

학습 능력을 높이는 스마트 책상

김재혁*, 변현수*, 오찬호*, 이정찬*, 최성훈**, 김인수***

*한국산업기술대학교 전자공학과

한국산업기술대학교 소프트웨어학과, *한전KDN

puk804@naver.com, qusgustn7@naver.com, ochz73422@naver.com, leeges2@naver.com,

hoot0512@naver.com, diun81@daum.net

Smart desk to improve learning efficiency

Jae-Hyuk Kim*, Hyun-Soo Byun*, Chan-Ho Oh*, Jung-Chan Lee*,

Seong-Hun Choi**, In-Soo Kim***

*Dept of Electric Engineering, Korea Polytechnic University

**Dept of Software Engineering, Korea Polytechnic University

***KEPCO Knowledge Data & Network Co.

요 약

본 논문에서는 기존의 책상에서 발생하는 문제점을 개선하고 효율적인 공부를 할 수 있도록 도와주는 “학습 능력을 높이는 스마트 책상” 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템의 주요 기능은 다음과 같다. 첫째, 아두이노와 Linear actuator를 사용하여 책상의 높낮이와 책받침의 각도를 조절한다. 둘째, 심박 센서를 통해 사용자의 집중도를 확인하고 이와 연동된 어플리케이션으로 각종 센서와 모듈을 제어하여 최적의 공부환경을 조성한다. 셋째, 책상 위 모든 동작이 어플리케이션을 통해 자동으로 수행되어 Human task를 감소시킨다. IoT 기술과 집중력 관리 알고리즘을 활용한 제안 시스템을 통해 학습자의 책상 앞 올바른 자세 교정과 학습 시 높은 집중력을 유지시키는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

책상에서 많은 시간을 보내는 현대인들은 허리 및 목건강을 관리할 필요가 있다. 잘못된 자세로 책상에서 오랜 시간을 보내면 훗날 허리디스크, 거북목, 척추측만증 등의 질병들을 앓게 될 수 있다.[1] 기존 시장의 책상들은 고정된 각도와 높낮이로 인해 사용자의 몸에 부담을 줄 수 있기 때문에 바른 자세를 유도하여 이러한 질병들을 예방하는 것이 반드시 필요하다. 또한, 책상에서 앉아 있는 시간이 길어지면 자연스럽게 집중력이 떨어지는 문제가 발생한다. 많은 사람들은 자신이 집중할 수 있는 환경을 찾기 위해 카페나 독서실을 가며 시간과 돈을 소비한다.[2] 현재 코로나19로 인해 외부 활동이 제한될 뿐더러 시간과 돈을 절약하기 위해서는 주거 공간에서 최적의 환경을 조성하는 것이 필요하다. 이에 본 논문은 기존 스마트홈 시장에서 찾아볼 수 없는 “스마트 책상”이라는 새로운 제품을 제시하여 학습자의 허리 및 목 건강을 책임지고 높은 집중력을 유지시켜 효율적인 학습 능력 극대화를 목표로 한다.

본 시스템의 주요 특징은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 어플리케이션에서 사용자의 앉은 키를

기준으로 가장 바른자세를 유지할 수 있도록 아두이노와 리니어 액추에이터(Linear Actuator)를 사용하여 책상의 높낮이 및 책받침의 각도를 조절한다. 둘째, 레이저 포인터 모듈과 심박 센서로 사용자의 집중도를 분석한 후 블루투스를 통해 어플리케이션과 연동한다. 이로 인해 사용자가 공부에 가장 집중할 수 있도록 음악, 조명 밝기, 공기 농도의 최적화를 각종 모듈을 통해 구현한다.

많은 제품들이 과거에서 현재까지 다양한 방식으로 시대에 맞게 변화하였다. 그러나 책상은 개선할 방향이 있음에도 불구하고 특별한 변화 없이 현재까지 유지되어 왔다. 따라서 4차 산업 혁명 시대에 맞게 기존 책상에 인터넷 기능을 탑재한 IoT(Internet of Things) 제품인 ‘학습 능력을 높이는 스마트 책상’을 제안한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도

그림 1은 본 시스템의 전반적인 구성을 도식화시킨 시스템 구성도이다. 스마트 책상은 크게 자세 유지

기, 학습 환경 제어기로 이루어져 있다. 자세 유지기는 책상의 높낮이 및 책받침의 각도를 조절하는 리니어 액추에이터, 12V의 전압으로 액추에이터를 제어하기 위한 모터드라이버 모듈로 구성되어 있다. 높이와 각도 값은 모바일 어플리케이션에서 블루투스로 아두이노(Arduino)에 송신하여 데이터를 저장한다. 학습 환경 제어기는 아두이노(Arduino)에서 사용자의 집중도를 레이저 포인터 모듈과 심박 센서로 측정 후 블루투스를 통해 어플리케이션에 송신한다. 이후 어플리케이션에서 집중력 관리를 위해 소리와 조명 밝기를 MP3 스피커 모듈과 삼색조명을 통해 제어한다. 부가적인 기능으로 미세먼지 센서를 사용하여 실내 공기를 확인한 후 공기청정기를 가동해 학습하기 알맞은 공기 농도로 제어하고 책상 위 지우개 가루가 쌓이면 모터 드라이버와 바퀴를 연결한 청소기로 정리한다.

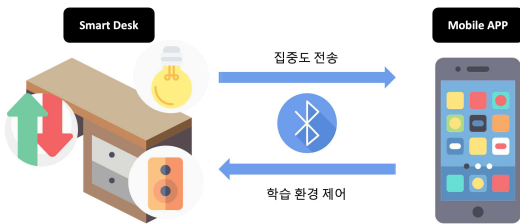


그림 1 시스템 구성도

2.2 시스템 기능

본 논문의 시스템 기능은 크게 책상 높이 및 책받침 각도 조절, 사용자 집중도 측정, 효율적인 학습 매니지먼트, 쾌적한 환경 조성으로 4가지를 제시한다.

첫째, 사용자가 어플리케이션에 자신의 키를 입력하면 그에 맞는 평균적인 책상의 높이와 책받침의 각도를 자동으로 설정해준다. 사용자는 책상에 앉아 보고 기호에 맞게 높이와 각도를 다시 수동으로 설정할 수 있다. 책상에서 공부를 마치면 책상의 높이와 책받침의 각도는 초기화된다. 사용자가 마지막으로 설정한 책상 높이와 책받침 각도는 데이터베이스에 저장되어, 공부를 다시 시작할 때 이전에 저장된 높이와 각도로 설정된다.

둘째, 사용자가 공부를 시작할 때 레이저 포인터 모듈에서 나오는 레이저를 10초 동안 응시하면 귀에 부착한 심박 센서가 안정된 집중 상태의 심박 변이도를 측정한다. 처음 일주일엔 5가지 백색소음과 3가지 조명 밝기를 조합한 모든 경우의 심박변이도

값을 측정하고, 어플리케이션으로 전송한다. 전송된 값은 어플리케이션에서 수치화하여 집중도 순위를 매긴다. 실험 결과, 심박변이도가 높을수록 집중을 하지 않는 것으로 확인되었고, 심박변이도가 낮을수록 높은 집중도를 보여서 이에 맞게 점수를 부여하였다.[3]

셋째, 일주일간 측정된 집중도 데이터를 바탕으로 백색소음과 조명 밝기를 사용자에게 추천할 수 있다. 백색소음과 조명 밝기를 자동으로 설정할 경우 추천 값을 적용해 집중도가 높았던 환경을 제공한다. 추천 환경을 적용함에도 집중도가 좋지 않다면 다음 순위의 백색소음과 조명 밝기를 제공한다.(이에 대한 자세한 내용은 2.4 H/W 흐름도에서 설명한다.) 백색소음과 조명 밝기는 사용자가 선택해 수동으로 변경할 수 있으며 사용자가 설정한 최소 집중도와 현재 측정된 집중도를 비교해 휴식시간을 알리는 알림음을 MP3 스피커 모듈을 통해 출력한다.

넷째, 쾌적한 환경을 조성하기 위해 미세먼지 센서로 공기 농도를 측정한다. 만약, 실내 공기 환경이 나쁘다면 아두이노(Arduino)로 신호를 보내 공기청정기를 작동하여 실내 공기를 깨끗하게 만든다. 또한, 공부를 마치고 어플리케이션에서 청소 버튼을 클릭하면 모터드라이버와 바퀴가 연결된 청소기를 통해 책상 위 지우개 가루 및 이물질을 청소한다.

