

Въведение в програмирането с Python

Евгени Пандурски (epandurski@gmail.com)

За какво е този курс?

- ❶ Въведение
- ❷ Програмиране
- ❸ Python



Фигура 1: Пътешествие което може би ще продължи цял живот

Какво е програмиране?



Проблем: Управлението на сложни процеси е трудна и отговорна работа.

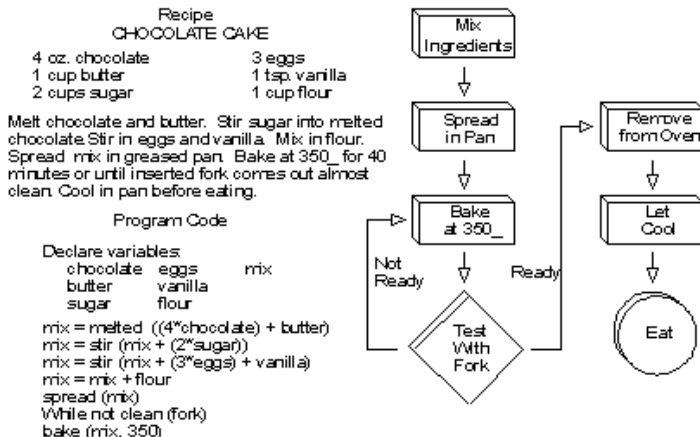
- изчислителни процеси
- бизнес процеси
- производствени процеси

Какво е програмиране?



Решение: Програмирането е автоматизирано управление на процеси.

Какво е програма?



Фигура 2: Програмата не е нищо повече от много подробна рецепта.

Какво е програма?

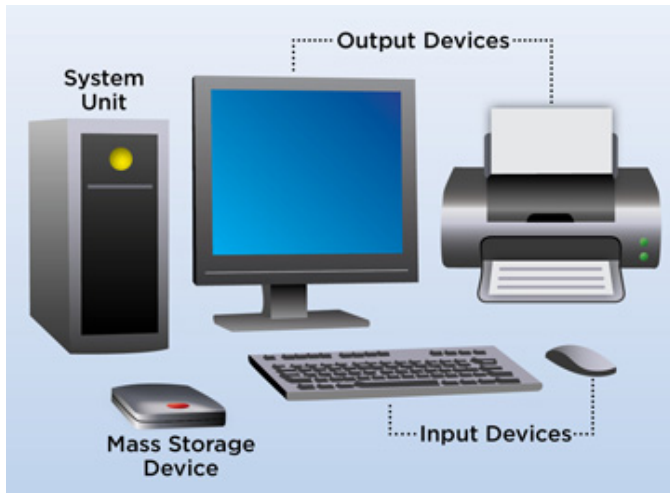


Компютърът “се държи” като много ограничен човек, който може да прави само пет неща:

- може безпогрешно да следва инструкции
- може да смята бързо
- може да помни много
- може да говори бързо
- може да ви разбере дори и да му говорите много бързо

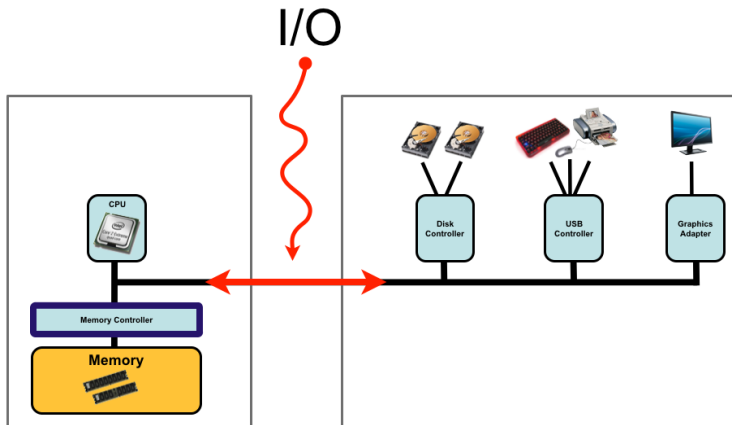
но иначе, не може дори да си обърше носа!

Как работи компютърът?



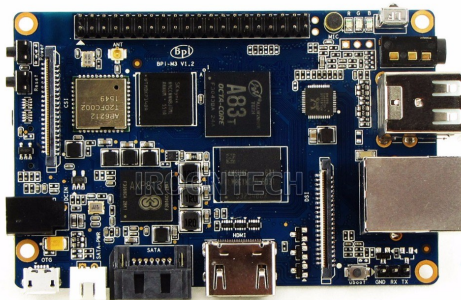
Фигура 3: Компютърна система с периферни устройства

Как работи компютърът?



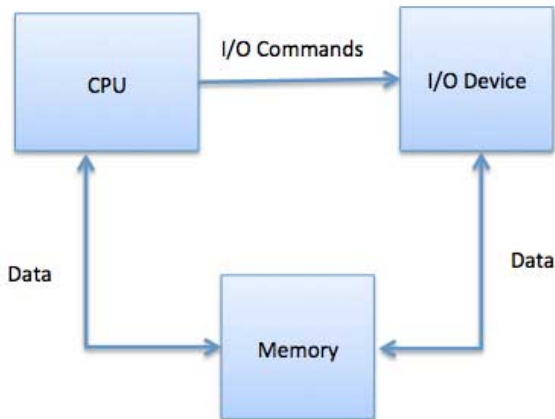
Фигура 4: Централният процесор (CPU) управлява всички останали компоненти. Паметта е “дясната му ръка”.

Как работи компютърът?



Фигура 5: Дънна платка с централен процесор, памет и
ВХОДНО-ИЗХОДНИ ШИНИ

Как работи компютърът?



Фигура 6: Всичко което централният процесор прави е да “мести” числа от едно място в паметта (неговата собствена и тази на I/O устройствата) на друго.

Какво е компютърна програма?

