

## 1. 작성 시 주의사항

- ※ 제출 분량 : A4 용지 상세내용 포함 20 page 이내 ( 최대 폰트 크기 12pt )
- ※ 제출 포맷 : pdf

## 2. 팀 정보

팀명	도트와 비트	팀장	박진기
팀원	강현지	팀원	설경석
팀원	유우빈	팀원	황인서

### 3. 본 개발완료보고서

#### 0. 작품 제목 : OCR기반 스마트 독서대

#### 1. 개요

##### 1.1. 작품 개요

시각장애인들은 활자로 인쇄된 글을 읽을 수 없다. 따라서 시중에 유통되고 있는 책을 자유롭게 읽기가 힘들다. 그래서 이들은 전자책, 점자책, 오디오 북 등의 방법을 통해 책을 읽는다. 다음은 이들의 특징과 한계점이다.

##### -전자책

전자책은 시각장애인들의 쾌적한 독서 환경을 제공할 수 있으며, 저작권 문제와 적은 자원으로 도 쉽게 책을 제작할 수 있다. 그러나 아직 국내에서는 전자책 시장이 작아 전자책 콘텐츠가 종이 책에 비해 상대적으로 많이 부족하다는 점과 각 업체별로 전자책 포맷이 달라 호환성이 부족한 것이 문제이다. 게다가 접근성 역시 제대로 준수되고 있지 않아 시각장애인들이 자유롭게 원하는 책을 구매하여 읽을 수 없다.

##### -점자 책

먼저 점자는 같은 분량의 활자로 인쇄된 책에 비해 엄청난 부피를 차지한다. 이유는 같은 내용의 책을 활자 인쇄물과 점자 인쇄물로 비교하면 활자의 크기에 따라 다를 수 있지만, 점자 인쇄물에 소모되는 종이가 4~5배에 이르기 때문이다. 게다가 종이에 점이 돌출되어 있기 때문에 종기와 종이 사이에 어느 정도 공간이 생기게 되어 그만큼의 공간을 필요로 한다. 이러한 이유로 점자책의 보관 역시 쉬운 문제는 아닌데 돌출된 점이 강한 힘에 눌려 사라지는 것을 방지하기 위해 책 주변에 강한 압력을 가할 수 있는 환경이 있으면 안된다.

점자로 책을 읽는 것의 두 번째 문제는 종이에 점자를 인쇄하는 번거로움을 해결해주는 점자단말기는 특성상 매우 고가의 제품이 대부분이다. 국내에서 널리 사용되고 있는 한소네 점자정보단말기의 가격은 보통 5,000,000원을 넘는다. 정부의 정보통신보조기기 보급 사업을 통해 점자정보단말기를 낮은 가격에 구매할 수 있긴 하지만 수량이 극히 제한되어 있어 보급 대상으로 선정되는 것은 매우 어렵다. 또한, 시각장애인 복지관에서도 점자정보단말기 임대 사업을 실시하고 있지만 학생과 일부 직장인을 대상으로 대상자가 제한되어 있다는 한계가 있다.

##### -오디오 북

오디오 북은 점자책에 비해 휴대도 쉬우며 콘텐츠에 맞는 플레이어를 큰 부담 없이 구매할 수 있다는 장점이 있으며, 오디오북으로 소설이나 에세이 등의 콘텐츠는 편안하게 들을 수 있다.

그러나 복잡한 내용의 책은 오디오북으로는 이해하기가 어렵다. 과학이나, 수학 또는 복잡한 개념의 이해를 요구하는 사회과학이나 철학 등이 대표적인 예이다. 오디오 북이 이러한 콘텐츠를 읽기 어려운 이유는 사용자가 특정 문단이나 단어, 문자 단위로 자유롭게 읽기 단위를 조절해가며 읽을 수 없다는 점에서 기인한다. 어려운 개념의 경우 한 문장이나 문단씩 천천히 읽어 가면서 내용을 파악해야 할 경우도 있는데 오디오 북은 그런 부분에서 한계를 가지고 있다고 할 수 있다. 또한, 특정 단어나 어구를 정확히 선택하여 바로 검색할 수 없다는 점도 장애가 된다. 물론 복잡한 내용을 가지고 있는 책은 제작하기도 쉽지 않다.

오디오 북의 또 다른 문제점은 제작 과정에 많은 자원을 투입해야 하므로 인해 책의 종류와 양이 제한된다는 것이다. 따라서 독자의 요구에 맞게 책이 바로 제작되기 어렵다. 미국과 같이 디지털 도서의 시장이 큰 곳은 별도의 오디오 북 시장이 형성되어 성우 지망생들이 연습 삼아 오디오

북을 제작하고 있는 등의 다양한 제작 방식이 있지만 한국은 여전히 시장 규모가 작아 많은 오디오 북을 갖추기 어렵다. 그리하여 시각장애인들은 대개 오디오 북을 비영리를 목적으로 하는 시각장애인 복지관 산하의 점자도서관이나, 위에서 언급한 기업들이 운영하는 시각장애인을 위한 오디오 북 도서관에서 구할 수밖에 없다.

## 1.2. 필요성

개요에서 설명한 전자책, 점자책 그리고 오디오북의 한계점을 개선하기 위해 본 프로젝트를 계획하게 되었다. 물론 시각장애인 중에서 점자를 알고 있거나 책을 읽을 정도로 능숙하게 점자를 읽을 수 있는 시각장애인의 비율이 낮고, 점자가 능숙한 사람이라도 점자의 읽기 속도는 한계를 가지고 있다. 하지만 점자는 여전히 시각장애인에게 유용한 수단임에는 틀림없다. 특히 수학과 과학, 음악의 악보와 같이 많은 특수 기호가 들어간 종류의 콘텐츠는 점자가 매우 유용하다고 할 수 있다.

본 프로젝트는 책의 글씨를 영상처리를 통해 인식하여 실시간으로 점자로 번역한다. 이를 통해 디지털화 된 문서뿐만 아니라 아날로그 문서 역시 읽을 수 있다. 그러므로 모든 종류의 문서를 접할 수 있게 해주며 또한 '책을 읽는다.' 라는 감성을 느낄 수 있게 도와준다.

## 1.3. 개발 목표

본 프로젝트의 목적은 시각장애인들에게 다양한 종류의 문서에 접근할 기회를 제공할 수 있도록 OCR기반의 스마트 독서대를 만드는 것이다. 카메라를 장착하여 디지털 문서뿐만 아니라 아날로그 문서도 점자 번역서비스를 제공한다. 이것을 통해 시중에서 오디오북으로 제공하지 않는 논문이나 백과사전 등을 읽을 수 있다. 또한 수학과 과학, 음악의 악보와 같이 많은 특수 기호가 들어간 종류의 콘텐츠나 철학 등 듣는 것으로는 한 번에 이해하기 어려운 개념이 포함된 문서를 사용자가 편리하게 읽을 수 있도록 한다.

