

Univerza v Ljubljani



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Komunikacije v avtomatiki
Uvod

Stanislav Kovačič



<http://vision.fe.uni-lj.si> 2013/14

Splošno o predmetu - iz vsebine

- Industrijske komunikacijske tehnologije
 - Fieldbus
 - Osnovno o CAN, ProfiBus, ProfiNet, FIP, PNet,
- Omrežni sloj
 - Naslavljanje, usmerjanje
 - Protokoli omrežnega sloja, ARP, RARP, IP, ICMP
 - CIDR, NAT, DHCP, mobilni IP, IP v.6
- Prenosni sloj
 - TCP
 - UDP
- Storitve in protokoli višjih slojev
 - Zgoščevanje podatkov, Huffman, LZW
 - Šifriranje, algoritmi in protokoli
 - Nekateri protokoli aplikacijskega sloja
 - (tu se omrežja med seboj načeloma najbolj razlikujejo)
- Skratka, predmet je bolj enciklopedičnega značaja....

Splošno o predmetu - iz vsebine

Obravnavanje osnovnih načel sodobnih komunikacijskih omrežij v avtomatiki z *arhitekturnega* (zgradba, delovanje) in manj (ali nič) z izvedbenega vidika (informacijsko komunikacijske tehnologije - IKT)

- Uvod
- Arhitektura, slojnost omrežij
 - Referenčni model ISO OSI
 - Referenčni model TCP/IP
- Podatkovno linijski sloj
 - Nekateri protokoli, vrednotenje protokolov
 - Kodiranje kanala – osnovno o odkrivanju/popravljanju napak, CRC
- LAN
 - dostop do prenosnega sredstva, ALOHA, CSMA, ..., žeton
 - vrednotenje
 - Ethernet, WLAN

Splošno o predmetu

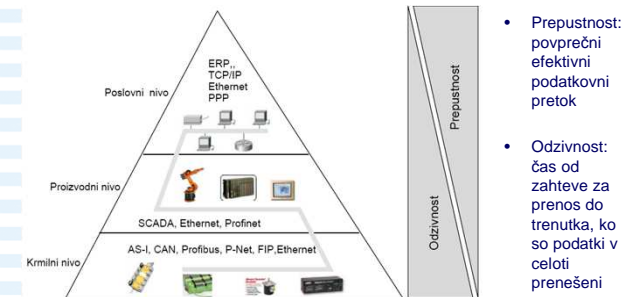
- Predavanja
 - Študijsko gradivo: spletna stran predmeta
 - <http://vision.fe.uni-lj.si/Classes/KA-vaie/>
 - predloge predavanj (dobite sproti na predavanjih)
 - Viri na spletu, teh je veliko
 - Na primer Wikipedia
 - Sicer pa jih bomo sproti navedli.
 - Učbeniki, knjige, (v knjižnici bi moralo biti načeloma dovolj izvodov):
 - J.Kurose, K.Ross, Computer Networking, A top down approach, fifth ed., Pearson, 2011.
 - A. Tanenbaum, D. Wetherall, Computer networks, fifth ed., Prentice Hall 2011.
 - R. Stevens, TCP/IP Illustrated, Vol. 1, Addison-Wesley, 1994 (2005, 26. izdaja)
 - F. Halsall, Computer Networking and the Internet, 5th ed., Addison-Wesley, 2005
 - R. Zurawski, Industrial Communication Technology Handbook, CRC Press, 2005.
 - Sicer pa jih bomo sproti navajali.

Splošno o predmetu

- Laboratorijske vaje
 - Izbrana snov predavanj (o tem več na vajah)
 - Sprotno opravljanje obveznosti vaj bo bistveno vplivalo na končno oceno.
- IZPIT:
 - Končni izpit (kolokvijev ni)
 - Pisni – 4 vprašanja
 - ocena PI + ocena LV je izhodišče za končno oceno
 - Ustni – izboljšanje/poslabšanje (+- 1) ocene.
 - OP.: obe oceni, PI in LV morata biti pozitivni, t.j. >50%.

