

RFID 를 이용한 시각장애인 길 찾기 도우미



정보컴퓨터공학부 201624583 정해원

정보컴퓨터공학부 201724553 장대익

국제학부 201870160 줄디쿠로바 다나

지도교수 이기준

목 차

1. 서론	1
1.1 연구 배경	1
1.2 기존 문제점	1
1.3 연구 목표	2
2. 연구 배경	3
2.1 Arduino	3
2.2 UNITY 3D Engine	3
2.3 Google Drive	4
3. 연구 내용	5
3.1 임베디드 기기	5
3.1.1 임베디드 기기 연결	5
3.1.2 Arduino UNO	6
3.1.3 RFID Reader	6
3.1.4 RFID(Radio Frequency Identification)	7
3.1.5 Bluetooth	7
3.2 모바일 어플리케이션	8
3.2.1 UNITY 어플리케이션	8
3.2.2 TTS(Text To Speech)	9
4. 연구 결과 분석 및 평가	10
4.1 연구 결과	10
4.2 한계점	12
5. 결론 및 향후 연구 방향	13
5.1 결론	13
5.2 향후 연구 방향	14
6. 참고 문헌	15

1. 서론

1.1 연구 배경

현재 여러 건물과 공공시설들에 시각 장애인을 위해 설치되어 있는 점자블록과 같은 촉지도식 안내의 경우 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 상당수의 시설에서 점자블록들이 설치되어 있지 않거나 부적절하게 설치되어 있으며, 정상적으로 설치된 경우에도 제한된 정보량 탓에 시각 장애인에게 필요한 모든 정보를 주지 못했다.

문제를 해결하기 위해 더 많은 점자블록을 설치하고자 해도 과도한 교체 비용이 걸림돌이 되며, 제한된 정보획득 상황의 문제가 해결되지도 않는다. 다시 말해서, 기존에 이용하던 시스템에는 한계가 있으며, 이러한 한계는 점자블록의 수를 더 늘린다고 해결되지 않는다.

본 조에서는 현행 시스템의 여러 문제점을 해결한 새로운 시스템을 제시하여 이러한 문제점을 해결하고자 하였고, 이를 위해 Passive RFID와 소프트웨어(모바일 어플리케이션)를 이용하여 연구를 진행하였다.

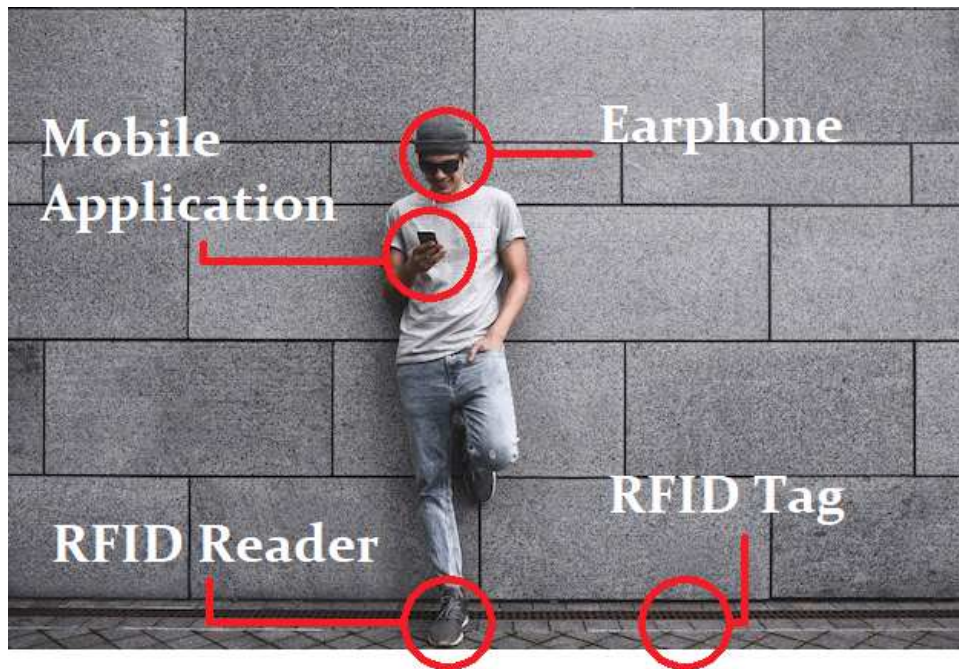
1.2 기존 문제점

기존 건축물의 경우 주 출입구 부근에 점자 안내판 및 음성안내 장치, 점자블록을 설치하였다. 그러나 건물 내부 구조와 비용을 고려했을 때, 건물 내 모든 시설을 이용할 수 있도록 음성안내장치 및 점자블록을 설치하는 경우는 보기 힘들며, 승강기와 계단을 비롯한 주요시설에는 점자 안내판을 제공하지만, 그 외의 사용량이 적은 시설에는 점자 안내판을 제공하는 경우가 드물다.

