

스포츠 동작 분석용 3D캐릭터 모델링

곽현민, 조해성*, 박찬종**, 이상태
한국표준과학연구원 인간정보그룹
* 건양대학교 IT 학부
** (주) 가시오페아

3D Character Modeling For Sports Motion Analysis

Hyun-Min Kwak, Hae-Seong Cho*, Chan-Jong Park**, Sang-Tae Lee
Dep. of Ergonomics & Information Technology, KRISS
* Konyang Univ. IT Division
** Gasiopeia Co.

Abstract

The national standard physique research of Korea is being 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 physique research was reflected in manufactured goods design of allied industries such as clothing, shoes, furniture. In this thesis, we measured anthropometry value for every bodily figurative classification after dividing users according to gender, age, bodily figure using the result of the national standard physique research. We constructed 3D character through the process of analyzing interrelation of measured anthropometry and measuring representative category. For the process for organization, we measured anthropometry which can express sports action of golf, tennis and etc effectively. 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.

요약

우리나라의 국민표준체위조사는 1979년 1차 조사를 시작으로 약 5-6년 주기로 실시되고 있으며, 1997년 제 4차 조사가 실시되었다. 국민체위조사 결과를 기반으로 의류, 신발, 가구 등 관련산업의 제품설계에 반영되었다. 본 논문에서는 국민표준체위조사 결과 자료를 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 측정, DB, 3D 모델링

1. 서론

인체측정치의 통계처리 및 비교 그리고 산업 전반에 측정결과를 반영하기 위하여 국민체위조사가 실시되고 있다. 국민체위조사 결과를 근간으로 성별(남, 여), 연령(10-13세, 14-16세, 16-19세, 20대, 30대, 40-50대, 60대), 체형(선정된 항목의 5, 50, 95%tile)에 따른 분류를 실시하였다. 경우의 수를 고려하여 경제적인 조합을 도출하였고, 3D 캐릭터를 모델링 하였다.

본 논문을 통하여 스포츠 자세 및 동작 분석에 대한 이론적 접근이 아닌 가시적인 정보제공이 가능할 것으로 기대된다. 또한 자세·동작분석 프로토콜을 개발함으로써 자세 및 동작에 대한 정량적, 객관적 평가가 가능해졌다.

향후 동작분석 기술이 일반화되고 여러 분야에 적용하는 기술이 보편화 되면 인체의 동작을 측정해 이를 제품 평가의 지표에 활용될 것이다. 또한 자세변화를 예측하여 자세 및 동작을 평가하는 기술 개발이 활발히 이루어질 것으로 판단된다.

2. 인체정보 DB

우리나라의 국민표준체위조사는 1979년 1차 조사를 시작으로 약 5-6년 주기로 실시되고 있으며, 1997년도에 제 4차 조사가 실시되었다. 국민체위 및 체형 관련자료를 정확하고 현실적인 자료로서 활용하기 위해서는 조사주기를 더욱 단축하고 전국 각지 및 각계 각층의 광범위한 자료조사를 요구하게 되며, 1997년 국민체위조사도 이러한 목적의 일환으로서 수행되었다. 0세의 영아부터 70세까지의 노인층에 이르는 각 연령층의 전국민을 모집단으로 삼고 통계적 방법에 의해 표본을 선정하여 남자 6,578명, 여자 6,484명 등 총 13,062명에 대해 측정하였다. 조사지역은 전국을 서울/경기/강원권, 충청/

전라권, 경상/제주권으로 분류하였으며 실제 방문조사는 표본설계에 따랐다. 인체측정항목은 모두 120개 항목으로 결정하였고, 각 항목의 선정은 KS A 7003(인체측정용어 정의)에 따랐으며 측정방법은 Martin자를 이용한 직접측정법을 사용하였고 KS A 7004(인체측정방법)에 따랐다.

