



Tehnologii Internet

CURSUL 03 – MODELUL TCP/IP

Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași
Facultatea de Automatică și Calculatoare
Departamentul de Calculatoare
Specializarea Tehnologia informației

© 2017-2018 Adrian ALEXANDRESCU



Cuprins

1. Suita de protocoale Internet
2. Protocolul TFTP
3. XML. JSON. RSS



1. Suita de protocoale Internet

1.1. Modelul TCP/IP - Prezentare generală

1.2. Modelul TCP/IP - Istoric

1.3. Nivelurile modelului TCP/IP

1.4. Comparația modelelor OSI și TCP/IP

1.5. Nivelul Acces la rețea

1.6. Nivelul Rețea

1.7. Nivelul Transport

1.8. Nivelul Aplicație



1.1. Modelul TCP/IP - Prezentare

Modelul TCP/IP = Suita de protocoale internet

- Modelul de comunicație între calculatoarele conectate la internet
- Set de reguli pentru transmiterea și primirea pachetelor de date în cadrul aceleiași rețele sau între mai multe rețele
- Denumit după cele mai importante și folosite protocoale TCP (Transmission Control Protocol) și IP (Internet Protocol)
- Similar cu modelul OSI
- Model "simplu și elegant"



1.2. Modelul TCP/IP - Istoric

- Începuturile modelului TCP/IP sunt la sfârșitul anilor '60 și este rezultatul cercetării realizate de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)
- În 1969 este creată rețeaua ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network)
- În 1973, Kahn și Cerf au pus bazele modelului de comunicare. Modelul trebuie doar să pună la dispoziție funcțiile necesare unei transmițeri eficiente și a rutării traficului între noduri
- În 1974 a apărut prima specificație TCP; au fost dezvoltate patru versiuni: TCP v1, TCP v2, TCP v3 and IP v3, and TCP/IP v4



1.2. Modelul TCP/IP - Istoric

- În 1975 s-a realizat o comunicare TCP/IP între Stanford și UCL (University College London)
- În 1977 s-a realizat o comunicare între locații din SUA, Marea Britanie și Norvegia
- În 1982, Departamentul de Apărare al SUA folosește TCP/IP în rețele sale de calculatoare
- În 1983 s-a realizat trecerea de la ARPANET la TCP/IP
- În 1985 are loc prima conferință Interop al cărei scop era adoptarea la scară largă a TCP/IP
- În 1989, AT&T pune la dispoziția publicului larg codul TCP/IP dezvoltat pentru UNIX



1.2. Modelul TCP/IP - Istoric

Modele/Protocoale folosite până la adoptarea la scară largă a TCP/IP

- Systems Network Architecture (SNA) - IBM
- NetBIOS (Network Basic Input/Output System) – Microsoft
- Xerox Network Services (XNS)
- Open Systems Interconnection (OSI)



1.3. Nivelurile modelului TCP/IP

Nivelurile modelului TCP/IP

4. Aplicație

- Este punctul terminal al unei sesiuni de comunicații între două entități și conține protocoale de nivel înalt folosite de aplicații

3. Transport (Host-to-Host)

- Realizează managementul comunicării dintre două dispozitive prin asigurarea transmisiei datelor

2. Rețea (Internet)

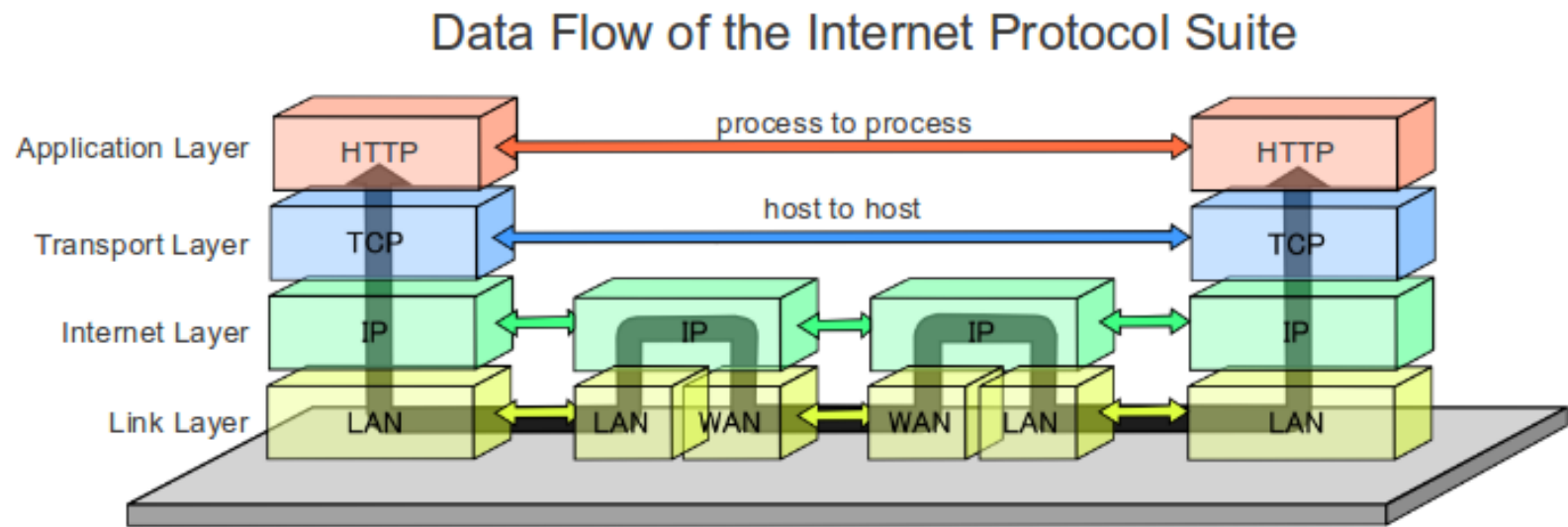
- Conține logica de transmitere a datelor între două echipamente într-o rețea *rutată*

1. Acces la rețea (Link)

- Se ocupă cu toate componentele fizice care asigură conectivitatea între rețea și protocolul IP



1.3. Nivelurile modelului TCP/IP



Sursa:

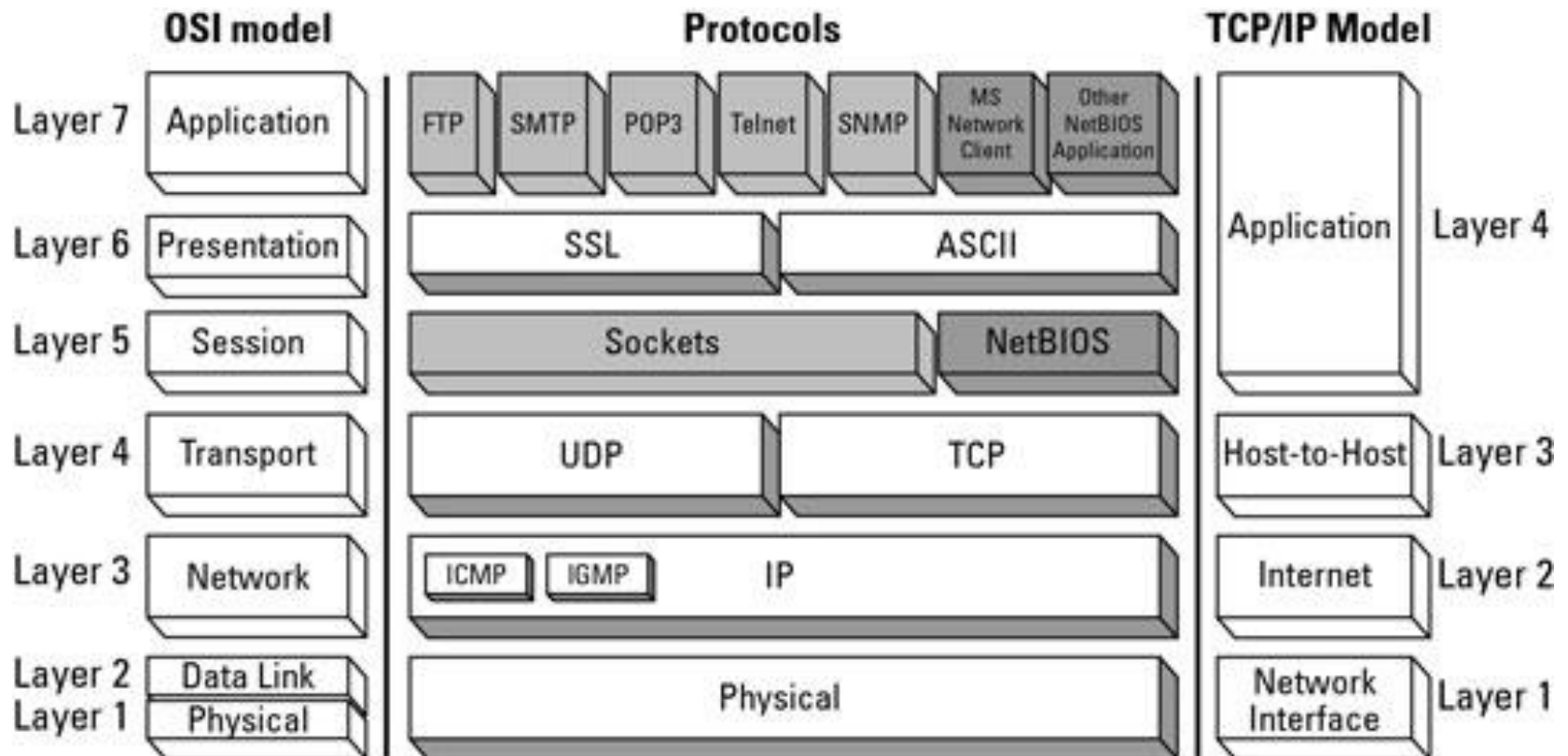
http://en.wikiversity.org/wiki/Web_Science/Part1:_Foundations_of_the_web/Internet_vs_World_Wide_Web/Summary_of_the_internet_architecture



Nivel	Protocoale	
Aplicație	Web	HTTP, HTTPS, SPDY
	Transfer fișiere	FTP, TFTP
	E-mail	SMTP, IMAP4, POP3, MIME
	Interactiv	Telnet, IRC, XMPP, RDP
	Securitate	SSH, SSL/TLS
	Streaming	RTSP, RTP, RTCP
	Configurare	DHCP, BOOTP
	Server de nume	DNS
	Acces/Administrare	LDAP, ONC/RPC, SNMP
	Sincronizare	NTP, RIP
	Informații	WHOIS
	Aplicații	eD2K, BitTorrent, Bitcoin, Tor
Transport	TCP, UDP, SCTP, DCCP, RDP, PPTP, μ TP	
Rețea	IP (v4, v6), ICMP (v4, v6)	
Acces la rețea	MAC (Ethernet, DSL), Tunneling (L2TP)	
	IEEE 802, IEEE 802.11, PPP, ARP, RARP	



1.4. Comparația modelelor OSI și TCP/IP



Sursa: <http://www.dummies.com/how-to/content/network-basics-tcpip-and-osi-network-model-compari.html>



1.5. Nivelul Acces la rețea

MAC – *Media Access Control* – subnivel al nivelului 2 OSI (Legătură de date)

Adresa MAC

Identificator unic asignat unei interfețe de rețea în vederea comunicării cu nivelul fizic de rețea
(e.g., 00-1E-8C-33-DF-8B)

Un nod de rețea poate avea mai multe plăci de rețea (NIC), iar fiecare placă de rețea are a adresă MAC unică



1.5. Nivelul Acces la rețea

- **ARP** – *Address Resolution Protocol* – permite aflarea adresei hardware (MAC) a unui calculator dintr-o rețea cu ajutorul adresei IP (convertirea de la IP la MAC)
- **RARP** – *Reverse Address Resolution Protocol* – permite aflarea adresei IP a unui calculator dintr-o rețea cu ajutorul adresei hardware.
- **NDP** - *Neighbor Discovery Protocol* – folosit cu IPv6 și permite, printre altele, configurarea automată a nodurilor rețelei, descoperirea altor noduri din rețea, detectarea adreselor duplicate și descoperirea routerelor disponibile
- **PPP** – *Point-to-Point Protocol* – folosit pentru stabilirea unei conexiuni directe între două noduri



1.6. Nivelul Rețea (Internet)

- **IP** (IPv4, IPv6) – *Internet Protocol* – folosit pentru a transmite datagrame pe internet
- **ICMP** (ICMPv4, ICMPv6) – *Internet Control Message Protocol* – protocol care se ocupă de manipularea erorilor dintr-o rețea
- **Datagramă** = unitate de transfer într-o rețea care folosește conceptul de *packet-switching*; transferul, timpul de transfer și ordinea în care ajung pachetele nu sunt garantate de rețea
- IP are ca rol transmiterea pachetelor de la sursă la destinație bazându-se doar pe adresa IP din antetul pachetelor



1.7. Nivelul Transport

- **TCP** – *Transmission Control Protocol*
 - Asigură transmiterea fiabilă a unui flux de octeți între două aplicații conectate la un LAN (Local Area Network) sau la Internet
 - Este optimizat pentru precizie în detrimentul vitezei
 - Este fiabil pentru că garantează că toți octeții primiți sunt identici și în aceeași ordine cu octeții trimiși
 - Comunicație "full-duplex" (în ambele direcții)
 - Comunicarea are loc până când una din aplicații închide conexiunea



1.7. Nivelul Transport

Exemplu de transmitere a unui fișier HTML de la serverul web la client folosind TCP

- Nivelul Aplicație: Serverul web trimite fișierul HTML
- Nivelul Transport: Protocolul TCP împarte fluxul de octeți în segmente. Fiecare segment este trimis unul câte unul la nivelul rețea (Internet)
- Nivelul Rețea: Protocolul IP încapsulează fiecare segment într-un pachet (care conține și adresa IP a destinatarului)
- Nivelul Acces la rețea: Pachetele sunt transmise la destinație



1.7. Nivelul Transport

Exemplu de transmitere a unui fișier HTML de la serverul web la client folosind TCP

- La destinație, nivelul de transport (protocolul TCP) primește segmentele și le reasamblează asigurând ordinea corectă a acestora și făcând verificările necesare privind potențialele erori care pot să apară
- Astfel, aplicația client primește un flux de octeți identic cu cel care a fost trimis de aplicația server