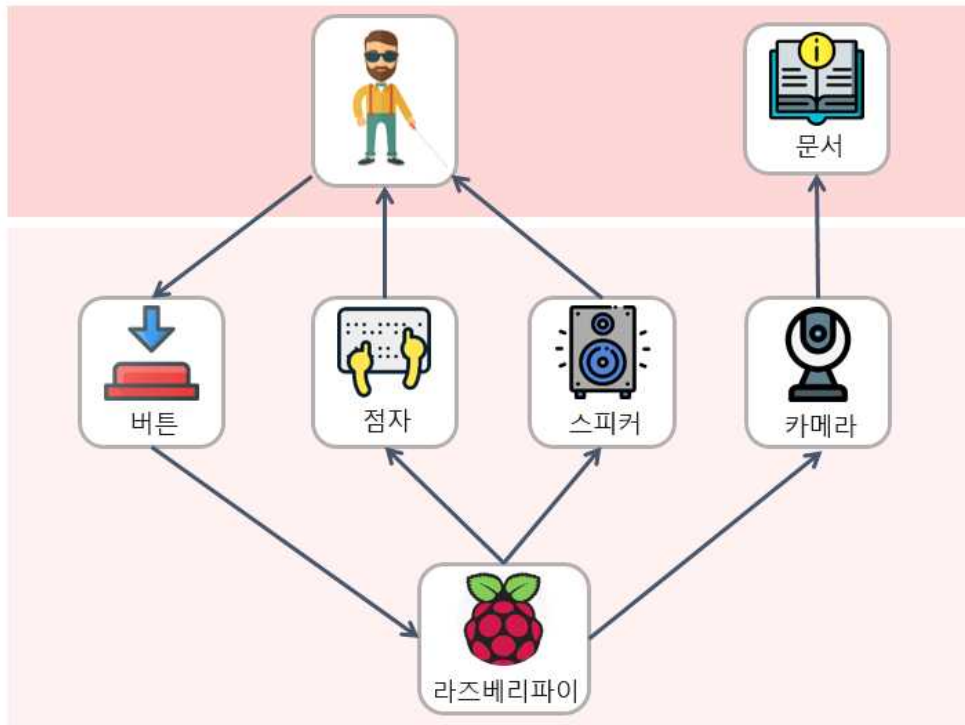
독서대에 달린 카메라를 통해 읽어 들인 내용 혹은 사용자가 읽고 싶은 이미지를 OCR 처리를 통해 텍스트파일로 저장한다. 텍스트파일은 유니코드로 변환되어 해당하는 점자와 매칭 된다. 번역된 점자를 표현하기 위해서는 42개의 소형 솔레노이드가 사용된다.

## 2. 작품 설명 (최대한 자세하게 기술)

### 2.1. HW 구성

#### HW

본 프로젝트는 기본적으로 라즈베리파이를 이용해 작동한다. 총 42개의 솔레노이드를 사용하며, 솔레노이드의 상하운동을 이용해 시각장애인을 위한 점자를 실시간으로 표현할 수 있다. 읽고 싶은 글자는 독서대 위에 장착된 카메라를 통해 촬영 후, 라즈베리파이에 전달되어 점자 언어로 번역 한다. 다음 버튼과 이전 버튼을 장착하여 책 내용을 점자로 나타내는 데 있어서 실시간으로 사용자와 신호를 주고 받을 수 있도록 제작했다.



## 2.2. HW 기능(제어 방법 등 서술)

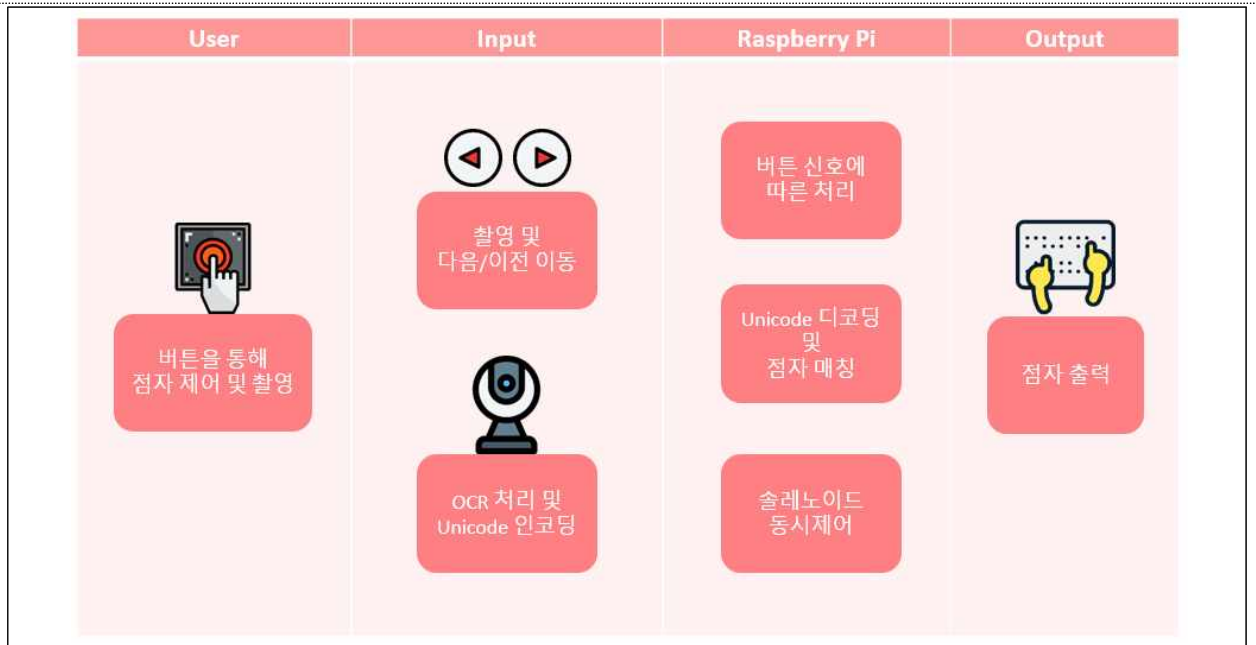
### 사용법

사용자는 독서대에 책을 펼쳐 놓고 오른쪽 버튼을 누른다. 카메라는 책을 촬영하여 글자를 인식한다. OCR처리가 된 문자들은 점자가 되어 사용자에게 제공된다. 사용자는 오른쪽 버튼으로 다음으로 이동 및 촬영을 할 수 있으며, 왼쪽 버튼을 통해 이전으로 이동할 수 있다. 왼쪽버튼을 길게 누르면 초기화하여 책을 다시 촬영할 수 있다.

