

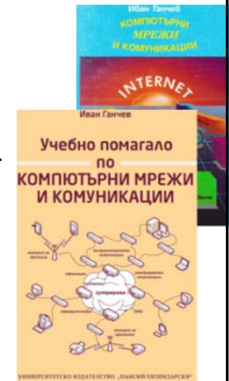
КОМПЮТЪРНИ МРЕЖИ и КОМУНИКАЦИИ

проф. д-р Иван Ганчев

1

Информация за учебната дисциплина

- Учебни материали
 - <https://delc2.fmi.uni-plovdiv.net>
(сист. адм.: ас. П. Малинов
petko-malinov@uni-plovdiv.bg)
- Оценяване:
 - Упражнения: MAX=30 т.
 - Текущ контрол: ел. тест в DeLC в средата на тримесъра (само за студенти ред. об., започвайки от 2021/22 уч. год.): MAX=15 т.
 - Писмен изпит: MAX=65 т. (само за студенти ред. об., започвайки от 2021/22 уч. год.) / 80 т. (за всички останали)
 - Ел. тест в DeLC
<http://delc.fmi.uni-plovdiv.net/training>
(сист. адм.: доц. д-р Е. Дойчев
e.doychev@uni-plovdiv.net)
 - Включва затворени въпроси (по учебния материал от лекциите) и отворени въпроси (подобни на задачите от учебното помагало по КМК)
 - Бонус точки от лекциите (за активно участващи студенти): MAX=20 т.
 - MIN 55 т. (общо) са необходими за оценка Среден (3)

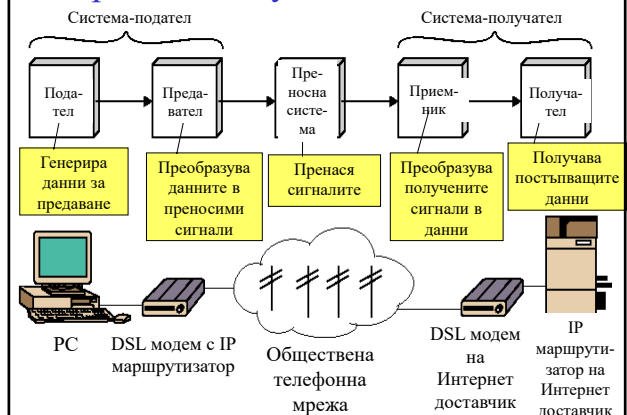


2

Въведение

5

Опростен комуникационен модел



6

Ключови комуникационни задачи (1)

- Ефективно използване на преносната система
 - Оптимално, ефективно разпределение на наличните ресурси
- Интерфейси
- Генериране на сигнали и:
 - Оптималното им разпространение
 - Правилното им тълкуване от страна на приемника
- Синхронизация между комуникаращите страни
- Управление обмена на съобщения
 - Комуникационни протоколи (правила за осъществяване на комуникация)
- Контрол
 - на грешките
 - на потока данни
 - на задръстванията (в мрежата)

7

Ключови комуникационни задачи (2)

- Адресация, маршрутизация и комутация
 - Множество устройства, споделящи комуникационни ресурси.
- Възстановяване
 - Подновяване на комуникацията от точката на прекъсване
- Форматиране на съобщения
 - Битово-ориентирано, байтово-ориентирано...
- Сигурност
 - Данни, получени само от предназначени получатели, и непроменени.
- Мрежова сигнализация и управление
 - Конфигуриране на системата
 - Следене на състоянието (*monitoring*)
 - Откриване на повреди и претоварвания
 - Планиране на бъдещо развитие

8

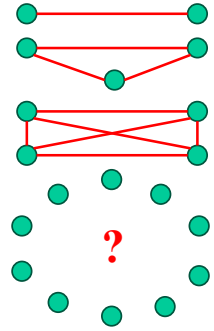
Комуникация чрез мрежа (networking)

- Комуникация тип "точка-точка" обикновено НЕ е практична
 - Комуникиращите възли може да са разположени твърде далеч един от друг
 - Голям брой ком. възли (N) води до огромен брой комуникационни линии при свързване тип "всеки със всеки" (*full mesh*)
- Решението е да се използва комуникационна мрежа

9

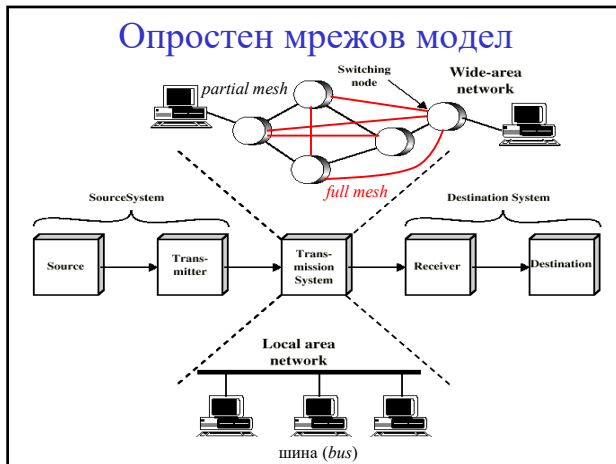
Колко ком. линии са нужни при свързване тип "всеки със всеки"?