1.7. Nivelul Transport

- **UDP** – *User Datagram Protocol*
 - Protocol simplu de transmisie "fără conexiune" (en., connectionless) a datagramelor
 - Nu este fiabil: se poate ca unele pachete să nu ajungă la destinație sau să ajungă de două ori
 - Nu este garantată ordinea pachetelor
- Exemple de aplicații care folosesc UDP:
 - Streaming media
 - Jocuri în timp real (e.g., Atomic Bomberman, DotA)
 - VoIP (Voice over IP)
 - Protocoale: DNS, SNMP, RIP, DHCP



1.7. Nivelul Transport

TCP vs. UDP

- Ambele protocoale folosesc protocolul IP
- TCP are o complexitate mai mare datorită logicii suplimentare de împărțire în pachete, de asigurare a fiabilității, ...
- La TCP, dacă un pachet este pierdut, atunci datele care au fost trimise ulterior nu pot fi procesate până când pachetul respectiv nu a fost retrimis și primit



1.8. Nivelul Aplicație

- **HTTP** – *HyperText Transfer Protocol* – comunicația dintre o aplicație (browser) web și un server web
- **HTTPS** – *Secure HTTP* – comunicația securizată dintre o aplicație (browser) web și un server web.
- **SMTP** – *Simple Mail Transfer Protocol* – transmiterea de e-mailuri
- **MIME** – *Multi-purpose Internet Mail Extensions* – permite protocolului SMTP să transmită fișiere multimedia (video, audio)
- **IMAP4** – *Internet Message Access Protocol v4* – stocarea și transmiterea e-mailurilor
- **POP3** – *Post Office Protocol v3* – descărcarea de e-mailuri de pe un server de mail pe calculatorul personal



1.8. Nivelul Aplicație

- **FTP** – *File Transfer Protocol* – transmisia fișierelor între calculatoare (folosește TCP)
- **TFTP** – *Trivial File Transfer Protocol* – transmisia fișierelor între calculatoare (folosește UDP)
- **IRC** – *Internet Relay Chat* – transmiterea mesajelor de tip text
- **XMPP** – *eXtensible Messaging and Presence Protocol* – *Jabber* – transmiterea mesajelor folosind XML
- **TELNET** – *TELEphone NETwork* – comunicare text bidirecțională interactivă (client-server)
- **RDP** – *Remote Desktop Protocol* – conectarea cu ajutorul unei interfețe grafice la un alt calculator din rețea (dezvoltat de Microsoft)



1.8. Nivelul Aplicație

- **DHCP** – *Dynamic Host Configuration Protocol* – utilizat pentru distribuirea dinamică a parametrilor de configurare (e.g., adrese IP)
- **BOOTP** – *BOOTstrap Protocol* – utilizat pentru asignarea adresei IP la pornirea calculatoarelor dintr-o rețea
- **DNS** – *Domain Name Server* – sistem ierarhic distribuit de denumire a calculatoarelor, serviciilor sau a altor resurse
- **LDAP** – *Lightweight Directory Access Protocol* – accesarea directoarelor distribuite
- **NTP** – *Network Time Protocol* – sincronizarea ceasului (timpului) calculatoarelor
- **RIP** – *Routing Information Protocol* – protocol de rutare (folosește UDP)



1.8. Nivelul Aplicație

- **SSH** – *Secure SHell* – asigură comunicarea criptată a mesajelor și conectarea prin intermediul liniei de comandă la un alt calculator din rețea (comunicare client-server)
- **SSL** – *Secure Sockets Layer* – comunicare criptată folosind certificate și chei asimetrice
- **TLS** – *Transport Layer Security* – comunicare criptată (succesorul SSL)
- **ONC/RPC** – *Open Network Computing Remote Procedure Call* – apelul la distanță al procedurilor
- **SNMP** – *Simple Network Management Protocol* – administrarea dispozitivelor din rețea (router, switch, server, imprimantă)
- **WHOIS** – oferă informații referitoare la utilizatori



1.8. Nivelul Aplicație

- **RTSP** – *Real Time Streaming Protocol* – folosit pentru controlarea serverelor media de streaming
- **RTP** – *Real Time Transport Protocol* – definește formatul pachetelor pentru transmisiuni audio și video
- **RTCP** – *RTP Control Protocol* – oferă statistici și informații de control pentru o sesiune RTP
- **eD2k** – protocol folosit de rețeaua eDonkey pentru file sharing
- **BitTorrent** – protocol folosit pentru file sharing
- **Bitcoin** – sistem de plăți online
- **Tor** – *The Onion Router* – anonimitate online



2. Protocolul TFTP

2.1. Introducere

2.2. Protocolul/Situațiile de comunicare

2.3. Transferul unui fișier de la server



2.1. Protocolul TFTP - introducere

TFTP - Trivial **F**ile **T**ransfer **P**rotocol

- Permite transmiterea fișierelor între calculatoare
- Folosește protocolul **UDP** (**U**ser **D**atagram **P**rotocol)

Datagramă = pachet (mesaj) independent trimis prin rețea

- Transferul, timpul de transfer și ordinea în care ajung pachetele nu sunt garantate de rețea