## 2.3. Software 구성

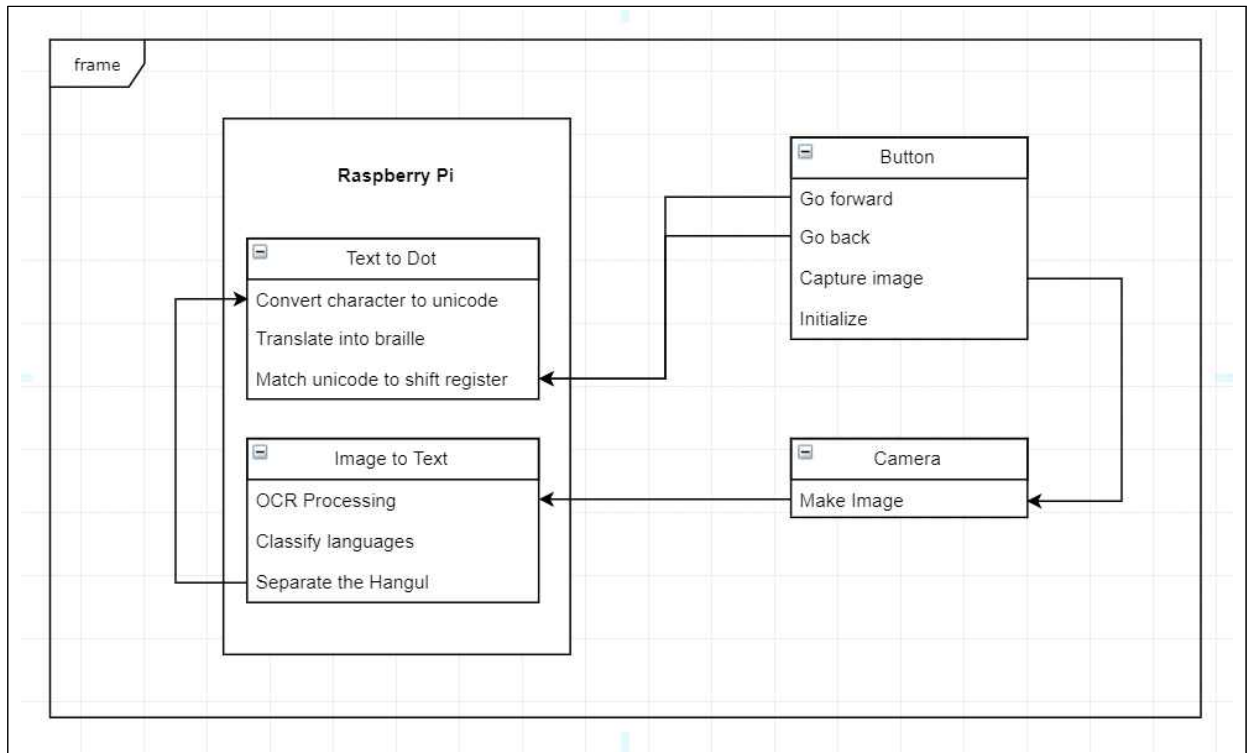
### SW

OCR 오픈소스인 Tesseract를 이용하여 카메라로 촬영한 이미지에서 텍스트를 추출한다. 추출된 텍스트파일을 utf-8형식의 유니코드로 읽어 들여 사전에 정의해 놓은 점자 형식으로 인코딩한다. 이렇게 만들어진 점자 파일은 라즈베리파이에서 솔레노이드를 작동시키는데 사용된다.

