

OSNOVNE FUNKCIJE ELEMENATA TELEKOMUNIKACIONOG KANALA ZA USPEŠAN PRENOS PORUKA

Markagić S. *Milorad*, Vojna akademija, Katedra vojnih elektronskih sistema, Beograd

UDK: 621.396.4

Sažetak:

Izazov u oblasti multimedijalnih telekomunikacija jeste pokušaj da se koherentno i konzistentno integrišu tekst, zvuk, slika i video i to tako da se obezbedi jednostavnost korišćenja i interaktivnost rada.

Da bi ponuđene multimedijalne aplikacije bile prihvatljive za krajnje korisnike, posebna pažnja poklanja se kvalitetu prenosa kroz mrežu i prezentaciji poruka.

Cilj rada je da na početku više saznamo o komunikacionom kanalu, njegovim sastavnim elementima i da detaljnije razmotrimo karakteristike izvora poruka, te da se informišemo o nekim od mogućih prilaza razmatranju elemenata u telekomunikacionom kanalu.

Ključne reči: telekomunikacioni kanal, izvor poruke, statistika, verovatnoća.

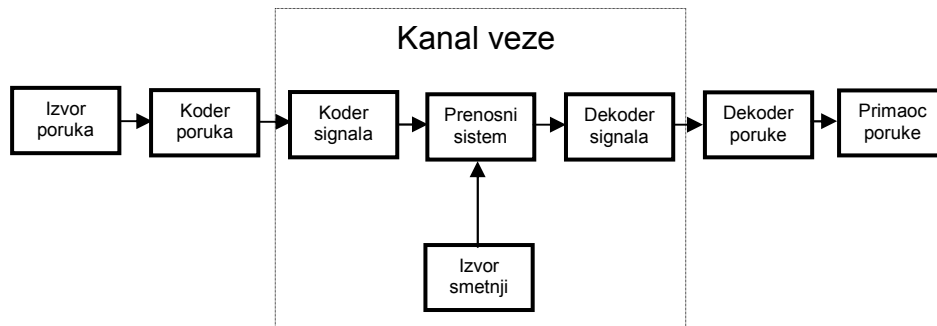
Uvod

U doba masovne primene raznih sredstava komunikacije, krajnji korisnici elemenata telekomunikacionog kanala retko obrate pažnju na procese koji se odvijaju prilikom svakodnevne komunikacije i na elemente koji su zastupljeni u kanalu.

Da bismo približili sve faktore koji utiču na uspostavu i održavanje veze, objasnićemo osnovne elemente telekomunikacionog kanala.

Osnovni zadatak svakog telekomunikacionog sistema je da prenese što veći obim poruka u zadatom vremenu, sa što većom tačnošću.

Na slici 1. prikazana je opšta šema telekomunikacionog sistema s ciljem da se prikažu osnovne funkcije pojedinih elemenata.



Slika 1 – Opšta šema telekomunikacionog kanala
Figure 1 – General scheme of the telecommunication channel

Izvor poruka

Svaki objekat koji generiše (proizvodi, bira, oformljuje) poruke koje treba da se prenesu do određenog primaoca naziva se izvor poruka. Ru-kovodioci, pisci, govornici, knjiga, novine, razni instrumenti (termometar, barometar, ampermetar...), računari, svaki čovek, sve su to izvori razno-vrsnih poruka.

Karakteristike izvora poruka

U odnosu na objekte koji generišu poruke, postoje različiti izvori po-ruka. Sve poruke koje oni generišu pripadaju dvema osnovnim klasama poruka – diskretnim i kontinualnim.

Diskretne poruke možemo predstaviti skupovima sa konačnim bro-jem elemenata, pri čemu elemente mogu da čine različite vrednosti po-smatrane poruke. Uzmimo na primer tekstualnu poruku. Svaka takva po-ruka proizvoljne dužine načinjena je od konačnog broja elemenata – sim-bola (slova, brojevi, znaci interpunkcije), iz skupa simbola koji se zove **al-fabet izvora poruka**

Kontinualne poruke možemo predstaviti skupovima sa beskonačnim brojem elemenata, pri čemu elemente mogu da čine različite vrednosti po-smatrane poruke. Navedimo primer govorne poruke. U toku svog trajanja, ova poruka sadrži beskonačno mnogo različitih vrednosti amplituda pojedinih glasova i frekventnih komponenti. Kod ovih poruka, pri njihovom mate-matičkom interpretiranju, uočava se neprekidnost i po trajanju i po stanjima.

