

ANALIZA METODELOR DE CODIFICARE A SEMNALELOR ÎN REȚELE INFORMATICE

Victor ANDRONATIEV

Academia de Studii Economice din Moldova

Abstract

The evolution of computer networks implies their use in new fields, where it is necessary to increase the speed of data transfer. An important factor in achieving this goal is the encoding of information.

Cuvinte cheie

Analog modulation, digital modulation, physical coding, logical coding, 802.11 modulation, Ethernet encoding.

INTRODUCERE

Rețelele informatice (RI) joacă un rol primordial în societatea modernă, persoanele fizice și întreprinderile depind foarte mult de RI. Oprirea funcționării sau o funcționare rea a rețelei poate duce la pierderi materiale. Pentru multe întreprinderi oprirea funcționării RI înseamnă oprirea lucrului.

Dezvoltarea RI este strâns legată de creșterea numărului de utilizatori și servicii, care este datorată următorilor factori: creșterea numărului de domenii de utilizare a RI, creșterea serviciilor oferite prin Internet, creșterea traficului video, creșterea numărului dispozitivelor conectate la Internet (IoT). Ca rezultat dezvoltarea RI implică creșterea vitezei de transfer date.

La creșterea vitezei de transfer date pot fi utilizate mai multe metode, după cum urmează: folosirea a noi tipuri de cablu, folosirea a noi metode de codificare a semnalelor, folosirea a noi tehnologii, protocoale de rețea. Un rol important aici îl au metodele de codificare a semnalelor, deoarece metodele de codificare pot îmbunătăți siguranța transferului datelor prin micșorarea atenuării semnalelor, distorsiunii și interferenței. Fapt ce duce la creșterea vitezei de transfer date.

MATERIALE ȘI METODE

1. Metode de codificare a semnalelor. Deoarece RI folosesc mai multe medii de transfer date, utilizează un număr mare de echipamente ce diferă prin tip (analog, digital, comutator, router, repetor, etc.), cerințe de utilizare (viteză, siguranță, fiabilitate, temperatură, etc.), utilizare (telefonie fixă, rețele de calculatoare, proces de producție, rețelele operatorilor ISP, linii fără fir, rețele telefonie mobilă, etc.). În continuare, să cercetăm metodele de codificare a semnalelor în dependență de mediul de transfer date, după cum urmează: cablul din cupru, cablul optic, unde radio.

Printre primele medii utilizate în rețele informatice a fost cablul de cupru. În afară de acest fapt, are o largă răspândire, se utilizează în linii telefonice analogice, linii telefonice digitale, linii de televiziune, rețele informatice, etc. Unele tipuri de codificări (modulare, sinonim) se utilizează în mai multe rețele, linii. De exemplu, modulările QAM, QPSK se utilizează în linii telefonice, rețele fără fir, rețele telefonie mobilă.

În linii telefonice analogice se folosește modularea analogică, în linii telefonice digitale se folosește modularea digitală. Exemple de modulări analogice sunt: modularea în amplitudine (Amplitude Modulation, AM), modularea în frecvență (Frequency Modulation, FM), modularea în fază (Phase modulation, PM).

Exemple de modulări digitale sunt: 1. Tehnici de modulație în frecvență FSK (Modulație digitală cu deplasare de frecvență), MSK (Modulație digitală cu deplasare minimă de frecvență), DMSK (Modulație MSK diferențială), GMSK (Modulație MSK generalizată sau gaussiană); 2.

Tehnici de modulație în faza PSK (Modulație digitală cu deplasare de fază), DPSK (Modulație PSK diferențială); 3. Tehnici combinate de modulație QAM (Modulație de amplitudine în cuadratură), QPSK (Modulație PSK în cuadratură), APK (Modulație de amplitudine și fază), ADSL (Modulație multi-tonală discretă), PCM (Pulse Code Modulation, rom: modularea în cod de impulsuri).

În rețele informatice, larg, se utilizează următoarele codificări: fără întoarcere la zero NRZ (Non Return to Zero), NRZI (Not Return to Zero Inverted), întoarcere la zero (RZ), codul de linie AMI (Alternate Mark Inversion), codul de linie bifazic standard (Manchester), codarea 2B1Q, etc.

Prezintă interes ce tip de codare în ce rețele se utilizează, de exemplu: NRZI în rețele Fast Ethernet 100 BaseFx, FDDI; Manchester în rețele Ethernet 10Base5, 10Base2, 10BaseT, 10 BaseFL; Manchester diferențial în rețele de tip Token-Ring; AMI bipolară în transmisia ADSL (Additional Digital Subscriber Loop), B8ZS (Bipolar with 8 Zeros Substitution) în standardul T1, transmisie rapidă de voce, date pe fire torsadate sau cablu coaxial; HDB-3 (High Density Bipolar Order 3) în standardele E1, E3; 4B/5B și NRZI în rețele FDDI, 100Base-X; MLT-3 (MultiLevel Transmission-3) în rețele Fast Ethernet 100BaseTx, 100BaseT4; 8B/10B pentru cabluri optice 1000BASE-X, 10GBASE-X; PAM-5 pentru cablul 1000BASE-T; 64B/66B pentru 10GBASE-R, 10GBASE-W, 10GBASE-T, 25GBASE-R, 40GBASE-R, 100GBASE-R; etc. [2, 4].

În rețele informatice pe lângă codificarea fizică se utilizează și codificarea logică. Codificarea logică se folosește pentru îmbunătățirea codării fizice, printre primele codificări logice se pot menționa: AMI, NRZI și 2Q1B. Codificarea logică inserează unități în secvențe de 0 pentru a evita păstrarea potențialului. Pentru codificarea logică sunt caracteristice două metode: cod redundant (4B/5B, 8B/6T) și scrambling (B8ZS, HDB3).

În cablul optic se folosesc următoarele tipuri de modulare: WDM (Wavelength Division Multiplexer), DWDM- (Dense WDM), etc. Specificul cablului optic este că se folosesc modulări a diferitor caracteristici a luminii: modularea intensității luminoase, modularea fazelor, modularea polarizării, modularea lungimii de undă.

În rețele fără fir, printre primele codificări se pot enumera: codul Gray (infraroșu); FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum, rom: salturi de frecvență într-un spectru larg) folosește 79 de canale, fiecare de 1MHz, începând la nivelul inferior al benzii de 2.4GHz ISM; DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum, rom: spectru larg cu succesiune directă) este limitată la 1Mbps sau 2Mbps; OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, rom: multiplexare cu divizare în frecvențe ortogonale) pentru a transmite până la 54Mbps în banda mai largă de 5GHz ISM, este folosit un sistem complex de codificare, bazat pe modularea schimbării de fază pentru viteze de până la 10 Mbps și pe QAM la viteze superioare; HR-DSSS (High Rate Direct Sequence Spread Spectrum, rom: spectru larg cu succesiune directă la rată ridicată) [1, 3].

În particular, în rețele WLAN modularea de bază este OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), care înseamnă că spectrul alocat transmisiei este împărțit în mai multe canale, pe fiecare canal informația fiind modulată în cuadratură, vezi Tabelul 1.

Tabloul 1. Unele caracteristici ale specificațiilor 802.11

802.11	Anul lansării	Frecvența GHz	Lățimea de bandă Mbps	Viteza maximă Mbps	Fluxuri MIMO	Metoda de modulare
–	1997	2,4	20	2	1	DSSS, FHSS
a	1999	5	20	54	1	OFDM
		3,6				
b	1999	2,4	20	11	1	DSSS
g	2003	2,4	20	54	1	OFDM, DSSS
n	2009	2,4/5	20	4x72,2	4	OFDM
			40	4x150		
ac	2012	5	20	8x87,6	8	
			40	8x200		
			80	8x433,3		
			160	8x866,7		
ad	2014	2,4/5/60		6912		

2. Exemple de modulare și codificări. După cum am văzut pentru fiecare mediu avem un număr mare de tehnici de codificări. Noi vom examina doar cele mai larg utilizate, cele care au stat la baza apariției rețelelor de diferit tip, cele care ne permit cel mai bine de a înțelege tehnicile de codare.

Transferul de date de la început, rețea ARPANET, anii 60 presupunea transferul de date prin liniile telefonice analogice. Acesta înseamnă că este necesar transferul semnalului digital în analogic și invers, sau altfel spus modularea. Primele metode de modulare erau modularea în amplitudine (AM), modularea în frecvență (FM), modularea în fază (PM). Valorile de 0 și 1 se codificau ca diferite valori de amplitudine, frecvență și fază.

La transferul de date dintre diferite unități a calculatorului, se folosește codificarea binară directă, cu 0 volți pentru un bit 0 și 5 volți pentru un bit 1. În rețele aceasta conduce la ambiguități, problema poate fi rezolvată prin utilizarea valorilor +1V pentru 1 și -1V pentru 0. Dar, această soluție nu rezolvă problema receptorului, deoarece ceasurile diferite pot duce la o desincronizare între emițător și receptor în ceea ce privește granițele biților, în special după un șir lung de 0 consecutivi sau de 1 consecutivi. De aceea în codificarea Manchester și codificarea Manchester diferențială 0 și 1 se codifică ca trecerea de la voltaj mare la mic și invers [3]. Această strategie necesită un echipament mai complex, consumă lățime de bandă dublă dar oferă o mai bună imunitate la zgomot, distorsiuni, etc.

