

# Mikroelektromechanikai rendszerek

## Raspberry Pi és Arduino bemutatása, alkalmazása. C++ vs. Python

Oktató: Kajdocsi László

Iroda: Informatika Tanszék, A602

Email: [kajdocsi.laszlo@sze.hu](mailto:kajdocsi.laszlo@sze.hu)

Oktató: Tüű-Szabó Boldizsár

Iroda: Informatika Tanszék, B606/A

Email: [tuu.szabo.boldizsar@sze.hu](mailto:tuu.szabo.boldizsar@sze.hu)



# Mikrovezérlő

- Célfeladat ellátására tervezett integrált áramkör
- Harvard architektúrával rendelkezik, de létezik Neumann architektúrák kivétel is
- Van belső memória -> SRAM
- Van belső tárhely -> NOR Flash
- Nem kell hozzá operációs rendszer
- Vezérlési célok megvalósítására fejlesztve

# Mikrovezérlő általános felépítése



# Mikrovezérlő

Fejlesztéshez kell:

- Egy mikrovezérlő
- Programozó eszköz, feltöltő
- Fordító / fejlesztő program
- Elektronikai alapismeretek a nyomtatott áramkör megtervezéséhez és legyártásához

# Mikrovezérlő

## Fejlesztés klasszikus folyamata

- Kiválasztott mikrovezérlő adatlapjának elolvasása (50-1200 oldal)
- Fejlesztőeszköz megismerése, dokumentációjának elolvasása (50-1000 oldal)
- Kapcsolás megtervezése, összeállítása
- Szoftver megírása

# Mikrovezérlő

## Fejlesztés problémái:

- Minden mikrovezérlő típus külön belső felépítéssel rendelkezik, így a konfigurációs regiszterek működésének elsajátítása hosszadalmas és frusztráló.
- Ezt minden egyes típus esetén el kell sajátítani, ami nem túl kellemes.
- A legtöbb programozó szoftver csak Windows platformra érhető el (Microchip főleg).

# Mikrovezérlő

**A problémát többen felismerték:**

- **2001 – Ben Fry & Casey Reas (MIT): Processing: Java alapú programozást tanító környezet**
- **2003 – Hernando Barragán, Brett Hagman and Alexander Brevig:**
  - Wiring: Mikrovezérlő fejlesztő környezet, Atmel alapokon, Processing IDE segítségével
  - Nyíltforrású mikrovezérlős fejlesztőkártya és programnyelv
- **2005 – Massimo Banzi: Arduino projekt**

# Arduino projekt

- A tervező mikrovezérlős rendszerfejlesztést oktatott az Iverai egyetemen és felismerte, hogy a piacon nem igen van olyan termék, amit egy diák is megengedhet magának.
- A Projekt a Wiring platformra épül, de jelentősen továbbfejlődött azóta
- Olcsó, nyíltforrású, egyszerűen használható mikrovezérlő kártya
- Ingyenes, nyíltforrású programfejlesztői környezet (Arduino IDE)
- Ingyenes, nyíltforrású programkönyvtár és mintaprogram gyűjtemény



# Arduino projekt

## Fejlesztés Arduino platform esetén:

- Fejlesztőeszköz megismerése, dokumentációjának elolvasása (50-120 oldal)
- A megszerzett tudás bármelyik Arduino modell esetén alkalmazható, mivel a fejlesztőkörnyezet könyvtárai elfedik a hardver egyediségét. Így a kód nagyon minimális módosítással hordozható a típusok között.

