

시각 약자의 디지털 리터러시 향상을 위한 부착형 블루투스 물리 키패드 구현

이 상 록*

Implementation of a Detachable Physical Bluetooth Keypad to Improve Digital Literacy of the Visually Impaired

Sangrok Lee*

요 약

본 논문은 시각 약자의 디지털 리터러시 향상을 위해 터치형 스마트폰에 연동하여 사용할 수 있는 블루투스 물리 키패드를 구현하였다. 시각 약자들이 터치형 스마트폰에서 가상 키패드를 사용하기 어려운 점을 해소하기 위해 물리 키패드 형태의 블루투스 키패드를 구현하였다. 키패드는 4×5 배열이고, 4×4 ‘친지인’ 키 배열과 4개의 기능 키로 구성된다. 4×4 ‘친지인’ 키 배열은 폴더형 스마트폰에 적용된 구조로서 시각 약자들에게 익숙한 장점이 있다. 또한, 추가된 4개의 기능 키는 인터넷 접근시 자주 사용되는 ‘상/하 이동키’, ‘OK 키’, 그리고 ‘단축 키’이다. 구현된 물리 키패드를 터치형 스마트폰에 적용하여 시험한 결과 서비스가 가능함을 확인하였고, 시각 약자의 디지털 리터러시 향상에 도움이 되리라 기대한다.

Key Words : The visually impaired, Physical keypad, Bluetooth, HID, Touch-type smartphone

ABSTRACT

This paper implements a Bluetooth physical keypad that can be used in conjunction with a touch-type smartphone to improve digital literacy of

the visually impaired. A Bluetooth keypad in the form of a physical keypad is implemented to solve the difficulty of using a virtual keypad in a touch-type smartphone for the visually impaired. The keypad has a 4×5 arrangement, and consists of a 4×4 ‘Cheonjiin’ key arrangement and 4 function keys. The 4×4 ‘Cheonjiin’ key arrangement is a structure applied to a foldable smartphone, so it has the advantage of being familiar to the visually impaired. In addition, 4 function keys are the ‘up/down key’, ‘OK key’, ‘shortcut key’ that are frequently used when accessing the Internet. As a result of testing by applying the implemented physical keypad to a touch-type smartphone, it was confirmed that the service is possible, and it is expected that it will help improve the digital literacy of the visually impaired.

I. 서 론

IT 세상에 접근하기 어려운 시각 약자는 전맹 장애인뿐만 아니라 최근 증가하고 있는 시각 노화를 겪고 있는 노인들도 있다. 이처럼 급증하는 시각 약자의 스마트폰 접근성(accessibility) 실태와 접근성 향상을 위한 방법들이 제시되었다¹⁻³⁾. 시각 약자의 디지털 리터러시 향상을 위한 스마트폰 접근성은 크게 입력장치와 출력장치로 구분할 수 있다. 시각 약자를 위한 출력 장치는 최근 스마트폰의 성능이 향상되면서 OS에서 기본 기능으로 지원하는 TTS(Text-To-Speech) 엔진을 활용한다. 대표적인 TTS 엔진으로는 안드로이드에서 지원하는 ‘토크백(Talkback)’과 iOS에서 ‘보이스오버(VoiceOver)’가 있다. 시각 약자를 위한 입력 장치는 점자단말기, 음성인식 기능 등이 있다. 점자단말기는 사용이 어렵고, 음성인식 기능은 사생활 침해 등의 이유로 선호하지 않는다. 이를 해소하기 위해 최근에 터치형 스마트폰에 적용할 수 있는 입력 장치 2종이 출시되었다. 하나는 다이아전자에서 2021년에 발표한 ‘퀵티 케이스’이고, 다른 하나는 건웅아이비씨에서 2021년에 발표한 T-DOT이다. 퀵티 케이스는 정보 소외 시각장애인을 위한 블루투스 물리 키보드이고, 스마트폰을 든 상태에서 두 손으로 열 손가락 전부를 이용해 문자를 입력할 수 있다⁴⁾. 퀵티 케이스

* First Author : (ORCID:0000-0001-7016-2572) Shinhan University, Division of IT Convergence Engineering, Major in Electronic Engineering, srlee@shinhan.ac.kr, 부교수, 종신회원
논문번호 : 202209-228-D-LU, Received September 29, 2022; Revised October 16, 2022; Accepted October 16, 2022