Na osnovu prethodnih činjenica svi izvori poruka mogu se podeliti na **diskretne i kontinualne**.

Funkcionisanje izvora poruka uvek se sastoji u slučajnom izboru poruka iz strogo određenog skupa mogućih poruka. Ukoliko bi poruke koje generiše izvor bile determinističke, tj. unapred poznate sa potpunom pouzdanošću, tada ne bi imalo smisla prenositi takvu poruku, jer ona i ne sadrži nikakvu informaciju. Zbog toga se poruke posmatraju kao slučajni [1], [2] događaji (ili slučajne veličine – funkcije). Drugim rečima, uvek postoji skup mogućih varijanti poruka od kojih se realizuje samo jedna i to sa nekom verovatnoćom. Slučajni karakter poruka, a takođe i smetnji na kanalu veze, daju mogućnost primene teorije verovatnoće u definisanju sistema veza sa zaštitom informacija i/ili bez toga.

Definicija diskretnog izvora poruka

Svaki diskretni izvor poruka u toku svog funkcionisanja produkuje neki niz simbola $x=(...x_{-1},x_0,x_1,...)$ koji uzima iz konačnog skupa simbola poznatog $A=(a_1,a_2,...,a_s)$ kao alfabet izvora poruka.

Uvedimo pretpostavku da izvor šalje poruku u vidu konačnih nizova oblika: $M=(m_1, m_2, ..., m_n)$, te da u prvom momentu proizvodi simbol m_1 , u drugom m_2 , u n -tom momentu simbol m_n . Ako je izvor proizveo niz $(a_{s-5}a_1...a_i...a_1)$, to znači da je $m_1=a_{s-5}$, $m_2=a_1$, $m_n=a_1$, različitih nizova (blokova) M , dužine n , ukupno ima s^n (varijacije sa ponavljanjem n -te klase od s elemenata). Nizovi oblika M , kao proizvodi izvora, u stvari su realizacije nekog slučajnog procesa. Prema tome, značajno obeležje nekog izvora je raspodela verovatnoća P na skupu svih nizova M .

Iz prethodnog se uočavaju osnovna obeležja svakog diskretnog izvora poruka:

- alfabet izvora A , koga sačinjava konačan broj različitih simbol $a_1, a_2, ..., a_s$
- raspodela verovatnoća P svih n -članih nizova (blokova) oblika M .

Neki izvor poruka definisan je ako je dat njegov alfabet i ako je data raspodela verovatnoća svih n -članih nizova koje izvor proizvodi. Zbog toga diskretni izvor [3], [4] poruka definišemo (i označavamo) kao par (A, P) sastavljen od alfabeta i raspodele verovatnoća n -članih nizova koje on može da proizvede. Raspodela verovatnoća P je zadata ako su date verovatnoće:

$$P(M) = P(m_1, m_2, \dots, m_n) > 0$$

$$\sum_{m=1}^n P(M) = 1 \tag{1}$$

Neka je dat izvor poruka (A, P) čiji je alfabet $A = (A, B, C, \dots, Z)$ skraćeni alfabet od 22 slova i koji proizvodi desetočlane nizove tipa $M_1 = (NAJVEROVAT)$. U datom primeru uočavamo na skupu A da je: $a_1=A$,

$a_2=B, \dots, a_{22}=Z$, a u desetočlanom nizu M_1 kao jednoj poruci, da je $m_1=N, m_2=A, m_3=J, \dots, m_{10}=T$.

Takvih različitih nizova (poruka) može biti s^n gde je $s=22$ a $n=10$. Ako bi verovatnoće pojedinih poruka bile jednake (što svakako nije slučaj u ovom primeru) onda bi svaki niz imao verovatnoću:

$$P(M_1) = P(M_2) = P(M_3) = \dots = P(M_{10}) = \frac{1}{22^{10}} \quad (2)$$

Ako je dat izvor poruka (A, P) čiji je alfabet koji proizvodi petočlane nizove tipa $M_1=(00010)$. U datom primeru $A=(a_1, a_2)=(0, 1)$ uočavamo na skupu A da je $a_1=0, a_2=1$, a u petočlanom nizu da je $m_1=0, m_2=0, m_3=0, m_4=1, m_5=0$. Broj različitih nizova (poruka) iznosi $s^n=2^5=32$. Ako je verovatnoća petočlanih nizova jednaka:

$$P(M_1) = P(M_2) = \dots = P(M_5) \quad (3)$$

onda bi svaki niz imao verovatnoću $\frac{1}{2^5} = \frac{1}{32}$

Diskretni izvor poruka (A, P) je STACIONARAN ako za svako $n=1, 2, \dots$ i svako $h=0, 1, 2, \dots$ važi jednakost:

$$P(m_1 m_2 \dots m_n) = P(m_{1+h} m_{2+h} \dots m_{n+h}) \quad (4)$$

tj. verovatnoća određenog n -članog niza m_1, m_2, \dots, m_n ne zavisi od momenta u kome izvor počinje generisanje, niti od mesta gde se posmatra produkcija izvora u celokupnoj njegovoj produkciji.

Na primeru teksta kao diskretnog izvora poruka to znači da verovatnoća određenog teksta ne zavisi od mesta tog teksta u sveukupnom jeziku. Drugim rečima, statističke osobine izvora ostaju iste u vremenu (prostoru).

Za definisanje kontinualnog izvora poruka postupak bi bio identičan s tim što bi zahtevao nešto složeniji matematički aparat. Ograničićemo se na razmatranje samo diskretnih izvora s obzirom na njihovu aktuelnost u svakodnevnoj komunikaciji. Činjenica je da se i kontinualni izvori poruka, danas, poznatim metodama najčešće transformišu u diskretne i dalje tretiraju na isti način.

Koder poruka

Generisane poruke iz izvora poruka treba preneti do primaoca. U tu svrhu koristi se odgovarajući kanal veze (sl. 1), koji podrazumeva odgovarajući električni signal kao materijalni nosilac poruke pri prelasku poruka iz izvora poruka u kanal veze.

Radi prilagođavanja za prenos neophodno je izvršiti odgovarajuće promene na porukama. Tako, na primer, tekst koji se otkuca na računaru ima

oblik niza simbola (slova, brojevi, znaci interpunkcije) kojima raspolaže računar. Primenjen je alfabet A od konačnog broja elemenata [2]. Ako se ovakva poruka upućuje na prenos telegrafskim kanalom, ona je transformisana u niz od samo dva različita simbola (0, 1). Tekst izražen nizom slova alfabeta A od s različitih simbola prevodi se u niz simbola koji pripadaju nekom drugom alfabetu, na primer B, koji u našem primeru sadrži samo dva elementa (0, 1). To prevođenje se odvija tako što se svakom slovu alfabeta A pridružuje određena (uvek ista) kombinacija od izvesnog broja simbola alfabeta B.

Operacija prevođenja poruka iz jednog oblika u drugi, iz jednog alfabeta u drugi, naziva se **kodiranje**, a inverzna operacija **dekodiranje**. Svaka kombinacija od izvesnog broja simbola alfabeta B zove se **kodna zamena**. Skup kodnih zamena naziva se **kod**. Broj kodnih zamena u nekom kodu naziva se **obim koda**.

Definicija koda i kodnog sistema

Prethodno razmatranje omogućuje nam da definišemo pojmove koda, kodnog sistema i kodiranja (dekodiranja). Neka je konačan skup $A=(a_1, a_2, \dots, a_s)$ skup različitih elemenata – simbola (slova, brojevi i znaci interpunkcije). Svaki niz generisan od elemenata skupa A nazivaćemo $M=(m_1, m_2, \dots, m_n)$ poruka.

Neka je $B=(0, 1, \dots, b-1)$ konačan skup čije ćemo elemente zvati cifre. Skup kombinacija cifara na koje preslikavamo elemente skupa A nazivaćemo KOD. Utvrđeno je pravilo na osnovu koga se tačno zna, kom simbolu iz skupa A je pridružena koja kombinacija elemenata skupa B. To znači da mora biti definisana funkcija f na skupu A koja elemente tog skupa prevodi u kombinacije elemenata skupa B koje ćemo zvati kodne zamene.

Na taj način dolazimo do pojma **kodni sistem**. Kodni sistem definiše skup simbola A, skup kodnih zamena za simbole iz A koji obuhvata kombinacije elemenata skupa B i funkciju f [5], [6], [7], koja preslikava skup A na skup kodnih zamena. Kodni sistem ćemo kratko označiti kao sređenu trojku (A, B, f).

