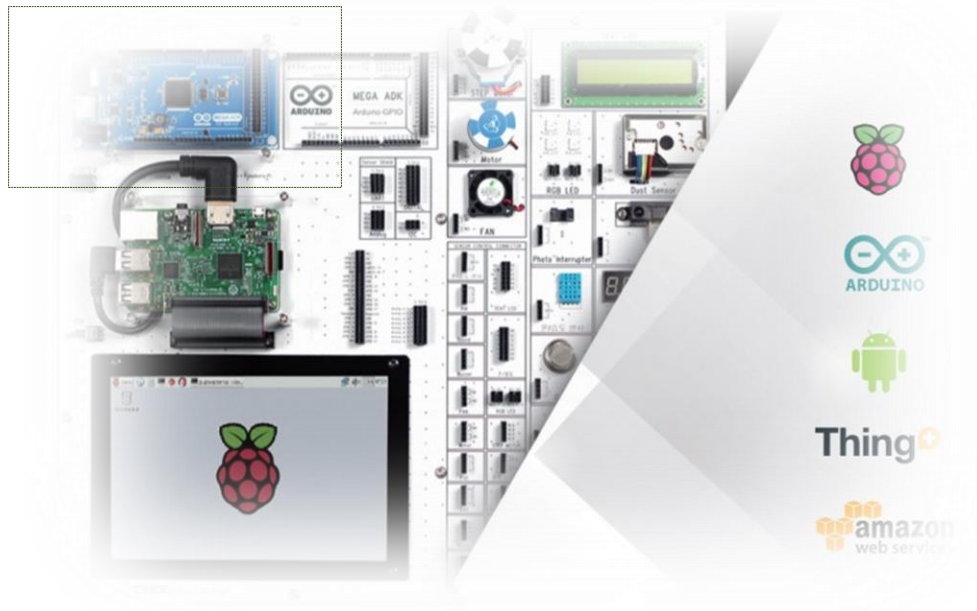


마이크로프로세서

(강의자료 #8)



교과목명 : 마이크로프로세서 (01)

담당교수 : 이 수 형

E-mail : soohyong@uu.ac.kr

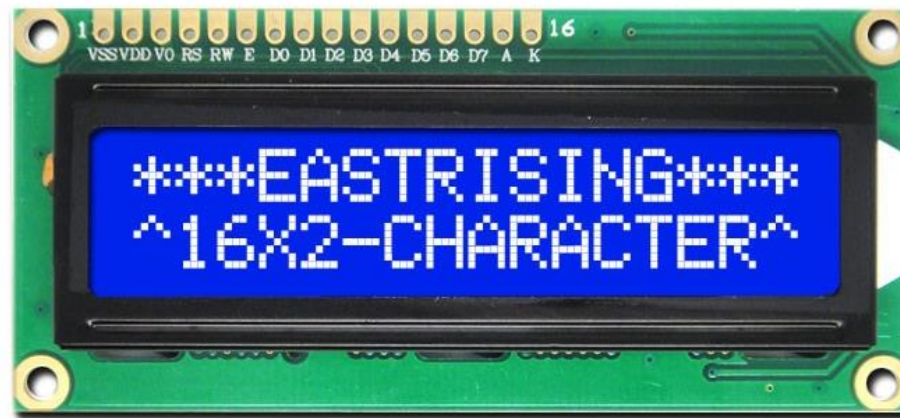
교재명 : 스마트기기 개발을 위한 아두이노,
이수형. (LINC+ 사업단 배포)

수강생 안내

- 본 교과목은 기본적으로 “대면” 수업입니다.
- ‘코로나바이러스감염증-19’ 등의 이유로 대면수업을 받지 못하는 학생들을 위해 ‘비대면 실시간 수업’을 병행합니다. 기본적으로 대면 수업이므로 대면 수업에 참석한 학생들은 교실에서 출석을 체크하면 되며, 참석하지 못하고 ‘비대면 수업’을 듣는 학생들은 ‘실시간 온라인 강의’에 참석하면 출석이 반영됩니다.
- 수강생 여러분들은 강의 자료를 온라인 배포 및 게재 등의 행위를 할 시 저작권 문제가 발생할 수 있사오니 이에 유념하여 강의 자료를 공유하는 행위는 삼가 바랍니다.
- 교재는 “스마트기기 개발을 위한 아두이노”이며, 나누어준 키트는 각자 잘 관리하면서 실습실(대면) 및 집(비대면)에서 실험/실습을 수행할 수 있도록 진행합니다.

