

인체정보 DB의 경제적인 조합을 통한 골프 스윙 동작 분석용 3D 캐릭터 모델링

The 3D Character Modeling for Golf Swing Motion Analysis by Economical Verification of Body Information

곽현민* · 채균식* · 박찬종** · 이상태*

Hyunmin Kwak, Kyunsik Chae, Chanjong Park, Sangtae Lee

Abstract : The national standard anthropometry of Korea is conducted every 5~6 year term after its first research was started in 1979. The fourth research was conducted in 1997. The result of the national standard anthropometry has been reflected in manufactured goods design of allied industries such as clothing, shoes and furniture. In this paper, we measured anthropometry data for every bodily figurative classification after dividing users according to gender, age and bodily figure using the result of the national standard anthropometry. We constructed 3D character through the process of analyzing interrelation of measured anthropometry and measuring representative category. In the process for organization, we measured anthropometry which can effectively express sports action of golf, tennis etc. We made it by presenting measurement which is able to form each type of 3D character after the category was decided. Quantitative and objective valuation for posture and action became possible by developing visible information offer and posture action analysis protocol in theoretical approach for analysis of posture and action in sports.

Key word : anthropometry, motion analysis, 3D Modeling

요약 : 우리나라의 국민표준체위조사는 1979년 1차 조사를 시작으로 약 5~6년 주기로 실시되고 있으며, 1997년 제4차 조사가 실시되었다. 국민표준체위조사 결과를 기반으로 한 인체측정치는 의류, 신발, 가구 등 관련산업의 제품설계에 반영되었다. 본 논문에서는 국민표준체위조사 결과자료를 기본으로 성별, 연령별, 체형별로 사용자를 분류한 후 체형별 분류를 위한 인체측정치를 도출하였다. 도출된 인체측정치의 상관관계를 분석, 대표적인 항목 도출 등의 과정을 통하여 3D 캐릭터를 구성하였다. 구성을 위한 과정으로 골프, 테니스 등의 스포츠 동작을 효율적으로 나타낼 수 있는 인체 측정치를 도출하였다. 항목이 결정되면 각 타입의 3D 캐릭터를 구성할 수 있는 치수를 제시하여 생성하였다. 스포츠의 자세 및 동작분석에 대한 이론적 접근에서 가시적인 정보제공 및 자세·동작분석 프로토콜을 개발함으로써 자세 및 동작에 대한 정량적·객관적 평가가 가능해졌다.

주요어 : 인체정보, 동작분석, 3D 모델링

1. 서론

인체측정치 분류를 통한 체형별 연구는 국내에서

많은 연구자들에 의해 진행되어 왔으나 체형 집단별 자세변화에 대한 3차원적 연구는 극히 적다. 따라서 체격 및 체형에 따라 움직임의 동작범위 및 모멘트 변

*한국표준과학연구원 정보전산그룹, 전화 : (042)868-5473, FAX : (042)868-5423, E-mail : hyenmin@kriss.re.kr

**한국표준과학연구원 정보전산그룹(Dep. of Information & Computing, KRISS)

** (주)가시오페아(Gasiopeia Co.)

위가 각기 다르기 때문에 인체 특성치 분석을 통하여 자세분석에 유용한 파라메타를 추출하는 기술은 중요하다.

그동안 국내에서도 3차원 애니메이션 제작을 위한 3차원 모션 캡처 연구가 몇몇 연구기관에서 실시되어 왔으며, 한국표준과학연구원에서는 자세변화에 따른 동작범위 분석 및 궤적에 대한 연구를 1999년 3차원 동작분석기를 이용하여 분석 프로토콜을 연구한 바 있다. 그러나 개발된 프로토콜을 여러 단계의 자세변화에 적용하여 평가하고 진단할 수 있는 시스템으로의 전환 기술은 아직 미흡한 단계이다.

동작분석 연구는 애니메이션 산업에서뿐 아니라 스포츠분야와 의료분야 등에서 상당부분 적용을 위해 연구를 하고 있으며, Man-Machine 시스템을 연구하는 분야에서도 인체동작분석에 관련된 자료의 요구도가 증가되고 있다. 국내 자체 동작분석 프로그램을 개발할 수 있는 계기가 되어 국제 경쟁력 확보에 기여하게 될 것이다.

한국표준과학연구원은 1995년 11월부터 1998년 10월까지 감성공학 세부과제의 하나로 인체동작반응측정평가시스템 개발이라는 과제를 수행한 바 있다. 그 과제의 주요 연구 내용은 인체의 동작을 평가하기 위한 3차원 동작분석시스템을 개발하는 것이었다. 연구 결과 전신 동작 분석을 수행할 수 있는 시스템이 개발되었으며, 별도로 손 동작의 생체역학적 분석을 할 수 있는 시스템도 개발하였다. 이러한 시스템들을 일부 가전제품의 평가에 적용하여 시스템을 검증한 바 있

다. 또한, 1999년 한국표준과학연구원에서는 동작분석 및 모멘트 분석을 위한 동작범위와 궤적 추출 프로토콜을 개발한바 있다.

일본의 감성공학 프로젝트에서도 역시 비슷한 방법을 활용하여 동작 연구를 수행한 바 있으나 주로 계단 등 보행 환경 설계에 중점을 두었고 방법론을 개발하는 수준에서 연구가 수행되었다.

동 분야의 연구개발 실적을 종합해 보면, 3차원 동작측정 기술은 개발되어 있으며 이를 어느 분야에 적용하느냐에 따라 연구분야가 나뉘어져 있는 상태이다. 본 연구의 적용분야인 스포츠 동작분석 시스템의 적용은 국내 기술로 시스템을 제작한 바는 없기에 자세 및 동작에 대한 정량적 평가가 가능하고 스포츠 산업에의 고부가가치의 영역을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 인체정보 DB를 이용한 3D Cyber 골프 모델 생성

한국표준과학원에서 매 5년마다 시행하는 국민표준체위조사 자료를 활용하여 121개의 표준 체위조사 파라미터를 골프 스윙 분석용으로 재구성하였다. 재구성된 인체정보 DB를 이용하여 프로선수의 간단한 인체정보에서 종합적인 인체정보를 추출하고 이것을 이용하여 3차원 사이버골퍼를 생성하였다. 모션캡처 시스템으로 획득한 프로선수의 스윙동작은 사이버골퍼모델을 적용하여 애니메이션으로 재구성한 후 전문

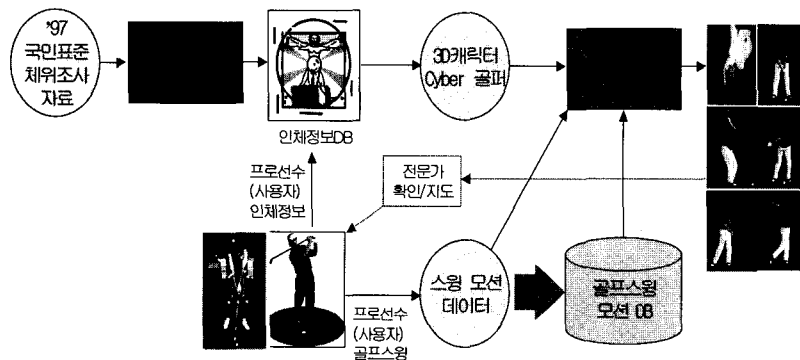


그림 1. 골프 스윙 동작을 애니메이션으로 제작하는 과정도

가의 감수를 거쳐 최종 표준 스윙 동작으로 저장하였다. 일반인의 스윙 동작은 4장에서 언급할 골프 스윙 동작 분석/평가 시스템으로 획득한 후 사이버골퍼를 이용하여 3차원 애니메이션으로 제작하고 스윙지도에 활용될 수 있다. 그림 1은 국민표준체위조사 자료를 기반으로 3D 애니메이션을 제작하는 과정을 보여주고 있다.^[1]