U telegrafskom kodu slova alfabeta predstavljaju simbole skupa A, skup B = (0, 1), tj. broj elemenata skupa B je 2, a kodne zamene su kombinacije od 5 elemenata skupa B. Funkcija f pridružuje svakom slovu određenu kombinaciju:

$$f(a) = (11000)$$

$$f(b) = (10011)$$

$$f(c) = (01110)$$

Ovakav i slični kodovi na bazi dva stanja nazivaju se **binarni kodovi**. Navedeni kod omogućava $2^5=32$, različite kombinacije i naziva se telegrafski kod sa primenom u teleprinterskim vezama.

Koder signala

Koder signala transformiše kodirane poruke u električni signal koji je prilagođen za prenos putem prenosnog sistema. Najčešći su takvi signali napon pri prenosu preko kablovskih veza, odnosno elektromagnetno polje pri radio prenosu.

U savremenim sistemima za prenos diskretnih poruka koriste se koderi i modemi. Kodek je uređaj koji transformiše poruku u kod (koder) i kod u poruku (dekoder).

Modem je uređaj koji transformiše kod u električni signal (modulator) i električni signal u kod (demodulator). Pri prenosu diskretnih poruka, one se najpre transformišu u primarni električni signal (na primer signal iz teleprintera pri telegrafskom prenosu), a zatim se pomoću modulatora (na primer UP-1) formira odgovarajući signal koji je prilagođen za prenos preko odgovarajućeg kanala veze. Pri prenosu kontinualnih poruka, (na primer govora), primarni električni signal formirao bi se pomoću mikrofona, a zatim bi se vršio proces modulacije tog primarnog električnog signala u odgovarajući električni signal za prenos.

Prenosni sistem

Prenosni sistem je medij za prenos signala od izvora do tačke prijema. Može biti žični i bežični.

Žični prenosni sistem upotrebljava se u stacionarnim elementima sistema veza, bilo da se radi o NF prenosu od korisnika do multipleksa ili VF prenosu između tačaka prema korisnicima ili odgranjavanju radi daljih prosleđenja grupa i pojedinačnih kanala.

Bežični prenos signala je racionalniji, efikasniji i ekonomičniji i koristi se u svim uslovima, bilo da se radi o prenosu radio – signala VF ili VVF opsega, UVF signalom, radio-telefonskih signala ili pri prenosu multipleksiranih (digitalnih i analognih) grupa putem radio-relejnih signala.

Na putu kroz prenosni sistem signali su podložni najrazličitijim smetnjama. Da bi se mogao uzeti u obzir i uticaj smetnji, čitavom sistemu dodat je i izvor smetnji.

Zbog delovanja smetnji signal se na izlazu prenosnog sistema ne može jednoznačno podudarati sa signalom na ulazu, pa se na osnovu primljenog signala može s odgovarajućom verovatnoćom samo pretpostaviti predaja nekog signala. Zadatak kodera signala je baš u tome da ostvari takvu transformaciju kodirane poruke u električni signal, koja će dati minimalnu grešku pri određivanju pravilne poruke na izlazu prenosnog sistema.

Dekoder signala i dekodeer poruka izdvajaju poruke iz primljenih signala i pretvaraju u oblik koji je prikladan za analizu u prijemniku i time razumljiv primaocu poruke [8], [9].

Zaključak

Model telekomunikacionog kanala predstavlja složeni sistem niza uzajamno zavisnih elemenata, čija se efikasnost ocenjuje verovatnoćom da će se kroz kanal uspešno preneti informacija, od izvora poruke, do primaoca.

Modelovan je tako, da se bez obzira na upotrebljeno tehničko sredstvo, sistem ili sklop, može razmotriti mesto i uloga svakog pojedinačnog elementa, a koji predstavlja osnovu za razmatranje nekih od mogućih pristupa zaštiti informacija u telekomunikacionom kanalu.