6.3 LCD

- LCD (Liquid Crystal Display)
 - 액정표시장치
 - 캐릭터 LCD, 그래픽 LCD, 컬러 LCD 등 다양한 종류
- Character LCD
 - 글자만 표현 가능
 - 1602 (16글자 2줄), 2004 (20글자 4줄)이 많이 사용됨
 - HD44780 chipset(주로 Hitachi사의 드라이버 칩셋 사용)

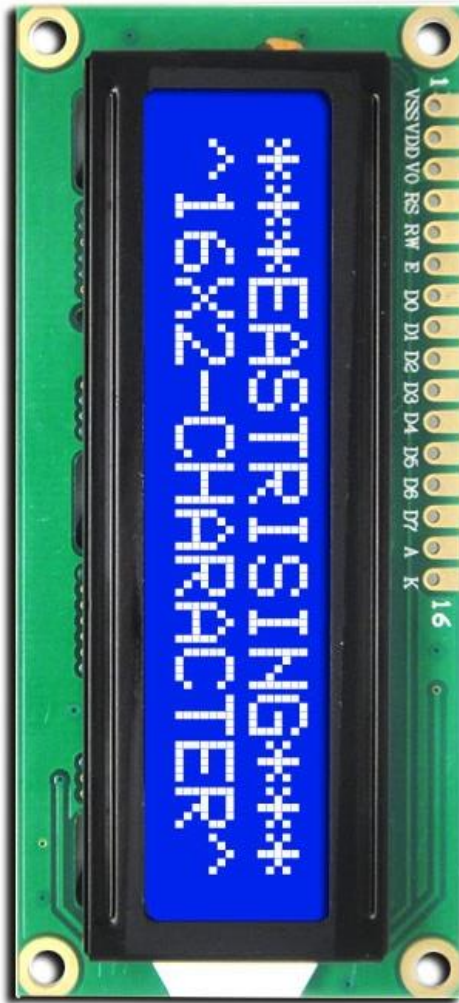


• Character LCD (계속)

- 하나의 글자 : 5x8 픽셀의 점으로 표현
- 128개의 ASCII 문자
- 128개의 특수 문자 (모델별로 다름)
- 8개의 사용자 정의 문자

