



Рачунарске мреже и Интернет

Далибор Добриловић



Универзитет у Новом Саду
Технички Факултет “Михајло Пупин”
Зрењанин



Библиотека Уџбеници

2021

Универзитет у Новом Саду
Технички факултет „Михајло Пупин“ - Зрењанин

Рачунарске мреже и Интернет

Далибор Добриловић

Зрењанин

2021.

Др Далибор Добриловић
Рачунарске мреже и Интернет

Рецензенти:

Проф. др Жељко Стојанов
Проф. др Владимир Бртка

Издавач:

Технички факултет „Михајло Пупин“ – Зрењанин, Ђуре Ђаковића бб

За издавача:

Проф. др Драгица Радосав, декан Техничког факултета „Михајло Пупин“ – Зрењанин

Техничка припрема и графичка обрада:

др Далибор Добриловић

Одлуком Научно-наставног већа Техничког факултета „Михајло Пупин“ у Зрењанину од 01.12.2021. године, одобрено је коришћење ове књиге као уџбеника.

Репродукција појединих делова или целине ове публикације није дозвољена.

СРП - Каталогизација у публикацији
Библиотеке Матице српске, Нови Сад

004.7(075.8)(0.034.4)

004.738.5(075.8)(0.034.4)

ДОБРИЛОВИЋ, Далибор, 1971-

Рачунарске мреже и Интернет [Електронски извор] / Далибор Добриловић. - Зрењанин :
Технички факултет "Михајло Пупин", 2021. - 1 електронски оптички диск (CD-ROM) : текст ;
12 cm. - (Библиотека Уџбеници ; 245)

Наслов са насл. екрана. - Електронска публикација у формату pdf опсега 206 стр. -
Библиографија.

ISBN 978-86-7672-350-8

а) Рачунарске мреже б) Интернет

COBISS.SR-ID 55236617

Назив ове књиге је **Рачунарске мреже и Интернет**. Наслов наглашава две основне тематске целине, а то су рачунарске мреже са једне и Интернет и интернет технологије са друге стране. На тај начин, обухваћене су теме које спадају у класичан и опште прихваћен садржај у овој области, али и напредне технологије које су проузроковане ширењем интернета, напретком интернет технологија и новим приступима у њиховој примени. Тако је постигнуто да се ова књига може користити као уџбеник за већи број предмета у оквиру студијских профила на Техничком факултету „Михајло Пупин“ - Зрењанин.

Структура ове књиге је конципирана тако да читаоцу прикаже и објасни све битне појмове у области рачунарских мрежа. У књизи су објашњене најбитније технологије за разумевање рачунарских мрежа, али и рад са њима. Поред основних технологија, у књизи је приказан осврт и на безбедност рачунарских мрежа, али и савремене правце њиховог развоја које се огледају у погледу Интернета ствари, технологија паметних градова и паметне индустрије.

У првом поглављу је дат приказ основних појмова рачунарских мрежа, организација за стандардизацију, класификација рачунарских мрежа, протокола, перформанси рачунарских мрежа, грешака при преносу података, OSI референтног модела и TCP/IP фамилије протокола.

У другом поглављу су приказане функције физичког слоја, затим медијуми за пренос података, конектори, структурно каблирање и мрежни уређаји физичког слоја.

Слој везе података је приказан у трећем поглављу, као и Циклична провера редундансе (CRC), уређаји слоја везе података, протоколи са вишеструким приступом, Ethernet стандард и бежичне локалне рачунарске мреже (WLAN), као и ARP и ICMP и протоколи и виртуалне локалне рачунарске мреже (VLAN).

Слој мреже је представљен описом IP протокола и IPv4 и IPv6 адресирања. Описан је процес рутирања и опис статичког и динамичког рутирања, OSPF и BGP-4 протокола.

Пето поглавље описује портове и сокете, TCP, UDP и SCTP протоколе.

Слој апликације даје опис најпопуларнијег протокола за имплементацију интернет апликација као што су Hypertext Transfer Protocol (HTTP) протокол, протоколи електронске поште, File Transfer Protocol (FTP) протокол и DNS (Domain Name System).