이러한 형식의 안내시설 등은 추후 변경 사항이 생겼을 때 변경 비용이 많이 든다는 것도 주요 문제이며, 점자블록을 설치할 때 주변 설치물을 생각하지 않고 설치돼 시각장애인에게 잘못된 정보를 제공하는 경우 또한 존재한다[1]. 이미 지어진 점자블록이 제대로 관리가 되지 않고 방치되어 있거나, 올바른 정보를 제공하지 못하는 경우도 빈번하다[2]. 또한, 최근 건물 내부의 디자인과 분위기를 고려해 건축하면서 점자블록을 최소화하여 건축하려는 경향도 문제가 되고 있다.

1.3 연구 목표

앞서 설명한 것과 같이 기존의 시스템은 많은 문제를 가지고 있다. 이에, 본 조에서는 Passive RFID, 소프트웨어(모바일 어플리케이션), 음성 출력을 통해 기존 시설의 교체 비용을 비약적으로 줄이며, 제한적 정보획득 상황 또한 해소하고자 "RFID를 이용한 시각 장애인 길 찾기 도우미"라는 주제로 졸업과제를 진행하였다.



< 그림 1 - 길 찾기 도우미와 관련된 디바이스들이 적용된 예 >

RFID 기술을 이용하기 위해서는 RFID Reader와 RFID Tag가 사용되는데, 건물 및 공공시설 곳곳에 설치되는 RFID Tag의 경우 가격이 저렴하고 기존 건축물의 조경을 해치지 않으면서 설치될 수 있다. 간단한 예로, RFID는 바닥 타일과 같은 장애물을 투과해서 정보를 전달할 수 있으므로, 바닥 타일 밑에 RFID Tag 카드만 놓아두는 식으로 쉽게 설치할 수 있다.

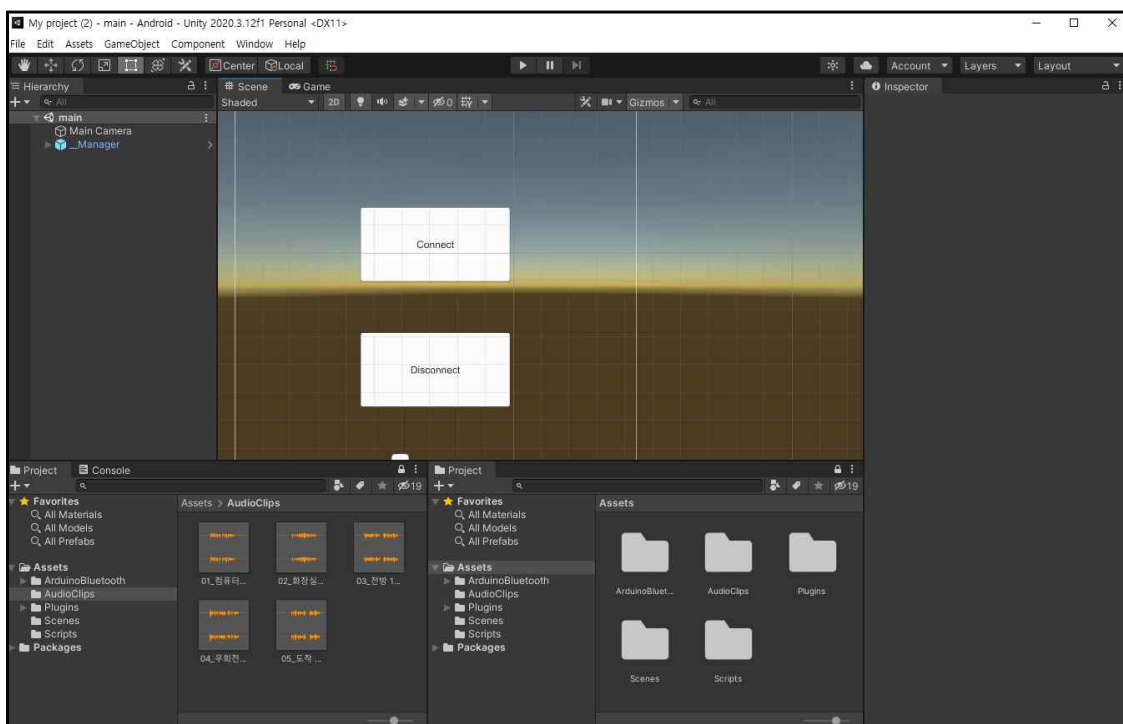
또한, RFID Reader를 통해 읽어 들인 RFID Tag의 정보를 모바일 어플리케이션에서 처리하여 시각 장애인에게 더 높은 품질의 전달할 수도 있다. 각 Tag는 각자 고유한 번호를 갖고 있으므로 점자블럭과 다르게 서로 구분할 수 있으며, 이 정보들을 모아 여러 가지 방법으로 활용할 수도 있다. 단순히 정지 및 전진과 관련된 정보를 전달하던 기존 시스템과 달리 사용자가 현재 어디에 있고, 목적지까지 어떻게 이동해야 하는지에 관한 정보를 더 명확하게 전달할 수 있다.