2.1 인체정보 재구성

다양한 성별, 연령, 체형의 사용자에게 적합한 3D 캐릭터를 선정해 주기 위해서는 먼저 사용자의 체형에 따른 분류가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 한국표준과학연구원에서 보유하고 있는 인체측정 데이터를 활용하여 그림 2와 같이 성별(남, 여), 연령(10~13세, 14~16세, 17~19세, 20대, 30대, 40~50대, 60대), 체형(선정된 항목의 5, 50, 95% tile)에 따른 분류를 실시하였다.^[2, 3]

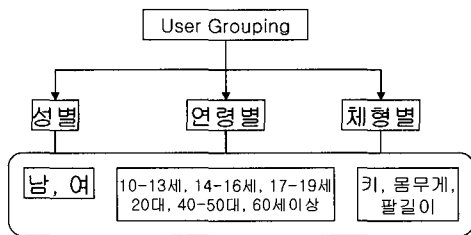


그림 2. 사용자 분류 과정 흐름도

여기서 체형에 따른 사용자 분류에 필요한 항목은 골프 스윙을 특징짓는 데 적합한 키, 몸무게, 팔길이의 세 항목을 선정하였다. 체형에 따른 사용자 분류는 키 5, 50, 95% tile에 대해 몸무게, 팔길이 항목의 5, 50, 95% tile을 고려하여 경우의 수를 조합하였다. 그러나 성별, 연령, 체형에 대한 모든 경우의 수를 고려하면 378가지의 모델을 생성해야 하므로 비경제적인 모델링이 될 것으로 판단하였다.^[4, 5]

• 최대 경우의 수_1

$$\text{성별}(2) \times \text{연령별}(7) \times \text{체형별}(9+9+9) = 378$$

따라서 체형별 분류에서 키가 5% tile인 경우 몸무

게와 팔길이가 95% tile인 경우는 제외하였고, 또한 키가 95% tile인 경우 몸무게와 팔길이가 5% tile인 경우는 존재하지 않는 것으로 가정하여 238가지의 조합을 생성하였다.

• 최대 경우의 수_2

$$\text{성별}(2) \times \text{연령별}(7) \times \text{체형별}(4+9+4) = 238$$

그러나 화면으로 인체를 표현할 때 키와 몸무게의 비율에 의해서 3D 캐릭터(아바타)의 scale이 인식되므로 키는 각 성별과 연령의 50% tile로 정규화 하므로 최대 경우의 수는 키 항목을 제외하여 126가지의 조합이 된다.

• 최대 경우의 수_3

$$\text{성별}(2) \times \text{연령별}(7) \times \text{체형별}(9) = 126$$

2.2 사용자 체형 분류 시나리오

위에서 분류한 내용을 기본으로 사용자의 체형을 분류하는 시나리오를 나타내었다. 예를 들어 30대의 마른, 보통의 팔 길이인 남자의 경우에는 그림 3과 같은 체형으로 분류된다.^[6]

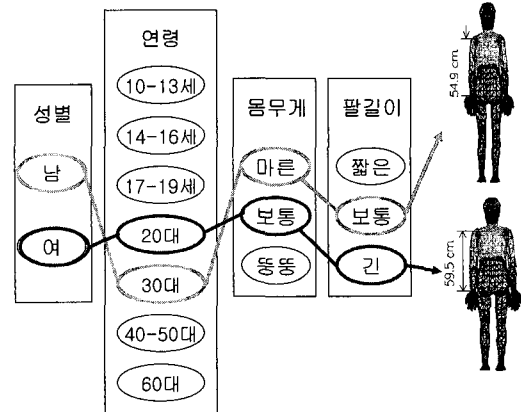


그림 3. 사용자 체형 분류

분류단계 1 : 성별

분류단계 2 : 연령

분류단계 3 : 몸무게(틀리지수¹⁾)

1) 사람의 체형이 뚱뚱한가 마른가를 판단하는 기준으로 그림 3의 사용자 체형 분류에서 몸무게에 해당하는 부분이다. 몸무게가 5%, 50% 등 어디에 해당하는지를 판단하는 기준이다.