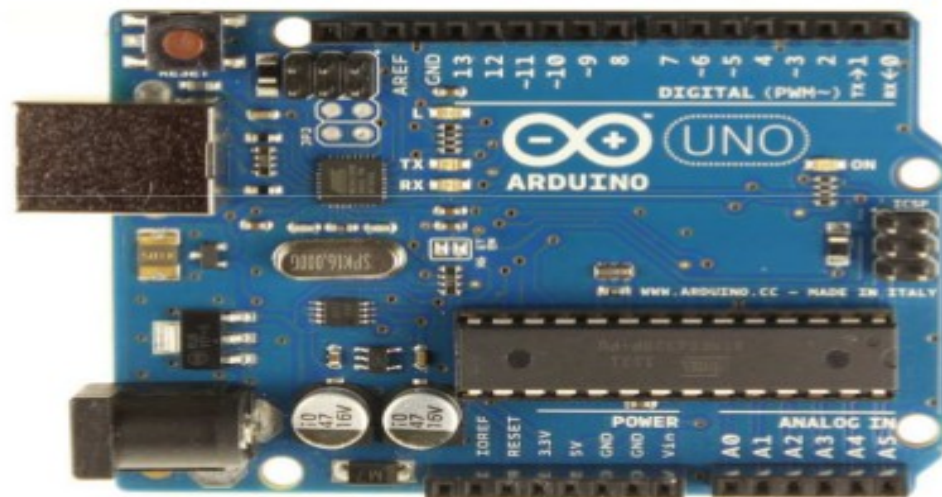
# Arduino hardvere

**Jelenleg számos modell érhető el, mindegyikről nem lesz szó, csak a népszerűbbekről a teljesség igénye nélkül:**

- **Uno**
- **Mega**
- **Leonardo**
- **Due**
- **Yún**

# Arduino Uno

- ATmega 328 mikrovezérlő
- 16MHz órajel
- 13 digitális I/O
- 6db 10 bites ADC
- 32Kb kódmemória
- 2Kb adatmemória



# Arduino Mega

- ATmega 2560 mikrovezérlő
- 16MHz órajel
- 54 digitális I/O
- 16db 10 bites ADC
- 256Kb kódmemória
- 8Kb adatmemória



# Arduino Leonardo

- Atmega32u4 mikrovezérlő
- 16MHz órajel
- 13 digitális I/O
- 6db 10 bites ADC
- 32Kb kódmemória
- 2Kb adatmemória
- Valódi USB támogatás



# Arduino Due

- AT91SAM3X8E mikrovezérlő
- 32 bites ARM
- 84MHz órajel
- 54 digitális I/O
- 12db 12 bites ADC
- 2db 12 bites DAC
- 512Kb kódmemória
- 96KB adatmemória



# Arduino Yún

- Arduino Leonardo hardver kiegészítve egy
- Atheros AR9331 processzorral
- WLAN képességek
- Linux támogatás



# Arduino fejlesztőkörnyezet

- **Arduino IDE**
- **Java-ban íródott**
- **Multiplatform: Windows/Linux/OS-X**
- **Windows esetén különösebb telepítést nem igényel**
- **A kommunikációs driver telepítése minden esetben kell, de Windows Update-ben is benne van**
- **Az Arduino programokat egy C/C++ alapú programozási nyelven írhatjuk**



# Arduino programozása

- C++ nyelvre épül
- Objektum orientált, amit a szoftver könyvtárak ki is használnak
- Az osztály könyvtárak tervezésekor a hangsúly a könnyű használhatóságon volt, hogy a felhasználó ne vesszen el a C++ rejtelmeiben és több idő maradjon tényleges fejlesztésre.
- A programok itt vázlatnak (sketch) nevezettek

# Sketch felépítése

Legalább két függvényből áll:

- Egy `setup()` függvényből, ami a mikrovezérlő bekapcsolásakor, újraindításakor lefut
- Egy `loop` függvényből, aminek a végrehajtását a mikrovezérlő ismételtetni fogja

# Példa: egyszerű LED villogtatás

```
#define LED1 2 //LED1 - D2 láb

void setup() {
    pinMode(LED1, OUTPUT);
}

void loop() {
    digitalWrite(LED1, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(LED1, LOW);
    delay(100);
}
```

# Raspberry Pi

- Olcsó, hitelkártya méretű, un. SoC (System on Chip) számítógép
- Az Egyesült Királyságban fejlesztették oktatási célokra
- A hivatalosan ajánlott operációs rendszer a Raspbian, ami a Debian Linux kifejezetten Raspberry Pi-re optimalizált változata.

