

키넥트를 이용한 산만도 추정 어플리케이션 구현

김현우*·정도운*

*동서대학교

Implementation of the Estimation Application of Instability Index Using Kinect

Hyeon-Woo Kim*, Do-Un Jeong*

*Dongseo University

E-mail : f4hyeonwoo@nate.com, dujeong@dongseo.ac.kr

요 약

본 연구에서는 무구속적으로 사용자의 활동상태를 모니터링하고 이를 기반으로 산만도를 추정하기 위한 연구를 수행하였다. 사용자의 활동상태 모니터링을 위해서는 키넥트 센서를 활용하여 머리에서의 관절정보와 어깨관절정보를 검출하고, 각 검출지점의 시간당 좌표변화를 인덱스화하여 움직임 변화정도를 측정하였다. 이러한 움직임정보로부터 산만도의 추정을 위하여 움직임의 빈도와 움직임의 강도를 분석하고 이로부터 산만도를 추정하기 위한 인덱스를 개발하였다. 실제 사용자의 활동상태로부터 추출된 움직임정보 및 산만도 추정인덱스의 모니터링을 위하여 PC기반의 모니터링 및 스마트폰기반의 어플리케이션을 구현하였다. 구현된 시스템의 성능평가를 위하여 키넥트를 이용한 산만도 추정 어플리케이션과 동시에 비디오 계측을 통해 움직임의 정도에 따른 산만도 추정식의 결과를 비교분석한 결과 개발된 산만도 추정시스템과 비디오분석결과의 상관관계가 높음을 실험으로 확인하였다.

키워드

산만도, 키넥트, 모니터링, 어플리케이션

I. 서 론

현대인들의 대부분은 의자에 앉아 장시간을 보내는데, 자세가 바르지 못하거나 오래 앉아 있지 못하고, 산만한 상태로 앉아 있는 경우가 많다. 이러한 잘못된 자세는 근골격계 관련 질환을 발생시킬 수 있으며[1], 산만도는 주의력 결핍 과잉행동장애 등과 관련성이 높을 수 있다. 따라서 일상생활 중의 잘못된 자세의 교정과 산만도의 측정을 통한 사용자피드백은 매우 중요하다.

본 연구에서는 사용자의 자세와 산만도 정도를 측정하여 자세교정과 산만도의 정도를 사용자에게 피드백하기 위한 시스템을 개발하고자 하였다. 이를 위해 키넥트 센서를 사용하였으며, PC기반의 모니터링 및 스마트폰기반의 어플리케이션을 구현하였다. 구현된 어플리케이션을 통해 사용자의 활동상태를 모니터링하고 움직임 변화정도를 인덱스화하여 움직임 변화정도를 측정하였다. 움직임 변화정도를 통해 움직임의 빈도와 강도를 분석하였고 이를 통해 산만도를 추정을 진행하였다. 구현된 시스템을 이용하여 사용자의 움직임 변화량을 실시간 측정하고 이로부터 산

만도를 추정을 수행하였으며, 객관적인 평가를 위해 비디오관독실험을 병행하여 시스템의 객관적인 성능평가를 수행하였다.

II. 본 론

1. 산만도의 정의

교육심리학에서는 주의산만을 중추신경계 장애를 가진 아동에게 흔히 나타나는 행동특성 중의 하나로 아동이 불필요한 자극에 과잉 반응하는 상태를 말한다[2]. 대표적인 질환으로 주의력 결핍 과잉행동 장애가 있으며 아동 질환으로 많이 분류되었지만 최근 들어서 성인에게도 많이 발생하여 업무 집중력 하락, 업무 효율 감소의 사회적인 문제를 발생시키고 있다[3]. 주의산만 질환의 진단은 설문지 및 심리검사를 통한 진단이 주류를 이루고 있고 진단 진행 중 발생하는 아동의 행동 및 동작 특성을 파악하여 진단 내용에 반영하게 된다. 학계에서는 이러한 산만도를 추정하는 지표로 움직임의 빈도와 강도를 분석하여 추정한다.

본 논문에서는 사용자의 움직임 정보를 기반으로 움직임의 빈도와 강도를 분석하였다. 이를 바탕으로 지속적인 산만도의 추정이 가능한 시스템을 구현하였다.

2. 키넥트를 이용한 산만도 측정

본 연구에서는 키넥트 센서를 이용하여 사용자의 활동상태를 모니터링하고 이를 기반으로 산만도를 추정하기 위한 연구를 수행하였다. 구현된 전체 시스템 구성도를 그림 1에 나타내었다.

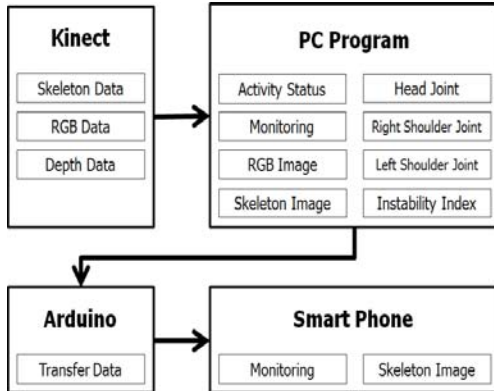


그림 1. 전체 시스템 구성도.

먼저 키넥트 센서로부터 움직임정보의 추출을 위하여 Microsoft社에서 제공되는 Kinect SDK를 이용하여 사용자의 머리관절정보와 어깨관절 정보를 검출하고, 각 검출지점의 좌표값을 시간변화에 따라 추정 후 이 변화 정도를 인덱스화 함으로써 움직임의 강도와 빈도를 추출하는 기법을 사용하였다. 그림 2에 본 연구에서 추출한 움직임 정보 특징점 부위를 도시하여 나타내었다.

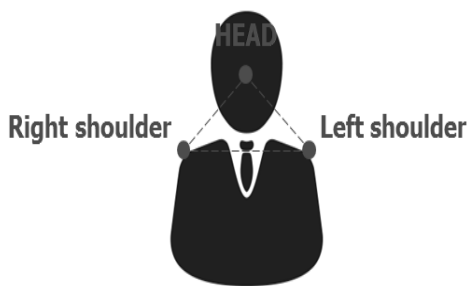


그림 2. 움직임 특정점 검출 부위.

3. 산만도의 추출

실시간 사용자 움직임 변화량 측정을 위하여 움직임의 강도와 빈도의 반영이 가능한 알고리즘을 구현하였다. 파라미터 추출의 용이성 및 자동보정을 위하여 삼각중심판별법 이동 시 이동

중심의 실시간 변화를 검출하여 이를 지표화하고자 하였다. 그림 3에 제시된 삼각 중심 알고리즘을 통해 각 관절 정보를 좌표로 반환하여 이동의 방향과 거리 값을 측정하고, 그림 4에 제시된 산만도 추정에 필요한 중심점 검출 기법을 통해 중심 이동 방향, 중심 이동 거리의 측정을 수행하고 이로부터 단위시간당 강도와 빈도를 면적 변화를 통해 추출하였다.

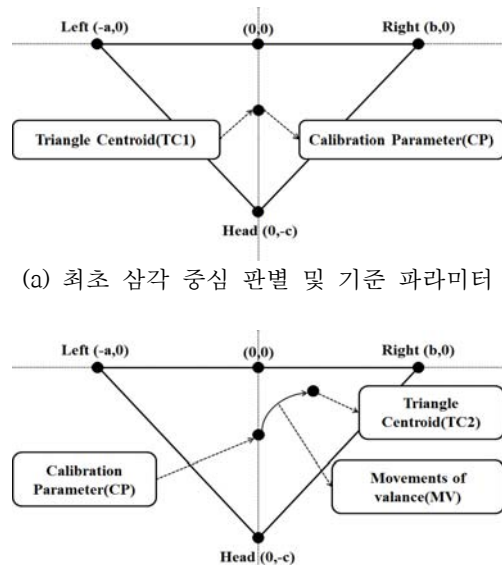
먼저 삼각중심판별법에 대해 구체적으로 살펴보면 각 좌표 정보를 이용하여 무게 중심의 좌표 검출을 수행하며, 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$TC_1(x,y) = (\frac{-a+b+0}{3}, \frac{0+0-c}{3}) - (X_{cp}, Y_{cp}) \quad (1)$$

또한 좌표 상의 중심점을 기준으로 이전 좌표의 차를 구하여 이동의 값을 결정하게 되며, 이를 다음 수식에 나타내었다.

$$MV = TC_1 - TC_2 \quad (2)$$

그림 3에서는 삼각 중심의 판별 및 이동 값의 산출 기법을 표현하였으며, (a)에서는 삼각 중심 알고리즘을 통하여 판별되는 초기 중심점(TC1)은 이후 지속적으로 검출되는 중심점(TC2)의 변화 정도를 확인하기 위한 기준점(CP)으로 나타내었다. (b)에서는 초기 중심점(TC1)을 반영하여 변화된 중심점(TC2)을 반영하는 정보를 나타내고 있다. 제안된 삼각 중심 알고리즘은 검출된 사용자의 머리관절정보, 어깨관절정보를 기반으로 움직임 발생과 위치 이동을 통한 움직임 변화를 감지한다.



(a) 최초 삼각 중심 판별 및 기준 파라미터

(b) 이동 값 발생 및 중심점 이동
그림 3. 삼각 중심 검출 기법.

삼각 중심 알고리즘을 이용하여 중심이동의 검출 및 자세변화 정보의 확인이 가능하며 거리의 값을 반영하여 동작의 강도 확인이 가능하다. 동작 강도의 크기를 계측하기 위하여 좌표상의 현재 중심과 이전 중심의 거리를 산출하였으며, 거리값을 움직임 변화의 강도로 반영하였다. 두 중심점 사이의 거리를 연산하기 위하여 식(3)을 적용하였으며, 그림 4에서는 좌표 상에서 거리 연산을 나타내고 있다.

$$Distance = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (3)$$

$$DLE \in dx_n = \sum_{k=0}^n (Distance \times Time)_k \quad (4)$$

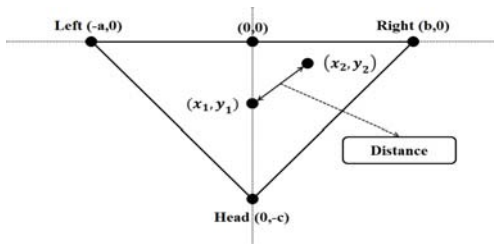


그림 4. 움직임 변화의 강도 산출.

본 연구에서는 삼각 중심 알고리즘과 움직임의 변화량을 이용하여 산만도를 추정하였다. 구현된 알고리즘에서 측정되는 무게 중심의 이동을 통해 두 중심점 사이의 거리와 시간 영역에서의 빈도를 반영하는 면적을 산출하였다. 식(4)에서는 산만도 추정 지표의 수식을 나타내고 있으며 Distance에 움직임 발생 전후의 각 중심점 사이의 간격인 강도를 반영하였으며, Time에 검출 피크의 시간 영역을 반영하였다. 시간 영역의 반영은 발생의 횟수와 강도의 누적량인 n개의 면적이 연산되며 산만도 추정 지표로 활용한다.

4. 어플리케이션 구현

산만도 추정 모니터링을 위하여 PC 및 스마트폰 기반의 모니터링 프로그램을 구현하였다. 구현된 시스템은 키넥트 센서와 PC와의 유선 전송, PC와 블루투스와의 무선 전송을 통하여 신호를 입력받고 사용자가 실시간으로 모니터링 할 수 있게 구현하였다. 모니터링 시스템에서 사용자가 확인할 수 있는 정보는 사용자의 움직임 변화량을 통한 움직임 변화율 및 변화의 강도, 산만도 추정 지표이며 실시간적인 변화량의 확인이 가능하다. 또한, RGB Image와 Skeleton Image를 통해 실시간으로 사용자가 이를 확인할 수 있다.