연령은 만 19세까지는 신체가 급성장하고 그 이후 신체의 변화가 완만하기 때문에 만 19세까지는 1세, 만 24세까지는 2-3세, 25세 이상은 5세 단위로 구분하였고, 측정시 발생할 수 있는 각종 오차 및 비용요소를 감안하여 표본수는 12,502명으로 결정하였다. 본 조사에서는 적정 표본의 크기는 단순임의추출방법으로 구하고, 지역별 표본의 할당은 층화에 의한 집락추출방법을 이용하였으며, 도시 규모별로 전국을 3등분, 표본의 지역균형을 위하여 전국을 다시 4개 권역으로 나누는 2단계 층화법에 의한 집락추출방법을 사용하여 층별 인구크기에 비례하여 표본의 크기를 할당하였다. 측정방법으로는 다음과 같은 기준을 중심으로 결정되었다.

- 인체측정시 요구되는 기본 측정 항목의 우선 선정
- 의류, 가구류, 신발류, 개인보호장비류 등을 중심으로 각종 산업제품의 규격화 및 설계의 기본자료로 활용될 수 있는 항목
- 산업경쟁력 확보를 위해 가장 급히 요구되는 것으로 생각되는 측정자료
- 산업간의 요구가 중복되어 가능한 많은 분야에서 요구되는 항목
- 가능한 한 많은 자료를 파생시켜 관련 분석에 두루 적용될 수 있는 항목
- 선진국에서 공통적으로 선택 조사하고 있는 항목
- 측정 난이도와 활용 용이성 등의 경제성을 고려한 측정항목
- 살아있는 통계자료로서 현실적으로 활용될 수 있는 항목