Uvod

- Komunikacijska omrežja delujejo po skupnih osnovnih načelih
- Se še najbolj razlikujejo glede na področje oz. namen uporabe



Uvod

- Komunikacijski sistemi v avtomatiki omogočajo medsebojno usklajevanje velikega števila krajevno porazdeljenih procesov in naprav.
- So pomembna sestavina industrijskih informacijskih sistemov:
 - Zajemanje podatkov, predobdelava podatkov
 - **Prenos podatkov**
 - Obdelavo, shranjevanje podatkov
 - Prikazovanje, interpretiranje podatkov
 - Odločanje, ukrepanje.
- Okolja uporabe:
 - Daljinsko vodenje, porazdeljeno vodenje:
 - Sistemi distribucije, transporta, varovanja
 - Poslovni in proizvodni sistemi
 - Avtomatizacija, informatizacija, računalniško integrirana proizvodnja
 - Pametne naprave in okolja:
 - Pametne zgradbe, ogrevanje, prezračevanje, tehnično varovanje, ...
 - (Brezžična) senzorska omrežja
 - Ambientalna (vsensavzoča) inteligenca



Uvod - Nova področja

- (Brezžična) senzorska omrežja
- Internet stvari (**Internet of things**)
- Telemedicina
- E-oskrba **AAL** (oskrba bolnih in ostarelih oseb, oseb s posebnimi potrebami)
- Osebna senzorska omrežja **PAN** (senzorji na/v telesu)
- E-okolje (opozarjanje pred naravnimi in drugimi nesrečami, varovanje okolja)
- Aktivna omrežja (**Smart grids**)
- ...

LSV - Laboratorij za strojni vid

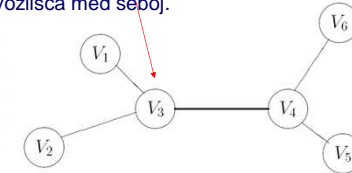
Gasilska oprema



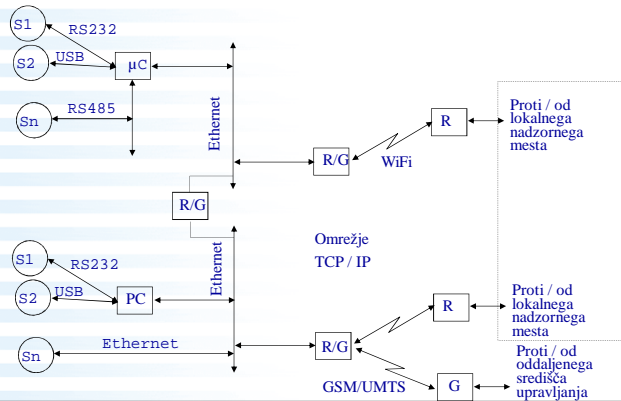
Avtonomno plovilo

Osnovni gradniki (pojmi)

- **Vozlišče (Node):** naprava, ki v omrežju opravlja komunikacijske naloge.
 - Končno vozlišče: v njem informacija nastaja in/ali se koristi
 - Senzor, aktuator, daljinska postaja, nadzorna postaja, ...
 - Vmesno vozlišče: posrednik informacije
 - Ponavljalnik, spojišče, most, stikalo, usmerjevalnik, prehod, ...
Repeater, Hub, Bridge, Switch, Router, Gateway
- **Postaja:** naprava, ki poleg komunikacijskih nalog opravlja še druge naloge, ki niso neposredno povezane s komunikacijo.
 - Daljinska postaja, središče vodenja, ...
- **Povezava (Link):** povezuje vozlišča med seboj.

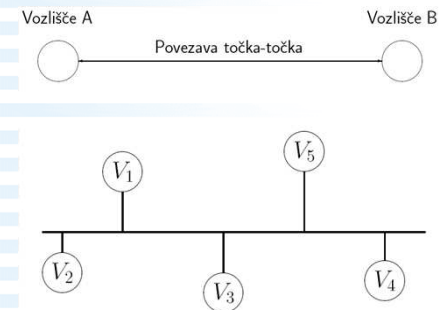


LSV (projekt SOVZO)



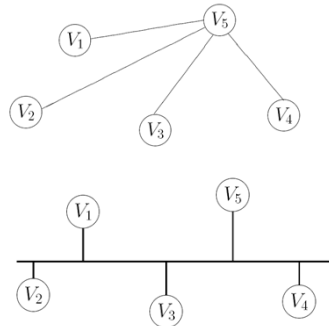
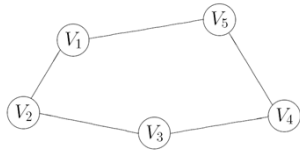
Načina povezovanja

- Točka – točka (angl. **Point-to-Point**)
- Večtočkovno (angl. **Multipoint**)



Osnovne oblike omrežij 1/2

- Zvezda (Angl. **Star**)
- Obroč (Angl. **Ring**)
- Vodilo (Angl. **Bus**)



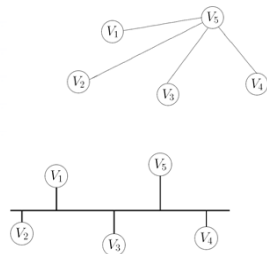
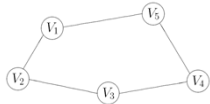
Vsa ta omrežja so delno povezana
Večja omrežja so bolj splošnih oblik: drevo, mreža, ...
le redko pa so popolnoma povezana.

