

부 록 3.

모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록작성

- 국가지정 중요무형문화재 승무·살풀이·태평무를 중심으로 -

박 원 모

(국립문화재연구소 예능 민속연구실)

고 중 일

(국립문화재연구소 전산정보실)

김 용 석

(주식회사 발해게이트)

I. 무형문화재의 새로운 기록 방안으로
서의 모션캡처

II. 3차원 입체스캔 (3D Scan)

III. 모션캡처 (Motion Capture)

IV. 후반작업

V. 사업을 통한 성과와 과제

국문 요약

매체의 발달과 함께 무형문화재에 대한 기록도 여러 가지 방법으로 시도되고 있는데, 과거에는 문자 기록에만 의존하던 것에서 최근에는 사진, 음원 및 영상 등을 많이 활용하게 되었고, 그 방식에 있어서도 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 이행하고 있는 추세이다. 이러한 변화의 과정에서 모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록은 3차원적 기록을 필요로 하는 무용종목 등에서 주목을 받고 있다.

모션캡처란 움직이는 물체에 공간상의 위치를 표시하는 센서를 부착시키고 시간의 흐름에 따라 센서의 위치를 컴퓨터의 좌표공간에 치환하여 기록하는 시스템으로, 모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록은 형체가 없이 사람의 기예에 의해서 전송되고 있는 무형문화재의 신체적 표현을 디지털화 된 데이터로 나타내줌으로써 무형문화재의 보존을 위한 과학적 자료를 제공해 준다.

국립문화재연구소는 멀티미디어 및 디지털 시대에 대응하기 위해 무형문화재에 대한 새로운 기록방안 개발을 목적으로 영화 및 게임 등의 CG제작 현장에서 널리 사용되고 있는 모션캡처(Motion Capture) 장비를 이용하여 국가지정의 중요무형문화재에 대한 기록 작업을 실시하고 있다.

본 사업은 복권기금을 사용하여 2005년부터 2007년까지 3개년에 걸쳐서 국가지정의 중요무형문화재 중 신체적 동작이 중요하게 표현되고 있는 무용 7개 종목 11건의 모션캡처 작업을 실시할 예정이다.

이미 1차 년도인 2005년에는 승무, 살풀이춤, 태평무 등 기술적 난이도가 낮은 독무(獨舞)를 중심으로 데이터 축적작업을 실시하였고, 2차 년도인 2006년에는 진주검무, 송전무, 처용무 등 군무(群舞)의 데이터를 축적할 예정이며, 3차 년도인 2007년에는 학연화대합설무의 데이터 축적과 함께 축적된 데이터를 이용한 무형문화재의 비교·분석 및 전송을 위한 교육용 프로그램과 대국민 서비스를 위한 3차원 콘텐츠 등을 개발할 계획이다.

본 보고서에서는 사업 초년도인 2005년도에 실시된 보유자 이매방, 이애주, 정재만의 승무, 이매방의 살풀이춤, 강선영의 태평무 등의 모션캡처 작업에 대하여 기술하고 있다. 이를 통하여 무형문화재에 대한 새로운 기록 방안을 모색하기 위한 시도를 소개하려고 한다.

이번 사업에서는 기술적으로 다음과 같은 두 가지 문제가 제기되었다.

첫 번째, 장시간(20~30분 가량)의 보유자의 춤을 끊임 없이 모션캡처 받을 수 있는가라는

문제였다. 수 차례의 사전 모의테스트를 통해 사업수행 적합성 판단을 마쳤고, 결국 사업수행을 무사히 마칠 수 있었다.

두 번째, 리타겟팅(RE-Targeting)이 없이 정확한 모션캡처 동작을 가공해 낼 수 있는 가라는 문제였다. 모션캡처 데이터에서 국내 최초로 보유자의 골격구조 역추출 방식을 도입하여 최대한 정확한 보유자의 춤 동작을 구현해낼 수 있었다.

이번 작업에서는 이매방, 이에주, 정재만, 강선영 네 보유자의 전신 삼차원 스캔을 통해 정확한 삼차원 신체 모델링을 얻었고, 보유자 본인의 춤사위 동작을 그대로 모션캡처에 적용함으로써 최대한 정확도를 유도할 수 있었다.

주제어 : 무형문화재, 모션캡처, 기록작성, 3D입체스캔, 리얼캐릭터, 리타겟팅

I. 무형문화재의 새로운 기록 방안으로서의 모션캡처

매체의 발달과 함께 무형문화재에 대한 기록도 여러 가지 방법으로 시도되고 있는데, 과거에는 문자 기록에만 의존하던 것에서 최근에는 사진, 음원 및 영상 등을 많이 활용하게 되었고, 그 방식에 있어서도 아날로그 방식에서 디지털 방식으로 이행하고 있는 추세이다. 이러한 변화의 과정에서 모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록은 3차원적 기록을 필요로 하는 무용종목 등에서 주목을 받고 있다.

모션캡처란 움직이는 물체에 공간상의 위치를 표시하는 센서를 부착시키고 시간의 흐름에 따라 센서의 위치를 컴퓨터의 좌표공간에 치환하여 기록하는 시스템으로, 모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록은 형체가 없이 사람의 기예에 의해서 전송되고 있는 무형문화재의 신체적 표현을 디지털화 된 데이터로 나타내줌으로써 무형문화재의 보존을 위한 과학적 자료를 제공해 준다. 뿐만 아니라 기록된 데이터들은 그래픽 작업을 통하여 3D 영상으로 표현될 수 있어서, 비디오가 가지고 있는 영상의 좌우역전 현상을 극복할 수 있게 해 주고, 다측면으로 부터의 분석이 가능하게 해 줄 뿐만 아니라, 재현 및 전송을 위한 교육시스템 또는 3D 콘텐츠의 개발에 많이 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

모션캡처 시스템은 크게 자기식과 광학식의 두 종류가 있다. 자기식은 공간에 강력한 자장을 만들어서 자기 속의 위치를 기록하는 방식이다. 광학식은 가장 일반적인 방식으로 반사 테이프를 붙인 마커(marker)를 신체의 표면에 부착하고 적외선을 카메라의 선단에서부터 발사하여 반사되어 돌아오는 적외선 광선에 의해 공간의 위치를 측정하는 방식이다.

국립문화재연구소는 멀티미디어 및 디지털 시대에 대응하기 위해 무형문화재에 대한 새로운 기록방안 개발을 목적으로 영화 및 게임 등의 CG제작 현장에서 널리 사용되고 있는 모션캡처(Motion Capture) 장비를 이용하여 국가지정의 중요무형문화재에 대한 기록 작업을 실시하고 있다. 본 사업은 복권기금을 사용하여 2005년부터 2007년까지 3개년에 걸쳐서 국가지정의 중요무형문화재 중 신체적 동작이 중요하게 표현되고 있는 무용 7개 종목 11건의 모션캡처 작업을 실시할 예정이다. 이미 1차 년도인 2005년에는 승무, 살풀이춤, 태평무 등 기술적 난이도가 낮은 독무(獨舞)를 중심으로 데이터 축적작업을 실시하였고, 2차 년도인 2006년에는 진주검무, 승전무, 처용무 등 군무(群舞)의 데이터를 축적할 예정이며, 3차 년도인 2007년에는 학연화대합설무의 데이터 축적과 함께 축적된 데이터를 이용한 무형문화재의 비교·분석 및 전송을 위한 교육용 프로그램과 대국민 서비스를 위한 3차원 콘텐츠

등을 개발할 계획이다. 본 보고서에서는 사업 초년도인 2005년도에 실시된 승무, 살풀이춤, 태평무 등의 모션캡처 작업에 대하여 소개하려고 한다.