# Raspberry PI 1

- 2012-ben jelent meg
- A változat: nem rendelkezik Ethernet csatolóval, csak egy USB portja volt és a rendszer memóriája 256 MB.
- B modell: 2 db USB porttal, 512 MB memóriával és integrált Ethernet csatolóval rendelkezik
- B+ a RaspBerry Pi B továbbfejlesztett változata
- GPIO tűskesor 26 lábról 40-re emelkedett
- Négy USB 2.0-s port

# Raspberry PI 2

- **Négymagos processzor**
- **1G RAM**
- **SoC csip a BCM2836, ami a korábbi Pi modellek esetén használt BCM2835 továbbfejlesztett változata**
- **Megfelelő betáplálás mellett 1,2 amper leadására is képes USB portonként (6 watt), a nagy teljesítmény igényű perifériák miatt**

# Raspberry Pi 3 vs. 4

## Raspberry Pi® 4 B vs. 3 B+



- 2x microHDMI • 4k video
- 1x pełnowymiarowe HDMI

- H.265 decode (4kp60)  
H.264 decode (1080p60)  
H.264 encode (1080p30)  
grafika OpenGL ES 1.1, 2.0, 3.0
- H.264, MPEG 4 decode (1080p30)  
H.264 encode (1080p30)  
grafika OpenGL ES 1.1, 2.0

- 5V/3A DC przez USB C
- 5V/2.5A DC przez microUSB

- Broadcom 2711 • Quad-core  
Cortex-A72 64-bit SoC @ 1.5GHz
- Broadcom BCM2837B0 • Quad-core  
Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz

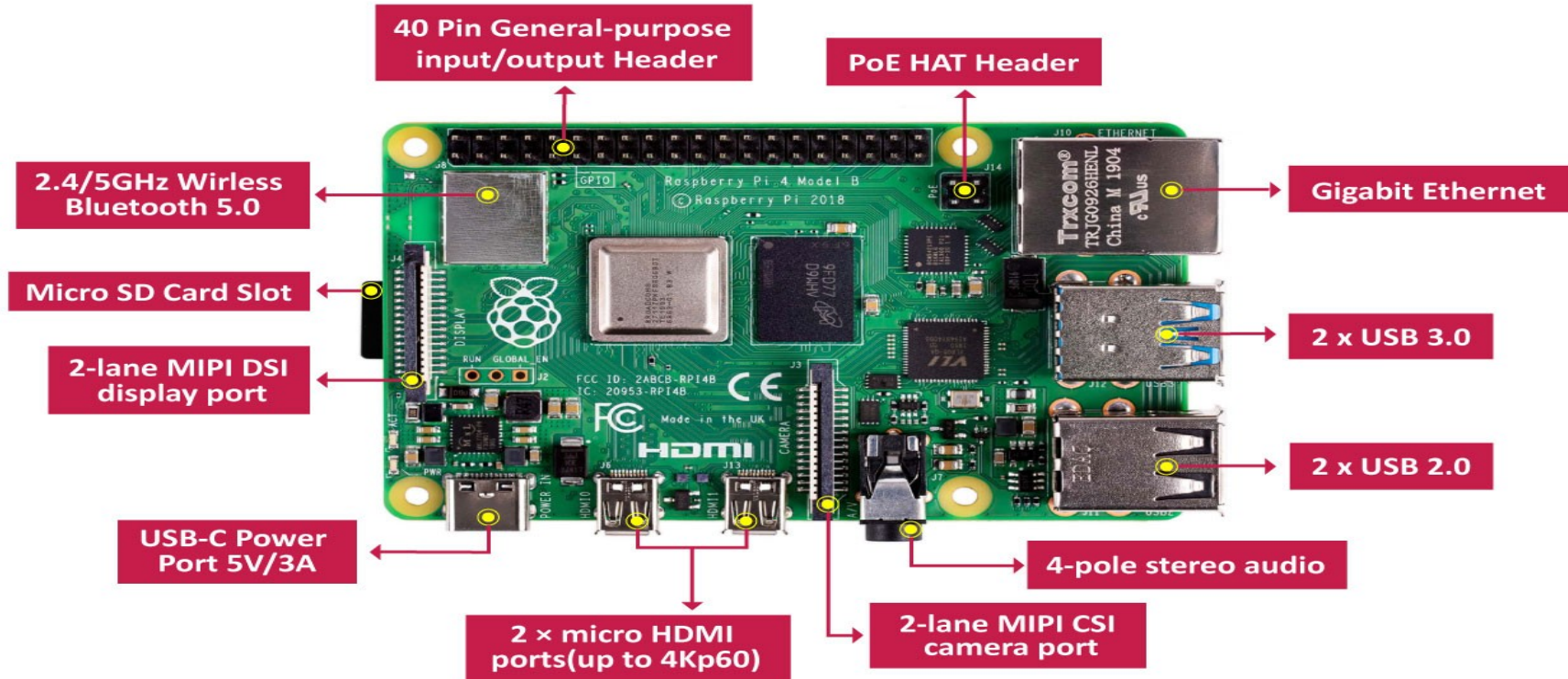
- 1GB, 2GB lub 4GB LPDDR4 SDRAM
- 1GB LPDDR2 SDRAM

- Bluetooth 5.0  
2x USB 2.0 • 2x USB 3.0  
prawdziwy Gigabit Ethernet (do 1000Mb/s)
- Bluetooth 4.2  
4x USB 2.0  
Gigabit Ethernet przez USB2.0 (do 300Mb/s)

■ Pi4 B

■ Pi3 B+

# Raspberry Pi 4 B 4GB





# Raspberry PI tápegysége

- Mindegyik Raspberry PI microUSB csatlakozóval rendelkezik, amin 5V tápfeszültséget vár.

## Ajánlott tápegységek

Verzió	Maximális áramfelvétel	Ajánlott tápegység
Pi B	1.2 A	5V 1.5 A
Pi A+	700 mA	5V 1A
Pi B+	1.8 A	5V 2A vagy nagyobb
Pi 2 B	1.8 A	5V 2A vagy nagyobb
Pi 3 B	2.5 A	5V 2.5A vagy nagyobb

# Raspberry PI SD kártya

- **Kettős funkció:**

- ezen a kártyán található az operációs rendszer Bekapcsolás után innen bootol be. Mivel a Raspberry PI-nek nincs BIOS-a mint a hagyományos asztali gépeknek, ezért nem működő SD kártya esetén el sem indul, semmilyen életjelet nem ad.
- háttértárként működik: Ide menti a Raspberry PI a különféle adatokat, LOG-okat.

# Raspberry PI operációs rendszere

- **Raspbian:** A Debian raspberry-re optimalizált változata
- **Minibian:** Raspbian-on alapuló, minimális operációs rendszer
- **Ubuntu MATE:** Kifejezetten Raspberryre készített Ubuntu disztribúció
- **Pidora:** A Fedora Remix raspberry-re optimalizált változata
- **OpenELEC:** Egy Kodi/XBMC alapú médialejátszóra optimalizált operációs rendszer
- **OSMC (Open Source Media Center)** (régi nevén RaspBMC) Egy Debian és Kodi alapú media center
- **Risc OS:** Egy nem Linux alapú rendszer
- **RetroPie:** Kifejezetten régi konzolok emulálására fejlesztett operációs rendszer Emulation Station és Raspbian alapokon.
- **Windows 10 IOT Core** stb.