2. 연구 배경

2.1 Arduino

제어하고 처리해야 할 정보의 양의 많지 않아 간단한 처리만 하면 되었고, 팀원 모두가 아두이노를 이용해본 경험이 있었기에 RFID Reader와 Bluetooth 모듈의 제어장치로 Arduino를 선택하였다.

2.2 UNITY 3D Engine



< 그림 2 - UNITY 3D Engine을 통해 본 과제를 진행하는 모습 >

UNITY 3D Engine은 비영리 목적으로 이용하는 경우 무료로 제공되고 있으며, 팀원 중 유니티 엔진에 익숙한 팀원이 있었기 때문에 모바일 어플리케이션을 제작할 엔진으로 선택하였다.

블루투스 및 소켓 통신과 같은 다양한 기능을 제공하고 있으며, 많은 사용자가 이용하고 있는 만큼 참고할 수 있는 예제가 다수 존재한다는 이점이 있다. 유니티 엔진은 기본적으로 게임 엔진이기는 하나 위와 같은 장점들과 더불어 모바일 어플리케이션 제작에도 이용할 수 있다.

2.3 Google Drive



< 그림 3 - Google Drive를 통해 보고서 및 빌드 파일을 공유하는 모습 >

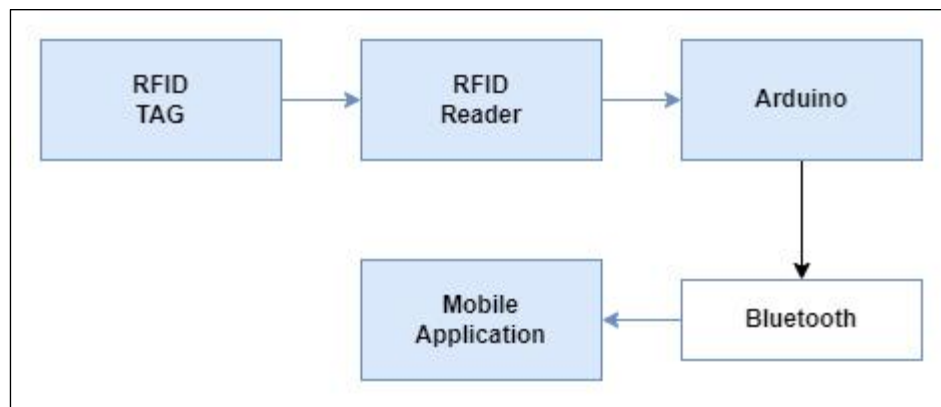
팀원 간에 효율적으로 자료를 공유하고 협업하기 위해서 Google Drive의 공유 기능을 이용하였다. Google Drive를 이용하면서 얻을 수 있는 이점으로는 보고서 등의 문서를 작성할 때 실시간으로 함께 작성할 수 있고, 수정사항 로그를 통해 각 팀원의 수정 사항을 추적 가능하다는 점이 있다. 또한, 아두이노 및 유니티의 소스 코드와 .apk 빌드 파일을 공유하는 데도 이용하였다.

3. 연구 내용

3.1 임베디드 기기

3.1.1 임베디드 기기 연결

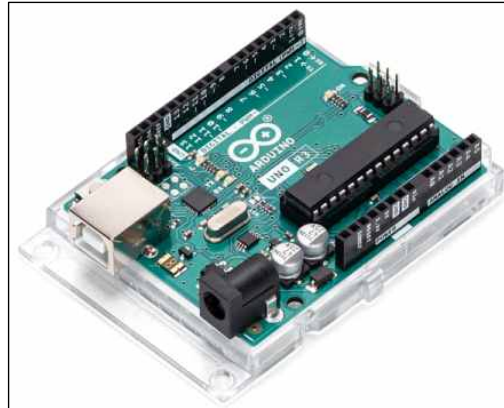
본 프로젝트에서는 RFID 장치와 블루투스 장치를 연결하여 RFID를 통해 얻어낸 정보를 블루투스 장치를 통해 스마트폰 어플리케이션으로 전달하는 것을 기본 전제로 하고 있다.