Arhitektura omrežij

- **Arhitektura** (Kaj to je?)
 - Zgradba in delovanje omrežja, ki je neodvisna od njegove izvedbe
 - Arhitektura obsega popolno specifikacijo zgradbe in delovanja, po kateri je moč zgraditi omrežje.
 - Primeren nivo abstrakcije za obravnavanje kom. omrežjih.
- Konkretno:
 - **Sloji/plasti** (število slojev in njihove funkcije – funkcionalnost)
 - **Protokoli** (pravila komuniciranja)
 - **Storitve**, ki so dane na vmesnikih med sloji

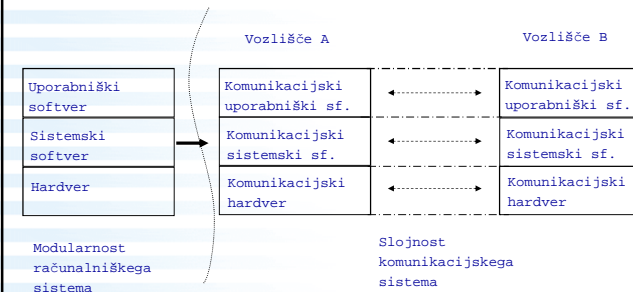
Osnovne oblike omrežij 2/2

- Ta omrežja (zvezda, vodilo, obroč) se med seboj bistveno razlikujejo po dostopu do prenosnega sredstva (oz. medija) (**Media Access**)
 - Pozivanje, izbiranje: zvezda, vodilo
 - Žeton (**Token**): obroč, vodilo
 - Naključen dostop: vodilo



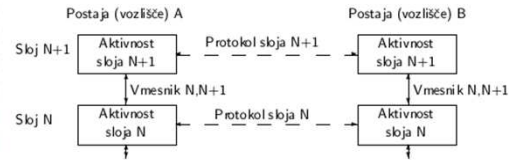
Modularnost : Slojnost

Današnja omrežja so grajena (več)slojno → hierarhično in modularno



Slojnost omrežij

Omrežja so torej urejena v sloje: sloj nad slojem
V bistvu gre za slojno obravnavanje funkcionalnosti omrežij



Vmesnik: dostopna točka storitve
Protokol: pravila komuniciranja, skupaj s formatom podatkovnih enot
Sloj N: dajalec storitve (spodnji sloj)
Sloj N+1: uporabnik storitve (zgornji sloj)

Referenčni model ISO OSI (1)

Fizični sloj:

Osnovna podatkovna enota je bit

Sloj skrbi za prenos digitalnih signalov po prenosnih sredstvih

Oblike signalov (v osnovnem frekvenčnem pasu), NRZ, RZ, Bi-fazni

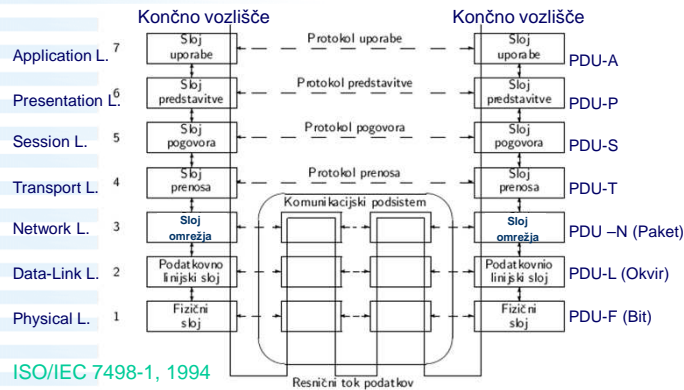
Vrste modulacije (v višjem frekvenčnem pasu, v razširjenem spektru), ASK, FSK, PSK, QAM, PCM, TCM, DSSS, ...

Napetostni nivoji signalov, kodiranje signala

Primeri standardov: RS232, RS485, ...

Tipične naprave: spojišče, ponavljalnik

Referenčni model ISO OSI



ISO/IEC 7498-1, 1994

Referenčni model ISO OSI (2)

Podatkovno linijski sloj:

Osnovna podatkovna enota je **okvir** – zaporedje bitov (angl. **Frame**)

Skrbi za kar se da zanesljiv prenos okvirjev med sosednjimi vozlišči

Okvirjenje, označevanje začetka in konca okvirja

Odkrivanje/popravljanje napak

- na primer LRC, CRC, trellis, ...