그림 5에서는 C#을 이용하여 구현된 PC용 모니터링 시스템을 나타내고 있다. PC용 산만도 추정 모니터링 어플리케이션은 사용자의 머리관

절정보, 움직임에 대한 실시간 변화율, 실시간 RGB Image, 변화율에 따른 산만도 추정 지표의 변화 정도를 나타내고 있다.

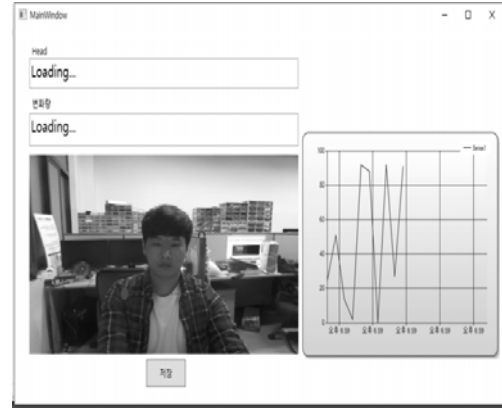


그림 5. PC용 모니터링 어플리케이션.

그림 6에서는 안드로이드 기반의 스마트폰 어플리케이션의 구동 화면을 나타내고 있다. 스마트폰용 모니터링 어플리케이션은 사용자의 Skeleton Image와 움직임 변화에 따른 변화율을 실시간으로 확인할 수 있다.

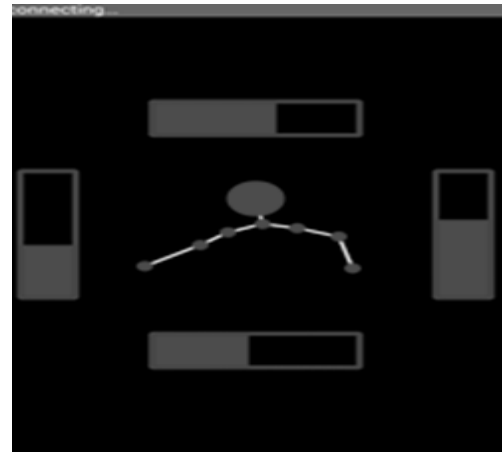


그림 6. 스마트폰용 모니터링 어플리케이션.

III. 실험 및 결과

본 연구에서는 구현된 시스템과 산만도 추정 가능성을 평가하기 위하여 구현된 시스템과 동시에 비디오관독 실험을 수행하고 이들 결과의 분석을 통해 구현 시스템의 실제 산만도 추정 적용가능성을 평가하였다. 실험을 위해 대학생 5명을 대상으로 1명당 20분간의 실험을 진행하였으며, 실험시스템의 구성은 그림 7과 같이 구성하였다. 즉 키넥트 센서로부터 추출된 본 연구의

파라미터와 동시에 녹화된 영상의 비교분석을 통해 산만함의 일치도를 평가하기 위한 실험을 수행하였다.

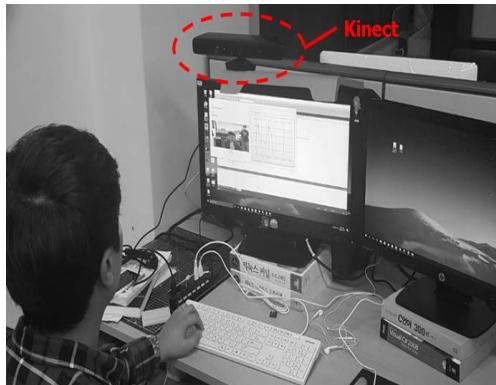
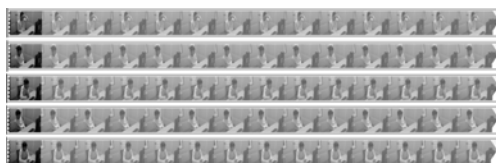
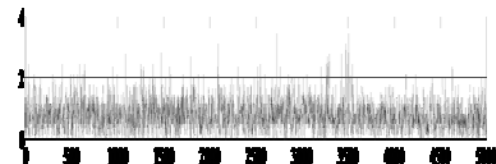


그림 7. 비디오 비교평가 실험장면.

