

시각장애인의 문맹률을 낮추기 위한 스마트 점자학습 보드

김성경¹, 이효정¹, 장윤희¹, 김인수²

한국공학 대학교 전자공학과¹, 한전KDN²

kkm1256@tukorea.ac.kr, gyahrbs95@tukorea.ac.kr, jyh6465@tukorea.ac.kr, diun81@daum.net

Smart Braille Learning Board to lower illiteracy rate for the Blind

Seong-Gyeong Kim¹, Hyo-Jeong Lee¹, Yoon-Hui Chang¹, In-Soo Kim²

¹Department of Electronics Engineering, Tech University of Korea

²KEPCO Knowledge Data & Network Co.

요 약

본 논문에서는 시중에서 판매되는 점자학습 기기의 단점들을 보완한 점자학습 보드를 제안한다. 학습 보드는 다음과 같은 기능을 수행한다. 첫째, 자음, 모음 등의 기초적인 글자 학습, 단어와 문장 학습, 게임 학습, 총 세 가지의 학습 모드를 지원하는 기능. 둘째, 사용자의 학습 데이터를 분석하여 마지막 학습 일자, 학습 진행 상황 등의 다양한 요소를 고려한 학습, 복습 내용을 자동으로 업로드하는 기능. 셋째, 기기에 연동된 애플리케이션을 통해 학습상태를 확인하고 기기를 조작하는 기능. 넷째, 학습 보드와 앱의 음성 안내, 생체인식을 사용한 로그인, 음성인식을 통한 언어 변환, 보드 자동 교체 등의 사용자 편의성을 위한 기능이다. 본 논문은 이를 통해 점자학습에 대한 접근성을 높여 시각장애인의 문맹률 감소를 목표로 한다.

1. 서론

코로나 19 이후 대부분의 수업이 온라인으로 진행되어 시각장애인들의 점자학습이 중단되는 사태가 일어나고 있다.[1] 2020년 보건복지부 장애인 실태조사에 따르면 코로나19 감염 확산 기간에 ‘교육 활동’과 관련하여 ‘상당히 어려웠음’의 비율이 높았던 장애는 안면장애, 간장애, 신장장애, 시각장애로, 시각장애가 15가지의 장애 유형 중 네 번째로 높았다. 또한, 시각장애가 있는 응답자 중 61.7%가 학습을 진행하기에 상당히 어려웠으며, 29.8%가 다소 어려웠다고 응답하였다.[2] 또한 현재 대부분 기관에서 사용되는 점자 교육 제품 조사 결과, 조작에 있어서 조력자 없이 학습이 불가하다는 단점과 구비 비용이 많이 들고 다수의 맞춤형 학습을 제공하기 어려운 문제가 있다고 판단하였다. 온라인을 통해 점자 교육을 진행하기 위한 인프라와 콘텐츠가 부족한 환경에서, 문맹률 개선을 위해 시각장애인이 스스로 점자를 학습할 수 있고 경제적이며 조작이 간편하고 맞춤형으로 원활한 학습 환경 조성이 가능한 기기가 필요하다.

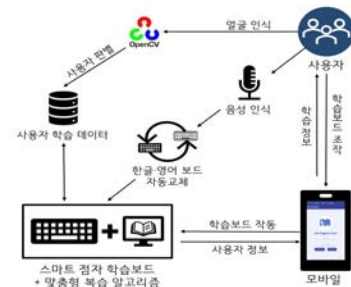
따라서 우리는 직접 점자를 만지며 학습할 수 있는 보드와 학습을 보조하는 앱, 생체인증과 음성인식 그리고 보드 자동 교체 등 사용자 편의 기능으로 구성된 제품을 제안한다. 음성안내와 음성인식을 통해 한국어·영어 보드를 자동

으로 교체해줌으로써 조력자의 도움 없이도 간편하게 조작할 수 있게 하며 특히 생체인증기능으로 사용자를 구분, 기기를 여러 사용자가 재할용할 수 있도록 하여 기기 구비에 드는 비용 절약을 통해 공교육에서의 점자 교육을 돕는다.