- Компютърната програма е много подробна рецепта за процесора – как да “мести” числа от едно място в паметта на друго.
- Всички периферни устройства (графична карта, монитор, USB контролер, принтер, дисков контролер, диск, мрежова карта и т.н.) четат от I/O паметта си какво процесорът им е казал да правят, и го правят.
- Паметта е единственият “свят” който процесорът вижда. В паметта се съхраняват данни и програми. За да “види” нещо процесорът, трябва да го заредите в паметта му.
- За да изпълни процесорът дадена програма, трябва да я заредите в паметта му и да му наредите да започне да я изпълнява.

Какво е компютърна програма?

```
01101010011010100010110110010010101100101010101001010101
01111000101011110001101110111000101010010101001101010100
01010100010010010110101000101001011100011001010100100110
00110101010111101011011110100100100010110101010100000101
00110101001101010001011011001001010110010101010100101010
10111100010101111000110111011100010101001010100110101010
00101010001001001011010100010100101110001100101010010011
00011010101011110101101111010010010001011010101010000010
00110101001101010001011011001001010110010101010100101010
101111000101011110001101110111000101010010100110101010
00101010001001001011010100010100101110001100101010010011
00011010101011110101101111010010010001011010101010000010
00110101001101010001011011001001010110010101010100101010
101111000101011110001101110111000101010010100110101010
00101010001001001011010100010100101110001100101010010011
00011010101011110101101111010010010001011010101010000010
00110101001101010001011011001001010110010101010100101010
101111000101011110001101110111000101010010100110101010
00101010001001001011010100010100101110001100101010010011
00011010101011110101101111010010010001011010101010000010
00110101001101010001011011001001010110010101010100101010
101111000101011110001101110111000101010010100110101010
00101010001001001011010100010100101110001100101010010011
00011010101011110101101111010010010001011010101010000010
00110101001101010001011011001001010110010101010100101010
101111000101011110001101110111000101010010100110101010
```

Фигура 7: Двоичният код (“машинен език”) е единственият език който компютърът разбира.

Какво е компютърна програма?

Проблем:

- За да може процесорът да изпълни каквато и да било програма, тя трябва да бъде заредена в паметта като последователност нули и единици (двоичен код).
- За хората двоичният код е неразбираем.

Какво е компютърна програма?

Решение:

- Програмистите могат да пишат програмите си на езици които са по-разбираеми за хората, след което тези програми се превеждат в двоичен код.
- Преводът се извършва от специализирани, много сложни програми, наречени “транслатори”, “компилатори” или “интерпретатори”.

Какво е компютърна програма?

b8 00 b8 8e c0 8d 36 20 03 e8 fd 01 bf a2 00 b96
02 00 eb 2b b4 06 b2 ff cd 21 3c 71 0f 84 e5 01	...+.!!!<q...
3c 50 b9 a0 00 74 18 3c 48 b9 a0 00 0f 84 d9 00	<P...t.<H.....
b9 02 00 3c 4d 74 08 3c 4b 0f 84 cc 00 eb d5 89	...<Mt.<K.....
3e b5 09 01 cf 89 3e b3 09 e8 87 01 8b 3e b5 09	>.....>.....>..
b0 20 26 88 05 26 88 45 fe 26 88 85 62 ff 26 88	. &...&.E.&..b.&.
85 60 ff 26 88 85 5e ff 26 88 85 9e 00 b0 07 26	..`&...^&.....&
88 45 01 8b 3e b3 09 89 fb 83 eb 02 d1 fb 8a 00	.E...>.....
26 88 45 fe 89 fb 81 eb a2 00 d1 fb 8a 00 26 88	&.E.....&.
85 5e ff 89 fb 81 eb a0 00 d1 fb 8a 00 26 88 85	..^.....&.
60 ff 89 fb 81 eb 9e 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 62	`.....&..b
ff 89 fb 81 eb a2 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 5e ff&..^.
89 fb 83 c3 02 d1 fb 8a 00 26 88 45 02 89 fb 81&.E....
c3 9e 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 9e 00 89 fb 81 c3&.....
a0 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 a0 00 89 fb 81 c3 a2&.....
00 d1 fb 8a 00 26 88 85 a2 00 b0 03 26 88 05 a0&.....
b7 09 26 88 45 01 e9 0b ff 89 3e b5 09 29 cf 89	..&.E.....>..)
3e b3 09 e8 bd 00 8b 3e b5 09 b0 20 26 88 05 26	>.....>... &..&
88 45 02 26 88 85 9e 00 26 88 85 a0 00 26 88 85	.E.&....&....&..
a2 00 26 88 85 62 ff b0 07 26 88 45 01 8b 3e b3	..&..b...&.E...>.
09 89 fb 83 eb 02 d1 fb 8a 00 26 88 45 fe 89 fb&.E....
81 eb a2 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 5e ff 89 fb 81&...^.....
eb a0 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 60 ff 89 fb 81 eb&...`.....
9e 00 d1 fb 8a 00 26 88 85 62 ff 89 fb 81 eb a2&..b.....
00 d1 fb 8a 00 26 88 85 5e ff 89 fb 83 c3 02 d1&..^.....

Фигура 8: Програма в шестнадесетичен код

Какво е компютърна програма?

```
; 8051 ASSEMBLY PROGRAM TO BLINK AN LED CONNECTED TO P1.0  
CONTINUOUSLY
```

```
                                ; Reset Address  
                                MOV PSW, #00      ; Selecting Bank0 for temporary registers  
LOOP:    CPL P1.0              ; complementing the pin where LED was  
                                ; connected  
  
                                MOV R0, #0FFH  
L1:      MOV R1, #0FFH  
L2:      MOV R3, #0AH  
                                ; R0, R1, R3 are temporary registers  
                                ; (BANK0) used for delay loop  
  
L3:      DJNZ R3, L3  
          DJNZ R1, L2  
          DJNZ R0, L1  
          AJMP LOOP            ; Delay loop which makes LED blinking  
                                ; visible  
  
END
```

Фигура 9: Програма на асемблерен език

Какво е компютърна програма?

```
1  #include <stdio.h>
2
3  main()
4  {
5      int i=0;
6
7      if (i == 1)
8      {
9          puts ("i is equal to one\n");
10     }
11     else
12     {
13         puts("i is NOT equal to one");
14     }
15 }
```

Фигура 10: Програма на програмния език “C”

Python е много популярен, съвременен, интерпретируем, интерактивен, обектно-ориентиран език за програмиране.

- Създаден е от Гуидо ван Росум през 1990 г. Името си дължи на шоуто “Monty Python’s Flying Circus”, на което авторът на езика е почитател.
- Версия 2.0 излиза през 2000 г. Финалната версия на “Python 2” е 2.7.
- Версия 3.0 излиза през 2009 г.

Други популярни интерпретируеми (скриптови) езици:

- Javascript
- Ruby
- Shell scripts (bash, PowerShell)

Предимства:

- лесен за научаване
- популярен
- програмите често са по-къси и по-разбираеми
- работи на всякакви компютри и операционни системи
- open source
- огромно количество свободни за ползване библиотеки
- голямо “community” от много високо квалифицирани програмисти, които са готови да ви помогнат

Недостатъци:

- недостатъчно “бърз” за някои видове приложения

Къде бихте го ползвали:

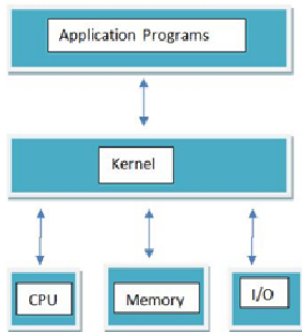
- web сървъри
- графичен потребителски интерфейс (GUI)
- числено и статистическо програмиране
- machine learning
- shell скриптове
- игри
- компютърно обучение
- програмиране за удоволствие

Къде не бихте го ползвали:

- писане на ядро на операциона система
- микроконтролери с много малко оперативна памет

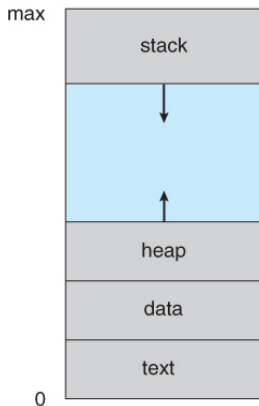
- ❶ epandurski@gmail.com
- ❷ <https://python.org/>
- ❸ <http://thonny.org/>
- ❹ <https://github.com/epandurski/python-course>
 - [exercises.pdf](#)
 - [tutorial.pdf](#)
 - [tutorial_BG_2.0.pdf](#)

Какво трябва да знаем за операционните системи?



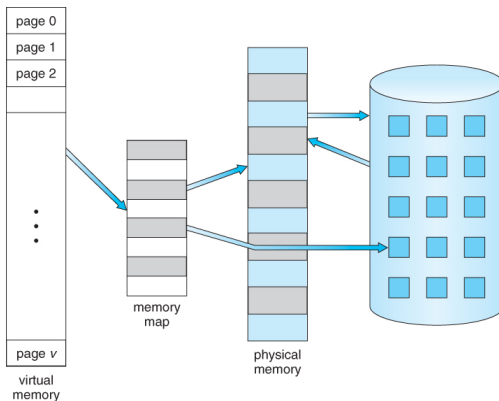
Фигура 11: Kernel vs. user mode, processes, permissions

Какво трябва да знаем за операционните системи?



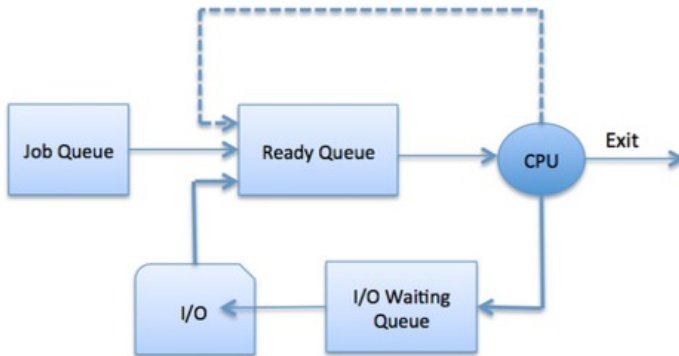
Фигура 12: Всеки процес, който операционната система изпълнява, има свое собствено виртуално адресно пространство и памет.

Какво трябва да знаем за операционните системи?



Фигура 13: Memory mapping, MMU

Какво трябва да знаем за операционните системи?



Фигура 14: Processes execution scheduling

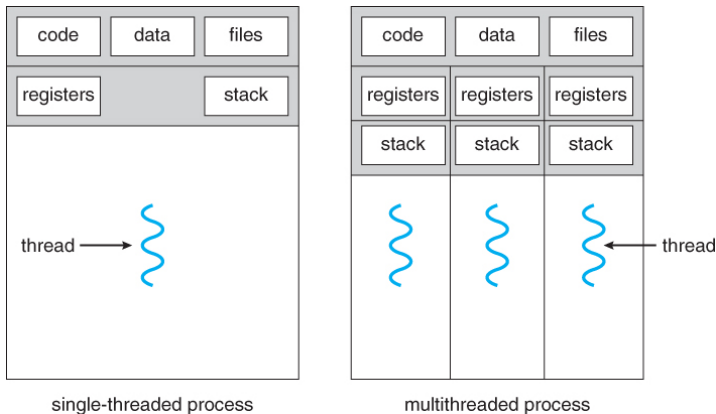
Inter-Process Communication (IPC)



1

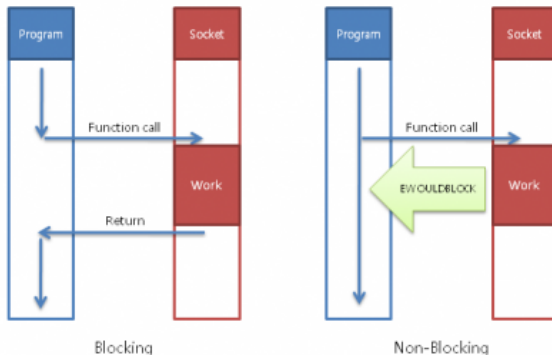
Фигура 15: Files, pipes, signals, shared memory, semaphores, sockets

Какво трябва да знаем за операционните системи?