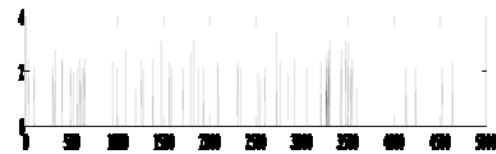
상기와 같은 실험 프로토콜에 의해 측정된 산만도 인덱스와 비디오 녹화결과 이로부터 신호처리를 수행한 일련의 과정을 그림 8에 나타내었다. 그림 8의 (a)에는 실제 동시 녹화된 비디오 결과물이며, (b)는 키넥트 센서로부터 추출된 관절정보 좌표로부터 추정된 움직임변화율이다. (c)는 움직임변화율로부터 특징파라미터 추출을 위해 움직임변화에 문턱치를 적용하여 움직임 변화 피크를 검출한 결과이며, (d)는 본 연구에서 제시한 산만도를 추정한 결과이다. 총 5명의 피험자에 대해 반복실험을 수행하였고 그 측정결과를 표 1에 나타내었다. 실험결과를 살펴보면 본 연구에서 추정한 움직임 변화율은 비디오 판독 결과와 평균 88.6%의 일치율을 보였다. 따라서 키넥트 센서로부터의 산만도 추정을 통해 산만도의 추정 가능성을 확인할 수 있다.



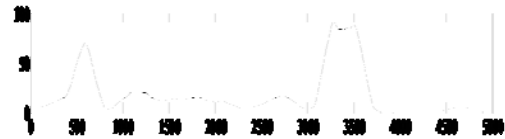
(a) 비디오 녹화 결과



(b) 움직임 변화율 측정



(c) 움직임 변화 피크 검출



(d) 산만도 추정 지표

그림 8. 산만도 추정과정.

표 1. 움직임 변화에 따른 강도와 빈도

구분	산만도 추정결과		비디오판독 일치율
	평균강도	발생빈도	
피험자 1	2	17	94
피험자 2	4	24	87
피험자 3	2	16	92
피험자 4	1	15	87
피험자 5	3	20	83
평균	2.40	18.40	88.60

IV. 결 론

본 연구에서는 무구속적으로 사용자의 활동상태를 모니터링하고 이를 기반으로 산만도를 추정하기 위한 연구를 수행하였다. 산만도 추정을 위하여 움직임의 빈도와 강도를 분석하여 이로부터 산만도를 추정하였다. 구현된 시스템을 통해 산만도 추정식의 결과를 비교분석한 결과 개발된 산만도 추정시스템과 비디오분석결과의 상관관계가 높음을 실험으로 확인하였다. 향후에는 서버와 데이터베이스를 이용하여 주간, 월간별로 사용자가 자신의 활동상태를 확인할 수 있도록 하고자 한다. 또한, 집중력과의 상관관계를 측정하여 측정된 인덱스를 이용한 산만도 추정 시스템을 구현하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 2015년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2015R1D1A1A01061131) 및 동서대학교 유비쿼터스 어플라이언스 지역혁신센터(RIC)결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] 직장인들에게 자주 발생하는 관절질환, 국민건강보험공단, 2016
- [2] 학지사, “注意散漫, distractibility” 교육심리학용어사전, 2000.
- [3] Conners, C. Keith, Drew Erhardt, and Elizabeth Sparrow. “Conner’s Adult ADHD Rating Scales: CAARS.” Toronto: MHS, 1999.