2.3 모바일 흐름도

그림 2는 모바일 앱의 흐름도이다. 크게 홈 화면, 공부 화면, 설정 화면으로 구성되어 있고 각 화면마다 세부 화면을 구성하고 있다.

2.3.1 홈 화면

홈 화면의 기능은 두 가지로 나뉜다. 첫 번째로 공부 환경 추천 기능이다. 사용자가 스마트 책상을 이용하면서 저장된 집중도와 백색소음, 조명 밝기를 기반으로 백색소음, 조명 밝기의 순위 테이블을 생성하고 각각 1순위의 항목을 추천환경으로 정한다. 두 번째로 집중도 통계 기능이다. 집중도 통계는 일별, 주별, 월별 통계 보기가 가능하다. 집중도는 매우 낮음, 낮음, 보통, 높음, 매우 높음 5단계로 나뉘고 일, 주, 월별 학습을 하면서 저장된 집중도의 평균치를 그래프로 나타낸다.

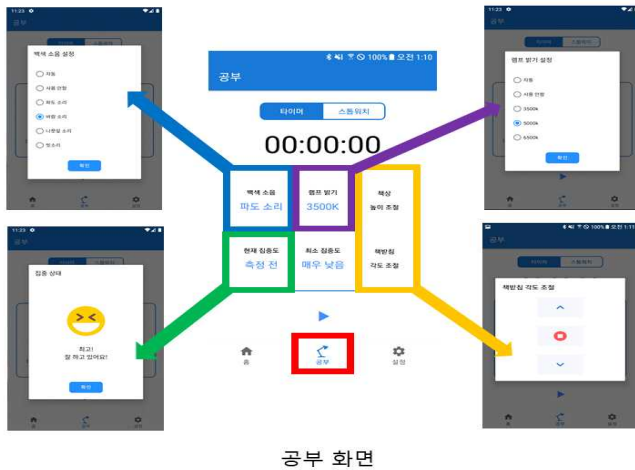
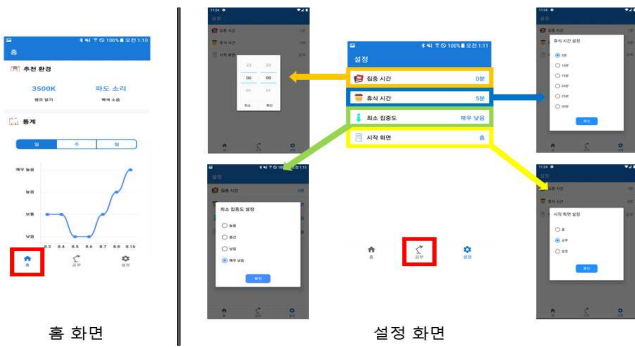


그림 2 모바일 흐름도

2.3.2 공부 화면

공부를 시작하고 종료할 때까지 사용하는 화면으로 공부 시작 전 타이머와 스톱워치 두 가지 중 하나를 선택하고 공부 시간을 선택해 학습을 진행한다. 공부 중 백색소음, 램프 밝기, 책상 높이, 책받침 각도를 조절할 수 있고, 백색소음, 램프 밝기의 경우 자동모드를 선택할 수 있다. 자동으로 선택하면 홈 화면의 추천환경에서 보여주는 환경이 적용된다. 추가로 사용자의 현재 집중도와 사용자가 설정한 최소 집중도를 보여준다. 공부와 휴식이 번갈아 가며 진행되고 공부 시간과 휴식 시간은 설정 화면에서 조정한다.

그림 3-1은 공부가 시작되고 휴식 시간이 될 때까지 앱의 동작을 명세한 알고리즘 명세서이다. 스마트 책상에서 집중도가 포함된 블루투스 메시지를 받으면 그림 3-2의 메시지 수신 함수에서 처리한다. 메시지 수신 함수는 집중도와 학습 진행 시간에 따라 다르게 동작한다. 학습 진행이 80% 이상이면 현재 집중도와 평균 집중도를 비교해 학습 시간을 연장하거나 휴식을 권유한다. 집중도가 평균 집중도보다 높은 경우 학습 시간을 10분씩 최대 2번 연장하고 낮은 경우 사용자에게 휴식을 권유한다.

공부가 종료되면 지우개 가루 청소 기능을 사용할 것인지 사용자에게 묻고, 사용한다면 스마트 책상에 블루투스 메시지를 전송해 지우개 가루 청소를 동작시킨다.

