

ANEXA A

PROGRAMAREA SERVICIILOR INTERNET

Programarea serviciilor de rețea implică o cunoaștere amănunțită a modului în care circulă datele prin Internet și, mai precis, a protocoalelor din suita TCP/IP care gestionează toate transferurile de date prin rețea. Serviciile de rețea se pot implementa în diverse limbaje de programare: C, C++, Java.

Pentru realizarea programelor de aplicație care să implementeze anumite servicii Internet sunt necesare consultarea documentației oficiale care le standardizează și înțelegerea corectă a acestora, inclusiv a terminologiei specifice TCP/IP, pentru evitarea interpretărilor greșite și a incompatibilităților pe care le-ar genera acestea în procesele de comunicație din rețea.

Considerând deja cunoscute noțiunile de bază ale suitei TCP/IP, se vor prezenta în continuare anumite detalii ale protocoalelor din suită și modul în care pot fi folosite acestea de către programatorii de aplicații de rețea.

Transmiterea datelor în Internet se face prin intermediul protocolului Internet care împachetează datele de pe nivelul superior cu un antet de 20 octeți fără opțiuni sau de 24 de octeți când sunt exprimate anumite opțiuni de transfer.

Dintre câmpurile antetului IP sunt prezentate cele care au semnificații deosebite și sunt mai importante pentru programarea serviciilor de rețea.

A.1 DENUMIREA UNITĂȚII DE DATE

Datele circulă în rețea respectând structura impusă de modelele stratificate de rețea, OSI sau TCP/IP.

Denumirea unității de date este schimbată de nivelul pe care ajung datele când se deplasează prin stiva de protocoale.

Termenul de „**mesaj**” (*message*) desemnează o unitate de date transmisă printr-o conexiune virtuală.

Un „**mesaj de aplicație**” (*application message*) circulă între nivelul de aplicație și cel de transport.

Prin „**mesaj de transport**” (*transport message*) se înțelege un segment TCP și nu o datagramă UDP.

Termenul de „**datagramă**” (*datagram*) se folosește și în cazul protocolului Internet pentru a defini **serviciul de livrare a datelor**, fără conexiune, sub forma unei unități de date care include toată informația utilă, spre deosebire de noțiunea de „**flux de octeți**” (*octet-stream*) care semnifică transmisia continuă de date și de mesaje. Mesajele se transmit ca flux de octeți.

„**Pachetul**” (*packet*) este termenul generic pentru o unitate de date neidentificată, cu formatul stabilit de protocolul de rețea, utilizat de serviciul de livrare a datelor.

A.2 ADRESE UTILIZATE ÎN INTERNET

Adresele utilizate în Internet au diferite dimensiuni.

Adresa fizică a oricărui echipament (*MAC address*) este exprimată pe 6 octeți, în format hexazecimal. Adresele Ethernet au deci dimensiunea de 6 octeți.

Adresele IBM Token-Ring sunt de 2 sau de 6 octeți.

Adresele ARCNET au un singur octet.

Adresele IP definite în mod ierarhizat pe nivelul Internet au 4 octeți în format zecimal cu puncte (*decimal-dotted*).

Adresele IPX sunt de 12 octeți exprimați în hexazecimal.

Rețelele de transport ATM folosesc celule de 53 de octeți pentru livrarea rapidă a datelor. Transmisia pachetelor IP sau IPX prin ATM necesită conversia de format a unității de date, operație denumită **emulare**.

Protocolul ARP convertește adresele de rețea în adrese de nivel legătură de date pe care le stochează în tabelele de adrese ARP din memoria cache, reactualizate în mod dinamic. RARP, BOOTP și DHCP realizează conversia inversă a adreselor fizice în adrese de rețea.

A.3 TIPUL DE SERVICIU INTERNET

Câmpul Tipul Serviciului ToS (*Type of Service*), de un octet, din antetul pachetului IP, permite stabilirea unor priorități pentru transmisia datelor:

1. Biții 0 – 2 exprimă **prioritatea** datelor. Deși este rareori folosit, acest subcâmp poate fi extrem de util în soluționarea congestiilor de rețea, caz în care se impune transmisia prioritară a informațiilor de control și aplicarea unor algoritmi de control al congestiilor care să nu fie afectați de congestia propriu-zisă.

2. Bitul 3, de **întârziere**, este setat în cazul aplicațiilor interactive (Telnet, chat, jocuri on-line) când se dorește minimizarea întârzierilor de transmisie a comenzilor de la tastatură.

3. Bitul 4, de **debit**, este activat (valoare logică 1) atunci când se transferă volume mari de date (de exemplu, prin FTP).

4. Bitul 5, de **siguranță**, se setează în cazul pachetelor de maximă securitate, cum sunt cele transmise prin SNMP.

5. Bitul 6 de **cost**, este setat pentru minimizarea costurilor de transmisie, ca de exemplu în aplicații Usenet care gestionează cantități foarte mari de date, fără caracter critic din punct de vedere al timpului de transmisie sau al siguranței de funcționare a rețelei.