Поглавље 7. даје кратак осврт на безбедност рачунарских мрежа, али свакако указује на најважније аспекте из те области. Ту се објашњавају принципи информационе сигурности, типови сигурносних напада, анатомија напада на сигурност, најчешћи напади и претње, заштита мреже по слојевима и мрежне баријере.

Осмо поглавље има за тему управљање и надзор рачунарским мрежама са фокусом на Simple Network Management Protocol (SNMP) протокол.

У деветом поглављу се описију алати за симулацију рачунарских мрежа.

Тема десетог поглавља је интернет, са његовом историјом, описом начина приступа интернету и најважнијих интернет услуга.

Cloud computing је тема десетог поглавља, али и теме које су везане за еволуцију оваквог начина умрежавања - *Fog*, *Edge* и *Mist computing*.

Интернет Ствари (IoT) и паметне технологије су тема дванаестог и завршног поглавља, који поред овог концепта описује примену Интернета ствари у системима паметних градова и паметне индустрије.

Уџбеник је намењен студентима на предмету Рачунарске мреже на студијским програмима ВIT - Информационе технологије (ОАС) и ВII - Машинско инжењерство (ОАС), предмету Интернет мреже на студијском програму BSI - Информационе

технологије - софтверско инжењерство (ОАС) и предмету Рачунарске комуникације и Интернет (исти студијски профил, по старој акредитацији), све на основним академским студијама, Техничког факултета "Михајло Пупин" Зрењанин, Универзитета у Новом Саду.

Као помоћно наставно средство, уџбеник се може користити на предмету Интернет ствари (студијски профили: ВП - Машинско инжењерство, ВIT - Информационе технологије, BSI - Информационе технологије - софтверско инжењерство, ВТТ - Одевно инжењерство, сви основне академске студије) и предмету Савремене комуникационе технологије и мреже на студијском профилу МИТ - Информационе технологије, мастер академске студије.

„Постоје само две силе на свету, мач и дух. На дуже стазе, мач ће увек бити поражен од духа.”

Наполеон Бонапарте

У Зрењанину, децембра 2021.

Проф. др Далибор Добриловић



Садржај

1. Рачунарске мреже – основни појмови	1
1.1. Појам и дефиниција рачунарске мреже.....	1
1.2. Организација за стандардизацију.....	1
1.3. Класификација рачунарских мрежа.....	3
1.3.1. Класификација рачунарских мрежа према домету.....	3
1.3.2. Класификација рачунарских мрежа према топологији.....	7
1.3.3. Класификација рачунарских мрежа на основу односа измађу чворова	9
1.3.4. Класификација рачунарских мрежа на основу технике преноса:	10
1.4. Протоколи	11
1.5. Перформансе рачунарских мрежа.....	13
1.6. Грешке при преносу података	15
1.6.1. Природа грешака	16
1.7. OSI референтни модел	21
1.8. TCP/IP фамилија протокола	29
2. Физички слој.....	32
2.1. Медијуми за пренос података	32
2.1.1. Каблови са упреденим парицама	32
2.1.2. Оптички каблови	36
2.2. Конектори.....	37
2.3. Структурно каблирање.....	39
2.4. Мрежни уређаји физичког слоја	41
2.5. Интерфејси рачунара.....	43
3. Слој везе података	44
3.1. Циклична провера редунадансе (CRC)	45
3.2. Уређаји слоја везе података.....	48