또한, 사용자의 학습 진도와 복습 여부를 반영하여 자동으로 학습을 관리해줄 뿐만 아니라, 마지막 학습 일자와 오답률 등의 학습 데이터베이스를 분석하여 사용자가 복습할 부분과 양을 판단해주는 맞춤형 학습 알고리즘을 제공하여 체계적인 학습을 돕는다.

2. 본론

2.1 서비스 구성도



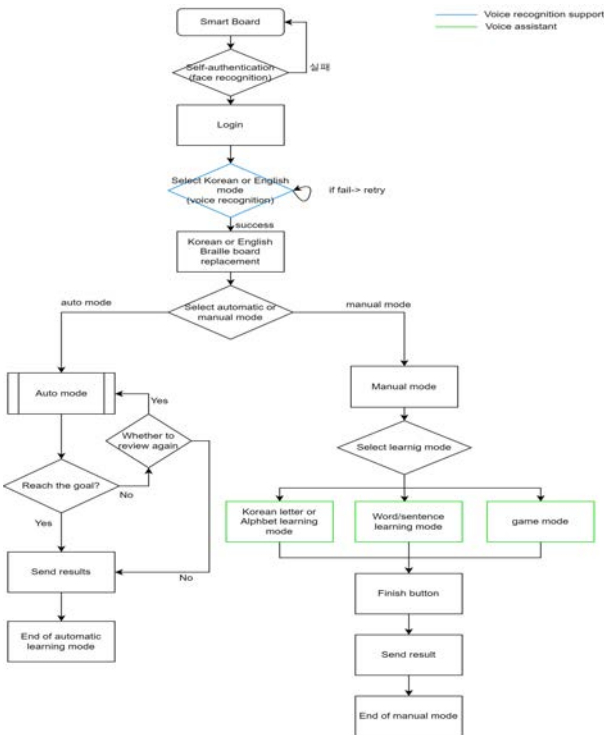
(그림1) 서비스 구성도.

(그림 1)은 본 논문에서 제안하는 스마트 점자학습 보드의 대략적인 서비스 구성도이다. 사용자가 점자학

습 보드를 작동시키고 OpenCV로 얼굴인식을 통해 등록된 사용자인지 판별한다. 등록된 사용자는 아이디로 저장된 학습 데이터베이스를 기반으로 중단한 학습을 이어서 진행하거나 사용자의 취약한 부분을 파악하여 복습을 진행하는 맞춤형 복습 알고리즘을 이용할 수 있다. 또한, 애플리케이션을 통해 학습 진행 상황과 기록을 본인 또는 보호자가 언제든지 확인하고, 점자학습 보드의 모드를 간접적으로 조작할 수 있다.

2.2 시스템 기능

2.2.1 전체 동작 알고리즘



(그림2) 점자 보드 전체 동작 알고리즘.

(그림 2)는 학습 모드 선택 및 전체 동작 알고리즘이다. OpenCV를 통해 사용자의 얼굴을 인식하고 등록된 사용자임이 확인되면 로그인이 완료되며, 한글/영어 언어선택 단계로 넘어간다. 사용자가 '한글' 또는 '영어'라고 말한 음성을 구글 음성인식 API로 인식하여 해당 언어의 점자 보드를, 컨베이어벨트로 트레이를 밀어 제공한다. 그다음 수동 또는 자동모드를 선택하게 된다.

수동모드에서는 키패드의 버튼을 눌러 자음·모음/알파벳 학습, 단어·문장 학습, 게임 총 세 개의 학습 단계 중 하나를 선택할 수 있다. 자동모드에서는 보드에서 학습 진도를 확인하여 사용자가 학습 단계를 선택할 필요 없이 안내음성만을 따라서 점자를 학습할 수 있다. 학습이 끝날 때마다 목표에 도달했는지 확인하고 목표에 도달한 경우 바로 종료한다. 도달하지 못한 경우 복습을 권유한 후, 사용자의 의사에 따라 복습을 진행한다.