는 퀴티(Qwerty) 자판 구조라서 키(key)의 개수가 30개로 다소 많고, 자판 크기가 일반인이 사용하는 크기와 유사하여 시각 약자가 사용한다면 오타 발생률이 높을 것으로 예상된다. T-DOT은 시각 장애인을 위한 막대형 점자키보드이고, 점자로 입력하면 자동으로 보는 글자의 코드로 번역되어 문서 입력이 가능한 블루투스 입력장치이다⁵⁾. 이외에도 전화 받기, 음악 듣기 등의 다양한 기능을 지원하지만 점자를 기반으로 하고 있어 점자를 배우지 못한 많은 시각 약자들에게는 여전히 어려운 장치이다. 2017년 보건복지부 정책보고서에 따르면 시각장애인의 92.4%는 후천적 장애발생으로 인해 시각장애를 가지게 되었고, 장애등급 1~4급을 가진 시각장애인의 86.0%는 점자 해독이 불가능한 현실이다⁶⁾.

한편, 시장조사를 위해 2021년 시각장애인 100명을 대상으로 진행한 설문조사에서 터치형 스마트폰에서 터치 화면의 사용이 어려워져 아직도 피쳐폰이나 폴더형 스마트폰을 선호하는 것으로 나타났다. 터치형 스마트폰은 고사양으로 다양한 기능을 제공하지만, 터치형 가상 키패드를 조작하는 어려움이 가장 불편한 점으로 조사되었다. 반면에 폴더형 스마트폰은 물리 키패드를 사용하는 익숙함이 가장 큰 장점이고, 낮은 사양과 단종에 대한 불안감이 주요 단점으로 나타났다. 본 논문에서는 설문조사를 통해 터치형 스마트폰을 선호하는 장점과 폴더형 스마트폰을 선호하는 장점을 수렴하여 터치형 스마트폰과 연결하여 사용할 수 있는 물리 키패드를 구현한다. 특히, 기존 제품들의 단점을 보완하기 위해 물리 키패드의 키 배열을 시각장애인들에게 익숙한 폴더형 스마트폰의 키 배열과 유사한 구조의 블루투스 물리 키패드를 설계하고 구현하였다.

II. 블루투스 물리 키패드 설계

본 논문에서 시각 약자를 위한 블루투스 물리 키패드의 설계 조건은 다음과 같다. 첫째, 시각 약자에 익숙한 키 배열을 최대한 수용한다. 둘째, 시각 약자가 사용할 때 오타 확률을 줄이기 위해 자판의 개수를 최소화하고 키간 간격을 확보한다. 셋째, 기존 폴더형 스마트폰과 유사한 형상을 지원하기 위해 터치형 스마트폰에 부착하여 사용가능한 구조를 지원하고, 분리형으로도 사용할 수 있다.

그림 1은 블루투스 물리 키패드의 블록도이고, 표 1은 구체적인 사양을 보이고 있다. 블루투스 물리 키패드는 키패드, MCU, 블루투스 안테나, 그리고 전원

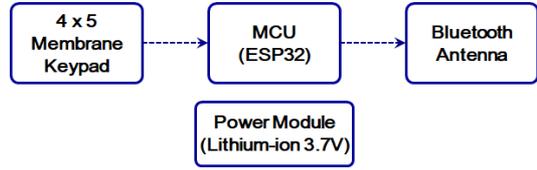


그림 1. 블루투스 물리 키패드 블록도
Fig. 1. Block diagram of Bluetooth physical keypad

표 1. 블루투스 물리 키패드 사양
Table 1. Specification of Bluetooth physical keypad

Item	Specification
MCU	ESP32-WROOM-32D
Keypad	4×5 Membrane type
Bluetooth	BLE v4.2
Battery	Lithium-ion 3.7V/1800mAh
PCB size	77.5mm×110.0mm×1.6mm

