의 공정으로 처리할 수 있도록 해준다.

### 3. 모션캡처 데이터 활용을 위한 3D 게임캐릭터 애니메이션 제작파이프라인 아이디어

모션캡처 데이터를 활용하기 위해 제작파이프라인 전체를 모션캡처를 위한 공정으로 구성하기보다는 모션캡처가 필요한 부분을 파악, 확장성을 확보하여야 한다. 또한 이를 통해 키프레임애니메이션 작업과 모션캡처 작업을 병렬적으로 진행할 수 있도록 하여야 경제성도 확보할 수 있을 것이다[8].

이를 위하여 여기에서는 Biped 포맷을 활용하였는데, 게임캐릭터애니메이션을 Biped로 제작할 경우 모션캡처 데이터와 키프레임애니메이션 데이터를 함께 활용할 수 있으며 두 데이터를 변환하고 통합할 때의 오류

를 줄일 수 있다. 이로써 체계적인 관리도 가능해 진다.

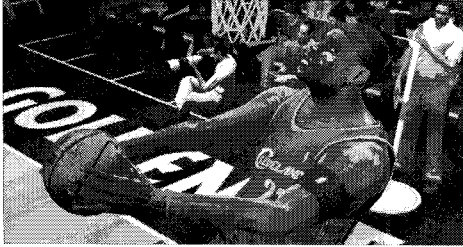


그림 2. NBA07 모션캡처와 키프레임작업을 통해 완성

### III. 모션캡처 방식의 특징

#### 1. 모션캡처와 키프레임애니메이션의 차이점

모션캡처와 키프레임애니메이션의 차이점을 통해 두 방식의 활용 방안을 살펴보고자 한다. 두 작업 방식의 차이는 키프레임 생성 방식의 차이이다. 캐릭터애니메이션은 뼈대 애니메이션(bone based animation, skeletal animation)을 통하여 구현되며 [9] 모션캡처와 키프레임애니메이션 둘 다 이 뼈대 애니메이션 방식을 통하여 제작되어 진다. 키프레임이 없는 뼈대가 있다고 가정해 보자. 이 뼈대를 편집 프로그램을 활용하여 어깨나 팔을 움직여가면서 타임라인에 키프레임을 만들고 그 사이를 보간법으로 보정하는 방법을 키프레임애니메이션 방식이라고 한다. 반면에 모션캡처는 배우의 움직임에 따라 각 관절 및 해당 포인트 별로 데이터가 저장되며 매 프레임에 키프레임이 생성된다. 이 데이터와 뼈대를 결합하여 움직임을 구현하는 것을 모션캡처 방식이라고 할 수 있다[10]. 결국 두 방식은 키프레임으로 되어 있다.

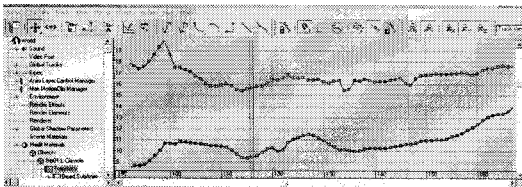


그림 3. 모션캡처 데이터의 키프레임

표 1. 키프레임애니메이션과 모션캡처의 차이점

항목	데이터양	수정의 용이성	특수동작 표현	현실감
키프레임애니메이션	작음	용이	어려움	보통
모션캡처	큼	용이하지 않음	쉬움	매우 높음

두 방식을 살펴보면 [표 1]과 같이 4가지 차이점이 있다. 첫 번째 데이터양은 당연히 매 프레임마다 키 값을 갖는 모션캡처가 데이터가 많다. 두 번째는 수정의 용이성인데 모션캡처 데이터는 전체 프레임에 키프레임이 생성되어 수정이 용이하지 않다. 또한 잘못 캡처된 데이터는 수정하는 것이 불가능한 경우가 있다. 세 번째는 특수한 동작의 표현에 대해 키프레임보다는 모션캡처가 더욱 효과적인 작업효율을 보여준다. 물리적인 법칙과 무게 중심의 이동을 모두 표현하기에는 키프레임 작업이 만만치가 않기 때문이다. 네 번째는 현실감이다. 현실의 움직임 그대로 담은 모션캡처가 더 현실감이 있다는 것은 당연하다.

이와 같은 차이점을 고려하여 두 방식의 사용용도를 달리해야 한다. 앞에 예를 들었던 그루브 파티의 게임 캐릭터애니메이션을 제작할 때 유명 힙합 댄서들의 춤을 그대로 재현하기 위해 모션캡처가 아닌 키프레임애니메이션을 방식을 사용할 경우를 생각해 본다면 두 방식의 장단점을 더 확실히 알 수 있을 것이다.

