Aalto-yliopisto
Sähkötekniikan
korkeakoulu

Arduinon ohjelmointi

ELEC-A4010 Sähköpaja, 21.9.20

Otto Simola

Mistä liikkeelle?

- Mieti mitä haluat ohjelman tekevän
- Jaa kokonaiskuva toimintojen perusteella osiin

Esimerkki: Esteitä väistelevä auto

- Miten auto liikkuu?
  - *Moottorit? Ohjaus?*
- Miten tunnistan esteen?
  - *Etäisyysanturit? Mittaus?*
- Mitä auto tekee kun tunnistan esteen?
  - *Käänny kunnes este häviää?*

Esimerkki jatkuu…

- Miten auto liikkuu?
  - Moottoriohjain?
    - *Funktio jossa kerrotaan moottoriohjaimelle mitä moottoria pyöritetään ja mihin suuntaan*
- Miten tunnistan esteen**?**
  - Ultraäänianturi?
    - *Funktio, joka palauttaa ultraäänianturilta etäisyyden seuraavaan esteeseen*
- Mitä auto tekee kun tunnistan esteen?
  - Käänny kunnes este häviää?
    - *Voisin yhdistää edelliset kaksi funktiota*

Arduinon ohjelmointikieli

https://www.arduino.cc/reference/en/

Arduinon ohjelmointikieli on käytännössä C/C++:

Ohjelmointikielien tutut rakenteet löytyvät

- Muuttujat, funktiot
- Silmukat, laskutoimitukset, ehtolauseet

Ohjelmointikieli on laiteläheinen ja käännetään ennen lähettämistä

- Osa asioista vaikuttaa kankeammilta kuin esim. Pythonissa

Kommentit

Koodin sisälle voi kirjoittaa kommentteja

- esim. miten funktio toimii

Kirjoita ihmeessä kommentteja koodista

- Arduinossa rivikommentti aloitetaan kahdella kauttaviivalla (//kommentti)
- Usean rivin kommentti merkkien ” /* ” ja ” */ ”väliin

```
2
3  //Yhden rivin kommentti
4
5  /*
6  Usean
7  Rivin
8  Kommentti
9  */
10
```

Sisennys

```
void loop()
{
String nimi;
if (tila == tila1)
nimi = kysy_nimi();
if (tila == tila2)
sano_moi(nimi);
}
```

```
void loop()
{
  String nimi;

  if (tila == tila1)
    nimi = kysy_nimi();
  if (tila == tila2)
    sano_moi(nimi);
}
```

- Tekee koodista helppolukuista
- ”Tab”, liikuttaa oikealle
- ”Shift + Tab”, liikuttaa vasemmalle

Muuttujat

https://www.arduino.cc/en/tutorial/variables

Muuttujalle määritetään:

1. Tyyppi
   - *desimaali (**float**), kirjain (**char**), tavu (**byte**)…*
   - *Tyyppiä voi edeltää tyyppimääre, esim. Vakiolle **const***
2. Nimi
3. Arvo
   - *Täytyy olla tyypin mukainen*
   - *”Teksti”, ’a’, 3.0*

Muuttujatyypit laskutoimituksissa

https://www.arduino.cc/en/tutorial/variables

Arduino ei automaattisesti muunna muuttujatyyppejä

```
int kokonaisluku = 2;
float muuttuja1 = 3/kokonaisluku;           //1
float muuttuja2 = 3.0/2.0;                  //1.5
float muuttuja3 = 3.0/(float)kokonaisluku; //1.5
```

- ”(tyyppi)muuttuja”-notaatio muuntaa muuttujan tyypin
- Muunnos isommasta tyypistä pienempään aiheuttaa ongelmia jos muunnettava arvo on liian iso. (long -> int)

Ali-/ylivuoto

- Mikäli muuttujan arvo menee muuttujatyypin alueen yli, ”pyörähtää muuttuja yli”
- Byte-tyypin maksimiarvo on 255

```
byte c = 0; //c = 0
--c;        //c = 255 // sama kuin c = c – 1;
c = c + 1;  //c = 0
```

Tähän käyttäytymiseen ei kannata luottaa, koska se ei ole vakio.

Huom! Tähän saattaa törmätä millis()-funktion kanssa

Funktiot

https://www.arduino.cc/en/Reference/FunctionDeclaration

Funktio ottaa sisäänsä parametrejä, tekee niillä jotakin ja antaa jonkinlaisen paluuarvon.

```
int funktionimi(int parametri1, int parametri2)
{
  return paluuarvo;
}
```

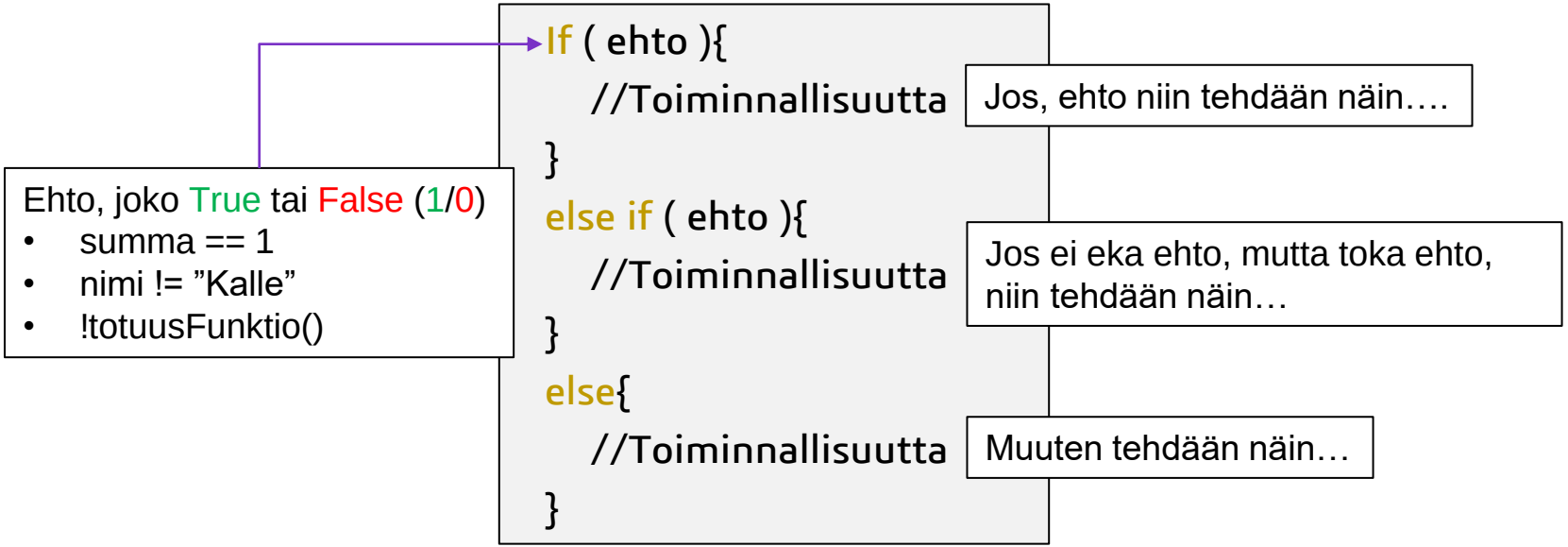
Funktiolle määritetään

1. Paluuarvo ja tyyppi
   - *Tyypiksi void, jos ei palauteta mitään*
2. Funktion nimi
3. Parametrit ja niiden tyypit
   - *Erotetaan pilkulla*

Funktion kutsu: muuttuja = funktionnimi(muuttuja, muuttuja);

Ehtolauseet

https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ifStatementConditional



Taulukot

https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/array/

```
int led_pin[3] = {3, 5, 6};
//led_pin[0] on nyt 3
//led_pin[1] vastaavasti 5
```

- Tallennetaan useita arvoja yhden muuttujan alle
- Taulukon jäseniä kutsutaan alkioiksi
- Alkioon käsiksi syntaksilla nimi[alkion nro]
  - Indeksointi nollasta

```
led_pin[1] = 2;
//led_pin vastaa nyt määritelmää {3, 2, 6}
```

Teksti

https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/string/

- C-kielessä ei erillistä tyyppiä tekstille, vain merkeille (char)
- Merkkijonot esitetään char-taulukkoina

```
char materiaali[] = "puu";
// {'p', 'u', 'u', '\0'}
```

- Merkkijonon lopussa ns. nollatavu '\0'
  - Pystytään päättelemään mihin merkkijono päättyy.
  - Kolmen merkin merkkijonon tallentamiseen tarvitaan siis neljä merkkiä!

String-objekti

https://www.arduino.cc/reference/en/language/variables/data-types/stringobject/

- C-kielessä tekstin käsittely kankeaa
- Arduinossa String-objekti jonka käyttö yksinkertaista

```
String string1 = "Hello There!";
String string2 = String("General " + "Genobi!");
String string3 = String( muuttuja tai numero );
```

[], +, +=, ==, >, >=, <, <= sekä !=

Operaattorit toimivat String-objekteilla

Globaalit ja lokaalit muuttujat

```
int a = 1;

void setup()
{
  int b = a + 2; //Toimii
}

void loop()
{
  a = b + 2; //Ei toimi, b näkyy
             //vain setup-funktiossa
}
```

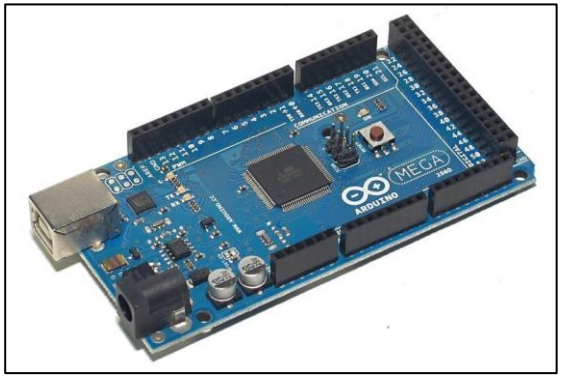
Globaali

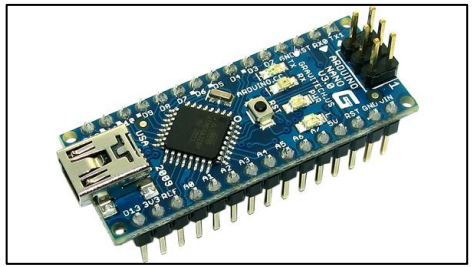
- Voidaan käyttää kaikkialla ohjelmassa
- **Vältä mikäli mahdollista.**