부로 구성된다. 먼저, 물리 키패드는 4×5 배열의 멤브레인(Membrane) 타입의 키패드를 적용한다. 키패드의 키 배열은 설계 조건 (1)을 반영하여 기존 폴더형 스마트폰에 적용된 4×4 ‘천치인’ 배열 구조에 4개의 기능 키를 추가한다. 4개의 기능 키는 스마트폰에서 인터넷 접근성을 용이하게 하기 위해 자주 사용되는 ‘상/하 이동키’, ‘OK 키’, 그리고 ‘단축 키’이다. 키패드 모듈 PCB의 크기는 설계조건 (3)을 반영하여 77.5mm×110.0mm이다. 구현된 물리 키패드를 적용할 터치형 스마트폰의 크기와 서비스 앱에서 화면의 크기를 고려한 결과이다. 시범용 터치형 스마트폰인 ‘갤럭시 A52S’의 전체 크기는 69.0mm×152.0mm이고, 서비스 앱 화면의 크기는 69.0mm×79.0mm로 설계한다. MCU 모듈은 Espressif System의 32비트 CPU 코어를 가진 ESP32-WROOM-32D를 사용한다. 블루투스 통신은 BLE v4.2를 지원하고, 0dBm의 송신 전력과 -97dBm의 수신감도를 갖는 패턴 안테나로 구현되었다. 전원모듈은 3.7V/1800mA의 리튬이온 배터리에서 정전압 발생기를 통해 3.3V 코어 전원을 생성한다.

그림 2는 블루투스 물리 키패드의 동작을 제어하는 MCU의 프로그램 순서도이다. 먼저, 블루투스 통신의 호스트인 서비스 앱이 설치된 스마트폰과의 블루투스 연결을 위해 주기적으로 광고를 보낸다. 연결 요청이 수락되어 연결이 설정되면 키패드의 키 입력을 계속 모니터링 한다. 키패드를 통해 정보가 입력되면 입력된 키에 설정된 HID(Human Interface Device) 값을 블루투스 통신을 통해 스마트폰으로 전송한다. 스마트

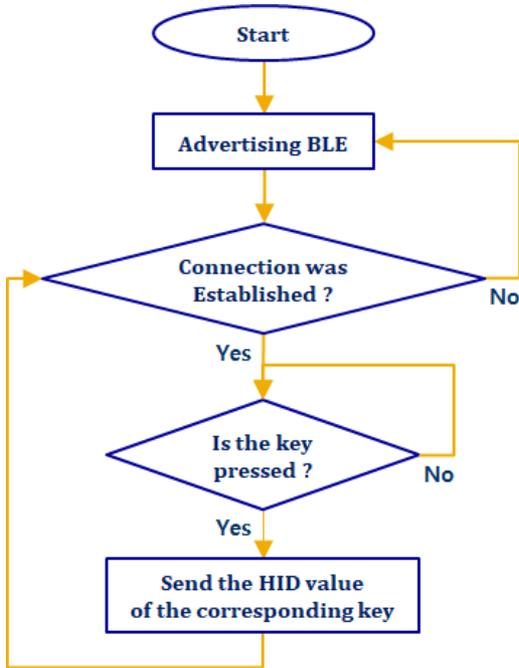


그림 2. 제어 프로그램 순서도
Fig. 2. Flowchart of control program

폰에 구현된 서비스 앱은 전송된 HID 값을 해석하여 화면에 출력하고, 동시에 토크백 기능으로 TTS 서비스를 제공한다.

Ⅲ. 블루투스 물리 키패드 구현 및 검증

3.1 블루투스 물리 키패드 구현

그림 3은 시각 약자를 위해 구현된 블루투스 물리 키패드의 실물 사진이다. 그림 3(a)는 키패드의 전면이고, PCB 상단에 4×5 키패드가 배치되어 있다. 그림에서 보듯이 하단의 4×4 키 배열은 ‘천지인’ 배열 구

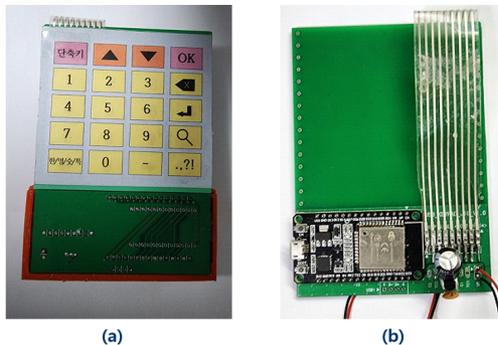


그림 3. 구현된 물리 키패드 사진
Fig. 3. Photos of Bluetooth physical keypad

조이고, 상단에 4개의 기능 키로 구성된다. 그림 3(b)는 키패드의 후면이고, 우측에 키패드 연결용 케이블이 배치되고, ESP32 계열의 MCU 모듈과 전원부가 PCB의 하단에 배치된다.

