12주차 결과보고서

10조 (001분반)

과목명 : 임베디드시스템설계및실험

담당 교수 : 정상화 교수님

담당 조교 : 최호진 조교님

조원 : 201924603 하규승(조장)

201727102 강준혁

201924525 이광훈

202023139 박지원

제출 날짜 : 2023.11.26

목차

1. 실험목표

1-1. DMA(Direct Memory Access)

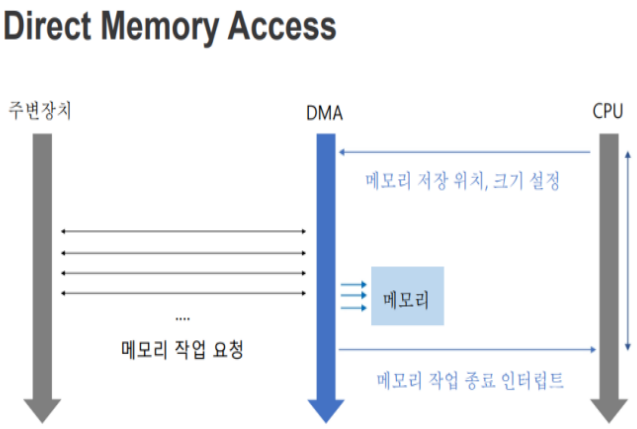
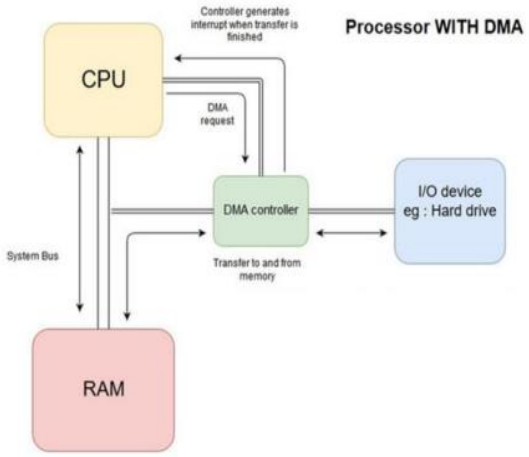


그림 1-1. DMA 동작

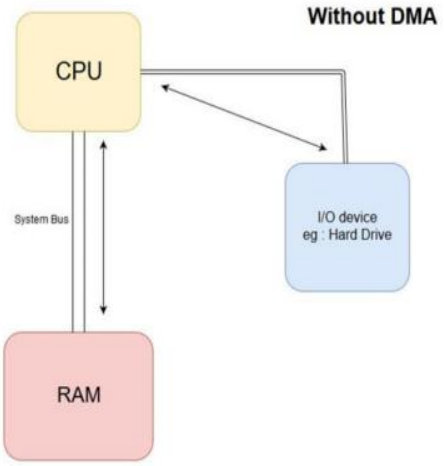
주변장치들이 메모리에 직접 접근하여 읽거나 쓸 수 있도록 하는 기능이다. CPU의 개입 없이 I/O 장치와 기억장치 데이터를 전송하는 접근방식이다. DMA 방식을 통해 프로그램 수행 중 인터럽트의 발생을 최소화하고 시스템의 효율성을 높인다. 이때 CPU는 DMA 컨트롤러와 상태정보 및 제어정보만을 전달한다.

1-2. DMA vs Interrupt



a. DMA

- RAM이 I/O 장치로부터 데이터가 필요해지면, CPU는 DMA 컨트롤러에게 신호(전송 크기, 주소 등)를 보낸다.
- DMA 컨트롤러가 RAM 주소로 데이터를 bus를 통해 주고받는다.
- 모든 데이터 전송이 끝나면, DMA Controller가 CPU에게 Interrupt 신호를 보낸다.



-

-

b. Interrupt

- 모든 I/O 로의 접근은 CPU 를 통해서 수행한다.
- Data 를 전달할 때마다 CPU 가 관여한다.
- 오버헤드가 발생한다.

1-3. DMA Channel

DMA 채널을 통해 메모리를 R/W 한다. DAM1 채널 7개, DMA2 채널 5개로 구성되어 있으며, 한 DMA의 여러 채널 사이 요청은 Priority에 따라 동작한다.

