**임베디드 시스템 설계 및 실험**

**10주차 실험 결과 보고서**

**조 : 8조**

**조원 : 서진욱, 이승민, 하연지, 하태훈**

**● 실험목표**

1. **TFT LCD의 원리와 동작 방법을 이해하고 관련 라이브러리 작성 및 Touch 동작 과정을 이해한다.**
2. **ADC 개념을 이해하고, 이를 활용하여 조도 센서를 사용한다.**

**● 개념설명**

1. **TFT-LCD**
   * 초 박막 액정 표시장치
   * 액체와 고체의 중간 특성을 가진 액정의 상태 변화와 편광판의 편광 성질을 이용하여 통과하는 빛의 양을 조절함으로써 정보를 표시
   * RGB 픽셀이 유리판에 코딩 되어 컬러 영상을 구현하는 Color Filter
   * 액정을 제어하기 위해 초박형 유리 기판 위에 반도체 막을 형성한 회로인 TFT 기판
   * Filter와 기판 사이에 주입된 액정과 광원인 Black light unit으로 구성

컴퓨터 구성 요소, 전자제품이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 1. TFT-LCD

1. **TFT-LCD Timing**
   * **각 신호들이 시간 별로 처리되는 과정**

텍스트, 도표, 라인, 영수증이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 2. TFT-LCD Timing Diagram

* + - Rising Edge : Low에서 High로 올라가는 구간
    - Falling Edge : High에서 Low로 떨어지는 구간
  + **Write / Read Cycle**
    - **: Chip Select (Chip Enable)**
      * High 에서 Low로 Falling Edge 일 때 LCD Chip 을 사용
    - **: Data / Command (핀맵에서 RS)**
      * LCD는 Data 와 명령어 레지스터를 함께 사용
      * High 로 두고 Data를 전송, Low 로 두고 Command를 전송
    - **, : Write / Read**
      * High 에서 Low로 Falling Edge 일 때, Data를 display에 Write / Read 함
    - 해당 Symbol의 Min Time 내에 Falling / Rising 을 해야 함
  + **Write Cycle**
    - ***COMMAND***
      * 를 Low, 를 Low, 를 Low로 두고 Command를 전송
      * 를 High, 를 High로 다시 돌려놓기
    - ***DATA***
      * 를 High, 를 Low, 를 Low로 두고 Data를 Display에 전송
      * 를 High, 를 High로 다시 돌려놓기
  + **Read Cycle**
    - ***가 high, 가 Low, 신호가 Low 일 때 D0~D17의 Display를 읽음***
      * Master에게 알림

1. **ADC(Analog to Digital Converter)**
   * 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 것
   * 아날로그 신호가 들어오면 이를 표본화, 양자화를 거쳐 부호화
   * 표본화: 일정한 간격으로 아날로그 신호의 값을 추출
   * 양자화: 추출한 표본 샘플 신호의 레벨을 단계를 나누어 나타내는 과정
   * 부호화: 양자화로 나눈 레벨에 속한 값을 이진수로 변환

텍스트, 도표, 라인, 그래프이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

그림 3. ADC(Analog to Digital Converter)

1. **조도센서**
   * 주변의 밝기를 측정하는 센서
   * 빛의 양이 많아질수록 전도율이 높아져 저항이 낮아짐



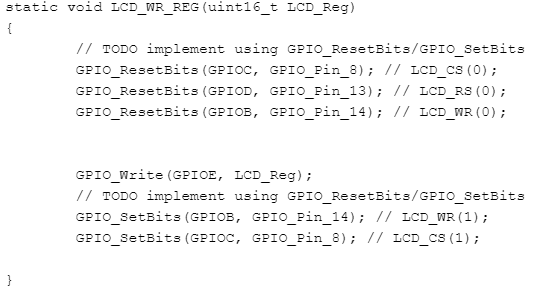
그림 4. 조도 센서

**● 실험 진행**

* **코드 작성**

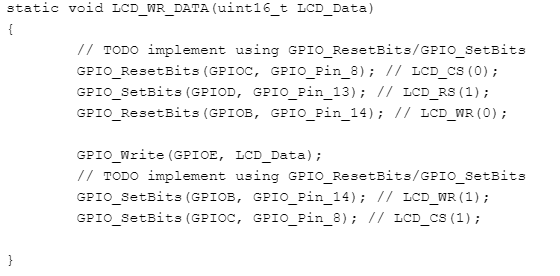
**1) LCD code**

* + GPIO\_ResetBits 함수를 사용해 GPIO 핀을 설정
    - Chip 선택(LCD\_CS), 데이터/명령 선택(LCD\_RS), 쓰기 동작(LCD\_WR)을 LOW로 설정해 LCD제어
  + GPIO\_SetBits사용해 LCD\_WR 핀과 LCD\_CS 핀을 HIGH로 설정해 LCD제어를 완료