이번 사업에서는 기술적으로 다음과 같은 두 가지 문제가 제기되었다.

첫 번째, 장시간(20~30분 가량)의 보유자의 춤을 끊김 없이 모션캡처 받을 수 있는가라는 문제였다. 수 차례의 사전 모의테스트를 통해 사업수행 적합성 판단을 마쳤고, 결국 사업수행을 무사히 마칠 수 있었다. 모션캡처는 초당 60프레임으로 캡처 된다. 따라서 30분 분량은 실제로 엄청난 양의 데이터가 캡처 되는 것이다. 여타의 영화나 영상에서도 이처럼 오랜 시간 모션캡처를 받는 경우는 없었다.

두 번째, 리타겟팅(RE-Targeting)이 없이 정확한 모션캡처 동작을 가공해 낼 수 있는가라는 문제였다. 모션캡처 데이터에서 국내 최초로 보유자의 골격구조 역추출 방식을 도입하여 최대한 정확한 보유자의 춤 동작을 구현해낼 수 있었다.

리타겟팅(RE-Targeting) 기술은, 모션캡처 데이터가 실제로 액터가 마커를 부착하고 그것을 추적해서 얻어진 데이터이기 때문에 신체 사이즈 그대로 스켈러톤(skeleton)과 모션 데이터가 만들어진다. 이렇게 만들어진 데이터를 3D 소프트웨어에서 만들어진 캐릭터에 적용시키면 스켈러톤의 크기나 비례가 다르기 때문에 발이 미끄러지는 등의 왜곡이 발생한다. 이러한 것을 방지하기 위해 모션의 왜곡 없이 모션캡처 데이터를 다른 크기의 3D 캐릭터에 적용시키는 것을 리타겟팅이라고 한다.

이번 작업에서는 이매방, 이애주, 정재만, 강선영 네 보유자의 전신 삼차원 스캔을 통해 정확한 삼차원 신체 모델링을 얻었고, 보유자 본인의 춤사위 동작을 그대로 모션캡처에 적용한 것이기 때문에 최대한 정확도를 유도할 수 있었다.

이번 사업은 크게 추진과정과 기술과정으로 나눌 수 있겠는데, 추진과정은 다음 곧 사업의 수행 공정과정을 의미한다. 사업추진 공정도는 <그림 1>과 같다.

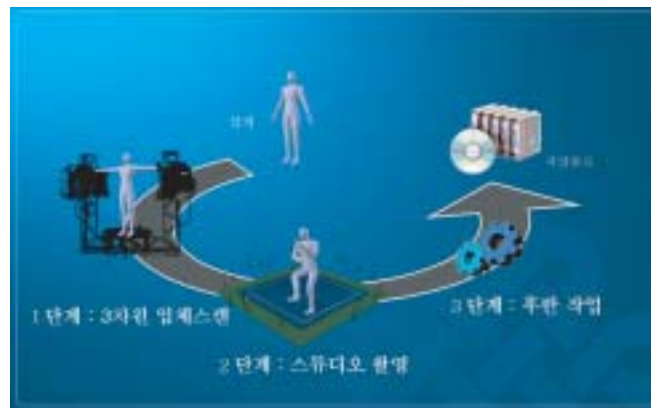


그림 1. 사업추진공정도

이번 사업에서의 기술적 과정별 구분은 크게 세가지로 나눌 수 있는데, 모션캡처와 3D 스캔 그리고 후반작업이다. 이하에서는 이들 세 과정에 대한 자세한 내용을 소개한다.

1 단계

- 대상 연기자 3D 스캔 : 각 부위별 신체 치수 확보, 체형기록을 위한 3D 폴리곤 모델 확보



2 단계

- 대상의 연기 모션캡처 : 사운드에 맞춘 모션캡처 원시 데이터 추출(위치 데이터 : C3D)
- 모션캡처 및 드레스 실연 영상촬영 : 각각 4개의 화면 동시 영상촬영
손가락 애니메이션을 위한 자료 확보
- 2D 이미지(사진)촬영 : 모션캡처 및 전 공정을 위한 기록문서 보존을 위한 사진 자료



3 단계

- 모션캡처 원시 마커 데이터 가공 : 모션캡처 데이터 편집 및 가공 변환
(위치 데이터 → 회전 데이터 : BVH)
- 사운드 가공 : 아날로그 → 디지털 음원으로 변환(WAV)
- 3D 캐릭터 애니메이션 : 가공된 모션캡처 데이터를 3D 캐릭터에 적용 및 수정,
손가락 키 프레임 애니메이션 적용
- 3D 캐릭터 모델링 : 스캔된 폴리곤을 정리하여 3D 폴리곤 캐릭터 모델 제작
- 3D 캐릭터 스킨링 : 디포메이션 웨이트 맵 제작
- 연기 실황 촬영영상 편집 : 4개 영상(모션캡처, 드레스 실연, 4개 영상 편집본)

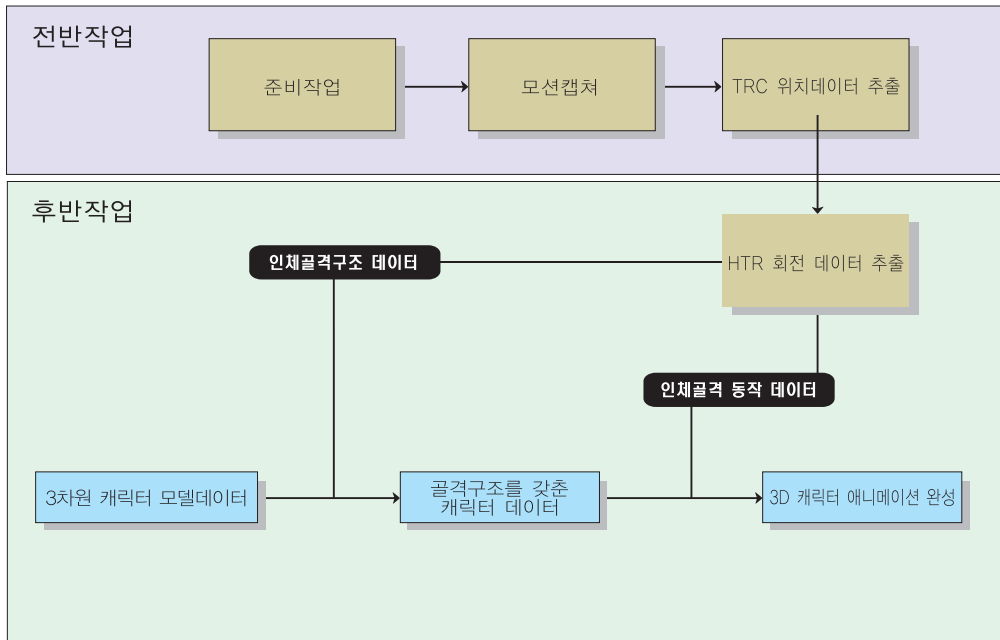


그림 2. Workflow Pipeline

표 1. DB구축을 위한 시스템 및 소프트웨어

구분	이름	대수	설명
장비	MA 디지털 모션캡처 시스템	22	초고해상도 디지털방식 카메라
	Avid 3D 편집장비	1	영상편집 및 합성장비
	Data Glove 5DT	2	손가락 동작 추출 장비
	MCS 3800	1	모션데이터 편집을 위한 타임컨트롤
시설	모션캡처 전용 스튜디오	1	소규모 실내 전용 스튜디오
	모션캡처 확장 스튜디오	1	광대역 규모 실내체육관 설비
	영상 편집실	1	다양한 영상장비 비치 및 작업실
	음향 편집실	1	사운드샘플링/편집 스튜디오
소프트웨어	MA EVaRT	2	모션캡처 데이터추출 및 편집
	Alias Mocap	2	실시간 캐릭터에 적용 동시 모션캡처 추출
	Alias MotionBuilder	2	3D 캐릭터에 모션캡처 적용 및 애니메이션
	Alias Maya	2	3D 멀티미디어 창작소프트웨어

표 2. DB 구축방안

자료 형태		포맷	DB 구축방안
보션 캡처 데이터	마커 위치 데이터	TRC	<ul style="list-style-type: none"> - 마커 개수, 위치 부착 위치 기록 - 연기에 필수적인 각종 도구나 소품에 대한 추가 보션캡처 리스트 확보 - 소품의 외형정보(크기, 형태, 무게) 등을 사진자료 및 수치정보 기록
	스켈레톤 데이터	HTR	<ul style="list-style-type: none"> - 실측 및 마커위치 데이터로부터 연기자의 각 부위별 관절 길이 정보를 기록 - 정확한 길이정보 근거한 길이 데이터에 따른 스켈레톤 구조 제작 - 표준 BVH 데이터구조 1세트 반드시 제작 - 손가락데이터 입력을 위한 확장 BVH 데이터를 제작 시 스켈레톤 개수, 명칭, 구조도 또는 기록 명시
	어플리케이션 데이터	FBX	<ul style="list-style-type: none"> - 캐릭터라이즈(Characterize)가 되어 있는 스켈레톤 구조 - 캐릭터라이즈가 되어 있는 표준 BVH 구조 1세트 제작 - 캐릭터라이즈가 되어 있는 확장 BVH 구조 1세트 제작(손가락 포함)
연기 촬영 동영상	AVI (DV)	<ul style="list-style-type: none"> - 전후좌우 전방향에서 촬영 - 연기자의 진신이 나오도록 촬영하되 여백을 최대한 축소 - 각각 카메라에서 찍은 영상을 별도 제출 - 화면을 4개로 분할하여 각각 영상을 동시에 볼 수 있도록 편집 - 보션캡처 실연과 드레스 실연 각각에 대해 동영상 촬영 	
사진 이미지	JPG	<ul style="list-style-type: none"> - 6백만화소 이상으로 건당 100 컷 촬영 - 사진촬영시 촬영시간 및 설명 기록 - 신체외형 기록 : 신체 정면, 측면 등 연기자의 가시적 외형을 촬영 보존 - 보션캡처 과정별 세분화하여 사진자료 보존 	
사운드	WAV	<ul style="list-style-type: none"> - 연기자가 소유한 아날로그 형태(테이프) 음악은 디지털 WAV로 변환 - 저작권에 따른 협의 후 음원을 추출한다. 	

자료 형태	포맷	DB 구축방안
리얼캐릭터	PLY	<ul style="list-style-type: none"> - 3D 스캔을 받은 폴리곤 데이터를 반드시 애니메이션이 가능한 4각 폴리메쉬 타입으로 추출한다. - 가능한 3D 스캔된 원시 폴리곤은 파일포맷 PLY로 저장하여 칼라맵을 저장하여 텍스처를 추출할 수 있도록 한다.
	OBJ 3DS	<ul style="list-style-type: none"> - 잘 정리된 4각형 폴리메쉬 타입으로 5,000개의 폴리곤 수 이상의 리얼 캐릭터를 제작한다. - 리얼 캐릭터는 모델 OBJ 및 재질 MTL 파일에 UV 좌표를 가지고 있도록 한다. - 연기자 1명당 1개의 캐릭터를 제작한다.
캐릭터 스키닝 및 손가락 키 애니메이션	MB MAX	<ul style="list-style-type: none"> - 캐릭터 스키닝된 웨이트 데이터를 반드시 Normalize 되어 있어야 하며 각 스켈레톤에 할당된 최대 설정치를 1로 보았을 때 소수점 2자리까지 수치를 입력한다. - 손가락 스켈레톤의 구조는 그림 및 길이 비율을 첨부하며 최종 캐릭터에 손가락 애니메이션에 추가하도록 한다. - 손가락 키 애니메이션을 글로브를 통하여 최대한 동작 타이밍을 맞거나 참고영상을 통하여 최대한 정확하게 손 동작의 데이터를 입력한다.
	FBX / VMO	<ul style="list-style-type: none"> - 웹상에서 결과물을 볼 수 있도록 모션캡처 데이터 뷰어를 함께 제작 - 확대, 축소, 회전, 재생, 중지, 되감기 등의 기능이 구현될 수 있도록 함(버튼장착) - 모션캡처 데이터 뷰어에 모션캡처 실연 동영상 데이터 링크

II. 3차원 입체스캔 (3D Scan)

기술적으로 가장 먼저 진행한 것은 보유자 4명의 신체를 3차원 스캔하여 보유자 신체형상 데이터를 구축하는 과정이다. 스캔 초기 데이터는 폴리곤 구조의 PLY 포맷이다. PLY 파일은 3D 스캔을 통해 얻어진 폴리곤 데이터로서 애니메이션 가능한 4각 폴리메쉬 타입으로 추출된다. 스캔된 인체데이터는 100~200만개의 아주 세밀한 삼각형 폴리곤 구조로

얻어진다. 적외선 방식으로 전신 스캔된 데이터인 PLY 파일에는 위치색상정보인 컬러 맵이 포함되어 후에 텍스처를 추출해낼 수 있다. 이는 RapidForm을 통해 OBJ나 3DS 파일로 변환되며, 여기에는 Geometry 정보뿐만 아니라 컬러 맵 정보도 포함하게 된다. 이렇게 변환된 파일은 Maya, XSI, Max 등으로 불러들여질 수 있는 파일포맷이다.

3차원 스캔을 통해 연기자의 체형분석자료가 획득되었으며, 여기에는 연기자 신체 3D 폴리곤 모델과 표면 Color Map 정보가 포함된다. 삼차원 스캐닝을 통해 표면 컬러도 함께 스캔된다. 구축 3종목의 동작 데이터를 얻기 위해 보유자의 모션캡처 촬영을 진행하는데, 모션캡처 스튜디오에서 드레스 실연 영상 촬영과 기록 사진 촬영 작업을 동시에 진행한다. 이것은 나중에 모션캡처와 3D 동영상과 함께 실연촬영영상 및 사진을 비교할 수 있도록 하며, 과제 제출자료에도 역시 포함되기 때문이다.

삼차원 전신스캐너는 국내에 3기가 보유 중인데, 이번에 사용된 기종은 학술연구 및 각종 엔터테인먼트 활용차원에서 설치한 산업자원부 기술표준원 생활표준연구소에 있는 Cyberware사의 전신 칼라 3D 스캐너 'Model WB4' 이다.

전신 3차원 스캔작업은 모션캡처 데이터와 일치한 신체구조 데이터를 추출하는데 그 목적이 있다. 더불어 중요무형문화재 보유자의 신체 3차원 형상자료를 확보한다는 의미도 함께 갖고 있다.

삼차원 입체스캔장비는 스캔하는 기술에 따라 다양한 광선을 사용한다. 즉, 레이저(Laser), 적외선(Infra-red), 슬릿빔(Structured Light), 구조형상(Phase shift), 모아레(Moire) 등의 방식을 사용하고 있다. 이러한 장비는 미국을 비롯해, 영국, 프랑스, 독일, 일본, 홍콩 등 여러 나라에서 제작되고 있는데, 특히 레이저나 적외선을 이용하는 방식은 여러 각도에서 촬영한 표면의 형상을 종합적으로 합성하여 인체를 형상화시키는 방법을 사용하고 있다.

최근 개발된 3차원 인체스캐너들은 빠르고 간편하게 피험자들의 체표면의 세밀한 정보까지 수집이 가능하며, 스캐닝된 자료들은 자동차, 의류, 제화 산업의 제품디자인 개발과 유통시스템의 효율화에 활용되고 있다. 짧은 시간(17초~40초)에 전신을 스캔하여 수집된



사진 1. Cyberware Laboratory Inc.의 Whole body 3D ScannerWB4(www.cyberware.com)

3차원 형상 데이터를 영구적으로 보전하여 피험자의 치수나 체형을 그대로 보전함과 동시에, 모션캡처를 통해 리타게팅의 어려움이나 애러 없이 해당 캐릭터에 그대로 동작을 부여함으로써 정확한 움직임을 동영상화할 수 있다.



사진 2. 산업자원부 기술표준원 생활표준연구소의 Whole body 3D Scanner(좌)와 전신 스캔을 실시하고 있는 모습(우)



사진 3. 스크린에 잡힌 스캔된 인체 데이터

이번에 사용된 Whole body 3D Scanner 사이버웨어(CyberWare) WB4 제품이 처음 사용된 것은, 미국과 유럽공동체의 신세대 인체치수변화를 파악하여 산업제품의 사용 편의성과 기능성을 높이는 제품디자인 설계를 위한 데이터베이스 구축 일환의 CAESAR 프로젝트에서였다. 이 CAESAR 프로젝트의 데이터 베이스 특성은 전통적인 인체측정방법과 3차원 인체스캔방식을 동시에 적용하여 체위조사가 이뤄졌다.

이번에 사용된 기술은 한국의 무형문화재 전통 춤과 보유자에 대한 정보를 동시에 얻어 사실성을 극대화하는데 커다란 의의가 있었다.

Ⅲ. 모션캡처 (Motion Capture)

먼저 보유자에 대한 모션캡처를 하기 전에 예비 캡처가 실시되었다. 예비캡처는 산업기술대학교 내에 있는 모션캡처 스튜디오에서 실시되었다. 전통무용 전공자로 하여금 대상으로 하고 있는 종목들에 대하여 예비 캡처를 시행하면서 보유자에 대한 캡처 시 발생할 수 있는 문제들을 사전에 점검하였다.

그리고 보유자들의 춤사위를 캡처하기 위한 모션캡처 시설들은 산업기술대학교 실내체육관과 충남테크노파크 영상미디어 센터에 설치되었다. 광학식 모션캡처 장비로 MotionAnalysis사의 Eagle 기종 16~22대가 사용되었고, 영상촬영카메라로 Sony사의

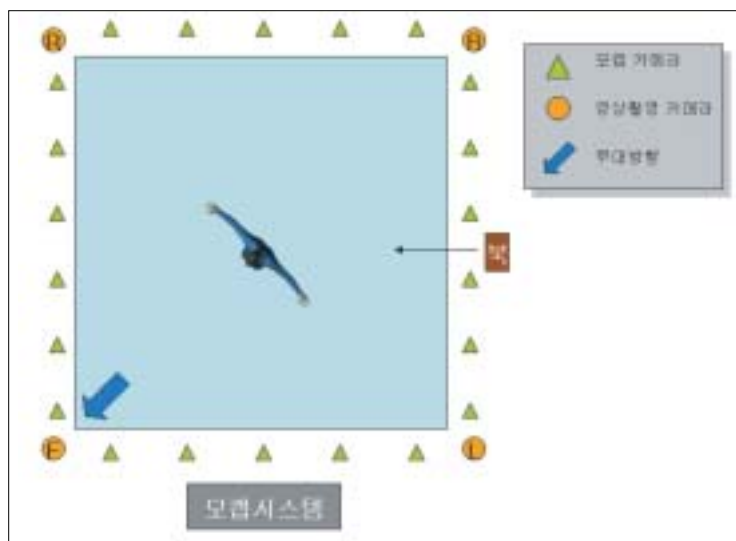


그림 3. 모션캡처 및 영상 촬영장비 배치도

PD150 4대가 동원되었다. PD150 캠코더는 모션캡처 실험장면을 4분할로 영상촬영하기 위해 동원되었고, 더불어 음향과 음악도 함께 녹음되었다.

스튜디오에서의 예비 테스트 모션캡처 시 살풀이춤에서의 흰색 명주 천에 대해 논의가 있었다. 흰색 명주의 표현은 의상보다 어찌면 더욱 중요한 춤의 요소가 되는데, 원형을 그대로 표현하는데 이 명주 천의 역할과 의미에 대해서다. 춤의 동작 자체, 즉 무형문화재의 춤사위자체를 온전히 캡처받기 위해서는 손목, 손, 손가락의 움직임을 감추게 된다는 점에서 오히려 흰색 명주 천이 방해가 될 수 있다는 의견도 있었다. 또한, 명주 천의 움직임을 온전히 캡처하기에는 테스트 결과 현재로서는 불가능하다고 판단되었고, 그것을 천 시뮬레이터를 이용해 효과적으로 표현하기에는 스크립팅 인하우스 작업까지 필요하기 때문에 많은 시간과 비용을 필요로 함으로 역시 현실성이 없다고 판단되었다. 하지만, 무대에서의 재현 장면의 캠코더 촬영이 별도로 데이터화 되었고, 이 동영상에 모션캡처에 의한 3D 애니메이션 동영상과 동시에 싱크되어 보여지게 되므로 원형을 데이터화 하는데 문제가 되지는 않았다

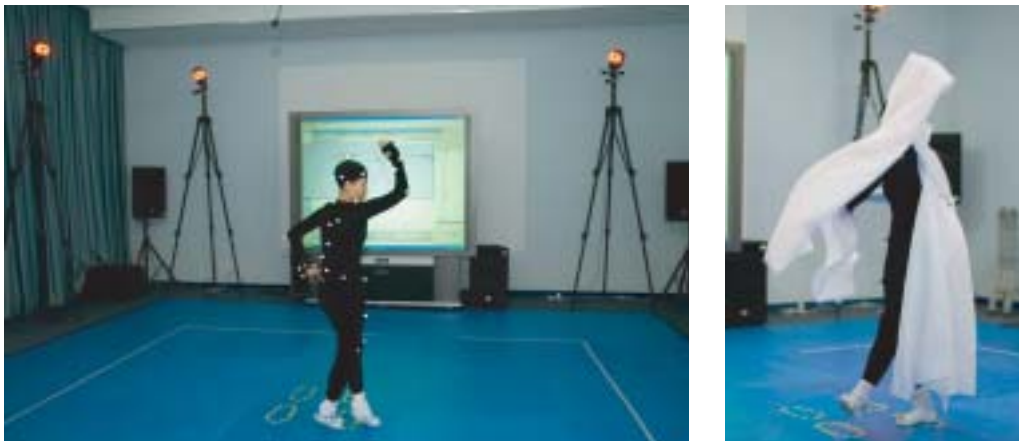


사진 4. 산업기술대학교 모션캡처 스튜디오에서의 예비캡처(좌)와 명주 천 테스트(우)