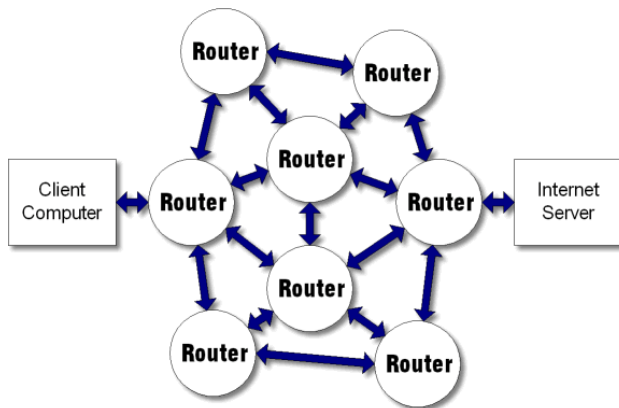
Фигура 16: Threads, thread synchronisation

Какво трябва да знаем за операционните системи?



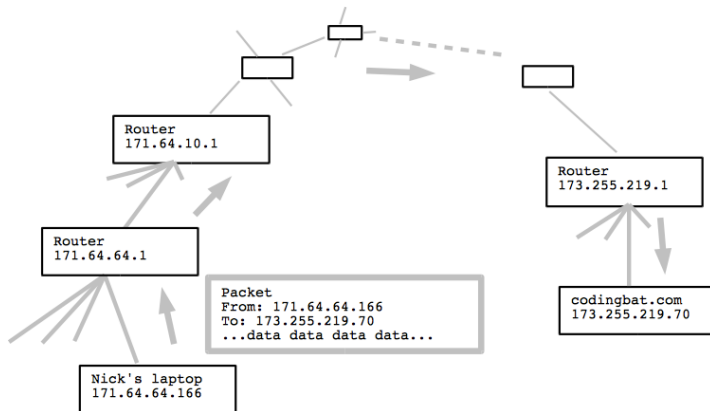
Фигура 17: I/O is slow – blocking vs. non-blocking

- Библиотека за писане на 2D игри на Питон
- <http://www.pygame.org/>
- Използва библиотеката SDL <http://www.libsdl.org/>
- Hardware Accelerated Graphics
 - framebuffer
 - drawing, “bit blit”
- Graphical User Interface (GUI)
 - windowing system
 - compositing
 - sprites
 - event loop
- Примери
 - pdb
 - pudb



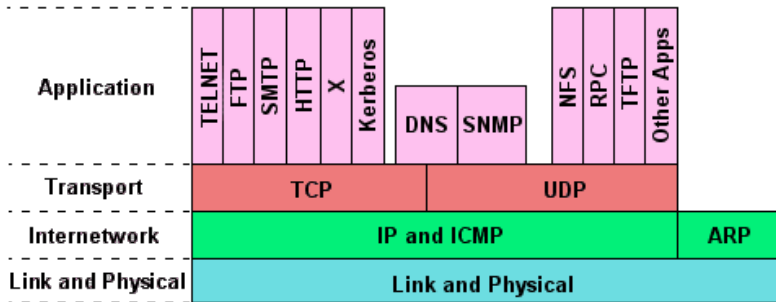
Фигура 18: Компютърните мрежи дават възможност компютрите да си “говорят”. Мрежовите протоколи са “езиците” на които компютрите общуват помежду си.

Мрежови протоколи

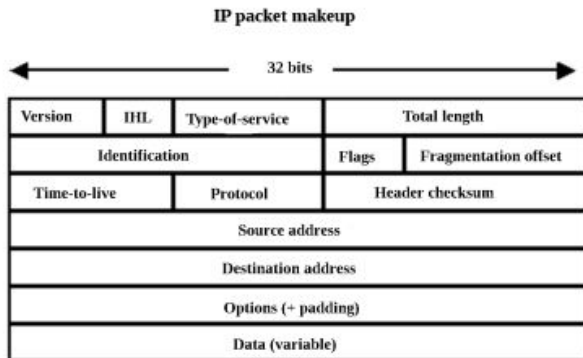


Фигура 19: Всеки компютър (или рутер) в мрежата има свой уникален адрес на който може да му бъдат изпращани съобщения.

Мрежови протоколи



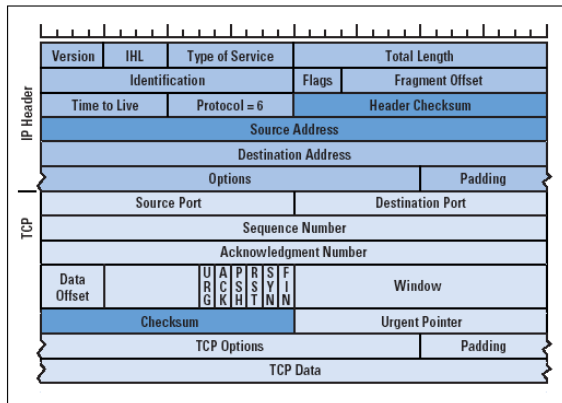
Фигура 20: Мрежовите протоколи “стъпват” един върху друг, образувайки “слоеве”.



Фигура 21: IP Datagram – Internet Protocol (IPv4 и IPv6) е протоколът, който рутерите използват да предават данни помежду си.