| 번호 | 신체부위 | 남자 | 여자 | 번호 | 신체부위 | 남자 | 여자 |
|----|---------------------|-------|-------|-----|------------------|-------|-------|
| 1 | 키 | 170.2 | 158.0 | 61 | 윗가슴둘레(여) | | 83.6 |
| 2 | 눈높이 | 158.1 | 147.4 | 62 | 가슴둘레 | 91.2 | 85.4 |
| 3 | 어깨높이 | 137.9 | 128.1 | 63 | 밑가슴둘레(여) | | 75.3 |
| 4 | 목뒤높이 | 144.2 | 134.0 | 64 | 허리둘레 | 81.5 | 70.2 |
| 5 | 겨드랑정높이 | 127.2 | 119.8 | 65 | 배둘레 | 84.9 | 80.9 |
| 6 | 허리높이 | 101.9 | 95.7 | 66 | 영덩이둘레 | 93.2 | 90.3 |
| 7 | 장골크높이 | 92.4 | 87.4 | 67 | 넓적다리둘레 | 54.3 | 51.9 |
| 8 | 팔굽한팔꿈치높이 | 104.3 | 97.5 | 68 | 무릎둘레 | 35.8 | 33.7 |
| 9 | 손끝높이 | 64.5 | 60.6 | 69 | 장딴지둘레 | 36.3 | 33.3 |
| 10 | 영덩이밑높이 | 75.0 | 69.8 | 70 | 얇은키 | 92.1 | 86.6 |
| 11 | 회음높이 | 75.0 | 71.3 | 71 | 얇은눈높이 | 80.9 | 76.0 |
| 12 | 대퇴골기높이 | 83.7 | 78.4 | 72 | 얇은목뒤높이 | 66.9 | 63.1 |
| 13 | 무릎마디안쪽높이 | 44.4 | 41.1 | 73 | 얇은어깨높이 | 60.1 | 56.8 |
| 14 | 장딴지높이 | 33.3 | 31.1 | 74 | 얇은팔꿈치높이 | 26.9 | 27.1 |
| 15 | 머리위로뺨은손끝높이 | 211.2 | 195.7 | 75 | 얇은무릎높이 | 50.5 | 46.6 |
| 16 | 머리위로뺨은손주먹높이 | 203.8 | 188.8 | 76 | 얇은오금높이 | 40.7 | 38.2 |
| 17 | 앞중상길이 | 37.0 | 33.3 | 77 | 얇은넓적다리두께 | 14.5 | 13.5 |
| 18 | 앞뺨 | 35.8 | 30.7 | 78 | 얇은영덩이배두께 | 22.5 | 21.0 |
| 19 | 목옆정-젓꼭지점길이(여) | | 25.5 | 79 | 얇은영덩이무릎길이 | 55.2 | 52.6 |
| 20 | 목옆정-젓꼭지점-허리둘레선길이(여) | | 41.1 | 80 | 얇은영덩이오금길이 | 46.8 | 44.8 |
| 21 | 목옆정-견갑아래각점길이 | 24.6 | 22.0 | 81 | 얇은팔꿈치별린너비 | 47.6 | 43.4 |
| 22 | 목옆정-견갑아래각점-허리둘레선길이 | 48.4 | 42.0 | 82 | 얇은영덩이너비 | 34.9 | 33.9 |
| 23 | 등길이 | 43.8 | 38.5 | 83 | 얇은위허리발뒤꿈치길이 | 106.7 | 98.3 |
| 24 | 둔부길이 | 28.6 | 28.0 | 84 | 어깨정-팔꿈치길이 | 33.3 | 30.7 |
| 25 | 허리옆정-영덩이둘레선길이 | 19.7 | 19.9 | 85 | 팔꿈치-손목길이 | 25.4 | 23.5 |
| 26 | 어깨길이 | 14.7 | 12.9 | 86 | 팔꿈치-손끝길이 | 44.4 | 41.2 |
| 27 | 어깨끝정사이길이 | 43.9 | 39.1 | 87 | 얇아머리로뺨은손끝길이 | 133.8 | 124.8 |
| 28 | 뒤뺨 | 40.1 | 35.4 | 88 | 머리길이 | 23.3 | 21.9 |
| 29 | 팔길이 | 54.5 | 50.2 | 89 | 머리너비 | 16.1 | 15.4 |
| 30 | 안쪽팔길이 | 44.6 | 41.2 | 90 | 머리두께 | 18.3 | 17.5 |
| 31 | 목뒤정-어깨끝정-손목안쪽점길이 | 76.5 | 69.5 | 91 | 귀구슬사이너비 | 14.7 | 13.9 |
| 32 | 밑위앞길이 | 26.8 | 26.0 | 92 | 눈-턱끝길이 | 11.8 | 11.3 |
| 33 | 밑위앞뒤길이 | 71.5 | 65.5 | 93 | 얼굴길이 | 19.8 | 18.7 |
| 34 | 넓적다리길이 | 31.9 | 30.6 | 94 | 귀구슬사이턱밑길이 | 29.4 | 26.5 |
| 35 | 진동길이 | 16.8 | 15.2 | 95 | 귀구슬사이턱끝길이 | 31.4 | 28.9 |
| 36 | 목밑너비 | 13.8 | 12.0 | 96 | 귀구슬사이머리마루점길이 | 39.1 | 37.1 |
| 37 | 어깨너비 | 39.2 | 35.3 | 97 | 눈삼정-머리마루정-뒤통수점길이 | 30.9 | 28.6 |
| 38 | 몸통너비 | 45.5 | 41.5 | 98 | 머리둘레 | 56.6 | 54.6 |
| 39 | 윗가슴너비 | 32.6 | 28.8 | 99 | 눈동자사이너비 | 6.2 | 5.8 |
| 40 | 허리너비 | 28.4 | 24.8 | 100 | 입너비 | 4.8 | 4.5 |
| 41 | 영덩이너비 | 32.4 | 31.8 | 101 | 손길이 | 18.8 | 17.5 |
| 42 | 젓꼭지간격(여) | | 16.0 | 102 | 손너비 | 10.4 | 8.9 |
| 43 | 젓꼭지길이(여) | | 3.0 | 103 | 손가락별린최대너비 | 19.6 | 17.7 |
| 44 | 진동두께 | 12.9 | 11.2 | 104 | 손바닥길이 | 11.0 | 10.2 |
| 45 | 가슴두께 | 22.0 | 21.9 | 105 | 가운데손가락길이 | 7.8 | 7.3 |
| 46 | 허리두께 | 21.1 | 17.8 | 106 | 손두께 | 4.1 | 3.4 |
| 47 | 배두께 | 21.9 | 20.2 | 107 | 손최대둘레 | 25.3 | 22.1 |
| 48 | 영덩이두께 | 22.7 | 20.8 | 108 | 손둘레 | 21.4 | 19.4 |
| 49 | 앞으로뺨은손끝길이 | 106.9 | 97.6 | 109 | 발길이 | 24.8 | 22.8 |
| 50 | 앞으로뺨은손끝길이 | 81.8 | 75.7 | 110 | 발뒤꿈치-발등-발길이 | 13.7 | 12.9 |
| 51 | 양팔별린손끝길이 | 169.2 | 155.6 | 111 | 발너비 | 10.1 | 9.2 |
| 52 | 어깨경사각(좌) | 20.9 | 20.1 | 112 | 발뒤꿈치너비 | 6.1 | 5.5 |
| 53 | 어깨경사각(우) | 21.5 | 20.1 | 113 | 발둘레 | 24.7 | 22.3 |
| 54 | 목둘레 | 36.5 | 31.1 | 114 | 발등둘레 | 24.8 | 22.3 |
| 55 | 목밑둘레(여) | | 37.5 | 115 | 발목최소둘레 | 22.1 | 20.4 |
| 56 | 진동둘레 | 41.2 | 37.0 | 116 | 발목둘레 | 25.6 | 23.4 |
| 57 | 윗팔둘레 | 29.8 | 27.2 | 117 | 발뒤꿈치-발목둘레 | 32.5 | 29.4 |
| 58 | 팔꿈치둘레 | 25.0 | 22.3 | 118 | 바깥복사정높이 | 6.7 | 6.0 |
| 59 | 아래팔둘레 | 25.8 | 22.6 | 119 | 발등높이 | 6.6 | 5.9 |
| 60 | 손목둘레 | 16.6 | 15.0 | 120 | 몸무게 | 68.2 | 54.8 |