Potrjevanje okvirjev, protokoli ABP, GBN, SRP

- na primer LLC, Ethernet II, PPP, SLIP, LAPB, HDLC, SDLC, BSC

Dostop do prenosnega sredstva: MAC

- na primer Ethernet, CSMA/CD, ALOHA, CAN, Žeton,

Tipične naprave: **most, stikalo**

Referenčni model ISO OSI (3)

Omrežni sloj:

Osnovna podatkovna enota je paket (angl. **Packet**).

Skrbi za delovanje omrežja kot celote.

Zagotavlja pot prenosa od izvornega do ponornega končnega vozlišča, zagotavlja povezljivost:

- Naslavljanje (naslovni prostor, format naslovov, pomen naslovov)
- Usmerjanje (izbiranje poti prenosa)
- Povezovanje omrežij v omrežje omrežij.

Tipični protokoli: **IP** (op: pravzaprav je to protokol modela TCP/IP)

Tipične naprave: usmerjevalnik (angl. **Router**), prehod (angl. **Gateway**)

Referenčni model ISO OSI (5,6,7)

Pogovorni sloj:

Protokolovna podatkovna enota (PDU) pogovornega sloja, S-PDU

Skrbi za prenos podatkovnih enot skozi omrežje od izvornega do ponornega **procesa** (znotraj vozlišča).

Predstavitveni sloj:

skrbi za ustrezno kodiranje in prekodiranje potakov, zgoščevanje podatkov, šifriranje podatkov

Aplikacijski sloj:

Skrbi za zagotavljanje storitev končnemu uporabniku omrežja

Elektronska pošta, prenos datotek, WWW

SMTTP, FTP, HTTP, MMS, OPC, ...

Po tem sloju se omrežja s strani končnega uporabnika najbolj vidno razlikujejo.

Referenčni model ISO OSI (4)

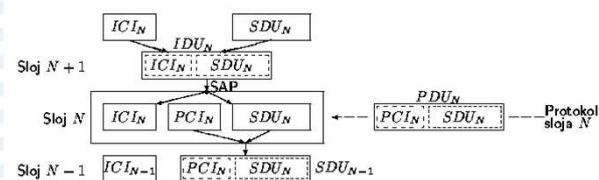
Prenosni sloj:

Osnovna podatkovna enota je tudi tu paket (ali segment) ali kar protokolovna podatkovna enota (PDU) transportnega sloja, T-PDU

Skrbi za **prenos** (transport) podatkovnih enot skozi omrežje od izvornega do ponornega vozlišča.

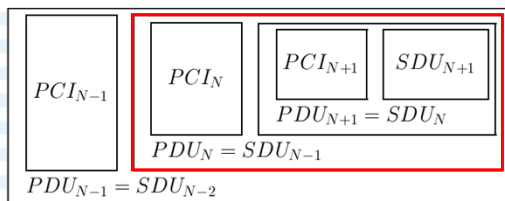
Tipični protokoli: **TCP, UDP** (seveda sta to protokola TCP/IP modela)

Vmesnik, storitve, protokoli



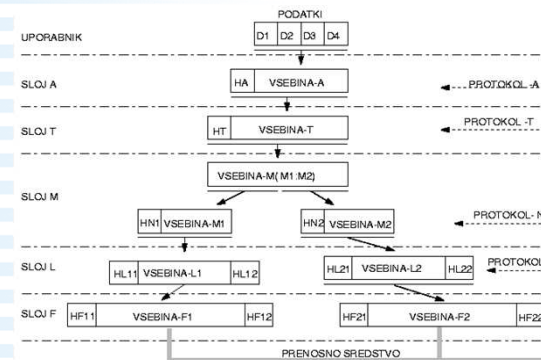
SAP (Service Access Point)	= Dostopna točka storitve
IDU (Interface Data Unit)	= Podatkovna enota vmesnika
ICI (Interface Control Information)	= Nadzorna informacija vmesnika
SDU (Service Data Unit)	= Podatkovna enota storitve
PCI (Protocol Control Information)	= Protokolna nadzorna informacija
PDU (Protocol Data Unit)	= Protokolna podatkovna enota

Slojnost in načelo ovojnice 1/3

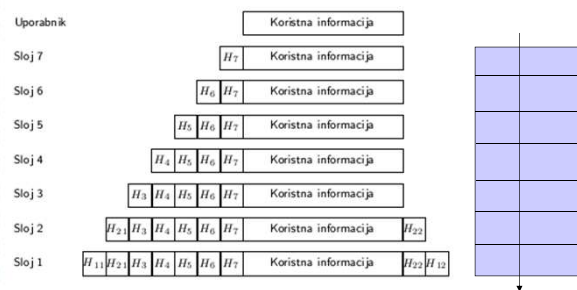


PDU (paket) sloja N+1 je na sloju N nedotakljiva.

