

다중 체감형 게임 장치를 이용한 자세검사 시스템

이은영, 김동호
숭실대학교 스포츠 IT 융합학과
e-mail : ella@gsclab.kr, cg@su.ac.kr

Posturography System using Multiple Motion Gaming Devices

Eun-Young Lee, Dongho Kim
Dept. of Sports Information Technology, Soongsil University

요 약

균형 조절 능력 저하를 진단하고 치료하기 위해서는 자세 조절 능력을 객관적으로 평가하는 것이 매우 중요하다. 임상에서 사용하는 자세검사는 고감도 압력센서를 사용하기 때문에 종래의 임상적 검사보다 객관적이고 정량적으로 자세 불안정성을 평가할 수 있다. 하지만 일반적으로 사용하는 자세검사는 차지하는 공간이 크고 비싼 가격 때문에 소규모 병원이나 개인이 사용하기에는 어려움이 있다. 이에 본 논문에서는 키넥트와 위 밸런스 보드에서 획득한 정보를 이용하여 자세 불안정성을 평가하는 저비용 자세검사 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안한 자세검사 시스템을 실제 임상 환경에 적용한다면 간편하고 정량적으로 자세 조절 능력을 평가할 수 있는 환경을 제공할 수 있을 것이다.

1. 서론

사람의 자세는 시각계, 전정계와 체성감각계의 정보를 통합하고 중추신경계의 판단에 따라 전신의 근육들을 수축하고 이완하는 복잡한 과정을 통해 유지된다[1]. 자세 조절 능력 저하는 노인을 비롯한 다양한 질환이 있는 환자들에게서 나타나며[2], 자세 조절 능력 저하로 인한 낙상은 외상, 고정과 새로운 낙상에 대한 두려움 등으로 삶의 질을 저하한다[3]. 자세 조절 능력 평가의 목적은 낙상과 자세 조절 능력 저하의 원인을 진단하고 치료 전략 수립하며 치료의 효용성을 객관적으로 입증하는 것이다[4].

임상의 전문가들은 관찰을 통해 부여한 자세 조절 과제를 수행하는 능력을 평가하는 임상적 검사(clinical test)를 사용한다. 임상적 검사는 검사 과정이 복잡하지 않고 간편하게 실시할 수 있다는 장점이 있지만, 전적으로 검사자의 관찰 능력 및 경험에 의존하며 주관적이라는 한계가 있다[5].

이러한 이유로 임상에서는 자세 조절 능력을 객관적이고 정량적으로 평가하기 위해 힘 판(force plate)과 동적 자세검사기(computerized dynamic posturography)를 사용한다. 힘 판은 피험자가 서 있는 표면의 수직 반발력(vertical reaction force) 벡터의 위치인 압력 중심(center of pressure)의 이동을 측정하는데, 압력 중심은 지지면에서 무게 중심(center of gravity)을 유지하기 위한 신체의 움직임(관절 각속도와 가속도)을 반영한다[6]. 동적 자세검사는 자세 혼란(postural perturbation)을 유발하는 다양한 조건에서 검사를 진행하면서 정량적인 평가를 토대로 자세 불안정의 원인을 판별할 수 있다는 점에서 편리하다. 하지만 힘 판을 이용한

검사와 동적 자세검사를 이용한 검사 모두 가격이 비싸고 검사를 위한 넓은 공간을 필요로 하므로 대부분의 관련 시설에서 사용하기는 어려움이 있다. 또한, 힘 판에서 수집한 정보만을 이용하는 평가 방법은 임상적 검사 결과를 정량적으로 평가할 수는 있지만, 평가를 위해 부여한 자세나 동작을 제대로 수행하고 있는지는 알 수 없다.

따라서 본 논문에서는 임상적 검사의 결과를 정량적으로 평가할 수 있는 다중 체감형 게임 장치 기반 저비용 자세검사 시스템을 제안한다.

2. 관련 연구 및 사례

2.1 키넥트를 이용한 자세 불안정성 평가

키넥트(Kinect)는 사용자의 동작을 실시간으로 인식 및 추적하여 게임을 즐길 수 있도록 마이크로소프트(Microsoft Corporation)에서 개발한 체감형 게임 장치로, 저렴하고 운반이 쉬운 비 마커 모션캡처 시스템을 제공하기 때문에 게임 외의 다양한 분야에서 응용되고 있다. 키넥트는 다양한 운동학적 측정값에서 3D 모션 캡처 시스템의 최첨단 기술인 Vicon 시스템과 견줄만한 정확도와 민감도를 나타낸다[7].