[표 1] 일련번호에 따른 각 부위별 평균값

[표 1]은 우리나라의 국민표준체위조사 결과 성인 25-50세 사이의 각 부위별 평균값을 보여준다.

3. 스포츠 동작분석용 정보 추출

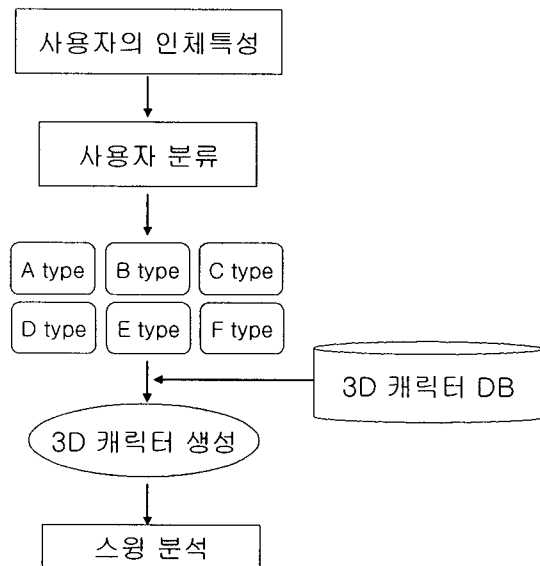
본 장에서는 3D 스포츠 동작 평가/분석 시스템 상에서 동작 DB와 사용자와의 동작을 시각적으로 비교하기 위한 매개체인 3D 캐릭터를 생성하는 과정을 제시하였다. [그림1]은 사용자가 시스템 안에서 스윙한 후 분석 절차에 따라 프로 선수의 폼과 수치적으로 비교한 후 화면 안에서 3D 캐릭터에 의해 사용자의 폼을 시각적으로 제시하고 프로선수의 폼과 비교하는 과정을 보여주고 있다.