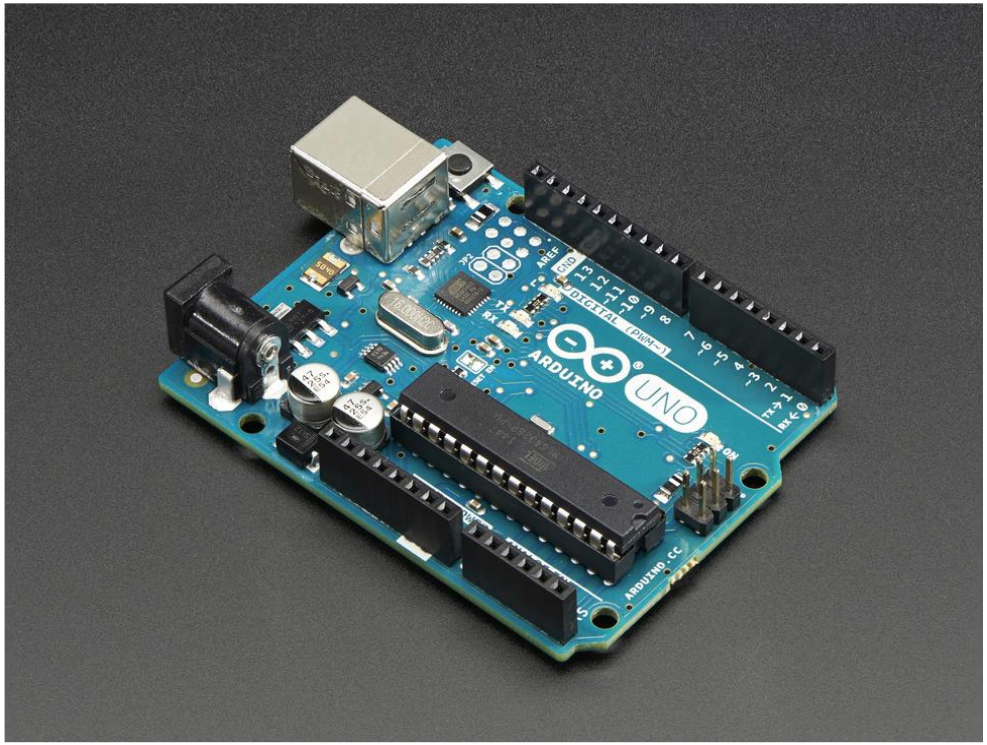
Lokaali

- Voi käyttää vain niiden aaltosulkeiden (funktion) välissä jossa määritelty
- **Vaikeampi tehdä mokia**

Arduino







Arduino-ohjelman rakenne

```
int ledpin = 13;

void setup()
{
  pinMode(ledpin, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(ledpin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledpin, LOW);
  delay(1000);
}
```

setup-funktio

- Ajetaan kerran kun Arduinoon kytketään virrat

loop-funktio

- Ajetaan uudelleen ja uudelleen kunnes Arduinosta katkaistaan virrat

digitalWrite

https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalwrite/

```
void setup()
{
  pinMode(13, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(13, HIGH); //LED päällä
  delay(1000);            //Odota sekunti
  digitalWrite(13, LOW);  //LED pois päältä
  delay(1000);            //Odota sekunti
}
```

digitalWrite(pinNro, arvo);

Asettaa pinin arvon HIGH tai LOW

- LOW eli 0 eli 0v
- HIGH eli 1 eli 5v

digitalRead

https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/digital-io/digitalread/

```
void setup()
{
  pinMode(3, INPUT);
}

void loop()
{
  int arvo = digitalRead(3);
}
```

digitalRead(pinNro);

Lukee pinin tilan

- LOW , pini kytketty maahan (**GND** eli 0v)
- HIGH, pini kytketty jännitteeseen (riippuu käyttöjännitteestä 3.3v tai 5v)

analogRead

https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogread/

digitalRead(pinNro);

Lukee analogi pinin tilan (pinit A0, A1…)

- Analogi pinien takana 10-bit analogidigitaalimuuntaja (AD)
- Arvoja väliltä 0-5v, jotka saadaan lukuina 0-1023 (esim. 2.5v == 512)
- Kyseisiä pinejä voi käyttää myös digitaalikäyttöön

```
void setup()
{
  pinMode(A1, INPUT);
}

void loop()
{
  int arvo = analogRead(A1);
}
```

analogWrite

https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/analog-io/analogwrite/

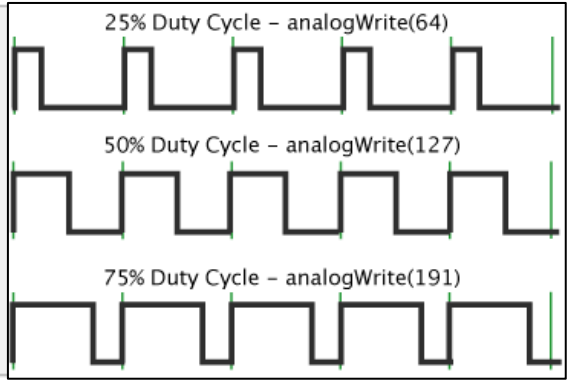
analogWrite(pinNro, arvo);

Arduino UNO:ssa ei ole DA-muunninta, joten analoginen ulostulos tehdään ”keinotekoisesti”

-> PWM (pinit joissa ” ~ ” merkki)