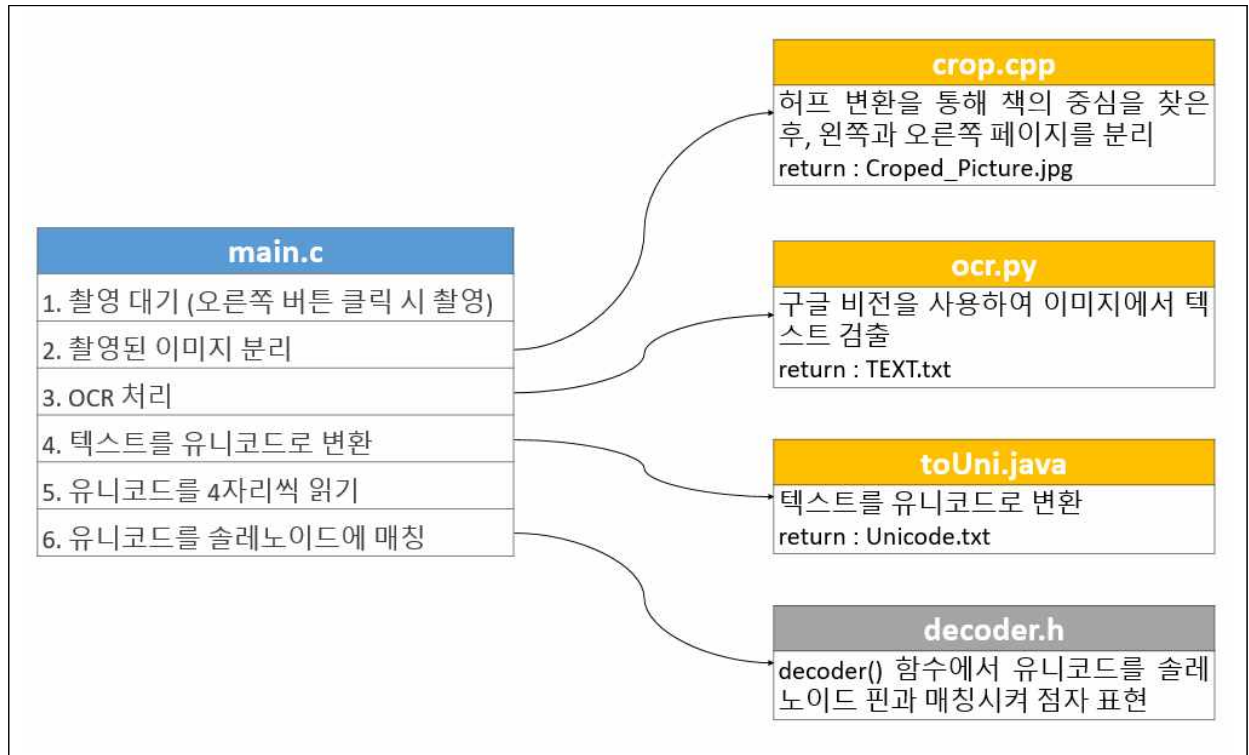


2.4. Software 설계도(흐름도 및 클래스 다이어그램 등 (개발언어에 따라 선택))

- 시스템 구성도

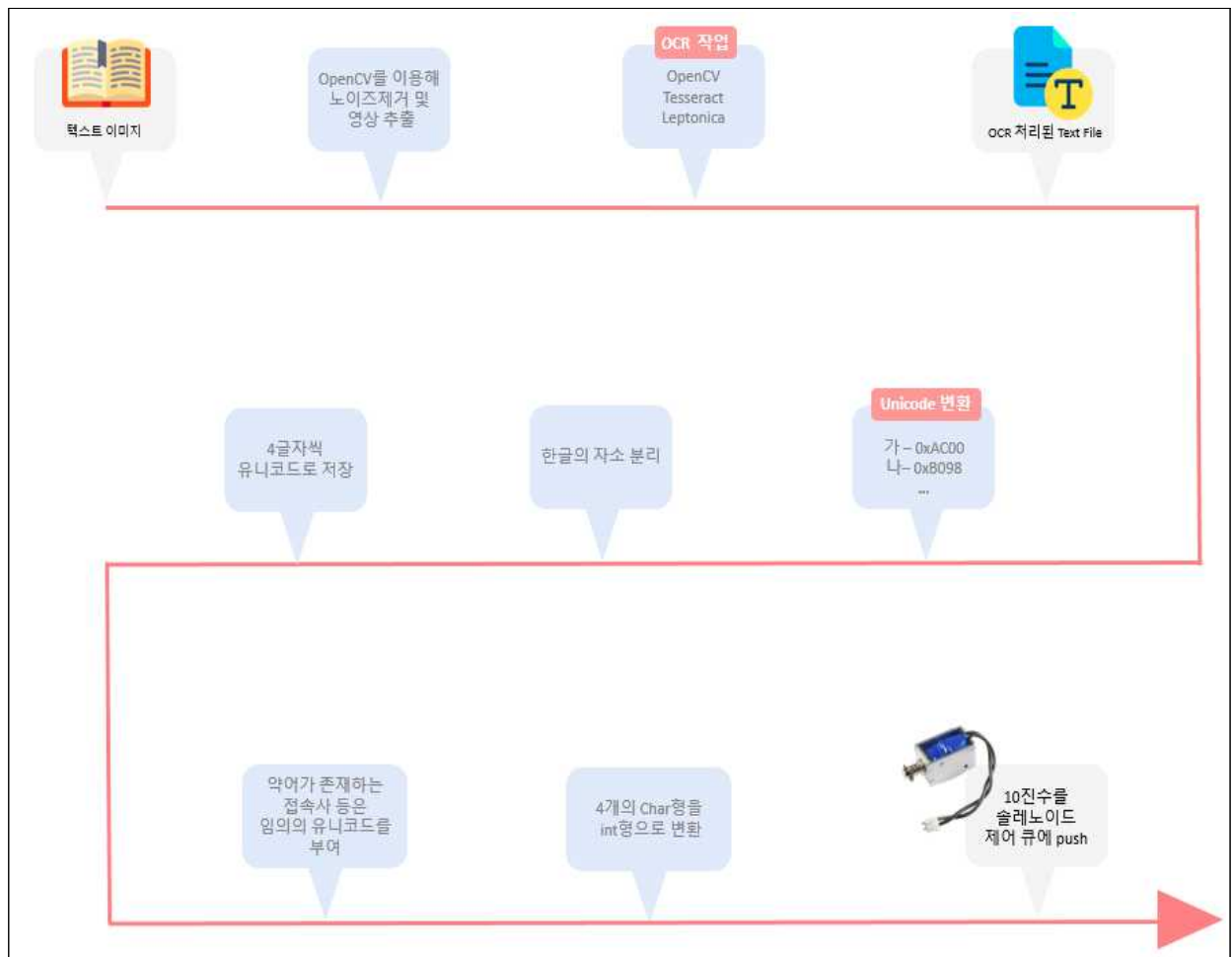


- 코드 흐름도

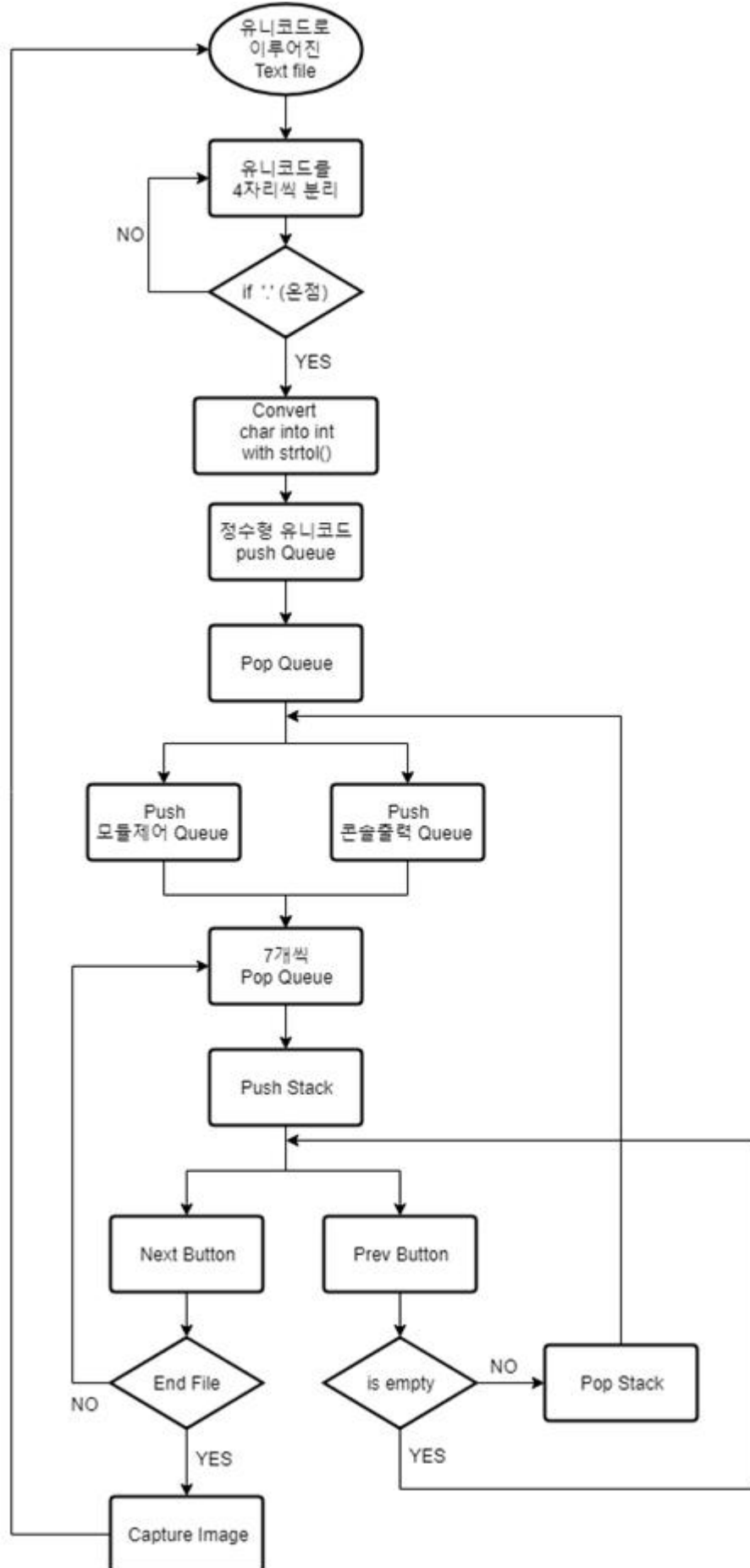


2.5. Software 기능 (알고리즘 설명 포함)

- 이미지를 유니코드로 변환하는 과정



- 유니코드를 점자에 매칭하는 과정






## 2.6. 프로그램 사용법 (Interface)




[make -M]을 콘솔에 입력 후, 오른쪽 버튼으로 사진을 찍는다.

## 2.7. 개발환경 (언어, Tool, 사용시스템 등)

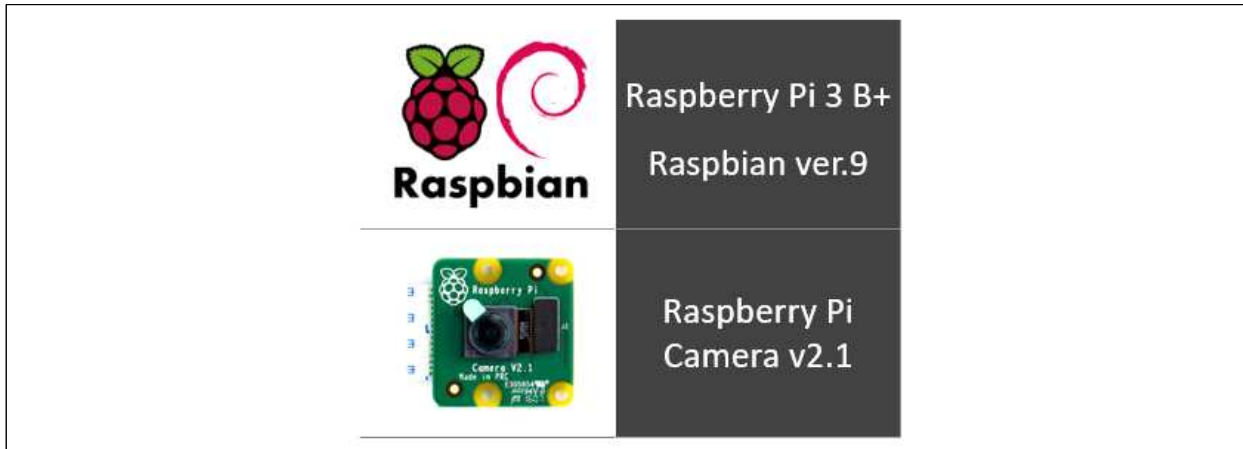
### - 개발언어

	Raspberry Pi Control HW Translate into Braille
	Text to Unicode
	OCR processing

### - 사용 라이브러리

 Tesseract OCR	An optical character recognition (OCR) engine with support for Unicode (Google open source)
	Open Source Computer Vision is a library of programming functions for mainly aimed at real-time computer vision.
	Cloud Vision API enables developers to understand the content of an image by encapsulating powerful machine learning models.

- 사용시스템



3. 프로그램 설명 (최대한 자세하게 기술)

3.1. 파일 구성

main.c	소프트웨어의 메인인 되는 코드이다. 다른 파일을 불러 실행시키면서 프로그램의 흐름을 제어한다.
crop.cpp	이미지 인식률을 높이는 전처리와 허프변환을 통해 책의 가운데를 인식하여 왼쪽과 오른쪽 페이지로 나누어주는 작업을 하는 코드이다.
ocr.py	Google cloud vision API를 사용하여 이미지에서 텍스트를 추출해 내는 작업을 하는 코드이다.