[그림 1] 시스템 안에서 3D의 활용

3-1 인체정보 DB 구성을 위한 과정

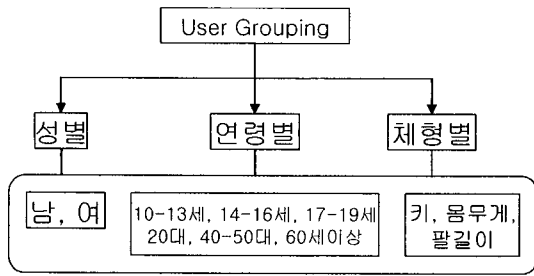
인체정보 DB 구성을 위한 프로세스는 [그림 2]의 과정을 따른다. 성별, 연령별, 체형별로 사용자를 분류한 후 체형별 분류를 위한 인체측정치를 도출한다. 도출된 인체 측정치의 상관관계를 분석, 대표적인 항목 도출 등의 과정을 통하여 3D 캐릭터 구성을 위한 과정으로 골프의 동작을 효율적으로 나타낼 수 있는 인체 측정치를 도출한다. 항목이 결정되면 각 타입의 3D 캐릭터를 구성 할 수 있는 치수를 제시하여 생성한다.



[그림 2] 인체정보 DB구성을 위한 과정

3-2 사용자 분류

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



[그림 3] 사용자 분류 과정 흐름도

여기서 체형에 따른 사용자 분류에 필요한 항목은 골프 스윙을 특징 짓는데 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 378 가지의 모델을 생성해야 하므로 비경제적인 모델링이 될 것으로 판단하였다.

• 최대 경우의 수_1

성별(2)×연령별(7)×체형별(9+9+9) = 378
따라서 체형별 분류에서 키가 5%tile인 경우 몸무게와 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

성별(2)×연령별(7)×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 하면 최대 경우의 수는 키 항목을 제외하여 126가지의 조합이 된다.

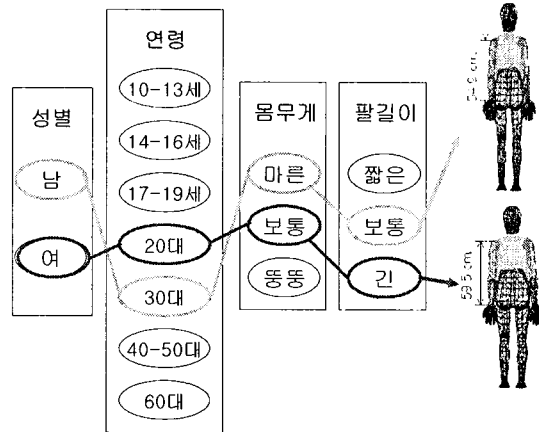
• 최대 경우의 수_3

성별(2) × 연령별(7) × 체형별 (9) = 126

4. 사용자 체형 분류 시나리오

위에서 분류한 내용을 기본으로 사용자의

체형을 분류하는 시나리오를 나타내었다. 예를 들어 30대의 마른, 보통의 팔 길이인 남자의 경우에는 그림과 같은 체형으로 분류된다.



[그림 4] 사용자 체형 분류

분류단계 1 : 성별

분류단계 2 : 연령

분류단계 3 : 몸무게(롤리지수¹⁾)

20대 남성

| Height 키 | | 171.4 | 롤리지수 |
|------------|-----|-------|---------|
| Weight 몸무게 | 5% | 53.8 | 106.844 |
| | 50% | 65.1 | 129.285 |
| | 95% | 79.5 | 157.883 |

30대 남성

| Height 키 | | 170.4 | 롤리지수 |
|------------|-----|-------|---------|
| Weight 몸무게 | 5% | 55.4 | 111.970 |
| | 50% | 67.5 | 136.425 |
| | 95% | 82.0 | 165.732 |

