

## Taller de programació d'aplicacions d'Internet de les Coses amb Raspberry Pi usant el llenguatge de programació Python


Eloi Puertas Prats<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dept. de Matemàtiques i Informàtica, Universitat de Barcelona, epuertas@ub.edu

### Resum del taller

En aquest taller veurem com fer servir plaques Raspberry Pi a l'aula com a plataforma de la "Internet de les coses" (IoT). Una raspberry pi no és res més que un ordinador monoplaca de baix cost. S'explicaran les seves principals característiques i veurem com instal·lar un sistema operatiu Linux en ella. Un cop tinguem el sistema funcionant, es passarà a a fer una introducció al llenguatge de programació Python mitjançant "notebooks". Python és un llenguatge d'"scripting" d'alt nivell que gràcies a la seva simplicitat en la sintaxi del codi fa que sigui molt adequat per a introduir-se en l'aprenentatge de l'algorítmica. D'altra banda, els "notebooks" són una forma atractiva i simple de presentar i executar codi usant un navegador d'internet qualsevol. Acabarem fent uns quants "scripts" relacionats amb IoT, per a accedir a aplicacions webs, a una càmera connectada a la Raspberry pi i fins i tot a un robot Lego Mindstorm.

**PARAULES CLAU:** Algorítmica, Internet de les coses, Python.

Aquests materials estan sota una llicència Creative Commons 4.0 Internacional del tipus 

## 1. Introducció

En aquest taller donarem una visió de com utilitzar micro-computadors de baix cost com són les Raspberry Pi a les aules, dins del context de la "Internet de les coses" -*Internet of things* (IoT)-. El llenguatge de programació triat per a fer aquest taller és Python, degut principalment a la simplicitat de la seva sintaxi i la gran quantitat de llibreries auxiliars fetes per la comunitat que existeixen. Començarem explicant les característiques de les Raspberry Pis i explicant la instal·lació de Raspbian, el Linux de les Raspberry Pi.

### 1.1 Què és la "Internet de les coses" ?.

Quan es parla de la Internet de les coses (IoT) es refereix a una xarxa d'objectes físics de la vida quotidiana interconnectats que poden recollir i intercanviar dades entre ells. Tot i que és una idea que ja porta temps entre nosaltres[1], no ha sigut fins a l'aparició dels micro-computadors i sensors de baix cost connectats a internet no s'ha començat a veure una manera de portar aquesta idea a terme de forma assequible. Estudis recents[2] diuen que a l'any 2020 hi hauran uns 20.8 milers de milions d'aparells en la internet de les coses. Les aplicacions de la IoT són infinites, des dels objectes quotidians domèstics com televisors, neveres... fins a elements del mobiliari urbà, com és el cas de les "smart cities". Tot i aquests avenços en el maquinari, encara queden molts detalls per a resoldre en la capa lògica de la xarxa, sobretot en quant a l'estandardització dels protocols utilitzats pels dispositius per a comunicar-se i en quant a aspectes de seguretat i privadesa de dades.

### 1.2 El paper dels micro-computadors de baix cost en les aules.

Des d'uns anys ençà els computadors a l'aula s'ha tornat un fet quotidià en tots els centres educatius: des d'aules d'informàtica, fins a petits portàtils per a cada estudiant. Ara bé, l'adquisició i el manteniment d'aquests aparells ha estat sempre un fet problemàtic per als centres. La fundació britànica Raspberry Pi Foundation[3], creada per a "promoure l'estudi de la informàtica i temes relacionats de forma divertida, especialment a l'escola", va ser pionera, l'any 2012, en desenvolupar un micro-computador de mida molt petita i de baix cost: la Raspberry Pi 1. El que va començar com un ordinador barat per a les aules, ha acabat sent un estri utilitzat en molts sistemes encastats fets per aficionats, com poden ser robots, dispositius d'internet de les coses, etc. De la última versió llançada al mercat, la Raspberry Pi 3[4], se n'han venut més de 8 milions. Aquest model, a diferència dels anteriors, ve amb un xip wifi ja integrat i un port GPIO per a connectar sensors i actuadors digitals de 40 pins. També s'ha llançat recentment, la Raspberry Pi Zero[5], que és el micro-computador més petit i barat fins al moment, val només 5 dòlars.

### 1.3 La programació com a la clau per a la creativitat.

L'element clau per a poder desenvolupar aquests dispositius que formaran part de la "internet de les coses" és la programació d'algorismes que siguin capaços d'utilitzar les dades captades per sensors o proporcionades per un humà i interconnectar-se amb altres dispositius. No tenen perquè ser algorismes complexos, la majoria de vegades simplement es tracta de transformar

dades d'un format a un altre i enviar-les per un canal de comunicació. Per fer aquestes tasques un llenguatge d'"scripting" (un llenguatge interpretat, no compilat) sol ser més que suficient. A part, aquets tipus de llenguatges ens aporten una sèrie d'avantatges com són la facilitat de codificació, la portabilitat entre diferents sistemes, la rapidesa en desenvolupar codi que funcioni, etc. El fet d'usar un llenguatge d'aquestes característiques també ajuda a les persones que s'inicien en la programació, ja que aconseguen resultats que es veuen en poc temps i sense errors de sintaxi que frustrin a l'alumne. En llenguatges interpretats com és el Python, el que importa és centrar-se en l'algoritme que es vulgui desenvolupar i no en qüestions com quina màquina corre per sota del programa, com s'ha de gestionar la memòria o si s'ha de posar un punt i coma al final de cada instrucció o no.

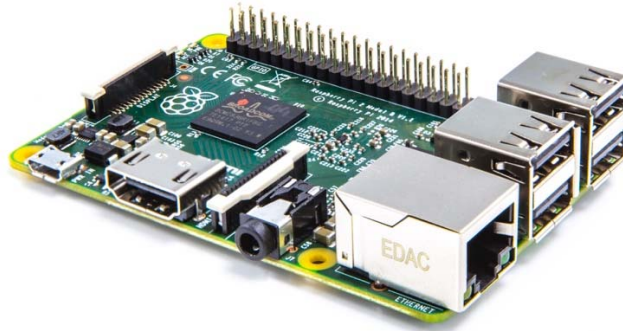
## 2. Raspberry Pi

En aquest taller usarem les Raspberry Pi 2 model B [6]. És la segona generació de Raspberry Pi. Va ser posada en el mercat al febrer de 2015. En la taula 1, podeu veure les principals característiques d'aquest model:

<b>Processador</b>	900MHz quad-core ARM Cortex-A7 CPU
<b>Memòria RAM</b>	1GB
<b>USB</b>	4
<b>GPIO</b>	40 pins
<b>Interfícies</b>	HDMI, Ethernet, Audio + Composite vídeo 3.5mm, PiCamera, Display
<b>Emmagatzemament</b>	Micro SD
<b>Tarja gràfica</b>	VideoCore IV 3D graphics core

Taula 1. Característiques principals de la Raspberry Pi 2 model B.

En la imatge 1, podeu veure una Raspberry Pi 2. La mida és aproximadament la d'una targeta de crèdit. S'hi poden reconèixer fàcilment els quatre ports USB, el port Ethernet, la sortida HDMI, el connector micro usb de corrent i el mini jack d'àudio i vídeo compost.



Imatge 1. Raspberry Pi model 2 B.

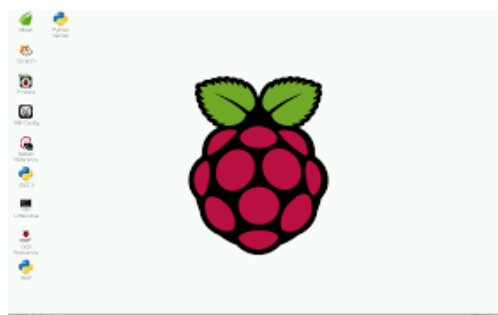
### 2.1 Raspbian: La distribució basada en Devian Linux de les Rpi.

Degut a que està equipada amb un processador ARMv7, pot executar pràcticament qualsevol distribució ARM GNU/Linux, fins i tot pot executar el nou Windows 10.

La distribució que farem servir en el taller és la Raspbian. Raspbian està basada en la famosa distribució Devian[7] del sistema operatiu Linux. Aquesta distribució és un conjunt bàsic de programes i utilitats que fan que funcioni la Raspberry Pi. Ve amb més de 35.000 paquets i softwares llests per funcionar.

El motiu de triar aquesta distribució és perquè utilitzarem NOOBS [8] per a configurar des de zero la nostra Raspberry Pi. **NOOBS** és un senzill instal·lador de sistemes operatius, que ja ve amb el Raspbian de sèrie. No obstant això, disposa d'una gran quantitat de sistemes operatius i distribucions alternatives que es poden descarregar d'internet i ser instal·lades seguidament.

Un cop tinguem la nostra tarjeta SD instal·lada amb la distribució Raspbian ja podem arrencar la nostra Raspberry Pi. Per començar, haurem de connectar-hi un teclat, un ratolí, una pantalla i el cable Ethernet per anar bé, igual que fariem amb un ordinador sobretaula. Un cop engegat ja podrem usar la nostra Raspberry Pi com si fos un ordinador qualsevol. La imatge 2, mostra l'escriptori típic d'una distribució Raspbian.



Imatge 2. Escriptori típic d'una distribució Raspbian per a Raspberry Pi.

### 3. Introducció a la programació Python

Ara que ja tenim la Raspberry Pi funcionant és hora de fer-li fer allò que desitgem mitjançant la creació d'algoritmes. Per tal d'implementar aquests algoritmes, el primer que necessitarem és un llenguatge de programació. En el taller el que usarem és Python. Per tots aquells que no l'hagin fet servir mai, es seguirà un petit tutorial per aprendre'n les principals característiques i poder entendre sense dificultats fragments de codi escrit en aquest llenguatge.

#### 3.1 Perquè python per a aprendre a programar?

Python ha esdevingut un llenguatge de programació molt popular recentment. A part de ser un llenguatge que s'usa en multitud d'aplicacions, actualment sol ser el primer llenguatge de programació que molts estudiants aprenen quan comencen un grau en Informàtica.

Els principals motius de triar Python com a primer llenguatge que els estudiants aprenen per a programar són perquè té una sintaxi molt simple i consistent, disposa d'una gran quantitat de llibreries i permet als estudiants a concentrar-se amb allò que realment importa: l'algoritme que volen desenvolupar.

Amb Python els estudiants entenen els conceptes bàsics, com són bucles i procediments, ràpidament. A més, gràcies a la gran quantitat de llibreries que hi ha i com de fàcil són de fer servir, els estudiants poden aprendre aquests conceptes bàsics treballant sobre aplicacions completes que siguin totalment funcionals. Per exemple, amb molt poques línies de programació poden fer-se una interfície d'usuari personalitzada pel seu projecte.

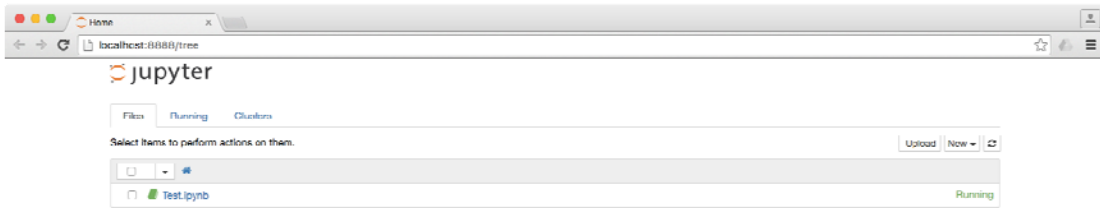
Finalment, Python és un llenguatge interpretat i no compilat. Això vol dir que cada instrucció pot ser executada una a una per un intèrpret. Això, per exemple, permet que els estudiants puguin provar trossos de codi en l'intèrpret per veure el seu resultat, sense haver d'executar tota l'aplicació.