자세 평가 도구로서의 키넥트를 검증한 연구로는 대상자에게 전방 뺨기, 측방 뺨기, 롬버그 검사, 만 검사 등 실제 임상적 검사를 부여하고 키넥트와 3D 동작 분석 시스템의 측정 결과를 비교하여 정확도와 신뢰도를 비교한 연구들이 있다[8, 9].

국내에서는 강동원 등(2014)이 키넥트를 사용하여 외발 서기 검사를 수행하고 결과 수치를 균형성 나이로 환산하여 검사 결과를 제공하였다[10].

이처럼 키넥트는 자세 조절 능력 평가 도구로서 잠재력을 증명하였으나, 실제로 검사 자세(손과 발의 위치, 관절 각도 등)를 잘 유지하고 있는지 인식하고 평가하는 연구는 부족하여 실제 임상 환경에 바로 적용하기에 무리가 있다.

2.2 위 밸런스 보드를 이용한 자세 불안정성 평가

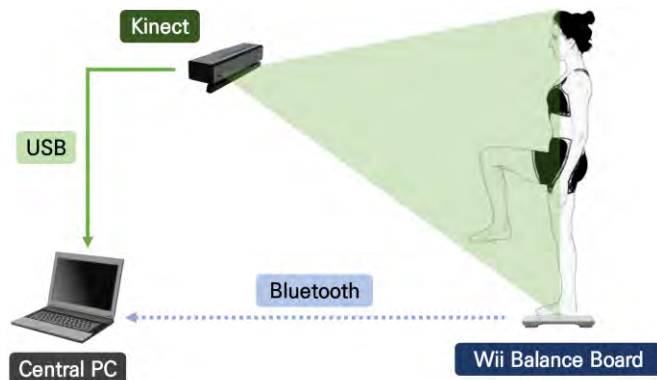
위 밸런스 보드(Wii Balance Board)는 사용자의 무게 중심 이동을 통해 비디오 게임을 조작할 수 있도록 닌텐도(Nintendo Co., Ltd.)에서 개발한 장치이지만, 위 게임에서 시스템에서 분리해 무선 연결이 가능한 컴퓨터의 주변장치로 사용할 수 있다. 위 밸런스 보드는 힘 판의 대안으로 사용할 수 있는 신뢰도와 타당도를 가진다[11].

또한, 한 발 서기(single-leg stance) 검사[12], 기립(sit-to-stand) 검사, 착석(stand-to-sit) 검사[13] 등 비교적 간단한 과제를 수행하는 임상적 검사와 뇌진탕 검사를 위한 균형 에러 점수 시스템(balance error scoring system)[14] 등 복잡하고 다양한 조건에서 균형 조절 능력을 종합적으로 판단하는 임상적 검사에서 위 밸런스 보드를 적용하고 효용성을 검증하는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

국내에서는 양주영과 김수찬(2013)이 위 밸런스 보드를 통해 무게 중심의 변화를 측정하여 병원에 내원하지 않고도 전정기능의 이상을 정량적으로 평가할 수 있도록 하였다[15].

이처럼 위 밸런스 보드는 힘 판을 이용한 검사 장비와 마찬가지로 압력 중심 추적에 따라 정량적인 평가 결과를 제시할 수 있지만, 자세를 유지하고 넘어지지 않기 위해 수의적 또는 자동으로 나타나는 발 디딤 또는 손 뻗기 등의 보호적 움직임은 인식할 수 없다. 따라서 검사 자세 인식에 필요한 추가적인 정보가 필요하다.