40대 남성

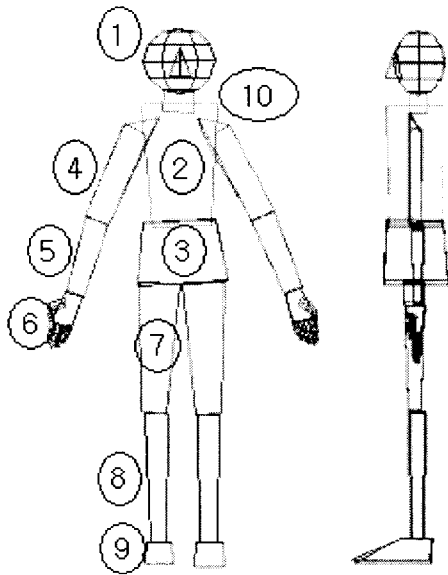
| Height 키 | | 167.1 | 롤리지수 |
|------------|-----|-------|---------|
| Weight 몸무게 | 5% | 54.2 | 116.056 |
| | 50% | 68.3 | 146.276 |
| | 95% | 82.2 | 176.067 |

[표 2] 사용자 체형 분류의 예

1) 사람의 체형이 뚱뚱한가 마른가를 판단하는 기준으로 [그림 4]의 사용자 체형 분류에서 몸무게에 해당하는 부분이다. 몸무게가 5%, 50%등 어디에 해당하는지를 판단하는 기준이다.

5. 3D 캐릭터 모델링

3D 캐릭터 모델링을 하기 위해 필요한 인체 측정 항목은 [그림 5]와 같이 머리, 가슴, 배, 상완, 전완, 손, 대퇴, 하퇴, 발, 목의 길이, 너비, 두께의 측정치이다. 팔과 다리는 좌우 대칭으로 생각하였다



[그림 5] 3D 캐릭터 모델링을 하기 위해 필요한 인체 측정 항목

①머리, ②가슴, ③배, ④상완, ⑤전완, ⑥손, ⑦대퇴, ⑧하퇴, ⑨발, ⑩목

3D 캐릭터 생성시 두께와 너비 항목은 몸무게의 %tile을 적용하고, 팔길이는 세 가지 몸무게 특성에 대해 각각 5, 50, 95% tile을 적용하여 골프 스윙시 팔길이의 영향을 고려한 126 가지의 3D 캐릭터를 생성하였다.

따라서 3D 스포츠(골프) 동작 평가/분석 시스템에서 사용자에게 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 3]을 이용하여 20대 남성에게 대해 9가

지 3D 캐릭터가 생성됨을 보여준다.

| 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% | | 15.2 | 15.2 |
| | | 50% | 38.6 | 17.1 | 17.1 |
| | | 95% | | 19.2 | 19.2 |
| Lower Leg | ⑧. 장딴지 | 5% | | 10.4 | 10.4 |
| | | 50% | 39.5 | 11.6 | 11.6 |
| | | 95% | | 112.9 | 12.9 |
| Chest | ②. 가슴 | 5% | | 29.0 | 18.4 |
| | | 50% | 29.0 | 32.0 | 20.9 |
| | | 95% | | 35.7 | 24.3 |
| Abdomen | ③. 배 | 5% | | 29.7 | 17.6 |
| | | 50% | 29.7 | 32.0 | 20.3 |
| | | 95% | | 34.7 | 23.5 |

[표 3] 3D 캐릭터 생성의 예 (20대 남성)

6. 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 상당한 고부가 가치의 영역을 국내에서도 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

지금까지 동작분석은 주로 생체 역학적 부하 평가를 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 대

한 측정에는 취약한 면을 지니고 있다. 앞으로 동작분석 기술이 일반화되고 여러 분야에 적용하는 기술이 보편화 되면 인체의 동작을 측정해 이를 제품 평가의 지표로 이용될 수 있다. 또한 자세변화를 예측하여 자세 및 동작을 평가하는 기술 개발이 활발히 이루어질 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] 국민표준체위 조사, 과학기술부, 1996-2000.
- [2] 한국인 인체분절의 동특성 분석 연구, 과학기술부, 1996.
- [3] 인체동작반응 측정평가 시스템 개발, 과학기술부, 1998.
- [4] 운동해석 방법으로 컴퓨터 시뮬레이션 연구, 과학기술부, 1999.
- [5] 운동법칙에 근거한 수학적 모델의 개발 과학기술부, 2000
- [6] 영상처리를 이용한 반복적 작업의 측정에 관한 연구, 이정철 외 3, IE Interfaces. Vol No.1, 2001. 3