# Raspberry PI programozása

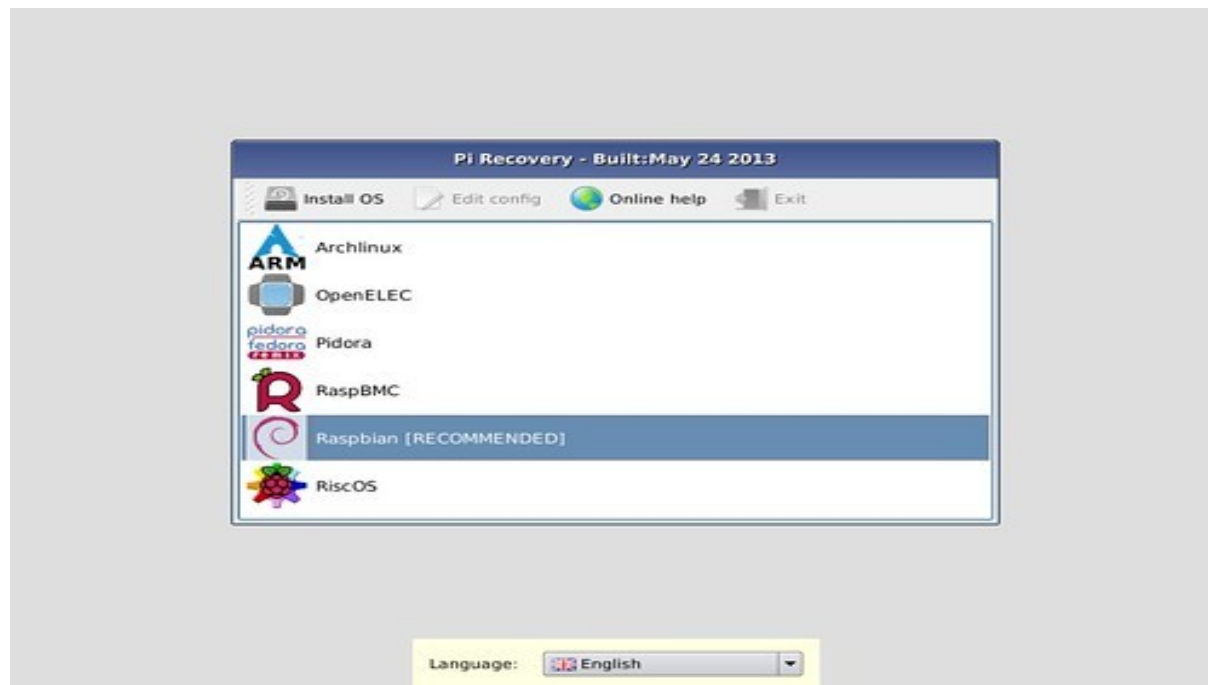
- Sokféle programozási nyelven lehetséges
- Kettő kiemelt támogatású:
  - Python
  - SCRATCH: kimondottan gyerekeknek való interaktív grafikus programozási környezet
- A hivatalos RASPBIAN rendszer az alábbi programozási nyelveket is tartalmazza: C, C++, Java , Ruby

# Raspberry PI alkalmazása

- **Ethernet port nélküli változatok:**
  - Automatizálási feladatok
  - Robotvezérlés
  - Szenzoradat rögzítése
- **Ethernet porttal rendelkező változatok:**
  - IoT feladatok
  - Szerverfeladatok: nyomtatószerverként, NAS szerverként, LAMP szerverként (PHP+MySQL), VPN vagy torrent szerverként stb.
  - Alacsony fogyasztású asztali PC

# Raspberry PI OS telepítése

- NOOBS (vagy hosszabban New Out of Box Software) segítségével



# Python

- Guido van Rossum kezdete fejleszteni 1989-ben
- Olvashatóságot és a programozói munka megkönnyítését helyezi előtérbe a futási sebességgel szemben
- Open source
- Portábilis: elérhető különféle Linux és Windows változatokra és macOS alatt is
- ingyenes ám korlátozás nélkül használható
- Magasszintű, jól olvasható szintaktikájú SCRIPT nyelv
- Interpreteres nyelv: a Python nyelven írt programot megírás után az interpreter futtatja. Nincs szükség olyan fordításra (compiling), melynek során a programnyelven írt programot egy futtatható állománnyá alakítjuk.
- Moduláris és objektumorientált programozást is támogatja

# Python alkalmazási területei

- általános szkriptnyelv rendszer-adminisztrációs, automatizálási feladatokra
- parancssori alkalmazások fejlesztése
- felhasználói felületek létrehozásának támogatása
- Webscraping: weboldalak szisztematikus letöltése, feldolgozása
- webes alkalmazások fejlesztése
- adatbányászat, adattudomány, hatékony adatfeldolgozás és adatvizualizáció
- mesterséges intelligencia, neurális hálózatok definiálása és tanítása, gépi tanuló algoritmusok
- képfeldolgozás, gépi látás
- számítógépes grafika, vizuális effektusok generálásakor a pipeline fejlesztéséhez is hatékonyan használható

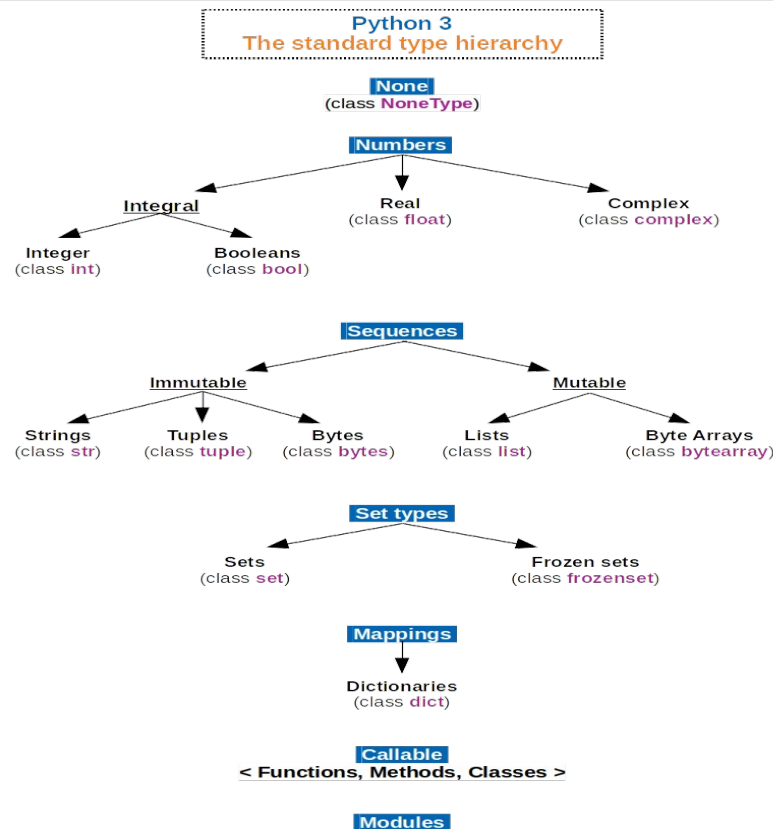


# Python története

- 1991 februárjában jelent meg az első nyilvános változat (0.9.0 verzió néven)
- Python 1.0 1994
- Python 2.0 2000
- Python 3.0 2008

# Python típusok

- Dinamikus típusadású: A programozó által manipulált minden objektumnak a program végrehajtásakor jól meghatározott típusa van, amit nem kell előre definiálni.



