

Moduli e Pacchetti



Le Funzioni Finora

La funzioni forniscono una serie di **vantaggi significativi**

- Permettono di **astrarre un algoritmo**
 - ...E così di decomporre un problema complesso in problemi più semplici
- Rendono il codice più **ordinato**
- Rendono il codice più **facile da mantenere**
- Rendono il codice più **riutilizzabile**

Hanno però anche un grosso limite:

Con le funzioni, non possiamo condividere codice tra "notebook" diversi

- Per farlo, dobbiamo ancora copiare ed incollare il codice
- ...Con tutti gli svantaggi già discussi



Moduli

Una soluzione semplice: spostare le funzioni in un altro file

In questo modo:

- Diversi notebook possono fare riferimento allo stesso gruppo di funzioni
- Una modifica ad una funzione si ha effetto su tutte le sue chiamate
- Possiamo definire diversi gruppi di funzioni, rendendo il codice più ordinato

Python permette questo risultato attraverso i moduli

Un modulo in Python

- Rappresenta un contenitore di funzioni e variabili
 - ...E di altri oggetti che incontreremo nel tempo
- È implementato con un file di testo con estensione `.py`



Definire ed Utilizzare Moduli

Vediamo come definire in un modulo la funzione **potenza**:

```
In [1]: def potenza(a, b):  
        return a**b  
  
        print(potenza(2, 4))
```

16

Nella cartella corrente **va creato un file di testo con estensione **.py****

- Potete farlo da "Esplora Risorse" su Windows o Finder su OS X
- ...Oppure dalla home page di Jupiter
 - Prima usate il pulsante "new" per create un file di testo (**.txt**)
 - Poi cambiatene il nome e dategli l'estensione **.py**
 - Il nome deve essere un identificatore valido in Python



Definire ed Utilizzare Moduli

Nel modulo, si può definire la funzione come al solito

- Per questa lezione, è già stato creato un modulo "esempio_modulo.py"
- Potete aprirlo usando il link, oppure dall'home page di Jupyter
- Potete verificare che contiene il codice della nostra funzione

In particolare il contenuto del file è:

```
def potenza(a, b):  
    return a**b
```



Definire ed Utilizzare Moduli

Il nostro obiettivo è chiamare la funzione da questo notebook

- Per farlo, dobbiamo dire all'interprete Python di utilizzare il modulo
- Si usa l'istruzione **import**, con la sintassi:

```
import <nome modulo>
```

- Il nome del modulo coincide con il nome del file
- ...Senza l'estensione **py**

Nel nostro caso abbiamo:

```
In [2]: import esempio_modulo
```



Definire ed Utilizzare Moduli

Ogni modulo definisce uno **spazio di nomi (namespace)**

...Ossia agisce come un contenitore di identificatori

- La nostra funzione `potenza` è accessibile nel namespace `esempio_modulo`

Per accedere un namespace in Python, si usa la **notazione puntata**

La sintassi è:

```
<namespace>.<identificatore>
```

Nel nostro esempio, avremo:

```
In [3]: esempio_modulo.potenza(2, 4)
```

```
Out[3]: 16
```

Con questo metodo possiamo usare `potenza` **da qualunque notebook**



Varianti di `import`

L'istruzione `import` ha alcune varianti

Per esempio, permette di **rinominare localmente il modulo**

- Si usa la sintassi:

```
import <modulo> as <nome alternativo>
```

Nel nostro caso possiamo usare per esempio

```
In [4]: import esempio_modulo as em  
em.potenza(2, 4)
```

```
Out[4]: 16
```

Si tratta di una funzionalità comoda per accorciare il nome di un modulo



Ri-caricamento di Moduli

Quando un modulo viene importato

...L'interprete verifica se l'operazione non sia già stata fatta

- Se il modulo non risulta già "caricato" si procede con l'importazione
- ...Altrimenti non avviene nulla

```
In [5]: import esempio_modulo as em  
em.potenza(2, 4)
```

```
Out[5]: 16
```

- Di solito si tratta di una funzionalità utile (fa risparmiare tempo)
- ...Ma a tempo di sviluppo può causare problem

Vediamo di capire quali e come risolverli...



Ri-caricamento di Moduli

Provate ad eseguire la cella seguente:

```
In [2]: import esempio_modulo as em  
em.potenza(2, 4)
```

```
Out[2]: 16
```

Modificate ora il codice nel modulo come segue:

```
def potenza(a, b):  
    return 2*a**b
```

Ripetete ora l'esecuzione della cella:

```
In [3]: import esempio_modulo as em  
em.potenza(2, 4)
```

```
Out[3]: 16
```



Il risultato non è cambiato!

