

사물인터넷 기반의 점자 표출 시스템 구현

박승빈¹, 김봉현^{2*}

¹서원대학교 정보통신공학과 석사과정, ²서원대학교 컴퓨터공학과 교수

Implementing Braille Display System Based on the IoT

Seung-Bin Park¹, Bong-Hyun Kim^{2*}

¹Master's Student, Department of Information Communication Engineering, Seowon University

²Professor, Department of Computer Engineering, Seowon University

요약 점자는 시각장애인이 살아가면서 의사소통하거나 시각적 자료의 정보를 습득하기 위해서 사용되는 필수적인 수단이라고 할 수 있다. 하지만 시각장애인들의 점자 해석률은 5%로 미미한 수치를 보인다. 그래서 시각장애인 도서관은 시각장애인들을 위한 각종 정보들을 얻을 수 있는 다양한 형태의 자료를 제작하고 이를 해석하기 위한 보조공학기기도 보유한다. 하지만, 점자책을 구매해서 해석하기에는 점자책의 출판율도 너무 부족하고, 점자 해석률이 너무 낮은 수치고 보조공학기기를 구매하기에는 가격도 너무 비싸고 속도도 느리다는 단점이 있다. 따라서, 본 논문에서는 시각장애인들이 정보를 얻기 위해 사용하는 기존의 방법들과 더불어 도움을 주기 위해 아두이노로 점자를 표출하는 시스템을 구현하였다. 점자 표출은 파이썬과 아두이노 간 시리얼 통신을 통하여 한글 데이터를 파이썬 측에서 송신하고 데이터를 수신한 아두이노에서는 한글 데이터를 프로그램 내 배열에 있는 데이터들과 비교하여 해당 한글 데이터의 점자 값들을 가져온다. 여기서 점자 값은 점자일람표 기준으로 하얀색 원, 검은색 원을 이용해 서보모터 모터를 몸통과 수직이거나 수평으로 제어하면서 점자를 표출하였다.

주제어 : 사물인터넷, 점자, 시각장애인, 아두이노, 파이썬

Abstract Braille can be said to be an essential means used for the visually impaired to communicate or acquire information on visual materials in their lives. However, the rate of interpretation of braille among the visually impaired is insignificant at 5%. As a result, libraries for the visually impaired produce various types of materials that can obtain various information for the visually impaired and also have assistive technology equipment to interpret them. However, the publication rate of Braille books is too low to purchase and interpret Braille books. In addition, the Braille interpretation rate is too low, and the purchase of assistive technology devices is too expensive and slow. Therefore, in this paper, we implemented a system that displays Braille using Arduino to help visually impaired people in addition to the existing methods they use to obtain information. For Braille display, Korean data is transmitted from Python through serial communication between Python and Arduino, and Arduino, which receives the data, compares the Korean data with the data in the array in the program and retrieves the Braille values of the Korean data. Here, the Braille value was expressed by controlling the servo motor perpendicular or horizontal to the body using white and black circles based on the Braille list.

Key Words : IoT, Braille, Blind, Arduino, Python

*교신저자 : 김봉현(bhkim@seowon.ac.kr)