- 2 ком. възела: **1**
- 3 ком. възела: **3**
- 4 ком. възела: **6**
- ...
- 10 ком. възела: **45**
- ...
- N ком. възела: **$N(N-1)/2$**



10

Опростен мрежов модел



11

Комуникационни мрежи

- Дефиниция
 - Множество междинни мрежови възли и свързващите ги комуникационни линии, позволяващи на крайните възли да имат достъп до комуникационна инфраструктура, поддържаща набор от услуги.
- По принцип всички мрежи са **комуникационни**
 - Мрежи за данни, компютърни мрежи, телефонни мрежи, мобилни клетъчни мрежи, радио/телевизионни разпръсквателни мрежи и др.
- В миналото е имало разлика
 - Компютърните мрежи са пренасяли само данни, генерирани от компютри; телефонните мрежи са пренасяли само глас и т.н.
- Но днес вече няма разлика
 - Съвременните мрежи трябва да могат да пренасят глас + данни + видео (известно още като *triple play*)!

12

Компютърни мрежи

- Взаимно свързване на **компютри**
 - 2 компютъра са взаимно свързани, ако са в състояние да обменят данни.
- Причини за свързване на компютри в мрежа:
 - Споделяне на хардуерни ресурси (дискове, принтери, модеми, скенери и др.)
 - Споделяне на приложен софтуер (MS Office)
 - Спестяване на пари (*downsizing process*: от големи машини към множество разпръснати малки интелигентни компютри)
 - Увеличаване на производителността (улесняване споделянето на данни между различни потребители)

13

Компютърни мрежи: Видове

Различни **критерии**:

- **Собственост**
 - обществени (Internet) или частни (собственост на компания)
- **Покривана площ**
 - Телесни: Body Area Networks (BANs), Персонални: Personal Area Networks (PANs), Локални: Local Area Networks (LANs), Регионални: Metropolitan Area Networks (MANs), Глобални: Wide Area Networks (WANs)
- **Предавателна среда**
 - кабелни/проводни (изп. кабели) или безжични (изп. радио, микровълнови, инфрачервени, лазерни лъчи)
- **Топология**
 - звезда, дърво, шина, кръг, mesh
- **Тип на предаване**
 - точка – точка, точка – много точки (*broadcast* или *multicast*), peer-to-peer.
- **Мобилност**
 - фиксиран или мобилни

14

Взаимносвързани мрежи (интермрежи)

- Или **интернети (internets)**
- Получават се при взаимно свързване на 2 или повече мрежи по начин, позволяващ им да комуникират безпроблемно помежду си и прозрачно за крайните им възли.
- Най-известната интермрежа е световният **Интернет (Internet)**, съставен от стотици хиляди взаимносвързани IP мрежи.

15

Мрежи: Съвременни тенденции

- Развитие диктувано от приложенията (*application-driven*)
- Интегрирани телекомуникационни мрежи
 - Пренасяне на глас + данни + видео
- Конвергенция на мрежи
 - От гледна точка на интерфейсите за достъп, размера на пакетите, доставката на услуги.
 - Конвергенция на фиксирани и мобилни мрежи (*Fixed to Mobile Convergence, FMC*)
- Безшевни структури (*seamless*)
 - Мета-мрежи
- Увеличаване броя на услугите
- Необходимост от развитие, базирано на референтни комуникационни модели!

17

TOP 10 COMMUNICATIONS TECHNOLOGY TRENDS

- **5G**
As the next step in the continuous innovation and evolution of the mobile industry, 5G will not only be about a new air interface with faster speeds, but it will also address network congestion, energy efficiency, cost, reliability, and connection to billions of people and devices. In 2014 we heard of new antenna/RF technologies (Massive MIMO, wider bandwidths), proposed deployment of small cells in higher mmWave frequencies, shorter transmission time intervals, reduced latency, and possibly new modulation methods beyond OFDM.
- **FIBER EVERYWHERE**
2014 was the year of “fiber everywhere” propelled by efforts to improve connectivity and address demand increases from the use of high definition video, 3G/4G/5G, streaming, podcast and other broadband services. This increased demand exposed existing bottlenecks in the communications infrastructure, and the solution prescribed was a fresh new round of investments and activity in fiber (FTTx). In developed markets, FTTx dominated deployments, and will continue to do so into the future. In the backbone network, Carrier Ethernet is well underway and it will continue to make inroads towards 400G/1000G switching hardware deployments.