#### 2. 모션캡처의 특징으로 인한 제작파이프라인의 고려사항

모션캡처의 단점은 모든 프레임에 키(Key)가 생성된다는 점이다. 모션캡처 시에 Marker가 누락되거나 오류와 흔들림 등이 나타나는 문제가 발생하면 편집하기가 용이하지 않다. 편집하기가 용이하지 않다는 것은 데이터 오류가 생길 경우 많은 노력을 들여 수정해야 한다는 말이다. 따라서 모션캡처를 활용한 3D 게임캐릭터애니메이션 제작파이프라인은 위의 단점에 대한 위험요소를 보완하고 가장 경제적으로 프로젝트를 완료할 수 있어야 한다. 잘못된 모션캡처 데이터를 수정하기 보다는 재촬영을 통해 문제를 해결하는 것이 더욱 바람직할 수 있다.




또한 모션캡처 장비와 특징에 따른 제한 사항으로 인해 하나의 동작을 모션캡처부분과 키프레임애니메이션 부분으로 구분하여 작업을 해야 하며 후반 수정작업에 있어서 모션캡처 데이터를 키프레임애니메이션 작업자가 통합 수정하여 완성하는 단계를 밟는 것이 적절하다[8].

#### IV. 모션캡처 데이터를 활용한 3D 게임캐릭터 애니메이션 사례

##### 1. 모션 콘티 작업

본 연구에 사용된 모션캡처 장비는 Vicon MCAM60으로 Optical motion capture system이다. 이 장비는 반사점(Reflection point)을 사용하기 때문에 콘티작성단계에서부터 이 특성을 고려해야 한다. 반사되는 Marker가 많이 가려지는 모션은 적절치 못하다. 다시 말해 모션캡처 장비에 따라 모션 콘티를 작성하는 것이 좋다. 이러한 제한은 키프레임애니메이션과의 보완 작업이 필요한 이유가 될 수 있다.

표 2. 모션캡처를 활용하기 위한 콘티 샘플

scene	13-1	total time(sec.)	8.5
#	cut	script	작업분류
1		부두 앞으로 주인공 걸어 나오며 칼을 앞으로 치켜든다.	걸어오기MC (Motion capture) 칼 들 기 KF (Key Frame)
2		뒤쪽을 향해 점프하며 칼을 든다.	MC
3		칼을 뒤로 완전히 돌려 휘두른다.	MC

[표 2]는 모션캡처를 활용하기 위한 콘티로 키프레임 애니메이션과 병행 작업을 하기 위한 몇 가지 항목들을 포함하고 있다. #1에서 등장하기 위한 걸어오기 장면과 칼을 드는 장면은 바이패드를 이용하여 모션캡처와 키프레임을 병행하여 사용할 수 있다. 또한 칼동작을 제작자에서 가능한 형태로 콘티를 작성하여 모션캡처에 유용하도록 콘티를 제작한 예이다. Scene 별로 Capture Volume을 고려한 다양한 콘티구상이 필요하다.

##### 2. 모션캡처

키프레임애니메이션 방식으로 통합 작업을 하기 위해 다음과 같은 3가지 측면을 고려하여 모션캡처를 하였다. 동작의 단순성, 정확성, 극적효과가 그것인데 단순성과 정확성은 데이터 수정에 있어서의 효율성을 위한 것이고 극적효과는 모션데이터의 내용적인 고려사항이다. 단순성과 정확성이 확보되더라도 극적효과가 떨어진다면 굳이 모션캡처를 이용할 이유가 없을 수 있다. 또한 앞에 밝힌 대로 연구에 사용된 모션캡처 장비의 특성상 특정 범위 내(Capture Volume)에서 연기해야 하기 때문에[11] 제한된 상황에서의 최대한의 극적효과를 얻어내는 것이 가장 힘든 점이다.

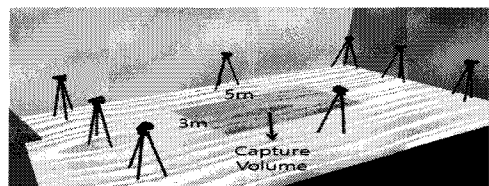


그림 4. 사례제작 Capture volume

##### 3. 모션캡처 데이터 수정/ 변환

완료된 모션캡처 데이터를 Biped에 적용시키기 위한 선행 작업으로 데이터의 변환 과정이 필요하다. Vicon을 사용하여 모션캡처를 할 경우에는 C3D 포맷으로 저장된다. 이것을 바로 Biped에 적용할 수 없다. 왜냐하면 3D-MAX에서 Biped에 로드할 수 있는 모션캡처 데이터 포맷은 BIP, BVH, CSM 이기 때문이다. 따라서 Motion Builder를 활용하여 BVH(the BioVision™ motion-capture file format)로 출력하여야 한다. 또한

BVH로 변환할 때에 모션캡처 데이터를 접수하여야 한다.