접수일 2023년 9월 19일 수정일 2023년 11월 19일 심사완료일 2023년 11월 24일

1. 서론

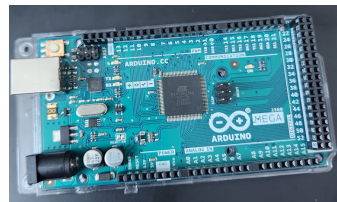
평소에 글을 읽고 쓸 수 있는 비장애인과 달리 시각장애인은 이러한 행동이 제한된다. 1894년 미국인 '로제타 셔우드 홀(Rosetta Sherwood Hall)'에 의해서 최초의 우리나라 점자가 탄생 되었으며 1926년 11월 4일에 훈맹정음을 박두성 선생이 개발하면서 현재 한글 점자에 기반이 되었고, 한글의 점자는 종으로 3개의 점, 횡으로 2개의 점으로 총 6개의 점으로 초성, 중성, 종성을 완전히 구별할 수 있게 되었다. 시각장애인들이 읽기, 쓰기 능력을 키우기 위해서는 점자는 이들에게 있어서 중요한 도구이다[1]. 그리고 점자는 의사소통에도 도움을 주고, 정독 및 재독이 가능, 철자를 익히고 지식을 쌓을 수 있다. 정보를 획득하는데, 그 중80% 정도는 시각적 감각이 차지하지만 읽을 수 있는 능력이 제한되는 시각장애인에게 있어 점자는 정보를 획득하는데 필요한 수단이다. 하지만 점자는 다양한 장점도 있지만 시각이 아닌 촉각을 사용하기 때문에 시각과 청각을 이용해 정보를 얻는 방법보다 속도가 느리며 점자가 필요한 수단임에도 불구하고 2014년에 실시된 장애인실태조사에서 점자 해독률은 5%라고 보건복지부는 발표했다[2,3,4]. 한국 시각장애인 도서관 협의회에서의 2021년도 도서관 장애인 서비스 통계조사 결과보고서에 따르면 점자 해독률이 낮음에도 불구하고 장애인 서비스 중 주 대상 장애인층을 조사한 결과 공공도서관 내 97%인 251개의 도서관은 시각장애인을 주요 이용 대상으로 한다. 그리고 도서관을 이용하면서 도움을 줄 수 있는 점자프린터와 점역 SW 등과 같은 보조공학기기는 높은 보유율이 나타났으며, 이용현황은 2020년에는 평균 3.0건이지만 2021년에는 평균 3.1건으로 상승하였다. 하지만 이 수치들에 반해 그리고 계속 책을 읽기 위해서 도서관을 매번 갈 수도 없고 점자책의 비율은 2020년에 출판된 책의 0.2%이다. 이 점자책 이외에도 점자 키보드나 점자프린터도 있다. 그러나 가격이 너무 비싸고 느리다는 단점이 있다. 2023년 4월 보건복지부 국립재활원에서 발표한 2022년도 등록장애인 현황에서 시각장애인은 9.5%로 3번째로 높은 수치를 보였지만 위의 글들을 살펴보면 시각장애인들을 위한 복지가 미비하다[5,6,7].

따라서 본 논문에서는 위의 수치들을 통해 시각에 폭넓은 자료들의 정보를 획득하는 데 있어서 도움을 주기 위해서 시각 자료를 점자로 표출하기 위해 우선 아두이노를 이용한 점자 표출 후에 향후 계획을 설명한다.

2. 관련 연구

2.1 아두이노

아두이노는(Arduino) 이탈리아에서 최초로 만들어졌으며 다양한 상호 객체들과 디지털 장치를 만들기 위한 단일 보드 마이크로컨트롤러로 오픈소스를 기반해 관련 개발 도구와 환경(IDE)을 제공하는 전자 플랫폼으로 프로그램에 대한 지원이 가능하며, 부품도 저렴하다. 본 논문에서는 PIN을 더 많이 사용하기 위해서 아두이노 Mega 2560을 사용한다[8,9].



[Fig. 1] Arduino Mega 2560

2.2 SG90 서보모터(Servo Motor)

SG90 서보모터(Servo Motor)는 아두이노에서 사용되는 작고 저렴한 아두이노 부품이며 기어와 모터 그리고 제어회로 등으로 이루어져 있다. 일반 모터와 달리 특정 회전(0~180°) 내에서 속도나 각도 그리고 가속도를 제어할 수 있다.

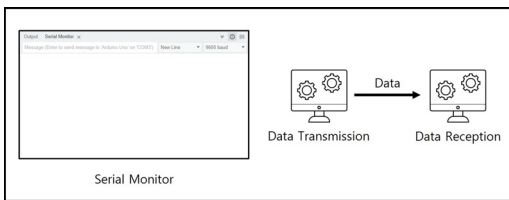
2.3 파이썬(Python)

1991년에 네덜란드 프로그래머 귀도 반 로섬(Guido Van Rossum)이 만든 파이썬(Python)은 한 줄씩 코드 읽어 나가 해석하여 실행하는 인터프리터 언어의 대표적인 프로그래밍 언어이다. 파이썬(Python)은 모든 것을 객체로 간주하는 객체 지향 언어지만 프로그램 유형이 항상 객체 지향이 아니라 다른 유형인 함수형, 구조적 등의 프로그래밍도 지원한다. 그리고 기본 라이브러리와 개발된 다양한 라이브러리가 풍부해서 검색 후 설치하여 사용해서 다양한 프로그램을 개발할 수 있다[10-12].

2.4 시리얼 통신(Serial Communication)

통신 방법에는 직렬(Serial)과 병렬(Parallel) 통신이 있다. 시리얼 통신(Serial Communication)은 데이터를 직렬화 즉, 스트림으로 변환해서 하나 또는 두 개의 전송 라인을 사용하여 한 번에 한 비트(bit)씩 전송하는

방법이다. 아두이노에서는 시리얼 통신을 사용해서 컴퓨터와 데이터 통신을 한다. 아두이노는 범용 비동기 송수신기(UART)로 아두이노 우노(Arduino Uno)의 경우 0번(RX)과 1번(TX)을 디지털 입력력 핀으로 사용할 수 있고, 아두이노 메가(Arduino Mega 2560)의 경우 추가로 14번(TX3)과 15번(RX3), 16번(TX2)과 17번(RX2) 그리고 18번(TX1)과 19번(RX1)을 시리얼 통신에 사용할 수 있다. 본 논문에서는 파이썬과 아두이노 간 시리얼 통신을 통해 아두이노 부품을 제어할 수 있도록 한다[13].



[Fig. 2] Serial Communication

2.5 점자표와 점자법

종으로 3개의 점, 횡으로 2개의 점으로 되어 있는 한글의 점자는 각 점의 돌기 유무에 따라서 아래의 점자표

종	가	나	다	라	마	바	사	아	자	차	카	파	포	부	행
	가	나	다	라	마	바	사	아	자	차	카	파	포	부	행
모	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	행
	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	이	행
장	사	가	시	기	비	새	내	네							
	사	가	시	기	비	새	내	네							
간	가	나	다	라	마	바	사	자	차	카	파	사	역	연	일
	가	나	다	라	마	바	사	자	차	카	파	사	역	연	일
단	영	목	운	문	윤	문	윤	인	것						
	영	목	운	문	윤	문	윤	인	것						
자	그래서	그러나	그러면	그러므로	그러한	그리고	그러하여								
	그래서	그러나	그러면	그러므로	그러한	그리고	그러하여								
수	수표	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0				
	수표	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0				
부	이	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	이
	이	?	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	이
표	가운뎃점(.)	말 줄임표(-)	말 줄임표(..)	말 줄임표(...)	소괄호()	대괄호[]									
	가운뎃점(.)	말 줄임표(-)	말 줄임표(..)	말 줄임표(...)	소괄호()	대괄호[]									
표	알	가	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l		
	알	가	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l		
표	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	아로스트로파
	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	아로스트로파

[Fig. 3] Braille List

와 같이 자음자 14자와 모음자 10자로 이루어져 있는 한글을 다양한 형태로 표현할 수 있다.

“점자법”제3조 다음과 같다. “점자란 시각장애인이 촉각을 활용하여 스스로 읽고 쓸 수 있도록 튀어나온 점을 일정한 방식으로 조합한 표기문자를 말한다. 이 경우 도형·그림 등을 촉각으로 인지할 수 있도록 제작된 촉각 자료를 포함한다(시행 2023.3.28., 법률 제18988호, 2022.9.27., 일부개정)라고 되어 있다.

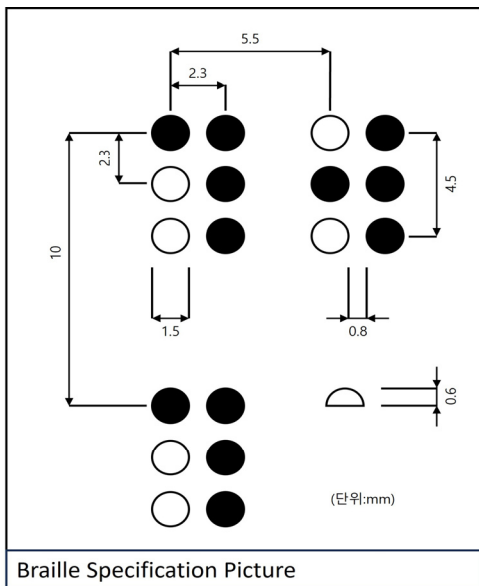
3. 아두이노를 활용한 점자 표출 설계

3.1 한국 점자의 물리적 규격

한글의 점자는 종으로 3개의 점, 횡으로 2개의 점으로 이루어져 있다. 문화체육관광부에서는 2020년 9월 10일 제2020-38호에 개정된 한국 점자 규정 제7항에는 점 높이는 반구형 점의 중심점에서 밑면까지의 거리, 점 지름은 반구형 점의 밑면 중심을 지나 점의 둘레와 만나는 직선거리, 점간 거리는 점간 내 한 점의 중심점에서 인접한 다른 점의 중심점까지의 거리, 자간 거리는 수평으로 나열된 두 점간에서 같은 점 번호에 해당하는 두 점의 중심점 사이의 거리, 줄간 거리는 수직으로 나열된 두 점간에서 같은 점 번호에 해당하는 두 점의 중심점 사이의 거리로 정의한다. 그리고 한국 점자 사용 규격은 최솟값과 최댓값으로 정해져 있으며 점 높이는 0.6mm에서 0.9mm, 점 지름은 1.5mm에서 1.6mm, 점간 거리는 2.3mm에서 2.5mm로 되어 있다. 자간 거리는 재질에 따라 다른데 종이와 스티커의 경우 5.5mm에서 6.9mm, 피브이시(pvc)의 경우 5.5mm에서 7.3mm, 알루미늄과 스테인리스의 경우 5.5mm에서 7.6mm, 마지막으로 기타 재질은 위의 규격을 준용하여 사용한다. 마지막으로 줄간 거리는 최솟값이 10.0mm이며 최댓값은 정해져 있지 않다.

