

노인 하체 근력 강화를 위한 키넥트 센서 기반 게임 모델 개발

강보운 · 김윤정 · 김현경 · 이원희 · 박정규 · 박수이[◇]

서울여자대학교

Development of Kinect-Based Game model for Strengthening Muscle of The Gerontologic Lower Body

Bo-yun Kang · Yoon-Jung Kim · Hyun-Kyung Kim · Won-Hee Lee

Jung-Kyu Park · Su e Park[◇]

Seoul Women' s University

E-mail : wonhee006@naver.com, spark44@swu.ac.kr[◇]

요 약

고령화 인구 증가와 대비되는 노인의 낮은 건강 수명을 극복하기 위한 건강 증진은 필수적이다. 따라서 노인의 사망 위험 중 높은 비중을 차지하는 낙상을 예방하기 위한 하체 근력 강화 운동이 중요하다. 본 논문에서는 노인이 자연환경 속에서 운동을 한다고 느낄 수 있는 홈 트레이닝 콘텐츠를 개발을 목표로 하였다. 이를 위해 키넥트 센서를 사용하여 골격 모델의 특정 점을 추출하고 특징벡터를 생성하여 사용자의 운동 횟수를 인식하였다. 제안하는 게임 모델을 사용하여 운동 능력 테스트를 수행하고 이를 기반으로 개인의 능력에 맞는 운동을 처방 받아 운동을 수행할 수 있다.

ABSTRACT

Health promotion is essential for overcoming the low health longevity of senior citizens preparing for aging population. Therefore, the lower body strengthening exercise to prevent falls is crucial to prevent a fall in the number of deaths of senior citizens. In this game model, the elderly are aiming at home training contents that can be found to feel that the elderly are going out of walk and exercising in the natural environment. To achieve this, Kinect extracts a specific bone model provided by the Kinect Sensor to generate the feature vectors and recognizes the movements and motion of the user.

키워드

노인 운동, 홈트레이닝, 키넥트, 모션 인식

I. 서 론

최근 홈 트레이닝이 시간 부족과 지출 부담의 문제를 해결해주는 새로운 운동법으로 떠오르고 있다. 체감형 운동 게임으로 운동을 진행하였을 때, 일반 게임보다 40% 이상의 운동효과가 더 나타났다 [1]. 따라서 키넥트를 사용하여 사용자

가 자신의 모습을 보며 운동을 진행했을 때 더욱 효과적인 운동이 이루어질 수 있다고 판단한다.

고령화 시대에 맞게 노인들도 건강 증진 측면과 외부 활동에서 발생할 수 있는 부상 위험을 덜어준다는 안정성 측면에서 홈 트레이닝은 효과적인 운동법으로 보여 진다 [2].

노인 사망 원인을 살펴보면 교통사고를 제외한 원인 1위가 낙상으로 인한 사망이었다. 신체가 노화됨에 따라 근력이 감소되는 노인들은 낙상으로 인해 골절상을 입을 경우 1년 내 사망할 확률이 최대 37%였으며, 65세 이상의 노인은 건강 상태에 상관없이 낙상으로 인한 사망 위험이

[◇] 교신저자(Corresponding author)

* “본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음” (2016-0-00022)

15배나 높아진다고 하였다 [3]. 이러한 낙상 예방 및 건강 증진을 위해서는 노인의 하체 근력 강화 운동이 필요하다고 판단하였다.

노인은 성별, 나이, 생활환경과 같은 다양한 요소에 의해 다른 운동 능력 차이를 보인다 [4]. 따라서 노인 개개인의 운동 능력 차이에 따라 운동 처방을 달리 하고, 테스트에 따라 운동 능력이 부족하다고 판단되는 사용자에게는 도구 사용을 통해 안정성을 높이는 것이 필요하다.

이와 같은 이유로 본 논문에서는 노인을 대상으로 하는 홈 트레이닝 앱을 구현하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 맞춤형 운동 프로그램 연구와 키넥트 센서를 중심으로 연구 방법을 소개한다. 3장에서는 제안하는 구현시스템의 구조와 결과를 보이고 마지막으로 4장에서 결론 및 향후 기대효과에 대해 서술한다.

II. 관련 연구

2.1 맞춤형 운동 프로그램 연구

노인은 성별, 나이, 생활환경과 같은 요소에 따라 자세 습득력 뿐 아니라 운동을 지속할 수 있는 체력에도 개인차가 존재한다. 따라서 개별적 체력을 고려하고 이에 맞추어 운동 강도가 조정될 필요가 있으며 이를 통해 운동의 안정성과 유효성을 향상시킬 수 있다 [5].

따라서 본 논문에서 구현한 고령자 홈 트레이닝 콘텐츠는 노인 개개인에게 맞춤형 프로그램을 제공하기 위해 사용자의 운동 능력에 따라 운동 처방을 달리 한다.

2.2 제스처 및 동작인식 연구

키넥트 센서는 색상 카메라, 깊이 센서 그리고 다수 마이크로 구성되어 있고, Kinect SDK 라이브러리가 제공된다. 이때 색상 카메라를 통하여 사용자를 인식하고 깊이 센서로 사용자의 3차원 위치를 인식한다. Kinect SDK는 사용자 전신 트래킹 인식이 용이하다. 키넥트를 통해 그림3과 같이 사람의 신체 주요 관절 25개를 인식하고 그 중 10개의 관절을 사용한다 [6].

사용자가 걸으면서 자신이 사야하는 품목이 등장하면 오른 손 또는 왼 손으로 가게 앞에서 손을 들면 장바구니에 들어오는 게임인 ‘팔도강산3’을 개발하였다 [7].

본 논문에서 구현한 고령자 홈 트레이닝 앱은 고령자의 사망 원인에서 큰 비중을 차지하는 낙상 예방에 초점을 두고 개발하였다. 또한 사용자의 실제 모습이 아닌 사용자가 투영된 3D 캐릭터를 통해 프로그램을 진행하는 ‘팔도강산3’와는 달리 사용자의 실제 영상을 보여줌으로써 사용자 자신의 자세를 실시간으로 확인할 수 있도록 개발하였다.

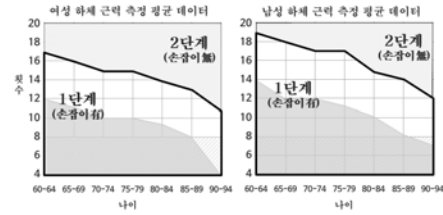


그림 1. 노인 하체 근력 평균 데이터[4]

III. 고령자 홈 트레이닝 콘텐츠

신체적 능력에 따라 6단계로 나눈 노인 그룹 중에 독립적인 생활 활동 능력을 가진 3단계의 노인을 주 사용자 타겟으로 하체 근력 강화 운동 프로그램을 구성하였다. 또한, 노인 개개인의 맞춤형 프로그램을 제공하기 위해 사용자의 운동 능력에 따라 운동 처방을 달리 하고 사용자가 원하는 자연 배경 및 운동 선생님을 선택할 수 있게 선택의 폭을 넓혔다.

3.1 콘텐츠 구성

노인의 몸에 무리가 가지 않는 선에서 건강 증진 및 강화를 실현하기 위하여 하체 근력 평가와 본 프로그램을 구성하고 있는 총 6가지의 운동 동작을 테스트한다.

노인 사용자는 하체 근력 평가와 운동 능력 평가를 통해 개인 능력에 따른 운동 처방을 받는다 [8]. 이 때 하체 근력 평가에서는 30초 동안 앉았다 일어서기 동작을 반복하게 한 뒤, 그림 1에 따라 사용자를 1, 2단계로 구분한다. 이를 통해서 앞으로 진행되는 하체 근력 강화 운동 동작의 의자 사용 여부가 결정된다. 이는 사용자의 안정성을 확보하기 위한 방안으로 고령자 운동 프로그램에서 꼭 필요한 부분이다.

다음으로 운동 능력 평가에서는 6가지의 운동 동작을 통해 하체 근력 강화 운동의 개인 맞춤 강도로 결정하게 된다. 프로그램을 구성하는 6가지의 운동 동작은 전문 서적 및 전문가의 의견이 반영된 고령자 운동프로그램 기준에 의거하여 구성하였다. 이를 바탕으로 동작에 따른 강도가 표1과 같이 다르게 정해진다. 노인은 표 1을 기준을 처방된 자신의 운동 강도에 따라 6가지 운동 프로그램을 수행한다. 이 때 운동을 진행하는 자연배경과 자세를 지도하는 운동 선생님을 선택할 수 있도록 하여 콘텐츠의 다양성을 꾀한다. 이를 통해 노인이 운동 프로그램에 몰입할 수 있게 도와 지속적인 운동 참여를 이끌어 낼 수 있으며, 맞춤형 운동 프로그램의 효과를 극대화할 수 있다 [9].