#### 4. Biped 테스트

BVH로 출력한 후에 3D-Max에서 Biped로 로드하여 데이터를 확인해야 한다. 바이페드 적용이 잘 못된 경우에는 변환작업 단계에서 수정을 하거나 재촬영까지 생각하여야 한다. [그림 5]는 팔 길이 등에서 에러가 나타난 상태이다. 이렇게 되면 이후 통합 작업을 위해 수정해야 한다.

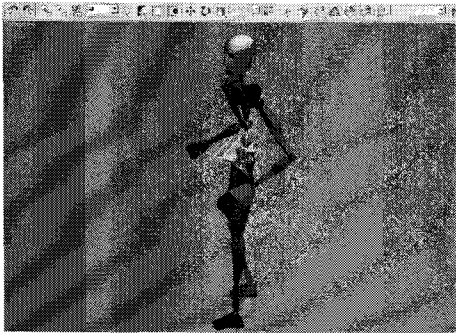


그림 5. Biped 테스트

## 2. 모션캡처 데이터를 적용한 제작파이프라인

아래 [그림 7]은 일반적인 제작파이프라인에서 기획과 모션제작 부분에 모션캡처 데이터를 활용하기 위한 항목들을 Flow Chart로 구성한 것이다.

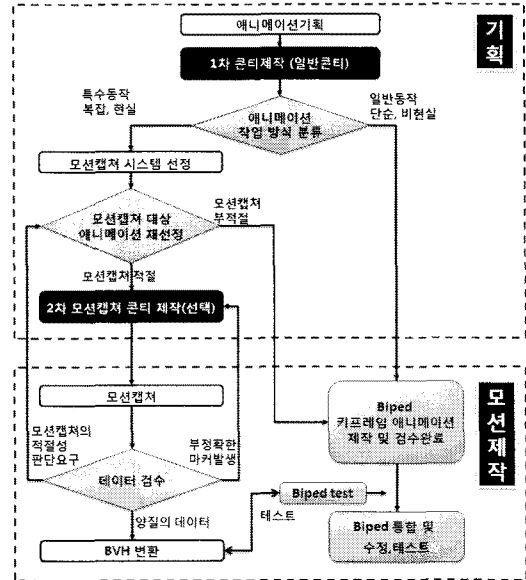


그림 7. 제작파이프라인 Flow Chart

## V. 모션캡처 데이터 적용 3D 게임캐릭터애니메이션 제작파이프라인 도출

### 1. 게임 캐릭터 애니메이션 제작파이프라인

일반적인 게임캐릭터 애니메이션 제작 파이프라인은 [그림 6]과 같다[12]. 여기에서 모션캡처 데이터를 활용하기 위한 공정은 기획과 모션제작 부분이다.

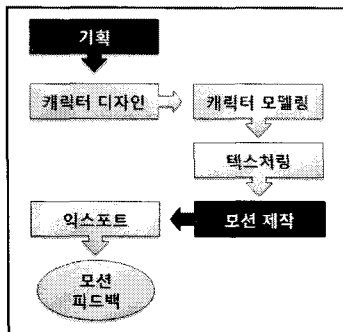


그림 6. 일반적인 게임 캐릭터 애니메이션 제작파이프라인[12]

### 2.1 모션캡처 대상 애니메이션 분류와 콘티 제작

기획 단계에서 가장 중요한 제작요소는 애니메이션 작업 방식을 분류하여 각각에 적절한 콘티를 제작하는 것이다. 분류기준은 첫 번째로 모션캡처 시스템이다. Motion Start Wireless System, Vicon Motion System, Vision Hires System등 다양한 모션캡처 시스템이 존재한다. Vicon Motion System의 경우에는 여러 명의 캐릭터를 동시에 모션 캡처할 수 있는 기능이 있으며 [13] Vision Hires System는 얼굴표정(facial expression)을 모션캡처할 수 있는 장비로써 PS3 게임인 "해브리 소드"를 더욱 드라마틱한 게임으로 만들었다[14]. 이와 같이 모션캡처의 시스템에 따른 기능차이가 있으므로 기획 및 콘티 작업에서의 콘셉트와 방향에 맞는 모션캡처 시스템을 선택해야 하며 선택된 시스템에 적합한 콘티가 제작되어야 한다.