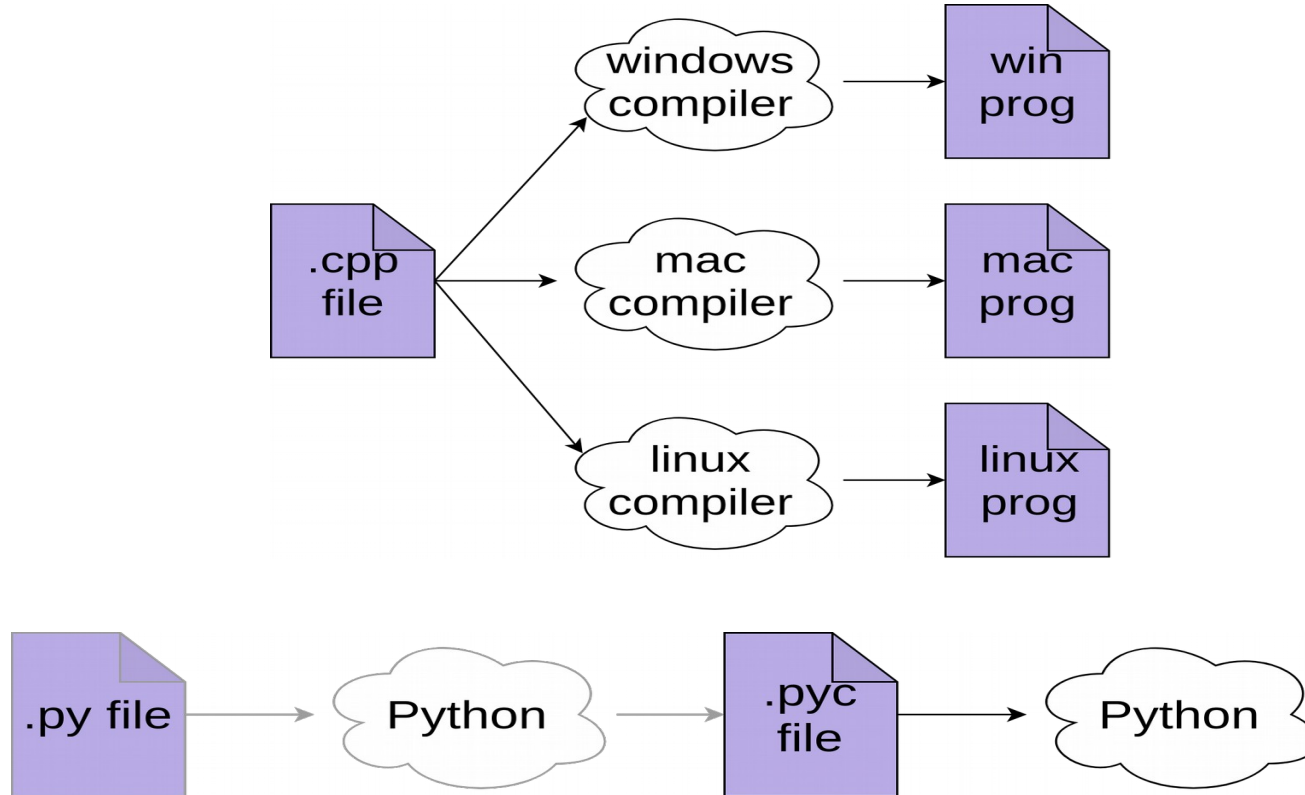
# Python csomagkezelés

- **Pip:**
  - Python standard csomagkezelője
  - segítségével telepíthetünk és kezelhetünk olyan Python csomagokat, amik nem részei a Python alapkönyvtárának

# Python program online futtatása

- Repl.it
- Google Colab — ez leginkább tudományos számításokhoz, gépi tanulás témakörében használható jól. Beépített GPU támogatással nagy számítási igényű modelleket is lehet tanítani vele.
- ...stb.

# Python vs. C++



# Python vs. C++ - boole operátorok

C++ Operator	Python Operator
&&	and
	or
!	not
&	&

# Python vs C++ - listaértelmezések

Python

>>>

```
>>> [x**2 for x in range(5)]  
[0, 1, 4, 9, 16]
```

Python

>>>

```
>>> odd_squares = [x**2 for x in range(5) if x % 2]  
>>> odd_squares  
[1, 9]
```

C++

```
std::vector<int> odd_squares;  
for (int ii = 0; ii < 10; ++ii) {  
    if (ii % 2) {  
        odd_squares.push_back(ii);  
    }  
}
```

# Python vs C++ - típusadás

- C++ statikus
- Python dinamikus

Python

```
def read_ten(file_like_object):  
    for line_number in range(10):  
        x = file_like_object.readline()  
        print(f"{line_number} = {x.strip()}")
```

Python

```
with open("types.py") as f:  
    read_ten(f)
```



# Python vs C++ - típusadás

Python

```
def read_ten(file_like_object):  
    for line_number in range(10):  
        x = file_like_object.readline()  
        print(f"{line_number} = {x.strip()}")
```

Python

```
class Duck():  
    def readline(self):  
        return "quack"  
  
my_duck = Duck()  
read_ten(my_duck)
```

# Python vs C++ - osztályok

- A származtatott osztályok a szülők bármely metódusát felül tudják írni
- Van öröklődés, többszörös öröklődés
- A metódusok ugyanazon a néven érhetik el a szülőosztály metódusait

## **Különbségek:**

- az osztály minden eleme (beleértve az adatokat is) publikus
- nincsenek konstruktor és destruktor függvények

# Python vs C++ - főbb paraméterek

Feature	Python	C++
Faster Execution		x
Cross-Platform Execution	x	
Single-Type Variables		x
Multiple-Type Variables	x	
Comprehensions	x	
Rich Set of Built-In Algorithms	x	x
Static Typing		x
Dynamic Typing	x	
Strict Encapsulation		x
Direct Memory Control		x
Garbage Collection	x	



**Köszönöm a figyelmet!**