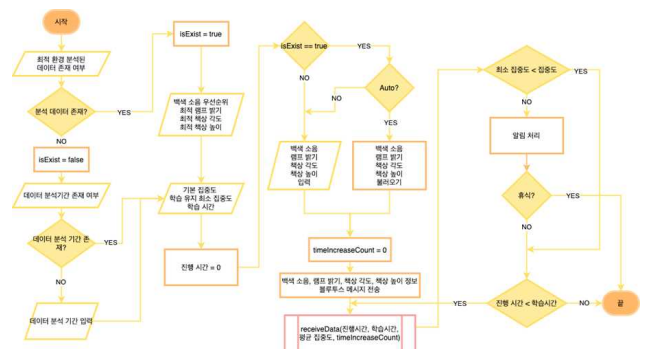


그림 3-1 학습 진행 앱 동작 알고리즘

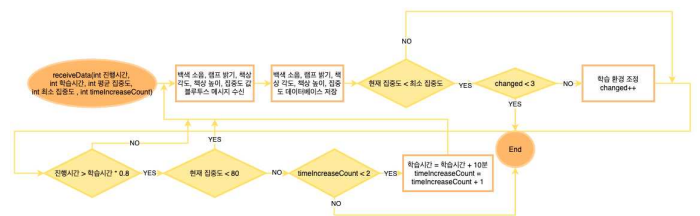


그림 3-2 메시지 수신 함수 알고리즘

2.3.3 설정 화면

학습에 필요한 환경을 설정하는 화면이다. 집중 시간, 휴식 시간, 최소 집중도, 시작 화면을 사용자가 원하는 값으로 변경할 수 있다.

2.4 H/W 흐름도

그림 4는 스마트 책상에 따른 H/W 흐름을 도식화한 것이다. 먼저 책상에 사람이 앉으면 어플리케이션을 통해 추천 높낮이를 받는다. 사용자가 추천 값을 선택하면 Linear Actuator로 추천 높낮이에 맞게 책상의 높이와 책받침의 각도를 조절한다. 하지만 추천 값을 선택하지 않는다면 사용자가 어플리케이션을 통해 스스로 높낮이를 조절한다. 다음, 레이저 모듈을 작동시켜 사용자가 레이저 포인터를 응시하도록 한 뒤 심박 센서를 통해 사용자의 집중도를 확인하기 위한 심박 변이도를 측정한다. 측정이 완료되면 레이저 모듈을 종료하고 사용자 데이터베이스에 근거한 최적의 집중도에 따른 조명 밝기와 백색소음을 출력하면서 공부를 시작한다. 공부시간을 설정해놓고 설정된 공부시간 내에 사용자의 심박변이도가 10bpm 이상일 경우에는 카운트를 설정해 사용자가 집중을 하고 있는지 확인한다. 카운트가 열

번 이상이면 사용자가 집중을 하지 못한다고 판단해, 다시 집중을 할 수 있도록 백색소음과 전등을 전환해 환경을 변화한다. 마지막으로, 백색소음과 전등을 전환하며 환경을 3번 이상 바꿈에도 불구하고 사용자가 집중을 하지 못하거나 설정한 공부시간을 다 채울 경우, 책상의 높이와 책받침 각도를 초기화하고 책상 위 지우개 가루를 자동으로 청소하며 휴식을 시작한다.