Literatura

- [1] Шенон, К., Работни по теорији информацији и кибернетике, Москва, 1963.
- [2] Class, C., Quality-of-Service Based Assessment of Synchronization Algorithms, TIK Report, No. 74, August 1999.
- [3] Blakowski, G. and Steinmetz, R., A Media Synchronization Survey: Reference Model, Specification, and Case Studies, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 14, No. 1, pp. 5–35, Jan. 1996.
- [4] Ehley, L., Furth, B., and Ilyas M., Evaluation of Multimedia Synchronization Techniques, Proc. of the Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems, Boston, MA, USA, pp. 514–519, May 1994.
- [5] Saparamandu, V., Senevirante A., and Fry, M., A Review of Inter Media Synchronization Schemes, Proc. of the First Int. Conf. on Multi-Media Modeling, Singapore, pp. 229–239.
- [6] Shivakumar, N., Sreenan, C. J., Narendran, B., and Agrawal, P., The Concord Algorithm for Synchronization of Networked Multimedia Streams, Proc. of the Int. Conf. on Multimedia Computing and Systems, May 15–18, 1995, pp. 31–40.
- [7] Markagić, M., Svet šifara, Medija centar Odbrana, Beograd 2009.
- [8] Markagić, M., Komunikacioni kanal sa šifrovanjem informacija, Vojnotehnički glasnik, vol. 58, broj 3, pp. 88–104, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.
- [9] Jovanović, B., Algoritmi selektivnog šifrovanja – pregled sa ocenama performansi, Vojnotehnički glasnik, vol. 58, broj 4, pp. 134–154, ISSN 0042–8469, UDC 623+355/359, Beograd, 2010.

BASIC FUNCTIONS OF TELECOMMUNICATION CHANNEL ELEMENTS FOR SUCCESSFUL INFORMATION TRANSMISSION

Summary:

The challenge in the field of multimedia telecommunications is an attempt to integrate texts, sound, images and videos coherently and consistently and to ensure simplicity and interactivity of operation.

In order to make the proposed multimedia applications acceptable to end-users, the quality of transmission through the network and message presentation should have special attention.

The main aims of this paper are the introduction to the communication channel with its basic elements, a detailed description of the information source and the presentation of possible approaches to the analysis of the telecommunication channel.

Introduction

In the age of mass application of various communication means, end-users of telecommunication channel elements rarely pay attention to the processes taking place in everyday communication and the elements presented in the channel.

In order to discuss all the factors that influence the establishment and maintenance of the links, this paper will explain the basic elements of telecommunication channels.

Source

Every object that generates messages to be transferred to a recipient is called the source of the message. Directors, writers, speakers, books, newspapers, various instruments (thermometer, barometer, ammeter, etc.), computers, a man himself - these are all sources of various messages.

In relation to facilities that generate messages, there are different sources of messages. All the messages that they generate belong to discrete or continuous modes of messages.

Discrete messages can be presented with element sets, where elements can be considered through different values of observed messages. Each text message of arbitrary length, for example, is made of a finite number of elements - symbols (letters, numbers, punctuation marks), from the set of symbols called the alphabet message source.

Continuous messages can be presented with an infinite number of sets of elements where elements can have different values of the observed messages.

Coder of messages

Messages generated by a message source should be transmitted to the recipient. For that purpose, an appropriate communication channel is used, with appropriate electrical signals as material bearers of the message.

Definition of the code and the code system

The set of combinations of digits that mirrors the elements of the set A is called a code. The established rule considers situations when each symbol from the set A is associated with the combination of elements of the set B. The function f defining this translation must be defined. This replacement is called a code replacement.

Signal coder

A coder performs signal transformation of coded messages to an electrical signal adapted for transmission via the transmission system. The most common signals are voltage transmission via cable connection or an electromagnetic field in the radio transmission. Modern systems for transferring discrete messages contain codecs and modems.

Portable system

A portable system is the medium for signal transmission from the source to the point of receipt. It can be wired and wireless.

A wired transmission system is used in the stationary elements of communication systems. Wireless signal transmission is used in all conditions and it is more rational, efficient and economical.

On their way through the transmission system, signals are subject to a variety of interferences. For a better insight into the interference impact, the source of interference is added to the whole system.

Conclusion

The model of the telecommunication channel is a complex system of a series of mutually dependent elements. Effectiveness of these elements is evaluated by the performances of the probability that the transfer of information through the channel will be successful.

In a thus modeled telecommunication channel, regardless of the technical means used which is either a system or a circuit, the place and role of each element can be considered, which is the basis for consideration of possible approaches to the protection of information in the telecommunication channel.

Key words: telecommunication channel, information source, statistics, probability.

Datum prijema članka: 22. 05. 2009.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa: 30. 04. 2010.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje: 05. 05. 2010.