3.2 블루투스 물리 키패드 검증

그림 4는 시각 약자를 위해 구현된 블루투스 물리 키패드를 스마트폰 전면에 부착한 검증 시스템 사진이다. 그림 4(a)의 상단에 표시된 점선 영역은 서비스 앱이 출력되는 영역이다. 그림 4(b)의 후면 사진에서 하단은 회로와 배터리를 보호하기 위한 보호 케이스를 적용한 결과이다. 서비스 앱에서 제공하는 기본 기능은 통화/문자/검색 등을 위한 키 입력 기능이고, 부가 기능은 ‘단축키’를 활용하여 음급 신호 전달, 주소록 편집, 단축 전화걸기, 단축 인터넷 연결과 같은 기능이다³⁾. 그림 4(a)에서 상단의 출력 화면은 시스템 검증을 위해 단축키를 활용하여 ‘인터넷 연결 기능’을 실행한 결과이고, 동작 과정은 다음과 같다. 물리 키패드에서 ‘단축키’를 입력한 후에 숫자 ‘8’을 입력하면, 서비스 앱은 단축 기능 ‘8’로 인식하여 ‘네이버’ 링크를 실행하고, 동시에 TTS 서비스로 실행되었다는 음성을 출력되므로 정상적인 동작을 확인할 수 있다.



그림 4. 터치형 스마트폰에 부착된 검증 시스템 사진
Fig. 4. Photos of the verification system attached to touch-type smartphone

Ⅳ. 결 론

시각 약자의 디지털 리터러시 향상을 위해 터치형 스마트폰에 연동하여 사용할 수 있는 블루투스 물리 키패드를 구현하고, 동작을 검증하였다. 시각 약자들이 터치형 스마트폰에서 가상 키패드를 사용하기 어려운 점을 해소하기 위해 물리 키패드 형태의 블루투

스 키패드를 구현하였다. 구현된 블루투스 물리 키패드의 키 배열은 시각 약자들에게 익숙한 폴더형 스마트폰에 적용된 키 배열을 적용하고, 인터넷 접근시 많이 사용되는 기능 키를 4개 추가하여 구성하였다. 구현된 물리 키패드를 터치형 스마트폰에 적용하여 시험한 결과 서비스가 가능함을 확인하였다. 따라서, 터치형 스마트폰에서 구동되는 서비스 앱의 기능을 보완한다면 시각 약자의 디지털 리터러시 향상에 도움이 되리라 기대한다.

References

- [1] E. J. Kim, S. J. Park, and J. W. Kim, "A study on smartphone acceptance for the visually impaired," *J. Korea Ind. Inf. Syst. Res.*, vol. 21, no. 4, pp. 79-94, Aug. 2016. (<https://doi.org/10.9723/jksis.2016.21.4.079>)
- [2] K. S. Kim and B. S. Song, "Investigation of mobile accessibility in accordance with the smartphone use for people with visual disabilities," *The Korean J. Visual Impairment*, vol. 30, no. 4, pp. 109-125, Dec. 2014.
- [3] S. Lee, "Design and implementation of a detachable USB keypad to improve smartphone accessibility of the visually impaired," *The Soc. Convergence Knowledge*, vol. 10, no. 3, Sep. 2022. (<https://doi.org/10.22716/sckt.2022.10.3.027>)
- [4] I. W. Choi, *The visually impaired no longer need to use a folding smartphone*(2021), Jun. 24, 2021, from <http://abnews.kr/1TtA>
- [5] I. W. Choi, *Convenient for the visually impaired, development of braille Bluetooth keyboard*(2021), Feb. 3, 2021, from <http://abnews.kr/1Sly>
- [6] S. H. Kim, *Survey on the status of persons with disabilities in 2017*, Sep. 5, 2018, from http://www.mohw.go.kr/react/jb/sjb030301vw.jsp?PAR_MENU_ID=03&MENU_ID=032901&CONT_SEQ=345972