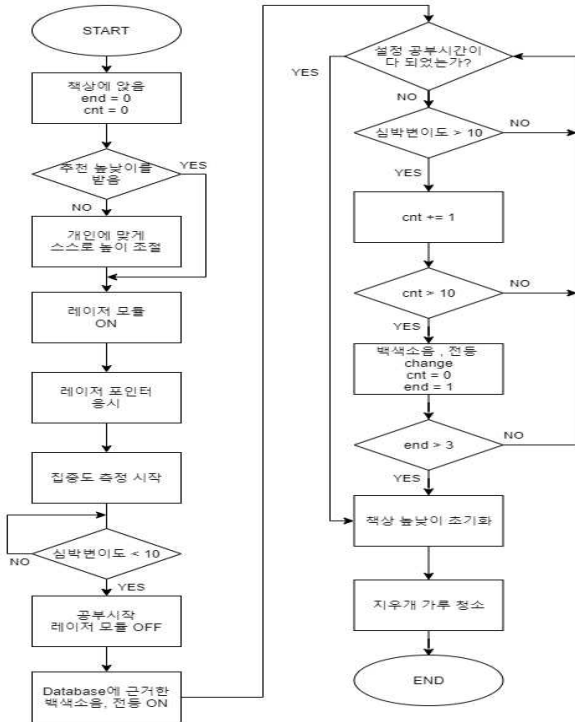


그림 4 H/W 흐름도

3. 구현 결과

그림 5-1과 5-2는 개발 완료된 ‘학습 능력을 높이는 스마트 책상’의 전반적인 형태를 나타낸다. 스마트 책상의 핵심 기능을 책상 및 책받침의 각도와 높이를 조절하는 리니어 액추에이터, 집중도를 확인하는 심박 센서, 어플리케이션과 통신하는 블루투스 모듈로 그림 5-1과 같이 구현했다. 또한, 측정된 집중도에 따른 백색소음과 조명 밝기도 어플리케이션을 통해 원격, 자동으로 조절할 수 있다. 추가로 미세먼지 센서를 통해 실내 환경을 실시간으로 확인하여 연동된 공기청정기를 가동해 공기를 청정한다. 앞서 설명한 기능들을 구현하기 위해 아두이노를 CPU로 사용하고 GPIO Pin을 통해 MP3, Relay, Bluetooth, Motor Driver 모듈을 그림 5-2와 같이 연결했다. 결과적으로 올바른 자세 유지와 효율적인 학습 매니지먼트를 통해 사용자의 학습 능력 향상을 구현했다.

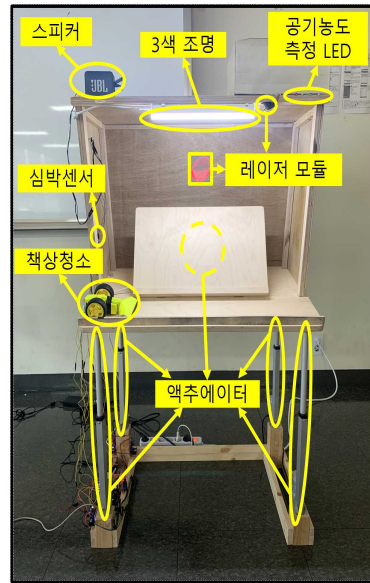


그림 5-1 스마트 책상

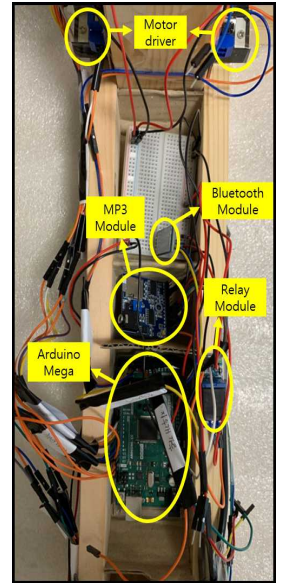


그림 5-2 결선도

4. 결론

본 논문은 책상에서 바른 자세로 높은 집중력을 유지하면서 공부를 수행할 수 있도록 함을 궁극적인 목표로 둔다. 이에 “학습 능력을 높이는 스마트 책상”은 앞서 언급한 목표를 구현할 뿐만 아니라 현재 성장하고 있는 최첨단 IoT(Internet of Things) 기술을 접목한, 어플리케이션으로 원격제어가 가능한 스마트홈 제품이다. 또한 코로나19로 인해 기존 카페와 독서실에서 공부하는 사람들이 시설에서 방역수칙에 의해 이용이 제한되고 있다. 이에 본 논문에서 제시한 제품을 시장에 출시함으로써 시간과 돈을 소비하며 카페와 독서실에 갈 필요 없이 실내 환경에서 최적의 공부 환경을 조성하여 전염병 확산 감소에도 효과를 기대할 수 있다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

[1] 손기영. (2014). *인간공학적 사용 편리성을 고려한 학생용 책상 디자인 연구 : 중·고등학생을 중심으로*. 석사학위논문, 홍익대학교 산업미술대학원
 [2] 한국일보. (2021년 2월 21일). 카로 간 코피스족의 걱정...“이용제한 또 없겠죠?”. URL : <https://m.hankookilbo.com/News/Read/A2021021818090003852>
 [3] 김주현. (2010). 집중력에 따른 EEG 신호와 Heart rate variability 신호의 상호관계 분석 및 해석