< 그림 4 - 임베디드 기기 연결도 >

본 과제물은 위 그림과 같이 Arduino를 통해 RFID와 Bluetooth를 연결하여, RFID를 통해 얻어온 Key 값을 Bluetooth를 통해 스마트폰에 전송, 스마트폰은 전송된 Key 값을 통해 데이터베이스에 존재하는 해당 RFID_Tag의 위치정보를 분석하여, 사용자의 목적에 부합하는 적절한 정보를 제공한다.

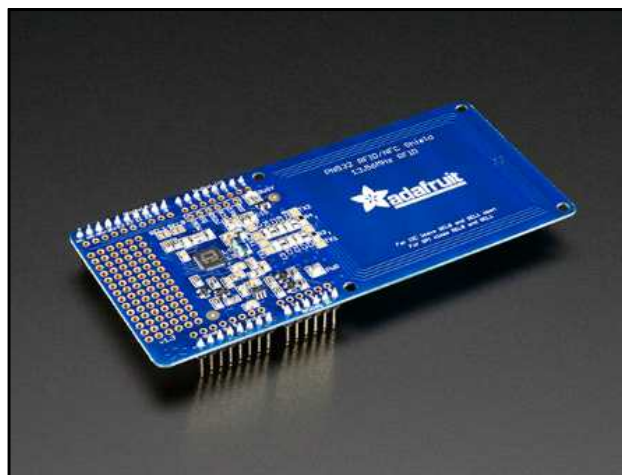
3.1.2 Arduino UNO



< 그림 5 - 본 과제에 사용된 마이크로 컨트롤러인 Arduino Uno(R3) >

임베디드 기기가 필요한 **길 찾기 도우미**의 특성상, 기기를 제어할 컨트롤러가 필요하였다. 단순히 RFID Tag 값을 읽어 들이고, 블루투스 통신을 통해 해당 Tag의 값만 모바일 어플리케이션에 전송하면 되었으므로 저렴하면서 이용하기 쉬운 'Arduino Uno'를 사용하였다.

3.1.3 RFID Reader



< 그림 6 - 본 과제에 사용된 RFID Reader인 Adafruit PN532 NFC/RFID >

길 찾기 도우미는 사용자의 위치 정보를 확인하고, 현재 위치에서 이동할 수 있는 방향에 대한 정보를 제공하기 위해 건물 내부에 일정 간격마다 RFID Key를 설치하여 사용자의 움직임에 추적한다. RFID Reader 모델은 사용자가 걸으면서 주변의 RFID Key를 자동으로 인식하고 정보를 제공해야 하므로, 자체적인 인식범위가 필요하다. RFID 모델은 'Adafruit PN532 NFC/RFID'를 사용하였다.

3.1.4 RFID(Radio Frequency Identification)

RFID는 주파수를 이용해 ID를 식별하는 방식으로, 전자태그라고도 불린다. 전파를 이용해서 먼 거리에서 정보를 인식할 수 있다. RFID 기술을 이용하기 위해서는 RFID-Reader와 RFID Tag가 필요하다. RFID Tag는 정보를 가지고 있고, 판독기에 정보를 송신하는 바코드 같은 역할을 수행한다. RFID를 이용하면 먼 거리에서도 송신이 되고, 장애물을 통과할 수 있다.

RFID는 판독기에만 동력이 존재하는 Passive(수동형) RFID와, 태그에도 동력이 존재하는 Semi-Passive(반수동형) RFID가 존재한다. Passive RFID의 경우 상대적으로 인식 거리가 짧다. 본 과제에서는 판독기에만 동력이 존재하는 Passive RFID를 이용하였다.

3.1.5 Bluetooth

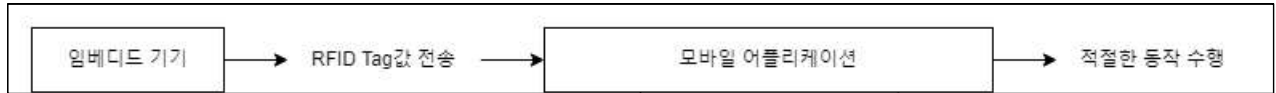


< 그림 7 - 본 과제에 사용된 Bluetooth 모듈인 HC-06 >

RFID Reader를 통해 획득한 데이터를 스마트폰으로 전송하기 위한 통신 방법으로 블루투스 연결을 선택하였다. 모바일 기기와 임베디드 기기 간 거리가 그리 멀지 않으므로(2m 이내) 상대적으로 저렴하면서도 간단한 제품을 선택할 수 있었다. 블루투스 모듈은 'HC-06'을 사용하였다.

3.2 모바일 어플리케이션

3.2.1 UNITY 어플리케이션



< 그림 8 - 길 안내 도중의 모바일 어플리케이션의 내부 동작 >

내비게이션 기능을 수행하는 도중, 모바일 어플리케이션 내부에서는 위와 같은 동작이 진행된다. 임베디드 기기에서 받아온 RFID Tag 값을 문자열로 읽어 들인다. 각각의 동작을 수행하는 코드들을 상세하게 분석하면 아래와 같다.