표 1. 사용자 체형 분류의 예

20대 남성	Height 키		171.4	롤러지수	
	Weight	몸무게	5%	53.8	106,844
			50%	65.1	129,285
95%			79.5	157,883	
30대 남성	Height 키		170.4	롤러지수	
	Weight	몸무게	5%	55.4	111,970
			50%	67.5	136,425
95%			82.0	165,732	
40대 남성	Height 키		167.1	롤러지수	
	Weight	몸무게	5%	54.2	116,056
			50%	68.3	146,276
95%			82.2	176,067	

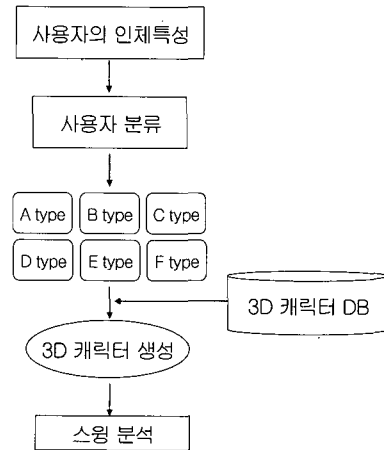


그림 5. 인체정보 DB구성을 위한 과정

3. 3D 골프 스윙 모션 DB 구축

기준이 되는 골프 스윙동작을 획득하기 위하여 프로골프 선수와 전문 코치를 초빙하여 모션캡처 전문 스튜디오에서 골프 스윙동작을 실연하였다. 캡처된 모션데이터의 정확성을 기하기 위해 모션데이터 편집 작업을 수행하였다. 골프 전문가의 최종 확인을 거쳐 잘못된 스윙 동작은 재작업을 수행하고 완성된 동작은 남녀/클럽 종류별로 분류하여 3D 스윙 동작 DB로 구축하였다(그림 4).

3.1 동작분석 DB 구성을 위한 과정

인체정보 DB 구성을 위한 프로세스는 그림 5의 과정을 따른다. 성별, 연령별, 체형별로 사용자를 분류한 후 체형별 분류를 위한 인체측정치를 도출한다. 도

출된 인체측정치의 상관관계를 분석, 대표적인 항목 도출 등의 과정을 통하여 3D 캐릭터 구성을 위한 과정으로 골프의 동작을 효율적으로 나타낼 수 있는 인체 측정치를 도출한다. 항목이 결정되면 각 타입의 3D 캐릭터를 구성할 수 있는 치수를 제시하여 생성한다.¹⁷⁾

4. 골프 스윙 동작 평가/분석 시스템 개발

사용자의 기본적 인체정보(예 : 키, 체중, 비만도 등)를 입력받아 인체정보 DB에 보관하고 사이버골퍼 생성기를 이용하여 3차원 캐릭터를 사용자별로 생성/보관/활용하였다. 사용자는 광학식 마커 및 센서를 부착하고 골프 스윙 동작을 실연하고, 실시간에 마커