Table 78. Summary of DMA1 requests for each channel

Peripherals	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4	Channel 5	Channel 6	Channel 7
ADC1	ADC1	-	-	-	-	-	-
SPI/I^2S	-	SPI1_RX	SPI1_TX	SPI2/I2S2_RX	SPI2/I2S2_TX	-	-
USART	-	USART3_TX	USART3_RX	USART1_TX	USART1_RX	USART2_RX	USART2_TX
I^2C	-	-	-	I2C2_TX	I2C2_RX	I2C1_TX	I2C1_RX
TIM1		TIM1_CH1	-	TIM1_CH4 TIM1_TRIG TIM1_COM	TIM1_UP	TIM1_CH3	
TIM2	TIM2_CH3	TIM2_UP	-	-	TIM2_CH1	-	TIM2_CH2 TIM2_CH4
TIM3	-	TIM3_CH3	TIM3_CH4 TIM3_UP	-	-	TIM3_CH1 TIM3_TRIG	-
TIM4	TIM4_CH1	-	-	TIM4_CH2	TIM4_CH3	-	TIM4_UP

그림 1-3. ADC의 각 과정 DMA1 Channel

실험에서는 ADC1으로 동작을 수행하므로 [그림2.4]와 같이 DMA1의 Channel1을 사용한다.

1-4. DMA Mode and DMA Controller

a. Normal Mode

- DMA Controller 는 데이터를 전송할 때마다 NDT 값을 감소시킴

- NDT는 DMA를 통해 전송할 데이터의 총량을 의미하며 레지스터의 값이 0이 되면 데이터 전송을 중단한다.

- 데이터 전송을 받고 싶을 때 마다 새롭게 요청이 필요

b. Circular Mode

- 주기적인 값의 전송(업데이트)이 필요할 때 사용하는 모드

- NDT 값이 0이 될 경우 설정한 데이터 최대 크기로 재설정됨

c. DMA Controller

주변 장치의 Request Signal이 발생하면, DMA Controller 에서 우선순위 설정 및 요청에 대한 서비스 제공을 수행한다. Request / ACK 방식을 통해 주변 장치와 DMA Controller 간 통신이 이루어진다.

1-5. DMA 동작순서

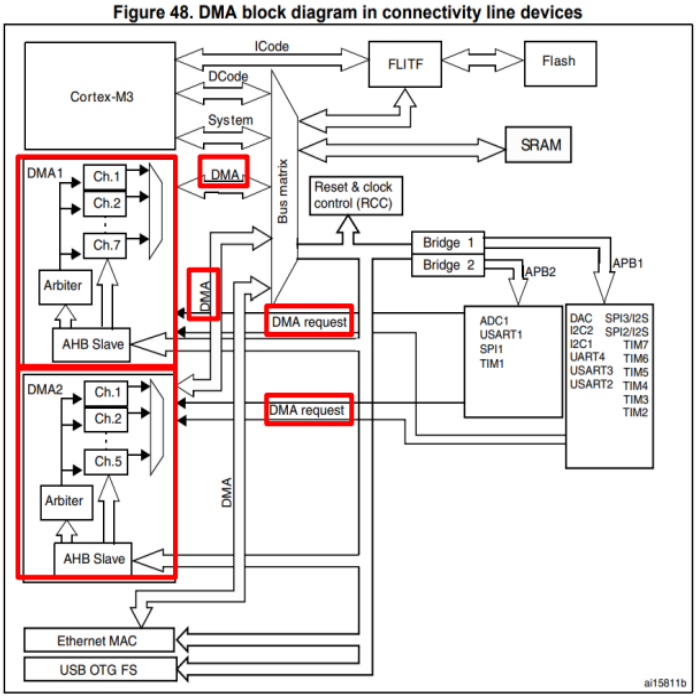


그림 1-5. DMA Block Diagram]