toUni.java	ASCII코드에 존재하는 문자, 한글의 초/중/종성에 해당하는 문자, 점자에 존재하는 약어 등을 유니코드로 변환하는 작업을 하는 코드이다.
decoder.h	유니코드를 솔레노이드와 매칭하고 이를 동시에 콘솔에 출력하는 점자 번역작업을 하는 코드이다.
header.h	코드를 실행시키는데 필요한 헤더파일을 모아두었다. 또한 라즈베리 파이 제어에 필요한 핀 번호를 clock, latch, data, button 등으로 구분하여 각각 초기화하고 솔레노이드의 값을 지정하는 역할을 한다.
queue.h	Queue를 배열, char, int의 세 가지 자료형으로 구분하여 구현하였다.
stack.h	Stack을 구현하였다.
Makefile	코드를 편리하게 실행하기 위한 파일이다. M옵션을 적용하면 촬영한 이미지를 솔레노이드 점자로 나타낼 수 있고, C옵션을 적용하면 솔레노이드를 테스트할 수 있다.
image.jpg	처음 사용자가 책을 촬영했을 때 저장되는 이미지이다.
Cropped_Picture.jpg	crop.cpp의 실행 결과로 생성되는 파일로 왼쪽과 오른쪽으로 분리된 이미지이다.
TEXT.txt	ocr.py의 실행 결과로 생성되는 파일로 촬영한 책의 내용이 적혀있다.
Unicode.txt	toUni.java의 실행결과로 생성되는 파일로 TEXT.txt의 내용을 16진수 유니코드로 변환하여 작성된 파일이다.

### 3.2. 함수별 기능

#### - main.c

main	프로그램을 실행시키는 메인함수이다. 촬영버튼이 눌리면 차례로 crop.cpp > ocr.py > toUni.java를 호출하여 코드를 실행시킨다. 촬영된 이미지가 OCR처리를 거치고 16진수 Unicode로 변환되면 이를 4자리씩 읽어 10진수 정수형으로 변환한다. 그 후 decoder함수를 통해 콘솔과 솔레노이드를 사용해 점자로 출력한다.
InitModule	모든 latch, clock, data 핀을 출력모드로 설정하고, 버튼에 해당하는 핀은 입력모드로 설정한다.
clear	함수의 인자로 들어온 번호의 모듈 핀을 초기화하는 함수이다.
clear_all	clear함수를 호출하여 모듈의 모든 핀을 초기화하는 함수이다.
control_module	시프트레지스터에 신호를 주어 솔레노이드를 제어하는 함수이다.
check_module	솔레노이드가 제대로 작동하는지 확인하기 위해 42개의 핀을 순서대로 확인하는 함수이다.