2.2.2 자동모드 서브루틴

(그림 3)은 자동모드의 동작을 자세히 도식화한 것이다. 이전 데이터를 읽어오고 복습 여부를 판단한다. 복습을 진행했을 때는 그다음 단계부터 학습을 진행하고, 복습하지 않았을 시에는 데이터베이스에서 마지막 학습 일자, 이전 학습 개수, 오답 개수를 가져와 복습을 시작한다.

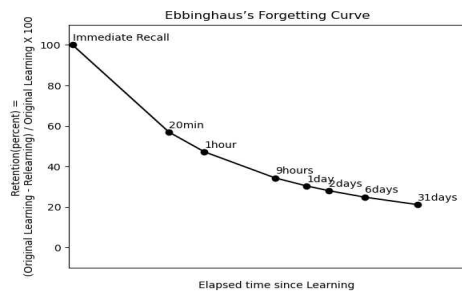


(그림 3) 자동모드와 복습 알고리즘.

에빙하우스의 망각공식에 따르면 인간은 학습 후 1시간이 지나면 50% 이상을 망각한다. 이러한 망각을 방지하는 방법은 반복 학습 즉, 복습이다. 따라서 본 논문의 복습 알고리즘에서는 사용자의 효과적인 학습을 돕기 위해 에빙하우스의 망각공식을 기반으로 한다. <수식 1>에서 b는 기억 보존율, t는 학습이 끝나기 전에 1분부터 계산되는 시간(분), 상수 c 및 k는 각각 1.25 및 1.84로 하여 그래프로 나타내었을 때, (그림 4)와 같이 에빙하우스의 망각곡선이 나타나게 된다.

$$b = \frac{100k}{(\log(t))^c + k}$$

<수식 1> 에빙하우스의 망각곡선 근사식.[3]



(그림4) 에빙하우스의 망각곡선.

복습 알고리즘에서는 망각곡선을 참고하여 마지막 학습 일자로부터 지난 일수에 따라 망각률을 1일경과 시 0.70, 2~5일경과 시 0.75, 10일 이상 경과 시 0.77로 설정하고, 복습할 단어 수를 이전학습개수(x)*망각률+오답개수(n)로 정의한다. 복습이 끝나면 학습 개수 및 일자,

오답 개수를 데이터베이스에 저장하고, 이후 학습 시 지난번에 학습한 다음 단계부터 다시 학습을 진행한다.

학습 단계는 한글의 경우 자음·모음/단어/문장 학습 순으로, 영어의 경우 알파벳/단어/문장 학습 순으로 진행된다. 종료 버튼을 누르면 복습을 하고 마무리할 것인지 물어본다. 복습 선택 시 복습한 후 데이터베이스에 복습한 결과를 저장하고, 복습하지 않겠다고 선택할 시 데이터베이스에 학습한 결과를 저장한 후 다음 학습이 이뤄질 때 복습을 진행하게 된다.

2.3 모바일 흐름도



(그림 5) 학습 관리 애플리케이션 흐름도.

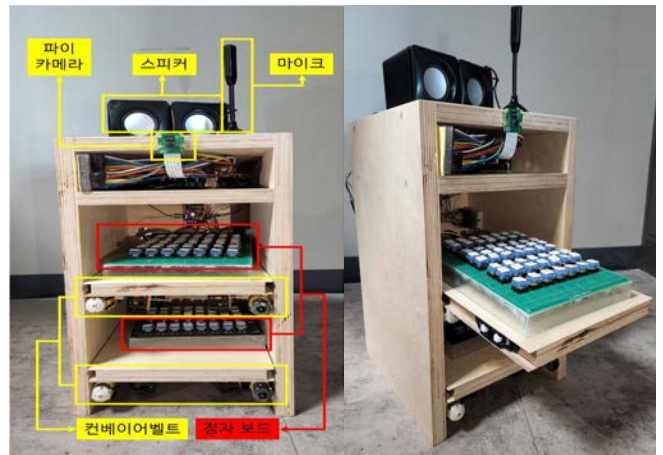
(그림 5)는 모바일 흐름 과정을 도식화한 것이다. 메인 화면에서는 수동모드(한글/영어/게임점수)와 자동모드(한글/영어/학습관리)를 선택할 수 있다.