3.3. Протоколи са вишеструким приступом	52
3.3.1. MAC протоколи са поделом канала.....	52
3.3.2. Протоколи са случајним приступом.....	54
3.3.3. MAC протоколи “са смењивањем”	57
3.4. Ethernet стандард	57
3.5. Бежичне локалне рачунарске мреже (WLAN).....	64
3.5.1. Варијанте IEEE 802.11 стандарда	66
3.6. ARP (Address Resolution Protocol) протокол.....	73
3.7. Виртуалне локалне рачунарске мреже (VLAN).....	75
4. Слој мреже	79
4.1. IP (Internet Protocol) протокол.....	79
4.2. ICMP (Internet Control Message Protocol) протокол.....	82
4.3. IPv4 адресирање.....	85
4.4. IPv6 адресирање.....	89
4.5. Рутирање	93
4.5.1. Статичко рутирање.....	95
4.5.2. Динамичко рутирање	99
4.5.3. OSPF (Open Shortest Path First) протокол.....	100
4.5.4. BGP-4 (Border Gateway Protocol) протокол.....	104
5. Слој транспорта	105
5.1. Портови	106
5.2. TCP (Transmission Control Protocol) протокол.....	109
5.3. UDP (User Datagram Protocol) протокол.....	115
5.4. SCTP (енгл. Stream Control Transmission Protocol) протокол.....	117
6. Слој апликације	118
6.1. Hypertext Transfer Protocol (HTTP) протокол.....	118

6.1.1. Колачићи (cookies)	123
6.1.2. Веб кеширање	125
6.1.3. НТТР методе	127
6.2. Електронска пошта на интернету	127
6.2.1. Формати поштанских порука	132
6.2.2. Протоколи за приступ пошти	132
6.3. File Transfer Protocol (FTP) протокол	133
6.4. DNS (Domain Name System)	135
7. Безбедност рачунарских мрежа.....	140
7.1. Принципи информационе сигурности.....	140
7.2. Сигурносни напад.....	142
7.3. Анатомија напада на сигурност	143
7.4. Најчешћи напади и претње.....	144
7.5. Вируси	149
7.6. Заштита мреже по слојевима	151
7.7. Мрежна баријера (firewall)	152
7.7.1. Врсте firewall -а.....	153
7.7.2. NAT (Network Address Translation).....	156
7.7.3. Демилитаризоване зоне (DMZ).....	157
8. Управљање и надзор рачунарским мрежама	159
8.1. Simple Network Management Protocol (SNMP) протокол	159
8.2. Програм за анализу мреже - Wireshark.....	160
9. Алати за симулацију рачунарских мрежа	162
9.1. Мрежни симулатор Ns-2	162
9.2. Мрежни симулатор Ns-3	162
9.3. OMNet++	163

9.4. Riverbed симулатор	163
9.5. SimPy/Python.....	163
9.6. Виртуелне мрежне лабораторије.....	164
9.6.1 VNX и VNUML.....	164
9.6.2 Kathará и Netkit	165
9.6.3 IMUNES.....	165
9.6.4. Лабораторије за умрежавање на даљину.....	166
10. Интернет.....	167
10.1. Историја.....	168
10.2. Приступ интернету	171
10.2.1. ADSL.....	171
10.2.2. Кабловски интернет	171
10.2.3. Бежични интернет	172
10.2.4. Сателитски интернет	172
10.2.5. ISDN.....	173
10.2.6. Аналогна телефонска линија	173
10.3. Интернет услуге.....	173
10.3.1. World Wide Web.....	174
10.3.2. Електронска пошта.....	175
10.3.3. Интернет телефонија.....	175
10.3.4. Пренос података	175
10.3.5. Стриминг медији	175
11. Cloud computing	177
11.1. Модели за испоруку сервиса	178
11.2. Познате Cloud computing пларформе.....	180
11.2.1. Amazon Web Services (AWS)	180

11.2.2. Google Clouds	181
11.2.3. Microsoft Windows Azure	181
11.3. Приступи у архитектури Cloud система.....	182
11.3.1. Fog computing.....	183
11.3.2. Edge computing.....	184
11.3.3. Mist computing.....	184
11.4. Суперрачунари.....	185
12. Интернет Ствари (IoT) и паметне технологије	186
12.1. Интернет ствари.....	186
12.2. Паметни градови.....	189
12.3. Machine-To-Machine (M2M) комуникација и Индустрија 4.0	193
Литература	196
Листа слика	202
Листа табела.....	205