



TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

TEXT형 LCD 확장보드 매뉴얼

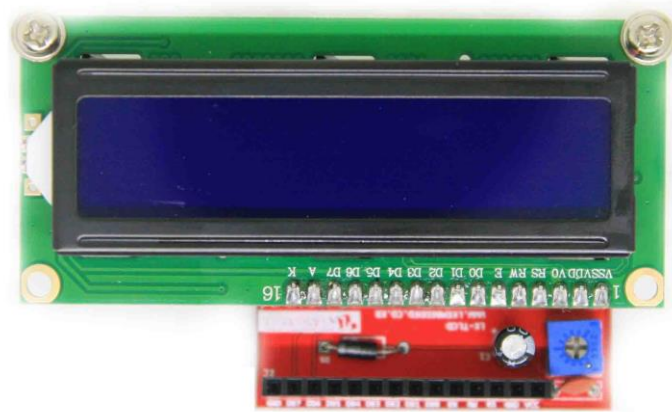
(Model: LKM-TLCD)

이경남

L K 임 베 디 드

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01 Doc LK임베디드		
S/N			

1. 제품사진 및 보드 설명



<그림 1.1> TEXT형LCD 확장보드 사진

1.1 제품소개

하드웨어 제작에 소요 되는 시간을 단축시켜 프로그래밍 연구 개발 및 학습 효과를 극대화 시켜주는 TEXT형 LCD확장보드로서, 사용자가 다양한 문자, 숫자, 기호 등을 출력할 수 있는 제품입니다. 또한 당사 AVR, PIC, ARM(STM32F103)확장형 개발보드와 10P FLAT CABLE을 이용하여 연동이 가능하며, LCD 밝기를 조절할 수 있는 가변저항과 전원 공급 상태를 확인 할 수 있는 전원 LED가 내장 된 확장보드입니다.


1.2 TEXT형 LCD이란?

영어, 알파벳, 글꼴 데이터를 저장하고 있는 ROM을 가지고 있어서 ASCII 코드만으로 문자를 출력할 수 있도록 만든 모듈이다. TEXT형 LCD은 문자를 표시하기 위한 것이라 픽셀 수가 적기 때문에 그래픽 데이터를 출력하기에는 적당하지 않다. 5*7 픽셀을 사용하여 한 문자를 표현하며 한 줄에 16문자까지 출력할 수 있는 LCD 패널이 많이 사용되고 있으며, LCD패널은 사용자 입력에 따라 각 픽셀을 ON/OFF 제어가 가능하다. 거의 대부분의 LCD모듈은 Hitachi사의 HD44780이나 이와 호환이 되는 제어기를 사용하고 있다. 또한 한글 문자 표현은 불가능하다.

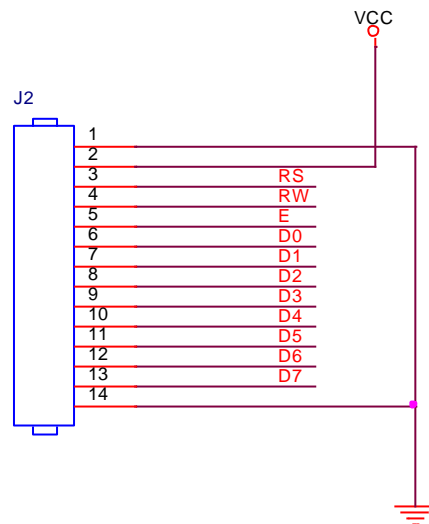
LCD에 정보를 출력하는 과정은 LCD 제어 명령 전송과 데이터 전송의 두 부분으로 이루어져 있다. 마이크로 컨트롤러는 글자를 출력할 위치, 방향, 깜빡임 여부 등 여러 설정을 위한 명령을 LCD 제어모듈에 전송하여 필요한 설정을 한 다음 출력하고자 하는 글자의 ASCII 코드를 LCD 제어 모듈에 전송한다.