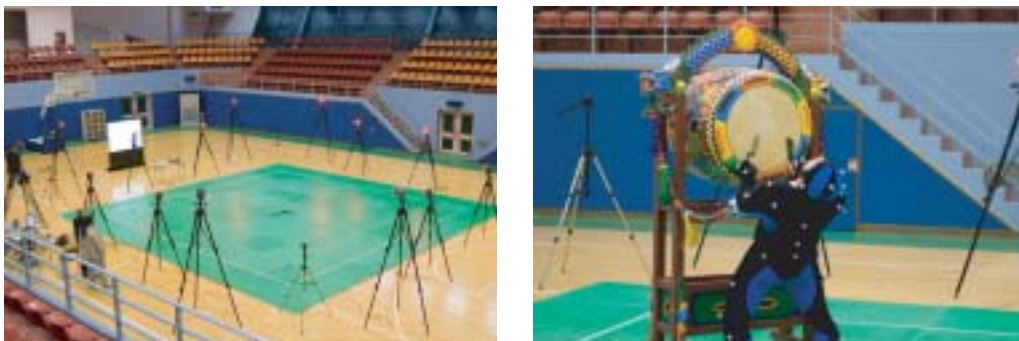


사진 5. 산업기술대학교 실내체육관에 설치된 모션캡처 장비(좌)와 모션캡처 실연 장면(우)



사진 6. 보유자 이매방의 모션캡처 장면(좌)과 무대에서의 재연 장면(우)

보유자의 춤사위 모션캡처에는 45개에서 51개의 마커(marker)가 부착되었을 정도로 동작의 정밀성이 요구되었다. MotionAnalysis사의 EVaRT 소프트웨어가 모션캡처 카메라로부터 읽어지는 마커의 위치 값을 3차원 좌표로 형성하여 Bone 데이터로 1차 모션캡처 데이터를 추출하는데 사용되었다.

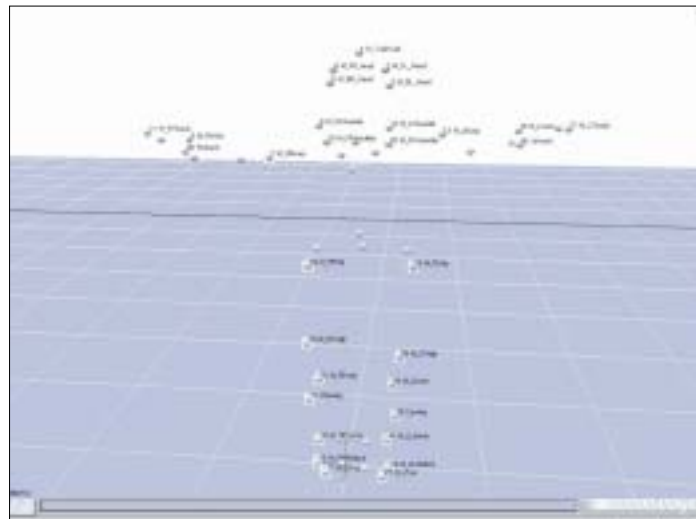


그림 4. MotionAnalysis사의 EVaRT 소프트웨어에 의한 마커의 3차원 위치 좌표

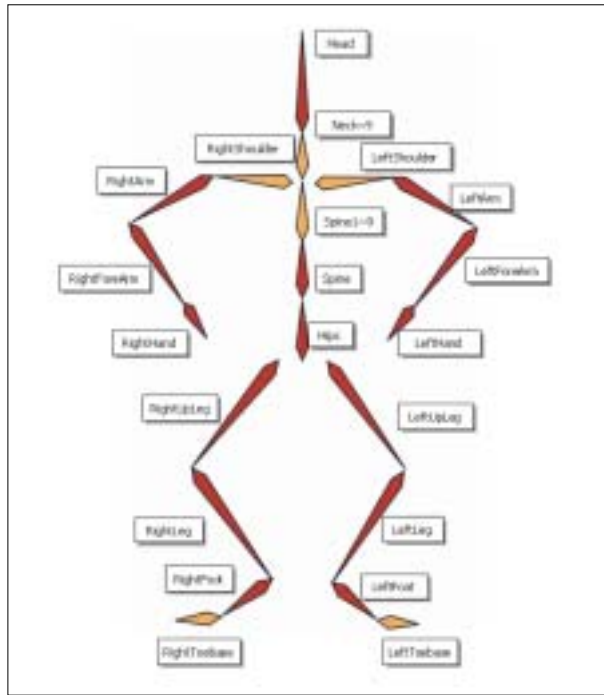


그림 5. 표준 HTR 데이터 스켈레톤 명칭 및 구조도

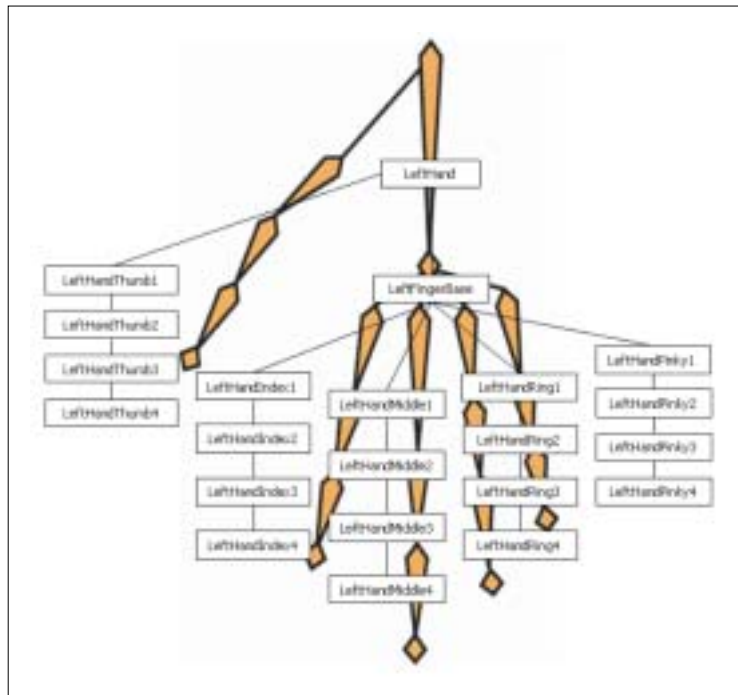


그림 6. 표준 HTR 데이터 스켈레톤의 손 스켈레톤 명칭

무형문화재 보유자들의 손끝, 눈빛, 얼굴표정까지도 데이터화 할 수 있다면 더욱 중요한 의미와 혁신적인 결과물이 될 수 있었을 것이다. 중요무형문화재 제27호 승무 보유자 이매방은 유난히 손의 크고, 손가락도 길었다. 또한, 이매방 보유자의 춤에는 손 모양이 독특하게 보여지는데, 손가락 관절에 일일이 마커를 부착해 모션캡처 하기란 상당히 어려운 작업이었다. 이를 커다란 예러 없이 효과적으로 캡처하기에는 현재로서는 기술적인 한계가 있는 것이다. 따라서 후반작업에서 촬영된 동영상을 초단위로 싱크하여 일일이 손가락 움직임의 Key 애니메이션 작업을 해주어야만 했다.

모션캡처 데이터는 다음과 같이 세 가지 형태로 되어 있다.

1. 마커위치 데이터(TRC) : 마커 개수, 부착위치 기록, 연기에 필수적인 각종 도구나 소품에 대한 추가 모션캡처 리스트 확보, 소품의 외형정보(크기, 형태, 무게) 등을 사진자료 및 수치정보를 기록한다.

2. 스켈레톤 데이터(HTR) : 실측 및 마커 위치 데이터로부터 연기자의 각 부위별 관절 길이 정보를 기록하여 정확한 길이정보에 근거한 길이 데이터에 따른 스켈레톤 구조를 제작한다. 여기에서 표준BVH 데이터구조 1세트를 반드시 제작해야 한다. 손가락 데이터 입력을 위한 확장 BVH 데이터를 제작 시에는 스켈레톤 개수, 명칭, 구조도 또는 기록을 명시한다.

3. 어플리케이션 데이터(FBX) : 캐릭터라이즈(Characterize)가 되어 있는 스켈레톤 구조로서, XSI, 3ds Max, Maya에서 직접 불러들여 3D 캐릭터에 적용할 수 있는 데이터이다.

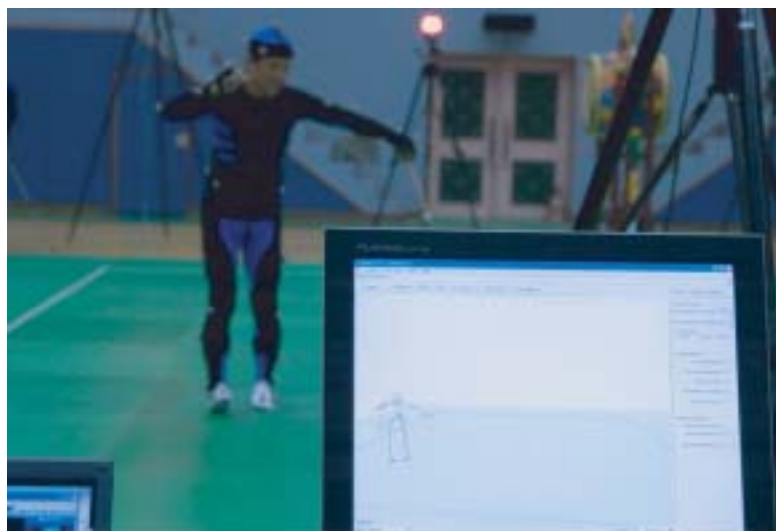


사진 7. 모션캡처 정보는 EvaRT 소프트웨어에서 마커의 위치정보로 받아들여진다.

IV. 후반작업

모션캡처 데이터와 3차원 캐릭터 모델링된 데이터를 후반가공하기 위해 가장 중요한 마지막 과정이다. 스캔한 3차원 캐릭터 모델과 골격구조 바인딩 작업 후 모션캡처를 적용하는 작업이 주된 후반작업이지만, 모델링 데이터에 텍스처링과 3차원 영상의 사운드 싱크와 3차원 그래픽 뷰어 확인을 위한 작업도 포함된다.

후반작업에는 EVaRT, Deep Exploration, RapidForm, Softimage|XSI, MotionBuilder 등의 프로그램이 사용되었다.

먼저 3D Scan 데이터는 Deep Exploration에서 Geometry 베이스의 수정이 이뤄진다. 그리고, 3D 애니메이션 툴로 보내기 위해 OBJ나 3DS 등의 파일포맷으로 변환된다. 그리고 MotionAnalysis EVaRT를 이용해서 모션캡처 위치데이터를 추출 및 수정하고, 추출된 모션캡처 데이터는 다시 EVaRT에서 마케데이터를 불러들여 이를 토대로 캐릭터의 스켈레톤 데이터를 추출하게 된다. 즉, 리타게팅을 위한 골격구조역추출방식을 적용하게 된다.

OBJ 파일로 변환된 오브젝트는 XSI에서 불러들여 3D 모델 데이터 편집을 한다. 3D 스캔에 의해 100~200만개의 폴리곤으로 구성된 Mesh는 단순한 Low-level 폴리곤으로 조정한 다. 그리고, 텍스처 제작을 하게 되는데, 얼굴 매핑은 사진 소스를 수정해 매핑한다. 표정 애니메이션은 본 프로젝트에서는 적용하지 않았다.

마지막으로 애니메이션을 위한 캐릭터를 셋업하고, MotionBuilder에서 모션캡처 데이터를 캐릭터 오브젝트에 적용한 후, 다시 XSI로 불러들여 캡처되지 않은 손가락 key animation 작업을 하였다

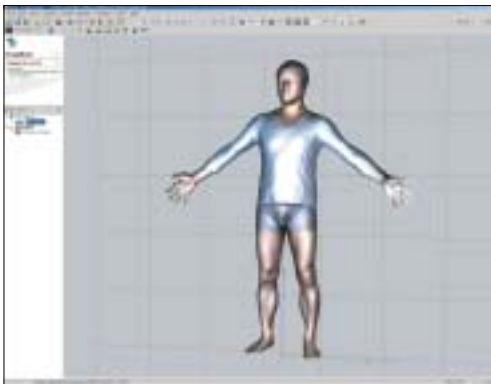


그림 7. 3D Scan 데이터를 범용 파일포맷으로 변환(OBJ)

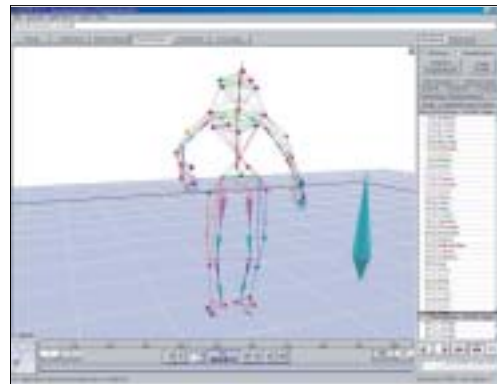


그림 8. 모션캡처 데이터 수정 및 편집위치에서 회전 데이터로 변환



그림 9. 리얼캐릭터 모델링 작업

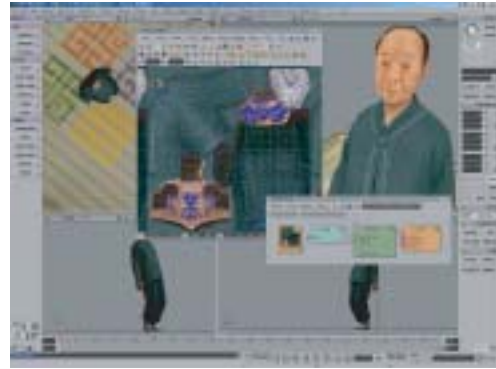


그림 10. 텍스처링(컬러) 작업

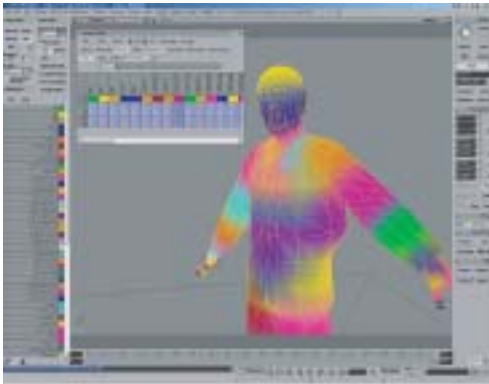


그림 11. 애니메이션을 위한 캐릭터 셋업



그림 12. 모션캡처 데이터를 리얼 캐릭터에 적용



그림 13. 손가락 key animation 작업

모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록작성 작업은 이렇게 해서 3D 전신스캔, 모션캡처, 후반작업까지 모두 마칠 수 있었다. 연구기반기술은 모션캡처와 3D 전신스캔이며, 장시간 모션캡처 기술과 리타겟팅 없이 국내 최초로 골격구조 역추출 방식을 도입하여 성공적인

사업수행을 이뤘다는 점에서 무형문화재 원형복원에 커다란 주춧돌이 될 것으로 기대된다. 이렇게 구축된 자료를 통해 대국민 서비스로서 전송 교육자료와 연구분석자료로 활용될 것이다. 다음은 지금까지 설명한 과정들이다.