Braille Shape			
1	● ●	4	← The top
2	● ●	5	← The middle
3	● ●	6	← The bottom

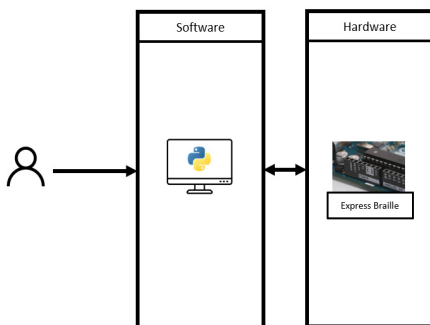
[Fig. 4] Braille Shape



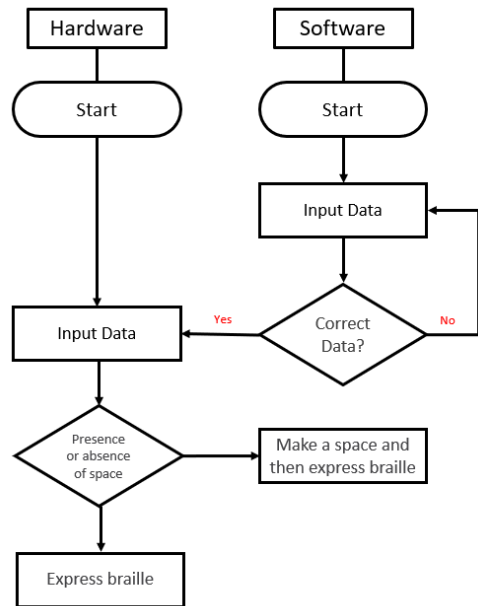
[Fig. 5] Braille Specification Picture

3.2 시스템 설계

시스템 구조로는 사용자가 점자로 변환하길 원하는 한글 값을 입력하면 그 값이 시리얼 통신으로 아두이노에 전달되어 아두이노에서 서보모터를 점자 표출을 값에 따라 제어할 수 있게 설계하였다. 점자 표출을 할 때, 점자 일람표에 있는 글자들을 모두 표출하기 위해 총 4개의 점자를 24개의 서보모터로 표현하였고 입력 값이 들어올 때마다 앞 구역에서부터 값이 들어가게 하고 구역 전체가 값이 있으면 전체 값을 초기화한 뒤 다시 넣어주는 것으로 하였다(본 논문에서는 24개지만 전력공급 외부전원이 부족하고 서보모터 개수 부족으로 현재는 12개로 진행했다).



[Fig. 6] System Diagram

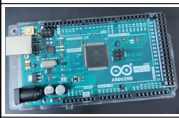




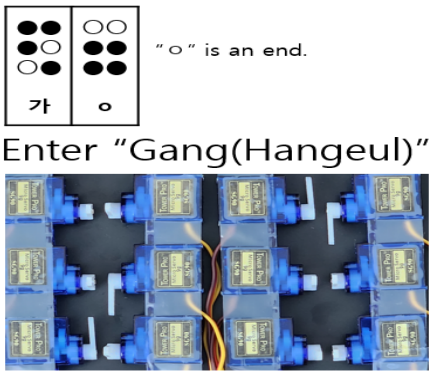
[Fig. 7] Flow Chart of Operation

3.3 하드웨어 설계

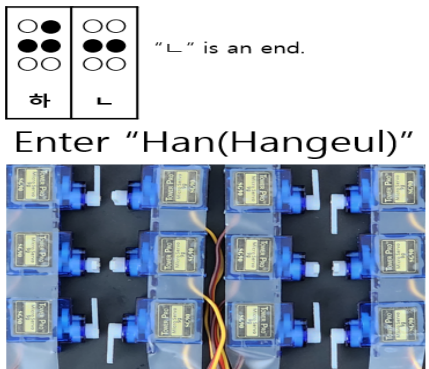
하드웨어 구성으로는 다음 <Table1>처럼 아두이노 Mega 2560, 서보모터 12개, 브레드보드, 마지막으로 9V 어댑터로 이루어져 있다. 서보모터를 여러 개를 제어하기 위해서는 전류가 필요해 9V를 이용하였다. 여기서 서보모터는 각도에 따라서 점자를 표출하는데 점자의 돌기가 있으면 서보모터가 하늘을 향해 회전 동작하고 없으면 동작하지 않는다[14].

<Table 1> Hardware Configuration

Hardware Parts	Name	Purpose of Use
	Arduino Mega 2560	control the sensor
	Servo Motor	Express Braille
	Adapter-Female	adapter connection



[Fig. 13] The result of Gang(Hangeul)



[Fig. 14] The result of Han(Hangeul)

5. 결론

시각장애인들이 살아가면서 의사소통을 하거나 시각적 정보를 얻기 위해 필수적인 요소라고 볼 수 있는 점자를 사용한다. 그러나 점자 해독률은 미미하다. 이 해독률에 비해 공공도서관 내에서는 시각장애인을 위한 많은 도서관이 있으며 보조공학기기의 이용현황이 증가하고 있고 보유율이 높다. 그러나 시각장애인이 매번 도서관에 갈 수는 없고 점자책의 출판율은 미미하다. 보조공학기기를 구매하기에는 가격도 비싸고 속도도 느리다.

본 논문에서는 아두이노를 이용한 점자 표출을 테스트하였다. 이러한 점자 표출을 통해 시각장애인 도서관에 기존에 출판되지 않은 자료들을 점자로 변환해 해석 후 정보를 습득할 수 있다. 현재는 하드웨어 부분에서 모듈의 형태로 기존 존재하는 점자 모듈처럼 깔끔하게 만들 필요가 있어 보인다. 추후 자료를 카메라로 인식한 후 자료의 한글을 앞서 실험한 점자 표출로 나타내고 음성