코드 1. LCD\_WR\_REG

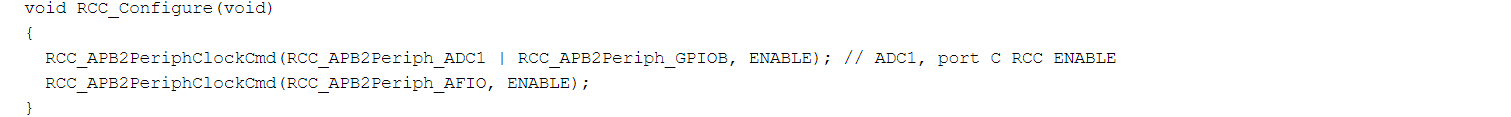
* + LCD\_WR\_DATA 함수는 데이터를 LCD에 쓰는 역할
  + Chip 선택(LCD\_CS), 쓰기 동작(LCD\_WR)을 LOW로 데이터/명령 선택(LCD\_RS)는 HIGH로 설정
  + GPIO\_SetBits함수를 사용해 LCD\_WR, LCD\_CS를 HIGH로 설정해 LCD에 데이터 쓰는 동작 완료



코드 2. LCD\_WR\_DATA

**2) main code**

* + ADC1가 PB0에 대응되므로 Port B를 활성화하기 위해 RCC\_APB2Pheriph\_ADC1과 RCC\_APB2Periph\_GPIOB를 Enable하고 Alternate Function IO clock을 Enable 함



코드 3. RCC\_Configure

* + ADC1은 PB0을 사용하고 ADC는 Analog 신호를 받아들이므로 Analog In Mode로 설정해주며, 출력 속도는 50MHz로 설정

텍스트, 스크린샷, 폰트, 대수학이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

코드 4. GPIO\_Configure

* + ADC의 InitStructure를 정의하여 설정 을 할당
    - ADC1이 독립 모드로 동작하므로 동작 모드는 ADC\_Mode\_Independent로 설정
    - 신호의 Conversion 은 Single Mode에서 동작하므로 ADC\_ScanConvMode는 Enable로, Conversion은 Continuous하게 이루어지도록 하기 위해 ADC\_ContinuousConvMode를 Enable로 설정
    - External trigger에 의해 Conversion이 일어나도록 하는 것은 아니기 때문에 ADC\_ExternalTrigConv\_None을 할당
    - Data 정렬은 오른쪽으로, 채널은 1개만 활용할 것이므로 ADC\_NbrOfChannel에는 1을 할당
  + ADC1의 Channel 8번을, Rank에는 채널이 1개이므로 1, 가장 긴 주기를 선택하기 위해 ADC\_SampleTime은 239Cycle로 설정
  + ADC\_ITConfig에서는 ADC1의 Conversion이 끝났을 때 Interrupt를 발생시킴
  + 설정 완료 후, ADC\_Cmd를 통해 ADC1을 Enable하고 Calibration을 Reset 상태로   
    만든 후 Calibration이 완료되면 Conversion이 실행되도록 구성

텍스트, 폰트, 스크린샷, 문서이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

코드 5. ADC\_Configure

* + Interrupt 처리를 위해 ADC1\_2\_IRQn을 Enable하며 NVIC PriorityGroup은 2로 두고, pre-emption priority와 sub priority는 각각 0으로 설정

텍스트, 스크린샷, 폰트, 대수학이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

코드 6. NVIC\_Configure

* + ADC1에서 interrupt가 발생하면 조도센서에서 값을 읽어와 Conversion하여 이를 Global Variable로 선언한 value에 할당하고 PendingBit를 초기화



코드 7. ADC1\_2\_IRQHandler

* + main의 while문에서는 “THU\_Team08”을 출력하도록 LCD\_ShowString함수를 이용
    - LCD에 터치 동작이 들어왔을 때 해당 위치값을 읽고 변환하여 LCD에 x1, y1을 각각 (50, 50), (50, 70) 위치에 LCD\_ShowNum 함수를 이용해 출력
    - 조도센서의 값 또한 읽어 (60, 100) 위치에 출력하고, 터치 동작이 들어온 위치에 LCD\_DrawCircle 함수를 이용해 반지름 4인 원을 그림