3.2.1.1 블루투스 연결

```
if (bluetoothHelper.isDevicePaired ())
{
    Debug.Log ("try to connect");
    bluetoothHelper.Connect (); // tries to connect
}
else
{
    Debug.Log ("not DevicePaired");
}
```

< 코드 1 - UNITY 내에서의 블루투스 연결 동작을 수행하는 코드 >

임베디드 기기와 블루투스 연결 동작을 수행하는 코드는 위와 같다. bluetoothHelper는 BluetoothHelper 클래스의 객체로서, UNITY Assets Store 에서 구매 후 이용한 플러그인이다[3].

위 코드에서 이용한 해당 클래스의 메소드 중 하나인 isDevicePaired()는 현재 어플리케이션이 동작하고 있는 기기가 블루투신이 이루어지고 있는지를 boolean 값으로 반환한다. 이때 블루투스가 정상적으로 동작하고 있다면 기기의 블루투스 통신 정보를 어플리케이션에 연동한다.

3.2.1.2 임베디드 기기로부터 RFID_Tag 값 받아오기

```
string received_message = bluetoothHelper.Read ();
```

< 코드 2 - 블루투스 통신을 통해 RFID_Tag 값을 문자열로 읽어오는 코드 >

임베디드 기기로부터 RFID_Tag값을 수신받는 코드는 위와 같다. 본 어플리케이션에서는 위와 같은 방법으로 받아온 키값과 매칭되는 데이터베이스 내의 RFID_Tag 위치 정보를 이용하여 길 안내 기능을 제공한다.

3.2.2 TTS(Text To Speech)

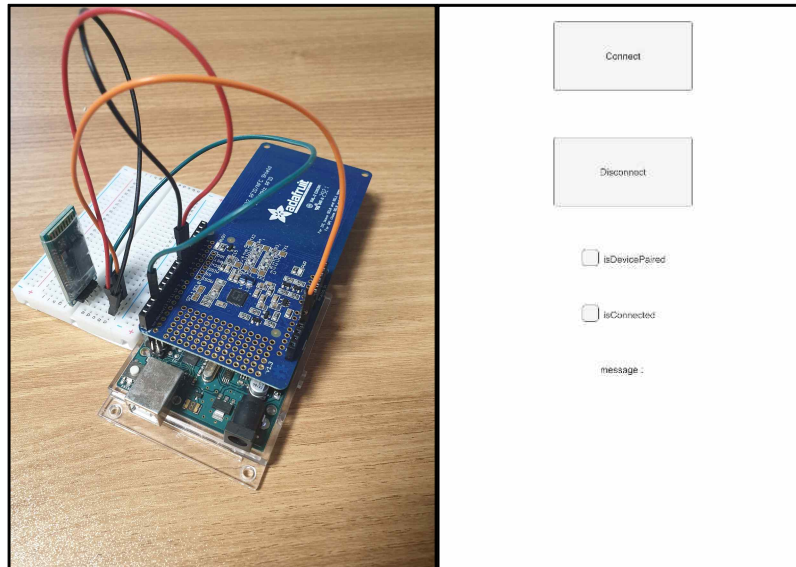
본 과제의 주제인 **길 찾기 도우미**의 경우, 시각 장애인을 위해 만들어진 만큼 소리를 통해 시각 장애인에게 정보를 전달해야 한다. 이에, 음성 출력을 통해서 청각 정보를 전달하고자 하였다.

길 찾기 도우미에서 이용한 음성 전달 방법은 TTS이다. 여기서 이용한 TTS는 네이버의 파파고를 이용하였다. 이러한 음성 합성은 인간 음성의 인공적인 생산이다. 이런 목적으로 사용되는 컴퓨터 시스템을 음성 컴퓨터 또는 음성 신디사이저라고 하며, 소프트웨어 또는 하드웨어 제품에 구현될 수 있다. 텍스트 음성 변환(TTS) 시스템은 일반 언어 텍스트를 음성으로 변환한다. 다른 시스템은 음성 변환과 같은 상징적인 언어 표현을 음성으로 변환한다. 그 반대 과정은 음성인식이다.

합성된 음성은 데이터베이스에 저장된 녹음된 음성의 조각을 연결하여 만들 수 있다. 시스템은 저장된 음성 장치의 크기를 달리한다. 전화 또는 이중 전화를 저장하는 시스템은 가장 큰 출력 범위를 제공한다.

