

Sieci komputerowe

Wykład 1
4.10.2021

dr inż. Łukasz Graczykowski
lukasz.graczykowski@pw.edu.pl

Semestr zimowy 2021/2022

Prowadzący przedmiot

- **Wykład:**

- dr inż. Łukasz Graczykowski
Zakład Fizyki Jądrowej
pok. 117D, Gmach Fizyki
lukasz.graczykowski@pw.edu.pl

- **Laboratoria:**

- dr inż. Łukasz Graczykowski

- **Strona przedmiotu:**

http://www.if.pw.edu.pl/~lgraczyk/wiki/index.php/Sieci_komputerowe_2021/2022_zima

- **Konsultacje:** umawiamy się mailowo lub przez MS Teams

Sprawy organizacyjne

- **Organizacja zajęć:**

- wykłady: 1h w tygodniu przez pół semestru (8h) – pn. 13-14 (309 GF)
- laboratoria: 3h w tygodniu co 2 tygodnie (7*3h) – pt. 8-11 (231 GF)

- **Laboratoria:**

- 7 zajęć + 1 dodatkowe (na ew. poprawy i oddawanie projektu)
- punktowane są testy po laboratorium (od 2 zajęć, 6 testów)

- **Wykłady:**

- Poniedziałki 13:15-14:00, s. 309 GF

Sprawy organizacyjne

- **Laboratoria:**

- obsługa maszyny wirtualnej do instalacji własnego systemu op.
- nauka zaawansowanej obsługi systemu Linux (instalacja oprogramowania, tworzenie użytkowników, prawa dostępu, pliki systemowe, itp.)
- pisanie skryptów w bash
- komunikacja TCP (telnet), programowanie gniazd sieciowych (TCP i UDP)
- komunikacja ssh, VNC, współdzielone foldery NFS
- podstawy bezpieczeństwa – firewall
- zaciskanie wtyczek RJ45 kabli sieciowych, konfiguracja routera sprzętowego i programowego (Raspberry Pi)
- stawianie od podstaw serwera WWW i strony internetowej za pomocą systemu CMS → LAMP

Warunki zaliczenia

- **Wykład:**
 - kolokwium wykładowe – **20 pkt**
- **Laboratorium:**
 - test (Moodle) z laboratorium (6*5 pkt) – **30 pkt**
 - dwa projekty (2*15 pkt) – **30 pkt**
 - obecność na lab. (2*7 pkt) – **14 pkt**
 - punkty dod. za pracę na lab. – **6 pkt**
- **Łącznie: 100 pkt, zaliczenie >50 pkt**
- **Uwaga!** Aby zaliczyć przedmiot należy przekroczyć 50% punktów osobno z kolokwium wykładowego, sumy testów, sumy dwóch projektów

Warunki zaliczenia (4)

- **Zaliczenie:**
 - 50.5-60 pkt - 3
 - 60.5-70 pkt - 3,5
 - 70.5-80 pkt - 4
 - 80.5-90 pkt - 4,5
 - 90.5-100 pkt - 5
- **Poprawy:** ew. na ostatnich (dodatkowych) zajęciach laboratoryjnych

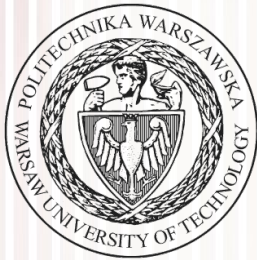
Literatura

1. K. Krysiak, “Sieci komputerowe”, Helion, Warszawa 2005

2. Madeja L., Edytory vi, Emacs i sed, MIKOM
3. Medinets D., Unix, narzędzia do programowania powłok, PLJ
4. Matthew N., Zaawansowane programowanie w systemie Linux, Helion
5. Petersen, Programowanie w systemie Linux
6. Larry Ullman. Dynamiczne Strony WWW, PHP i MySQL, Helion
7. Olaf Kirch, Terry Dawson. Linux Podręcznik Administratora Sieci, O'Reilly
8. Ellie Rusty Harold. JAVA Programowanie Sercowe, O'Reilly

Program wykładu

1. Wprowadzenie historyczne, model ISO/OSI, warstwa fizyczna
2. Podstawy standardu TCP/IP, adresowanie w sieciach
3. Budowanie sieci lokalnych
4. Internet i routing globalny
5. Protokoły TCP/UDP i usługi sieciowe
6. Najważniejsze usługi sieciowe: DNS, SSH, HTTP
7. Bezpieczeństwo w sieci



Po co nam to wszystko?

Po co nam to wszystko?



źródło: <https://me.me/i/fixing-the-router-what-my-mom-thinks-i-do-what-3800420>

Po co nam to wszystko?

Linux/Unix
host computer

↕
ethernet

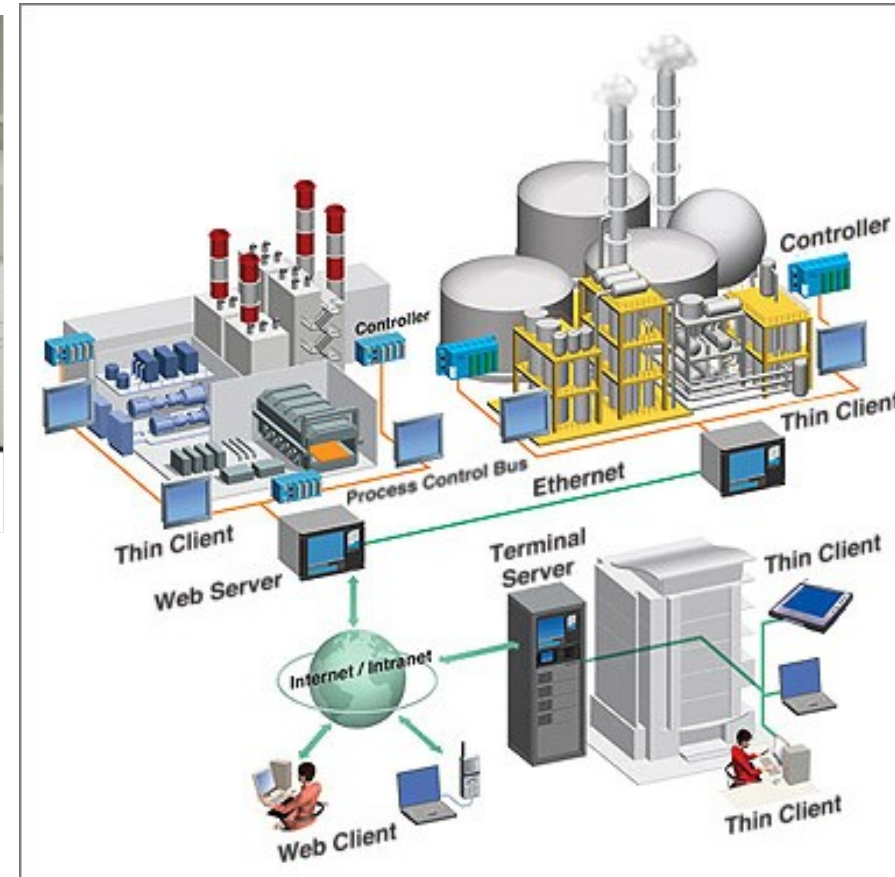
FT NMR console



superconducting
magnet

↗
ethernet to data server etc.

źródło: nmr.chem.ualberta.ca



źródło: advantech.gr



źródło: cern.ch

Co to jest sieć komputerowa?

- Sieć komputerowa to:

- zespół **urządzeń transmisyjnych** (np. komputer z kartą sieciową, router, switch, koncentrator, itp.)
- które są połączone ze sobą za pomocą **medium transmisyjnego** (np. kabel, światłowód, technologie bezprzewodowe – podczerwień, radiowe, itp.)
- pracujących pod kontrolą **zaawansowanego oprogramowania**
- w celu przesyłania między sobą danych (informacji) za pomocą **protokołu transmisyjnego** (np. TCP/IP)



źródło: simply-ip.net



źródło: digitaltrends.com

Krótką historia Internetu (1)

Przed latami 60 – izolowane, zamknięte systemy (w tym samym budynku, np. terminale podpięte do komputerów)

1969 – ARPANET (Advanced Research Project Agency Network) – stworzony przez agencję DARPA, podwalina pod współczesny internet, **pierwsze użycie protokołu TCP/IP i przełączania pakietów**

- 22:30 – pierwsza transmisja danych pomiędzy UCLA i Stanford Research Institute

1971 – pierwszy e-mail w ARPANET wysłany przez Ray'a Tomlinsona (zastosowanie @ do oddzielenia nazwy odbiorcy od celu)

- prawdopodobna treść: "QWERTYUIOP"

1971 – ALOHAnet (Additive Links On-line Hawaii Area network) – pierwsza sieć radiowa (University of Hawaii), nadając na falach UHF, łączyła wyspy hawajskie

1973 – podwaliny Ethernet (standard technologii sieci komputerowych) – Robert Metcalfe (Xerox), pomysł kabli koncentrycznych (inspirowany ALOHAnet)

1974 – protokół TCP ustandaryzowany

29 Oct 67	2100	LOADED OP. PROGRAM FOR BEN BARKER BBV	CSK
	22:30	Talked to SRS Host to Host	CSK
		Left in program running after sending a host dead message to imp.	CSK

źródło: <http://inthehistory4u.blogspot.com>



ARPANET w 1974 roku
źródło: wikipedia.org

Dyrektor DARPA Stephen Lukasik:

“The goal was to exploit new computer technologies to meet the needs of military command and control against nuclear threats, achieve survivable control of US nuclear forces, and improve military tactical and management decision making.”

Krótką historia Internetu (2)

1978 – protokół IP – wysyłanie pakietów źródła do celu na bazie adresów IP w nagłówku

końcówka lat 70 i początek lat 80 – różne konkurujące projekty sieci komputerowych, technologii i standardów:

- 1978 – UUCP (Unix-to-Unix Copy)
- 1979 – USENET (bazujący na UUCP system dyskusyjny, istnieje do dzisiaj jako usługa w Internecie)
- 1981 – CSNET (dla naukowców bez dostępu do ARPANET)
- 1983 – BITNET (“Because It’s There Network”, oparta na serwerach IBM)

1981 – standard IPv4 oficjalnie zatwierdzony (używany do dzisiaj)

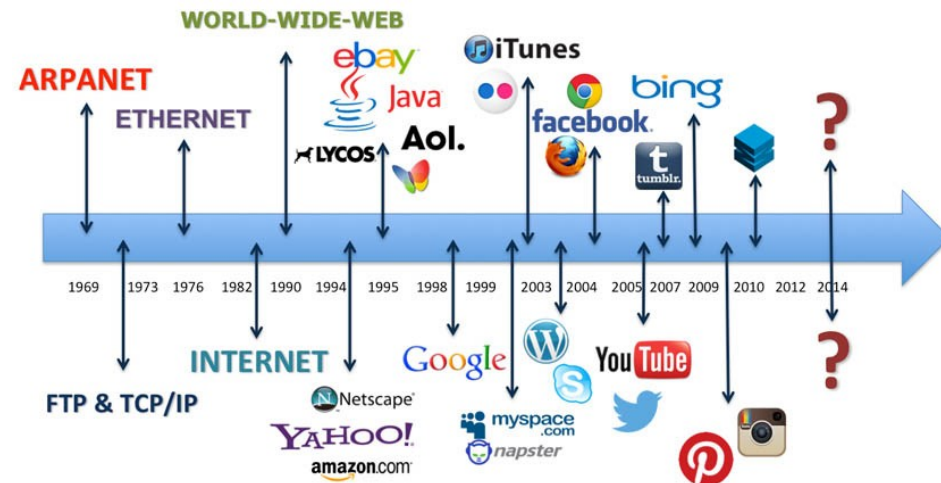
1983 – pierwszy DNS (Domain Name Server)

1981 – model OSI (Open System Interconnection)

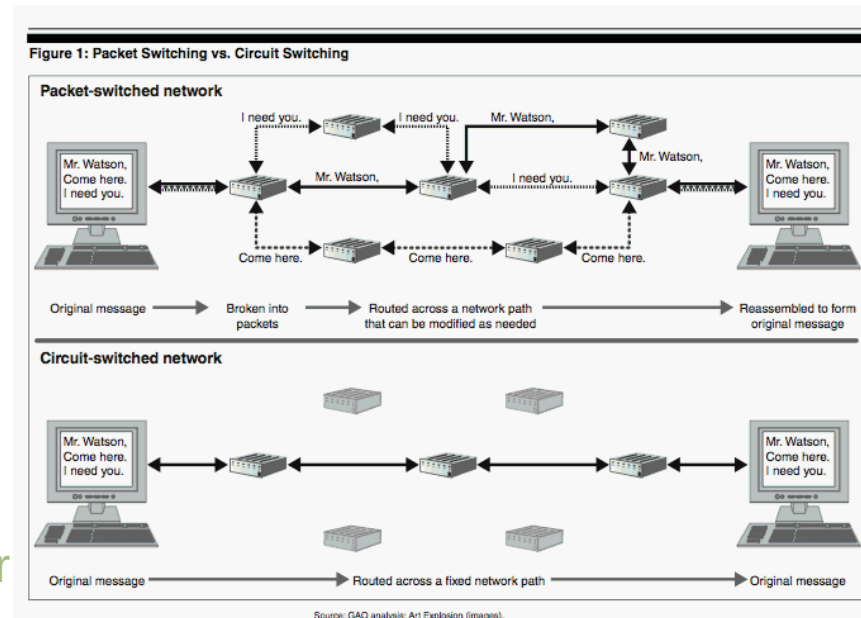
1989, 1991...

- Polecam:

<https://theconversation.com/how-the-internet-was-born-from-the-arpnet-to-the-internet-68072>



źródło: blabsolutions.net



Krótką historia Internetu (3)

CERN DD/OC

Information Management: A Proposal

Tim Berners-Lee, CERN/DD

March 1989

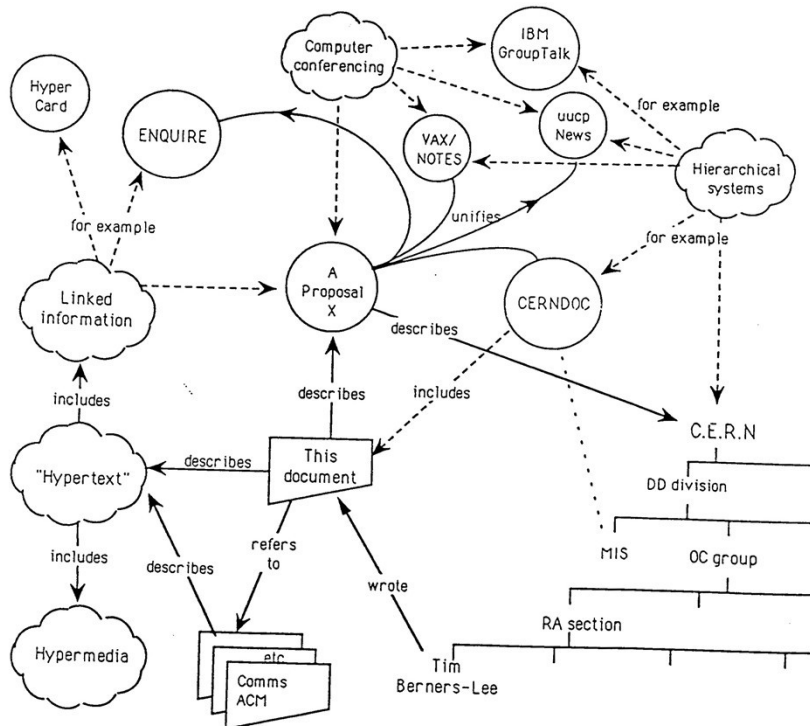


Information Management: A Proposal

Abstract

This proposal concerns the management of general information about accelerators and experiments at CERN. It discusses the problems of loss of information about complex evolving systems and derives a solution based on a distributed hypertext system.

Keywords: Hypertext, Computer conferencing, Document retrieval, Information management, Project control



<https://cds.cern.ch/record/369245/files/dd-89-001.pdf>

1989 – Timothy Berners-Lee, pisze dokument “Information Management: A Proposal”, w którym:

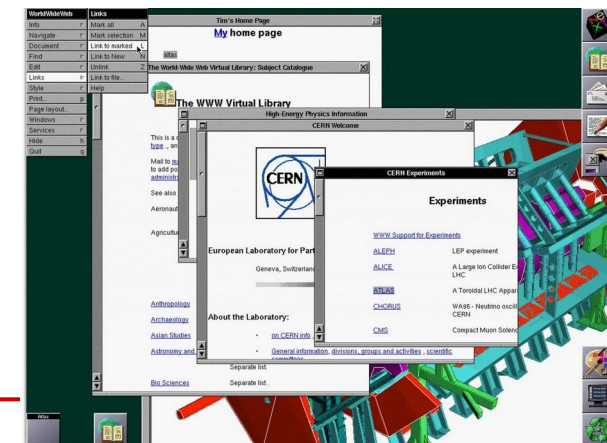
- wprowadza HTML, HTTP, URL, które składają się na WWW (**World Wide Web**)
- tworzy pierwszy serwer WWW
- Pierwsza strona WWW:

<http://info.cern.ch/hypertext/WWW/TheProject.html>

Dla większości ludzi
WWW jest synonimem Internetu



źródło: cern.ch



Krótką historia Internetu (4)

Vague but exciting ...

Tim Berners-Lee pisze na pierwszych stronach owego dokumentu:

CERN DD/OC

Information Management: A Proposal

Tim Berners-Lee, CERN/DD

March 1989

2

Hypertext proposal

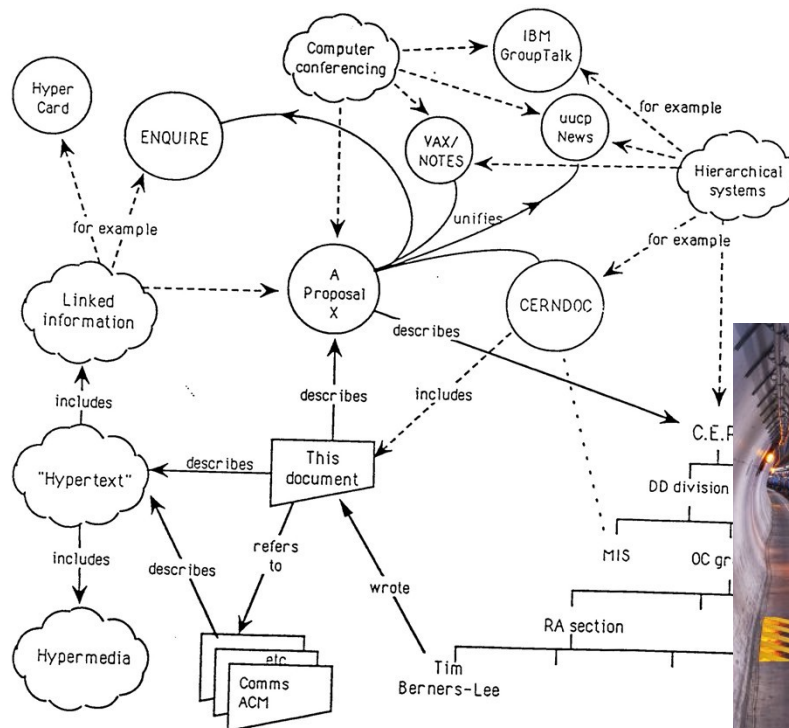
Overview

Information Management: A Proposal

Abstract

This proposal concerns the management of general information about accelerators and experiments at CERN. It discusses the problems of loss of information about complex evolving systems and derives a solution based on a distributed hypertext system.

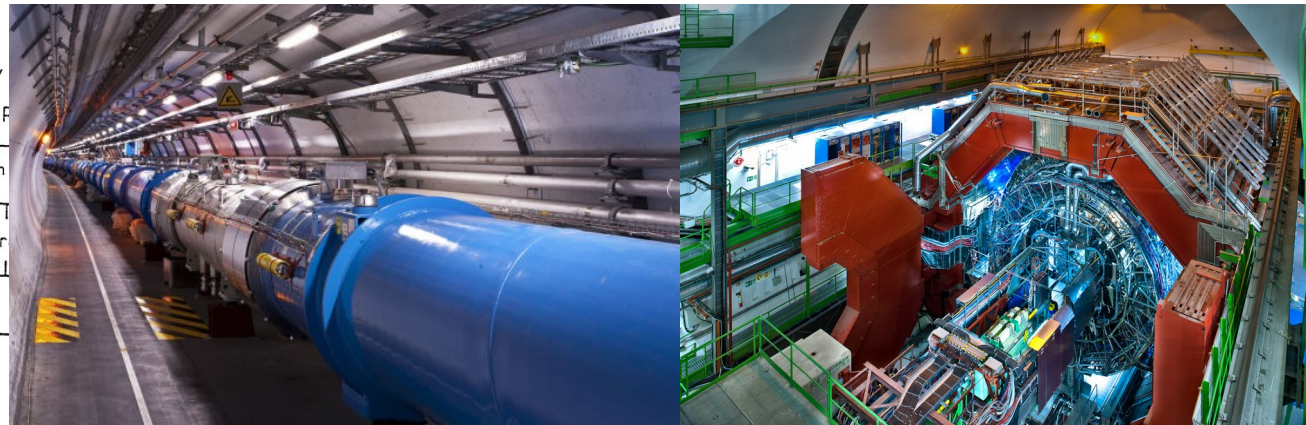
Keywords: Hypertext, Computer conferencing, Document retrieval, Information management, Project control



Many of the discussions of the future at CERN and the LHC era end with the question - "Yes, but how will we ever keep track of such a large project?" This proposal provides an answer to such questions. Firstly, it discusses the problem of information access at CERN. Then, it introduces the idea of linked information systems, and compares them with less flexible ways of finding information.

It then summarises my short experience with non-linear text systems known as "hypertext", describes what CERN needs from such a system, and what industry may provide. Finally, it suggests steps we should take to involve ourselves with hypertext now, so that individually and collectively we may understand what we are creating.

- LHC (Large Hadron Collider), w którego pracach uczestniczy nasz wydział i uczelnia, został uruchomiony w **2008 roku** – T. Berners-Lee pisał o nim w już roku **1989!!!**



Krótką historia Internetu (5)

9301

<https://cds.cern.ch/record/1164399>

2.

ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE
CERN EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

STATEMENT CONCERNING CERN W3 SOFTWARE RELEASE INTO PUBLIC DOMAIN

TO WHOM IT MAY CONCERN

Introduction

The World Wide Web, hereafter referred to as W3, is a global computer networked information system.

The W3 project provides a collaborative information system independent of hardware and software platform, and physical location. The project spans technical design notes, documentation, news, discussion, educational material, personal notes, publicity, bulletin boards, live status information and numerical data as a uniform continuum, seamlessly intergated with similar information in other disciplines.

The information is presented to the user as a web of interlinked documents .

Acces to information through W3 is:

- via a hypertext model;
- network based, world wide;
- information format independent;
- highly platform/operating system independent;
- scalable from local notes to distributed data bases.

Webs can be independent, subsets or supersets of each other. They can be local, regional or worldwide. The documents available on a web may reside on any computer supported by that web.

Declaration

The following CERN software is hereby put into the public domain:

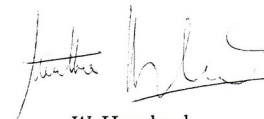
- W 3 basic ("line-mode") client
- W 3 basic server
- W 3 library of common code.

CERN's intention in this is to further compatibility, common practices, and standards in networking and computer supported collaboration. This does not constitute a precedent to be applied to any other CERN copyright software.

CERN relinquishes all intellectual property rights to this code, both source and binary form and permission is granted for anyone to use, duplicate, modify and redistribute it.

CERN provides absolutely NO WARRANTY OF ANY KIND with respect to this software. The entire risk as to the quality and performance of this software is with the user. IN NO EVENT WILL CERN BE LIABLE TO ANYONE FOR ANY DAMAGES ARISING OUT THE USE OF THIS SOFTWARE, INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, DAMAGES RESULTING FROM LOST DATA OR LOST PROFITS, OR FOR ANY SPECIAL, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES.

Geneva, 30 April 1993



W. Hoogland
Director of Research



H. Weber
Director of Administration

copie certifiée conforme

Fait à Genève le 03-05-93

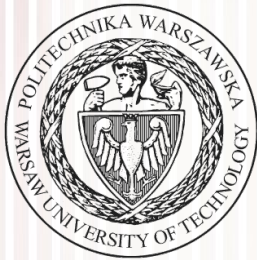


Historyczna deklaracja CERN z 30 kwietnia 1993. Można tylko gdybać, co by się stało, gdyby WWW powstało w firmie prywatnej nastawionej na zysk....

Web@30 – 12 marca 2019

12 marca 2019 odbyło się w CERN wydarzenie Web@30, związane z 30-leciem WWW
<https://web30.web.cern.ch>

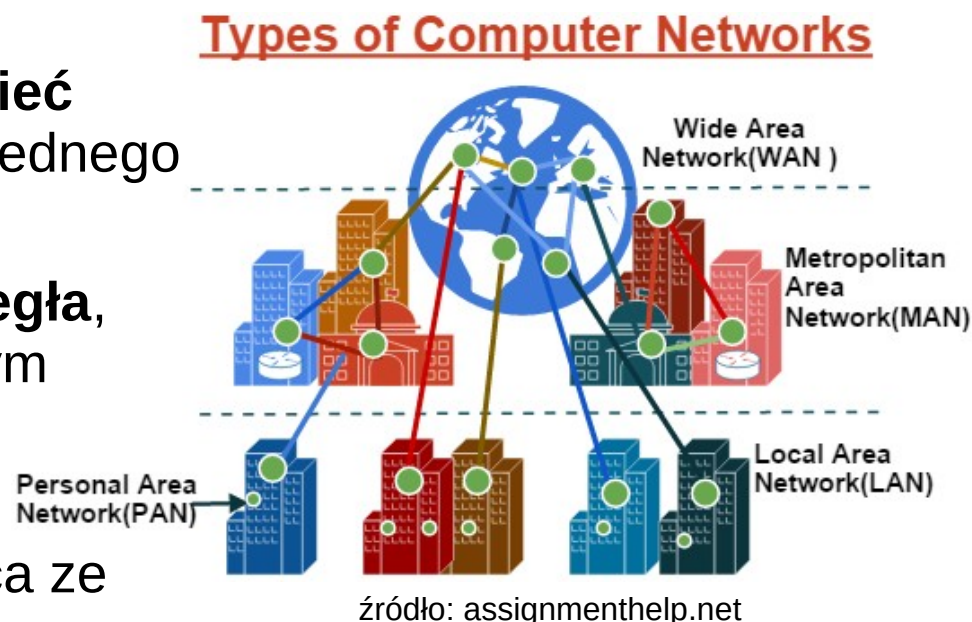




Podział i topologie sieci komputerowych

Podział sieci komputerowych

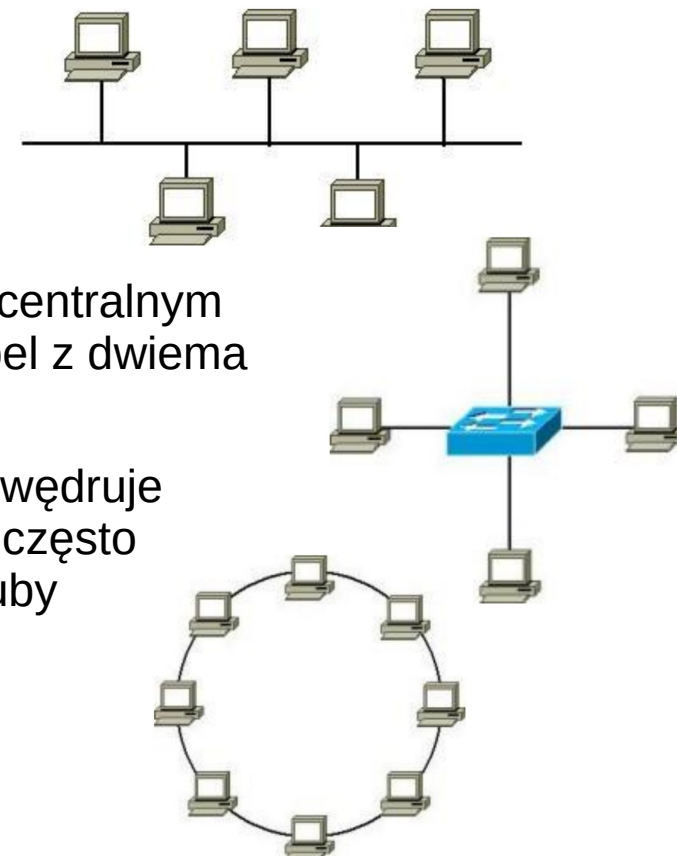
- Najbardziej ogólny podział sieci komputerowych:
 - LAN** (Local Area Network) – **sieć lokalna**, obejmuje jedno przedsiębiorstwo, niewielki obszar (np. nasz wydział)
 - MAN** (Metropolitan Area Network) – **sieć miejska**, łączy sieci LAN na obszarze jednego miasta
 - WAN** (Wide Area Network) – **sieć rozległa**, łączy ze sobą sieci LAN i MAN na dużym obszarze
 - Internet** – “sieć sieci”, globalna sieć wykorzystująca protokół TCP/IP, łącząca ze sobą wszystkie mniejsze sieci
 - Intranet** – sieć podobna do Internetu, np. Wykorzystująca te same protokoły, ale działająca w małym obszarze (np. Wewnętrzne strony w firmach, wewnętrzna sieć Korei Północnej, itp.)



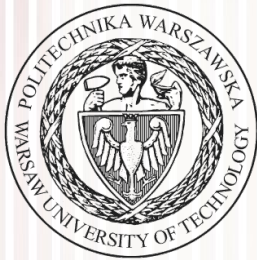
Topologie sieci komputerowych

- **Topologia sieci** to zbiór zasad fizycznego łączenia elementów sieci oraz reguł komunikacji poprzez medium transmisyjne
- Dla danej topologii różne specyfikacje – kabli, złączy, standardów komunikacji, itp.
- Trzy rodzaje **topologii fizycznych** (fizyczne łączenie elementów sieci):

- **topologia magistrali** – stacje łączone do wspólnej magistrali za pomocą “odczepów” głównego przewodu, relizacja za pomocą przewodu koncentrycznego
- **topologia gwiazdy** – łączenie komputerów z urządzeniem centralnym (koncentrator – hub, lub przełącznik – switch), używany kabel z dwiema żyłami (skrętka)
- **topologia pierścienia** – okablowanie tworzy okrąg, sygnał wędruje od komputera do komputera, który pełni rolę wzmacniacza, często wykorzystywane są kable światłowodowe (może być też gruby koncentryczny)
- możliwe **topologie mieszane** (łączenie powyższych)



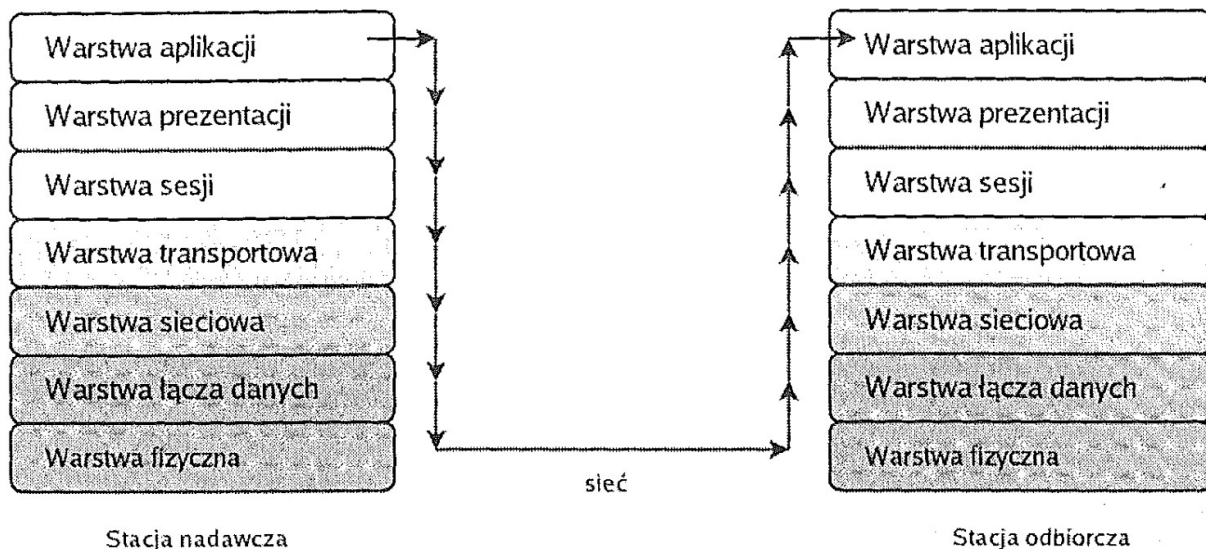
- **Topologia logiczna** – standard komunikacji



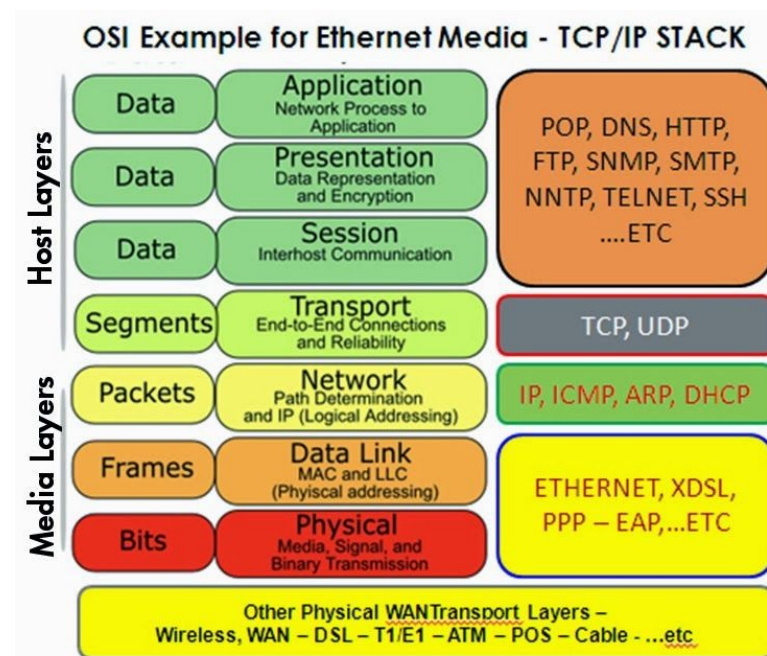
Warstwy sieci Model ISO/OSI

Podział sieci komputerowych

- W latach 70 nie istniały jeszcze ogólnie obowiązujące standardy łączenia sieci komputerowych
- W 1977 roku ISO (International Standard Organization) opracowało model “łączenia systemów otwartych” (Open System Interconnection – OSI)
- **Model ISO/OSI** dzieli proces transmisji danych na 7 etapów, zwanych *warstwami*



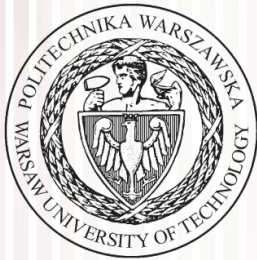
źródło: Helion



źródło: <https://www.pinterest.com/pin/500532946077765356>

Podział sieci komputerowych

- Warstwy modelu ISO/OSI:
 - **aplikacji**: zapewnienie aplikacjom dostępu do OSI (mechanizm “gniazd”), komunikacja z użytkownikiem i między aplikacjami
 - **prezentacji**: tłumaczenie danych, definiowanie formatu, składnia, przekształcenie na format niezależny od aplikacji, kompresja, szyfrowanie
 - **sesji**: nadzoruje nawiązanie i zrywanie połączenia przez aplikację, wykonuje zapytania o daną usługę (np. funkcje API biblioteki warstwy sieciowej)
 - **transportowa**: transport od punktu do punktu, segmentacja na pakiety, weryfikacja poprawnej kolejności u odbiorcy, kontrola uszkodzeń, ewentualna retransmisja
 - **sieciowa**: trasowanie (routing) – wybór trasy połączenia, ustanawianie, kończenie i utrzymywanie połączenia
 - **łącza danych**: niezawodność łącza, definiowanie kontroli błędów
 - **fizyczna**: fizyczna transmisja danych między węzłami sieci, interfejsy sieciowe, sposób połączenia mechanicznego (wtyczki, złączki), elektrycznego (poziomy napięcie, natężenia prądów)



Warstwa fizyczna

Rodzaje nośników (medium transmisyjne)

Ethernet

- **Ethernet** – zbiór technologii sieciowych warstwy pierwszej (fizycznej) oraz drugiej (łącza danych) używanych w sieciach komputerowych
- Zaproponowany w połowie lat 70' w Palo Alto Research Center (Xerox) – pierwsza sieć LAN stosująca kabel koncentryczny
- Słowo “ether” pochodzi oczywiście od “teorii eteru” w fizyce
- Obejmuje:
 - typy mediów transmisyjnych (standardy kabli sieciowych czy światłowodów)
 - standardy urządzeń sieciowych takich jak karty sieciowe czy hub'y
 - w warstwie drugiej (następny wykład) wprowadza ramki (frames) jako podstawowe kontenery danych
 - wprowadza również adresację MAC (media access control) jako unikalny adres danej karty sieciowej
- Standardy bezprzewodowe (np. WiFi) **nie są** częścią ethernetu (aczkolwiek w sporej części bazują na ethernecie)

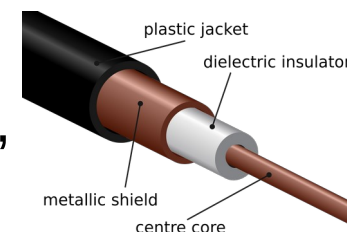


źródło: wikipedia.org

Kable sieciowe

- Można stosować bardzo różne media transmisyjne, w zależności od potrzeb i wymogów danej sieci czy jej topologii
- Podstawowe media przewodowe:

- **kabel koncentryczny** (np. BNC) – technologia historyczna, ograniczenie przesyłu do 10 Mb, niewygodny (gruby, mało elastyczny), słaba skalowalność (dołączanie nowych urządzeń), mało odporny na awarie, ale dobre ekranowanie, twarda osłona, duża odległość stosowany w sieciach o topologii magistrali
- **skrętka UTP** (unshielded twisted-pair cable) – najpopularniejszy środek transmisji danych, dwuparowy kabel skręcany o ośmiu przewodach skręconych po dwa (cztery pary) we wspólnej izolacji, powstał w 1991 roku, wyróżniamy różne kategorie różniące się szczegółami technicznymi sygnałów i jakością transmisji (CAT-1 do CAT-7), w domach najczęściej CAT-5 w wariancie 5e transmisja do 1 Gb/s, łatwa instalacja, wiele rodzajów sieci, bardziej podatna na uszkodzenia



źródło: wikipedia.org



źródło: sweetwater.com

źródło: tim.pl



źródło: magiccoast.com

Urządzenia warstwy fizycznej

- **Wzmacniak** (repeater) – wzmacnia sygnał, służy do zwiększania sygnału
- **Koncentrator** (hub) – urządzenie pozwalające na przyłączenie wielu urządzeń sieciowych w sieci o topologii gwiazdy, przesyła sygnały z jednego portu na wszystkie inne
- **Karta sieciowa** (network interface controller – NIC) – zapewnia komunikację komputera z siecią poprzez odbiór sygnałów elektrycznych, świetlnych, radiowych (fal elektromagnetycznych) za pomocą pulsacji (sygnał cyfrowy), urządzenie warstwy 1 i 2 (łącza danych), zapewnia adresowanie MAC (adres łącza w standardzie Ethernet)
- **Modem** (modulator-demodulator) – zapewnia komunikację poprzez kanały częstotliwości radiowych (sygnał analogowy) pomiędzy odbiorcą a siecią (moduluje sygnał do transmisji w sieci i demoduluje sygnał odbierany), urządzenie warstwy 1 i 2 (łącza danych), jeśli zapewnia adresację IP, także wyższych warstw

źródło: t4ttutorials.com



źródło: allegro.pl



źródło: reichelt.com



źródło: buyapprovedmodems.com



Kto wymyślił słowo “Internet”?

- W artykule naukowym “*A Protocol for Packet Network Intercommunication*” z czerwca 1974 czytamy:

V. Cerf, R. