**10주차 결과보고서**상징, 로고, 폰트, 원이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

10조 (001분반)

과목명 : 임베디드시스템설계및실험

담당 교수 : 정상화 교수님

담당 조교 : 최호진 조교님

조원 : 201924603 하규승(조장)

201727102 강준혁

201924525 이광훈

202023139 박지원

제출 날짜 : 2023.11.13

**목차**

1. 실험 목표

2. 세부 목표

3. 실험 기구

4. 실험 과정

5. 실험 결과

6. 결과에 대한 논의

**1. 실험목표**

**1-1. TFT-LCD**

임베디드 장치는 큰 관점에서 보면 입력으로 출력을 생성하는 장치이고, 이때 우리는 출력값을 시각적으로 보기위해 다양한 출력장치를 사용한다. 이번 주차에선 다양한 출력장치 중에서 TFT-LCD를 다루어 볼 것이다.

TFT-LCD는 Thin Film Transistor Liquid Crystal Display를 줄여 쓴 것으로, 직역하면 초박막액정표시장치이다. TFT-LCD는 액체와 고체의 중간 특성을 가진 액정의 상태 변화와 편광판의 편광 성질을 이용하여 통과하는 빛의 양을 조절함으로써 정보를 표시한다.

스크린샷, 직사각형, 큐브, 디자인이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-1. TFT-LCD의 구조

TFT-LCD의 구조는 복잡하지만, 크게 4가지로 구분하자면 다음과 같이 나눌 수 있다.

1. RGB 픽셀이 유리판에 코딩되어 컬러 영상을 구현하는 Color Filter
2. 액정을 제어하기 위해 조박형 유리 기판 위에 반도체 막을 형성한 회로인 TFT 기판
3. Filter와 기판 사이에 주입된 액정
4. 광원인 Black light unit

**1-2. Timing Diagram**

장치에서 각 신호들은 정해진 시간에 따라 상승하거나 하강하면서 정보를 처리하게 되고, 이 때 이것을 시각적으로 나타낸 것을 Timing Diagram이라고 한다.

Timing Diagram에서 신호가 Low에서 High로 올라가는 구간은 Rising Edge, High에서 Low로 내려가는 구간을 Falling Edge라고 한다. 이 때, 교차되어있는 Edge로 나타내는 경우가 있는데 이는 High/Low의 값 둘 다 가질 수 있다는 의미로 사용한다.

TFT-LCD의 Timing Diagram을 살펴보기전에, 각 신호에 대해 먼저 정의해야 한다. 는 Data/Command를 의미하며 High일 땐 Data를, Low일 땐 Command를 전송하겠다는 뜻이다. 는 Chip Select(Chip Enable)이고 High에서 Low로 Falling Edge 일 때 LCD Chip을 사용하겠다는 의미이다. , 는 High에서 Low로 Falling Edge 일 때 각각 Data를 Display에 Write/Read 하겠다는 뜻이고, D0~D17은 각 라인의 Data를 의미한다.

텍스트, 도표, 라인, 영수증이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-2\_1. TFT-LCD의 Write Cycle Timing Diagram

먼저 Write Cycle의 Timing Diagram이다. 보낼 것이 Command인지, Data인지에 따라 를 Low/High로 설정하고 , 에 Low를 한다. 이후 D0~D17을 통해 Command나 Data를 보내고, , 를 High로 돌려놓는다.

텍스트, 도표, 라인, 영수증이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-2\_2. TFT-LCD의 Read Cycle Timing Diagram

다음으로 Read Cycle의 Timing Diagram이다. , 가 Low, 가 High일 때 D0~D17을 통해 Display를 읽을 수 있다.

텍스트, 스크린샷, 번호, 영수증이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-2\_3. TFT-LCD의 Symbol Min Time

이 때 주의할 점이 있는데, 각 Symbol의 Falling/Rising은 해당 Symbol의 Min Time 안에서 이루어져야 한다. 이번 실험에서는 프로그램으로 처리되므로, 신경 쓰지 않아도 된다.

**1-3. ADC(Analog to Digtal Converter)**

임베디드 시스템 내에서 처리되는 모든 데이터의 연산은 디지털 값으로 이루어진다. 하지만 센서의 값은 보통 아날로그로 들어오는데, 이를 디지털 값으로 바꿔주는 장치가 ADC이다. ADC회로는 아날로그 신호값이 들어오면 이를 표본화, 양자화를 거쳐 부호화한다.