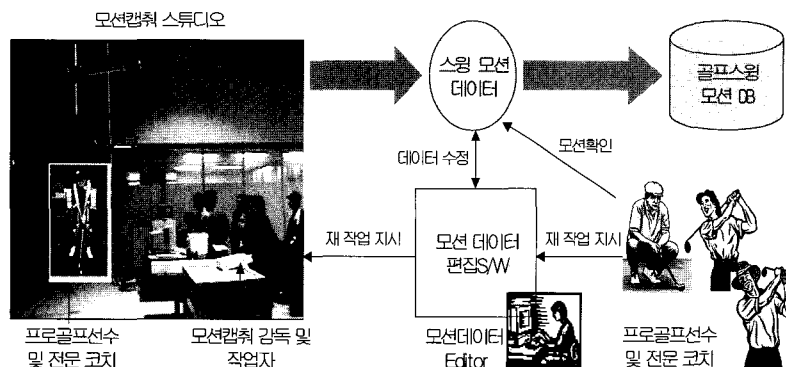


그림 4. 골프 스윙 모션 DB 구축 과정도

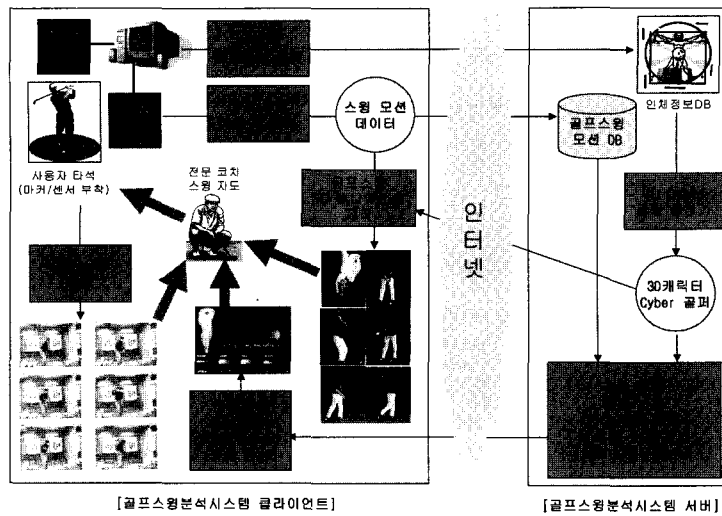


그림 6. 골프 스윙 동작 평가/분석 시스템의 상세도

및 센서 값을 처리하여 스윙 모션 데이터를 획득한다. 획득한 스윙 모션 데이터는 서버의 골프 스윙 모션 DB에 보관하며, 서버로부터 제공받은 사이버 캐릭터를 이용하여 스윙 동작 애니메이션 생성에 활용하였다. 시스템에 부착된 고속카메라를 이용하여 스윙 동작을 촬영하였고 디지털 영상으로 저장하고 서버로부터 제공받은 표준 스윙 애니메이션과 비교/분석하는데 활용하였다. 서버에는 사용자별로 지도해야 할 정보를 체계적으로 보관/관리하고, 전문가의 지식을 이용하여 표준적인 스윙 동작과 비교/분석할 수 있는 데이터를 클라이언트에 실시간으로 제공하였다. 클라이언트에서는 서버로부터 제공받은 데이터를 이용하여 일반인이나 전문 코치가 필요로 하는 다양한 데이터를 차트나 그림으로 가시화하였다(그림 6).

4.1 3D 캐릭터 모델링

3D 캐릭터 모델링을 하기 위해 필요한 인체 측정 항목은 그림 7과 같이 머리, 가슴, 배, 상완, 전완, 손, 대퇴, 하퇴, 발, 목의 길이, 너비, 두께의 측정치이다. 팔과 다리는 좌우 대칭으로 생각하였다.

3D 캐릭터 생성시 두께와 너비 항목은 몸무게의 % tile을 적용하고, 팔길이는 세 가지 몸무게 특성에 대해 각각 5, 50, 95% tile을 적용하여 골프 스윙시 팔길

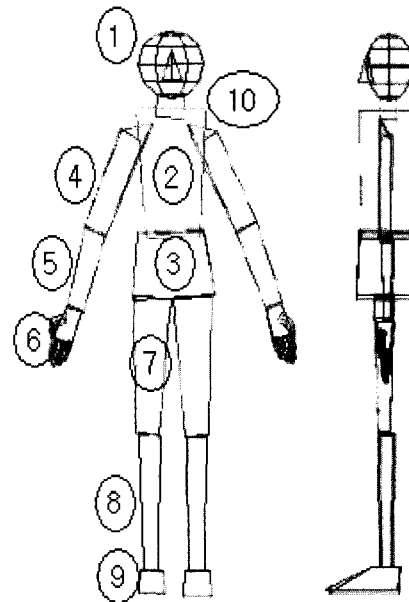


그림 7. 3D 캐릭터 모델링을 하기 위해 필요한 인체 측정 항목 ① 머리, ② 가슴, ③ 배, ④ 상완, ⑤ 전완, ⑥ 손, ⑦ 대퇴, ⑧ 하퇴, ⑨ 발, ⑩ 목

이의 영향을 고려한 126가지의 3D 캐릭터를 생성하였다.