텍스트, 스크린샷, 폰트, 대수학이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

코드 8. main()의 LCD 구현 code

**● 실습 결과**

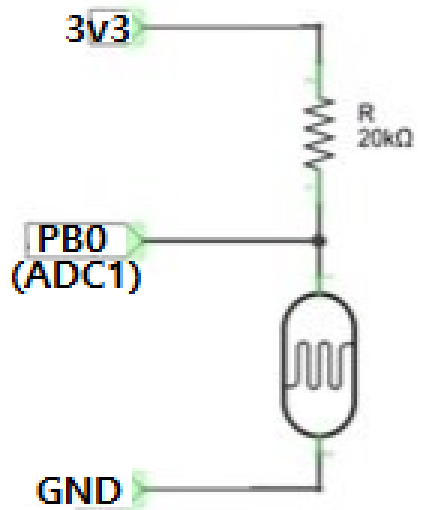


그림 5. 실험에서 구성한 조도센서 회로도 및 핀 구성



그림 6. 초기 보정 과정 후 첫 화면(조 이름 출력)

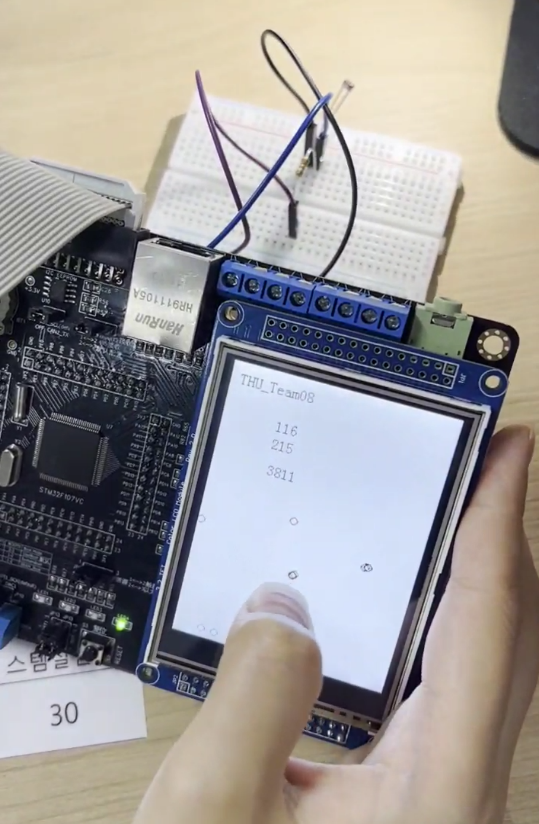
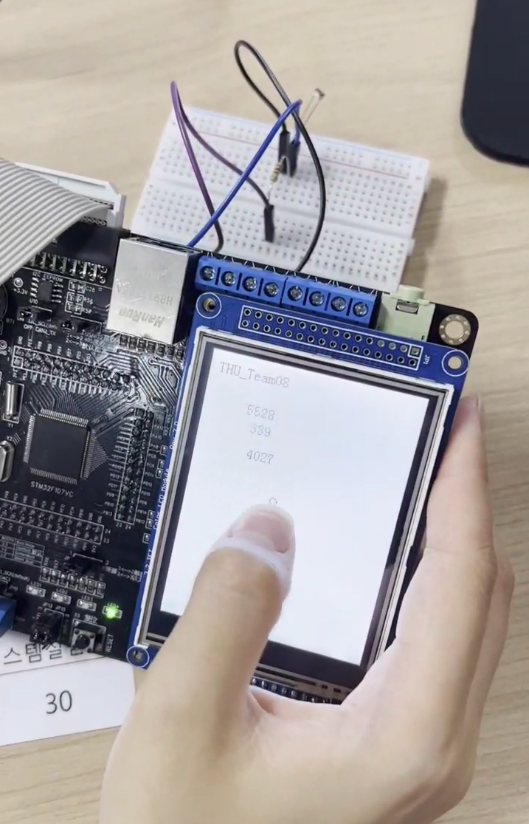


그림 7. 터치 동작 화면

* + 터치를 할 때 마다 화면이 갱신되고, 터치를 한 위치에 도형(원)이 출력됨과 동시에 ADC를 통한 조도센서 값과 터치한 곳의 좌표가 출력됨
  + 스마트폰의 플래시를 활용하여 밝기 변화를 주자 값이 변화함

**● 결론**

* ADC의 역할과 사용 방법에 대해 알게 되었고, DAC의 역할 또한 함께 알게 되었음
* LCD 터치 패널은 초기에 터치 보정이 필요하다는 것을 알게 되었고, LCD패널에 텍스트 및 도형을 출력 하는 방법을 익히게 되었음
* 조도센서의 값이 가끔 부정확한 경우가 있었는데 해당 경우에 대한 재확인이 필요하다는 것을 확인 함
* 터치 인식이 너무 빨리 되어 한 자리에 도형이 여러 개 그려지는 경우가 있었는데 이 역시 interrupt를 통한 입력이니 delay를 통해 해결 할 수 있는 문제일지 파악할 필요가 있음을 확인 함