Ri-caricamento di Moduli

Il risultato non è cambiato perché il modulo non è stato ri-caricato

- Possiamo risolvere il problema ri-caricando esplicitamente il modulo
 - Esiste una funzione apposta in un modulo predefinito
- ...Ma si tratta di una operazione scomoda

Durante lo svilppo è più facile usare una funzionalità extra di Jupyter

In particolare, useremo l'estensione **autoreload**

```
In [4]: %load_ext autoreload
        %autoreload 2
```

- `%load_ext autoreload` prepare l'estensione autoreload
- `%autoreload 2` la attiva
- ...E la configura per ricaricare tutti i pacchetti prima dell'esecuzione



Ri-caricamento di Moduli

Una volta che l'estensione è attiva

...Le modifiche ai moduli hanno effetto immediato in Jupyter

```
In [5]: import esempio_modulo as em  
em.potenza(2, 4)
```

```
Out[5]: 16
```

- Utilizzeremo **autoreload** in tutti gli esercizi d'ora in avanti
- ...Ma ricordate che per avere la massima performance, è bene disabilitarla



Moduli e Script



Codice Libero in un Modulo

Eventuale **codice libero** (non in una funzione) in un modulo

...Viene eseguito (come al solito) durante la `import`

- Di solito lo si sfrutta per **definire variabili utili**
- E.g., potremmo voler rendere disponibile non solo la funzione **potenza**
- ...Ma anche la costante *e*

Il codice del modulo può essere modificato come segue:

```
def potenza(a, b):  
    return a**b  
  
e = 2.71828
```

Il codice modificato è disponibile in [esempio_modulo2.py](#).



Codice Libero in un Modulo

Quando importiamo il modulo

- L'istruzione `e = 2.71828` viene eseguita come al solito
- ...E la variabile `e` diventa disponibile all'interno del modulo:

```
In [6]: import esempio_modulo2

res = esempio_modulo2.potenza(esempio_modulo2.e, 2)
print('e^2 = ', res)

e^2 = 7.3890461584
```

Di solito si usa questa caratteristica per:

- Definire variabili importanti
- Eseguire codice di configurazione per il modulo



Codice Libero in un Modulo

...Ma qualcuno l'ha usato anche per definire degli "easter egg"

Provate a riavviare il kernel ed eseguire:

```
In [7]: import this
```

The Zen of Python, by Tim Peters

```
Beautiful is better than ugly.  
Explicit is better than implicit.  
Simple is better than complex.  
Complex is better than complicated.  
Flat is better than nested.  
Sparse is better than dense.  
Readability counts.  
Special cases aren't special enough to break the rules.  
Although practicality beats purity.  
Errors should never pass silently.  
Unless explicitly silenced.  
In the face of ambiguity, refuse the temptation to guess.  
There should be one-- and preferably only one --obvious way to do it.  
Although that way may not be obvious at first unless you're Dutch.  
Now is better than never.  
Although never is often better than *right* now.  
If the implementation is hard to explain, it's a bad idea.  
If the implementation is easy to explain, it may be a good idea.  
Namespaces are one honking great idea -- let's do more of those!
```



Script

In generale, eseguire codice direttamente da un file può essere molto utile

- Jupyter è utilissimo per sperimentare
- ...E per insegnare un nuovo linguaggio di programmazione

...Ma una volta che del codice è consolidato

- Dover avviare Jupyter ogni volta è scomodo
- ...E richiede inoltre di aver installato Jupyter

Sarebbe molto meglio poter eseguire direttamente un file .py

- Un file pensato per questo scopo si chiama **script**
- È identico (o quasi) ad un modulo con codice libero
- Semplicemente, è pensato per essere eseguito da terminale



Script

Nel file esempio_script.py trovate il codice:

```
def potenza(a, b):  
    return a**b  
  
e = 2.71828  
  
if __name__ == "__main__":  
    print(f'e^2 = {potenza(e, 2)}')
```

- `__name__` è una variabile che viene assegnata automaticamente dall'interprete
- Quando si importa il modulo contiene una stringa con il nome del modulo
- Quando si esegue un file `.py` da terminale, contiene la stringa `"__main__"`
- Usando `if __name__ == "__main__":`
- ...Il codice nell'`if` viene eseguito **solo** in caso di chiamata da terminale



Script

Proviamo ad eseguire lo script

- Aprite un terminale nella cartella con lo script
- ...Quindi eseguite il comando:

```
python esempio_script.py
```

Verrà stampato su terminale $e^2 = 7.3890461584$

Possiamo farlo anche dall'interno di Jupyter

Si usa il comando:

```
In [8]: !python esempio_script.py
```

```
e^2 = 7.3890461584
```

- Il "!" dice a Jupyter che il comando che segue va eseguito da terminale



Script

Gli script sono il modo "normale" di eseguire codice Python

Ogni programma Python compiuto viene di solito eseguito come script:

- Un server web
- Un sistema di diagnostica predittiva in contesto industriale
- Un sistema per il riconoscimento di immagini
- ...

Uno script può ricevere anche argomenti da linea di comando:

- L'indirizzo web (URL) da esporre
- L'identificativo del PLC da cui recuperare i valori dei sensori
- La telecamera da utilizzare
- ...

In questo corso, però, gli script saranno usati molto poco



Pacchetti



Moduli e Pacchetti

Più moduli possono essere raggruppati in un pacchetto (package)

- Un pacchetto è un contenitore di moduli
- È implementato come una **directory**

Per definire un pacchetto

- Nella cartella corrente, va **creata una nuova cartella**
 - Il nome della cartella deve essere un **identificatore valido**
- Nella cartella va creato un file `__init__.py`
 - Questo file viene eseguito quando il pacchetto viene "importato"
 - Può essere anche vuoto
 - È comunque necessario per indicare che la directory è un pacchetto



Pacchetti

Un pacchetto di esempio è disponibile nella directory esempio_pacchetto

Contiene:

- Un file `__init__.py` vuoto
- Un modulo `esempio_modulo.py`

I pacchetti si possono importare esattamente come i moduli

```
In [9]: import esempio_pacchetto
```

- Quando si importa un pacchetto il suo file `__init__.py` viene eseguito
- ...Ma i moduli contenuti non vengono automaticamente importati



Pacchetti

Per importare un modulo da un pacchetto, occorre farlo esplicitamente

```
In [10]: import esempio_pacchetto.esempio_modulo  
  
         esempio_pacchetto.esempio_modulo.potenza(2, 4)
```


```
Out[10]: 16
```

- Si usa la notazione puntata perché i pacchetti introducono un namespace

Per maggior leggibilità, si usa spesso l'istruzione `from ... import`

```
In [11]: from esempio_pacchetto import esempio_modulo  
  
         esempio_modulo.potenza(2, 4)
```

```
Out[11]: 16
```

- In questo modo importiamo il modulo
-  senza passare per il namespace del pacchetto

Sottopacchetti

Un pacchetto può avere dei sottopacchetti

- Corrispondono semplicemente a delle sotto-directory
- Introducono nei namespace, come al solito
- Non richiedono di specificare un nuovo file `__init__.py`

Un esempio è disponibile nella cartella esempio_pacchetto2

- Il pacchetto principale è vuoto (c'è solo `__init__.py`)
- Il sottopacchetto `esempio_sottopacchetto` contiene `esempio_modulo.py`

```
In [12]: from esempio_pacchetto2.esempio_sottopacchetto import esempio_modulo as em  
em.potenza(2, 4)
```

```
Out[12]: 16
```

Per lavorare con i sottopacchetti si usa la notazione puntata, come al solito



Compilazione Just in Time

I pacchetti vengono gestiti in modo speciale dall'interprete Python

- Anziché essere semplicemente interpretati
- ...Vengono compilati al momento dell'importazione

Il risultato della compilazione:

- Viene inserito una cartella `__pycache__` all'interno della directory
- ...E consiste di uno o più file con estensione `.pyc`

Si parte di **compilazione "just in time" (JIT)**

...Ossia fatta al momento del bisogno

- La compilazione JIT introduce un po' di overhead al momento del caricamento
- ...Ma permette di accelerare il tempo di esecuzione in seguito



Pacchetti ed Ecosistema Python

Python ha moltissimi pacchetti pre-installati

- `math` per fare calcoli
- `random` per generare numeri casuali
- `os` per lavorare con i file
- ...

In aggiunta, altri pacchetti sono installabili da collezioni centralizzate

Di solito, vengono gestiti mediante un programma detto package manager

- `pip` per Python classico
- `conda` per Anaconda

Ci sono pacchetti per fare tantissime cose

Insieme formano il cosiddetto ecosistema Python