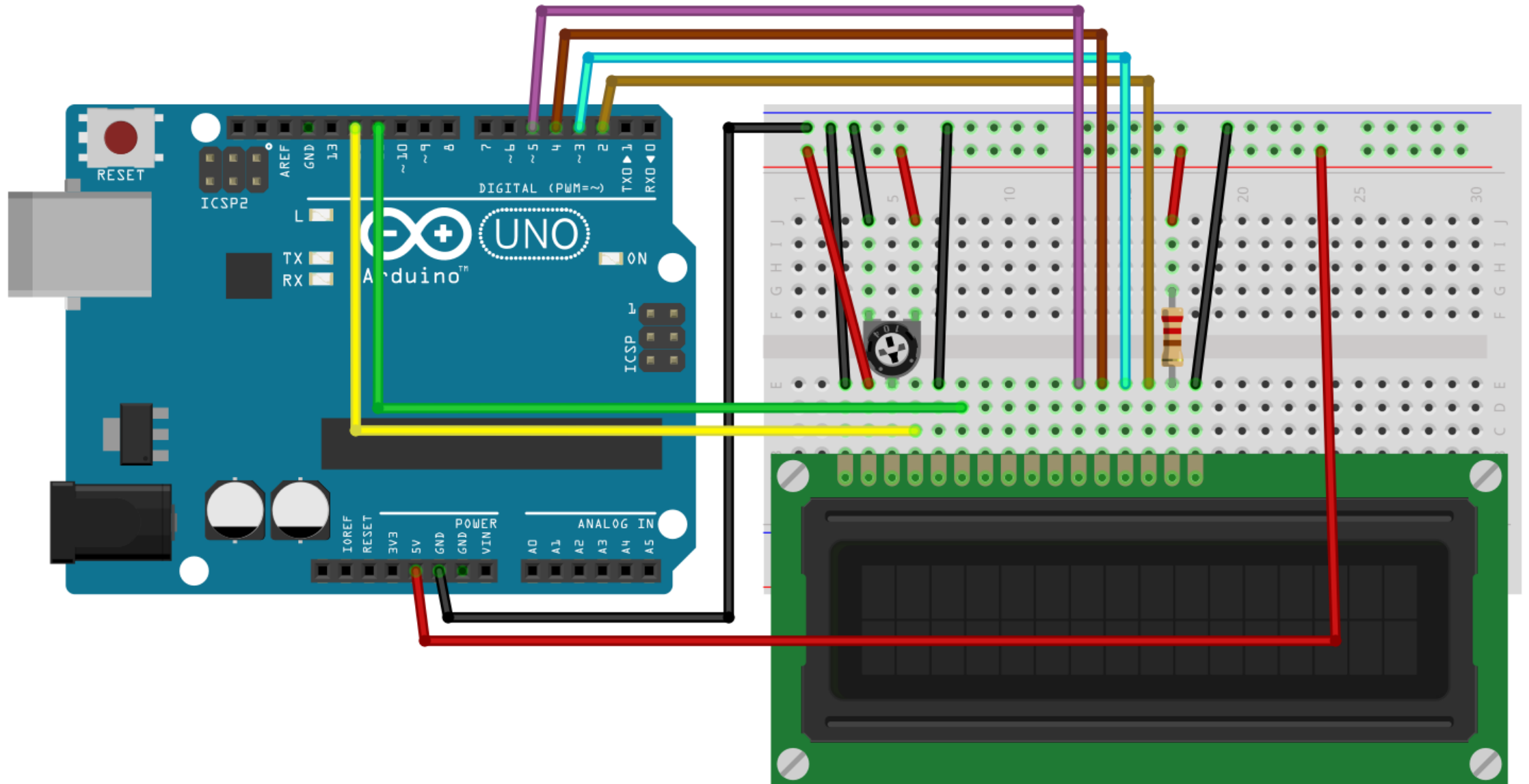
Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits		0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)				0	a	P	`	P				-	9	3	α	p
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	9			。	ア	チ	△	ä	q
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	×	ß	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	ω
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ホ	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ	ς	Ü
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w			フ	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)			(	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ	フ	Σ
xxxx1001	(2)			)	9	I	Y	i	y			ウ	ケ	ル	ル	フ	Σ
xxxx1010	(3)			*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ハ	レ	j	チ
xxxx1011	(4)			+	;	K	[	k	[			オ	サ	ヒ	ロ	*	斤
xxxx1100	(5)			,	<	L	¥	l	¥			ャ	シ	フ	ワ	Φ	円
xxxx1101	(6)			-	=	M	]	m	]			ユ	ズ	ヘ	ン	モ	÷
xxxx1110	(7)			。	>	N	^	n	^			ヨ	セ	ホ	°	ñ	
xxxx1111	(8)			/	?	O	_	o	_			ッ	ソ	マ	°	ö	■

• Character LCD의 연결



- VSS : GND, VDD : 5V 전원 연결
- VO : contrast 기준 전압
- RS : Register select – L:명령어/ H:데이터 전달
- RW : Read/Write - L:Write/H:Read
- E : Data Enable
- D0 ~ D7 : 8비트 데이터 연결용
- D4 ~ D7 : 4비트 데이터 연결용
- A : Backlight 전원 (+극)
- K : Backlight 전원 (-극 : GND)

예제 6-6: 회로 구성

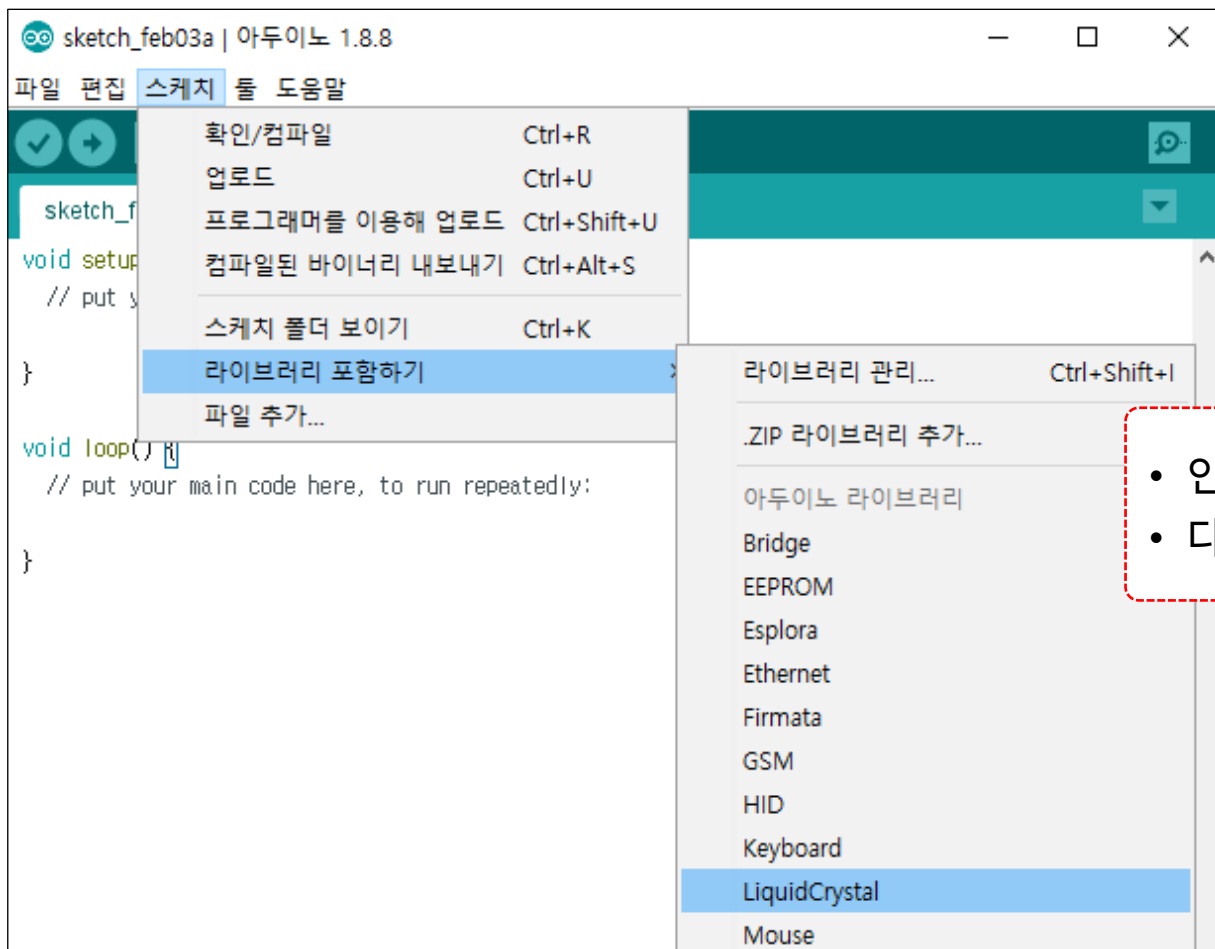


LCD핀번호		의미 및 연결방법		
1	VSS	LCD 전원 - GND에 연결		
2	VDD	LCD 전원 – 5V에 연결		
3	VO	글자의 선명도, 10kΩ 가변저항을 통해서 전압 결정		
4	Register Select	1이면 명령모드, 0이면 데이터모드 – 아두이노 12번 핀 연결		
5	Read/Write	읽기/쓰기 모드 - GND		
6	Enable	명령/데이터 전송 신호 – 아두이노 11번 핀 연결		
7	Data 0	데이터 전송용 : 4비트 전송모드에서는 사용하지 않음 8비트 전송모드에서는 남는 아두이노의 디지털 핀(예: 6, 7, 8, 9)에 연결하여 사용함		
8	Data 1			
9	Data 2			
10	Data 3			
11	Data 4	데이터 전송용	아두이노 5번 핀 연결	8비트/4비트 모두 사용함
12	Data 5		아두이노 4번 핀 연결	
13	Data 6		아두이노 3번 핀 연결	
14	Data 7		아두이노 2번 핀 연결	
15	BL Anode	Backlight (배경 불빛) 전원 – 5V에 220Ω 경유 연결		
16	BL Cathode	Backlight 전원 – GND에 연결		

라이브러리 사용

- 라이브러리(library)

- 자주 사용하는 함수들을 모듈화해서 만들어놓은 함수들의 모임



- 인터넷에서 라이브러리를 추가 설치
- 다운로드 받은 zip 파일 형태의 라이브러리 추가

예제 6-6: 캐릭터 LCD 사용 스케치

```
#include <LiquidCrystal.h>

// 캐릭터 LCD용 객체 생성
// 인수 : RS, EN, D4, D5, D6, D7
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup(){
    // LCD 초기화 : 16행 2열 설정
    lcd.begin(16, 2);
    // LCD에 출력하기
    lcd.print("Hello, Arduino");
}

void loop() {
    // LCD 끄기
    lcd.noDisplay();
    // 대기
    delay(1000);
    // LCD 켜기
    lcd.display();
    // 대기
    delay(1000);
}
```

LiquidCrystal 라이브러리

Print.h의 일부 (아두이노 프로그램의 내부 헤더파일)

```
class Print
{
private:
    int write_error;
    size_t printNumber(unsigned long, uint8_t);
    size_t printFloat(double, uint8_t);
protected:
    void setWriteError(int err = 1) { write_error = err; }
public:
    Print() : write_error(0) {}
    int getWriteError() { return write_error; }
    void clearWriteError() { setWriteError(0); }
    virtual size_t write(uint8_t) = 0;
    size_t write(const char *str) {
        if (str == NULL) return 0;
        return write((const uint8_t *)str, strlen(str));
    }
    virtual size_t write(const uint8_t *buffer, size_t size);
    size_t write(const char *buffer, size_t size) {
        return write((const uint8_t *)buffer, size);
    }
    virtual int availableForWrite() { return 0; }
    size_t print(const __FlashStringHelper *);
    size_t print(const String &);
    size_t print(const char[]);
    size_t print(char);
    size_t print(unsigned char, int = DEC);
    size_t print(int, int = DEC);
    // ... 생략

    size_t println(const __FlashStringHelper *);
    size_t println(const String &s);
    size_t println(const char[]);
    size_t println(char);
    size_t println(unsigned char, int = DEC);
    size_t println(int, int = DEC);
    size_t println(unsigned int, int = DEC);
    size_t println(long, int = DEC);
    // ... 생략
    virtual void flush() { /* Empty implementation for backward compatibility */ }
};
```

상속

LcdCrystal.h의 일부 (아두이노 프로그램의 내부 헤더파일)

```
class LiquidCrystal : public Print {
public:
    LiquidCrystal(uint8_t rs, uint8_t enable, uint8_t d0, uint8_t d1, uint8_t d2, uint8_t d3,
        uint8_t d4, uint8_t d5, uint8_t d6, uint8_t d7);
    LiquidCrystal(uint8_t rs, uint8_t rw, uint8_t enable,
        uint8_t d0, uint8_t d1, uint8_t d2, uint8_t d3,
        uint8_t d4, uint8_t d5, uint8_t d6, uint8_t d7);
    LiquidCrystal(uint8_t rs, uint8_t rw, uint8_t enable,
        uint8_t d0, uint8_t d1, uint8_t d2, uint8_t d3);
    LiquidCrystal(uint8_t rs, uint8_t enable, uint8_t d0, uint8_t d1, uint8_t d2, uint8_t d3);

    void init(uint8_t fourbitmode, uint8_t rs, uint8_t rw, uint8_t enable,
        uint8_t d0, uint8_t d1, uint8_t d2, uint8_t d3, uint8_t d4, uint8_t d5, uint8_t d6, uint8_t d7);
    void begin(uint8_t cols, uint8_t rows, uint8_t charsize = LCD_5x8DOTS);
    void clear();
    void home();
    void noDisplay();
    void display();
    void noBlink();
    void blink();
    void noCursor();
    void cursor();
    void scrollDisplayLeft();
    void scrollDisplayRight();
    void leftToRight();
    void rightToLeft();
    void autoscroll();
    void noAutoscroll();
    void setRowOffsets(int row1, int row2, int row3, int row4);
    void createChar(uint8_t, uint8_t[]);
    void setCursor(uint8_t, uint8_t);
    virtual size_t write(uint8_t);
    void command(uint8_t);

    using Print::write;
private:
    void send(uint8_t, uint8_t);
    void write4bits(uint8_t);
    void write8bits(uint8_t);
    void pulseEnable();
};
```

LiquidCrystal 라이브러리

함수	의미	사용 예 및 설명
LiquidCrystal(...)	생성자 함수로 아두이노에 연결되어 있는 핀들을 지정	<pre>// 데이터를 4핀만 연결하여 사용시 LiquidCrystal(rs, enable, d4, d5, d6, d7); LiquidCrystal(rs, rw, enable, d4, d5, d6, d7); // 데이터를 8핀 연결하여 사용시 LiquidCrystal(rs, enable, d0,d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7); LiquidCrystal(rs, rw, enable, d0,d1,d2,d3,d4,d5,d6,d7);</pre> rs : RS핀이 연결되어 있는 아두이노 핀 번호 enable : enable핀이 연결되어 있는 아두이노 핀 번호 rw : RW핀이 연결되어 있는 아두이노 핀 번호
begin(cols, rows)	초기화 함수	lcd.begin(16, 2); // 열(column), 행(row)
clear()	화면 지우기	lcd.clear();
home()	커서를 화면 왼쪽 위로 옮기기	lcd.home(); // 커서 : 다음 글자가 출력될 위치
setCursor(col,row)	커서의 위치 지정	lcd.setCursor(5, 1); // 2번째 행의 6번째 칸으로 이동
write(data)	하나의 글자 쓰기	lcd.write('A'); // 현재 커서 위치에 'A'문자 쓰기

LiquidCrystal 라이브러리

함수	의미	사용 예 및 설명
print(data) print(data, BASE)	데이터(문자, 숫자, 문자열 등) 출력	lcd.print("Hello, world"); // 문자열 출력 lcd.print(data); // 변수 data의 값 출력 lcd.print(23, HEX); // 23을 16진수로 출력
cursor() noCursor()	밑줄 커서 화면에 보이기 / 감추기	lcd.cursor(); lcd.noCursor();
blink() noBlink()	사각형 커서 화면에 깜박이기 / 감추기	lcd.blink(); lcd.noBlink(); // 아래 예제 참고하기
display() noDisplay()	화면 보이기 / 화면 감추기	lcd.display(); lcd.noDisplay();
scrollDisplayLeft() scrollDisplayRight()	화면을 왼쪽/오른 쪽으로 스크롤	lcd.scrollDisplayLeft(); lcd.scrollDisplayRight();
createChar()	문자 정의하기	byte datas[8] = { ... }; lcd.createChar(0, datas); // 변수 datas의 데이터를 0번 문자 모양에 지정

예제 6-7: cursor, noCursor 함수 사용 스케치

```
#include <LiquidCrystal.h>

// 캐릭터 LCD용 객체 생성
// 인수 : RS, EN, D4, D5, D6, D7
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup(){
    // LCD 초기화 : 16행 2열 설정
    lcd.begin(16, 2);
}

void loop() {
    lcd.clear();           // 화면은 지우고 초기화
    lcd.print("Cursor");
    lcd.cursor();          // 밑줄 커서 보이기
    delay(5000);           // 5초동안 대기하기

    lcd.clear();           // 화면은 지우고 초기화
    lcd.print("No Cursor");
    lcd.noCursor();        // 밑줄 커서 감추기
    delay(5000);           // 5초동안 대기하기
}
```

예제 6-8: blink(), noBlink() 함수 사용 스케치

```
#include <LiquidCrystal.h>

// 캐릭터 LCD용 객체 생성
// 인수 : RS, EN, D4, D5, D6, D7
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup(){
    // LCD 초기화 : 16행 2열 설정
    lcd.begin(16, 2);
}

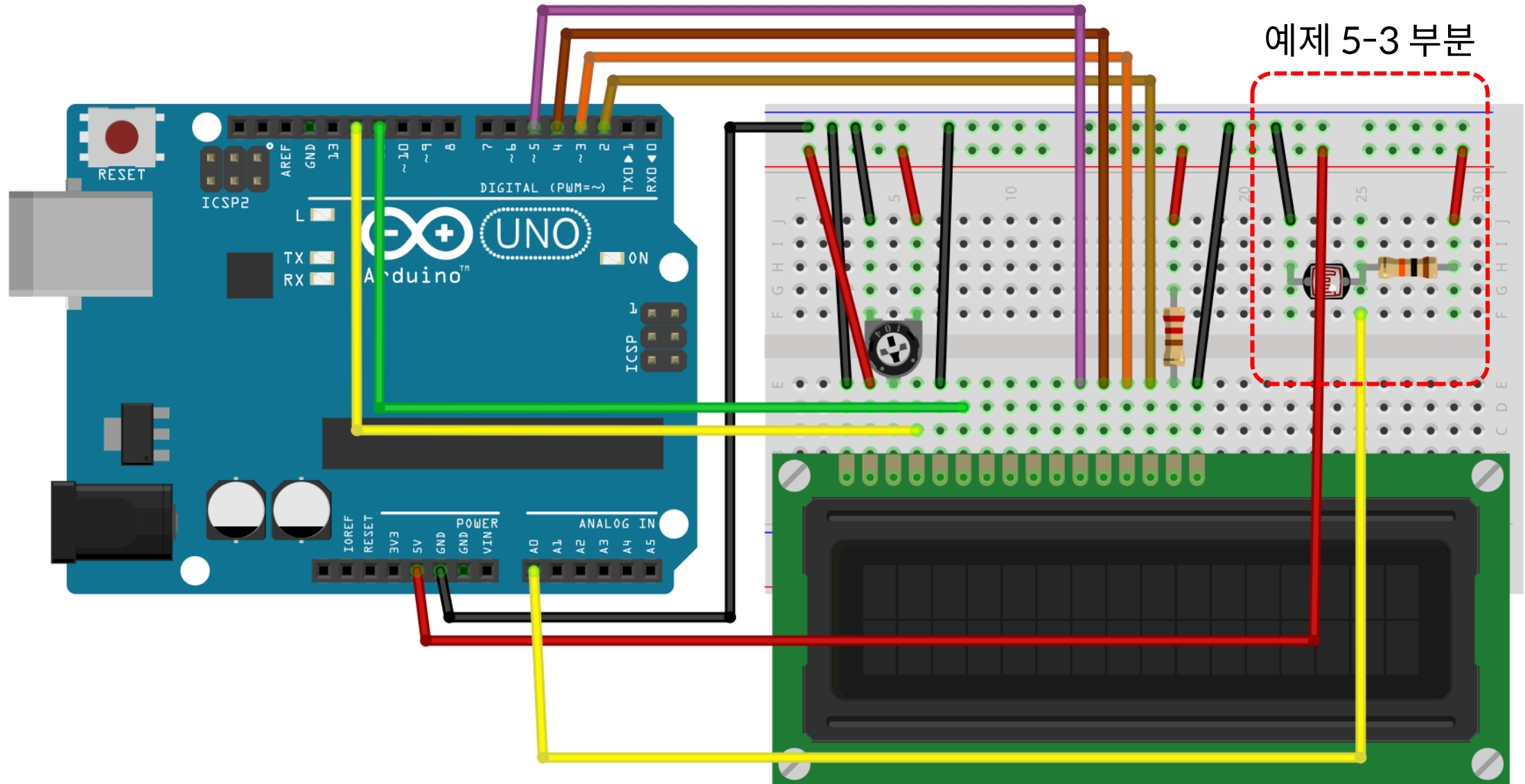
void loop() {
    lcd.clear();    // 화면은 지우고 초기화
    lcd.print("Blink");
    lcd.blink();    // 사각형 커서 깜빡이기
    delay(5000);    // 5초동안 대기하기

    lcd.clear();    // 화면은 지우고 초기화
    lcd.print("No Blink");
    lcd.noBlink();  // 사각형 커서 깜빡임 중지
    delay(5000);    // 5초동안 대기하기
}
```

과제

- 앞에서 수행한 실습 과제를 동일하게 수행하고 스케치 파일, 결과 파일을 제출하라.
- Term Project의 주제를 정해서 계획서를 제출하십시오. (지난 주 과제)
- LCD에 학번 및 이름을 출력하는 스케치를 작성하십시오.
 - 첫번째 줄에 학번, 두번째 줄에 이름 (영문)으로 출력할 것.
 - 참고 : print() 대신 println() 함수를 이용하면 다음줄 첫번째 칸으로 이동.

예제 6-9 : 센서정보 LCD 출력



예제 6-9: 조도 센서의 값 LCD에 표시하기

```
#include <LiquidCrystal.h>

// 캐릭터 LCD용 객체 생성
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // 인수 : RS, EN, D4, D5, D6, D7

void setup(){
    lcd.begin(16, 2);           // LCD 초기화 : 16행 2열 설정
    pinMode(A0, INPUT);        // 아날로그 센서 포트를 입력으로 사용
    lcd.print(">> CdS Sensor <<"); // LCD에 제목 출력하기
}

void loop() {
    int value = analogRead(A0); // 아날로그 입력 핀에서 조도 값 읽기
    lcd.setCursor(0, 1);        // LCD에 조도 값 표시할 위치(둘째 줄)로 이동
    lcd.print("Value : ");      // LCD에 센서 값 출력
    lcd.print(value);           // 뒷부분 공백 추가 : 앞의 값의 잔재 제거
    lcd.print("  ");
    delay(500);
}
```

예제 6-10: 사용자 정의 문자

- lcd.createChar() 함수
 - lcd.create(문자번호, 패턴)
 - 문자번호 : 0 ~ 7
 - 패턴 : 2진수화된 문자형 배열

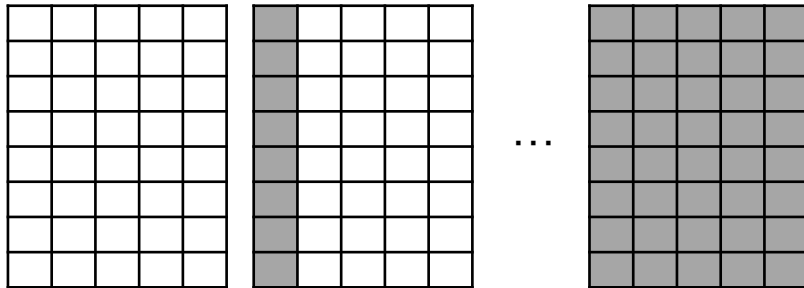
```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
byte newChar[8] = {
    B01001, B10101, B10101, B01001,
    B00001, B11101, B01001, B01001
};
void setup() {
    lcd.createChar(0, newChar);
    lcd.begin(16, 2);
    lcd.write(0);
}
```

	1	2	3	4	5	
1						0b01001
2						0b10101
3						0b10101
4						0b01001
5						0b00001
6						0b11101
7						0b01001
8						0b01001

- 참고 : https://mikeyancey.com/hamcalc/lcd_characters.php

예제 6-11: 사용자 정의 문자를 이용한 센서정보 출력

- 센서 정보를 막대그래프 형태로 표현
 - lcd.create()을 사용하여, 폭이 1~5 픽셀의 문자 생성 (0~5)
 - 문자 1개당 가로픽셀 수 = 5
 - 값 = 13 $\Rightarrow$ ■ 문자 2개 + 가로 픽셀 2개짜리 출력
문자번호 5 문자번호 2
 - 입력받은 값의 계산 $\rightarrow$ 5로 나눈 결과 (문자번호 5의 수), 5로 나눈 나머지
- 문자 번호 0, 1, ..., 5의 문자 모양



과제

- 수업에 수행한 실습 화면 및 결과 화면을 캡처해서 제출하시오.
- 예제 6-9를 이용하여 임의의 문자를 정의하여 출력하는 스케치를 완성하라.
 - 스케치파일 및 수행 결과(사진)을 제출할 것