두 번째는 행동반경과 모션의 특징이다. [그림 8]은

동작의 이동거리에 대해서 모션캡처 대상 고려를 위한 예시 그림이다. Capture Volume 구간에 동작이 가능하다면 일차적으로 모션캡처 대상으로 할 수 있다. 더 복잡하게 이루어져 있다면 콘티에서 분리하여 구성하여야 한다.

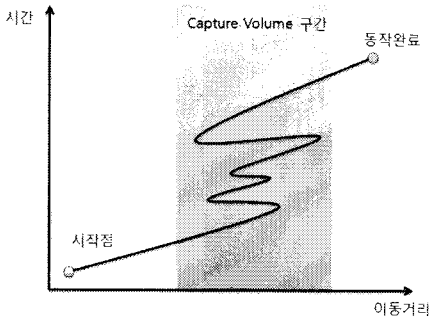


그림 8. 동작의 이동거리에 따른 모션캡처 고려구간

추가적으로 애니메이션 대상 분류가 되었다라 하더라도 모션캡처를 위한 2차에 걸친 콘티 작업과 검수가 필요할 수 있다. 모션캡처가 불가능한 콘티 내용 들을 제거해가는 것이 복잡하고 까다로운 작업일 수 있으나 오류사항을 없애 경제성과 체계성을 유지하는 것에 도움이 된다.

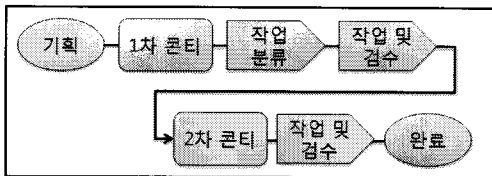


그림 9. 2차 데이터 검수 및 콘티작업

2.2 Biped를 활용한 모션 제작 파이프라인 통합

여기에서는 캐릭터 애니메이션 제작 포맷의 통일을 위하여 Biped 활용을 제안하였다. 포맷의 통일은 제작 파이프라인의 확장성과 체계성을 위해 필요하다. 복잡한 전체 공정에 대한 오류를 쉽게 수정하기 위해서도 반드시 필요한 부분이다.

VI. 결론

지금까지 제작파이프라인에 요구되는 주요 요소인 경제성, 확장성, 체계성을 추출하여 모션캡처 데이터를 활용한 3D 게임캐릭터애니메이션 제작파이프라인을 연구하였다. 결론적으로 모션캡처와 키프레임애니메이션 작업방식 분류, 2차에 걸친 콘티작업 및 수정작업, Biped를 통한 두 제작방식을 통합하는 제작파이프라인을 구성하게 되었다.

이 제작파이프라인은 모션캡처가 아직 대중화 되지 못한 상황에서[15] 기존의 3D 캐릭터애니메이션 제작 파이프라인을 갖고 있는 기업이나 연구기관에게 모션캡처 데이터를 활용할 수 있는 방법과 방향을 제시할 수 있는 좋은 단서가 될 수 있을 것이다.

앞으로 문제가 될 수 있는 것은 이 제작파이프라인의 최적화 문제와 다양한 애니메이션에 적용하기 위한 적절성이다. 또한 모션캡처 데이터와 키프레임애니메이션작업을 통합하기 위한 기술적인 고려가 필요하다.

참고문헌

[1] 한국게임산업진흥원, 2007대한민국게임백서, 상권, pp.374-380, 2007.  
 [2] <http://www.playstation.co.kr/>  
 [3] 한정현, "Research Trends in Game", 2008 서울국제게임심포지움, p.7, 2008.  
 [4] 유석호, 김태열, 경병표, "디지털기반 3D 게임캐릭터애니메이션 제작에 있어서 모션캡처 활용에 관한 연구", 한국콘텐츠학회논문지, 제5권, 제5호, pp.115-123, 2005.  
 [5] 한국게임산업진흥원, 2007대한민국게임백서, 상권, pp.62-64, 2007.  
 [6] 최화순, 게임캐릭터 디자인을 위한 3D MAX, 영진닷컴, 2007.  
 [7] <http://usa.autodesk.com>  
 [8] 오준현, 오준현이 만난사람들 소니게임애니메이터- 최준욱 인터뷰, CGLAND, 2007.