Slojnost in načelo ovojnice 3/3



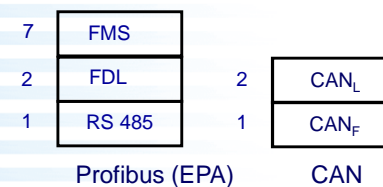
Slojnost in načelo ovojnice 2/3



PDU (paket) sloja N+1 je na sloju N nedotakljiva.

Slojnost omrežij

- OSI se je najbolj prijel v industrijskih omrežjih, npr. [LonTalk](#)
- Ni nujno, da bi vsako omrežje imelo realiziranih 7 slojev
- V teh omrežjih se funkcionalnost manjkajočih (neizraženih) slojev pridruži sosednjim slojem.



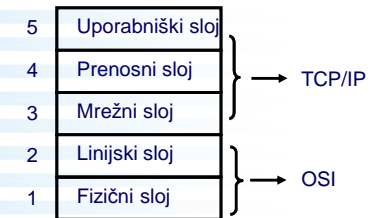
- Obstajajo seveda drugi, ne-OSI modeli in omrežja

Model in arhitektura TCP/IP



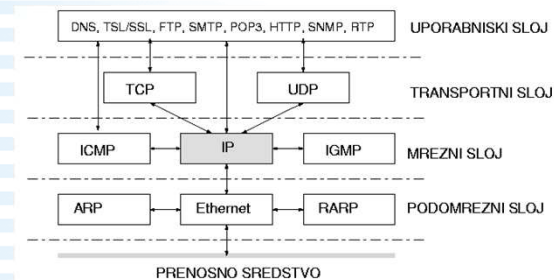
Arhitekturni modeli

- Zelo primeren se zdi petstojni model



- TCP/IP model poudarja omrežne funkcije → pomen omrežnega sloja
- TCP/IP model ne poudarja podomrežnega sloja (v nasprotju z OSI)
- Aplikacijske funkcije so v OSI precej 'razslojene'

Arhitektura TCP/IP



- Slojnost (neodvisnost med sloji) ni popolnoma dosledna
- V TCP/IP modelu ni popolnoma jasna neodvisnost storitev od protokolov

ISO OSI ↔ TCP/IP

Kateri sloji enega modela sovpadajo s sloji drugega modela

ISO OSI ↔ TCP/IP

7	Uporabniški sloj		Uporabniški sloj
6	Predstavitveni sloj		
5	Pogovorni sloj		
4	Prenosni sloj		Prenosni sloj
3	Omrežni sloj		Omrežni sloj
2	Linijski sloj		Podomrežni sloj
1	Fizični sloj		

4 slojni (ARPA, Internet oz. TCP/IP) model migrira v 5 slojni model (podomrežni sloj se obravnava kot dva sloja - sloj 1 in 2 ref. modela ISO OSI)

Važnejši viri

A.Tanenbaum, Computer networks, 4-th ed., Prentice Hall 2003.
(Zelo poučna razlaga slojnosti omrežij, ISO OSI in TCP/IP, str. 26 do 48)

J. Kurose, K. Ross, Computer networking, Pearson, 2010, 1.poglavje, str.27.-107.

Wikipedia ISO OSI – priporočam!

http://en.wikipedia.org/wiki/OSI_model

Od tu tudi povezave na standard:

[ISO standard 7498-1:1994](#)

In originalni članek: Hubert Zimmermann,

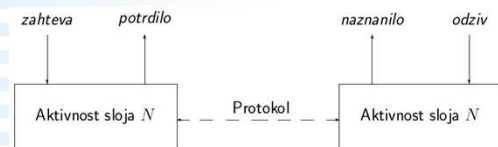
[OSI Reference Model — The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection](#)

IEEE Transactions on Communications, vol. 28, no. 4, April 1980, pp. 425 - 432.

Wikipedia TCP/IP – 4 oz. 5. slojni model

http://en.wikipedia.org/wiki/TCP/IP_model

Samo še to



Zahteva (Request)	aktivnost zahteva od dajalca storitve neko dejanje
Naznanilo (Indication)	aktivnost je obveščena o nekem dejanju
Odziv (Response)	aktivnost se odzove na neko dejanje
Potrdilo (Confirm)	aktivnost je obveščena o realizaciji svoje zahteve

Storitve so lahko *potrjene* ali *nepotrjene*.

- Storitve ne smemo zamenjevati s protokoli!