4. 연구 결과 분석 및 평가

4.1 연구 결과

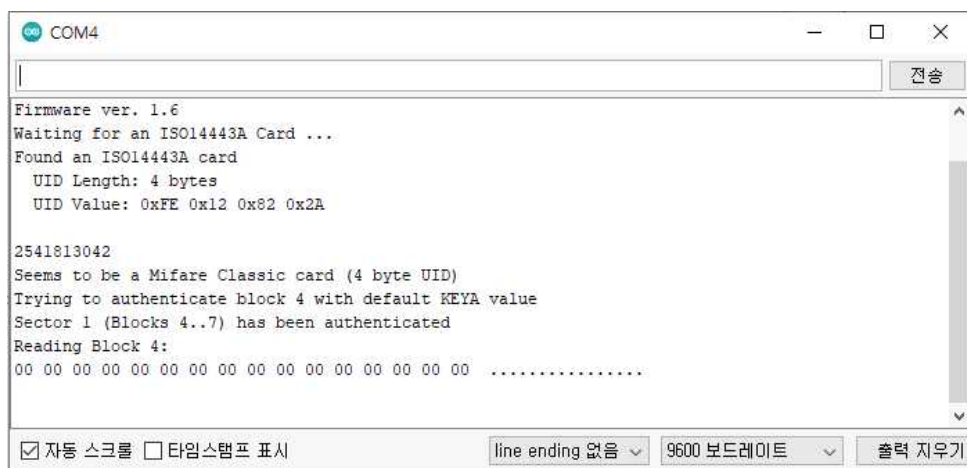


< 그림 9 - 1 >

< 그림 9 - 2 >

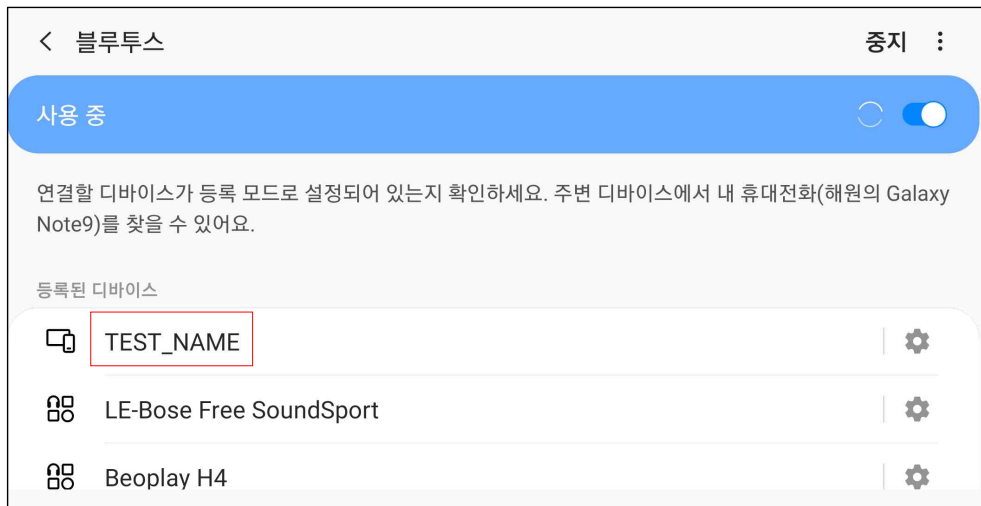
< 그림 9 - 길 찾기 도우미의 임베디드 기기와 모바일 어플리케이션 >

본 졸업 과제를 진행하며 만든 것은 위와 같다. 각각 발목에 부착할 임베디드 기기와 휴대폰에 설치할 모바일 어플리케이션의 화면이다. 현재까지 만든 임베디드 기기는 발목에 부착하는 것을 고려하지 않고, 기능을 구현하는 데만 초점을 맞추어 설계하였다.



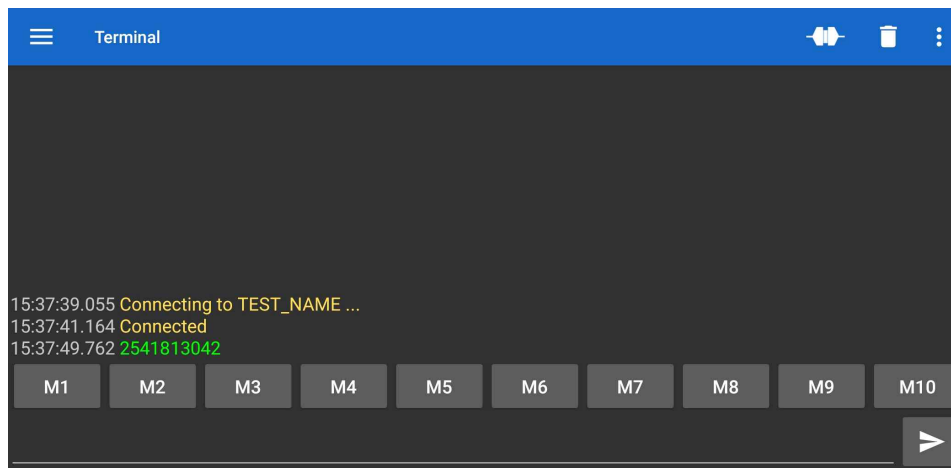
< 그림 10 - Arduino Uno에서 카드키 값을 블루투스 통신으로 전송한 모습 >

우선 아두이노에서 RFID Tag 값을 읽어 들이고(2541813042값이 Tag 값이다) 그것을 블루투스로 송신할 경우 시리얼 모니터에는 위 화면과 같이 출력되게 된다.