18

TOP 10 COMMUNICATIONS TECHNOLOGY TRENDS (cont.)

- **VIRTUALIZATION, SDN & NFV**
The “softwarization” of Telco continues. The adoption of OpenStack, OpenDaylight, OpNFV for software and services, and Open Compute for hardware will support more virtualized, more open source network computing platforms and architecture.
- **EVERYWHERE CONNECTIVITY for IoT & IoE**
Over the last year we have seen heightened interest in the Internet of Things (IoT) and Internet of Everything (IoE) including several acquisitions by major players. Bob Metcalfe, inventor of the Ethernet, said that the power of a network increases proportionally by the square of the number of users (Metcalfe's Law) which puts IoT –forecasted to be 50 billion connections by 2020- in a powerful and strategic position. The challenge that IoT faces is that everything sits in isolation thus an IoT standard is a must.

19

TOP 10 COMMUNICATIONS TECHNOLOGY TRENDS (cont.)

- **COGNITIVE NETWORKS, BIG DATA**
Communication systems handle volumes of data generated by embedded devices, mobile users, enterprises, contextual information, network protocols, location information and such. It is a vast amount of information: A global IP backbone generates over 20 billion records per day, amounting to over 1 TB per day! Processing and analysing this “big data” and presenting insights in a timely fashion are becoming a reality with advanced analytics to understand the environment, to interpret events, and to act on them. This is a positive development that helps unleash the intelligence in communication systems where networks are no longer labelled “dumb pipes” but as smart cognitive networks.
- **CYBERSECURITY**
Everything connected to the Internet could be hacked! No one is cyber-safe, and the road to the future leads through new cybersecurity technologies beyond current perimeter firewall-like defences. The coming year will bring significant changes in the industry as it responds to recent increases and sophistication of cyberattacks. We will see better solutions to protect devices and endpoints, advances in the default use of encryption, in authentication schemes, and in BYOD solutions.

20

TOP 10 COMMUNICATIONS TECHNOLOGY TRENDS (cont.)

- **GREEN COMMUNICATIONS**
It is being reported that communications technologies are responsible for about 2-4% of all of carbon footprint generated by human activity. This highlights the need to focus on managing these numbers, and green communications is doing just that. The trend is tackling first mobile networks because of their high energy use. Base stations and switching centres count for between 60% and 85% of the energy used by an entire communication system. Environmentally friendly batteries, renewable energy sources, and intelligent management of the power systems are some of the proposed solutions. Besides this mobile network focus, there is a trend to manage total energy usage, compute-to-consumption ratios and performance KPIs for best in class green operations.
- **SMARTER SMARTPHONES, CONNECTED SENSORS**
The indisputable rock-start of devices is the smartphone, and its future can't be brighter. Size, shape, and capabilities of smartphones continue evolving, and so are prices which, driven by cost and performance improvements in digital technologies. Beyond smartphones, tablets, connected sensors and body-worn wearables also make headlines. Connected sensors found their way into vehicles (smart cards), into urban areas (smart cities) and into our infrastructure (smart grid).

21

TOP 10 COMMUNICATIONS TECHNOLOGY TRENDS (cont.)

- **NETWORK NEUTRALITY, INTERNET GOVERNANCE**

The Internet has been operating since its inception under "open" principles, i.e. an open standards-based network that treats all traffic in roughly the same way, i.e. no connection blocking, bandwidth transparency, universal connectivity, and best effort service. Can these principles be sustained in a new world of data-hungry applications and services? A regulation is needed to prevent traffic throttling, unfair raise of fees, and construction of preferential high-speed Internet lanes! Network Neutrality (NetNeutrality) discussions cover these questions in the context of ISPs transit and peering, and CDNs. Governments and institutions around the world will continue working on the Internet governance transition plan as current ICANN framework expired in October 2015.

- **MOLECULAR COMMUNICATIONS**

Molecular communication is an emerging paradigm where bio-nano-machines (e.g., artificial cells, genetically engineered cells) communicate to perform coordinated actions. Unlike traditional communication systems which utilize electromagnetic waves, molecular communications utilize biological molecules both as carriers and as information. The advantages provided by this "molecular" approach to communications are size, bio-compatibility, and bio-stability. Examples of applications are drug delivery system (DDS), bio-hybrid implants, and lab-on-a-chip (LoC) systems. This approach is so radically different to today's communications, that following its developments is a must.