인식을 추가해 점자로도 시독을 할 수 있고 음성인식을 통해 청각으로도 자료의 정보를 습득할 수 있는 장치를 개발하고 점자 교육까지 할 수 있는 시스템을 추가하면 시각장애인들이 자료의 정보를 습득하는 데 있어 도움을 줄 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] H.J.Kim, Y.C.Kim, C.J.Park, S.J.Oh and B.J.Lee, "Auto Braille Translator using Matlab," The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, Vol.12, No.8, pp.691-700, 2017.
- [2] H.J.Kim, J.H.Moon, M.U.Song, S.M.Lee and K.S.Kong, "OnDot: Braille Training System for the Blind," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.20, No.6, pp.41-50, 2020.
- [3] C.R.Kim, J.A.Kim, Y.M.Kim, Y.J.Lee and K.S.Kong, "HunMinJeomUm: Text Extraction and Braille Conversion System for the Learning of the Blind," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.21, No.5, pp.53-60, 2021.
- [4] J.H.Park, M.S.Song, C.Y.Baek, W.S.Hong, Y.J.Kim and N.M.Moon, "Braille wrist device for the Deaf-Blindness," Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference, pp.643-644, 2022.
- [5] J.E.Kim and S.W.Kim, "Dot Coding and IR Recognition Scheme for Braille Readability Improvement," Proceedings of the Korea Information Processing Society Conference, pp.351-352, 2009.
- [6] Y.I.Kim and H.W.Moon, "An Examination of the Current Status and Needs of Braille Literacy Education for Individuals with Adventitiously Visual Impairments," The Korean Journal of Visual Impairment, Vol.33, No.1, pp.1-29, 2017.
- [7] B.Y.Jang and K.W.Lim, "Analyzing the Transcription Patterns of Visual Materials in Elementary School Braille Social Studies Textbooks," The Korean Journal of Visual Impairment, Vol.33, No.2, pp.19-39, 2017.
- [8] D.H.Gong and S.J.Shin, "Analysis of Arduino Timer Callback for IoT Devices," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.18, No.6, pp.139-143, 2018.
- [9] J.H.Park and S.W.Kim, "Case Study on Utilizing Arduino in Programming Education of Engineering," Journal of IKEEE, Vol.19, No.2, pp.276-281, 2015.
- [10] D.Y.Lee and J.I.Chung, "The Effects of Middle School Mathematical Statistics Area and Python Programming STEAM Instruction on Problem Solving Ability and Curriculum Interest," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.20, No.4, pp.336-344, 2019.

- [11] B.S.Jang and S.H.Yoon, "The Meta-Analysis on Effects of Python Education for Adolescents," Journal of Practical Engineering Education, Vol.12, No.2, pp.363-369, 2020.
- [12] H.K.Kim and W.Y.Hwang, "Proposal For Improving Data Processing Performance Using Python," The Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, Vol.13, No.4, pp.306-311, 2020.
- [13] Y.D.Park, S.I.Yeom, M.H.Shon and H.S.Choo, "Design of Communication Module for Virtual Serial Wireless LAN," The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.23, No.5, pp.35-40, 2023.
- [14] S.E.Park, C.G.Hwang and D.C.Park, "Internet of Things(IoT) ON system implementation with minimal Arduino based appliances standby power using a smartphone alarm in the environment," The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, Vol.10, No.10, pp.1175-1182, 2015.
- [15] H.Xu and C.W.Kim, "Design and Implementation of LED Lighting Control System Using Arduino Yun and Cloud in IoT", The Journal of the Korea institute of electronic communication sciences, Vol.11, No.10, pp.983-988, 2016.

박 승 빈(Park, Seung Bin) [준회원]



- 2022년 2월 : 서원대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 정보통신공학과 석사과정

〈관심분야〉
사물인터넷, 딥러닝, 빅데이터

김 봉 현(Kim, Bong Hyun) [정회원]



- 2009년 2월 : 한밭대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2012년 3월 ~ 2015년 2월 : 경남대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2020년 3월 ~ 현재 : 서원대학교 컴퓨터공학과 교수

〈관심분야〉
Big data, IoT, AI Service, ICT convergence