< 그림 12 - 스마트 폰에서 확인한 임베디드 기기 >

임베디드 기기가 정상적으로 블루투스 연결을 시도한다면, 위 그림과 같이 휴대폰 내 블루투스 연결 창에서 확인할 수 있다. 본 과제에서 사용된 임베디드 기기의 블루투스 이름은 “TEST_NAME”이다.



< 그림 11 - 스마트 폰에 카드키 값이 정상적으로 수신된 것을 확인한 모습 >

그다음으로, 이 값은 스마트 폰에서 블루투스를 통해 수신된다. 위 그림은 스마트폰에서 정상적으로 수신된 것을 캡처한 모습이다¹. 이 값을 모바일 어플리케이션이 전달받아 길 안내 작업을 음성 출력(TTS)을 통해 수행하게 된다.

¹ 블루투스 연결 확인 용도로 사용된 앱은 “Serial Bluetooth Terminal”이다.

4.2 한계점

이번 졸업과제로 제작한 **길 찾기 도우미**의 경우 몇 가지 문제점이 존재한다. 첫 번째로 한정된 예산으로 제작하였기에 저가의 RFID Reader를 구입하였고, 이에 따라 카드키 인식 범위가 매우 좁다는 문제점이 있다. 또 RFID Reader의 크기 또한 문제가 된다. 발목이나 신발에 부착하여 사용하는 만큼 지금 크기의 절반 정도는 되어야 실생활에서 이용하는 데 문제가 없을 것이다.

두 번째로 전력원에 대한 문제가 있다. 조별 과제 개발 동안은 PC를 통해 전력을 공급 받았고, 이를 배터리를 통해 전력을 공급 받게끔 하였으나 실제 상용화된 제품은 좀 더 작은 크기에, 더 많은 사용 시간을 확보해야 할 것이다.

세 번째로 RFID 카드키의 설치와 관련된 문제가 있다. 다만, 기존의 점자블록을 설치하는 것 보다는 훨씬 적은 예산으로 설치할 수 있고, 설치도 어렵지 않으므로 크게 문제가 될 것이라 예상하지는 않는다.

네 번째로 길 찾기 알고리즘의 완성도와 관련된 문제가 있다. 본 졸업 과제물의 일부인 모바일 어플리케이션의 경우 성능이 뛰어난 길 찾기 알고리즘을 탑재하고 있지 않다. 실제 상용화되는 경우, 단순히 최단 경로만을 고려하는 것이 아닌, 현재 통행량 및 계단 등의 장애물을 고려하여 최선의 경로를 추천하는 길 찾기 알고리즘이 필요할 것이다.

마지막 다섯 번째로 현재 읽어 들이는 RFID Tag 값만으로 정보를 처리할 경우에 생기는 불안정함이 있다. 일반적인 네비게이션의 경우 잘못된 방향으로 이동하고 있는 경우 “역주행 중입니다”, “경로를 이탈하였습니다.” 등의 음성ى 출력되나, 현재 본 과제에서 만든 **길 찾기 도우미**의 경우 그런 기능이 존재하지 않는다. GPS를 통해 방향과 관련된 정보를 수집 및 분석하여 좀 더 발전된 네비게이션 기능을 제공해야 할 것이다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

5.1 결론

기존의 축지도식 안내를 통한 정보 전달보다 본 작업물을 통한 길 안내는 많은 장점을 가지고 있다. 1.1의 연구 배경에서 말했듯이 점자블록은 여러 문제점을 가지고 있었다.

