



TextLCD 제어하기

히다찌 HD44780 호환 모드 사용시





서론



- 텍스트 LCD를 제어함에 있어서, 가장 중요한 포인트는 바이어스를 잘 설정하고, 핀 연결을 제대로 하는 데 있겠다.
- 하드웨어가 준비 되면, 소프트웨어 작업에 들어가는 데, 타이밍에 맞춰서, delay를 잘 주는 것도 중요하겠지만, Text LCD의 경우 일반적으로 대략 잘 맞으므로, 이 부분은 걱정 없겠다.
- 대부분 히다찌의 HD44780 호환 모드가 업계의 표준이다시피 하고, 약간씩 변경이 있는 정도로 텍스트 LCD는 제어되고 있다.



준비과정-하드웨어 선의연결

- 우선 여기서는 뉴테크놀로지 컴패니의 ATmega128 개발 키트를 기준으로 하였으며, 그 키트에 있는 확장 포트에 나오는 핀을 기준으로 설명하였다. 이 키트는 용산의 SY 전자, 샘플전자, 동신 전자 등에서 쉽게 구입할 수 있다.
- 개발 키트의 메인 PCB에는 포트 A와 포트 F 두 개의 출력이 20핀 박스 커넥터로 뽑아져 있다. 이 커넥터를 이용한다.
- 선의 연결(별도의 PCB로 연결해 아래와 같이 연결한다.)
 - Data : 포트 F
 - RS : A2
 - R/W : A3
 - E : A5





프로그래밍



- 우선은 아래와 같이 RS, RW, E 를 쉽게 제어할 수 있도록 함수로 만들도록 한다.

```
void LCD_RS(int onoff){  
    if(onoff==ON)  
        PORTA = PORTA|0x04;  
    else  
        PORTA = PORTA&0xFB;  
}
```

```
void LCD_RW(int onoff){  
    if(onoff==ON)  
        PORTA = PORTA|0x08;  
    else  
        PORTA = PORTA&0xF7;  
}
```

```
void LCD_E(int onoff){  
    if(onoff==ON)  
        PORTA = PORTA|0x20;  
    else  
        PORTA = PORTA&0xDF;  
}
```





화면에 뿌릴 데이터를 쓰자!



- 데이터를 쉽게 쓰기 위해 문자 한자를 쓰는 함수를 만들자.
- 데이터를 쓰고 나서는 반드시 E 펄스를 주어야 함에 유의한다.

```
- void write_char(char s){  
    LCD_RS(ON);  
    PORTF=s;  
    E_Pulse();  
}  
  
- void E_Pulse(void){  
    char i;  
    LCD_E(ON);  
    delay(DELAYTIME1);  
    LCD_E(OFF);  
}
```





텍스트 LCD의 초기화



- 초기화의 중요성
 - 데이터를 쓰기 전에 TextLCD를 초기화 하지 않으면, 켜 때마다 값이 달라질 수 있으므로,
 - 사용하기 전에 반드시 초기화를 통해,
 - Display를 ON하고,
 - 화면을 클리어하고,
 - 커서 위치를 (0,0)으로 가져다 놓아야 한다.



HD44780 인스트럭션 세트

사용할 함수에 따라서,
옆의 인스트럭션 셋을
참조한다.

HD44780 Instruction Set

Instruction	Code									
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Display ON/OFF	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Cursor and Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*
Set CG RAM address	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A
Set DD RAM address	0	0	1	A	A	A	A	A	A	A
Read busy flag and address	0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A
Write data to CG or DD RAM	1	0	D	D	D	D	D	D	D	D
Read data from CG or DD RAM	1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

Notes

* means 0 or 1 have no effect

Where execution times are given as A / B

A applies for 1/8 duty or 1/11 duty (1 display line)

B applies for 1/16 duty (2 display lines)



레지스터들(HD44780)