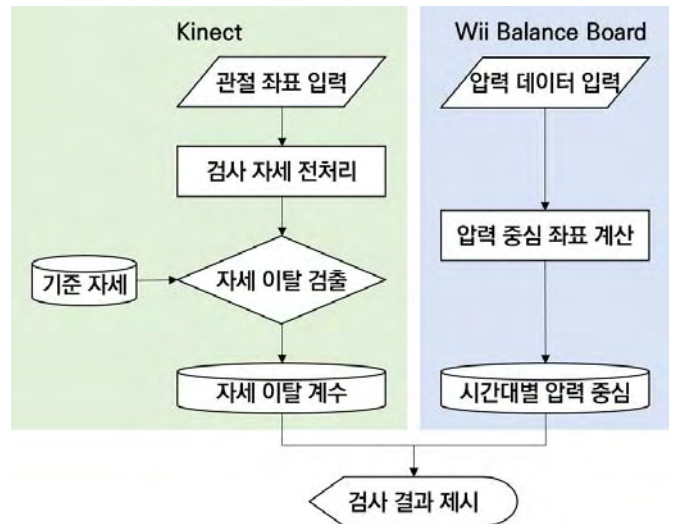
3. 다중 체감형 게임 장치를 이용한 자세검사 시스템



(그림 1) 제안하는 자세검사 시스템의 구성도

본 논문에서 제안하는 다중 체감형 게임 장치를 이용한 자세검사 시스템은 자세 조절 능력을 평가하기 위한 저비용 플랫폼으로 키넥트 카메라, 위 밸런스 보드와 시스템 제어를 위한 중앙 PC 로 구성되어 있다(그림 1).

본 논문에서 제안하는 자세검사 시스템에서 키넥트 카메라의 역할은 깊이 카메라를 통해 검사 대상자의 운동학적(kinematic) 정보를 제공하는 것이다. 또 다른 장치인 위 밸런스 보드의 역할은 하중 센서(load cell)를 통해 검사 대상자의 압력 중심 이동 정보를 제공하는 것이다. 마지막으로 중앙 PC 에서는 검사자의 검사 진행을 보조하기 위한 정보를 제공하며 키넥트와 위 밸런스 보드에서 수집한 데이터를 처리한다.



(그림 2) 제안하는 자세검사 시스템의 흐름도

그림 2 는 다중 체감형 게임 장치를 이용한 자세검사 시스템의 전체 흐름도이다. 검사를 시작하기 전 검사 대상자의 정보를 입력하고 검사 종류를 선택하면 임상적 검사 순서에 따라 검사자에게 검사 시간과 지시 사항 등에 대한 정보를 제공한다. 검사가 시작되면 키넥트로 수집한 운동학적 정보는 사전에 시스템에 저장된 올바른 검사 자세의 조건들과의 비교를 통해 검사 자세 이탈 여부 인식하며, 위 밸런스 보드로 인식한 압력 중심 좌표는 시간에 따라 기록된다. 검사를 마치면 키넥트와 위 밸런스 보드에서 수집한 데이터를 종합하여 압력 중심 이동 거리, 검사 자세 이탈 횟수 등의 검사 결과를 제시한다.

제안한 시스템은 자세 조절 능력과 관련된 다양한 임상적 검사의 결과를 정량적으로 제시할 수 있을 뿐만 아니라 검사 자세 이탈 감지를 통해 검사 수행 완성도까지 평가할 수 있다. 이러한 점에서 본 논문에서 제시한 자세검사 시스템은 모션 캡처를 이용하여 추정된 무게 중심 위치 또는 수직 반발력 측정 장비를 통해 측정된 압력 중심의 위치를 통해 자세 동요(postural sway)를 정량화한 데이터만 제공했던 기존 연구와 차별된다.

향후 본 논문에서 제안한 다중 체감형 게임장치를 이용한 자세검사 시스템의 효용성을 검증하기 위해 건강한 성인, 전정계 질환자, 근골격계 질환자 등 다양한 집단에 대한 자세 조절 능력 평가 실험과 검사 대상자와 검사자를 대상으로 한 사용성 평가 연구를 수행할 예정이다.

4. 결론

자세 조절 능력 저하에서 비롯된 낙상, 외상, 심리적 문제 등을 예방하고 치료하기 위해서는 자세 조절 능력을 정량적으로 평가하는 것이 중요하다. 본 논문에서는 임상에서 사용하고 있는 자세 검사기의 비용과 한정된 검사 방법에 대한 문제를 해결하고자 키넥트와 위 밸런스 보드를 이용한 저비용 자세검사 시스템을 제안하였다.

하지만 본 논문에서 제안한 자세검사 시스템은 제자리에서 실시하는 정적 자세 안정성 검사는 수행할 수 있지만, 검사 위치를 이동하며 실시하는 동적 자세 안정성 검사는 수행할 수 없다는 한계점이 있다. 동적 자세 안정성을 평가하기 위해서는 추가적인 체감형 게임 장치가 필요하며 각 장치에서 수집한 데이터를 통합하는 기술이 필요할 것으로 사료된다.

