핵심 예제로 배우는 **아두이노 프로그래밍**

Arduino Programming

핵심 예제로 배우는
아두이노 프로그래밍

ⓒ 2015. 허경용 All Rights Reserved.

초판 1쇄 발행 2014년 12월 31일

지은이 허경용
펴낸이 장성두
펴낸곳 제이펍

출판신고 2009년 11월 10일 제406-2009-000087호
주소 경기도 파주시 문발로 141 뮤즈빌딩 403호
전화 070-8201-9010 / **팩스** 02-6280-0405
홈페이지 www.jpub.kr / **이메일** jeipub@gmail.com

편집부 이민숙, 이 슬, 이주원 / **소통·기획팀** 현지환
본문디자인 성은경 / **표지디자인** 미디어픽스
용지 신승지류유통 / **인쇄** 한승인쇄 / **제본** 광우제책사

ISBN 979-11-85890-09-8 (93560)
값 24,000원

※ 이 책은 저작권법에 따라 보호를 받는 저작물이므로 무단 전재와 무단 복제를 금지하며,
이 책 내용의 전부 또는 일부를 이용하려면 반드시 저작권자와 제이펍의 서면동의를 받아야 합니다.
※ 잘못된 책은 구입하신 서점에서 바꾸어 드립니다.

제이펍은 독자 여러분의 아이디어와 원고 투고를 기다리고 있습니다. 책으로 펴내고자 하는 아이디어나 원고가 있으신 분께서는 책의 간단한 개요와 차례, 구성과 저(역)자 약력 등을 메일로 보내주세요. jeipub@gmail.com

핵심 예제로 배우는 아두이노 프로그래밍

Arduino Programming

허경용 지음

Jpub
제이펍

TECH LEARNING 시리즈는
대학이나 학원에서의 강의에 알맞은 구성과
적절한 난이도의 내용으로 이루어져 있습니다.
이는 여러분의 학습 여정에 분명한 이정표가 되어줄 것입니다.

※ 드리는 말씀

- 이 책에 기재된 내용을 기반으로 한 운용 결과에 대해 저자, 소프트웨어 개발자 및 제공자, 제이펍 출판사는 일체의 책임을 지지 않으므로 양해 바랍니다.
- 이 책에 등장하는 회사명, 제품명은 일반적으로 각 회사의 등록 상표(또는 상표)이며, 본문 중에는 ™, ©, ® 마크 등을 생략하고 있습니다.
- 이 책에서 사용하고 있는 제품 버전은 독자의 학습 시점에 따라 책의 내용과 다를 수 있습니다.
- 이 책은 《아두이노 상상을 스케치하다》를 기저로 하여 집필되었습니다.
- 이 책에 사용한 그림은 대부분 저자가 직접 촬영하였으며, 그 외의 그림은 소유자의 허락하에 싣거나 출처를 표시하였습니다.
- 연습문제 해답과 예제 소스코드는 제이펍 홈페이지(www.jpub.kr)의 해당 도서 소개 글에서 다운로드할 수 있습니다.
  단, 연습문제는 ✍ 아이콘에 해당하는 문제에 한해서 해답을 제공합니다(강의자 분께는 전체 해답 제공).
- 이 책을 교재로 선정하신 강의자 분께는 강의자료와 이미지 파일을 제공합니다.
- 아두이노 호환 보드인 DM-USTYLE-EXT 학습 보드에 관한 안내는 책의 맨 마지막 페이지를 참고하기 바랍니다.
- 책의 내용과 관련된 문의사항은 저자(hgycap@deu.ac.kr) 혹은 제이펍 출판사(jeipub@gmail.com)로 연락주시기 바랍니다.

강의를 위한 안내

이 책은 한 학기용 강의 교재로 사용할 수 있도록 총 15개 장으로 구성되었다. 아두이노를 소개하는 1장을 시작으로 전반부에서는 아두이노를 사용함에 있어 기본이 되는 디지털 및 아날로그 데이터 입출력에 대해 다루었다. 후반부에서는 아두이노에서 흔히 사용되는 주변장치의 사용 방법을 다루었다.

15개 장 중에서 2장은 C/C++ 언어에 대한 요약이다. 아두이노를 활용할 때 C/C++ 언어에 대한 지식은 필수적이므로 이 책을 선택한 독자 역시 C/C++ 언어에 대한 기본 지식을 가지고 있는 것으로 생각하고 간략한 리뷰 형태로 작성하였다. 따라서 수업에 사용하는 경우 2장은 생략할 수 있다.

14장 '라이브러리'와 15장 '블루투스로 DC 모터 제어하기'는 필요에 따라 선택적으로 활용할 수 있다. 14장은 소프트웨어의 확장으로 아두이노에서 기본적으로 제공하지 않는 기능들을 확장 라이브러리를 통해 사용하는 방법에 대해 다루었다. 반면, 15장은 스마트폰의 보급에 힘입어 무선 연결, 특히 블루투스 연결에 의한 제어장치 구성을 위한 기초적인 내용들을 다루었다. 블루투스로 DC 모터를 제어하기 위해서는 다양한 추가 모듈이 필요하고 많은 시간이 필요할 수 있으므로 수업에서 14장을 선택한다면 15장의 내용은 프로젝트 형식으로 진행할 수 있다.

강의 계획표

1주차 CHAPTER 1
아두이노 시작하기
키워드 아두이노 우노, 학습 보드, blink

2주차 CHAPTER 3
Serial 및 String 클래스
키워드 serial 클래스, string 클래스

3주차 CHAPTER 4
디지털 데이터 입력
키워드 풀업 및 풀다운 저항, 내부 풀업 저항, 버튼 입력, 바운스 현상

4주차 CHAPTER 5
디지털 데이터 출력
키워드 스피커, millis 함수, LED 점멸 속도 조절

5주차 CHAPTER 6
아날로그 데이터 입출력
키워드 난수 생성, 가변 저항, PWM 출력, LED 밝기 조절

6주차 CHAPTER 7
데이터 입출력 응용
키워드 패턴 표시하기, 시리얼 모니터를 통한 출력 제어, 2진수를 10진수로 변환하는 게임

7주차 CHAPTER 8
7 세그먼트 표시장치
키워드 한 자리 7 세그먼트 표시장치, 숫자 표시하기, 카운터, 숫자 맞히기 게임

8주차 Midterm exam
중 간 고 사

9주차 CHAPTER 9
네 자리 7 세그먼트 표시장치
키워드 네 자리 7 세그먼트 표시장치, 네 자리 숫자 표현하기, 시간 표현하기, 문자와 기호 표시

10주차 CHAPTER 10
디지털 출력 확장 I – 74595 칩
키워드 LED 모듈 제어, 원형 비트 시프트 연산, 1차원 세포 자동자

11주차

CHAPTER 11

디지털 입출력 확장 II – MCP23017 칩

키워드 I2C, MCP23017 칩, 미니 피아노

12주차

CHAPTER 12

텍스트 LCD

키워드 LiquidCrystal 라이브러리, 내용 스크롤하기, 사용자 정의 문자 출력, 가변저항 값 출력하기, 타이머

13주차

CHAPTER 13

센서

키워드 광센서, 온도 센서

14주차

CHAPTER 14 or 15

라이브러리 or 블루투스로 DC 모터 제어하기

키워드 EEPROM 라이브러리, 타이머 라이브러리 or
소프트웨어 시리얼, 블루투스, 모터, 안드로이드 폰으로 모터 제어하기

15주차

Final exam

기 말 고 사

강의 보조자료

제이펍 홈페이지 www.jpub.kr의 해당 도서 소개 글에서 다음과 같은 강의 보조자료를 다운로드할 수 있습니다.

- **강의노트** 저자가 작성한 pptx 형태의 강의자료 및 이미지 파일*
- **소스코드** 예제 소스코드(sketch)
- **연습문제 해답** 홀수 번 문제의 연습문제 해답
  전체 해답*

이외에 강의에 참고할 만한, 혹은 혼자 공부하는 독자들을 위한 웹사이트를 소개합니다.

- **네이버 카페** 아두이노 상상을 스케치하다(저자 운영) http://cafe.naver.com/sketchurimagination

* 표시의 보조자료는 교수 및 강사에게만 별도로 제공됩니다. 강의 보조자료를 제공받길 원하는 분께서는 제이펍 출판사(jeipub@gmail.com)로 연락주시길 바랍니다.

차 례

강의를 위한 안내 v
머리말 xiii
장별 안내 xv
베타리더 후기 xviii

CHAPTER 1 아두이노 시작하기 1

1.1 아두이노 하드웨어 2
1.2 아두이노 소프트웨어 5
1.3 아두이노 학습 보드 10
1.4 Blink 15
1.5 아두이노 프로그램의 구조 16
1.6 아두이노의 한계 19
1.7 요약 20
연습문제 21

CHAPTER 2 C 언어 연습 23

2.1 C/C++ 언어 연습을 위한 환경 24
2.2 데이터 타입 26
2.3 연산자 27
2.4 조건문과 반복문 29
2.5 함수 34
2.6 클래스 35
2.7 요약 40
연습문제 41

CHAPTER 3 Serial 및 String 클래스 43

3.1 시리얼 연결 44
3.2 Serial 클래스 50
3.3 String 클래스 55
3.4 요약 61
연습문제 62

CHAPTER 4 디지털 데이터 입력 63

4.1 디지털 데이터 입력 65
4.2 풀업 및 풀다운 저항 67
4.3 내부 풀업 저항 73
4.4 여러 개의 버튼 입력 75
4.5 바운스 현상 78
4.6 요약 81
연습문제 82

CHAPTER 5 디지털 데이터 출력 85

5.1 Blink 87
5.2 버튼 상태 나타내기 90
5.3 스피커 출력 92
5.4 millis 함수 95
5.5 Blink 속도 조절 100
5.6 요약 104
연습문제 105

CHAPTER 6 아날로그 데이터 입출력 107

6.1 아날로그 데이터 입력 109
6.2 난수 생성 113
6.3 가변저항으로 Blink 속도 조절 115
6.4 PWM 출력 117
6.5 가변저항으로 LED 밝기 조절 121
6.6 LED 모듈 121
6.7 요약 125
연습문제 126

CHAPTER 7 데이터 입출력 응용 127

7.1 LED 모듈에 패턴 표시하기 128
7.2 LED 모듈의 패턴 바꾸기 133
7.3 시리얼 모니터를 통한 출력 제어 137
7.4 2진수를 10진수로 변환하는 게임 139
7.5 요약 143
연습문제 144

CHAPTER 8 7 세그먼트 표시장치 145

8.1 7 세그먼트 표시장치 146
8.2 한 자리 7 세그먼트 모듈 147
8.3 숫자 표시하기 148
8.4 카운터 153
8.5 가변저항으로 7 세그먼트 숫자 제어 156
8.6 숫자 맞히기 게임 157
8.7 요약 162
연습문제 162

CHAPTER 9 네 자리 7 세그먼트 표시장치 163

9.1 네 자리 7 세그먼트 표시장치 164
9.2 네 자리 7 세그먼트 모듈 166
9.3 한 자리 숫자 표현하기 167
9.4 네 자리 숫자 표현하기 170
9.5 시간 표현하기 172
9.6 가변저항 값 표시하기 175
9.7 문자와 기호 표시 178
9.8 요약 181
연습문제 182

CHAPTER 10 디지털 출력 확장 I – 74595 칩 183

10.1 74595 칩 184
10.2 LED 모듈 제어 190
10.3 원형 비트 시프트 연산 192
10.4 1차원 세포 자동자 196
10.5 요약 199
연습문제 200

CHAPTER 11 디지털 입출력 확장 II – MCP23017 칩 201

11.1 I2C 202
11.2 MCP23017 칩 203
11.3 미니 피아노 211
11.4 네 자리 7 세그먼트 모듈 213
11.5 요약 220
연습문제 221

CHAPTER 12 텍스트 LCD 225

12.1 텍스트 LCD 226
12.2 LiquidCrystal 라이브러리 228
12.3 임의의 위치에 문자 나타내기 230
12.4 내용 스크롤하기 232
12.5 사용자 정의 문자 출력 234
12.6 가변저항 값 출력하기 236
12.7 타이머 239
12.8 요약 241
연습문제 242

CHAPTER 13 센서 243

13.1 광센서 244
13.2 온도 센서 250
13.3 센서 응용 254
13.4 요약 260
연습문제 261

CHAPTER 14 라이브러리 263

14.1 라이브러리 264
14.2 EEPROM 라이브러리 267
14.3 RTC 라이브러리 270
14.4 타이머 라이브러리 274
14.5 요약 279
연습문제 280

CHAPTER 15 블루투스로 DC 모터 제어하기 281

15.1 소프트웨어 시리얼 282
15.2 블루투스 282
15.3 모터 287
15.4 모터 제어 라이브러리 293
15.5 안드로이드 폰으로 모터 제어하기 297
15.6 요약 299
연습문제 300

APPENDIX A

아두이노 기본 함수 302

A.1 디지털 입출력 함수 302
A.2 아날로그 입출력 함수 303
A.3 고급 입출력 함수 304
A.4 시간 함수 306
A.5 수학 함수 308
A.6 삼각 함수 310
A.7 난수 함수 311
A.8 비트 조작 함수 312
A.9 외부 인터럽트 함수 315
A.10 인터럽트 함수 316

APPENDIX B

기본 클래스 317

B.1 Serial 317
B.2 String 323

APPENDIX C

아두이노 학습 보드 331

C.1 DM-USTYLE-EXT 보드 331
C.2 확장 모듈 338
C.3 (주)뉴티씨 확장 모듈 340

찾아보기 345

머 리 말

아두이노가 첫 선을 보인 지도 10년이 흘렀다. 10년이면 강산도 변한다는 말은 너무 식상하겠지만, 변화의 속도가 빠른 현대 사회에서의 10년이란 속담에서의 10년보다 더 긴 시간임은 분명할 터인데도 아두이노는 발매 후 지속해서 그 범위를 넓혀 가고 있다. 아두이노는 8비트 AVR 마이크로컨트롤러를 사용한 마이크로컨트롤러 보드이다. 스마트폰의 보급에 힘입어 위세를 떨치고 있는 ARM의 마이크로컨트롤러인 Cortex-M 시리즈와 비교해 보면 아두이노는 그리 훌륭한 하드웨어라고는 볼 수 없다. 그러나 100MHz에 달하는 동작 속도와 32비트 처리 능력을 가진 Cortex-M 마이크로컨트롤러가, 그것도 아두이노와 비슷한 가격대에 존재함에도 불구하고 16MHz에 8비트 처리 능력의 아두이노의 위세가 꺾이지 않는 데에는 분명 이유가 있을 것이다.

아두이노가 성공한 이유는 여러 가지가 있겠지만, '어른들을 위한 과학상자' 또는 '어른들을 위한 장난감'으로서의 자리를 차지하는 데 성공했다는 점이 크다고 하겠다. 비전공자들이 사용할 수 있는 쉬운 마이크로컨트롤러 보드로 시작된 아두이노는 쉽다는 강점을 전면에 내세움으로써 간단하게 나만의 작품을 만들어보고 싶은 사람들을 끌어들이고, 수많은 참여자들에 의해 재사용이 가능한 방대한 소프트웨어 라이브러리를 양산하도록 하였다. 이처럼 오픈소스 정신에 바탕을 둔 아두이노 소프트웨어는 하드웨어의 약점을 보완하고도 남는다.

쿼드콥터를 만들어보고 싶은가? 인터넷에서 '아두이노 쿼드콥터'를 검색해 보자. 수많은 문서들이 쏟아져 나온다. 방법을 몰라 만들지 못하는 것은 아니다. 무엇을 만들어야 할지 결정하지 못해 망설이고 있을 따름이다. 마음을 정하기만 한다면 아두이노는 여느 마이크로컨트롤러에 비해 쉽게 접근할 수 있으며, '과학상자'를 조립하듯 손쉽게 재미있는 나만의 '장난감'을 만들어 볼 수 있다. 하지만 인터넷에서 찾아볼 수 있는 수많은 문서들이 오히려 당

혹스러운 경우가 있다. 어디서부터 시작해야 할지 방향을 잡지 못하여 우왕좌왕하는 일이 줄어들기를 바라는 마음에서 이미 《아두이노 상상을 스케치하다》를 출판하였다. 하지만 모두에게 좋은 책이란 있을 수 없다는 점을 출판 이후에 체감하였다. 너무 많은 분량과 너무 많은 부품들이 있어야만 모든 내용을 실험해 볼 수 있다는 불편함은, 《아두이노 상상을 스케치하다》의 핵심적인 내용을 간추려 모으고 전용의 아두이노 우노 호환 보드를 통해 손쉽게 실험할 수 있는 이 책을 준비하는 계기가 되었다.

이 책은 아두이노를 사용함에 있어 기본적으로 필요하거나 흔히 사용되는 15가지 주제를 선별하여 구성하였다. 각 주제에 대한 내용은 가능한 한 많은 예제를 통해 익숙해질 수 있도록 하였으며, 미진한 부분은 연습문제를 통해 스스로 보충할 수 있도록 하였다. 마이크로컨트롤러의 학습은 회로를 구성하여 실험하는 과정이 반드시 필요하며, 이 책에서 모든 실험은 아두이노 우노를 사용하여 회로를 구성할 수 있도록 하였다. 다만, 하드웨어에 익숙하지 않거나 시간적인 제약으로 모든 회로를 직접 구성해 볼 수 없는 경우에는 회로 구성의 부담을 최소화할 수 있도록 전용의 아두이노 우노 호환 보드를 제작하여 활용하도록 하였다. 아두이노 우노의 경우 20개의 핀만을 사용할 수 있어 많은 부품을 동시에 연결할 수는 없다. 따라서 전용 보드를 사용하는 경우에도 책의 내용을 모두 실험해 보기 위해서는 몇 가지의 확장 모듈이 필요하다. 확장 모듈은 회로가 간단하므로 직접 제작해 보기를 추천하며, 제작 과정을 통해 마이크로컨트롤러에 대해 많은 것을 배울 수 있을 것이다. 하지만 이 역시도 여의치 않다면 기존에 판매되고 있는 확장 모듈을 이용할 수 있다.

아두이노가 10년의 세월을 지나오면서 지금 새로운 전환점에 서있지 않나 생각된다. 다양한 마이크로컨트롤러 보드와 싱글 보드 컴퓨터들이 더 높은 하드웨어 성능과 사용 편의성을 강조하며 사용자의 선택을 기다리고 있다. 아두이노의 약점 중 하나인 충분하지 못한 하드웨어의 성능은 이미 발매된 32비트 마이크로컨트롤러 보드인 아두이노 두에(Arduino Due)를 비롯하여 아두이노 트레(Arduino Tre)와 아두이노 제로(Arduino Zero) 등이 발매된다면 문제가 되지 않으리라 본다. 권불십년(權不十年)이라지만 다음 10년에도 아두이노는 그 위상이 한층 굳건해질 것으로 생각한다. 아두이노를 통해 마이크로컨트롤러에 대한 관심을 놓지 않고 상상한 바를 구체화할 수 있기를 희망하며, 이 책이 거인의 어깨가 되어주기를 감히 소망해 본다.

지은이 **허경용**

장별 안내

CHAPTER 1 아두이노는 비전공자들도 손쉽게 제어장치를 만들어볼 수 있도록 오픈 소스를 바탕으로 만들어진 마이크로컨트롤러 보드를 가리키는 말로, 하드웨어뿐만 아니라 개발 환경인 소프트웨어까지 함께 가리킨다. 이 장에서는 아두이노 우노와 아두이노 우노를 바탕으로 만들어진 학습 보드를 살펴보고, 스케치를 작성하기 위해 필요한 아두이노 소프트웨어 설치 방법에 관해 알아본다.

CHAPTER 2 아두이노는 C/C++ 언어를 기반으로 하고 있으므로 스케치 작성을 위해서는 C/C++ 언어에 대한 학습이 선행되어야 한다. 이 장에서는 스케치 작성을 위해 필요한 C 언어의 기본 요소들과 C++ 언어에서의 클래스 개념을 살펴본다.

CHAPTER 3 아두이노의 스케치는 함수 기반의 C 언어를 사용하는 경우가 대부분이지만, 라이브러리의 경우에는 클래스 기반의 C++ 언어가 사용된다. 아두이노의 기본 요소 중 시리얼 통신을 위한 Serial과 문자열 조작을 위한 String 역시 클래스 형태로 제공된다. 이 장에서는 아두이노의 기본 클래스이면서 스케치 작성에 흔히 사용되는 Serial과 String 클래스에 관해 알아본다.

CHAPTER 4 마이크로컨트롤러는 디지털 데이터 입출력이 가능하고 제한적으로 아날로그 데이터 입출력이 가능하다. 이 장에서는 마이크로컨트롤러에서 입출력의 기본이 되는 디지털 데이터 입력 방법을 다양한 버튼 사용법을 통해 알아본다.

CHAPTER 5 마이크로컨트롤러에서 입출력의 기본이 되는 디지털 데이터의 출력 방법을 발광 다이오드와 스피커를 이용하여 알아본다.

