

기초설계 개선(실패요인) 분석서

(기초설계 최종 프로젝트 제출물)

제출일 : 2020/12/17(목)

분 반 : 005

학 과 : 전자정보통신공학과

학 번 : 19010836

이 름 : 조 영 우

<목 차>

1. 설계 과정 중 실패 요인

- 1.1. E-paper 디스플레이 도입 실패
- 1.2. ESP32 도입 실패
- 1.3. TFT Touch Display 관련 기능 구현 실패
- 1.4. TFT Touch Display 도입 대실패
- 1.5. 부품 소형화 및 맞춤 케이스 제작 실패

2. 설계 과정 중 개선 시도 요인 (개선 성공 여부 : O/X)

- 2.1. TFT Touch Display 도입 시도 (X)
- 2.2. Bluetooth 대체를 위한 Serial 통신 도입 시도 (X)
- 2.3. I2C LCD 기반으로 개발 노선 변경 시도 (O)
- 2.4. Touch 기능을 대체할 물리버튼 도입 시도 (O)

3. 최종 제출물의 실패 요인

- 3.1. 아두이노 -> 스마트폰 문자열 수신

4. 최종 제출물의 개선 가능 요인

- 4.1. 수용 가능한 To-do List 목록을 5개 이상으로 늘리기
- 4.2. To-do List 부분 수정 기능

1. 설계 과정 중 실패 요인

1.1. E-paper 디스플레이 도입 실패

E-paper 디스플레이는 1주차 ~ 3주차 사이의 구상 단계에서 도입을 고민했던 부품이다. 내가 초창기에 생각했던 아이디어의 방향과 일치했고, 그리고 저전력이라는 특성까지 마음에 들었기 때문이다. 하지만 도입을 포기하게 되었는데, 첫 번째가 바로 가격 때문이다. 2인치 남짓의 E-paper 디스플레이가 ₩30,000 안팎의 가격인데, 이는 추가 부품을 고려한다면 여유가 남지 않는 가격이었다. 게다가 터치 기능이 들어간 제품은 구하기도 쉽지 않았고, 있다해도 터치기능이 없는 제품보다 최대 2배까지 가격이 올라갔기 때문에 도입할 수 없을 정도로 너무 비쌌다. 두 번째는 정확히 요구하는 스펙의 물건을 찾기 힘들었기 때문이다. 대부분의 E-paper는 Raspberry pi의 디스플레이를 위주로 출시된 제품이라, Arduino를 위한 제품은 사실상 한정되어있는 상태였다. 그래서 내가 원하는 '3만원 이내의 3인치 이상의 터치가 가능한 E-paper'는 존재하지 않았다. 세 번째는 'E-paper 관련 지식 부족'이었다. E-paper의 기능을 구현하기 위해서는 소설계 때 배우지 못한 기능들을 전부 다 새로 익혀야 했다. 이미 배운 내용만 가지고 설계를 진행해도 9주가 빠듯한 시간임을 인지하지 못하고, 현실 감각 없이 코드 배우기 + 목표 기능 구현이라는 아주 비현실적인 플랜을 세웠기 때문에, 당연히 이 E-paper 기반의 설계는 이루어질 수 없었을 거라고 생각한다.