Мрежови протоколи

Figure 1: TCP/IP Header
Fields Altered by NATs
(Outgoing Packet)



Фигура 22: TCP е протоколът който приложенията използват да говорят помежду си.

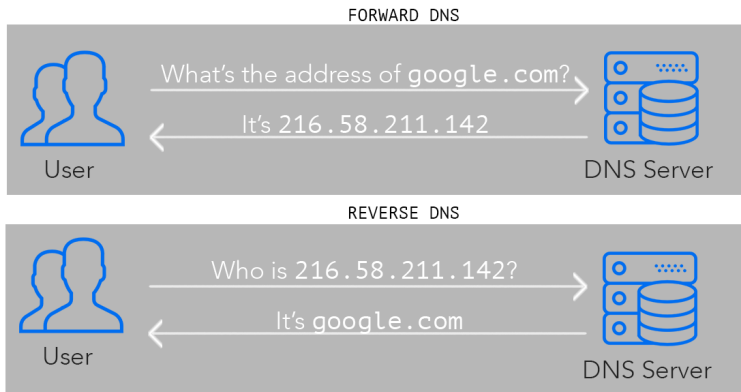
TCP ни гарантира:

- 1 че това което изпращаме, ако бъде прието, ще бъде прието без грешки, в реда в който сме го изпратили;
- 2 че изпращащият компютър няма да подава информацията по-бързо отколкото приемащият компютър може да я обработва.
- 3 Можем да отвяряме много конекции към/от един и същ IP адрес. Различните конекции имат различен “порт”.

В Питон, стандартният модул `socket` ни позволява да отваряме и затваряме TCP и UDP конекции, както и да изпращаме и получаваме информация по тях.

- <https://docs.python.org/3/howto/sockets.html>
- Труден за ползване.
- Формата в който се изпращат и получават съобщенията е отговорност на програмиста.
- Криптирането е отговорност на програмиста.

Мрежови протоколи



Фигура 23: Domain Name System

An Example SMTP session

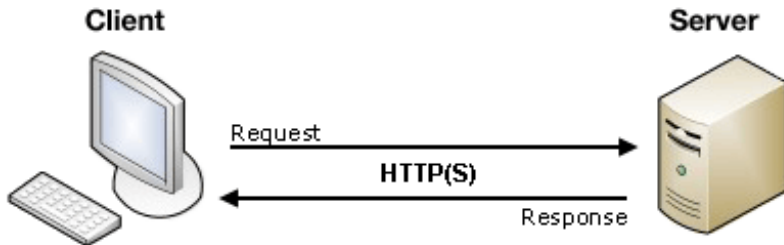
```
S: 220 mailserver.example.com ESMTP Postfix
C: HELO sender.test.com
S: 250 Hello mailsender.test.com, I am glad to meet you
C: MAIL FROM alice@test.com
S: 250 Ok
C: RCPT TO bob@example.com
S: 250 Ok
C: RCPT TO john@example.com
S: 250 Ok
C: DATA
S: 354 End data with <CR><LF><CR><LF>
C: From: "Alice Test" alice@test.com
C: To: Bob Example bob@example.com
C: Cc: john@example.com
C: Date: Sun, 16 Feb 2014 18:04:25 +0530
C: Subject: Test message
C:
C: Hello Bob.
C: Sending a test message to test the SMTP protocol operation.
C: Yours Sincerely ,
C: Alice
C:
S: 250 Ok: queued as 12345
C: QUITS: 221 Bye
{The server closes the connection}
```

Initial Handshake

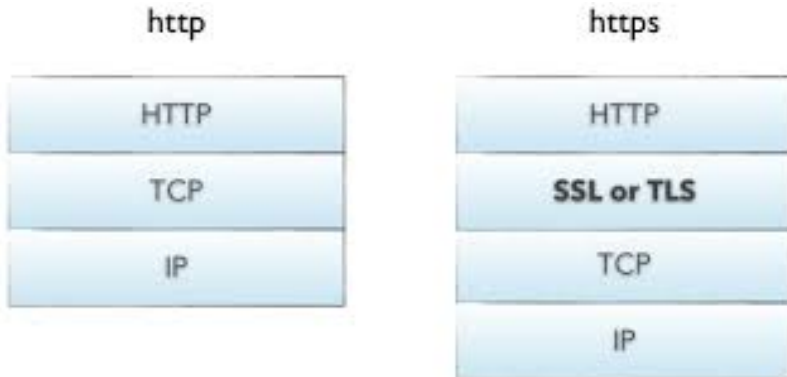
Message Header

Message Body

Фигура 24: Simple Mail Transfer Protocol



Фигура 25: HTTP е протоколът по който браузърите си “говорят” със сайтовете в Интернет.

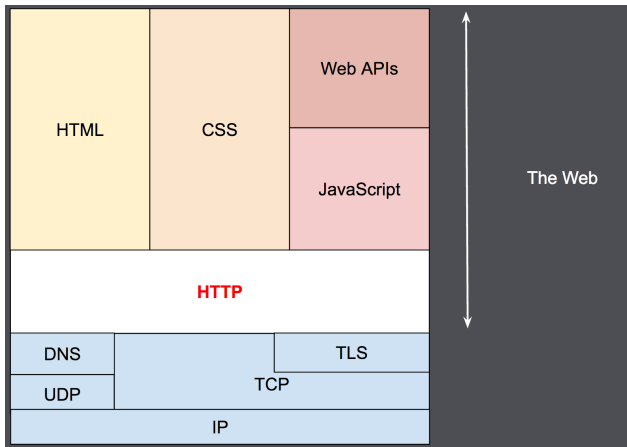


Фигура 26: HTTPS е HTTP “пуснат” по криптиран канал.

Стандартната библиотека на Питон включва модули за работа с всички основни интернет протоколи.