#### - toUni.java

main	text를 유니코드로 변환하기 위해 toUni함수를 호출한다. 유니코드파일이 생성되면 파일의 끝을 나타내는 .을 찍어 Unicode.txt 파일을 생성한다.
toUni	텍스트를 toUni 클래스에 지정된 유니코드로 변환한다. yak함수를 호출하여 약어인지 아닌지 판별 후, 한글/ASCII/약어를 구분하여 유니코드로 변환한다. 한글일 경우 초/중/종성을 구분하는 작업을 별도로 수행한다.
yak	약어의 앞뒤로 공백이나 기타문자가 오는 등의 여러 변수들을 고려하여 약어인지 아닌지 판단하는 함수이다.
makestr1	yak함수에서 약어를 판별할 때 사용하는 보조함수이다.
makestr2	yak함수에서 약어를 판별할 때 사용하는 보조함수이다.
(class) toUni	ASCII문자, 한글의 초/중/종성, 약어 등이 각각에 해당하는 유니코드 값과 매칭될 수 있도록 지정하는 클래스이다.

#### - crop.cpp

main	opencv 라이브러리를 사용하여 촬영한 이미지를 OCR처리 할 수 있도록 전처리한다. 또한 책의 가운데를 검출하여 왼쪽과 오른쪽 페이지로 분리하여 저장한다.
------	--

#### - ocr.py

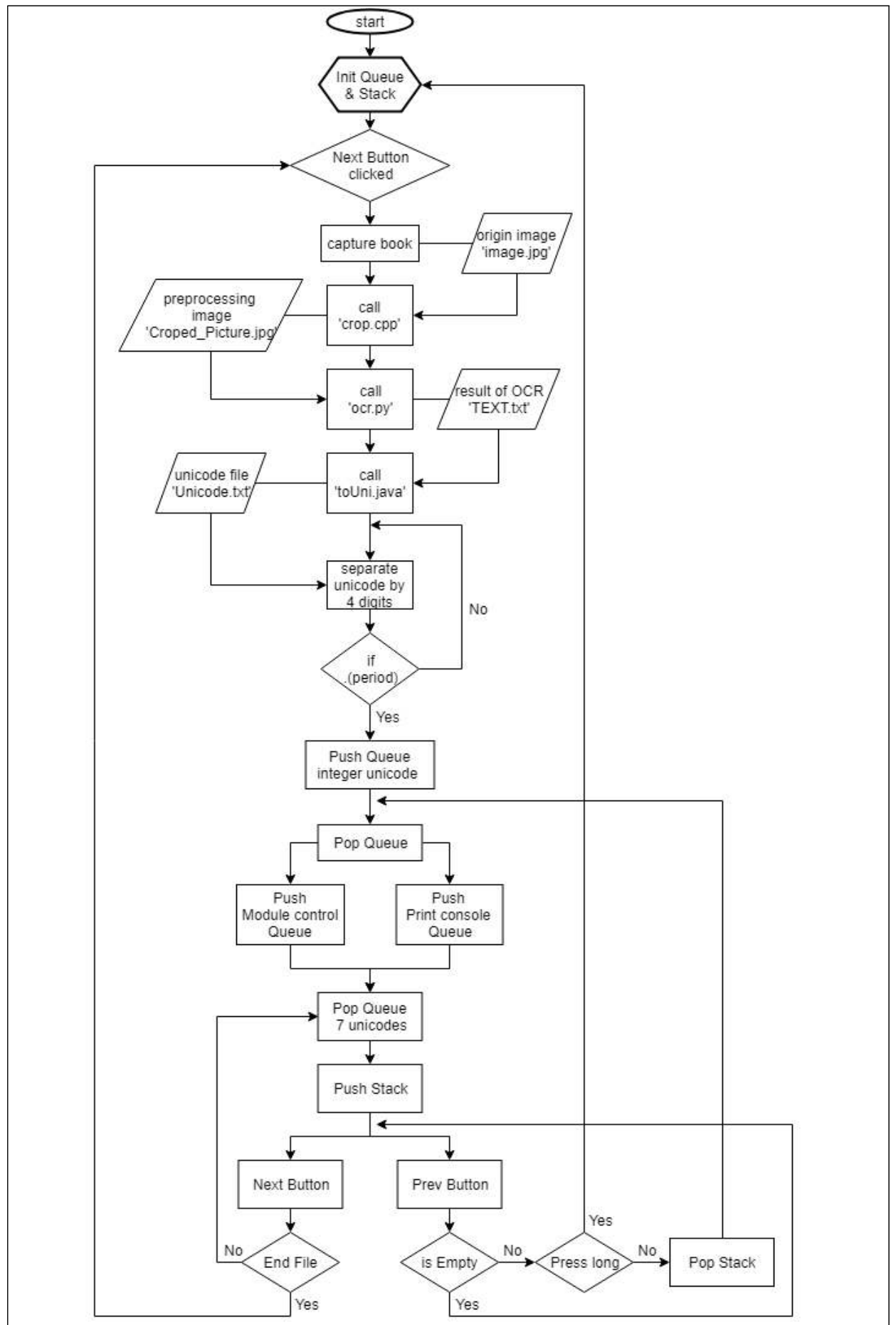
detect_text	촬영 후 전처리 된 이미지를 사용하여 OCR작업을 수행하여 text파일을 생성한다.
-------------	--

