

---

---

# 18. Конкурентност

— 10 декември 2024 —

---

---

# Да се върнем малко назад (за награда)

Какво ще получим от следния код?

```
def counter():  
    print("Here we go!")  
    yield 1  
    yield 2  
    yield 3  
    return 4  
    print("I'm tired.")
```

```
c = counter()  
next(c)  
next(c)  
next(c)  
next(c)  
next(c)
```

1

2

3

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<pyshell#132>", line 1, in <module>  
    next(c)
```

StopIteration: 4

```
Traceback (most recent call last):  
  File "<pyshell#133>", line 1, in <module>  
    next(c)
```

StopIteration

# Въпрос за 2 кюфтета

Какво ще се случи тук?

```
type('???' , (3,) , {})
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<pyshell#1>", line 1, in <module>
```

```
    type('???' , (3,) , {})
```

```
TypeError: metaclass conflict: the metaclass of a derived class must be a  
(non-strict) subclass of the metaclasses of all its bases
```

## Въпрос за 2 кюфтета, част втора

А така?

```
type('???' , (type(3),), {})( ) + 5
```

5

# Въпрос за още 2 кюфтета

Нов опит?

```
type('???.2', (3.__class__), {'__add__': lambda this, that: this.__sub__(that)})( ) + 5
```

SyntaxError: invalid decimal literal

```
# Това - 3.__class__
```

А така?

```
type('???.2', ((3).__class__), {'__add__': lambda this, that: this.__sub__(that)})( ) + 5
```

```
-5
```

Не си кръщавайте `self` и `other` - `this` и `that`. Нито пък `това` и `онова`, нищо, че работи.

# Въпрос за още още 2 кюфтета

Какво прави този код?

```
wut = type("Epyt", (type,), {"__repr__": lambda self: f"{self.__name__[::-1]}.lower()"}  
{self.__class__.__name__[::-1].lower()}"})("Ym", (), {})  
print(wut)  
  
"my type"
```



# Нещо интересно по темата

```
def some_func(message):  
    if message == '':  
        print('Well, this is awkward...')  
  
for item in (x for x in dir(baba.__code__)  
            if x.startswith('co_')):  
    print(f'{item} - {getattr(baba.__code__, item)}')
```

```
co_argcount - 1  
co_cellvars - ()  
co_code -  
b'\x97\x00|\x00d\x01k(\x00\x00r\x00t\x01\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00d\x02\xab\x01\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x01\x00y\x00y\x00'  
co_consts - (None, '', 'Well, this is awkward...')  
co_exceptiontable - b''  
co_filename - <pyshell#148>  
co_firstlineno - 1
```

```
co_flags - 3  
co_freevars - ()  
co_kwonlyargcount - 0  
co_lines - <built-in method co_lines of code object at 0x000001B3A94CA970>  
co_linetable -  
b'\x80\x00\xd8\x07\x0e\x90"\x82}\xdc\x08\r\xd0\xe(\xd5\x08)\xf0\x03\x00\x08\x15'  
Warning (from warnings module):  
  File "<pyshell#152>", line 2  
DeprecationWarning: co_notab is deprecated, use co_lines instead.  
co_notab - b'\x02\x01\n\x01\x18\xff'  
co_name - some_func  
co_names - ('print',)  
co_nlocals - 1  
co_positions - <built-in method co_positions of code object at 0x000001B3A94CA970>  
co_posonlyargcount - 0  
co_qualname - some_func  
co_stacksize - 3  
co_varnames - ('message',)
```



**TODO: Add more memes**



# Що е то конкурентност?

~~Когато две изчисления се случват едновременно.~~

Когато две изчисления нямат ясно дефинирана последователност на изпълнение.

... И често (но не задължително) споделят ресурс.

# Тест:

Предварително знаем, че:

- След момент  $t_0$  ще започне изпълнението на две задачи T1 и T2
- В момент  $t_1$  и двете задачи ще са приключили

Няма как предварително да знаем:

- Реда, в който ще се изпълнят
- Дали ще си предават управлението
- Коя ще приключи първа

# Паралелизъм?

Това, за което повечето хора си мислят, когато им говориш за конкурентност.

Две изчисления, които реално се изпълняват едновременно.

Предполага наличието на много ядра/процесори, така че няколко задачи наистина да вървят паралелно.

# Пример

Конкурентност (MFF)



Паралелизъм (MFM)



# Как се постига конкурентност в Python?

А. Отделни процеси

Б. Нишки

- Зелени нишки - нашия код се грижи за предаването на контрол
- Системни нишки - операционната система се грижи за предаването на контрол

# GIL

Един python процес винаги работи върху едно ядро.

Досадно е, но уви спестява един ред други проблеми.

Възможно е дори реферирането на променлива в няколко нишки едновременно да създаде проблем (защо?).

# Чакай малко, това звучи супер неефективно!

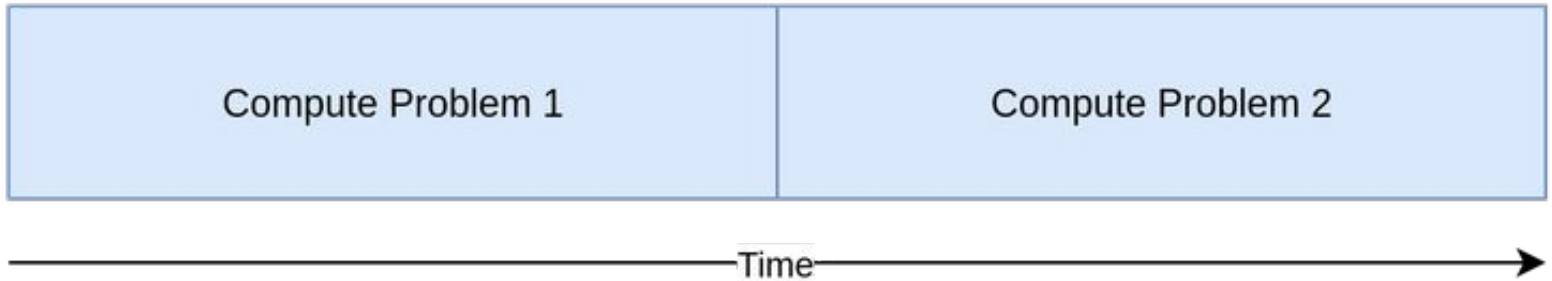
- Има нещо вярно
- Но!
- Нишките си имат приложение и в Python
- IO-bound vs CPU-bound процеси
- *P.S. От Python 3.13 нататък GIL може да се деактивира, но всичко свързано с това е **експериментално***



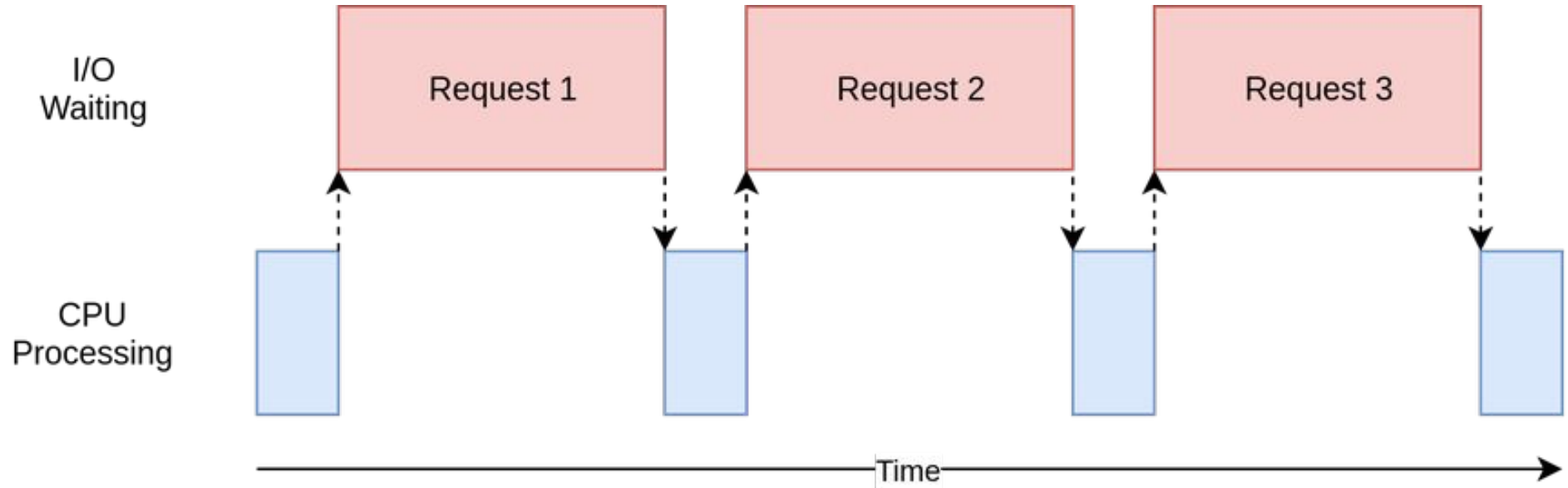
# CPU-bound

I/O  
Waiting

CPU  
Processing



# I/O-bound



# fork

Как (unixy) операционна система реализира паралелизъм

- fork създава ново копие на програмата, която изпълняваме
- Всички ресурси и променливи запазват стойността си в процеса-син
- След създаването на новия процес, всички промени са локални
- Все едно клонираме хора, за да вършим повече работа едновременно

# Пример с fork (на C)

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    printf("before\n");
    if (fork())
        printf("father\n");
    else
        printf("son\n");
    printf("both\n");
}
```

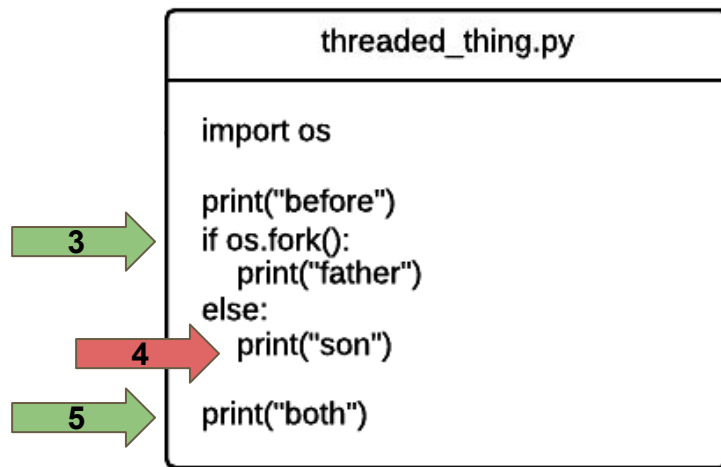
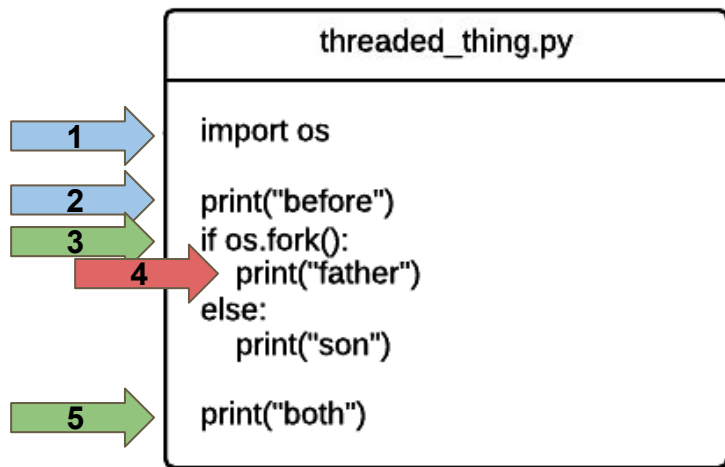
```
before
son
both
father
both
```

# Пример с fork (на Python)

```
import os

print("before")
if os.fork():
    print("father")
else:
    print("son")
print("both")
```

# В картинки



# По-сложен пример с fork

```
import os
import time

def log(msg): print("\n* " + msg)

orders = 0
while True:
    order = input('Enter order: ')
    if not order: continue
    if order in ('q', 'x', 'quit', 'exit'): break
    pid = os.fork()
    if pid == 0:
        time.sleep(3)
        log("Order '{0}' is ready!".format(order))
        break
    else:
        log("Roger that '{0}'({1}). Please, wait.".format(order, orders))
        orders += 1
```

## Друг пример с fork

```
import os

pid = os.fork()
if pid == 0:
    os.execlp('date', 'date')
else:
    status = os.wait()
    print("Father: son has finished {}".format(status))
```

Можем да ползваме и сигнали - `import signal`



# Предимства и недостатъци на fork

Против:

- Само за UNIX
- Създаването на нов процес е бавно и паметоемко
- Комуникацията между процеси е трудна - нямат обща памет

За:

- Стабилност
- Синът е независим - ако омаже нещо, бащата няма да пострада

# И малко хаос - fork bomb

- Ето как да се позабавлявате на гърба на колега (или по-скоро на гърба на машината му):

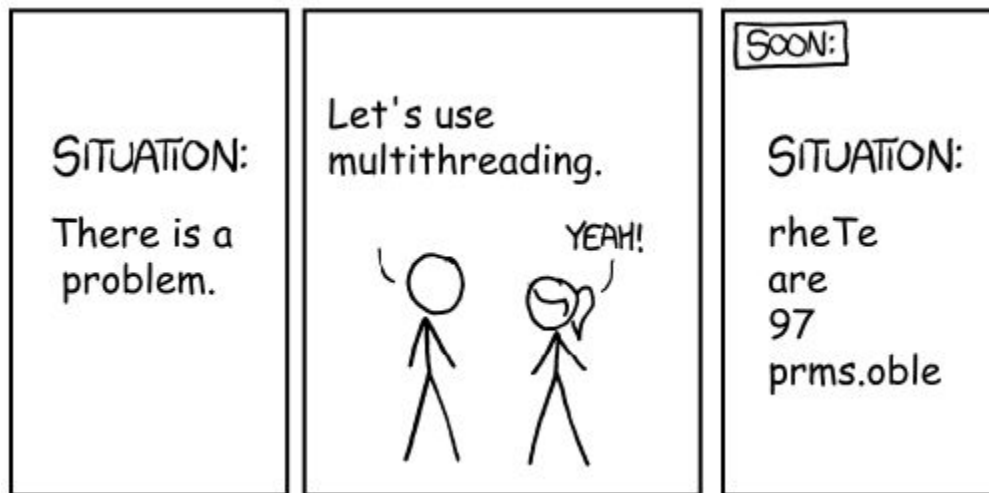
```
import os
while True:
    os.fork()
```

- Може и на един ред:

```
[o.fork()
 for (o,i) in [(__import__('os'), __import__('itertools'))]
 for x in i.repeat(0)]
```

- Не правете форк бомби на сайта...

# Сега да си поговорим за другия вид нишки



# Създаване на нова нишка

Даваме функция с параметри към нея

или

- Нишка — наследник на `threading.Thread`
- Код — в метода `run`
- Създаване и изпълнение на кода паралелно — метод `start`

# Пример с нишки (функция)

```
import threading

def f(name):
    print("Hello from {}".format(name))

thread = threading.Thread(target=f, args=('Bob',))
thread.start()
thread.join()
```

# Пример с нишки 2 (наследник на Thread)

```
import threading
import time

orders = 0

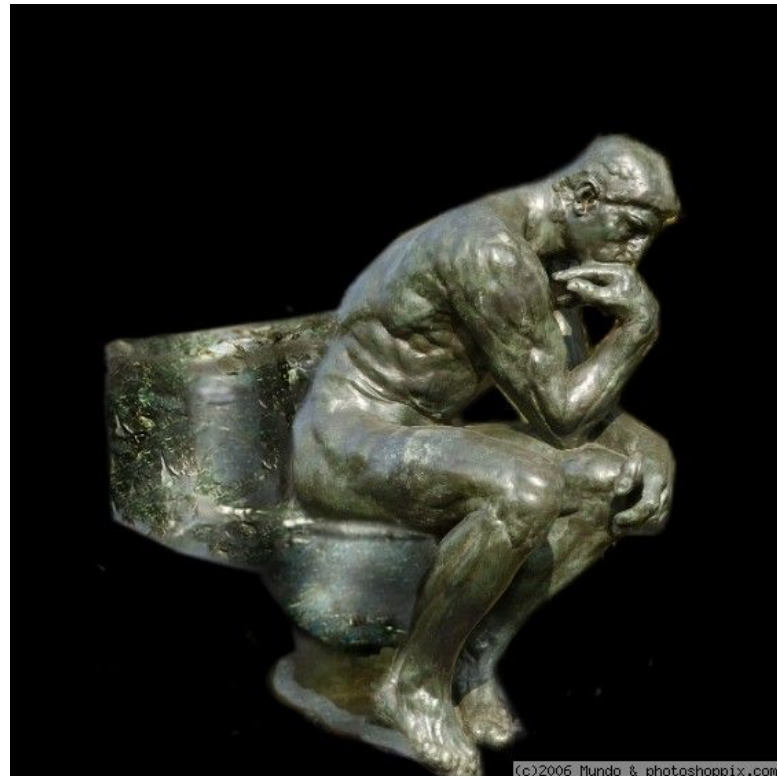
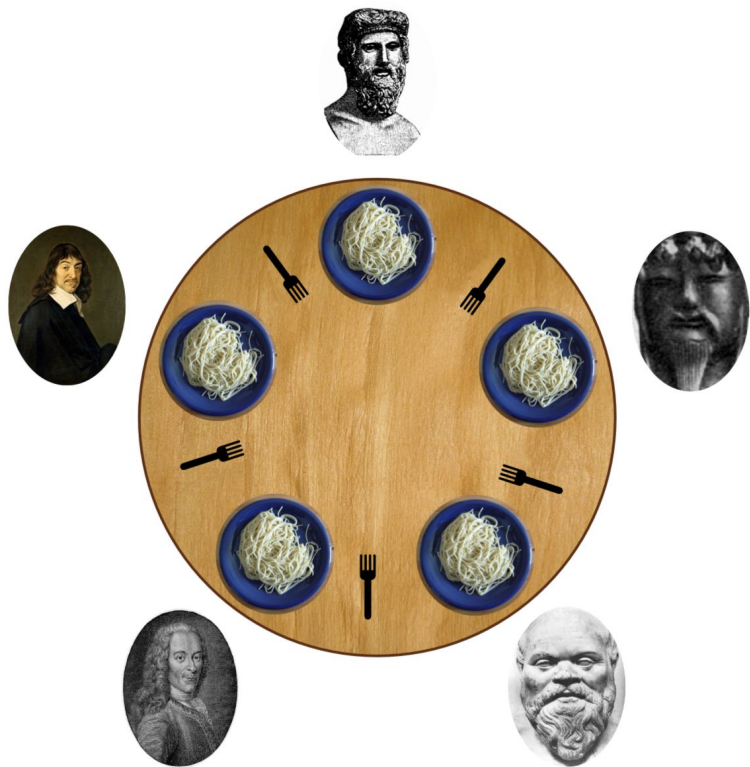
class Chef(threading.Thread):

    def __init__(self, order):
        self.order = order
        threading.Thread.__init__(self)

    def run(self):
        time.sleep(3)
        log("Order '{0}' is ready!".format(self.order))

while True:
    order = input('Enter order: ')
    if not order: continue
    if order in ('q', 'x', 'quit', 'exit'): break
    chef = Chef(order)
    chef.start()
    log("Roger that '{0}'. Please, wait in quiet desperation.".format(order))
    orders += 1
```

# Вечерящите философи



**Проблем!**





# Проблем!



If we don't need to work overtime, there would be enough time for us to stay on the toilet seat forever. The love seat toilet let us enjoy every moment together. We could read, listen to music or have some snakes at the same time! The most wonderful thing would be we could even go poo together!

Pig is the most lazy and virtuous animal we both love, so the first love seat toilet would be in a form of two attached piggy! If you like, we could create any style you want!

Let's stylize our daily life and let the toilet seat full of love!



# Критични секции

- Части от кода, които могат да бъдат изпълнени само от една нишка/процес в даден момент се наричат критични секции
- Те са критична част от многозадачното програмиране
- Има много похвати за реализирането на критични секции
- Всичките са равнопощни на нещо, наречено **семафор**

*Забележка: Кодът от предишният и всички следващи примери, можете да намерите [ето тук](#).*

# threading.Lock

- `threading.Lock()` ни връща `Lock` обект
- Викането на метода му `acquire()` ни гарантира, че само ние притежаваме този `Lock`
- Викането на `release()` освобождава `Lock`-а и разрешава някой друг да го заключи с `acquire()`
- Ако викнем `acquire()` докато `Lock`-а е зает — методът чака, докато не се освободи

# with и обекти с acquire и release

- Всички Lock-подобни обекти от `threading` са и context manager-и
- Ако ги ползваме с `with` ни се гарантира викането на `acquire()` преди и на `release()` след блока

```
with bathroom:  
    self.log("--> (entered the bathroom)")  
    time.sleep(random.random())  
    self.log("<-- (left the bathroom)")
```

# Модерно строителство, ресторанти и семафори

А ако има повече от една тоалетна в сградата?

Или още по-добре:

- Ресторант с 10 човека
- Всеки е едновременно готвач и сервитьор
- 5 фурни

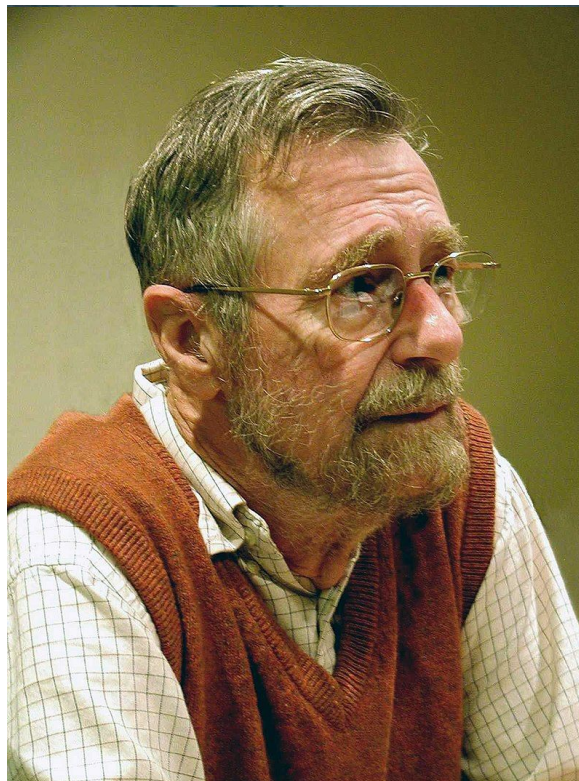
# Enter семафори

- От гр. – σήμα (знак) + φορός (носец)
- Показват на влаковите машинисти дали лентата пред тях е заета или свободна
- Всъщност може да бъде всичко - огън, дим, светлина, знаме
- И да предава всякаква информация - напада ли врага, лошо ли е времето на изток, кои продукти са на промоция в Кауфланд
- Но не точно това имахме предвид



# Enter (пак) семафори

- Числова променлива  $v$
- Операция  $P(v)$  — чакай докато  $v > 0$ , след което  $v -= 1$
- Операция  $V(v)$  —  $v += 1$
- Предложени от Дийкстра
- Не този
- Този (Едсхер)



# threading.Semaphore

- `threading.Semaphore(k)` ни връща семафор с интерфейс като на `Lock` и стойност `k`
- При всяко изпълнение на `acquire()` стойността се намалява с `1`
- При всяко изпълнение на `release()` стойността се увеличава с `1`
- Ако стойността е `0`, `acquire()` спи, докато някой не я увеличи с `release()`
- `Lock()` е еквивалентен на `Semaphore(1)`



# threading.Event

- По-проста комуникация, в която няколко нишки изчакват събитие от друга
- `wait()` блокира докато събитието не се случи
- `set()` „случва“ събитието

# Коледа на село

- 2 баби, майсторки баничарки, пекат баници за 3-мата си внука
- Искаме след като бабите опекаат нещо, някой от свободните внуци да започва да яде
- Бабите се казват producer-и, внуците — consumer-и

# threading.Condition

- `wait()` — чака, докато някоя баба не произведе нова баница
- `notify()` — това трябва да каже една баба, която е опекла баница. Ще събуди някой от чакащите. Ако няма чакащи няма да направи нищо...
- `notify_all()` — ще събуди всички чакащи
- `release()` и `acquire()` работят върху вътрешен за `Condition Lock`, който може да се подаде при конструиране
- `wait()` и `notify()` работят само ако владеем вътрешния `Lock`

# threading.local

- Инстанцира се чрез `threading.local()`
- Позволява свободен достъп до атрибути
- Всяка нишка вижда различни стойности зад атрибутите на този обект

# multiprocessing

`multiprocessing` модулът

- Дава ни подобни възможности като `threading`, но за процеси
- Crossplatform - Unix/Windows
- Благинки за синхронизация - `Semaphore`, `Lock`, `RLock`, `Condition`, `Event`
- Благинки за обмен на данни - `Queue`, `Pipe`
- Възможности за обща памет (`Value`, `Array`) от елементарни данни (`int/float/byte/...`) и `ctypes` структури
- Възможност за общи обекти - `Manager`
- Басейн (`Pool`)

# multiprocessing - примери

- Пример с обща памет
- Пример с lock
- Нещо много по-удобно - map (ама multiprocessing map)

# Паралелизиран тар

```
import requests
from multiprocessing import Pool

urls = ['http://www.python.org', 'http://www.python.org/about/',
        'http://github.com/', 'http://www.bg-mamma.com/']

def fetch(url):
    return requests.get(url)

if __name__ == '__main__':
    with Pool(4) as pool:
        statuses = list(map(fetch, urls))
    print(statuses)
```

# Неща, за които трябва да се внимава под Windows

- Аргументите на `Process.__init__()` трябва да са „pickle-able“
- Не е хубаво да достъпвате глобални променливи
- Задължително `if __name__ == '__main__':`
- Трябва да се внимава с действията при `import`



Напомняне, примерите от лекцията можете да откриете

Тук.

**Въпроси?**