- 8 비트 레지스터들, 인스트럭션 레지스터(IR), 데이터 레지스터(DR)로 구성
- IR의 역할
 - DD RAM (Display Data RAM)과 CG RAM (Character generator RAM)에 화면 클리어, 커서 이동, 그리고 어드레스 정보 등과 같은 Instruction 코드들을 저장
 - IR은 MPU로부터 다시 쓰여질 수 있지만 MPU에 의해 읽혀질 수는 없다.
- DR의 역할
 - DD RAM또는 CG RAM에 쓰여질 데이터를 임시로 저장한다.
 - DD RAM 또는 CG RAM으로부터 읽혀질 데이터를 임시로 저장한다.
 - MPU로부터 DR에 쓰여진 데이터는 내부 동작에 의해 자동적으로 DD RAM 또는 CG RAM에 쓰여진다.
 - DR은 DD RAM 또는 CG RAM으로부터 읽혀질 때, 데이터 저장용으로도 사용된다.
 - 어드레스 정보가 IR에 쓰여질 때, 데이터는 DD RAM 또는 CG RAM에서 DR로 내부 동작에 의해 읽혀진다.
 - 그런 다음, MPU로의 데이터 전송은 MPU에 의해 DR을 읽음에 의해 완료된다. MPU가 DR을 읽은 후에, 다음 어드레스에 있는 DD RAM 또는 CG RAM 안의 데이터는 MPU로부터 다음 읽혀질 때 DR로 보내진다.
 - 레지스터 선택기(RS) 신호들은 이들 두 레지스터들로부터 그것들의 선택을 한다.





레지스터 선택



Register selection

RS	R/W	Enable	Operation
==	==	=====	=====
0	0	H,H->L	IR write as internal operation (Display clear, etc.)
0	1	H	Read busy flag (DB7) and address counter (DB0-DB6)
1	0	H,H->L	DR write as internal operation (DR to DD RAM or CG RAM)
1	1	H	DR read as internal operation (DD RAM or CG RAM to DR)



Busy Flag & AC & DD RAM

- **Busy Flag**
 - 플래그가 "1"일 때는, HD44780은 내부 동작모드에 있어서, 다음 Instruction이 받아들여지지 않을 것이다.
 - 레지스터 선택 테이블이 보여주는 것처럼, busy 플래그는 RS=0, R/W=1일 때 DB7로 출력된다. 다음 instruction은 busy 플래그가 "0" 임을 확신한 후에 쓰여져야 한다.
- **Address counter (AC)**
 - 어드레스 카운터(AC)는 어드레스들을 DD와 CG RAM들로 할당한다. 어드레스에 대한 인스트럭션이 IR에 쓰여질 때, 어드레스 정보는 IR에서 AC로 보내진다. DD 또는 CG RAM의 선택은 또한 인스트럭션에 의해 함께 결정된다.
 - DD 또는 CG RAM 디스플레이 데이터로 쓴 후에, AC는 자동적으로 1 증가 또는 감소된다. AC 내용은 위의 레지스터 선택 테이블에서 보여준 것처럼, RS=0 그리고 R/W=1일 때, DB0~DB6로 출력된다.
- **Display Data RAM (DD RAM)**
 - DD RAM은 8비트 캐릭터 코드들에 나타난 디스플레이 데이터를 저장한다. 그것의 용량은 80*8비트, 또는 80 캐릭터들이다. 80 캐릭터들보다 적게 디스플레이 하고, DD RAM은 디스플레이에 대해 일반 데이터 램으로 사용될 수 있다. DD RAM 어드레스들과 LCD상의 위치들은 아래와 같다. DD RAM 주소는 AC에 셋 되고, hexa 데미컬로 보여진다.





CG ROM 과 CG RAM



- LM018에 의해 제공된 40 문자 x 2 라인 디스플레이로 디스플레이 쉬프트가 수행될 때, 디스플레이는 뱅 돌 것입니다. 왼쪽 쉬프트는 디스플레이 위치 1에 떨어져서 디스플레이 위치 40에 다시 나타날 것입니다. 오른쪽 쉬프트는 사전에 문자가 디스플레이 위치 40에 나타나서는 디스플레이 위치 1에 다시 나타날 것입니다.
- Character Generator ROM (CG ROM)
문자 발생기 ROM은 5 x 7 도트 또는 5 x 10 도트 문자 패턴들을 8비트 문자 코드들로부터 발생시킬 겁니다. 그것은 192개의 5 x 7 도트 캐릭터 패턴들과 192개 5 x 10 도트 캐릭터 패턴들을 가집니다.
- Character Generator RAM (CG RAM)
문자 발생기 램은 유저가 소프트웨어로 문자 패턴들을 재정의 할 수 있는 램입니다. 5 x 7 도트로는, 8개의 유저 정의된 문자 패턴들이 저장될 수 있고, 5x10 도트로는 4개의 유저 정의된 문자 패턴들이 저장될 수 있습니다.