1.3 제품특징


- 1) 16*2 Line TEXT형 LCD
- 2) Yellow Led Backlight(백라이트 LED가 내장 되어 문자를 더욱 선명하고 명확하게 출력 가능)
- 3) 사용자 설정에 따라 문자, 기호, 숫자 출력 가능
- 4) 다양한 TEXT형 LCD 예제소스 및 구동 동영상 지원

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

1.4 외부출력 헤더소켓 핀 배치



<그림 1.3> TEXT형 LCD확장보드 외부출력 헤더소켓 핀 배치

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

2. TXET형 LCD 확장보드 프로그래밍

2.1 TEXT형 LCD확장보드 구조

PIN NO	SYMBOL	FUNCTIONS
1	VSS	Ground
2	VDD	Supply voltage for logical circuit
3	VO	Voltage OUTPUT (variable register)
4	RS	A signal for selecting registers 1: Data register 0: Instruction register
5	R/W	A signal for selecting read or write actions 1: Read 0:Write
6	E	Enable signal for reading or writing data 하강 Edge에서 데이터를 전달
7~14	DB0~DB7	8Bit Data Bus
15	LED Anode	Anode of Backlight
16	LED Cathode	Cathode of Backlight

<표 2.1> TEXT형LCD 확장보드 핀 설명

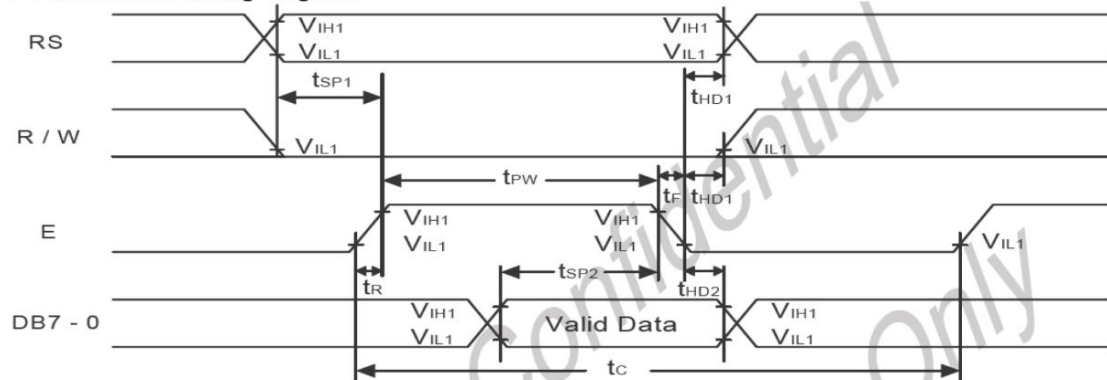
TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		LK EMBEDDED
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

2.2 동작 타이밍

5 - 1 Write mode

Characteristics	Symbol	Limit			Unit	Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
E Cycle Time	t_c	400	-	-	ns	Pin E
E Pulse Width	t_{pw}	150	-	-	ns	Pin E
E Rise/Fall Time	t_r, t_f	-	-	25	ns	Pin E
Address Setup Time	t_{sp1}	30	-	-	ns	Pins: RS, R/W, E
Address Hold Time	t_{hd1}	10	-	-	ns	Pins: RS, R/W, E
Data Setup Time	t_{sp2}	40	-	-	ns	Pins: DB0 - DB7
Data Hold Time	t_{hd2}	10	-	-	ns	Pins: DB0 - DB7