2.2 TFTP – situațiile de comunicare

Codurile operațiilor (situațiilor de comunicare)

Opcode	Operație
01	Read request (RRQ)
02	Write request (WRQ)
03	Data (DATA)
04	Acknowledgment (ACK)
05	Error (ERROR)



2.2 TFTP – situațiile de comunicare

	2 octeți	string	1 octet	string	1 octet
RRQ	01	Nume fișier	0	Mod	0
	2 octeți	string	1 octet	string	1 octet
WRQ	02	Nume fișier	0	Mod	0
	2 octeți	2 octeți	<i>n</i> octeți		
DATA	03	Nr. bloc	date		
	2 octeți	2 octeți			
ACK	04	Nr. bloc			
	2 octeți	2 octeți	string	1 octet	
ERROR	05	Cod eroare	Mesaj eroare	0	



2.3. Transferul unui fișier de la server

Exemplu de cerere de transfer al unui fișier de 612 de octeți

1. Clientul: trimite o cerere RRQ către portul 69 al serverului
2. Serverul: trimite către portul clientului un răspuns DATA (1) care conține primii 512 octeți ai fișierului
3. Clientul: trimite un mesaj de ACK (1)
4. Serverul: trimite pachetul DATA (2) care conține ultimii 100 octeți



3. XML și JSON

3.1. XML

3.2. JSON

3.3. XML vs. JSON

3.4. RSS



3.1. XML

- **XML** – **EX**tensible **M**arkup **L**anguage
- Limbaj de marcare folosit pentru a descrie date
- XML – descrierea datelor
- HTML – afișarea datelor
- Spre deosebire de HTML, în XML tag-urile nu sunt predefinite
- Documentele XML au o structură arborescentă cu un nod rădăcină (en., *root*)
- Nodurile pot avea un părinte direct și mai mulți copii



3.1. XML

- Toate elementele XML trebuie să aibă un tag de închidere
- Tag-urile sunt case-sensitive
- Tag-urile trebuie să fie închise corect
- Doar caracterele < și & sunt strict ilegale în XML
- Toate spațiile din conținutul unui tag sunt păstrate în XML
- Comentariile sunt la fel ca în HTML
- O linie nouă în XML este LF (Line Feed)
- Valorile atributelor trebuie să fie între ghilimele
- Minimizarea atributelor nu este permisă



3.1. XML

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<biblioteca>
  <carti>
    <carte id="1">
      <titlu>The Last Of The Mohicans</titlu>
      <autor>Cooper, James Fenimore</autor>
      <editura>Penguin Books</editura>
      <imprumutata>False</imprumutata>
    </carte>
    <carte id="9">
      <titlu>The Mill On The Floss</titlu>
      <autor>Eliot, George</autor>
      <editura>Penguin Books</editura>
      <imprumutata>False</imprumutata>
    </carte>
  </carti>
  <imprumuturi />
  <returnari />
</biblioteca>
```



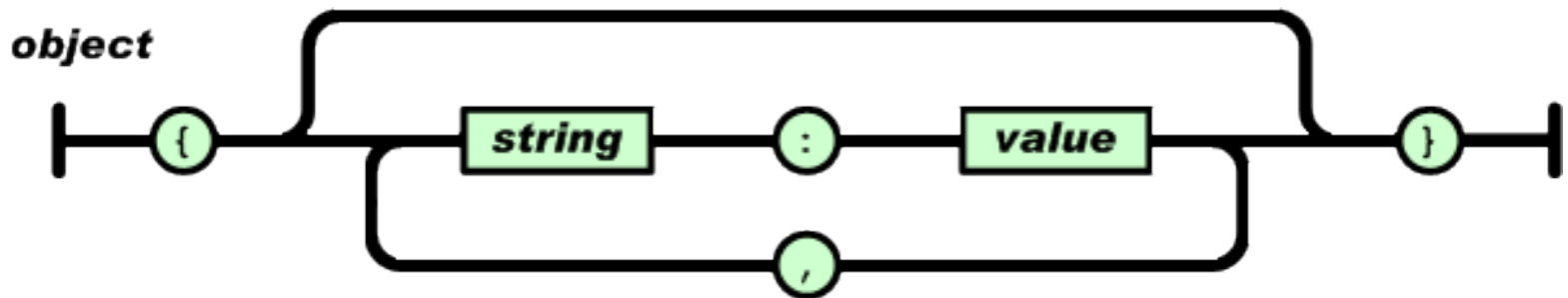
3.2. JSON

- **JSON** – **J**ava**S**cript **O**bject **N**otation
- Model de formatare a datelor în vederea transmiterii acestora
- Format text
- Independent de limbaj
- Are la bază două structuri:
 - O colecție de perechi nume-valoare (e.g., object, struct, dictionary, hash map/table)
 - O listă ordonată de valori (e.g., array, vector, list)

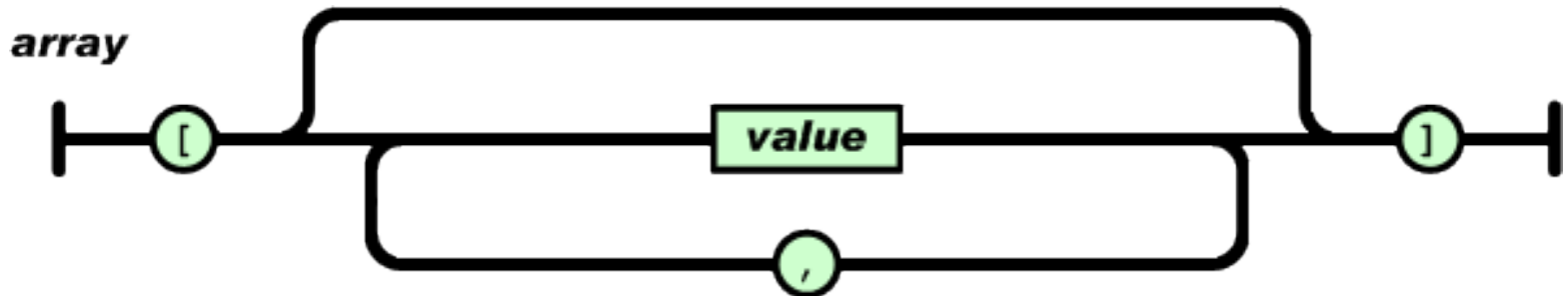


3.2. JSON

- Obiectul



- Vectorul

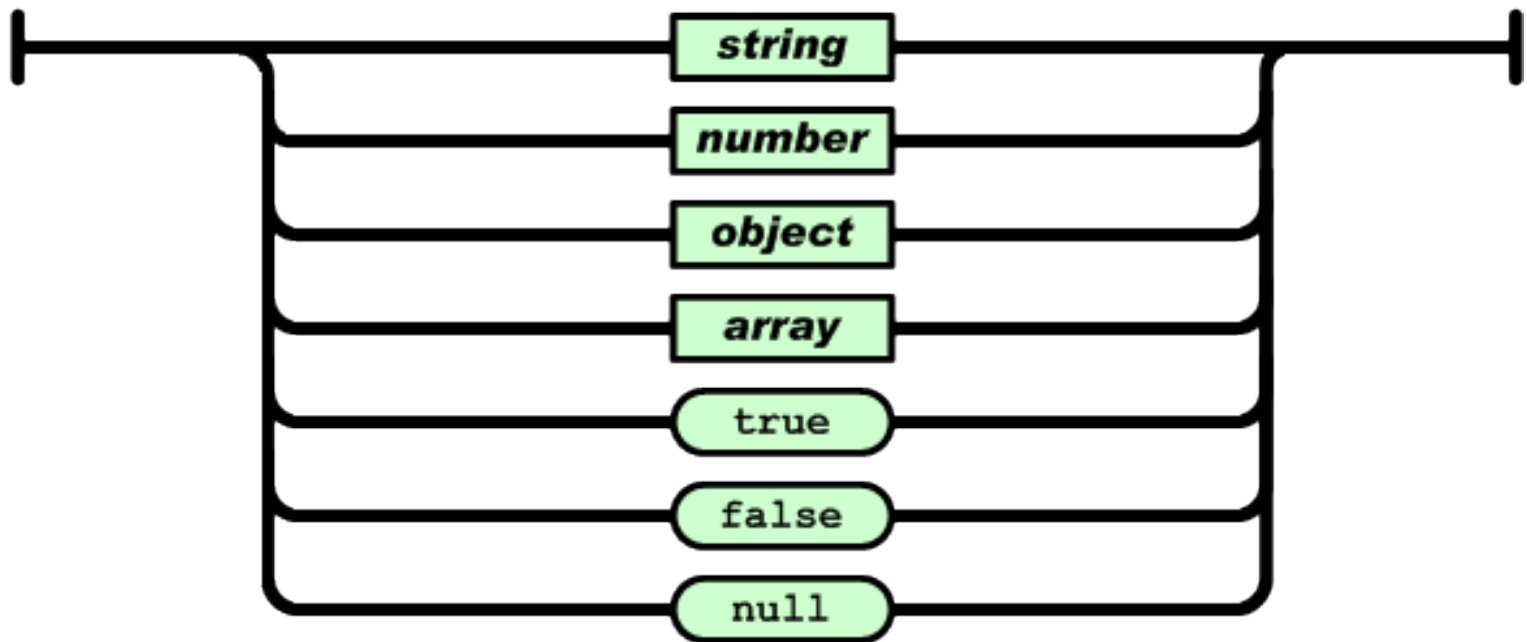




3.2. JSON

- Valoarea

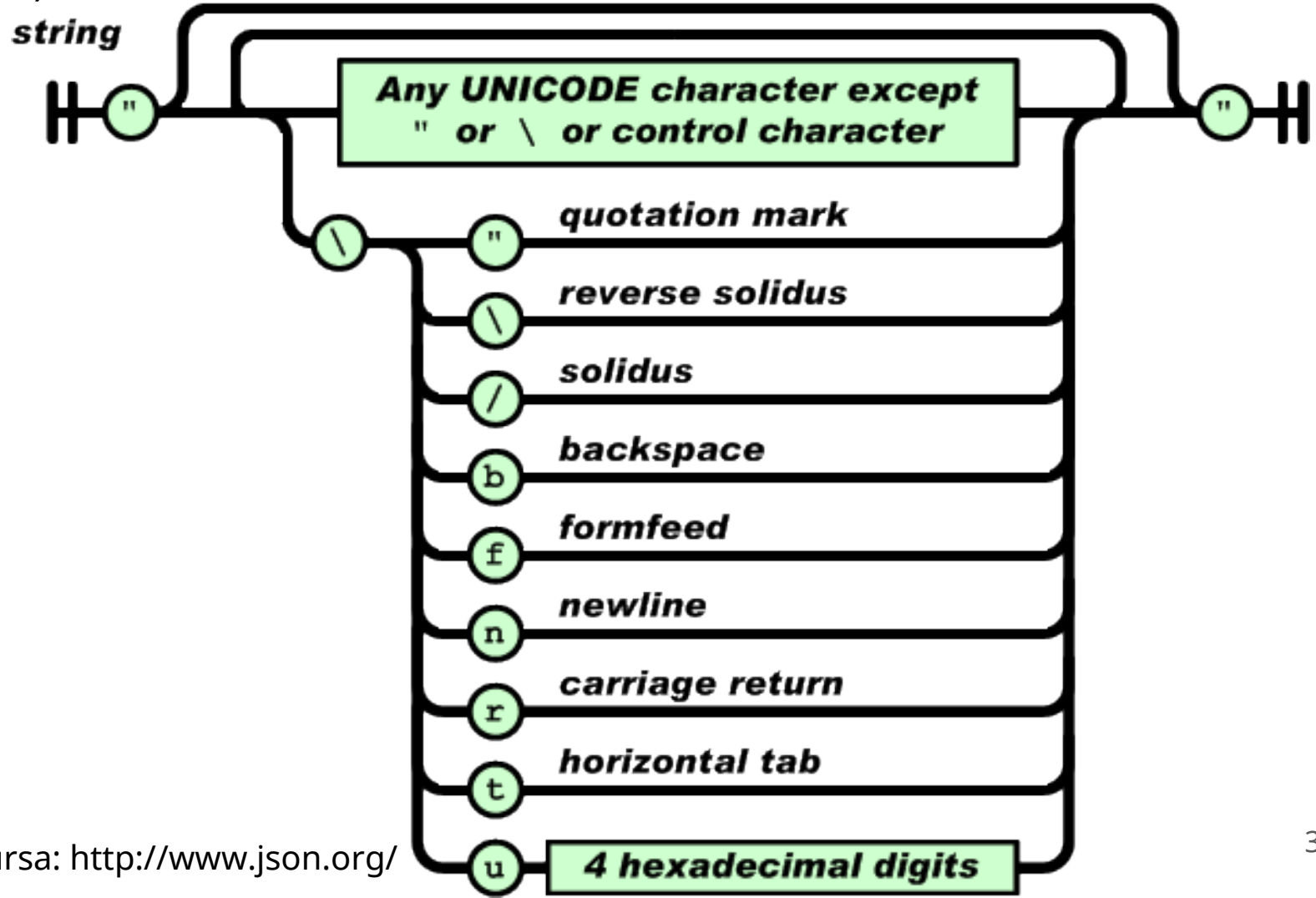
value





3.2. JSON

- Şirul de caractere

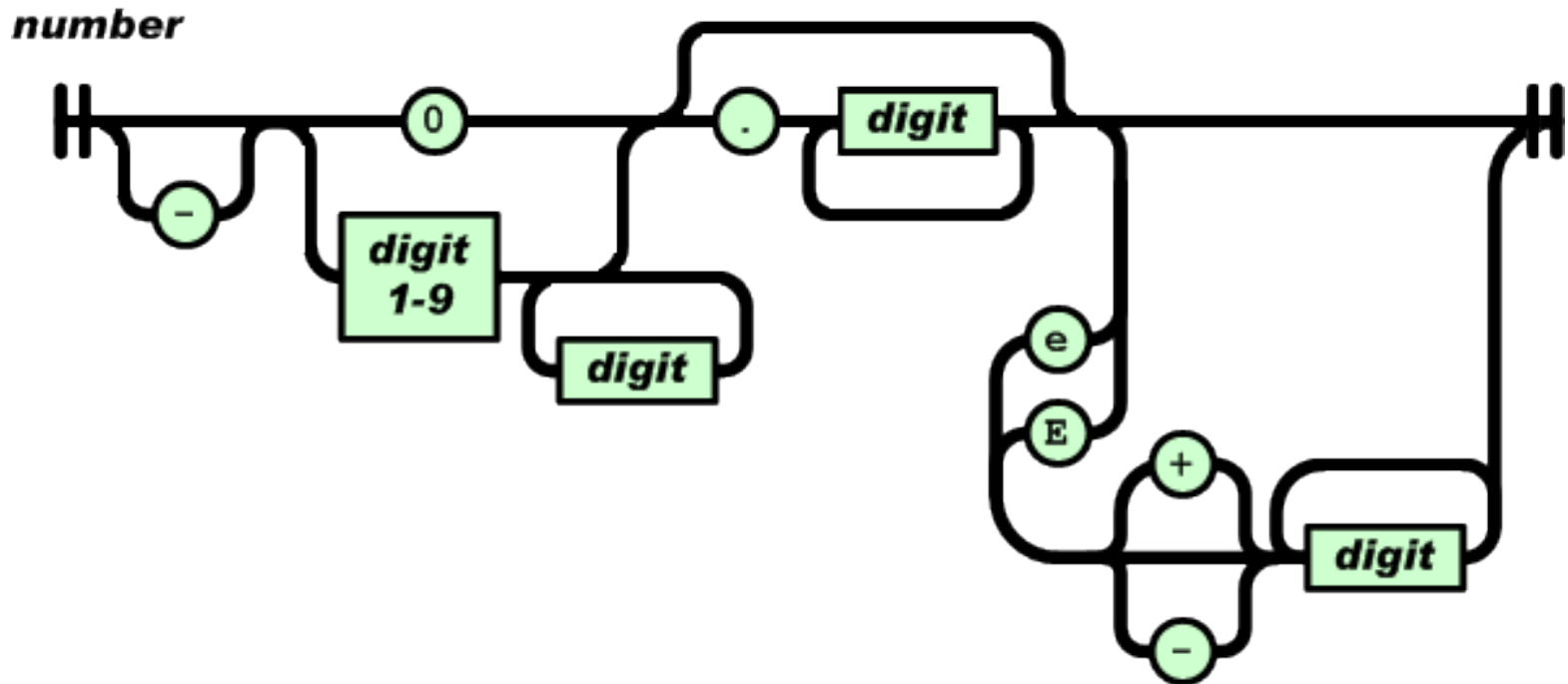


Sursa: <http://www.json.org/>



3.2. JSON

- Numărul





3.2. JSON

```
{ "biblioteca": {  
    "carti": {  
        "carte": [  
            { "id": 1, "titlu": "The Last Of The  
Mohicans", "autor": "Cooper, James Fenimore",  
"editura": "Penguin Books", "imprumutata":  
false},  
            { "id": 9, "titlu": "The Mill On The  
Floss", "autor": "Eliot, George", "editura":  
"Penguin Books", "imprumutata": false},  
        ]  
    },  
    "imprumuturi": [],  
    "returnari": []  
}}
```



3.3. XML vs. JSON

- Avantaje ale XML
 - Ușor de citit când este formatat corect
 - Namespace-uri și extensibilitate
 - Flexibilitate
 - Folosit când trebuie transmis un document cu marcaje (e.g., fișa unui pacient)
 - Validarea unui document XML cu ajutorul schemei
 - Nu este atât de limitat ca JSON



3.3. XML vs. JSON

- Avantaje ale JSON
 - Simplitate
 - Modalitatea de structurare a datelor (tipurile datelor) este similară cu cea folosită de multe limbaje de programare
 - Encodare eficientă a structurilor
 - Parsare/procesare mai ușoară
 - Nu este necesar procesul de "escaping" pentru unele caractere



3.4. RSS

RSS – Really Simple Syndication

- RSS 2.0
- Flux RSS – abonament la noutăți
- Fișier XML
- Aplicații de tipul *feed reader/agregator*
- Alternativă: *Atom*



3.4. RSS

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rss version="2.0">
  <channel>
    <title>Departamentul de Calculatoare</title>
    <link>http://www.dc.ac.tuiasi.ro</link>
    <description>Facultatea AC</description>
    <item>
      <title>Plaforma Moodle actualizată</title>
      <description>...</description>
    </item>
    <item>
      <title>Actualizare orar</title>
      <description>...</description>
    </item>
  </channel>
</rss>
```



Bibliografie

- Douglas Comer. 1988. *Internetworking with Tcp/Ip: Principles, Protocols, and Architecture*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Frenzel, Louis E., *Principles of Electronic Communication Systems*, 3rd edition, McGraw Hill, 2008.
- Simoneau, Paul, *The TCP/IP and OSI Models*, Global Knowledge Training LLC, 2011.
- <http://tools.ietf.org/html/rfc1122>
- <http://www.networkworld.com/article/2228449/microsoft-subnet/ipv6-addressing--subnets--private-addresses.html>
- <https://tools.ietf.org/html/rfc1350>
- <http://www.json.org/>
- <http://www.json.org/xml.html>
- <http://www.rssboard.org/rss-specification>