DD RAM 어드레스들

(40*2 라인 디스플레이)



DD RAM addresses for a 40 character x 2 line display

	1	2		39	40	← display position
1st line	00	01	- - - - -	26	27	← DD RAM address (Hex)
2nd line	40	41	- - - - -	66	67	← DD RAM address (Hex)

내부 리셋 회로에 의한 초기화(I)

- HD44780는 파워가 켜질 때, 내부 리셋 회로를 사용하여, 자동적으로 초기화한다.(리셋)
- 다음 인스트럭션 들이 초기화 할 때, 실행된다.
- Busy flag (BF)는 초기화가 끝날 때까지 Busy 상태로 남는다. Busy 상태 (BF=1)는 Vcc가 4.5 볼트로 올라온 후에 10ms이다.
- 1. 디스플레이 클리어
- 2. Function set
 - DL = 1 : 8 비트 인터페이스
 - N = 0 : 1 라인 디스플레이
 - F = 0 : 5 x 7 도트 캐릭터 폰트
- 3. 디스플레이 ON/OFF ...
 - D = 0: Display OFF
 - C = 0: Cursor OFF
 - B = 0: Blink OFF



내부 리셋 회로에 의한 초기화(II)

- 4. Entry mode set ..
 - I/D = 1: +1 (increment)
 - S = 0: No shift
- 5. DD RAM에 써라
 - 다음의 경우 내부 리셋 회로는 정상적으로 동작하지 않는다.
 - 전원공급의 rise time(0.2→4.5)이 0.1ms – 10ms을 벗어날 때,
 - 전원 OFF(0.2 이하)의 저 레벨 폭이 1ms보다 짧을 때
 - 이 경우에, 초기화는 정상적으로 수행되지 않을 것이다.
 - 상세화된 아래의 인스트럭션에 의해 초기화 하라
 - 만약 리셋 회로를 똑바로 동작시키기 위한 전원 공급 조건들이 맞춰지지 않으면, 인스트럭션에 의한 초기화가 요구된다.



인스트럭션에 의한 초기화



(인터페이스가 8비트 와이드일 때)

```

[Power ON]

[ Wait more than 15ms ]
[after Vdd rises to 4.5v]

RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0  Can't check BF before this instruction
0   0   0   0   1   1   *   *   *   *   Function set (8-bit interface)

[Wait more than 4.1ms]

RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0  Can't check BF before this instruction
0   0   0   0   1   1   *   *   *   *   Function set (8-bit interface)

[Wait more than 100us]

RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0  Can't check BF before this instruction
0   0   0   0   1   1   *   *   *   *   Function set (8-bit interface)

                                     BF can be checked after the following
                                     instructions. When BF is not checked,
                                     the waiting time between instructions
                                     is longer than the execution time.
                                     (See Instruction set)

RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0  Function set [8-bit Interface      ]
0   0   0   0   1   1   N   F   *   *   [Specify display lines]
                                     [and character font      ]
RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0  Display OFF  These cannot be
0   0   0   0   0   0   1   0   0   0   changed afterwards

RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0  Display ON
0   0   0   0   0   0   0   0   0   1

RS  R/W DB7 DB6 DB5 DB4 DB3 DB2 DB1 DB0
0   0   0   0   0   0   0   1   I/O S  entry mode set

[end of initialisation]
    
```





인터페이스가 4비트 폭일 때의 초기화



[Power ON]

[Wait more than 15ms]
[after Vdd rises to 4.5v]

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	1	1	Can't check BF before this instruction Function set (8-bit interface)

[Wait more than]
[4.1ms]

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	1	1	Can't check BF before this instruction Function set (8-bit interface)

[Wait more than]
[100us]

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	1	1	Can't check BF before this instruction Function set (8-bit interface)

BF can be checked after the following instructions. When BF is not checked, the waiting time between instructions is longer than the execution time.
(See Instruction set)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	1	0	Function set (to 4-bit interface)

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	1	0	
0	0	N	F	*	*	Function set [4-bit Interface] [Specify display lines] [and character font]

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	Display OFF These cannot be changed afterwards

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	1	Display ON

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	1	I/O	S	entry mode set

[end of initialisation]