1단계 : 3차원 입체 스캔

보유재(강선영, 이매방, 이애주, 정재만) 4명의 신체를 3차원 스캔하여 보유자의 형상 데이터 구축







→ 스캔초기 폴리곤모델 데이터 PLY

- 연기자의 체형분석 자료 획득
- 연기자의 실사 3D 폴리곤 모델 및 칼라 맵 확보

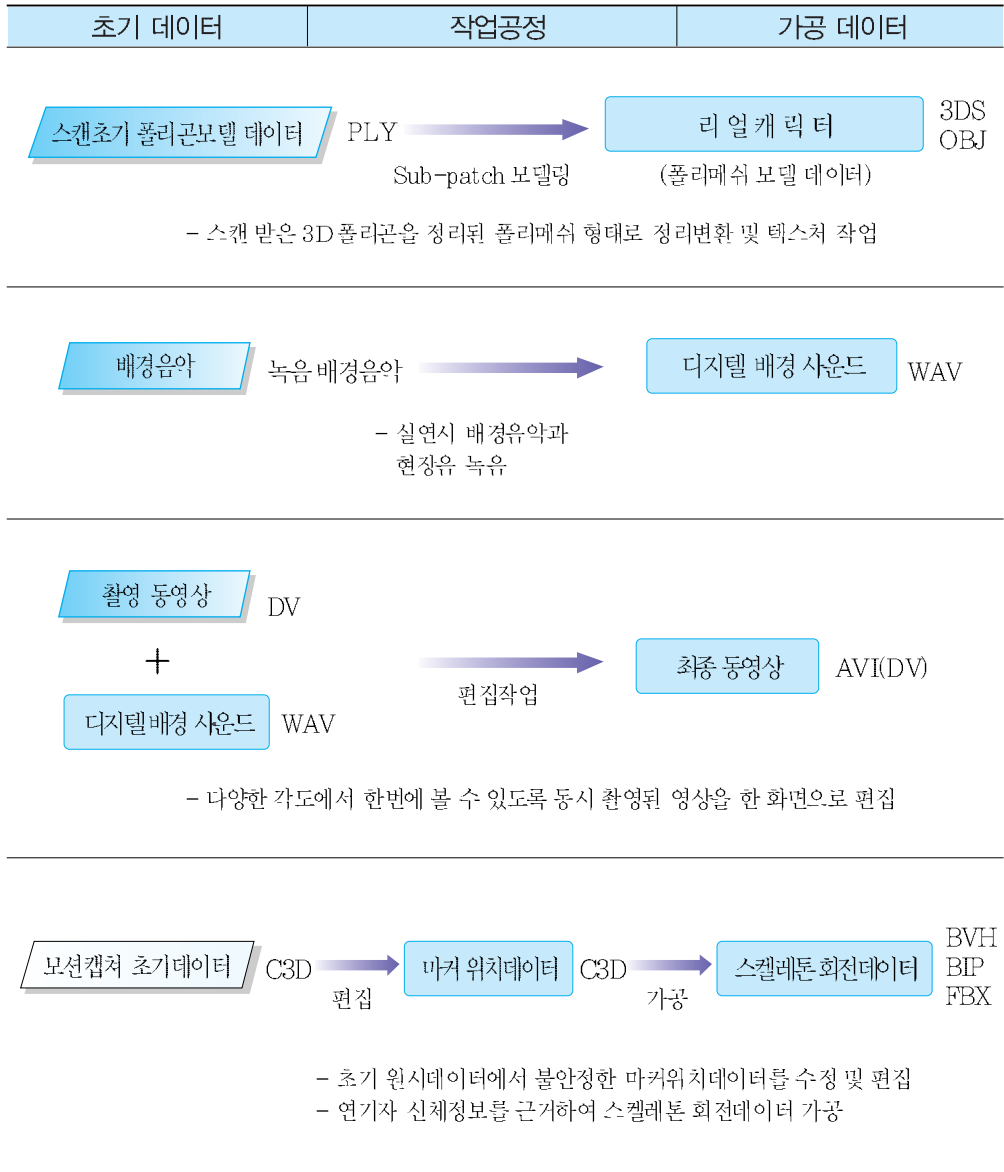
2단계 : 스튜디오 촬영

구축 3종목의 동작 데이터를 얻기 위해 보유자의 모션 캡처 촬영을 진행
 ※ 모션캡처 스튜디오에서 드레스 실연 영상 촬영과 기록 사진 촬영 작업을 동시 진행

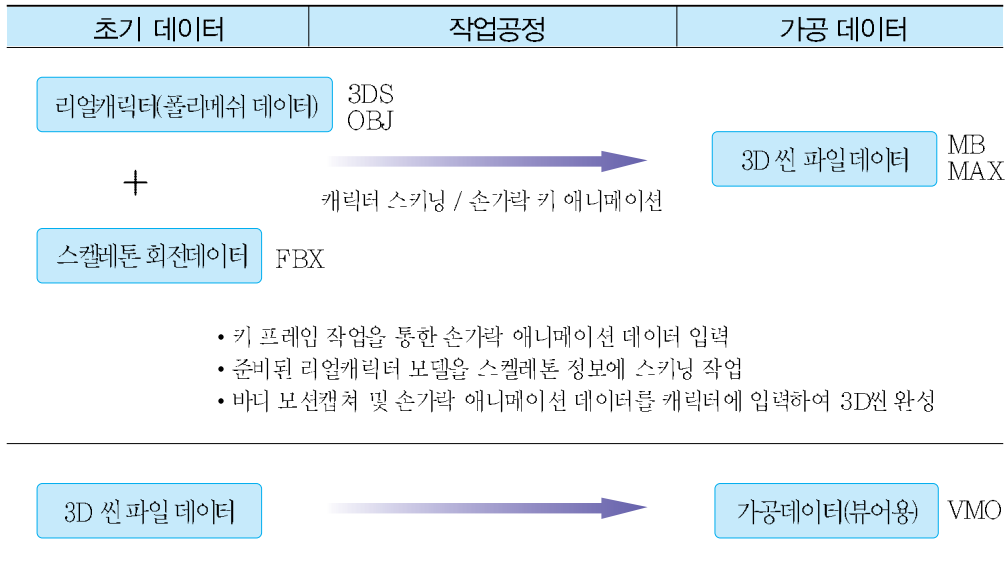
작업 공정		구축 데이터	
	모션캡처	→	모션캡처 초기데이터 C3D - 원시 마커 위치데이터 확보
	영상촬영	→	촬영 동영상 NTSC DV 테이프 - 4시방향 동시촬영
	사운드	→	배경음악 녹음자료 확보 - 테이프, CD 등 녹음 배경음악
	사진촬영	→	작업공정 사진 이미지 JPG - 작업공정 사진촬영

3단계 : 후반작업

2단계와 3단계에서 구축된 원시 자료를 기반으로 후처리 작업을 진행



3단계 : 후반작업(계속)



V. 사업을 통한 성과와 과제

무형문화재에 대한 기록작업은 무형문화재를 보호하기 위한 가장 적극적인 방법 중에 하나일 것이다. 무형의 문화재는 사회적 변화와 시대의 흐름에 따라 끊임없이 변하기 마련인데 이것들을 어떻게 기록하여 남겨두느냐 하는 문제는 무형문화재의 보호라고 하는 측면에서 가장 중요한 일이라 하지 않을 수 없다.

그러나 무형문화재의 기록에 대한 논의는 커녕 무형문화재를 기록하기 위한 방안을 마련하는 작업 또한 소홀이 한 것이 그간의 상황이다. 무형문화재의 기록방법은 다양한 방법이 있을 수 있으며 또한 다양한 기록방법은 저마다의 장점과 단점을 가지고 있다. 기록하고자 하는 무형문화재의 특성에 따라 적당한 기록방법을 선택하여야 할 것이며 또한 최선의 방안들을 개발하고 연구해야 할 것이다.