각 용어에 대해 해설하자면, 표본화(Sampling)는 일정한 간격으로 아날로그 신호값을 추출하는 것이고, 양자화(Quantization)는 추출한 표본 샘플 신호값을 단계를 나누어 나타내는 과정이다. 부호화(Coding)는 이 양자화로 나눈 단계에 따라 그 값을 이진수로 변환하는 과정이다.

각 과정을 그림으로 나타내면 다음과 같이 나타난다.

텍스트, 도표, 라인, 그래프이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-3. ADC의 각 과정

이번 실험에서는 조도센서의 값이 아날로그로 들어오게 되므로, 이를 ADC를 통해 디지털 값으로 변경하여 LCD에 출력한다.

**1-4. 조도 센서**

스케치, 도표, 기술 도면, 그림이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-4\_1. 조도 센서의 구조와 원리

조도 센서는 주변의 밝기를 측정하는 센서이다. 조도 센서의 지그재그로 된 주황색 부분이 광자의 양을 측정하는데, 광 에너지를 받을 시 내부에 전자가 움직이며 전도율이 높아지게 된다. 이 때문에 빛의 양과 저항값은 반비례 관계로, 주위가 밝으면 조도 센서의 저항값이 감소하고, 주위가 어두우면 조도 센서의 저항이 증가한다. 기본적으로 작동방식이 저항과 같은 성질을 띄어 극성이 없다.

도표, 텍스트, 라인, 스크린샷이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1-4\_2. 조도센서의 구조와 원리

이번 실험에서는 위 그림과 같이 회로를 구성하여 조도 센서에 걸리는 전압의 값을 신호로 전달받아 측정한다.

**2. 세부 목표**

2-1. TFT LCD에 팀 명 및 터치 시 좌표 출력하기.

2-2. 조도 센서와 보드를 연결하여 조도 센서 값을 LCD에 출력하기

**3. 실험 기구**

* STM32F107 보드
* TFT LCD
* 조도센서
* 납땜 기구

**4. 실험 과정**

**4-1. 프로젝트 세팅**

회로, 축적 모형, 실내이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**4-1-1.** LCD 기판을 보드의 핀과 정확히 맞도록 연결한다.

텍스트, 도표, 라인, 스크린샷이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**4-2-2.** 조도 센서와 보드를 연결한다. 연결 회로는 위 회로도를 참고한다. 해당 실험에서 보드의 핀은 B0 핀을 사용한다. 회로에 저항을 사용하지 않을 경우 조도 센서 값이 제대로 표시되지 않을 수 있음에 유의한다.

텍스트, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**4-1-3.** LCD 사용에 필요한 소스 및 헤더파일을 프로젝트 디렉토리 내의 라이브러리 폴더에 넣는다. 경로는 아래와 같다.



**4-2. lcd.c 구현**

****

**4-2-1. lcd.c – command method**

lcd에 command를 전송하기 위한 method를 수정한다. 각 핀의 high와 low는 아래를 참조한다.

텍스트, 폰트, 스크린샷, 화이트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명.

****

**4-2-1. lcd.c – data method**

lcd에 data를 전송하기 위한 method를 수정한다. 각 핀의 high와 low는 아래를 참조한다.

. 텍스트, 폰트, 화이트, 스크린샷이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

**4-3. main.c 구현**

****

**4-3-1. RCC\_Configure method**

조도센서를 연결할 포트와 ADC 레지스터의 RCC를 활성화한다.

****

**4-3-2. GPIO\_Configure method**

조도 센서와 연결된 핀의 GPIO를 활성화한다.

이때 조도 센서의 입력 값은 아날로그이기 때문에, GPIO 모드를 analog input으로 설정한다.

****

**4-3-3. ADC\_Configure method / Init ADC structure**

ADC 레지스터를 사용하기 위해 설정한다. ADC 구조체의 변수 및 설정 값에 대해서는 아래를 참조한다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 구조체 변수 | 설정값 | 설명 |
| ADC\_mode | Independent | slave,master가 존재하지 않는다. |
| ADC\_ScanConvMode | DISABLE | 단일 채널이기 때문에 비활성화한다. |
| ADC\_ContinuousConvMode | ENABLE | 한 번의 트리거로 한 채널의 샘플링을 시행한다. |
| ADC\_ExternalTrigConv | None | 외부 입력핀에 의한 트리거를 비활성화한다. |
| ADC\_DataAlign | Right | 데이터 정렬을 오른쪽부터 시행한다. |
| ADC\_NbrOfChannel | 1 | 채널의 수를 하나로 설정한다. |