#### - decoder.h

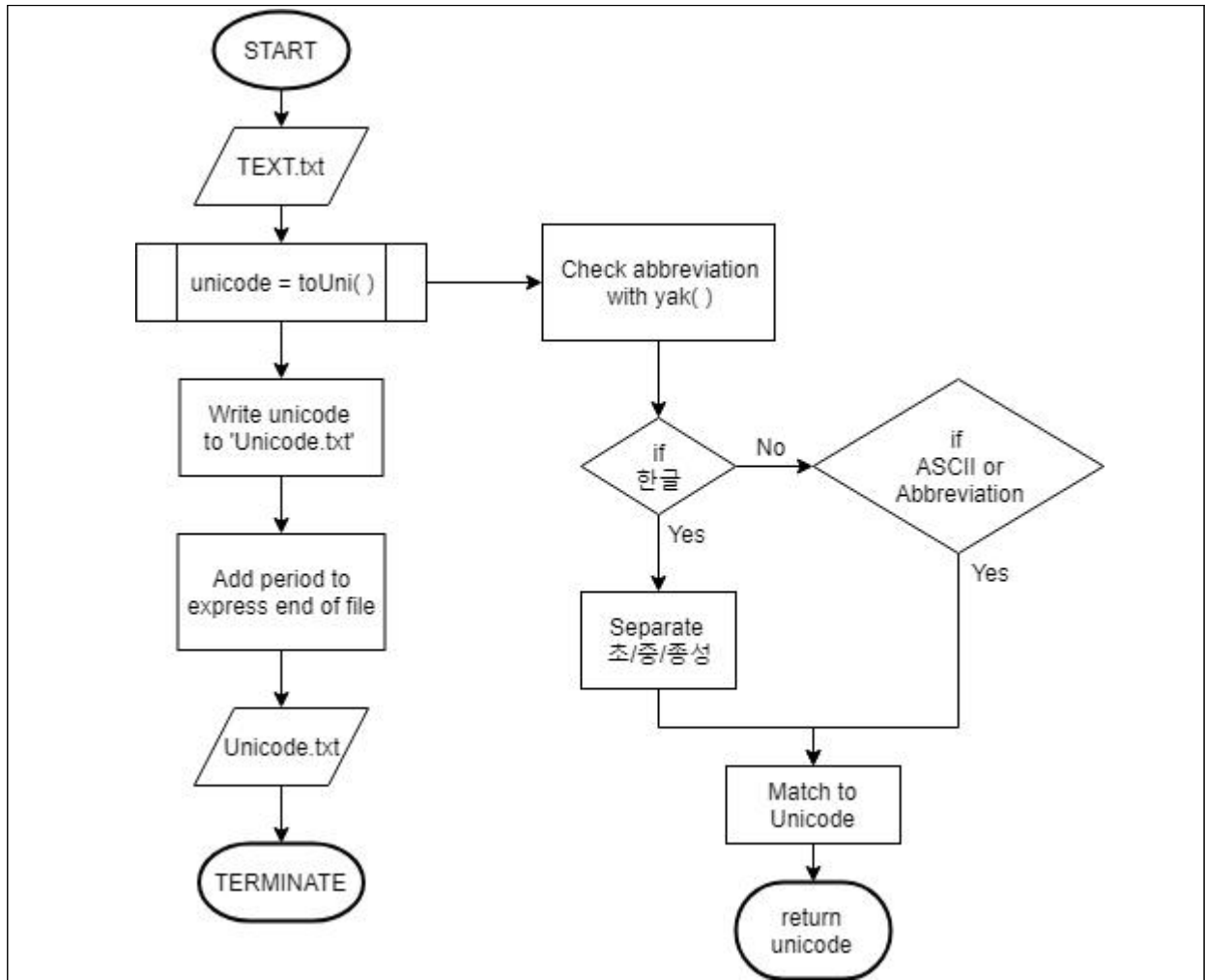
decoder	모든 유니코드를 각각에 해당하는 점자표현에 맞춰 솔레노이드 핀과 매칭시킨다. 이때 prev_is_Latin과 prev_is_figure을 사용하여 다음에 나올 문자가 영어나 숫자일 경우 구분자를 추가하는 작업을 같이 진행한다.
prev_is_Latin	점자는 영어가 시작될 때 구분자를 넣어줘야 하므로 이를 구별하기 위한 처리를 하는 함수이다.
prev_is_figure	점자는 숫자가 시작될 때 구분자를 넣어줘야 하므로 이를 구별하기 위한 처리를 하는 함수이다.
print_queue	솔레노이드를 사용하지 않고 글자를 점자로 번역하는 것을 콘솔출력으로 확인하기 위한 테스트용 코드이다.
print_module	점자로 번역할 글자와 그에 해당하는 점자를 확인하기 위해 콘솔에 출력해주는 함수이다.

### 3.3. 주요 함수의 흐름도

- main.c의 main( )



- toUni.java의 main( )



### 3.4. 기술적 차별성

흔히 사용되는 tts는 정확한 맞춤법을 제공하지 못하고, 전문적인 특수문자 등을 표현하는 것이 어렵다는 음성정보의 한계를 가지고 있다. 하지만 본 프로젝트는 직접 제작한 API를 통해 문자를 유니코드로 변환하여 이를 점자로 출력할 수 있도록 하였다. 또한 노이즈제거 및 이진화 등을 통한 자체적인 이미지 전처리와 딥러닝 기술이 적용된 OCR 기술을 사용하여 인식률을 높이고 글씨체에 구애받지 않는 등 성능을 크게 향상시켰다.

#### 4. 개발 중 장애요인과 해결방안

##### - Software

OCR 전 영상처리	OCR 과정에서 오픈소스를 사용하였지만, 본 프로젝트의 촬영 환경에 맞게 이미지의 전처리 과정이 필요했다. 보통의 책은 펼치면 두 개의 면으로 구성되므로 Hough transform을 사용해 책의 중앙을 구분하여 페이지를 분리하였고, 이미지의 노이즈제거 필터와 이진화를 거쳐 글자의 인식률을 상승시켰다.
점자와 한글의 표현	한글 점자의 경우 한 칸이 한 글자가 아니라 초성, 중성, 종성으로 나누어져 있어서 1대1로 매칭이 되지 않았다. 그렇지만 한글의 경우 유니코드 순서에 따라 규칙이 있었기에 간단하게 분리 알고리즘을 구현하여 해결하였다.
점자의 약어 처리	점자에 대해 공부하던 중 특수한 약자와 약어가 따로 존재한다는 것을 알았다. 예를 들어 자주 사용하는 가, 나, 다 또는 쌍시옷 받침 등의 약자와 그리고, 그래서, 그러나 등의 약어를 표현하는 점자는 따로 있다. 여러 경우의 수를 생각하며 문장을 분석하여 이를 표현할 수 있도록 하였다.
문자별 전자석 작동 매칭	사용하는 모든 특수기호, 영어, 숫자, 한글 등을 전자석 작동에 매칭시키기 위해 직접 코드를 작성했는데, 자체 API를 제작하여 팀원들 모두가 쉽게 사용할 수 있도록 하였다.

##### - Hardware

핀 수의 부족	라즈베리파이가 42개의 전자석과 기타 장비들을 제어하기 위한 핀의 수가 부족했다. 이를 해결하기 위해 7개의 시프트레지스터를 사용했다.
전류 부족	여러 장비들을 사용하기에 라즈베리파이의 기본 전류로는 부족했다. 여러 케이블과 휴대폰 충전기를 분해하여 추가 전력을 확보하였다.
구동 전압의 차이	라즈베리파이가 줄 수 있는 전압은 3.3V이고 전자석이 요구하는 전압은 5V였으므로 전자석의 수만큼 릴레이를 사용하여 전압을 맞춰줬다.
역기전력 발생	전자석을 붙여서 테스트하는 과정에서 전선에 흐르는 전류가 만든 자기장 때문에 전자석에 역기전력이 발생하여, 전류가 예측할 수 없는 엉뚱한 곳으로 흘러들어가는 문제가 생겼다. 다이오드를 추가로 브레드보드에 연결하여 전류가 흐르는 방향을 제어해주었다.