그러한 의미에서 이번에 실시한 모션캡처를 이용한 무형문화재의 기록화 사업은 무형문화재 중에서도 신체적 표현이 중요한 무용종목에 대한 새로운 기록방법으로서 관절의 움직

임을 수치화된 계량적인 방법으로 기록하고자 실시된 시도였다. 즉, 기록의 목적은 연희를 담당하고 있는 보유자의 관절의 움직임보다 정확하게 기록으로 남겨두고자 하는 것이다.

사업의 진행과정에서 모션캡처의 방법이 한국무용이 가지고 있는 예술적인 감정들을 캐치해 내기에 부족하지 않느냐고 하는 문제제기가 있었다. 그러나 이러한 문제제기는 모션캡처 작업을 통해 얻어내려는 결과에 대한 오해에서 비롯된 것이다. 즉, 모션캡처를 이용한 무형문화재 기록작업의 목적은 연희자의 관절의 움직임을 기록하고자 하는 것으로 관절의 움직임을 수치적으로 분석해보려는 데 있다. 모션캡처로 표현해내기 어려운 부분들은 또 다른 기록방법을 통하여 얻어낼 수 있을 것이며 보다 다양한 기록방법이 개발되어야 할 것이다.

이번에 모션캡처를 이용한 무형문화재 기록사업은 보유자 작품 전과정 20~30분 가량의 초장시간 모션캡처 기술과 경험을 확보함과 이번 모션캡처를 위해 국내 최초로 3D 스캔 기술을 도입한 점도 커다란 의미가 있다. 이를 통해 무형문화재 보유자의 형상데이터를 함께 얻을 수 있었다. 이번 사업이 무형문화재 디지털화 사업으로서의 정확성과 정밀성을 갖고 있다는 점에서 과거의 비슷한 사업들과 확연히 구분된다고 할 수 있다. 무형문화재 보유자가 직접 3차원 스캔과 모션캡처 시연에 참여했다는 사실만으로도 이번 프로젝트 결과물의 정확성을 한층 높일 수 있는 기본 바탕이 되는 것이다.

그러나 기술적인 한계 또한 지적하지 않을 수 없다. 현재의 기술력으로는 얼굴 표정이나 손가락의 움직임 등과 같은 세밀한 부분까지 표현해 내기가 힘들다. 뿐만 아니라 애니메이션 구현을 위한 의상 혹은 머리카락 등의 움직임을 컴퓨터 상에서 자연스럽게 움직이게 하는 것이 기술상 아직 어려운 상태이며 원시적 수준의 애니메이션조차도 직접 일일이 수작업을 통하여 그리지 않으면 안 되기 때문에 막대한 비용이 필요하다. 그러나 이러한 한계들은 기술의 발전과 함께 극복될 수 있는 부분들이라고 사료된다.

이후의 과제로는 생성된 자료들에 대한 분석을 통하여 승무, 살풀이, 태평무의 무용적인 특성과 보유자의 춤사위에 대한 성격을 구명하는 작업이다. 이러한 분석작업을 바탕으로 추출된 데이터를 활용하여 전통무용에 대한 3D 관련 콘텐츠를 개발함과 동시에 전승교육을 위한 프로그램을 개발함으로써 모션캡처 자료들을 전승교육과 대국민 홍보에 사용할 계획이다.

다음은 이번 사업을 통하여 구축된 결과물에 대한 사진 자료들이다.

[사업결과]

1. 리얼캐릭터



그림 14. 리얼캐릭터(전신)



그림 15. 리얼캐릭터(얼굴)

2. 드레스실연 동영상



사진 8. 강선영의 태평무



사진 9. 정재만의 승무



사진 10. 이매방의 살풀이춤



사진 11. 이애주의 승무

3. 모션캡처 편집동영상



사진 12. 강선영의 태평무



사진 13. 정재만의 승무



사진 14. 이매방의 살풀이춤



사진 15. 이애주의 승무

4. 뷰어용 캐릭터



그림 16. 강선영



그림 17. 정재만



그림 18. 이매방



그림 19. 이애주

5. 모션적용 확인 뷰어



그림 20. 강선영의 태평무



그림 21. 정재만의 승무



그림 22. 이매방의 살풀이춤



그림 23. 이애주의 승무

Abstract

Documentation of Intangible Cultural Heritage Using Motion Capture Technology Focusing on the documentation of Seungmu, Salpuri and Taepyeongmu

Park, Weonmo
(National Research Institute of Cultural Heritage)

Go, Jungil
(National Research Institute of Cultural Heritage)

Kim, Yongsuk
(Co. ParhaeGate)

With the development of media, the methods for the documentation of intangible cultural heritage have been also developed and diversified. As well as the previous analogue ways of documentation, they have been recently applying new multi-media technologies focusing on digital pictures, sound sources, movies, etc. Among the new technologies, the documentation of intangible cultural heritage using the method of 'Motion Capture' has proved itself prominent especially in the fields that require three-dimensional documentation such as dances and performances.

Motion Capture refers to the documentation technology which records the signals of the time varying positions derived from the sensors equipped on the surface of an object. It converts the signals from the sensors into digital data which can be plotted as points on the virtual coordinates of the computer and records the movement of the points during a certain period of time, as the object moves. It produces scientific data for the preservation of intangible cultural heritage, by displaying digital data which represents the virtual motion

of a holder of an intangible cultural heritage.

National Research Institute of Cultural Properties (NRICP) has been working on for the development of new documentation method for the Important Intangible Cultural Heritage designated by Korean government. This is to be done using ‘motion capture’ equipments which are also widely used for the computer graphics in movie or game industries.

This project is designed to apply the motion capture technology for 3 years – from 2005 to 2007 – for 11 performances from 7 traditional dances of which body gestures have considerable values among the Important Intangible Cultural Heritage performances. This is to be supported by lottery funds.

In 2005, the first year of the project, accumulated were data of single dances, such as Seungmu (monk’s dance), Salpuri(a solo dance for spiritual cleansing dance), Taepyeongmu (dance of peace), which are relatively easy in terms of performing skills. In 2006, group dances, such as Jinju Geommu (Jinju sword dance), Seungjeonmu (dance for victory), Cheoyongmu (dance of Lord Cheoyong), etc., will be documented. In the last year of the project, 2007, education programme for comparative studies, analysis and transmission of intangible cultural heritage and three-dimensional contents for public service will be devised, based on the accumulated data, as well as the documentation of Hakyeonhwadae Habseolmu (crane dance combined with the lotus blossom dance).

By describing the processes and results of motion capture documentation of Salpuri dance (Lee Mae-bang), Taepyeongmu (Kang seon-young) and Seungmu (Lee Mae-bang, Lee Ae-ju and Jung Jae-man) conducted in 2005, this report introduces a new approach for the documentation of intangible cultural heritage.

During the first year of the project, two questions have been raised. First, how can we capture motions of a holder (dancer) without cutoffs during quite a long performance? After many times of tests, the motion capture system proved itself stable with continuous results. Second, how can we reproduce the accurate motion without the re-targeting process? The project re-created the most accurate motion of the dancer’s gestures, applying the new technology to

draw out the shape of the dancers's body into digital data before the motion capture process for the first time in Korea. The accurate three-dimensional body models for four holders obtained by the body scanning enhanced the accuracy of the motion capture of the dance.

Keyword : intangible cultural heritage, motion capture, documentation, three-dimensional scanning, real character, re-targeting