a. 이벤트 발생

b. Peripheral은 DMA Controller에게 Request Signal을 보냄

c. DMA Controller는 채널 우선순위에 따라 요청 처리

d. DMA Controller가 Peripheral로 접근하고 Peripheral로 Ack 신호를 보냄

e. Ack 신호를 받은 Peripheral은 해당 요청에 따라 전송

2. 세부 목표

2-1. DMA 및 ADC를 사용하여 1개의 조도센서 값을 LCD에 출력

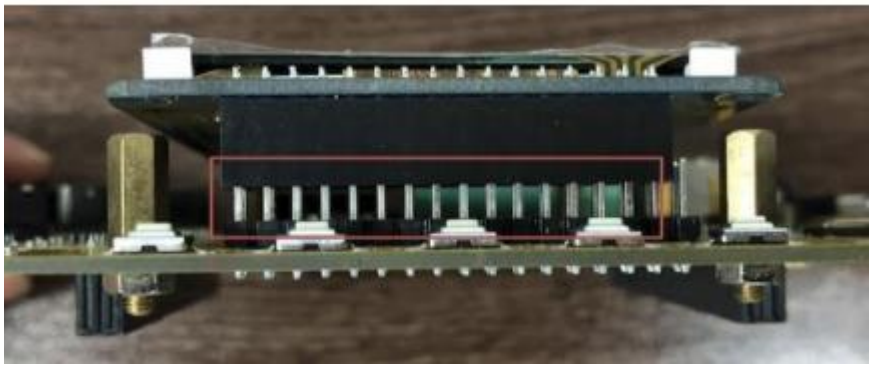
2-2. threshold에 따라 LCD의 배경색을 변경

3. 실험 기구

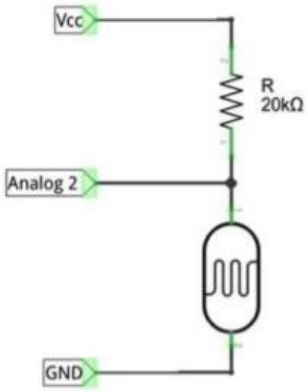
- STM32F107 보드
- TFT LCD
- 조도센서
- 납땜 기구

4. 실험 과정

4-1. 프로젝트 세팅



4-1-1. LCD 기판을 보드의 핀과 정확히 맞도록 연결한다.



4-1-2. 조도 센서와 보드를 연결한다. 연결 회로는 위 회로도를 참고한다. 해당 실험에서 보드의 핀은 A0 핀을 사용한다. 회로에 저항을 사용하지 않을 경우 조도 센서 값이 제대로 표시되지 않을 수 있음에 유의한다.

이름	수정한 날짜	유형	크기
font.h	2018-11-01 오전 9:52	JetBrains CLion	200KB
lcd.c	2023-08-31 오후 8:44	C Source File	14KB
lcd.h	2018-12-22 오전 9:27	JetBrains CLion	2KB
touch.c	2019-10-18 오후 11:24	C Source File	9KB
touch.h	2020-08-20 오후 5:13	JetBrains CLion	1KB

4-1-3. LCD 사용에 필요한 소스 및 헤더파일을 10 주차 파일을 참고하여 프로젝트 디렉토리 내의 라이브러리 폴더에 넣는다. 경로는 아래와 같다.

.../₩Libraries₩LCD

4-2. main.c 구현

```
volatile uint32_t ADC_Value[1];
```

4-2-1. Global Variable ADC_Value[1];

ADC_Value의 값을 저장할 전역변수를 선언한다.

```
void RCC_Configure(void)
{
    // TODO: Enable the APB2 peripheral clock using the function 'RCC_APB2PeriphClockCmd'

    RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_GPIOA, ENABLE);
        RCC_AHBPeriphClockCmd(RCC_AHBPeriph_DMA1, ENABLE);
        RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_ADC1, ENABLE);
        RCC_APB2PeriphClockCmd(RCC_APB2Periph_AFIO, ENABLE);
}
```

4-2-2. RCC_Configure method

조도센서를 연결할 포트와 ADC 레지스터, 그리고 DMA 레지스터와 AFIO 의 RCC 를 활성화한다.

```
void GPIO_Configure(void)
{
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure;

    GPIO_InitStructure.GPIO_Pin = GPIO_Pin_0;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Speed = GPIO_Speed_50MHz;
    GPIO_InitStructure.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AIN;
    GPIO_Init(GPIOC, &GPIO_InitStructure);
  // TODO: Initialize the GPIO pins using the structure 'GPIO_InitTypeDef' and the function 'GPIO_Init
}
```

4-2-3. GPIO_Configure method

조도 센서와 연결된 핀(C0)의 GPIO 를 활성화한다.