또한, 본 자세검사기의 실시간 측정 데이터를 시각화하여 검사 대상자에게 제공한다면 자세조절 검사기가 아닌 자세 조절 능력 훈련 장치로도 활용할 수 있다.

결과적으로 본 논문에서 제안한 자세검사기를 실제 임상 환경에 적용한다면, 상대적으로 적은 비용으로 간편하고 정량적으로 자세 조절 능력을 평가할 수 있는 환경을 제공할 것으로 기대한다.

감사의 글

위 논문은 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다.

참고문헌

- [1] Johansson, Rolf, and Måns Magnusson, "Optimal coordination and control of posture and locomotion," *Mathematical biosciences*, vol. 103, no. 2, pp. 203-244, 1991.
- [2] Tinetti, Mary E, "Preventing falls in elderly persons," *New England journal of medicine*, vol. 348, no. 1, pp. 42-49, 2003.
- [3] King, M. B., and Tinetti, M. E, "Falls in Community-Dwelling Older Persons," *Journal of the American Geriatrics Society*, vol. 43, no. 10, pp. 1146-1154, 1995.
- [4] Visser, J. E., Carpenter, M. G., van der Kooij, H., and Bloem, B. R, "The clinical utility of posturography," *Clinical Neurophysiology*, vol. 119, no. 11, pp. 2424-2436, 2008.
- [5] Munhoz, R. P., Li, J. Y., Kurtinecz, M., Piboolnurak, P., Constantino, A., Fahn, S., and Lang, A. E, "Evaluation of the pull test technique in assessing postural instability in Parkinson's disease," *Neurology*, vol. 62, no. 1, pp. 125-127, 2004.
- [6] Liu, K., Glutting, J., Wikstrom, E., Gustavsen, G., Royer, T., and Kaminski, T. W, "Examining the diagnostic accuracy of dynamic postural stability measures in differentiating among ankle instability status," *Clinical Biomechanics*, vol. 28, no. 2, pp. 211-217, 2013.
- [7] Clark, R. A., Bower, K. J., Mentiplay, B. F., Paterson, K., and Pua, Y. H, "Concurrent validity of the Microsoft Kinect for assessment of spatiotemporal gait variables," *Journal of biomechanics*, vol. 46, no. 15, pp. 2722-2725, 2013.
- [8] Clark, R. A., Pua, Y. H., Fortin, K., Ritchie, C., Webster, K. E.,

- Denehy, L., and Bryant, A. L, "Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control," *Gait & posture*, vol. 36, no. 3, pp. 372-377, 2012.
- [9] Funaya, H., Shibata, T., Wada, Y., and Yamanaka, T, "Accuracy assessment of kinect body tracker in instant posturography for balance disorders," *7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT)*, pp. 213-217, 2013.
- [10] 강동원, 김주영, 최진승, 탁계래, "Kinect 를 이용한 균형 형성 평가에 관한 연구," *2014 년 의용시스템 및 스마트케어 학술대회 논문집*, pp. 98-100, 2014.
- [11] Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., and Hunt, M, "Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance," *Gait & posture*, vol. 31, no. 3, pp. 307-310, 2010.
- [12] Huurnink, A., Fransz, D. P., Kingma, I., and van Dieën, J. H, "Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks," *Journal of biomechanics*, vol. 46, no. 7, pp. 1392-1395, 2013.
- [13] Abujaber, S., Gillispie, G., Marmon, A., and Zeni, J, "Validity of the Nintendo Wii Balance Board to assess weight bearing asymmetry during sit-to-stand and return-to-sit task," *Gait & posture*, vol. 41, no. 2, pp. 676-682, 2015.
- [14] Chang, J. O., Levy, S. S., Seay, S. W., and Goble, D. J, "An alternative to the balance error scoring system: using a low-cost balance board to improve the validity/reliability of sports-related concussion balance testing," *Clinical Journal of Sport Medicine*, vol. 24, no. 3, pp. 256-262, 2014.
- [15] 양주영, 김수찬, "닌텐도 위를 이용한 몸통 흔들림 측정," *Proceedings of KIIS Spring Conference*, vol. 23, no. 1, pp. 191-192, 2013.