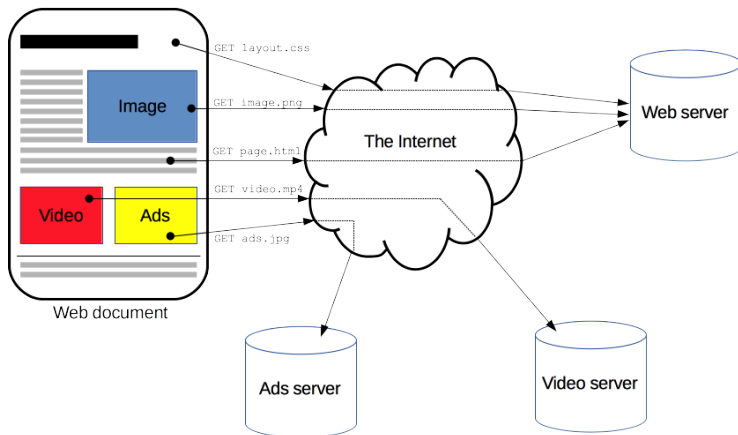
- DNS – `socket.gethostbyname('google.com')`
- `smtplib`
- `smtpd`
- `email`
- `http`
- `ssl`
- `urllib`
- `ipaddresses`
- `ftplib`

The World Wide Web (WWW)



Фигура 27: WWW е “екосистема” от Web-стандарти.

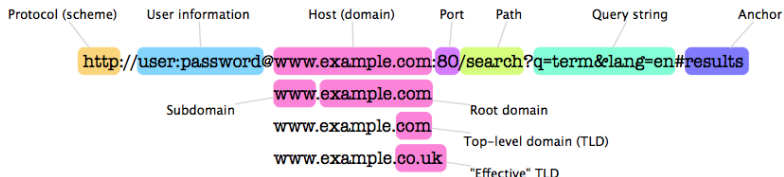
The World Wide Web (WWW)



Фигура 28: На една web-страница може да има съдържание (“ресурси”) идващо от много различни сървъри.

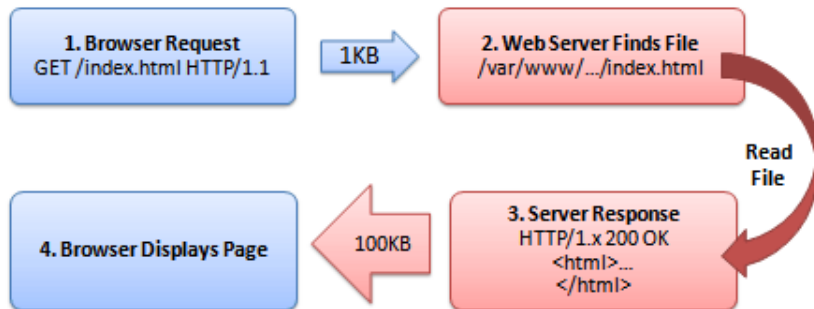
The World Wide Web (WWW)

Know Your Uniform Resource Locator



Фигура 29: Различните “Web” ресурси се адресират с URL-и.

HTTP Request and Response

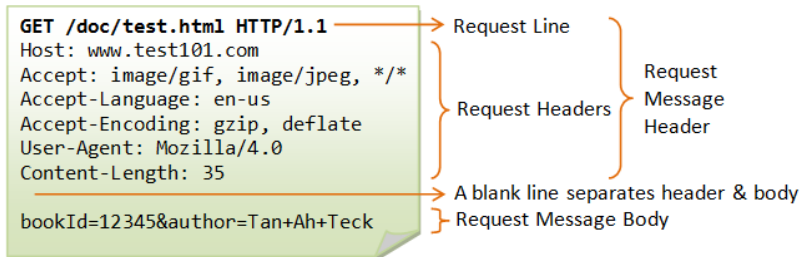


HTTP Example

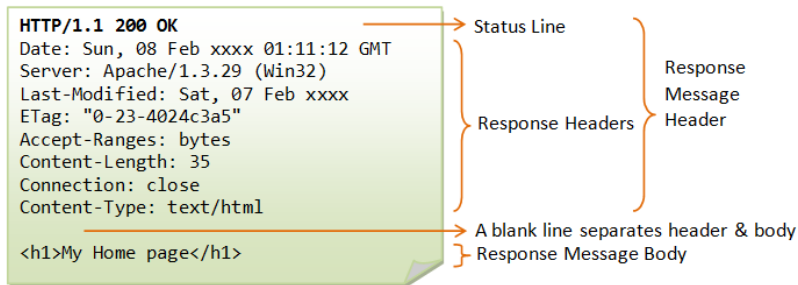
```
$ telnet google.com 80
Trying 216.58.209.14...
Connected to google.com.
Escape character is '^]'.
GET /
```

```
$ cd python-course/examples/html
$ python3 -m http.server
$ firefox http://localhost:8000/page_demo.html
```

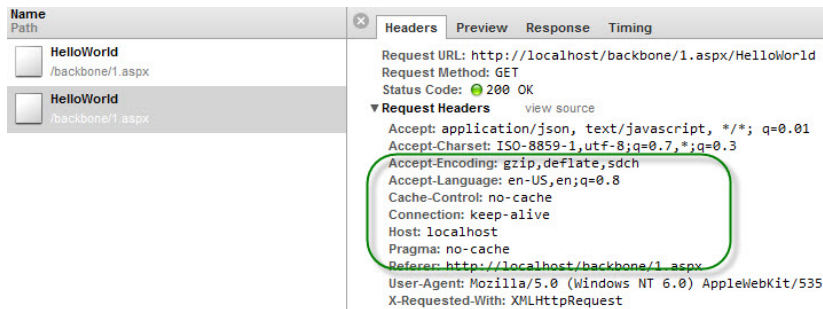
HTTP Request



HTTP Response

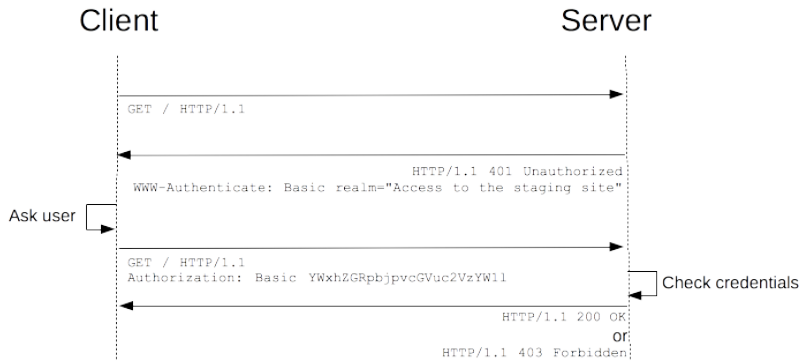


Какво ни дава HTTP?



Фигура 30: Content type negotiation, MIME types

Какво ни дава HTTP?



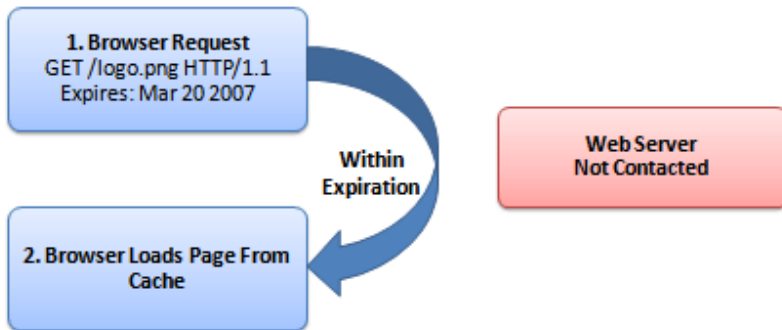
Фигура 31: Authentication

Какво ни дава HTTP?



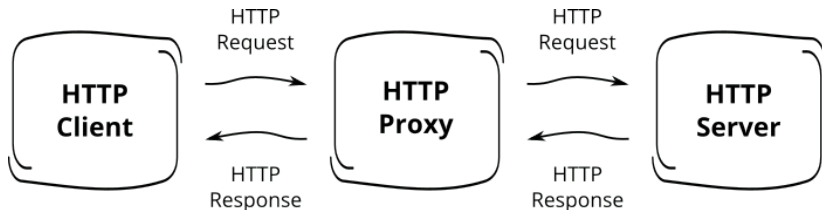
Фигура 32: Cookies

HTTP Cache: Expires



Фигура 33: Caching

Какво ни дава HTTP?



Фигура 34: Proxy servers

Какво ни дава HTTP?

HTTP Methods

GET

.....> Request for a web page or an object from server

PUT

.....> For sending a document to the server

POST

.....> For sending data or information about client to the server

DELETE

.....> Request to Delete an object on the server

HEAD

.....> Request for information about a web page or a document

TRACE

.....> Used to trace the proxies and tunnels in the path from client to server

OPTION

.....> Used to determine server's capabilities

Какво ни дава HTTP?

- <https://www.httpwatch.com/httpgallery/introduction/>
- <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTTP/Overview>

Hypertext Markup Language (HTML) is the standard markup language for creating web pages and web applications. With Cascading Style Sheets (CSS) and JavaScript, it forms a triad of cornerstone technologies for the World Wide Web.

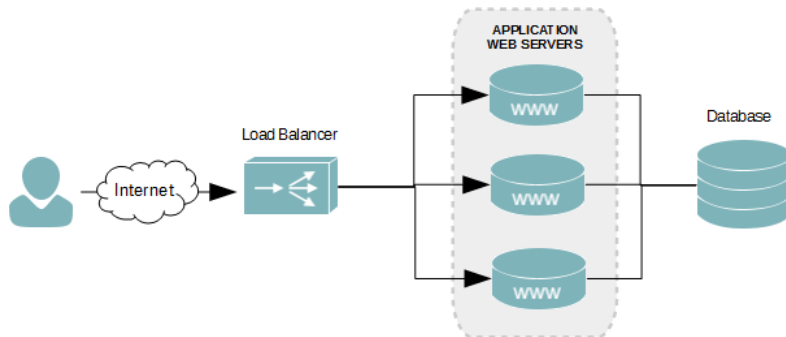
- История
- Въведение и примери
 - <http://www.columbia.edu/~fdc/sample.html>
 - <https://www.w3schools.com/html/default.asp>
 - https://www.w3schools.com/html/html_forms.asp
- Mozilla Developer Network (MDN)

Cascading Style Sheets (CSS) is a style sheet language used for describing the presentation of a document written in a markup language like HTML. CSS is a cornerstone technology of the World Wide Web, alongside HTML and JavaScript.

- Въведение и примери
<https://www.w3schools.com/css/default.asp>

JavaScript is a high-level, interpreted programming language. Alongside HTML and CSS, JavaScript is one of the three core technologies of the World Wide Web. JavaScript enables interactive web pages and thus is an essential part of web applications. The vast majority of websites use it, and all major web browsers have a dedicated JavaScript engine to execute it.

- Въведение и примери
<https://www.w3schools.com/js/default.asp>
https://www.w3schools.com/js/js_htmlDOM.asp
- Днешните браузъри са сложни
- Single Page Applications



Фигура 35: Базата данни е в “центъра” на почти всяко бизнес приложение.

A database is an ORGANIZED collection of data, stored and accessed electronically.