3.2 디자인

제안하는 프로그램에서는 사용자의 운동이 시작되기 전 Blender로 제작된 3D 콘텐츠인 운동

선생님을 통해 동작에 대한 설명 및 시범을 보
표 1. 노인의 하체 운동 능력에 따른 강도

동작	동작 설명					조각 없기
	뒤꿈치와 발가락으로 서기	무릎 들어 올리기	무릎 뒤로 들기	다리 뒤로 가져가기	다리 옆으로 벌렸다 교차시키기	
단계	장면지근 종아리근 발목근	대퇴근 골반근	대퇴 후근	대퇴 후근	대퇴 안쪽 골반근	대퇴근 대퇴 후근 영덩이근
	1	하	8회 미만			
계	중	8회 이상 10회 미만				
	상	10회 이상 12회 미만				
2	하	8회 미만				
	중	8회 이상 10회 미만				
계	상	10회 이상 12회 미만				

인다. 이를 확인한 사용자는 스스로 운동을 진행하게 된다. 이 때 키넥트로 인식한 사용자 영상을 Unity를 사용하여 미리 제작된 3D배경과 합성한다. 이는 사용자에게 실제 자연환경에서 운동하는 효과를 주고, 자신의 동작을 인식하여 사용자 본인의 운동 자세를 인지하는 효과를 준다. 또한 손동작을 통하여 정보 입력과 프로그램 중단이 가능하다. 이를 위해서는 키넥트를 사용하여 사용자의 골격 데이터를 받아 사용자의 움직임을 파악해야 한다.

자연에서 운동을 진행하는 느낌을 준다는 프로그램의 목표에 맞추어 사용자의 실제 배경을 제거한 뒤 본 프로그램에서 제공하는 자연 배경과 합성하여 그림 2와 같이 사용자의 모니터에 출력한다. 자연 배경은 Unity를 사용하여 친근함과 편안함을 테마로 한 6가지의 산, 들, 바다 배경으로 구성되어 있다.



그림 2. 디자인 예시

IV. 키넥트 기반 제스처 및 모션 인식

본 논문에서는 고령자 홈 트레이닝 콘텐츠에서 필요로 하는 제스처 및 모션 인식을 위하여 키넥트 기반의 제스처 알고리즘과 모션 인식 알고리즘을 개발하였다. 사용자가 프로그램을 시작

하면 키넥트를 이용하여 사용자의 골격 데이터를 실시간으로 입력받는다.

4.1 제스처 및 모션 알고리즘

제스처 및 모션 인식 알고리즘을 위해서는 사람의 자세에서 특징을 추출하는 것이 필요하다. 그림 3과 같이 키넥트 2.0에서 제공하는 신체 주요 관절 25개 중에서 사용자의 제스처 알고리즘을 위해 양쪽 손과 모션 알고리즘을 위해 양쪽 발목, 양쪽 무릎, 양쪽 엉덩이, 척추 정보가 필요하다. 즉 제스처 및 모션 알고리즘을 위해 총 10개의 관절 정보를 사용하였다.

사용자가 시스템에서 요구하는 제스처 및 운동 동작을 행하고 있는지 정확하게 판별할 수 있도록 키넥트 기반의 제스처 및 모션 알고리즘을 정의하였다.

제스처 알고리즘은 입력받은 골격 데이터를 이용하여 사용자가 특정 제스처를 수행했는지 검사한다. 본 논문에서 사용하는 제스처는 주먹 쥐었다 펴기이다. 사용자의 손 상태는 키넥트 SDK 2.0에서 제공하는 HandData를 사용했다 [10].

모션 알고리즘은 입력받은 골격 데이터의 위치 정보와 위치 정보로부터 생성된 벡터로 각도를 계산한다. 사용자가 프로그램을 진행함에 따라 각각의 운동 자세에 해당하는 골격 데이터의 위치 정보 변화를 검사한 뒤 생성된 벡터로부터 계산된 각도를 이용하여 관절의 구부림 정도를 검사한다. 이를 이용하여 운동 동작 여부를 판별하며 이에 따라 운동 프로그램은 사용자에게 적절한 피드백을 제시한다.