6. Bitul 7 este neutilizat momentan.

De multe ori, un criteriu de optim le exclude pe celelalte. Este necesar ca programatorul de aplicații să își stabilească în mod clar prioritățile de transmisie.

În prezent, majoritatea routerelor ignoră valorile acestui câmp. Totuși operațiile de depanare a rețelelor și a programelor software de rețea sunt facilitate de folosirea acestui câmp.

A.4 FRAGMENTAREA

Antetul IP include două câmpuri de identificare (FI) și de control a fragmentelor (FC) unui mesaj.

Fragmentarea se impune atunci când mesajul de aplicație are o lungime mai mare decât lungimea maximă a unității transmise (MTU) de IP (65535 octeți).

Trebuie să observăm că datele de pe nivelul de aplicație primesc un antet pe nivelul de transport (prin TCP sau UDP) și un antet IP la nivelul de rețea.

TCP admite un MTU de 576 de octeți.

Pe nivelul legătură apar alte constrângeri. Cadrele Ethernet nu pot depăși 1500 de octeți. În rețelele IBM Token Ring MTU este de 4464 octeți iar în alte rețele se utilizează valori și mai mici ale MTU, de până la 128 de octeți. Fragmentarea mesajelor este deci inevitabilă. Dar prin creșterea numărului de fragmente, crește și riscul de a se erona cel puțin unul dintre acestea ceea ce duce la respingerea datagramei în ansamblu.

Pentru fiecare fragment, protocolul Internet creează un punct de întrerupere (*breaking point*) care marchează poziția octetului din pachet unde se realizează divizarea datelor, ca distanță față de începutul datagramei. Această valoare este memorată pe ultimii 13 biți ai FC ca **deplasament al fragmentului** (*Offset Fragment*). Valoare maximă exprimabilă pe 13 biți este 8191 deci este necesară exprimarea deplasamentului pe cuvinte de 8 octeți. Valoarea maximă ($8 \cdot 8191 = 65528$) marchează primul din ultimii 8 octeți ai datagramei IP ($65528 + 7 = 65535$).

Subcâmpul deplasament este utilizat la recepție pentru ordonarea corectă a fragmentelor respective. Valoarea acestui deplasament reprezintă poziția primului octet din fiecare fragment față de începutul pachetului.

Primii 3 biți din câmpul FC sunt flaguri de control. Primul flag setat semnifică “nu fragmenta”. Acesta este folosit pentru testarea și depanarea aplicațiilor de rețea. Al treilea flag are semnificația “mai urmează și alte fragmente” și este setat pentru toate fragmentele unui mesaj cu excepția ultimului.

A.5 OPȚIUNI IP

Opțiunile IP care pot fi incluse în antetul IP prin creșterea lungimii acestuia cu încă 4 octeți sunt exprimate pe 8 biți după cum urmează:

Bitul 0 de **copiere** setat va impune copierea opțiunilor în toate fragmentele unui pachet. Dacă are valoarea logică 0, opțiunile vor fi exprimate numai în antetul fiecărui fragment.

Biții 1-2 exprimă **clasa de opțiune** cu următoarele valori posibile:

- 00 semnifică control de rețea
- 01 este rezervată
- 02 se utilizează pentru depanare și măsurători în rețea
- 03 este rezervată.

Ultimii 5 biți (3-7) exprimă un număr de opțiune cu o anumită lungime și semnificație (Tabel A1).

Tabel A1. Opțiuni IP

Clasa de opțiuni	Număr de opțiune	Lungime (biți)	Semnificație
00	2	11	Securitate
	3	variabilă	Rutare lejeră la sursă
	7	variabilă	Înregistrare rută
	9	variabilă	Rutare strictă la sursă
10	4	variabilă	Marcajul timpului în Internet

Opțiunea de securitate se folosește în aplicațiile militare.

Opțiunea de rutare lejeră la sursă permite specificarea unei liste de adrese prin care poate să treacă pachetul.

Opțiunea de înregistrare a rutei indică echipamentelor și softului de rețea să înregistreze calea urmată de pachet în câmpul de opțiuni IP.

Opțiunea de rutare strictă la sursă impune adresele de rețea prin care poate să treacă pachetul.

Prin opțiunea de marcarea a timpului, routerele sunt obligate să memoreze ora la care este vizitat de un pachet și adresa acestuia.

OBSERVAȚIE: Protocoalele de rutare nu sunt incluse în suita TCP/IP deși conlucrează cu aceasta pe nivelul de rețea.

În tabelele de rutare se utilizează identificatorul de rețea, și nu cel de host, extras de protocolul Internet din antetul pachetului.

Câmpul Flag indică routerului dacă livrarea se face direct sau indirect.

În plus, pentru livrare directă se transferă datele ca și cadre (*Frame Relay*) prin tehnologia de rețea folosită (Ethernet, Token Ring etc.).

Pentru livrare indirectă se specifică adresa următorului router de legătură cu rețeaua de destinație (*next hop*).