- PWM, eli Arduino kytkee piniä nopeasti 0v ja 5v välillä (kanttiaalto)
- ”Teho” määräytyy kauanko piniä pidetään HIGH- ja kauanko LOW-tilassa

```
void setup() {
  pinMode(3, OUTPUT);
}
void loop() { //Ledi palaa "puolella teholla"
  analogWrite(3, 127);
}
```



Ylös-/alasvetovastukset

https://learn.sparkfun.com/tutorials/pull-up-resistors/all?print=1

Mikäli piniä ei ole kytketty mihinkään, sanotaan että se kelluu

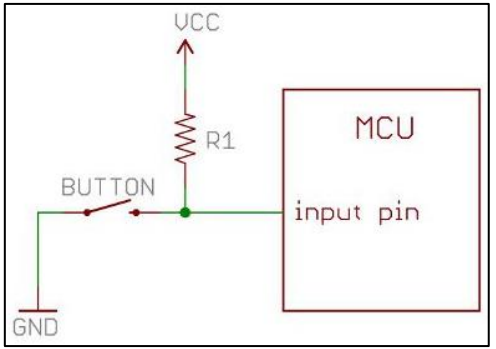
- digitalRead palauttaa satunnaistesti HIGH tai LOW

Ratkaisuna alasvetovastus

- Kytketään pini vastuksella (n. 10- 220kΩ) 0v:iin (**GND**)
- Pinin arvo pysyy nyt LOW kunnes se kytketään +5v:iin

Ylösvetovastus lähes sama asia:

- Kytketään pini vastuksella +5v:iin
- Pinin arvo pysyy nyt HIGH kunnes se kytketään 0v:iin (**GND**)



Ylösvetovastuskytkentä

Sisäinen ylösvetovastus

https://www.arduino.cc/en/Tutorial/InputPullupSerial

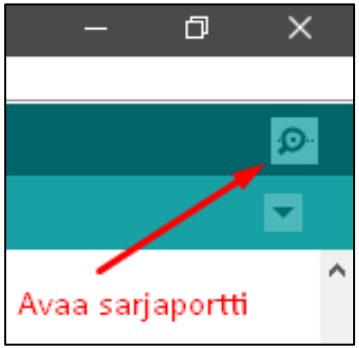
```
void setup()
{
  pinMode(3, INPUT_PULLUP);
}

void loop()
{
  int nappula = digitalRead(3);
}
```

INPUT_PULLUP

- Arduinossa sisäänrakennettuna ylösvetovastus (Joistakin myös alasvetovastus)
- Aktivoidaan käyttämällä **INPUT_PULLUP**
- Nappi voidaan kytkeä suoraan maan (**GND**) ja halutun pinin välille. Vastusta ei tarvita kytkennässä!

Sarjaportti

https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/communication/serial/



- Arduino keskustelee USB:n kautta tietokoneen sarjaporttiin
- Helpoin tapa tietää mitä Arduinossa tapahtuu
  - Kun ohjelma ei toimi kuten pitäisi, kannattaa sarjaporttiin tulostaa eri muuttujien arvoja
  - Tekstin tulostaminen ennen ja jälkeen jonkin ohjelman osan auttaa selvittämään, jääkö ohjelma jumiin johonkin kohtaan.
    - *Serial.print(muuttuja tai teksti) //Tulostaa pötköön*
    - *Serial.println(muuttuja tai teksti) //Tulostaa riveittäin*

Huom! Jos käytät sarjaporttia, pinejä **0** ja **1** ei voi enää käyttää muuhun! (Pätee Arduino UNO:oon)

Yleisiä ongelmia

- **a = b ja a == b ovat eri asioita!**
  - a = b //Sijoita b:n arvo a:han
  - a == b //Tarkista ovatko a ja b saman arvoiset
  - ➢ If (a = b) on siis useimmiten virhe!

- C-tyylisiä merkkijonoja ei voi vertailla ”==”-operaattorilla, mutta Arduinon ”String”-objekteja voi!

Linkkejä

- **Arduinon oppaat ja esimerkit**
  - https://www.arduino.cc/en/Tutorial/HomePage?from=Main.Tutorials
- **Arduinon kielen referenssi**
  - https://www.arduino.cc/reference/en/
- **Google**
  - https://www.google.fi/