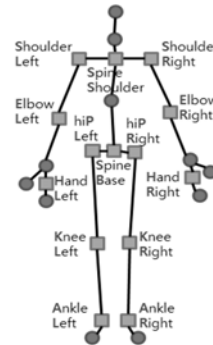


그림 3. 키넥트로 인식하는 신체 관절[6]

4.2 모션 인식 모델

골격 데이터의 위치 정보와 위치 정보로부터 벡터를 생성한 뒤 각도를 계산하여 운동 자세 검사에 사용한다. 예를 들어, 오른쪽 무릎 들어 올리기 자세는 사용자가 오른쪽 무릎 들어 올림 여부를 검사한 뒤 사용자가 무릎을 들어 올렸다면 오른쪽 무릎 굽힘 여부를 검사한다.

오른쪽 무릎의 높이 정보를 이용하여 사용자가 무릎을 올렸는지를 판단한다. 이때 실시간으로 입력되는 값의 편차를 줄이고 신뢰성을 높이

기 위해서 칼만 필터를 이용하였다 [11].

오른쪽 무릎, 엉덩이 그리고 발목 좌표 정보를 이용하여 무릎의 구부림 정도를 산출한다. 이때 각도 계산의 기준 점은 좌우 무릎을 접점으로 본다. 각도는 벡터의 내적을 이용하여 구하는데, 먼저 다음 식 (1)을 이용하여 두 직선의 방향 벡터를 구한다.

$$\begin{aligned} \vec{a} &= (x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1) \\ \vec{b} &= (x_3 - x_1, y_3 - y_1, z_3 - z_1) \end{aligned} \quad (1)$$

여기서 \vec{a} 는 무릎관절 위치 좌표 (x_1, y_1, z_1) 와 발목 위치 좌표 (x_2, y_2, z_2) 의 방향 벡터이고, \vec{b} 는 무릎관절 위치 좌표 (x_1, y_1, z_1) 와 엉덩이 위치 좌표 (x_3, y_3, z_3) 의 방향벡터이다. 이를 풀이하여 다음 식 (2)에 대입하여 최종적인 사이각을 산출한다.

$$\theta = \cos^{-1} \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|} \quad (2)$$

위에서 산출된 사이각을 통하여 사용자가 무릎을 굽혔는지를 판단한다.

V. 결 론

본 논문에서는 노인 사용자의 능력에 맞춘 하체 근력 강화 운동 프로그램을 제안한다. 프로그램은 운동 테스트를 통하여 사용자의 운동 단계와 강도를 조절하여 안정성을 높인다. 또한 사용자가 편안함을 느낄 수 있도록 자연 배경을 제공하고 키넥트를 사용하여 사용자가 본인의 운동 자세를 실시간으로 확인할 수 있도록 하였다. 운동 선생님이라는 콘텐츠를 통해 쉽고 재밌게 운동을 진행할 수 있도록 도와 프로그램 지속성을 향상시키는 것을 목표로 하였다.

참고문헌

- [1] 김의영, 박창훈, 김대근, “체감형 운동게임의 효과와 선호도에 대한 연구,” 한국게임학회논문지, vol.12, no.1, pp.67-77, 2012.
- [2] 배진희, “노인의 지속적 운동 참여가 건강 체력과 신체적 자기 개념에 미치는 영향,” 한국학교체육학회지, vol.14, no.2, pp.13-23, 2004.
- [3] 김대현, “노인 운동처방 가이드라인,” 대한임상노인의학회, pp.88-105, 2008.
- [4] 김준동, “노인을 대상으로 한 자율적 복합 훈련의 효과와 개인차에 관한 연구,” 한국체육과학회지, vol.18, no.2, pp.973-981, 2009.
- [5] Roberta E.Rikli and C. Jessie Jones, 노인 체력 검사와 평가, 대한미디어, 2014.
- [6] Microsoft, Kinect 하드웨어 주요 기능 및 장점, <http://developer.microsoft.com/ko-kr/windows/kinect/hardware>.
- [7] 김경식, 이운정, 오성석, “키넥트를 이용한 걸기게임 ‘팔도강산3’ 개발 및 효과성 연구,” 한국게임학회 논문지, vol.14, no.1, pp.49-58, 2014.
- [8] 박경신, “운동 게임을 위한 키넥트 센서 기반 운동 자세 인식 모델 개발,” KIPS Tr. Comp. and Comm Sys, vol.5, no.10, pp.303-310, 2016.
- [9] Patricia A.Brill, 노인들을 위한 기능적 운동, 대한미디어, 2006.
- [10] Microsoft, Body tracking, <http://msdn.microsoft.com/ko-kr/library/dn799273.aspx>.
- [11] 임재걸, 정승환, “지문방식 측위 기반 칼만필터 추적의 정확성 제고 방법,” 한국정보과학회, vol.34, no.2(B), pp.313-318, 2007.