1.2. ESP32 도입 실패

ESP32는 이번 설계에 있어 아주 혁신적인 개발보드였다. 키트 내의 부품이던 오렌지보드보다도 작으면서, Wi-Fi 기능과 Bluetooth 기능도 내장하고 있는 보드라, 오렌지보드를 대체하기에는 더할 나위없는 부품이었다. 하지만 이 부품을 도입하지 못하게 된 계기가 2가지 있다. 첫 번째는 TFT LCD 디스플레이와의 호환성 부족이다. 다음 실패 요인에서도 언급할 사안이지만, 새로 도입을 추진하고 있었던 TFT LCD와 기존 오렌지보드의 핀 구성이 아주 잘 맞았기 때문에, 점프선을 이용하거나 납땜 고정 작업이 필요한 ESP32를 쓸 필요가 없었다. 그리고 가장 결정적인 두 번째 계기는 조교님의 공지 때문이다. 11월 20일에 '추가 부품 사용시 주의점'이라는 공지에서, "오렌지보드를 아예 배제한다면 설계지침사항을 위반하였기 때문에 결격사유가 됩니다."라고 언급하셨기에, 기존 설계에서 오렌지보드 대신 ESP32를 사용하려고 했던 나의 계획이나 대체 예비안들을 그 공지 이후에 전부 백지화되었다. 따라서 물을 어기지 않도록 오렌지보드를 기반을 그 위에 추가부품을 더하는 방식으로 설계가 진행되었다.

1.3. TFT Touch Display 관련 기능 구현 실패

E-paper 디스플레이를 사용하지 않는다고 해서, 그 대체품인 TFT LCD 디스플레이에 대해 공부를 하지 않아도 된다는 의미는 아니었다. TFT LCD 디스플레이 역시 소설계 과정에서 배우지 않은 새로운 부품이었고, 인터넷에서 코드를 참고해오면서 원하는 기능을 구현하기도 까

다로운 부품이었다. 예제부터 차근차근 시작하여 문제점을 해결해가는 방법으로 TFT LCD 디스플레이에 대해 배워갔다. display에서는 어떻게 제어해야하는지는 감을 잡았으나, Touch 부분에서 많은 고전이 있었고, 끝끝내 문제를 잡지 못했다.

설계가 다 끝난 현 시점에서 다시 문제를 파악해봤는데, 코드 자체의 문제점도 있었지만, TFT LCD 디스플레이가 사용하는 13번 포트가 모종의 이유로 작동하지 않는 것 때문에 문제가 발생한 것으로 보인다. 특이하게도 13번 포트의 경우 입력 및 출력 기능을 하지 않고, 신호가 입력될 때마다 오렌지보드 기판 내 '13'이라고 적힌 LED의 불빛만 반짝거릴 뿐이었다. 따라서 13번 포트는 아두이노 내에서 거의 기능을 하지 못한 포트였고, 공교롭게도 13번 포트에는 터치를 조정하는 입출력 포트가 끼어있었던 것으로 추측하고 있다.

1.4. TFT Touch Display 도입 대실패

설계 거의 막바지인 7주차에 발생한 아주 치명적인 문제였고, 사실상 이 실패요인 분석서의 가장 핵심적인 파트이기도 하다. 이 파트는 대실패라고 표현할 만큼 복합적인 문제가 뒤엉켜 큰 문제로 발전하게 된 케이스로, 형식을 크게 나누면 2가지의 소실패로 분류할 수 있다

첫 번째 소실패로는 디스플레이 및 조작 파트를 맡고 있었던 TFT LCD 터치 디스플레이를 구동하려고 노력했으나 1.3.에서 언급했던 것처럼 기능 구현에 큰 어려움이 있었다. 우선 display 부분에서의 텍스트 구현은 일부 가능했으나, 핵심적인 기능인 '각 줄마다 To-do List 하나를 온전히 저장하는 기능'과, '특정 파트로 커서를 돌리면 그 줄에 있는 내용이 자동으로 스크롤이 되는 기능'은 구현하지 못했다. 그리고 Touch는 기능 구현도 아닌 예제 문제로 기능을 일주일 넘게 시도했으나, 문제점을 찾지 못하여 잠정적으로 부품 고장으로 결론지으면서 TFT LCD 터치 디스플레이 도입 계획은 불투명해졌다.