#### 3.2 Els “notebooks” de Jupyter

El tutorial que seguirem en el taller està dissenyat com a un “notebook” de Jupyter[9]. Els “notebooks” són documents produïts per l'aplicació Jupyter, el qual conté tant codi de programació com text enriquit. Aquests documents, per tant, són molt útils per explicar resultats, ja que pots ajuntar codi que és executable i explicació ja sigui textual com gràfica. També és molt adequat per a fer tutorials o materials didàctics ja que pots posar explicacions i codi executable per a demostracions tot junt. També pot ser útil com a material entregable per a un pràctica o exercici a l'aula, ja que l'alumne pot fusionar en un mateix document memòria i codi. Ara bé, un notebook no és gaire útil com a entregable d'una aplicació informàtica. En aquest cas, sempre és millor el codi font, l'executable i la documentació per separat.

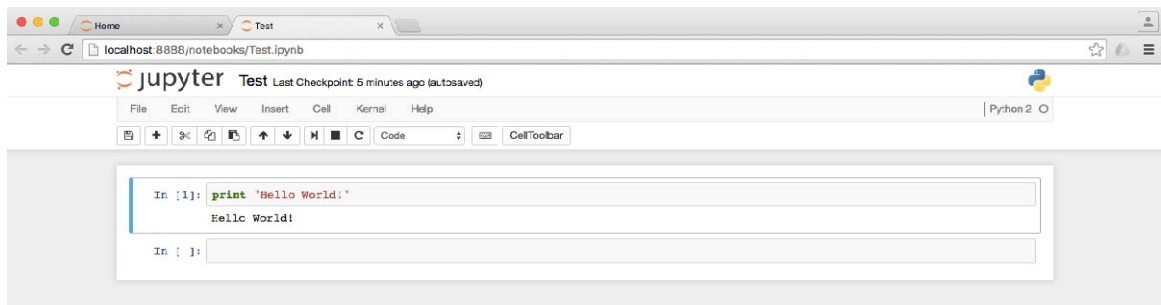
L'aplicació Jupyter és una aplicació web que permet editar i executar “notebooks” des del navegador. És pot executar des d'un ordinador en local, sense necessitat d'accés a internet.

En la Imatge 3, es pot veure una pàgina web en que es mostra el directori arrel del disc dur des d'on s'ha executat l'aplicació Jupyter. Es pot navegar pels directoris, veure's-hi tots els “notebooks” i accedir en ells.



Imatge 3. Fitxers notebooks del directori arrel on s'està executant l'aplicació Jupyter.

En la imatge 4 podem veure un exemple de "notebook". Com es pot observar, el document està format per cel·les. El contingut de les cel·les pot ser o bé un tros de codi o bé un contingut textual. En el cas de les cel·les de codi com la que es veu en la imatge, es poden executar, mostrant-se a continuació el resultat de l'execució.



Imatge 4. Exemple de "notebook" amb una cel·la que conté codi i el resultat de la seva execució.

A banda de tot això, Python té molts altres entorns de desenvolupament més tradicionals. Per exemple, amb la raspbian ve de base l'IDLE, que és un entorn que ofereix sintaxi de codi ressaltada, sagnat automàtic de línies de codi i accés a l'interpret mentre es codifica.