첫째로, 수동-한글 버튼을 누르면 자음·모음 학습, 문장·단어 학습, 단어게임 버튼이 있는 페이지로 넘어간다. 버튼을 누르면 각 단계에 맞는 학습 모드를 실행한다. 둘째로, 수동-영어 버튼도 마찬가지로 알파벳 학습, 문장·단어 학습, 단어게임 버튼이 있는 페이지로 넘어가며, 버튼을 누르면 보드에서 각 단계에 맞는 학습 모드를 실행한다. 셋째로, 수동-학습관리 버튼을 누르면 단어게임의 기록을 보여준다. 넷째로, 자동-한글 또는 영어 버튼을 선택하면 각 언어에 맞는 자동학습 화면이 나타나며, 화면에 쓰여 있는 문구대로 안내음성이 나온다. 안내음성을 따라 키패드 버튼을 누르면 정답/오답 여부를 알려주며 정답일시 다음 단계로 넘어간다. 종료 버튼을 누르면 복습 진행 여부를 물어보며, 복습을 진행하거나 학습을 종료한다. 다섯째, 자동-학습진도 버튼을 누르면 한글학습 진행률과 영어학습 진행률을 progress bar로 표시해준다. 세부사항 보기 버튼을 누르면 마지막 학습 일자, 목표 정답률, 단어별 복습 필요 여부 등을 표시하여 사용자의 학습 진행도를 상세히 확인할 수 있다.

3. 구현 결과

(그림 6)은 개발 완료된 ‘문맹률을 개선하는 점자학습 보드’의 전반적인 형태를 나타낸다. 스마트 점자 보

드의 핵심 기능을 사용자를 인식하는 파이 카메라, 보드의 동작을 조작하는 마이크, 한글/영어 보드를 제어하는 컨베이어벨트, 점자를 학습하는 점자 스위치, 사용자에게 음성 지원을 해주는 스피커로 (그림 6)과 같이 구현했다. (그림 7)은 음성인식을 통해 학습 언어를 선택했을 시 컨베이어벨트가 작동하여 해당 언어의 보드가 자동교체된 모습이다. 또한, 애플리케이션과 통신하여 원격으로 보드의 학습 기능을 변경할 수 있다. 추가로 사용자가 보드를 통해 입력한 점자 값을 실시간으로 확인하여 학습 현황을 확인할 수 있다. 결과적으로 순차적인 학습 진행과 효율적인 학습 매니지먼트를 통해 사용자의 학습 능력 향상을 구현했다.



(그림 6) 점자학습 보드. (그림 7) 컨베이어벨트 동작.

4. 결론

본 논문은 자연 망각률과 상대적 학습 효율에 따라 공부를 수행할 수 있도록 함을 궁극적인 목표로 둔다. 이에 “문맹률을 개선하는 점자학습 보드”는 앞서 언급한 목표를 구현할 뿐만 아니라 현재 성장하고 있는 IoT(Internet of Things) 기술을 접목한 제품이다. 또한, 코로나 19로 인해 조력자의 도움을 받아 학습을 진행하기 어려운 실정으로 본 논문에서 제시한 제품을 시장에 출시함으로써 시간과 돈을 소비하여 조력자의 도움을 받을 필요 없이 1인 학습 환경을 조성하여 전염병 확산 감소에도 효과를 기대할 수 있다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

참고문헌

- [1] <http://www.joongbo.com/news/articleView.html?idxno=1191254>
- [2] 보건복지부. (2022). “2020년 장애인실태조사”
- [3] Friedhart, H Hagendorf & H. Ebbinghaus, Human memory and cognitive capabilities: mechanisms and performances, Amsterdam: North-Holand, Elss Science Ltd, 1986