두 번째 소실패로는 TFT LCD 터치 디스플레이 부품 적용 시 블루투스 기능 이용 불가하다는 사실을 뒤늦게 깨달은 것이다. 사실 블루투스 송수신은 첫 번째 소실패를 맞이할 당시에도 당연히 될 것만 생각하고 문제가 발생할 거라고 생각한 사항은 아니었다. 그래도 혹시 몰라 당연히 될 것이라는 마음으로 인터넷 상에서 쉽게 구할 수 있는 블루투스 채팅 알고리즘으로 기능을 테스트해보고 나서야 블루투스가 송수신 기능을 제대로 하지 못함을 파악하게 되었다. 이유는 TFT LCD 터치 디스플레이가 오렌지보드의 블루투스 송수신을 담당하는 4번 핀과 5번 핀을 이미 입출력 포트로서 사용하고 있었기 때문이다. 추가로 별도 블루투스 모듈을 달기에도 TFT LCD 터치 디스플레이가 거의 모든 포트를 사용하고 있었기 때문에 달 수도 없었다. 이것이 가장 결정적인 계기가 되어 설계 마무리까지 2주가 채 남지 않은 시점에서 부품 목록을 전면 교체해야할 수밖에 없었다.

1.5. 케이스 제작 실패

원래는 3D프린터로 직접 케이스를 설계하여 부착할 예정이었으나, 현재 서울이 아닌 본가에 계속 머물고 있어 3D 프린터를 이용하기 어려운 상황이었기에, 노선을 바꿔 기성품을 약간 개조하여 케이스를 만드는 방법을 택하였다. 그리고 이는 기성품 케이스의 규격과 비슷한

TFT LCD 터치 디스플레이의 도입을 고려하게 되면서 거의 확정된 계획이었다.

만약 계속 TFT LCD 터치 디스플레이를 사용했다면, 기성품 케이스를 조금만 수정하여 TFT LCD를 고정할 수 있는 부분만 조금 보완하면 완성이었으나, 그보다도 훨씬 부피가 크고 크기도 맞지 않는 I2C LCD로 교체하고 물리버튼까지 달게 되면서, 3D프린터가 아니고서야 그 크기와 모양에 맞는 케이스를 제작할 수 없게 되었다. 그렇다고 수제작으로 딱 맞는 케이스를 만들기에선 시간적으로 어려운 상황이니, 아쉽지만 폼보드나 하드보드지에 부품을 단단히 고정시켜 사용에 불편함을 덜어주는 수준으로 일단 마무리 지었다.

2. 설계 과정 중 개선 시도 요인 (개선 성공 여부 : O/X)

2.1. TFT Touch Display 도입 시도 (X)

3~4주차에 걸쳐 서서히 발생한 개선 시도이다. 위에서 언급했듯 E-paper의 도입 실패로 인하여, 그 대안으로 TFT LCD 터치 디스플레이를 고려했다. 실제로 그동안의 3~7주차 간의 설계일지에서도 TFT LCD 터치 디스플레이를 기반으로 한 설계를 진행할 만큼 비중 높은 부품이었기 때문에, 최종 설계까지 들어갈 것이라고 예상한 가장 유력한 부품 중 하나였다. 하지만 뒤늦게 치명적인 단점을 발견하게 되어 끝내 마무리를 2주 남긴 시점에서 TFT LCD 터치 디스플레이의 도입은 무산되었다.

2.2. Bluetooth 대체를 위한 Serial 통신 도입 시도 (X)

7주차 진행 도중에 발생한 개선 시도이다. 위 1.4.에서 두 번째 소실패로 언급한 블루투스 문제를 해결하고자, 블루투스 통신 대신 일반적으로 아두이노에서 사용하는 시리얼 모니터를 통한 송수신 계획도 생각해보았다. 하지만 시리얼 통신을 통해 데이터를 주고받는 형식이라면, 데이터를 주고받을 수 있는 수단은 오직 PC 내에 있는 Arduino IDE 프로그램 내부의 시리얼 모니터밖에 없게 된다. 이는 설계의 완성도를 크게 떨어뜨리는 요인이며, Arduino IDE 프로그램 자체가 개발자에게만 친숙하지, 일반 사용자가 쓰기에는 불편한 프로그램이기에 이 시도 역시 무산되었다.