- hierarchical databases
- key-value stores
- object databases
- document databases
- graph databases
- relational databases (the most flexible, the most complex)

- Database theory
- ACID
 - atomicity
 - consistency
 - isolation
 - durability

- Non-relational (NoSQL) databases: redis, MongoDB
 - excellent scalability
 - non-ACID
- Relational databases: PostgreSQL, MariaDB/MySQL, SQL Server, Oracle
 - tables (relations), schema
 - structured query language
 - transactions, write ahead log, memory buffers
 - concurrency, locking, multi-version concurrency control
 - backup, replication
 - scaling, tablespaces, sharding
 - indexes, full text search
 - stored procedures, triggers, views

- SQL
 - https://www.w3schools.com/sql/sql_intro.asp
- SQLite examples
 - database client
 - database schema
 - primary key
 - foreign key
 - one-to-one, one-to-many, many-to-many relationships
 - queries
 - insert, update, delete
 - database constraints
 - joins
 - indexes, execution plan
 - transaction isolation
- Object Relational Mappers

Django is a high-level Python Web framework that encourages rapid development and clean, pragmatic design. Built by experienced developers, it takes care of much of the hassle of Web development, so you can focus on writing your app without needing to reinvent the wheel. It's free and open source.

- <https://docs.djangoproject.com/en/2.0/intro/tutorial01/>

Ако имаме два алгоритъма за решаване на една задача, как решаваме кой от тях е по-добър?

- време за изпълнение
- използвана памет
- може би на практика няма значение?
- зависи ли от входните данни?

Пример 1a: Намерете сумата на числата от 1 до n.

```
def calc_sum_up_to(n):  
    s = 0  
    for x in range(1, n + 1):  
        s += x  
    return s
```

Time complexity:

$O(n)$

Space complexity:

$O(1)$

Пример 1б: Намерете сумата на числата от 1 до n.

```
def calc_sum_up_to(n):  
    return n * (n + 1) / 2
```

Time complexity:

$O(1)$

Space complexity:

$O(1)$

Пример 2а: Определете дали дадено число x се съдържа в подреденият списък от числа `SORTED_LIST`.

```
def occurs_in_list(x):  
    for element in SORTED_LIST:  
        if x == element:  
            return True  
    return False
```

Time complexity ($n = \text{len}(\text{SORTED_LIST})$):

- Best case: 1 изпълнение на тялото на цикъла
- Worst case: n изпълнения на тялото на цикъла
- Average case: неизвестно, зависи от честотата на поява на различните възможни стойности за x

$O(n)$

Пример 2б: Определете дали дадено число x се съдържа в подреденият списък от числа `SORTED_LIST`.

```
def occurs_in_list(x, arr=SORTED_LIST):  
    if len(arr) == 0:  
        return False  
    center = len(arr) // 2  
    center_value = arr[center]  
    if x == center_value:  
        return True  
    if x > center_value:  
        return occurs_in_list(x, arr[center + 1:])  
    if x < center_value:  
        return occurs_in_list(x, arr[:center])
```

Пример 2б:

Често определянето на това колко пъти ще се изпълни даден цикъл не проста задача и изисква по-задълбочен анализ. В този случай обикновено се изследва т.н. асимптотично поведение.

Time complexity:

$O(\log(n))$

Space complexity:

$O(n)$

Пример 2в: Определете дали дадено число x се съдържа в подреденият списък от числа `SORTED_LIST`.

```
def occurs_in_list(x, left=0, right=len(SORTED_LIST)):
    if left == right:
        return False
    center = (left + right) // 2
    center_value = SORTED_LIST[center]
    if x == center_value:
        return True
    if x > center_value:
        return occurs_in_list(x, center + 1, right)
    if x < center_value:
        return occurs_in_list(x, left, center)
```

Space complexity:

$O(\log(n))$

Пример 3: Sorting

- Bubble sort – $O(n^2)$
- Selection sort – $O(n^2)$
- Insertion sort – $O(n^2)$, stable, adaptive
- Merge sort – $O(n \log(n))$, stable
- Quick sort – $O(n \log(n))$
- Heap sort – $O(n \log(n))$, in-place
- Timsort – $O(n \log(n))$, stable, almost in-place, adaptive

Merge Sort

```
def mergesort(arr, left=0, right=None):  
    if right is None:  
        right = len(arr) - 1  
    if left < right:  
        center = (left + right) // 2  
        mergesort(arr, left, center)  
        mergesort(arr, center + 1, right)  
        merge(arr, left, center, right)
```

Merge Sort

```
def merge(arr, left, center, right):
    n_left, n_right = center - left + 1, right - center
    L = [arr[left + i] for i in range(n_left)]
    R = [arr[center + 1 + j] for j in range(n_right)]
    i, j, k = 0, 0, left # initial indexes
    while i < n_left and j < n_right:
        if L[i] <= R[j]:
            arr[k] = L[i]; i += 1
        else:
            arr[k] = R[j]; j += 1
        k += 1
    while i < n_left:
        arr[k] = L[i]; i += 1; k += 1
    while j < n_right:
        arr[k] = R[j]; j += 1; k += 1
```

Как да пишем алгоритми които работят достатъчно бързо:

- Не извършвайте една операция повече пъти отколкото е необходимо. Най-добре е ако можете да измислите как въобще да не извършвате дадената операция. Преценете дали е обосновано да запомняте резултата за да може да го използвате в бъдеще наготово (caching).
- Изследвайте поведението на алгоритъма в екстремните случаи. Оценете колко често ще попадате в тях и доколко това ще предизвиква проблеми на практика.
- Не влагайте повече усилия в оптимизация от необходимото. Често най-простото решение е достатъчно бързо. Преди да започнете да усложнявате кода си за да го направите по-бърз, уверете се че причината за забавянето е наистина тази която си мислите. Направете измервания.

In computer science, a data structure is a data organization and storage format that enables efficient access and modification. More precisely, a data structure is a collection of data values, the relationships among them, and the functions or operations that can be applied to the data.

Intro

- <https://medium.com/swlh/introduction-to-data-structures-9134b7d064a6>
- dict (hash map)
- list (dynamically sized vector)
- deque
- heapq