După cum sa menționat codificarea Manchester se folosește în rețele Ethernet de 10 Mbps, iar codificarea Manchester diferențială în rețele de tip Token-Ring. În rețele Ethernet-ul rapid aceste metode nu se folosesc, deoarece consumă lățime de bandă dublă, iar la creșterea frecvenței de la 20 MHz la 125 MHz și pentru detectarea coliziunilor ar însemna micșorarea lungimii cablului torsadat la 10 M, ceea ce este inacceptabil. În rețele Ethernet-ul rapid se folosesc codificările 4B/5B și 8B/6T. Schema 4B/5B este preluată din FDDI și este compatibilă cu el. Fiecare grup de cinci rotații de ceas, generează 32 de combinații. 16 dintre acestea sunt folosite pentru a transmite grupurile de biți 0000, 0001, 0010, ..., 1111. Din restul de 16, unele sunt folosite în scopuri de control, cum ar fi marcarea granițelor cadrelor. Combinațiile folosite au fost alese cu grijă, astfel încât să ofere suficiente tranziții pentru a menține sincronizarea ceasului [1, 4].

REZULTATE ȘI DISCUȚII

După cum sa menționat, avem 3 medii de transfer date. Fiecare mediu are avantaje și dezavantaje. În dependență de caracteristicile mediului se folosesc diferite tipuri de codificări. Cablul de cupru este simplu în exploatare, echipamentul ce utilizează acest mediu este ieftin. Dar, cablul este perceptiv la zgomot (interferența), atenuare, distorsiuni, reflexia, dispersia, coliziunea, etc. Zgomotul reprezintă energie nedorită, provenită din alte surse decât transmițătorul (motoare electrice, cablu de tensiune înaltă, câmpului electromagnetic de pe firele vecine etc.). Zgomotul termic este cauzat de mișcarea aleatorie a electronilor prin cablu și nu se poate evita. Atenuarea este pierderea semnalului din cauza distanței mari, de exemplu cablul torsadat standardul pune limita de 100 m. Distorsiunea este modificarea semnalului din cauza atenuării, zgomotului, coliziunilor, etc.

Cablul optic este afectat doar de atenuare, este imun la zgomot, la condițiile din mediul exterior, dar este mai receptiv la efecte mecanice, dar este mai greu în deservire, cere o calificare mai mare a specialiștilor. Cel mai afectat de interferențe este mediul fără fir. În afară de zgomot, atenuare apar noi efecte negative: disipare pe mai multe căi (multipath fading), problema stației expuse (exposed station problem), problema stației ascunse (hidden station problem), etc. Disiparea constă în aceea că semnalul radio poate fi reflectat de anumite obiecte solide și poate fi recepționat de mai multe ori, pe diverse căi. De aceea, tehnicile de codare a semnalului în rețele fără fir se bazează pe două metode: salturilor de frecvență într-un spectru larg (frequency hopping spread spectrum) și spectru larg cu succesiune directă (direct sequence spread spectrum). În afară de aceasta, rețelele fără fir sunt afectate de condițiile climaterice: ploaie, ceață, ninsoare [3].

CONCLUZII

Cunoscând codificările existente, specificul fiecărui mediu de transmisie, plusurile și minusurile diferitor codificări se poate face o alegere mai corectă a metodelor de conectare la rețea. În cazul când vrem să minimizăm costurile putem să alegem cablul de cupru și legătura fără fir. Când avem conexiuni de mare distanță sau un mediu cu mult zgomot, cu interferențe electromagnetice și radio, sau un mediu periculos (toxic, substanțe chimice) alegem cablul optic. Când avem nevoie de securizarea informației alegem legătura prin cablu. În afară de aceasta cunoașterea în detaliu a tehnicilor de codare ne permite să proiectăm noi tehnici de codificare, pentru sporirea vitezei de transfer date.

REFERINȚE

- [1] I. Bolun, V. Andronatiev. , 2014, Internet și Intranet, ISBN 978-9975-75-698-3. Chișinău: Editura ASEM.
- [2] A. Tanenbaum, D. Wetherall., 2011, Computer networks, 5th ed. ISBN-13: 978-0-13-212695-3, ISBN-10: 0-13-212695-8.
- [3] J. Kurose, K. Ross.. 2013, Computer networking, 6th ed. ISBN-13: 978-0-13-285620-1, ISBN-10: 0-13-285620-4.
- [4] В. Олифер, Н. Олифер., 2016, Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник. ISBN 978-5-496-01967-5.