2.3. I2C LCD 기반으로 개발 노선 변경 시도 (O)

7주차 이후에 발생한 개선 시도이다. 위 1.3.과 1.4.에서의 치명적인 단점들을 해결하기 위한 거의 유일한 수단은, 부품을 완전히 바꾸는 것이었다. TFT LCD 터치 디스플레이의 display 파트는 I2C LCD로, Touch 및 조작 파트는 1x4 멤브레인 버튼으로 대체하게 되었다. 물론 오렌지보드는 그대로 두었다. 지금까지 생각했던 외관 디자인, TFT LCD 관련 코드 지식, 예상했던 도입 기능들을 모두 뒤엎어야 했던 시도였지만, 결과를 보면 알 수 있듯이 성공적으로

부품들을 설치하였고 개발까지 무사히 마칠 수 있었다.

2.4. Touch 기능을 대체할 물리버튼 도입 시도 (O)

9주차 진행 중 발생한 개선 시도이다. 위 2.3.에서 잠시 언급했던 1x4 멤브레인 버튼과 관련된 내용이다. Touch 및 조작 파트를 맡을 새로운 부품을 물색하던 도중, 적당한 개수의 버튼을 가진 부품을 발견하게 되어 이 부품을 도입하였다. 그 결과 키트 내에 있는 탭트버튼보다도 더 작고 슬림한 부품 구성으로 조작 부분을 마무리 지을 수 있었고, 터치 방식과 비교해도 크게 불편하지 않은 구성으로 조작 파트를 마무리 지을 수 있게 되었다.

3. 최종 제출물의 실패 요인

3.1. 아두이노 -> 스마트폰 문자열 수신

원래는 4번 버튼을 누르면 각 줄마다 저장되어 있는 문자열을 취합하여 다시 스마트폰으로 보내주는 기능을 구상하고 있었다. 하지만 알 수 없는 이유로 어플을 통해 문자열을 받을 수가 없었다. 아예 채팅창 상에서 수신 받은 흔적이 나오질 않는다. 이 문제가 현재 테스트에 이용하고 있는 애플리케이션의 문제이거나 아니면 아두이노 송신 코드의 문제라고 추측은 하고 있지만, 생각보다 문제 파악이 길어지면서 해당 기능을 포기하였다. 4번 버튼은 현재 화면을 끄고 켜는 기능을 탑재한 상태이다.

4. 최종 제출물의 개선 가능 요인

4.1. 수용 가능한 To-do List 목록을 5개 이상으로 늘리기

조금만 코드를 손본다면 충분히 구현 가능할 것이라고 생각하나, 커서 열 정렬, 현재 화면에 떠있는 데이터 삭제, 문자열 추가 할당 등 코드를 추가하는 작업은 쉬우나, 안정화시키기 위해 시행착오를 겪어가는 과정에서 적지 않은 시간이 소요되어 결국 구현하지 못하였다. 이 기능이 추후에 구현하게 된다면, 결과적으로 현재 설계한 작품의 실용성은 더 높아질 것으로 예상된다.

4.2. To-do List 부분 수정 기능

현재는 한 번 I2C LCD에 저장된 데이터는 부분적으로 내용이 틀렸다고 해서 고칠 수 있는 기능이 없다. 그냥 key3을 눌러 전체를 삭제하고, 스마트폰을 통해 수정하여 내용 전체를 다시 보내는 방법 밖에 없다. 하지만 작품 내 I2C LCD의 커서를 맨 첫 번째 글자만 지향할 수

있는 것이 아니라 각 줄에 저장된 글자 하나하나에 접근이 가능하고, 그렇게 접근한 특정 줄과 글자의 내용을 스마트폰 입력을 통해 수정 및 삭제할 수 있는 기능을 첨부한다면 작품의 완성도가 더 올라갈 것이다. 물론 추가 버튼 설치 및 대규모 코드 수정이 필요한 작업이므로, 이를 추가로 구현하기 위해서 드는 시간은 적지 않을 것으로 예상된다.