#### 4. Exemples d'aplicacions en la Internet de les Coses.

Per acabar el taller, veurem uns quants exemples d'aplicacions que es poden fer amb una Raspberry Pi orientat al món de la Internet de les Coses. En aquest punt, els assistents al taller podran optar per triar l'aplicació que més els hi agradi per a seguir-ne el seu tutorial.

Les tres aplicacions proposades són les següents:

- Accedir a la càmera de vídeo de RaspberryPi.
- Interconnectar amb un Lego EV3.
- Accedir a l'aplicació web de Wolfram Alpha.

##### 4.1 Accedir a la càmera de vídeo de RaspberryPi.

La Raspberry Pi incorpora un slot per a poder-hi connectar una càmera especial de Raspberry Pi[10] que costa uns 25 Euros. Nosaltres farem servir la versió 1 de 5Mpixels, però actualment al mercat ja es pot trobar la segona versió d'aquesta càmera que és de 8Mpixels a una resolució de 1080 pixels per 30 frames i 720pixels a 60 frames. L'aplicació que farem en aquest tutorial serà un sistema de videovigilància que detecti la presència de moviment en un espai. En cas de que hi hagi un moviment s'enviarà una senyal d'alarma al mòbil de l'usuari.

#### 4.2 Interconnectar amb un Lego Mindstorms EV3.

Lego Mindstorms EV3[11] és l'últim model del kit de robòtica de Lego. En aquest últim model és possible instal·lar una distribució Linux[12] sobre una targeta externa SD. En aquesta aplicació tindrem un robot EV3 engegat amb Linux i amb un servidor escoltant via Bluetooth ordres. Aquestes ordres seran enviades des d'un programa client en la Raspberry Pi. Li farem fer moviments senzills, com ara que faci una trajectòria en forma de quadrat, d'espiral, etc.

#### 4.3 Accedir a l'aplicació web de Wolfram Alpha.

La tercera opció d'aplicació és la de connectar la nostra Raspberry Pi a la xarxa wifi i fer servir una API d'un servei web. Una API és una forma d'enviar peticions a serveis que estan a la web usant peticions http estàndards. Normalment el que s'envia és un missatge en format JSON. El que farem en aquesta aplicació és crear un programa complex de càlcul que s'executarà en la nostra Raspberry Pi, però que es connectarà al servei Wolfram Alpha [13] mitjançant la seva API per a la realització dels càlculs.

### 4. Bibliografia

- [1]. Ashton, Kevin. *That 'Internet of Things'*. Recuperat de <http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- [2]. STAMFORD, Conn. *"Gartner Says 6.4 Billion Connected 'Things' Will Be in Use in 2016, Up 30 Percent From 2015"*. 10 November 2015. Recuperat de <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>
- [3] Raspberry Pi. *"About Raspberry Pi Foundation"*. Recuperat de <https://www.raspberrypi.org/about/>
- [4] Raspberry Pi. *"Raspberry Pi 3"*. Recuperat de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [5] Raspberry Pi. *"Raspberry Pi Zero the 5\$ computer"*. Recuperat de <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-zero/>
- [6] Raspberry Pi. *"Raspberry Pi 2 model B features"*. Recuperat de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- [7] Raspbian. *"Raspberry Pi + Devian"*. Recuperat de: <https://www.raspbian.org/>
- [8] Raspberry Pi. *"Download NOOBs"* Recuperat de <https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/>
- [9] Jupyter. *"Project Jupyter"*. Recuperat de <http://jupyter.org/about.html>
- [10] Raspberry Pi. *"Raspberry Pi Camera Module"*. Recuperat de <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>
- [11] Lego. *"Lego Mindstorms EV3"*. Recuperat de <http://www.lego.com/es-es/mindstorms/about-ev3>
- [12] EV3dev. *"Devian Linux-based operating system for Lego Mindstorm"*. Recuperat de <http://www.ev3dev.org/>
- [13] Wolfram. *"WolframAlpha"*. Recuperat de <https://www.wolframalpha.com/about.html>