따라서 3D 스포츠(골프) 동작 평가/분석 시스템에서 사용자에게 대한 성별, 연령, 키, 몸무게, 팔길이의

정보를 입력하면 개인의 인체 특성에 적합한 3D 캐릭터가 선정이 되고 프로그램 상에서 분석을 거쳐 기존의 골프 스윙 DB에 저장된 교과서적인 스윙과 시각적으로 비교할 수 있다.

표 2를 이용하여 20대 남성에 대해 9가지 3D 캐릭터가 생성됨을 보여준다.

표 2. 3D 캐릭터 생성의 예 (20대 남성)

항목		길이	너비	두께	
Head	① 머리	23.4	15.9	18.2	
Hand	⑥ 손	19.4	10.4	4.0	
Foot	⑨ 발	25.0	10.1	6.6	
Neck	⑩ 목	6.7	13.9	13.9	
Upper Arm	④ 윗팔	5%	30.7	8.1	8.1
		50%	33.5	9.3	9.3
		95%	36.1	10.8	10.8
Lower Arm	⑤ 아래팔	5%	23.3	7.3	7.3
		50%	25.7	8.2	8.2
		95%	28.1	9.0	9.0
Thigh	⑦ 넓적다리	5%	38.6	15.2	15.2
		50%		17.1	17.1
		95%		19.2	19.2
Lower Leg	⑧ 장딴지	5%	39.5	10.4	10.4
		50%		11.6	11.6
		95%		112.9	12.9
Chest	② 가슴	5%	29.0	29.0	18.4
		50%		32.0	20.9
		95%		35.7	24.3
Abdo-men	③ 배	5%	29.7	29.7	17.6
		50%		32.0	20.3
		95%		34.7	23.5

5. 결론 및 향후과제

골프 자세 및 동작분석에 대한 이론적 접근이 아닌 가시적인 정보제공을 할 수 있고 자세 및 동작분석 프로토콜을 개발함으로써 자세·동작에 대한 정량적·객관적 평가가 가능해진다. 스포츠 산업에서도 상당

한 고부가가치의 영역을 국내에서도 확보할 수 있을 것으로 예상된다. 지금까지 동작분석은 주로 생체 역학적 부하평가를 위주로 이루어져 왔으며 이를 구체적인 제품평가에까지 연결시킨 기술은 아직 정립되어 있지 않다. 또한 적외선 카메라를 사용하여 이미지처리 방법으로 동작을 분석하는 기술은 컴퓨터 성능과 용량의 제한 등으로 장시간의 작업이나, 야외에서의 작업, 활동영역이 넓은 작업 등에 대한 측정에는 취약한 면을 지니고 있다. 앞으로 동작분석 기술이 일반화 되고 여러 분야에 적용하는 기술이 보편화되면 인체의 동작을 측정하여 이를 제품 평가의 지표로 이용될 수 있다. 또한 자세변화를 예측하여 자세 및 동작을 평가하는 기술 개발이 활발히 이루어질 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] 국립기술품질원(1997), 산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서.
- [2] 박재희, 김진호(1998), 인체동작반응 측정평가 시스템 개발, 과학기술부.
- [3] 김상용(2000), 사용자 인터페이스 시뮬레이션 시스템, 과학기술부.
- [4] 고희동, 최윤철, 김남균, 정만호, 김정현, 이남식(1998), 3차원 시청각 환경제시 기술 개발, 과학기술부.
- [5] 이정철(2001), 영상처리를 이용한 반복적 작업의 측정에 관한 연구, IE Interfaces, 1.
- [6] Chang C. W., Lee S. Y.(1997), A Video System for Sports Motion Analysis, Journal of Visual Language and Computing, 8-3.
- [7] Morizono T., Kawamura S.(1998), Toward Virtual Sports with High Speed Motion, Lecture notes in Control and Information Sciences, 232.