****

**4-3-4. ADC\_Configure method / Enable ADC**

또한, 구조체 설정 및 적용을 마친 뒤에 Configure method 내에서 Adc를 활성화한다. 각 함수의 파라미터와 기능에 대한 설명은 다음과 같다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 함수 | 파라미터 | 설명 |
| ADC\_RegularChannelConfig() | ADC1 | ADC1을 사용한다. |
| ADC\_Channel\_8 | ADC1의 채널8을 사용한다. |
| 1 | 채널을 단독 사용한다. |
| ADC\_SampleTime\_239Cycles5 | 해당 샘플 데이터를 사용한다. |
| ADC\_Cmd() | ADC1, ENABLE | ADC1을 활성화한다. |
| ADC\_ResetCalibration() | ADC1 | ADC1의 이전 값을 reset한다. |
| ADC\_StartCalibration(); | ADC1 | ADC1의 calibration을 시작한다. |
| ADC\_SoftwareStartConvCmd() | ADC1, ENABLE | ADC1의 ADC변환을 시작한다. |

****

**4-3-4. ADC\_Configure method / Enable ADC**

또한, 구조체 설정 및 적용을 마친 뒤에 Configure method 내에서 Adc를 활성화한다. 각 함수의 파라미터와 기능에 대한 설명은 다음과 같다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 함수 | 파라미터 | 설명 |
| ADC\_RegularChannelConfig() | ADC1 | ADC1을 사용한다. |
| ADC\_Channel\_8 | ADC1의 채널8을 사용한다. |
| 1 | 채널을 단독 사용한다. |
| ADC\_SampleTime\_239Cycles5 | 해당 샘플 데이터를 사용한다. |
| ADC\_Cmd() | ADC1, ENABLE | ADC1을 활성화한다. |
| ADC\_ResetCalibration() | ADC1 | ADC1의 이전 값을 reset한다. |
| ADC\_StartCalibration(); | ADC1 | ADC1의 calibration을 시작한다. |
| ADC\_SoftwareStartConvCmd() | ADC1, ENABLE | ADC1의 ADC변환을 시작한다. |

****

**4-3-5. NVIC\_Configure method**

ADC1의 NVIC를 설정한다. NVIC 구조체 변수 설정은 8주차 실험을 참고한다.

****

**4-3-6. ADC1\_2\_IRQHandler method**

조도 센서 값을 저장하기 위한 전역변수 value를 정의하고, ADC1의 인터럽트 동작을 설정한다.

****

**4-3-7. main/Configure init**

선언된 configure function들을 호출한다.

****

**4-3-7. main/while 문 작성**

LCD에 표시할 정보들을 입력한다.

**5. 결과**

전자제품, 전자 공학, 사람, 실내이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

LCD에 정상적으로 팀 명이 출력되었다. LCD를 터치했을 때, 터치한 위치에 작은 원이 표시되었고, 터치한 위치의 X, Y 좌표 값 역시 정상적으로 출력되었다. 또한, LCD에 출력되는 조도 센서의 센서 값 역시 주변 밝기의 변화에 따라 변화함을 확인할 수 있었다.

**6. 결과에 대한 논의**

보드에 전원을 인가했을 때 LCD에 기본 내장된 터치 보정 기능이 실행되었다. 이후 TFT-LCD에 팀 명이 정상적으로 출력되고 터치했을 때 해당되는 좌표에 정상적으로 원이 그려지고, 좌표의 x, y값이 정상적으로 출력되는 것으로 보아 미리 정의된 함수들을 통해 각 포트들이 잘 설정되었음을 알 수 있다.

조도센서의 경우엔 값의 편차가 작은 편이긴 했으나, 조명을 비추었을 때 값이 낮게 출력되고, 조명을 치웠을 때 값이 높게 출력되는 것을 보아 ADC와 조도센서가 정상적으로 동작함을 알 수 있다.

**7. 결론**

이번 주차에서는 TFT-LCD에 팀 명 출력 및 터치 입력에 따른 동작을 수행하게 하였다. TFT-LCD모듈에서 기본적으로 제공하는 LCD에 기본 내장된 터치 보정 기능이 생각 외로 잘 동작하지 않음을 느꼈고, 이를 통해 차후 진행할 텀 프로젝트에서 Touch기능보단 출력기능에 집중하여 모듈을 사용하는 쪽으로 방향성을 잡을 수 있었다.

그리고 조도 센서는 생각보다 값이 잘 변하지 않음을 느꼈고, 이를 통해 해당 센서를 다룰 때는 값을 좀 더 세밀하게 조정하여 사용하는 게 좋다는 것을 알 수 있었다.