CHAPTER 6 이 장에서는 아날로그-디지털 변환기를 통해 아날로그 신호를 입력받는 방법과 펄스폭 변조 신호를 출력하여 아날로그 데이터 출력과 유사한 효과를 내는 방법에 관해 알아본다.

CHAPTER 7 아두이노 우노에 사용되는 ATmega328 마이크로컨트롤러로는 디지털 데이터 입출력, 아날로그 데이터 입력, 그리고 아날로그 데이터와 유사한 효과를 내는 PWM 데이터 출력이 가능하다. 이 장에서는 디지털 및 아날로그 데이터 입출력과 시리얼 모니터를 사용하여 스케치를 작성해 봄으로써 아두이노의 기본적인 프로그래밍 환경에 익숙해지도록 한다.

CHAPTER 8 7 세그먼트 표시장치는 발광 다이오드를 이용하여 숫자나 간단한 문자를 표시하기 위해 만들어진 출력장치의 일종으로 숫자 표시를 위해 흔히 사용된다. 이 장에서는 7 세그먼트 표시장치를 제어하는 방법을 알아본다.

CHAPTER 9 한 자리 7 세그먼트 표시장치를 제어하기 위해서는 8개의 GPIO 핀이 필요하므로 동일한 방식으로 두 자리 이상의 7 세그먼트 표시장치를 제어하기 위해서는 8의 배수 개의 GPIO 핀이 필요하다. 이 경우 GPIO 핀의 개수가 한정된 아두이노 우노에서는 세 자리 이상의 7 세그먼트 표시장치를 제어할 수 없다. 이 장에서는 적은 수의 핀을 사용하여 네 자리 7 세그먼트 표시장치를 제어하는 방법에 관해 알아본다.

CHAPTER 10 디지털 출력을 확장하기 위해 사용되는 방법 중 하나가 직렬 입력 병렬 출력 레지스터를 사용하는 방법으로, 적은 수의 아두이노 핀으로 많은 수의 디지털 출력을 가능하게 해준다. 이 장에서는 직렬 입력 병렬 출력 레지스터 중 흔히 사용되는 74595 칩을 이용하여 디지털 출력을 확장하는 방법을 알아본다.

CHAPTER 11 앞에서 디지털 입출력 확장을 학습하기 위해 74595 칩을 사용하였다. 하지만 74595 칩은 디지털 출력만을 확장할 수 있는 한계가 있다. 이 장에서는 MCP23017 칩을 이용하여 디지털 출력뿐만 아니라 디지털 입력을 확장하는 방법을 살펴본다.

CHAPTER 12 텍스트 LCD는 문자 단위의 정보를 표시하기 위해 흔히 사용되는 표시장치의 일종으로, 아두이노에는 텍스트 LCD 사용을 위한 LiquidCrystal 라이브러리를 기본 라이

브러리 중 하나로 포함하고 있다. 이 장에서는 LiquidCrystal 라이브러리를 사용하여 텍스트 LCD에 정보를 표시하는 방법에 관해 알아본다.

CHAPTER 13 아두이노 우노는 디지털 데이터는 직접 입력받을 수 있고, 아날로그 데이터는 ADC를 통해 디지털 데이터로 변환한 후 입력받을 수 있으므로 디지털이나 아날로그 데이터를 출력하는 다양한 센서를 연결하여 외부 환경과 상호작용하는 컨트롤 장치를 구성할 수 있다. 이 장에서는 흔히 사용되는 온도 센서와 광센서를 이용하여 센서의 사용법 및 활용법을 알아본다.

CHAPTER 14 아두이노에서는 기본 함수 이외에 자주 사용되는 기능을 클래스 형태로 구현하여 라이브러리로 제공하고 한다. 또한, 여러 주변장치를 제어하기 위해 만들어진 확장 라이브러리들이 존재한다. 이 장에서는 라이브러리의 사용법과 더불어 스케치 작성에 흔히 사용되는 라이브러리인 EEPROM 라이브러리, RTC 라이브러리, 타이머 라이브러리의 사용 방법을 알아본다.

CHAPTER 15 이 장에서는 스마트폰 애플리케이션을 이용하여 블루투스를 통해 아두이노에 연결된 DC 모터를 제어하는 방법을 살펴봄으로써 무선 통신을 이용하는 제어장치의 구성 및 제어 방법에 관해 알아본다.

베타리더 후기

제이펍은 책에 대한 애정과 기술에 대한 열정이 뜨거운 베타리더들로 하여금
출간되는 모든 서적에 사전 검증을 시행하고 있습니다.

오강석(동의대학교)

책이 충분히 독학 가능할 정도로 쉽게 설명되어 있고, 이론을 바탕으로 한 실습 과정과 다양한 센서와 모듈에 대한 사용법, 회로도 등이 포함되어 있어 많은 도움이 되었습니다. 또한, 다양한 응용과 실생활의 예를 통해 아두이노의 스케치를 유도함으로써 함수와 스케치 흐름에 대한 이해도를 높일 수 있었습니다.

우지훈(동의대학교)

아두이노 우노만 있으면 실행할 수 있도록 간단한 회로도가 나와 있지만, 학습 보드가 있어 별도로 보드를 제작하지 않아도 되었습니다. 무엇보다 쉽게 설명되어 있어서 초보자들도 금새 따라 하거나 응용할 수 있을 것 같습니다. 이 책을 통해 많은 것들을 배웠으며, 조금 더 발전한 계기가 되었습니다.

이민수(동의대학교)

아두이노를 접한 지 얼마 되지 않아 무엇을 공부해야 할지 막막했는데, 이 책을 통해 길을 찾게 되었습니다. 스케치마다 그림을 통해 자세한 설명이 되어 있어 쉽게 이해할 수 있었고, 직접 회로를 구성해 보고 코드를 입력하여 실행하다 보면 아두이노를 능숙하게 사용하는 데 필요한 지식을 쉽게 얻을 수 있을 것 같습니다.

주홍은(동의대학교)

아두이노를 공부하던 중에 이 책을 보게 되어 매우 좋았습니다. 그동안 알고 있던 내용을 정리할 수 있도록 요점이 정리되어 있어 매우 만족스러웠습니다. 누구나 이해하기 쉬운 설명과 그림 및 회로도 등이 상세히 나와 있어 아두이노 입문자에게도 많은 도움이 될 것 같습니다.

CHAPTER

1

아두이노 시작하기

학습 목표

- 아두이노 이해하기
- 아두이노 우노와 DM-USTYLE-EXT 학습 보드의 차이 이해하기
- 아두이노 프로그램 설치하기
- 스케치의 기본 구조 이해하기
- 아두이노 응용 분야와 한계 이해하기

1.1 아두이노 하드웨어

아두이노는 아트멜(Atmel)의 마이크로컨트롤러를 사용하여 만들어진 마이크로컨트롤러 보드와 아두이노 보드를 이용하여 프로그램을 개발할 수 있도록 해주는 프로그래밍 환경을 통틀어 이르는 말이다. 아두이노는 2005년 이탈리아의 이브레아(Ivrea)에서 예술가와 디자이너들이 마이크로컨트롤러 기반의 장치를 쉽게 만들 수 있도록 하기 위한 목적으로 시작되었다. 이처럼 아두이노는 비전공자들을 대상으로 시작된 프로젝트이므로 간단하고 사용하기 쉬운 하드웨어와 소프트웨어 환경이 가장 큰 특징 중 하나이다.

아두이노는 보드 제작에 사용한 마이크로컨트롤러에 따라 여러 종류가 존재하며, 동일한 마이크로컨트롤러를 사용한 보드라도 확장성과 용도에 따라 여러 가지 보드가 존재한다. 아두이노 공식 홈페이지에 나열된 아두이노 보드만도 20여 종에 이르고 있다.[1] 이 중 가장 기본이 되는 보드는 아두이노 우노이다.

(a) 전면 (b) 후면

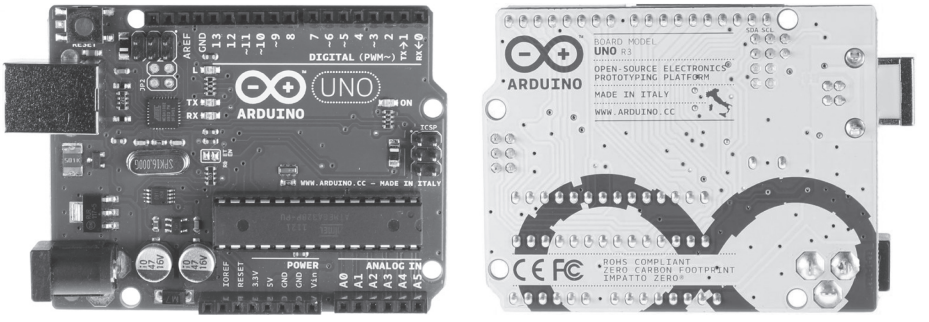


그림 1-1 아두이노 우노[2]

아두이노 우노는 ATmega328 마이크로컨트롤러를 중심으로 외부 장치 연결을 위한 핀 헤더, 전원 연결 잭, 프로그램 업로드를 위한 USB 커넥터, 부트로더와 프로그램 업로드를 위한 ISP 연결 커넥터 등으로 구성되어 있다.

1 http://arduino.cc/en/Main/Products

2 이미지 출처: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

그림 1-2 아두이노 우노 보드[3]

아두이노 환경에서 프로그램을 작성한 후 아두이노 보드에 프로그램을 업로드하고 설치하기 위해서는 USB나 ISP(In System Programming) 방식을 사용할 수 있다. ISP 방식은 아두이노의 특징 중 하나인 부트로더를 굽기(burn) 위해서만 사용되며, 프로그램을 다운로드하기 위해서는 일반적으로 USB 방식이 사용된다. 아두이노 우노에는 USB 연결을 통해 프로그램을 다운로드하고 설치할 수 있도록 USB-시리얼 변환 전용 마이크로컨트롤러가 포함되어 있으므로 컴퓨터와 아두이노를 USB로 연결하는 것만으로 프로그램을 작성하여 실행해 볼 수 있다.[4] 전원 역시 USB를 통해 공급 가능하므로 별도의 전원을 사용하지 않아도 된다. 다만, 프로그램을 업로드한 후 컴퓨터와 연결하지 않고 동작시키기 위해서는 외부 전원을 연결하여야 한다. 아두이노 우노의 주요 사양은 표 1-1과 같다.

3 이미지 출처: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno

4 부트로더는 마이크로컨트롤러에 한 번만 구우면 되고, 아두이노 보드 내의 마이크로컨트롤러에는 부트로더가 구워진 상태로 판매되므로 별도로 부트로더를 구울 필요는 없다. 다만, 여러 이유로 마이크로컨트롤러를 교체하는 경우에는 부트로더를 구워야 하며 이를 위해서는 별도의 ISP 장치가 필요하다.

표 1-1 아두이노 우노 주요 사양

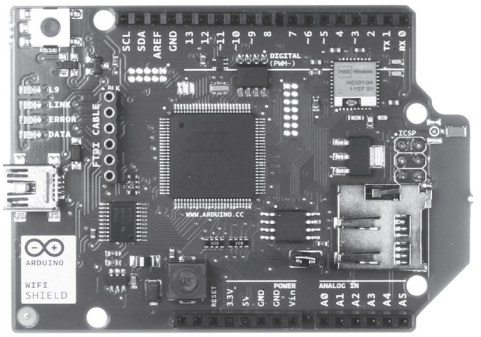
항목	내용	비고
마이크로컨트롤러	ATmega328	
동작 전압	5V	
입력 전압	7V~12V	추천 입력 범위
디지털 입출력 핀	14개	6개 PWM 출력 핀
아날로그 입력 핀	6개	
플래시 메모리	32KB	부트로더를 위해 0.5KB 사용
SRAM	2KB	
EEPROM	1KB	
클록 주파수	16MHz	

아두이노 우노는 아트멜의 ATmega328 마이크로컨트롤러를 사용하며, 총 20개의 입출력 핀을 통해 다양한 주변 장치를 연결할 수 있다. 업로드할 수 있는 프로그램의 최대 크기는 32KByte이지만, 아두이노의 특징 중 하나인 부트로더가 그중 일부를 사용하므로 실제로는 부트로더 크기를 뺀 나머지를 프로그램을 위해 사용할 수 있다. 이외에도 프로그램 실행 중 데이터 저장을 위한 2KByte 크기의 SRAM과 전원이 꺼진 이후에도 데이터가 보존되는 1KByte 크기의 EEPROM이 포함되어 있다.

아두이노의 또 다른 특징 중 하나는 쉴드(shield)라고 불리는 다양한 확장 모듈이 존재한다는 점이다. 아두이노 우노를 포함하여 핀 헤더가 제공되는 아두이노 보드들은 동일한 핀 배열을 사용하므로 누구든 손쉽게 원하는 기능을 수행하는 쉴드를 제작할 수 있다. 아두이노 공식 홈페이지도 여러 종류의 쉴드가 판매되고 있으며[5] 이외에도 다양한 쉴드가 여러 회사에서 제작되어 판매되고 있다. 쉴드는 아두이노 보드에 수직으로 장착하여 사용하며, 쉴드에서 사용되는 핀이 중복되지 않는다면 여러 개의 쉴드를 적층하여 동시에 사용하는 것도 가능하다.

5 http://arduino.cc/en/Main/Products

(a) 와이파이 쉴드[6]



(b) 모터 쉴드[7]

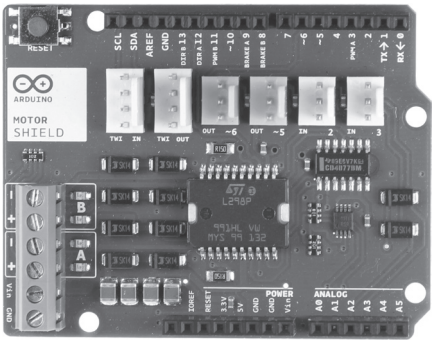


그림 1-3 아두이노 쉴드

1.2 아두이노 소프트웨어

아두이노를 위한 프로그램 개발을 위해 아두이노에서는 아두이노 하드웨어와 마찬가지로 오픈 소스를 바탕으로 하는 통합 개발 환경(Integrated Development Environment, IDE)을 제공하고 있다. 아두이노의 통합 개발 환경은 다양한 운영체제를 지원하고 있으며, 한 번의 클릭만으로 코드를 컴파일해서 아두이노 보드에 프로그램을 업로드하고 실행시킬 수 있다. 일반적으로 아두이노를 위해 만들어진 프로그램을 스케치(sketch)라 부르며, 단어 뜻대로 그림을 그리듯이 프로그램을 쉽게 작성할 수 있다. 아두이노 프로그램은 복잡하고 전문적인 기능들을 제외하고 초보자들도 쉽게 프로그램을 작성할 수 있도록 직관적이고 간편한 인터페이스를 제공하고 있다. 아두이노 프로그램은 아두이노 공식 홈페이지에서 무료로 다운로드 할 수 있다.[8]

6 이미지 출처: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoWiFiShield

7 이미지 출처: http://arduino.cc/en/Main/ArduinoMotorShieldR3

8 http://arduino.cc/en/Main/Software

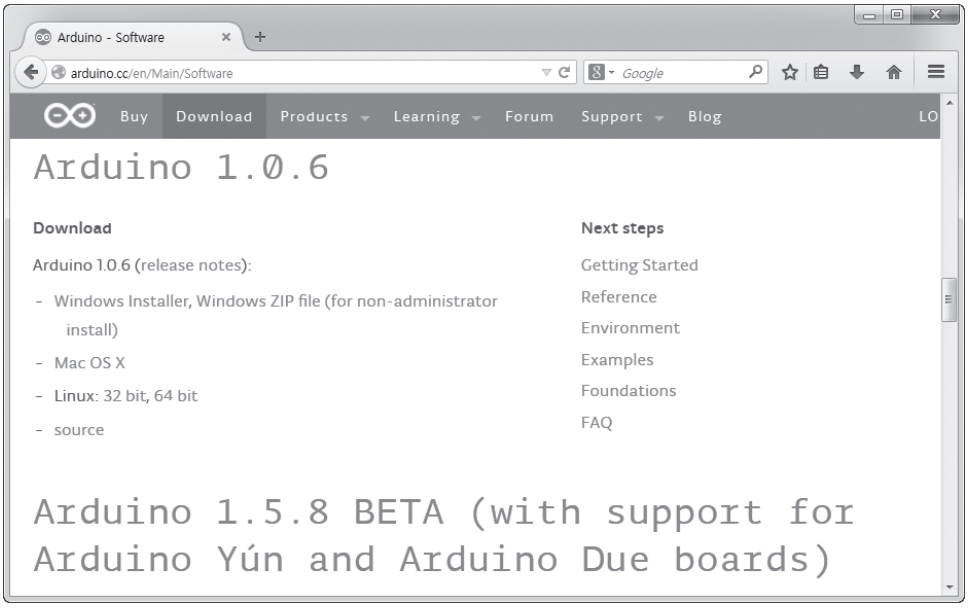


그림 1-4 아두이노 소프트웨어 다운로드 페이지

현재[9] 아두이노 정식 버전은 1.0.6이며 Windows 운영체제를 포함하여 Mac OS X과 Linux도 지원하므로 운영체제에 맞는 프로그램을 다운로드하면 된다. 아두이노 프로그램은 설치 과정이 필요 없이 압축을 해제하는 것만으로 사용할 수 있다. 윈도우 환경을 위한 인스톨 프로그램도 제공되며, 이 경우 아두이노 보드를 위한 드라이버 설치도 자동으로 해주므로 편리하다. 하지만 인스톨 프로그램은 관리자 권한이 필요하며 실험 과정에서 장치 관리자 확인이 필요한 경우가 있으므로 이 책에서는 압축 파일을 기준으로 설명한다. 다운로드한 파일을 'C:\Arduino'에 압축을 해제하였다고 가정하자. 'C:\Arduino\arduino.exe' 파일을 실행시켜 보면 그림 1-5와 같이 스케치를 작성할 수 있는 개발 환경을 확인할 수 있다.

9 2014년 11월 기준

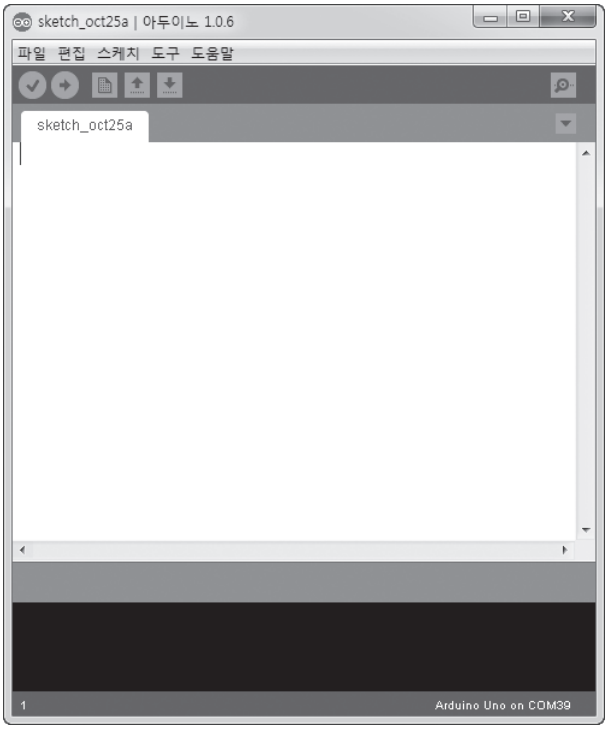


그림 1-5 **아두이노 개발 환경**

컴퓨터와 아두이노 보드를 USB로 연결하면 아두이노 보드가 부팅을 거쳐 동작하기 시작한다. 처음 컴퓨터와 아두이노 보드를 연결한 경우에는 드라이버를 설치해 주어야 하며, 아두이노 보드의 드라이버는 자동으로 설치되지 않으므로 직접 설치하여야 한다.

윈도우 제어판에서 장치 관리자를 열어보자. 아두이노 보드를 처음 PC와 연결하면 장치 관리자에 '알 수 없는 장치'로 나타난다. 마우스 오른쪽 버튼을 눌러 '드라이버 소프트웨어 업데이트'를 선택하고 '컴퓨터에서 드라이버 소프트웨어 찾아보기'를 선택한 후, 아두이노 프로그램이 설치된 디렉터리 아래의 'drivers' 디렉터리에 있는 드라이버를 설치한다. 드라이버 소프트웨어 설치가 성공적으로 끝나면 장치 관리자에서 '알 수 없는 장치'는 사라지고 'Arduino UNO'가 나타난다.

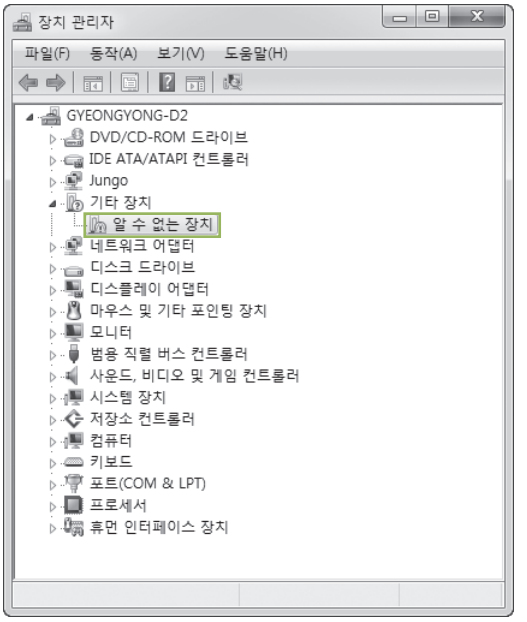


그림 1-6 윈도우 장치 관리자

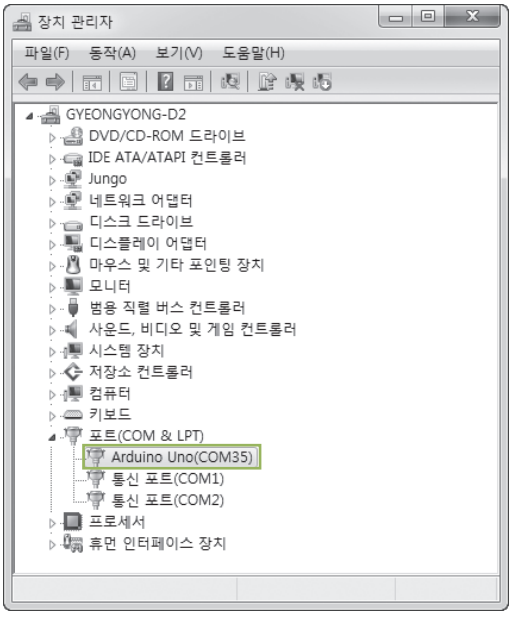


그림 1-7 드라이버 설치 후의 윈도우 장치 관리자

아두이노 우노는 USB 연결을 사용하지만 USB 연결은 USB-시리얼 변환 장치를 거쳐 가상의 시리얼 통신 포트를 통해 통신이 이루어지므로 장치 관리자에서 '포트' 부분에 나타난다. 이때 포트 번호는 아두이노와 컴퓨터 사이의 통신에서 사용되는 번호이므로 반드시 기억하도록 한다.

드라이버 설치가 완료되었으므로 다시 아두이노 프로그램을 실행시켜 보자. 아두이노 보드는 여러 종류가 있으므로 사용하고자 하는 보드와 연결된 포트 번호를 아두이노 프로그램에서 지정해 주어야 한다. '도구 → 보드' 메뉴를 선택하면 사용 가능한 보드의 종류가 나열된다. 이 책에서는 아두이노 우노 또는 그 호환 보드를 사용하므로 아두이노 프로그램에서 'Arduino Uno'를 선택한다.

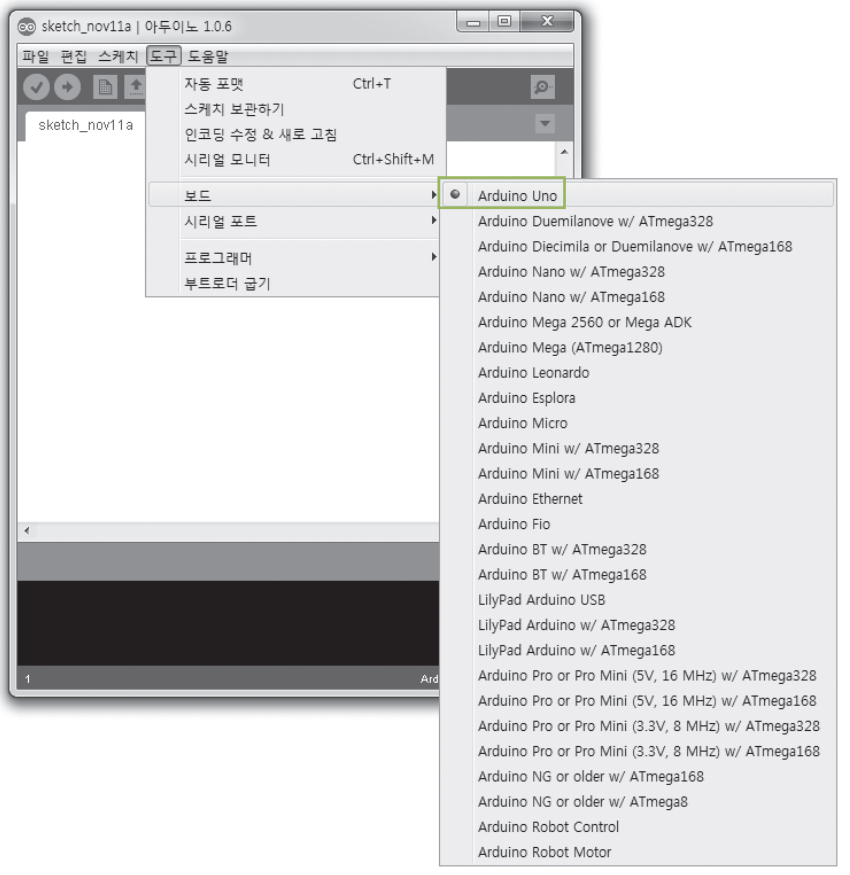


그림 1-8 아두이노 프로그램에서 보드 선택

다음은 컴퓨터와 아두이노 보드 사이에 데이터 전송을 위해 사용할 포트를 선택해 주어야 한다. '도구 → 시리얼 포트' 메뉴를 선택하고 아두이노 우노가 연결된 COM 포트를 선택한다.

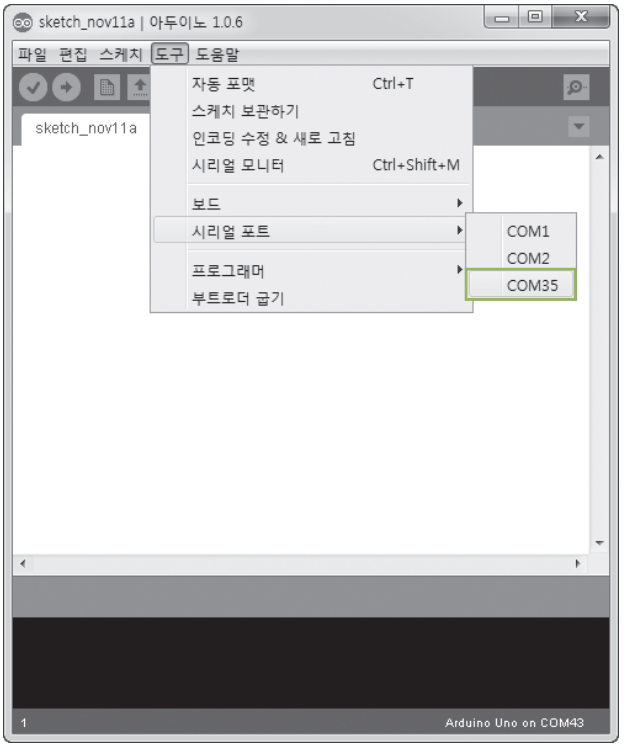


그림 1-9 아두이노 프로그램에서 시리얼 포트 선택

스케치를 작성하기 위한 준비는 끝났다. 본격적으로 스케치를 작성하기 전에 이 책의 실습 내용들을 간편하게 테스트해 볼 수 있는 학습 보드를 살펴보자.

1.3 아두이노 학습 보드

아두이노 학습을 위해서는 아두이노 보드 중 가장 기본이 되는 아두이노 우노를 추천한다. 이 책의 내용도 아두이노 우노를 기준으로 작성되었다. 하지만 전자 회로에 대한 경험이 부

족한 경우 회로를 구성하는 일이 쉽지만은 않다. 따라서 이 책의 내용을 실습하기 위해 별도의 학습 보드를 사용할 수 있다. 여기서 소개하는 학습 보드는 DM-USTYLE-EXT[10]로, 아두이노 우노를 기반으로 하며 실험에 필요한 다양한 주변장치가 추가되어 복잡한 결선 없이 사용할 수 있다. 물론, 이 책은 아두이노 우노를 기준으로 설명하므로 회로도를 참고하여 아두이노 우노에 직접 주변 장치를 연결하여 사용할 수도 있다.

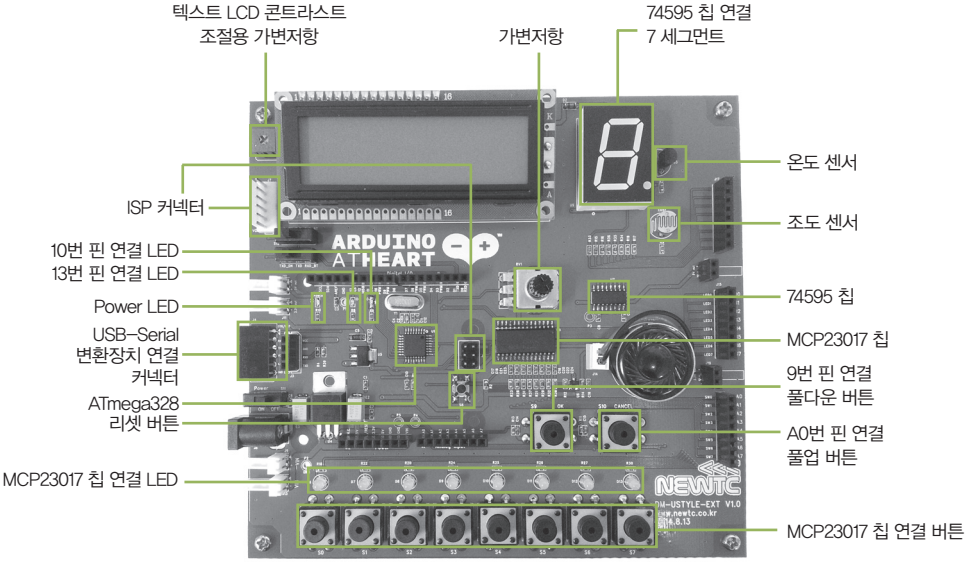


그림 1-10 DM-USTYLE-EXT 학습 보드[11]

DM-USTYLE-EXT 보드(이하 학습 보드)는 시리얼 및 ISP 연결을 지원한다. 아두이노 우노의 경우 USB 연결을 지원하기 위해 별도의 마이크로컨트롤러가 포함되어 있지만, 학습 보드는 USB 연결을 지원하지 않으므로 별도의 USB-시리얼 변환 모듈을 사용하여야 한다.

10 학습 보드는 http://www.newtc.co.kr/에서 구입할 수 있다.

11 이미지 출처: http://www.newtc.co.kr

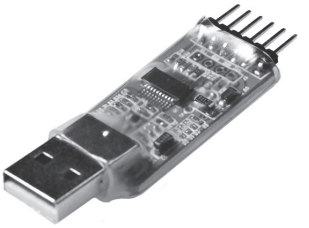


그림 1-11 USB-시리얼 변환 모듈[12]

학습 보드에 포함되어 있는 주요 장치들은 표 1-2와 같다.

표 1-2 DM-USTYLE-EXT 학습 보드 사양

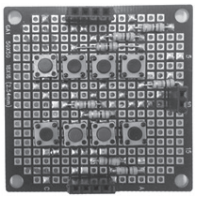
장치	설명
버튼	풀업 및 풀다운 버튼
MCP23017 칩	16개 디지털 입출력 확장 (8개 버튼과 8개 LED가 MCP23107 칩에 연결되어 있음)
LED	13번 디지털 핀에 연결된 LED 및 PWM 테스트용
가변저항	아날로그 입력 테스트용
스피커	
온도 센서	
광센서	
74595 칩	직렬 입력 병렬 출력 시프트 레지스터 (한 자리 7 세그먼트 장치가 74595 칩에 연결되어 있음)
텍스트 LCD	
시리얼 업로드용 커넥터	업로드 시 자동 리셋 지원
ISP 커넥터	

학습 보드에는 다양한 장치들이 포함되어 있지만, ATmega328의 입출력 핀 수가 20개로 제한되어 있는 만큼 많은 수의 입출력 핀을 필요로 하는 장치는 포함되어 있지 않다. 따라서 이 책에서는 몇 종류의 확장 모듈을 사용한다. 확장 모듈에는 풀다운 저항을 사용하며, 8개 버튼으로 구성된 버튼 모듈, 8개의 LED로 구성된 LED 모듈, 한 자리 및 네 자리 7 세그먼트 모듈 등이 있다. 확장 모듈은 회로가 간단하므로 직접 제작해 보기를 추천하지만, 제작이 어려운 경우 판매되고 있는 확장 모듈을 구입하여 사용할 수 있다.[13]

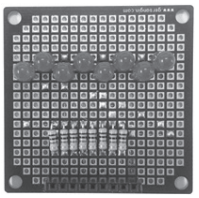
12 이미지 출처: http://www.newtc.co.kr

13 판매되고 있는 확장 모듈의 활용 방법은 부록 C.3을 참고한다.

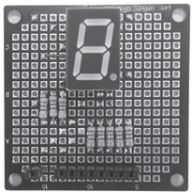
(a) 버튼 모듈



(b) LED 모듈



(c) 한 자리 7 세그먼트 모듈



(d) 네 자리 7 세그먼트 모듈

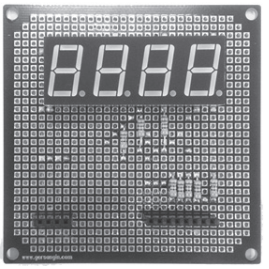


그림 1-12 확장 모듈

확장 모듈들은 ATmega328의 입출력 핀에 직접 연결할 수도 있고 74595나 MCP23017 칩의 확장된 입출력 핀에 연결할 수 있다. 학습 보드에는 ATmega328, 74595, MCP23017 칩을 통해 확장 모듈을 연결할 수 있는 세 종류의 핀 헤더가 준비되어 있다.

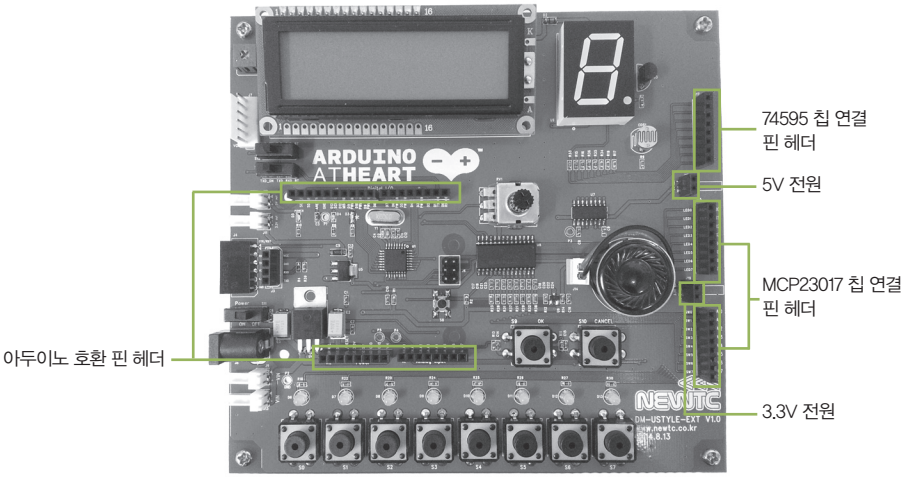


그림 1-13 DM-USTYLE-EXT 학습 보드의 확장 모듈 연결용 핀 헤더

학습 보드를 USB-시리얼 변환 모듈을 통해 처음 컴퓨터와 연결하면 USB-시리얼 변환 모듈을 위한 드라이버를 설치해야 하며 이 과정은 자동으로 이루어진다. 아두이노 우노의 경우 USB-시리얼 변환을 위해 아트멜 Mega16u2 마이크로컨트롤러를 사용하며, 드라이버는 아두이노 소프트웨어와 함께 배포된다. 반면, 학습 보드를 위한 USB-시리얼 변환 모듈은 FTDI 칩을 사용하므로 아두이노 우노와는 다른 드라이버가 필요하다. 드라이버 설치 상태는 장치 관리자에서 확인할 수 있다.

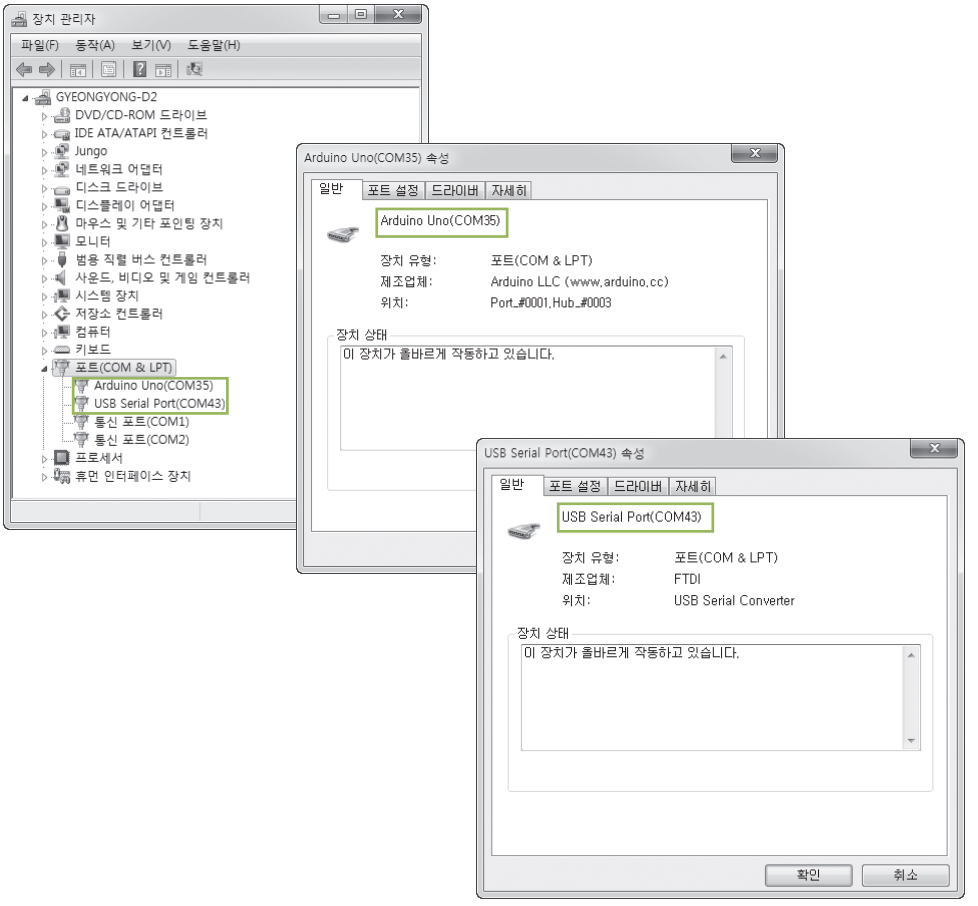


그림 1-14 아두이노와 DM-USTYLE-EXT 보드의 USB-시리얼 변환 장치 설정[14]

14 아두이노 우노와 학습 보드를 컴퓨터와 연결하는 경우 할당되는 포트는 컴퓨터에서 임의로 결정된다. 또한, 아두이노 우노 2개를 컴퓨터와 연결하는 경우 보드별로 각각 포트가 할당되므로 그림 1-7과 그림 1-14처럼 서로 다른 포트 번호로 나타난다.

학습 보드는 ATmega328을 이용하여 만들어진 아두이노 우노 호환 보드이므로 드라이버가 설치된 후 아두이노 프로그램에서 아두이노 우노와 동일한 방법으로 설정하여 사용하면 된다.

1.4 Blink

소프트웨어 및 드라이버가 정상적으로 설치되었는지 확인하기 위해 아두이노 프로그램과 함께 설치된 예제를 실행시켜 보자. '파일 → 예제 → 01.Basics → Blink'를 선택하면 해당 스케치가 새로운 창에 열린다. Blink 예제는 아두이노 보드의 13번 핀에 연결된 LED를 1초 간격으로 점멸하는 스케치로, 학습 보드에도 13번 핀에 LED가 연결되어 있다.

Blink 스케치 창이 열리면 아두이노 프로그램 툴바의 가장 왼쪽에 있는 '확인' 버튼을 눌러보자. '확인' 버튼은 스케치에 문법 오류가 있는지 검사하고, 오류가 없으면 바이너리 파일을 생성하는 역할을 한다. 기본 예제를 그대로 사용하였다면 오류는 발견되지 않을 것이므로 '확인' 버튼 옆에 있는 '업로드' 버튼을 눌러보자. '업로드' 버튼은 문법 오류를 검사하여 바이너리 파일을 생성하고, 이를 USB-시리얼 연결을 통해 마이크로컨트롤러에 설치하고 실행시키는 역할을 한다. 이처럼 '업로드'에는 '확인'의 기능까지 포함되어 있으므로 '업로드' 버튼 하나로 프로그램 실행에 필요한 모든 작업을 완료할 수 있다.

그림 1-15 아두이노 프로그램의 툴바 버튼

업로드가 성공적으로 수행되면 13번 핀에 연결된 LED가 1초 간격으로 점멸하는 것을 확인할 수 있다.

1.5 아두이노 프로그램의 구조

스케치는 C/C++을 기반으로 만들어지므로 시작점인 main 함수가 반드시 필요하다. 하지만 Blink 예제를 살펴보면 main 함수를 찾아볼 수 없고 setup과 loop 함수만이 존재한다. 스케치에도 main 함수가 존재하지만, 스케치 작성을 최소화하고 직관적인 구조로 만들기 위해 숨겨져 있으므로 직접 작성하지 않아도 된다. 반면 setup 함수와 loop 함수는 스케치 실행을 위해 반드시 필요한 함수로, 함수 내에 작성할 내용이 없는 경우에도 반드시 정의하여야 하며 정의하지 않으면 컴파일 시에 오류가 발생한다.

setup 함수는 스케치가 시작될 때 호출되는 함수로 이 함수에서는 변수의 초기화, 핀 모드 설정, 필요한 라이브러리 적재 등의 작업을 수행한다. setup 함수는 전원이 켜지거나 리셋 버튼이 눌러질 때 한 번만 호출된다. loop 함수는 그 이름에서 알 수 있듯이 스케치가 수행되는 동안 계속적으로 호출되는 함수로 스케치가 수행됨에 따라 프로그램의 상태를 바꾸거나 다양한 입력에 반응하여 특정 작업을 수행할 수 있도록 반복적으로 실행된다. 그림 1-16은 아두이노 스케치의 전형적인 처리 순서를 나타낸 것이다.

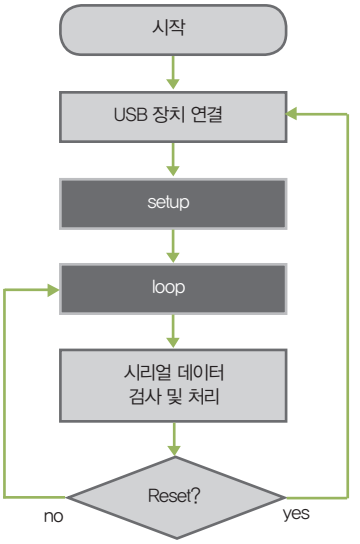


그림 1-16 아두이노 스케치의 전형적인 처리 흐름도

마이크로컨트롤러는 기본적으로 디지털 데이터를 입력받고 이를 처리하여 디지털 데이터를 출력한다. 먼저, 다음의 스케치 1-1을 입력하고 'MyBlink'라는 이름으로 저장하자. 저장 위치는 '스케치북' 디렉터리 아래로 하자. 스케치북 디렉터리는 '파일 → 환경설정' 메뉴에서 확인할 수 있다(그림 1-17).

스케치 1-1 MyBlink

```
int led = 13;                          // 13번 핀에 LED 연결

void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT);                // 13번 핀을 출력 모드로 설정
}

void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH);             // 13번 핀으로 HIGH (1 또는 ON) 출력
  delay(1000);                         // 1초 (1000ms) 대기
  digitalWrite(led, LOW);              // 13번 핀으로 LOW (0 또는 OFF) 출력
  delay(1000);                         // 1초 (1000ms) 대기
}
```

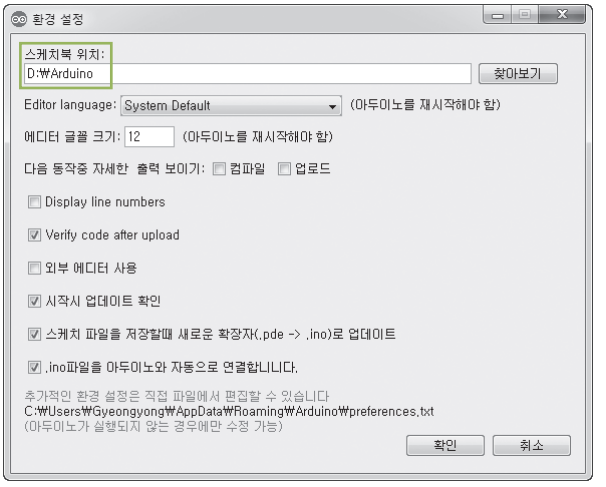


그림 1-17 환경 설정 메뉴 – 스케치북 위치

스케치는 스케치북 디렉터리 아래에 스케치 이름과 동일한 하위 디렉터리가 생성되고, 그 아래에 역시 스케치 이름과 동일한 파일 이름에 INO 확장자를 가지는 파일로 저장된다.

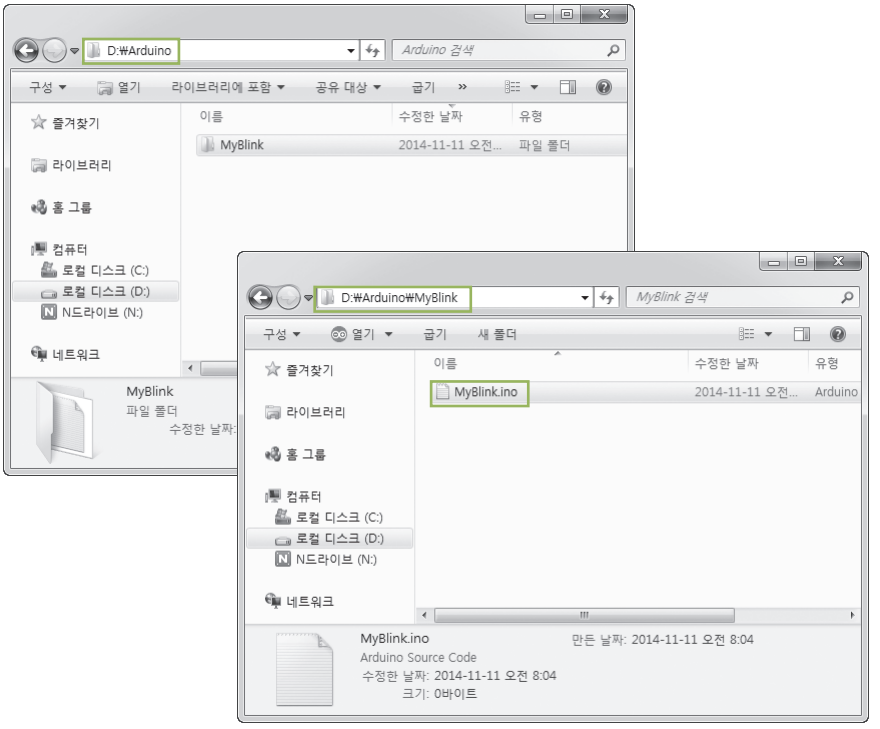


그림 1-18 스케치북 디렉터리 구조

MyBlink 프로그램은 Blink 예제에서 주석을 제거하고 실행과 관계된 내용만을 모아 놓은 것으로 Blink 예제와 동일한 동작을 수행한다. 아두이노의 디지털 핀은 입력 또는 출력으로 사용할 수 있지만 입출력으로 동시에 사용할 수는 없다. 따라서 데이터를 입출력하기 전에 반드시 입력과 출력 중 어떤 용도로 사용할 것인지 명시하여야 하며, 주로 setup 함수에서 이루어진다. LED에 불을 켜는 것은 LED로 데이터를 출력하는 동작이므로 스케치 1-1에서는 출력으로 설정하였다. 데이터 출력은 digitalWrite 함수를 통해 이루어지며, 디지털 데이터 0이나 1의 값을 출력하기 위해 미리 정의된 상수 LOW나 HIGH를 사용할 수 있다. 데이터 출력은 반복적으로 이루어지므로 loop 함수에서 이루어지고 있다. 마지막 delay 함수는 밀리초 단위의 시간 지연을 위해 사용되었다.

툴바의 '확인' 버튼 또는 단축키 'Ctrl + R'을 눌러 스케치에 오류가 없는지 확인하고, 툴바의 '업로드' 버튼 또는 단축키 'Ctrl + U'를 눌러 스케치를 업로드해 보자. LED가 1초 간격으로 깜박이는가?

1.6 아두이노의 한계

아두이노는 마이크로컨트롤러를 사용하는 제어장치를 쉽고 간단하게 만들 수 있도록 해주며 다양한 응용이 가능하다. 하지만 그 한계도 분명 존재하므로 아두이노 또는 마이크로컨트롤러를 이용하여 할 수 있는 일과 할 수 없는 일을 구분하는 것이 중요하다. 아두이노의 한계는 대부분 적은 메모리와 낮은 동작 주파수를 가지는 마이크로컨트롤러 자체에서 연유한다. 아두이노 우노를 이 글을 쓰고 있는 데스크톱과 비교해 보면 메모리는 약 26만분의 1, 속도는 약 212분의 1에 지나지 않는다.

표 1-3 아두이노 우노 vs 데스크톱

항목	아두이노 우노	데스크톱
CPU	ATmega328	Intel Core i7
프로그램 저장 메모리	32KByte	8GByte
클록	16MHz	3.4GHz

마이크로컨트롤러가 싱글 칩 컴퓨터(single chip computer)라고 불리기는 하지만 데스크톱 컴퓨터에 비해 느리고 아주 작은 크기의 프로그램만을 실행할 수 있다. 하지만 애초 마이크로컨트롤러의 목적이 데스크톱 컴퓨터와는 다르다는 사실을 명심하여야 한다. 연산이 많거나, 빠른 연산을 필요하거나, 고속의 데이터 전송을 요하는 등의 경우에서는 아두이노가 적합하지 않다. 예를 들어, 실시간 영상 전송이나 분석, 음성 인식, 모니터링을 위한 웹 서버 구축 등은 확장 보드를 사용하면 구현이 불가능하지는 않지만 아두이노에 확장 보드를 포함한 가격보다 더 낮은 가격에 더 높은 성능의 보드를 구입하는 것이 가능하다. 예를 들어, 라즈베리 파이(Raspberry Pi)[15]를 포함한 싱글 보드 컴퓨터(single board computer)가 이러한 용도에는 더 적합할 수 있다. 아두이노는 간단한 제어장치를 만드는 데 적합하며, 아두이노가 "예술가, 디자이너 및 학생들이 쉽게 사용할 수 있는 저렴한 컨트롤 장치를 만들기 위해" 시작되었다는 점을 잊지 말아야 한다.

15 http://www.raspberrypi.org

1.7 요약

이 장에서는 아두이노가 만들어지게 된 배경과 더불어, 아두이노 하드웨어와 아두이노를 위한 프로그램을 작성할 수 있는 아두이노 소프트웨어에 대해 알아보았다. 아두이노 하드웨어는 오픈 소스로 공개되어 있어 자유롭게 사용할 수 있으며, 이 책에서도 아두이노 우노를 바탕으로 실험에 필요한 하드웨어를 추가한 학습 보드인 DM-USTYLE-EXT 보드를 소개하였다. 아두이노 소프트웨어 역시 오픈 소스를 바탕으로 하며, 간단하게 스케치를 작성할 수 있도록 전통적인 main 함수가 아닌 setup 함수와 loop 함수를 기본으로 사용하고 있다.

아트멜의 8비트 마이크로컨트롤러를 바탕으로 시작된 아두이노는 ARM 기반의 32비트 마이크로컨트롤러를 사용한 보드까지 출시되는 등, 2005년 처음 소개된 이후 점차 그 영역을 넓혀가고 있다. 하지만 잊지 말아야 할 점은 아두이노가 '마이크로컨트롤러'를 기반으로 한다는 점이다. 마이크로컨트롤러가 컴퓨터인 것은 맞지만 아두이노는 간단한 제어장치를 구성하는 데 알맞은 컴퓨터이다. 아두이노로 많은 것을 할 수 있지만 만능은 아니라는 점을 기억해야 한다.

찾아보기

숫자

4비트 모드 227
7 세그먼트 표시장치 146
8비트 모드 227
74164 칩 189
74595 칩 184

A

Adafruit_MCP23017 207
Adafruit_MCP23017.begin 207
Adafruit_MCP23017.digitalWrite 207
Adafruit_MCP23017.pinMode 207
Adafruit_MCP23017.wirteGPIOAB 215
ADC 64, 108
analogRead 110
analogWrite 119
AREF 111
ATmega16u2 47
ATmega328 2
AT 명령 284

B

BIN 52
bitClear 130
bitRead 152
bitSet 130
bitWrite 130
Bluetooth spp tools pro 285

C

Carriage Return 50
CdS 광센서 244

D

DAC 64, 108
DC 모터 287
DEC 52
DEFAULT 110
delay 95
delayMicroseconds 96
DM-USTYLE-EXT 11
do-while 32

E

E(Enable) 226
EEPROM 267
EEPROMClass 268
EEPROM.read 268
EEPROM.write 268
EEPROM 라이브러리 267
EXTERNAL 110

F

FND 146
for 구문 32
FTDI 칩 14

G

GPIO 48

H

HC-06 283
HEX 52

I

I2C 45, 202
I2C 주소 203
if-else 구문 29
INO 확장자 17
INPUT 65

INPUT_PULLUP 65
INTERNAL 110
INTERNAL1V1 110
INTERNAL2V56 110
ISP 3

L

L298 칩 288
Latch Clock 184
LED 86
LED 모듈 13, 121
Line Feed 49
LiquidCrystal.begin 229
LiquidCrystal.clear 234
LiquidCrystal.createChar 235
LiquidCrystal.home 237
LiquidCrystal.print 229
LiquidCrystal.scrollDisplayLeft 233
LiquidCrystal.scrollDisplayRight 233
LiquidCrystal.write 229
LiquidCrystal 라이브러리 226
LM35 250
loop 함수 16
LSBFIRST 188

M

map 116
MCP23017 라이브러리 206
MCP23017 칩 202
Mega16u2 14
Metro.check 276
Metro.interval 276
Metro.reset 276
Metro 라이브러리 275
micros 96
millis 96
MSBFIRST 188
MsTimer2::start 278
MsTimer2::stop 278
MsTimer2 라이브러리 277
MUX 258

N

Newline 49
noTone 92

O

OUTPUT 65
Output Enable 184

P

pitches.h 93, 212
putty 49
PWM 64, 108

R

random 113
RS-232 45
RS(Register Select) 226
RTC 270
R/W(Read/Write) 226
RX 45
RXD 45

S

SCL 202
SD 202
Serial 44
Serial_ 44
Serial.print 25
Serial println 50
Serial.println 25
setup 함수 16
Shift Clock 184
shiftOut 188
SoftwareSerial 282
SPI 45
SPP 48, 282
SRAM 267
String 55
String.compareTo 57
String.equals 59
String.equalsIgnoreCase 59

String.length 237
String.toInt 138
switch-case 29
swRTC.getDay 272
swRTCgetHours 272
swRTC.getMinutes 272
swRTC.getMonth 272
swRTC.getSeconds 272
swRTC.getYear 272
swRTC.startRTC 272
swRTC.stopRTC 272
swRTC 라이브러리 271

T

timer0 271
timer1 271
timer2 271
TX 45
TXD 45

U

UART 45
USB-시리얼 변환 모듈 11

W

while 구문 32
Wire 라이브러리 202, 206

ㄱ

가변저항 112
객체지향 35
공통 양극 146, 189
공통 음극 146, 166
광센서 244
구간 평균 248
귀환 회로 287
기준 전압 110

ㄴ

난수 113
내부 풀업 저항 73
네임 스페이스 277
네 자리 7 세그먼트 모듈 13, 166, 213
논리 연산자 27

ㄷ

데이터 메모리 267
데이터 타입 26
도트 연산자 37, 60
듀티 사이클 117
디바운스 79
디지털-아날로그 변환기 64, 108

ㄹ

라이브러리 264
라즈베리 파이 19

ㅁ

마스터 202
멤버 변수 36
멤버 함수 36
모터 드라이버 288
모터 제어 라이브러리 293
모터 제어 모듈 288

ㅂ

바운스 현상 78
반복문 29
반이중 202
발광 다이오드 86
뱅크 203
버튼 모듈 13, 75
병렬 통신 44
보율 50
복합 연산자 27
분할 각도 287
블루투스 282
비교 연산자 27
비트 연산자 27

ㅅ

산술 연산자 27

생명 게임 199
서보 모터 287
세포 자동자 196
소프트웨어 시리얼 라이브러리 282
스케치 5
스케치북 266
스케치북 디렉터리 17
스테핑 모터 287
슬레이브 202
시리얼 모니터 24
시리얼 통신 44
싱글 보드 컴퓨터 19
싱글 칩 컴퓨터 19

ㅇ

아날로그-디지털 변환기 64, 108
아두이노 2
아두이노 두에 26
아두이노 메가 184
아두이노 우노 2
아트멜 2
업로드 버튼 15
에코 백 54
열거형 31
온도 센서 250
외부 라이브러리 266
외삽 116
원형 시프트 연산 192
원형 큐 248
의사 난수 113
인터럽트 방식 274
인터럽트 서비스 루틴 277

ㅈ

자릿수 선택 164
자외선 LED 86
잔상 효과 164
장치 관리자 8
적외선 LED 86
조건문 29
조도센서 244
직렬 입력 병렬 출력 레지스터 184
직렬 포트 프로파일 282

ㅊ

채터링 79

ㅋ

클래스 35

ㅌ

텍스트 LCD 226
툴바 15

ㅍ

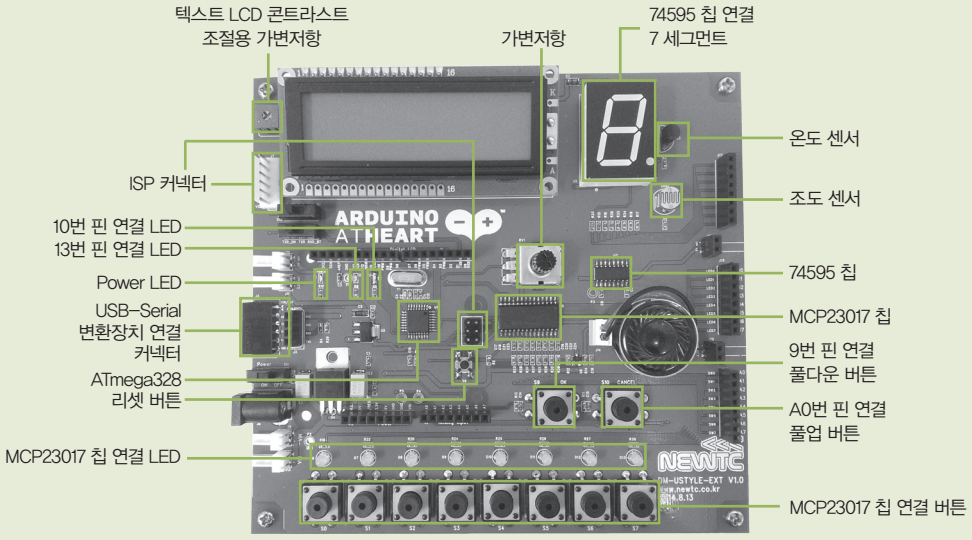
펄스 폭 변조 64, 108, 117
포토레지스터 244
폴링 방식 274
풀다운 저항 69
풀업 저항 68
프로그램 메모리 267
프로토콜 45
플래시 메모리 267
플로팅 상태 67

ㅎ

하드웨어 시리얼 282
하이 임피던스 상태 67
학습 보드 11
한 자리 7 세그먼트 모듈 13, 147
함수 34
함수 선언 34
함수 정의 34
함수 호출 34
해상도 109
확인 버튼 15
확장 라이브러리 266
확장 모듈 12

DM-USTYLE-EXT 아두이노 공식 인증 호환 보드 설명 및 구입 안내

이 책에 사용된 학습 보드인 DM-USTYLE-EXT는 Arduino At Heart에서 공식 인증한 보드입니다.
이 보드는 사용하는 CPU(ATMEGA328P-AU)에 UNO 부트로더가 구워져 있어 ISP 없이 사용이 가능하며, 별도로 판매하는 DM-USB2SERIAL로 프로그램 업로드가 가능합니다.



DM-USTYLE-EXT 학습 보드

보드 특징

- ATMEGA328AP-AU 아두이노 우노 호환 모듈
- 우노 호환 커넥터 및 MCU(atmega328P-AU) 지원
- 블루투스(HC-06) 인터페이스 커넥터 지원(HC-06은 별매), TTL 레벨(5V 레벨)은 4핀 커넥터
- 외부입력 DC 12V를 이용하여 내부 전원 5V 및 3.3V 사용, USB 전원을 사용하는 DM-USB2SERIAL V1.0을 통해 5V를 공급받을 수 있음
- 텍스트 LCD(2X16), 7 세그먼트 표시장치, 온도센서, 조도센서, 가변저항, 스피커, 확장 커넥터 등으로 구성

구입 안내

(주)뉴티씨 newtc.co.kr

DM-USTYLE-EXT 보드는 (주)뉴티씨(newtc.co.kr)에서 구입할 수 있습니다. 해당 사이트의 '제품소개' 메뉴에서 DM-USTYLE-EXT V1.0 보드와 프로그램 업로더인 DM-USB2SERIAL V1.0을 함께 구매하면 이 책을 무리 없이 학습할 수 있습니다.