## 5. 개발결과물의 차별성

### - 차별성



### - 시장성

시중의 점자 단말기는 매우 고가의 제품들이다. 국내에서 널리 사용되고 있는 한소네 점자정보단말기의 가격은 보통 500만원을 넘어선다. 정부의 정보통신보조기기 보급 사업을 통해 점자정보단말기를 낮은 가격에 구매할 수 있긴 하지만 수량이 극히 제한되어 있어 보급 대상으로 선정되는 것은 매우 어렵다. 또한, 시각장애인 복지관에서도 점자정보단말기 임대 사업을 실시하고 있지만 학생과 일부 직장인을 대상으로 대상자가 제한되어 있다는 한계가 있다. 또한 e-book 클라우드 시스템을 통해 빠르게 오디오 북을 제작하려는 시도도 있지만 이것역시 일주일 정도의 제작기간과 많은 인력이 필요하다.




하지만 본 프로젝트는 독서대로서 보다 저렴하게 도서관, 복지시설 등의 공공기관에 보급하기 용이하다. 아날로그 문서와 디지털 문서 모두를 실시간으로 번역하여 점자로 제공하며, 이는 시각장애인들의 정보격차와 '책 가뭄' 현상 해소에 도움을 준다.

- 시장조사

시중에 시각장애인의 정보획득을 돕는 대표적인 제품으로는 음성 독서기와 점자 문서를 인쇄 작업 없이 실시간으로 읽을 수 있는 점자 정보 단말기가 있다. 점자 정보 단말기는 자체 소프트웨어를 내장하고 있는 PDA형과 점자를 출력하는 역할만 하는 모니터 형으로 나눌 수 있으며, 본 프로젝트는 모니터 형에 해당한다.

제품 사진	제품 이름	가능한 서비스 내용	특징
	*모니터 형 OCR기반 스마트 복리더기	OCR로 인식 가능한 인쇄물 및 문서 파일	모든 인쇄물 및 문서파일을 읽을 수 있는 독서대이다.
	*모니터 형 책마루2 OCR EZ (HIMS)	OCR로 인식 가능한 모든 인쇄물	휴대가 편리하여 어디서나 음성 서비스를 받을 수 있다. 또한 데이지, 미디어, 녹음 등 의 기능을 제공한다. (약 79만원)
	*PDA형 한소네5 (HIMS)	OCR로 인식 가능한 인쇄물 및 문서 파일	안드로이드 OS탑재로 워드, 일정관리, 이메일, 계산기, 인 터넷, 파일 관리 등을 점자와 음성으로 제공한다. (약 580만원)
	*음성 독서기 책마루XT (HIMS)	문서파일, 미디어파일, 디지털 도서	일상생활에서 필요한 FM 라 다오, 음성전자계산기, 음성시 계, 알람기능, 메모장 기능을 탑재했다. (약 47만원)
	Dot watch (Dot)	시간, 핸드폰 문자메시지 내용	초소형 점자 표현을 통해 휴 대가 간편한 최초의 시계형 점자기이다. (약 35만원)

- 우수성

 <p>시간절약</p>	<p>일반 문자를 점자로 번역하기 위해서는 직접 점자로 타이핑하거나 점역 프로그램을 이용하여 일반 문서를 점자로 번역 후, 점자 전용 프린터기와 점자 전용 종이를 사용하여 인쇄한다. 하지만 본 프로젝트에서는 실시간으로 번역하여 점자를 출력함으로써 시간을 절약할 수 있다.</p>
 <p>다양성</p>	<p>오디오 북은 제작과정에 많은 자원이 필요하고, 점자책은 일반 책에 비해 4~5배의 종이를 더 필요로 하며 제작비가 비싸다. 또한 점자가 놀리지 않도록 하기 위해 보관이 까다롭다. 하지만 본 프로젝트는 별도의 제작과정 없이 기존의 책을 점자로 나타내 줄 수 있어 경제적이다.</p>
 <p>경제성</p>	<p>점자책과 오디오 북으로 제작되는 책은 유명 도서가 대부분이다. 전자책 또한 아직 국내시장이 작아 콘텐츠가 종이책에 비해 상대적으로 많이 부족하며, 각 업체별로 전자책 포맷이 달라 호환성도 부족하다. 게다가 접근성 역시 제대로 준수되고 있지 않아 시각장애인들이 자유롭게 원하는 책을 구매하여 읽을 수 없다. 하지만 본 프로젝트는 책의 장르에 구애 받지 않고 카메라로 인식 가능한 모든 문자를 읽을 수 있다.</p>

6. 단계별 개발계획 및 실제 참여인원 및 업무 분담

- 개발 기간 : 10주
- 투입 인원 : 5명

구분	담당	개발내용	7		8				9			
			3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
설계	전원	아이디어 제안										
	전원	SW 및 HW 구성도 작성										
	전원	기술 분석 및 자료 습득										
	강현지	제안서 작성										
구현	전원	개발 환경 및 구현 언어 연구와 선택										
	박진기	유니코드 점자 매칭 및 하드웨어 제어										
	유우빈	이미지 처리 및 유니코드 변환										
	강현지	SW / HW 개발 보조 및 OCR 처리										
	설경석	하드웨어 세부설계 및 디자인										
	황인서	하드웨어 세부설계 및 디자인										
정리	전원	Test / Debugging										
	강현지	결과 보고서 정리										
	전원	최종 마무리										

<b>맡은 역할</b>	
박진기	유니코드를 점자에 매칭하는 API를 구현하고 전체적인 소프트웨어를 총괄하였다. 또한 팀장으로서 팀원들에게 역할을 분배하고 하드웨어팀과 협력하여 모듈을 제어하는 소스코드를 구현하였다.
강현지	시장조사와 필요한 자료를 수집하는 역할 및 프로젝트의 전반적인 문서작업을 맡았다. 팀장의 보조역할을 하면서 코드를 수정하고 OCR처리 작업을 맡았다.
설경석	하드웨어의 총괄자로 제품의 전자적인 회로 구성 및 조립, 외형의 전반적인 설계와 제작을 담당하였다.
유우빈	이미지를 전처리 하는 openCV 부문과 문자를 유니코드로 변환하는 작업을 맡았다. 또한 제품의 디자인적 요소를 담당하였다.
황인서	필요한 부품에 대해 조사를 하고 부품 구매를 위해 여러 곳을 돌아다니는 등 행동적인 일을 맡았다. 또한 하드웨어의 조립과 제작을 함께 담당하였다.