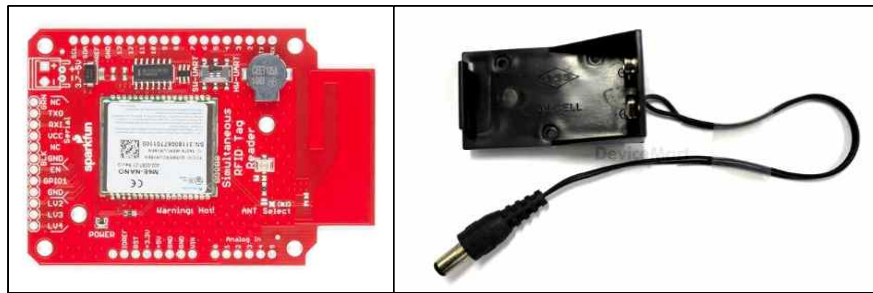
우선 점자블록등의 시설을 설치할 때, 건축물의 조경을 해친다는 단점이 해결되었다. RFID는 장애물을 통과해서 인식할 수 있으므로, 기존 바닥재의 하단에 카드를 넣어두는 방법으로 기존의 조경을 해치지 않으며 설치할 수 있다. 이러한 특성으로 인해 점자블록을 설치하는 방법에 비해 훨씬 저렴하게 설치할 수 있고, 블록 설치 방법에 비해 유지보수 측면에서도 이점이 있다.

또한, **길 찾기 도우미**는 기존 축지도식 안내의 정보의 양 및 질과 관련된 단점을, 모바일 어플리케이션과 TTS를 통해 훨씬 상세하고 다양한 정보를 전달하는 것으로 해결하였다. 상세한 예를 들어 설명하면 단순히 이 길로 직진하고, 정지하라는 것을 넘어서서 “전방 xx미터만큼 전진”, “우회전 후 xx미터만큼 전진”, “계단 주의” 등의 정보를 음성을 통해 전달한다.

요약하자면 본 과제물인 **길 찾기 도우미**의 경우 기존의 방식보다 비용, 유지보수, 미관, 정보 전달 측면에서 더 뛰어난 안내 방식이라 평가할 수 있다.

5.2 향후 연구 방향

앞서 한계점 항목에서 설명하였듯이, 현재 **길 찾기 도우미**의 경우 실제 상용화가 이루어지기에 앞서 해결해야 하는 여러 문제점을 가지고 있다. 현재 구상 중인 실현 가능한 문제 해결 방안은 다음과 같다.



< 그림 10.1 - SEN 14066 >

< 그림 10.2 - SZH BH006 >

< 그림 10 - 상용화 단계에서 이용을 고려 중인 제품들 >

우선 임베디드 기기의 크기와, RFID 인식 가능 범위에 관한 문제점은 지금보다 더 고성능의 RFID_Reader 제품을 사용하는 것으로 해결할 예정이다. 본 과제의 경우 제한된 예산 내에서 테스트 제품을 만들어보아야 했지만, 실제 상용화할 경우 더 성능이 뛰어난 제품을 이용할 것이다. 물론, 이 경우 비용이 올라가는 단점이 존재하며, 성능과 비용 사이에서 적절한 타협을 보아서 제품을 선정해야 할 것이다. 현재 계획 중인 장비는 위 그림의 'SEN-14066'이다.

전력원에 관련된 문제는 우선 건전지 타입의 전원 커넥터를 이용하는 것으로 해결할 계획이다. 현재 사용을 고려하고 있는 제품은 위 그림의 'SZH-BH006'이다. 계획은 이러하지만, 실제 상용화 될 경우에는 충전이 가능하거나, 좀 더 작은 크기의 전력원을 이용할 수 있다.

길 찾기 알고리즘 및 오류 탐지(잘못된 방향등) 기능의 경우 계속해서 개선해 나갈 계획이다. GPS를 이용하여 진행 방향을 탐지하고, 계단 · 방향 전환 횟수 · 통행량 등의 데이터를 수집하고, 이에 가중치를 주는 방법을 이용하여 좀 더 시각 장애인을 배려한 길 찾기 알고리즘을 구현할 것이다.

마지막으로 어플리케이션 내에 존재하는 데이터베이스를 따로 서버를 구축하여, 그곳에서 관리하는 것을 목표로 하고 있다. RFID_Tag의 정보가 변화할 때마다, 개별 어플리케이션을 업데이트시키는 것보다는, 서버를 통해 데이터를 주고받는 것이 관리에 더 용이할 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] SungHyun.Jung (2021. December 16) Junam ilbo News. Available: <https://www.jnilbo.com/view/media/view?code=2021121217110190847>
- [2] DoHyun.Gwon (2020. February 10) Gyung Hyang News. Available: <https://www.khan.co.kr/national/national-general/article/202002101721001>
- [3] UNITY Asset Store, Arduino Bluetooth Plugin Available: <https://assetstore.unity.com/packages/tools/input-management/arduino-bluetooth-plugin-98960>
- [4] PN532-NFC/RFID Overview Available: <https://learn.adafruit.com/adafruit-pn532-rfid-nfc>
- [5] HC-06 Bluetooth module Available: <https://components101.com/wireless/hc-06-bluetooth-module-pinout-datasheet>
- [6] How to Select a Correct Tag Available: <https://rfid4u.com/rfid-frequency/>