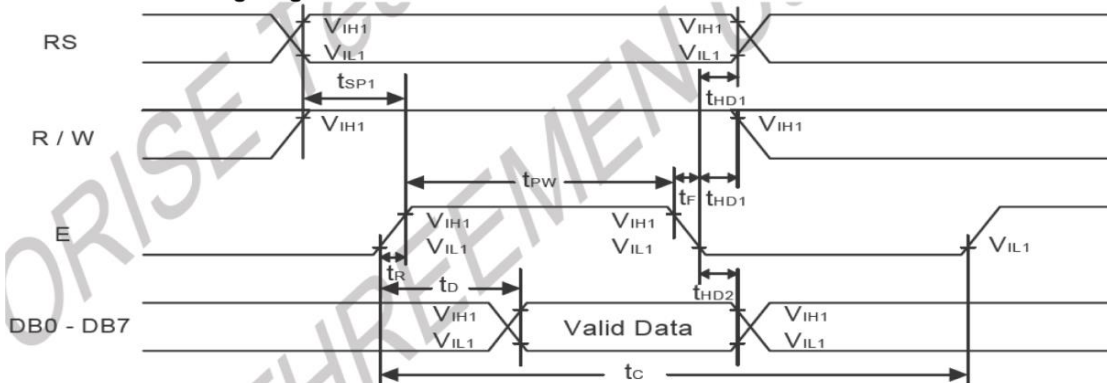
5-2 Write mode timing diagram




5.3 Read mode

Characteristics	Symbol	Limit			Unit	Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
E Cycle Time	t_c	400	-	-	ns	Pin E
E Pulse Width	t_w	150	-	-	ns	Pin E
E Rise/Fall Time	t_r, t_f	-	-	25	ns	Pin E
Address Setup Time	t_{sp1}	30	-	-	ns	Pins: RS, R/W, E
Address Hold Time	t_{hd1}	10	-	-	ns	Pins: RS, R/W, E
Data Output Delay Time	t_d	-	-	100	ns	Pins: DB0 - DB7
Data hold time	t_{hd2}	5.0	-	-	ns	Pin DB0 - DB7

5-4 Read mode timing diagram



<그림 2.1> TEXT형 LCD 확장보드의 동작 타이밍

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

2.3 제어 명령

Function	RS	R/W	DB 7	DB 6	DB 5	DB 4	DB 3	DB 2	DB 1	DB 0	Description	Execu. Time*(Max.)	
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clear Entire Display	1.53mS	
Return Home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	Return Display Being Shifted to Original Position	1.53mS
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Set Cursor Move Direction And Specifies Shift of Display	39uS	
Display ON/OFF Control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	D: Display On /Off C: Cursor On/Off B: Cursor Blink/Not	39uS	
Cursor or Display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	Move Cursor And Shift Display	39uS	
Function Set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	Set DL, N, F	39uS	
Set CG RAM Address	0	0	0	1	ACG						Set CG RAM Address	39uS	
Set DD RAM Address	0	0	1	ADD						Set DD RAM Address	39uS		
Read Busy Flag & Address	0	1	BF	AC						BF: Busy Flag Read AC Contents	0uS		
Write Data to CG RAM	1	0	WRITE DATA						Write Data to DD RAM or CG RAM		43uS		
Read Data From CG/DD RAM	1	1	READ DATA						Read Data From DD RAM or CG RAM		43uS		
Remark	I/D = 1 : Increment 0 : Decrement S = 1 : Accompanies Display Shift S/C = 1 : Display Shift 0 : Cursor Move R/L = 1 : Shift right 0 : Shift left DL = 1 : 8 Bits 0 : 4 Bits N = 1 : 2 Lines 0 : 1 Line F = 1 : 5 x 10 Dots 0 : 5 x 7 Dots BF = 1 : Internally Operating 0 : Can Accept Instruction										DD RAM : Display Data RAM CG RAM : Character Generator RAM ACG : CG RAM Address ADD : DD RAM Address Corresponds to Cursor Address AC : Address Counter used for Both DD and CG RAM Address * No effect (Don't care)		

<표 2.2> TEXT형 LCD 확장보드의 제어 명령표


<표 2.2>에서의 LCD 컨트롤러 명령어들의 설명은 아래와 같다.

1) Clear Display

LCD를 지우기 위해서는 모든 DDRAM 어드레스에 20H를 쓴다. 여기서 문자 코드 20H는 blank패턴을 의미한다. 그 후 어드레스 카운터로 DDRAM 어드레스 0으로 설정하고 만약 시프트 되었다면 원래의 상태를 표시하도록 한다. 다시 말하면 표시된 문자는 사라지고 커서와 깜박임의 위치는 가장 왼쪽으로 옮겨간다. 또한 entry 모드에서 I/D=1로 되고 S는 변하지 않는다.

2) Return Home

Return Home은 어드레스 카운터에 DDRAM 어드레스를 0으로 설정하고 만약 시프트 되었다면 원래의 상태로 표시한다. DDRAM은 변하지 않는다. 커서와 깜박임의 위치는 가장 왼쪽으로 옮겨 간다.

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

3) Entry Mode Set

I/D: 문자 코드를 DDRAM에 쓰거나 읽을 때 자동으로 DDRAM 어드레스의 1씩 증가(I/D=1) 또는 (I/D=0), 커서와 깜박임은 DDRAM 어드레스가 1씩 증가하면 오른쪽으로 1씩 감소하면 왼쪽으로 이동한다. 그리고 CGRAM도 DDRAM과 같은 방법으로 적용된다.

S: S=1일 때 I/D=0이면 오른쪽으로 I/D=1이면 왼쪽으로 전체 디스플레이를 시프트 한다. S=0이면 시프트 되지 않는다.

4) Display On/Off Control

D: D=1일 때 LCD가 On되고 D=0일 때 LCD가 Off 된다. Off되어 있더라도 DDRAM에 데이터는 남아 있고 D=1에 의하여 다시 LCD에 표시될 수 있다.

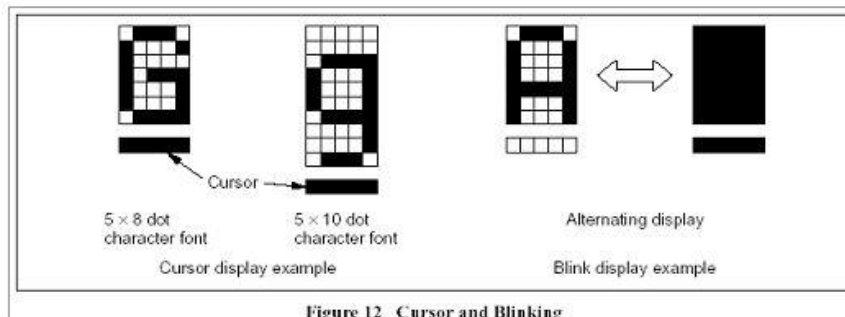
C: C=1일 때 커서가 표시되고 C=0일 때 커서가 표시되지 않는다. 커서가 사라지더라도 I/D 기능과 다른 특성은 데이터를 표시하는 동안 변하지 않는다. 커서는 5x8도트 문자 폰트일 경우에는 8번째 줄에 5x10도트 문자 폰트일 경우에는 11번째 줄에 표시된다. <그림 2.2>에 커서위치를 보여주고 있다.

B: B=1일 때 커서의 깜박거림에 의하여 문자를 가리킨다. 깜박거림은 공백 도트와 문자 사이에 번갈아 가면서 표시된다. 깜박거림의 속도는 LCD모듈에 사용 클럭 주파수에 의해 결정된다.


5) Cursor or Display Shift

커서 또는 시프트 표시는 커서의 위치 또는 표시할 데이터의 읽기 또는 쓰기 없이 오른쪽/왼쪽으로 이동된다. 2줄 표시를 할 경우에는 커서는 첫 번째 줄에서 40번째를 넘어갈 경우 두 번째 줄로 이동한다. 주의해야 할 것은 첫 번째 줄과 두 번째 줄이 동시에 이동된다. 계속적으로 수평으로 데이터를 시프트 하더라도 두 번째 줄의 데이터는 첫 번째 줄에 표시될 수 없다. 시프트를 해도 어드레스 카운터(AC)는 변하지 않는다.

Table 7 Shift Function		
S/C	R/L	
0	0	Shifts the cursor position to the left. (AC is decremented by one.)
0	1	Shifts the cursor position to the right. (AC is incremented by one.)
1	0	Shifts the entire display to the left. The cursor follows the display shift.
1	1	Shifts the entire display to the right. The cursor follows the display shift.



<그림 2.2> 커서와 깜박거림

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

6) Function Set

DL: 인터페이스 할 데이터 길이를 설정한다. DL=1로 할 경우 8비트 데이터(DB7~DB0)길이를 보내거나 받고 DL=0으로 할 경우 4비트 데이터(DB7~DB4)길이를 보내거나 받는다. 4비트 데이터 길이로 선택할 경우 데이터는 2번에 걸쳐서 보내거나 받아야 한다.

N: 표시 줄의 숫자이다. 0일때는 한 줄, 1일때는 2줄로 설정 된다. .

F: 문자의 폰트를 설정한다. 0일때는 5x8도트, 1일때는 5x10도트로 설정 된다.

Function Set은 busy flag와 어드레스 명령을 제외한 다른 명령이 실행 되기 전에 프로그램의 앞 부분에 실행해야 한다.

7) Set CGRAM Address

CGRAM 어드레스 설정은 어드레스 카운터에 CGRAM 어드레스를 2진수 6비트(AAAAAA)로 설정한다. 그 후 MCU로부터 CGRAM으로 데이터를 쓰거나 읽는다. Return Home은 어드레스 카운터에 DDRAM 어드레스를 0으로 설정하고 만약 시프트 되었다면 원래의 상태로 표시한다. DDRAM은 변하지 않는다. 커서와 깜빡임의 위치는 가장 왼쪽으로 옮겨간다.

8) Set DDRAM Address

DDRAM 어드레스 설정은 어드레스 카운터에 DDRAM 어드레스를 2진수 7비트(AAAAAAA)로 설정한다. 그 후 데이터는 MCU에 의해 DDRAM에 쓰여지거나 DDRAM으로부터 읽혀진다. 그러나 LCD가 1줄(N=0)로 표시 될 때 2진수 7비트(AAAAAAA)은 00H~4FH를 나타낼 수 있고 LCD가 2줄(N=1)로 표시 될 때 2진수 7비트(AAAAAAA)은 첫 번째 줄에 00H~27H를, 두 번째 줄에 40H~67H를 나타낼 수 있다.

9) Read Busy Flag and Address


Busy flag와 어드레스를 읽는 것은 LCD 컨트롤러가 이전에 받은 명령어에 의하여 지금 내부적으로 동작 중인지를 알려주는 busy flag(BF)를 읽는다. BF=1이면 내부적으로 동작중인 것을 나타내고 BF=1이 될 때까지 다음 명령을 받을 수 없다는 것을 알려준다. 그래서 다음 명령어를 보내기 전에 반드시 BF를 체크해야 한다. BF(DB7)를 읽을 때 어드레스카운터(DB6~DB0)값도 읽혀진다. 이 어드레스카운터는 CGRAM과 DDRAM 어드레스로 사용된다.

10) Write Data to CGRAM or DDRAM

CGRAM 또는 DDRAM에 데이터를 쓸 때 2진수 8비트(DB7~DB0)데이터 형태로 쓴다. CGRAM 또는 DDRAM에 데이터를 쓰기 위해서 어드레스를 결정하고 결정된 어드레스에 데이터를 쓴다. 쓰기 동작 이후에 어드레스 카운터는 Entry Mode set의 I/D의 설정에 의해 1씩 증가하거나 감소한다.

11) Read Data from CGRAM or DDRAM

CGRAM 또는 DDRAM으로부터 데이터를 읽을 때 2진수 8비트(DB7~DB0)데이터 형태로 읽는다. CGRAM 또는 DDRAM으로부터 데이터를 읽기 위해서는 어드레스를 결정하여 결정된 어드레스로부터

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

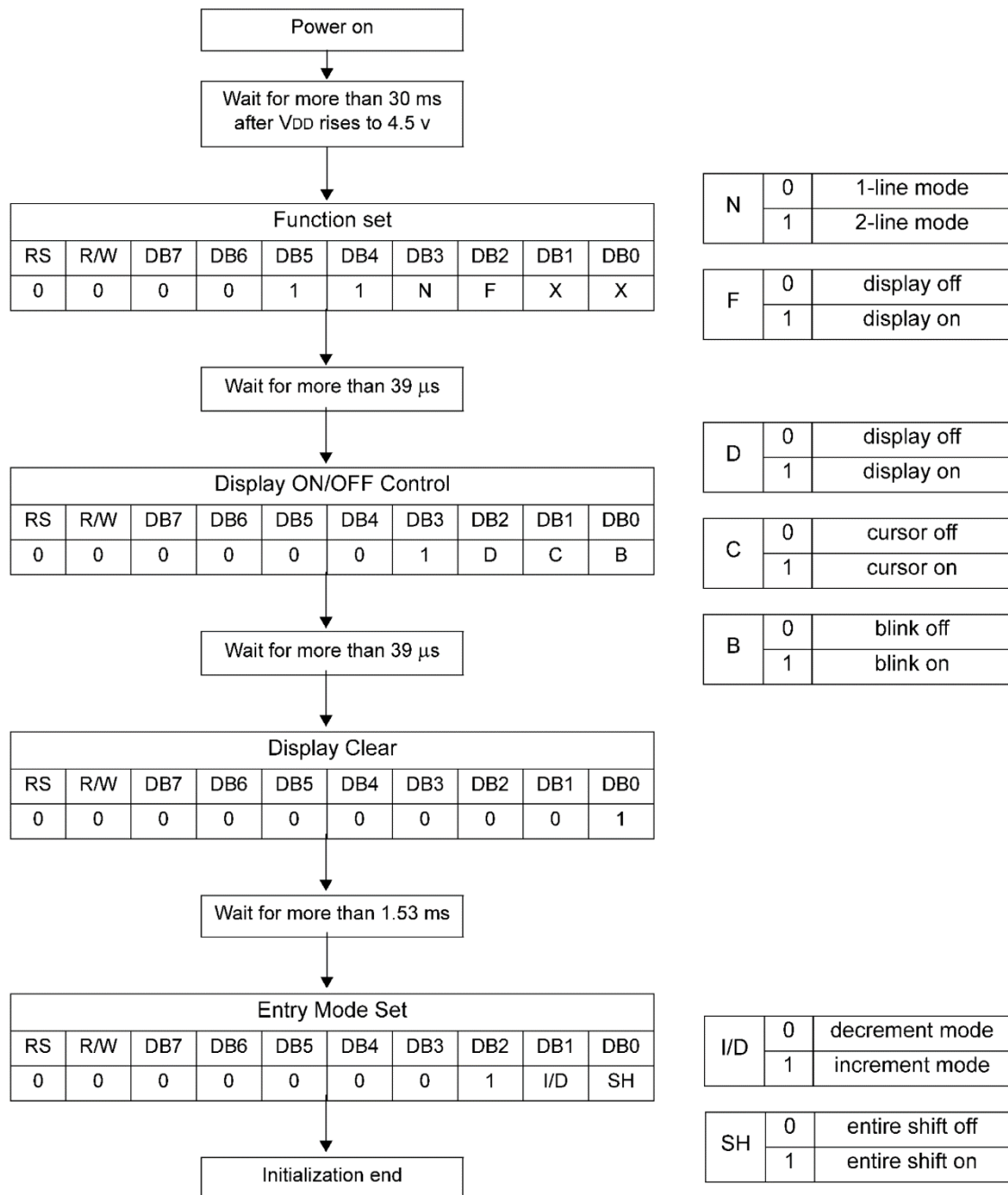
데이터를 읽는다. 읽기 동작 이후에 어드레스 카운터는 Entry Mode set의 I/D의 설정에 의해 1씩 증가하거나 감소한다.

2.3 TEXT형 LCD 8비트 인터페이스의 경우 초기화 프로그래밍 순서


INSTRUCTION SET

Instruction Initialization

8-bit interface mode



<그림 2.3> TEXT형 LCD 확장보드의 초기화 순서도

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			

<그림 2.3>처럼 MCU와 TEXT형 LCD확장보드 사이에 8 비트 데이터 버스를 사용하여 인터페이스 한 경우에 LCD에 전원을 투입하고 나서 이를 초기화 하여 사용하는 과정을 요약하면 다음과 같다.


1. 전원을 투입하거나 리셋 스위치를 누른다.
2. 초기화를 수행하기 전에 최소한 30mS 이상을 대기 한다.
3. Function Set 명령(0x3c)을 8비트를 DB7~DB0핀으로 출력 한다
4. 39uS 이상 대기를 한다.
5. Display ON/OFF control 명령(0x0c)을 DB7~DB0핀으로 출력 한다.
6. 39uS 이상 대기를 한다.
7. Display Clear control 명령(0x01)을 DB7~DB0핀으로 출력 한다.
8. 1.53mS 이상 대기를 한다.
9. Entry Mode Set control 명령(0x06)을 DB7~DB0핀으로 출력 한다.
10. DDRAM 어드레스에 번지를 명령어 레지스터 선택 후 DB7~DB0핀으로 출력 한다.
11. 표시할 문자 데이터를 데이터 레지스터 선택 후 DB7~DB0핀으로 출력 한다.

2.4 예제소스 활용 (코드비전AVR용)

```

void dsp_str(char n)
{
    lcd_rs=1; // Data Register
    delay_us(1);
    lcd_en=1;
    lcd_dt=n;
    delay_us(1);
    lcd_en=0;
    delay_us(35);
}
//-----
void dsp_cmd(char n)
{
    lcd_rs=0; // Instruction Register
    delay_us(1);
    lcd_en=1;
    lcd_dt=n;
    delay_us(1);
    lcd_en=0;
    delay_us(35);
}
void init() //16x2line
{
    lcd_dt=0; lcd_rw=lcd_rs=lcd_en=0;
    delay_ms(30);
    dsp_cmd(0x3c); //Function set: 8bit data mode, 2line mode, display on
    delay_us(39);
}

```

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01 Doc LK임베디드		
S/N			

```

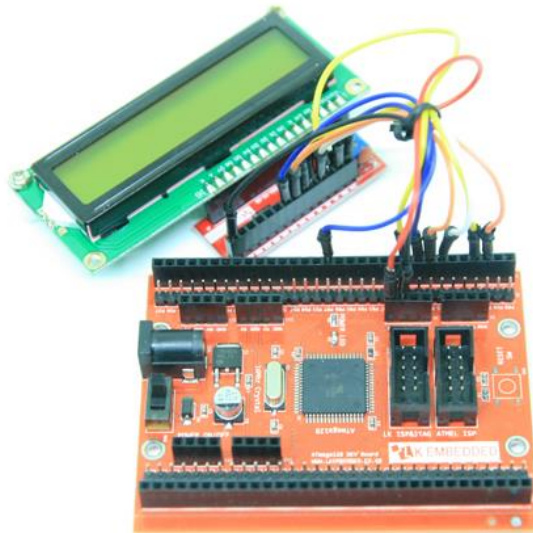
dsp_cmd(0x0c); //Display ON/OFF Contrl: display on, cursor off
delay_us(39);
dsp_cmd(0x01); //Display Clear
delay_ms(2);
dsp_cmd(0x06); //Entry mode set: increment mode, entire shift off

}

void clcd_line1(){dsp_cmd(0x80);} //line1 시작 좌표 함수
void clcd_line2(){dsp_cmd(0XC0);} //line2 시작 좌표 함수