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

```
void ADC_Configure(void) {
    ADC_InitTypeDef ADC_InitStructure;
    ADC_InitStructure.ADC_Mode = ADC_Mode_Independent;
    ADC_InitStructure.ADC_ScanConvMode = DISABLE;
    ADC_InitStructure.ADC_ContinuousConvMode = ENABLE;
    ADC_InitStructure.ADC_ExternalTrigConv = ADC_ExternalTrigConv_None;
    ADC_InitStructure.ADC_DataAlign = ADC_DataAlign_Right;
    ADC_InitStructure.ADC_NbrOfChannel = 1;
    ADC_Init(ADC1, &ADC_InitStructure);

    ADC_RegularChannelConfig(ADC1, ADC_Channel_10, 1, ADC_SampleTime_239Cycles5);

    ADC_Cmd(ADC1, ENABLE);

    ADC_ResetCalibration(ADC1);

    while(ADC_GetResetCalibrationStatus(ADC1)) ;

    ADC_StartCalibration(ADC1);

    while(ADC_GetCalibrationStatus(ADC1)) ;

    ADC_SoftwareStartConvCmd(ADC1, ENABLE);

    ADC_DMACmd(ADC1, ENABLE);
}
```

4-2-4. ADC_Configure method

10 주차의 ADC 설정을 참고하여 ADC 를 활성화한다. 이후 ADC 의 값을 읽어오는 동작을 구현한다.

```
void DMA_Configure(void)
{
  DMA_InitTypeDef DMA_InitStructure;
  DMA_InitStructure.DMA_PeripheralBaseAddr = (uint32_t)&ADC1->DR;
  DMA_InitStructure.DMA_MemoryBaseAddr = (uint32_t)&ADC_Value[0];
  DMA_InitStructure.DMA_DIR = DMA_DIR_PeripheralSRC;
  DMA_InitStructure.DMA_BufferSize = 1;
  DMA_InitStructure.DMA_PeripheralInc = DMA_PeripheralInc_Disable;
  DMA_InitStructure.DMA_MemoryInc = DMA_MemoryInc_Disable;
  DMA_InitStructure.DMA_PeripheralDataSize = DMA_PeripheralDataSize_Word;
  DMA_InitStructure.DMA_MemoryDataSize = DMA_MemoryDataSize_Word;
  DMA_InitStructure.DMA_Mode = DMA_Mode_Circular;
  DMA_InitStructure.DMA_Priority = DMA_Priority_VeryHigh;
  DMA_InitStructure.DMA_M2M = DMA_M2M_Disable;
  DMA_Init(DMA1_Channel1, &DMA_InitStructure);
  DMA_Cmd(DMA1_Channel1, ENABLE);
}
```

4-2-5. DMA_Configure method

DMA 레지스터를 사용하기 위해 DMA_Init 을 이용해 설정한다. 이후, DMA1 채널을 DMA_Cmd 를 이용해 활성화 한다. DMA 구조체의 변수 및 설정 값에 대해서는 아래를 참조한다.

구조체 변수	설정값	설명
DMA_PeripheralBaseAddr	(uint32_t)&ADC1->DR	사용한 DMA 의 Channel 을 지정
DMA_MemoryBaseAddr	(uint32_t)&ADC_Value[0]	지정한 DMA 를 위한 메모리 주소 지정
DMA_DIR	DMA_DIR_PeripheralSRC	Peripheral 이 Source 가 될지 Destination 이 될지 지정
DMA_BufferSize	1	DMA 의 버퍼 사이즈 지정
DMA_PeripheralInc	DMA_PeripheralInc_Disable	DMA 갱신시 Peripheral 주소 증가 여부
DMA_MemoryInc	DMA_MemoryInc_Disable	DMA 갱신시 Memory 주소 증가 여부
DMA_PeripheralDataSize	DMA_PeripheralDataSize_Word	Peripheral data 의 크기
DMA_MemoryDataSize	DMA_MemoryDataSize_Word	Memory data 의 크기
DMA_Mode	DMA_Mode_Circular	DMA 의 동작 모드를 지정
DMA_Priority	DMA_Priority_VeryHigh	DMA 의 동작 우선도를 지정
DMA_M2M	DMA_M2M_Disable	DMA 채널이 Memory-to-Memory 전송으로 실행될 지 지정

```
void delay() {
  for(int i = 0; i < 1000000; i++) {}
}
```

4-2-6. delay method

화면이 과도할 정도로 갱신되는 것을 막기 위해 for 문을 이용하여 delay 동작을 구현한다.

```
int main() {
    SystemInit();
    RCC_Configure();
    GPIO_Configure();
    ADC_Configure();
    DMA_Configure();
    //-----------------------------------
    LCD_Init();
    Touch_Configuration();
    LCD_Clear(WHITE);
```

4-2-7. main/Configure init

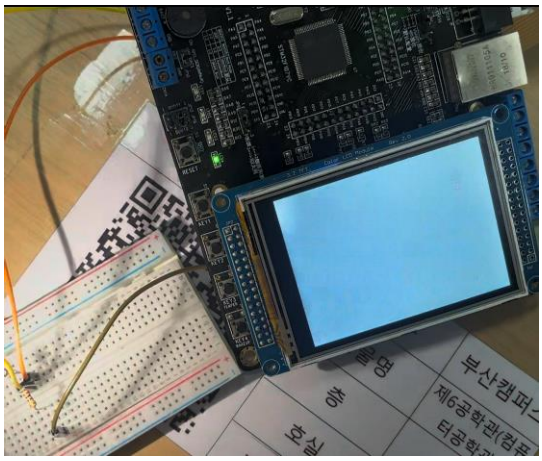
선언된 configure function 들을 호출한다.

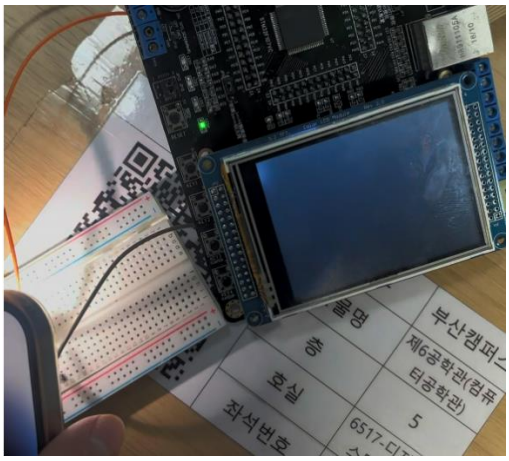
```
uint16_t posX, posY;
while(1){
  if(ADC_Value[0] < 3400) {
    LCD_Clear(GRAY);
    LCD_ShowNum(40, 40, ADC_Value[0], 4 , RED, GRAY);
  }
  else {
    LCD_Clear(WHITE);
    LCD_ShowNum(40, 40, ADC_Value[0], 4 , RED, WHITE);
  }
  delay();
}
```

4-2-8. main/while 문 작성

LCD 에 표시할 정보들을 입력한다.

5. 결과





LCD에 정상적으로 조도센서의 값이 출력되었다. 조도센서의 밝기 변화에 따라 화면이 회색과 흰색으로 바뀌며, 조도센서의 값 또한 바뀜을 확인할 수 있었다.

6. 결과에 대한 논의

보드에 전원을 인가했을 때 TFT-LCD 에 조도센서의 값과 배경화면의 색상이 정상적으로 출력되는 것으로 보아 미리 정의된 함수들을 통해 각 포트들이 잘 설정되었음을 알 수 있다.

조도센서의 경우엔 10 주차와 같이 값의 편차가 3000 ~ 4000 정도로 작은 편이긴 했으나, 조명을 비추었을 때 값이 낮게 출력되고 배경색이 검정색으로 변하고, 조명을 치웠을 때 값이 높게 출력되며 배경색이 흰색으로 잘 변하는 것을 보아 ADC 와 조도센서가 정상적으로 동작함을 알 수 있다.

7. 결론

이번 주차에서는 TFT-LCD 에 조도센서 입력 값 출력 및 입력 값에 따른 배경색 변화 동작을 수행하게 하였다. 10 주차에도 느꼈지만, 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.

그리고 DMA 를 통한 정보 갱신주기는 굉장히 짧다는 것을 알 수 있었고, 이를 통해 DMA 로 받아온 정보를 갱신 될 때 마다 표시할 때는 갱신 직후에 표시하는 것이 아니라 delay 를 구현하여 일정 주기마다 표시하게 하는 것이 좀 더 좋다는 것을 알 수 있었다.