```

2.5 연결 방법




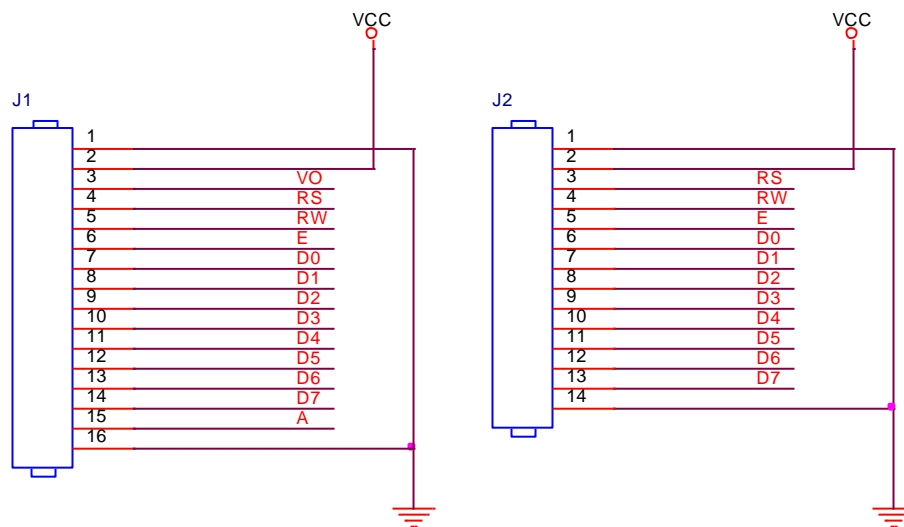
<그림 2.4> AVR ATmega128DM 개발보드와 연결 된 사진

위 그림처럼 당사 아두이노 AVR, PIC, ARM(STM32F103)확장형 개발보드와 TEXT형LCD 확장보드를 10P FLAT CABLE을 이용하여 보드간의 내장 된 10P 박스헤더 커넥터에 장착하여 별도의 하드웨어 납땜작업 없이 손 쉽게 시스템을 구성 하실 수 있습니다.

※ 주의 LK임베디드 모듈이 아닌 타사 모듈 연결 시 반드시 10P 박스헤더 커넥터의 핀 배치 확인 요망

3. 회로도

TITLE: Education		LKM-TLCD Manual	LK Development Team
Status	Revision V0.4		
	Date 2017 /12/01		
	Doc LK임베디드		
S/N			



<그림 3.1> TEXT형 LCD 확장보드 커넥터 회로도

4. Epilog

기술지원 및 주의사항

- LK임베디드 홈페이지문의(기술상담): WWW.LKEMBEDDED.CO.KR 상담문의 게시판 이용
- LK임베디드 모든 제품에 DC전원공급 시 반드시 극성(+,-)를 확인 하시여 전원을 공급해주시고, 제품 정격전압을 꼭 지켜 주셔야 합니다. 만일 이를 어길 시에는 제품에 치명적인 오류 및 파손이 발생할 수 있으니 각별한 주의가 필요합니다.

감사의 글

LK임베디드 제품을 구입해 주셔서 감사합니다. 당사는AVR, PIC, ARM7(STM32F103)을 사용하시는 고객님의 편의를 증진시키기 위해서, 마이컴 교육 및 신제품 연구개발을 위해서 항상 노력하고 있습니다. 앞으로도 끊임없는 도전정신을 바탕으로 신제품개발, 완벽한 품질보증 체계확립, 대 고객 서비스를 통해 고객의 마음을 편하게 하는데 정진할 것입니다. 본 제품을 활용하여 마이컴 학습 및 제품개발에 큰 도움 되시기를 바랍니다.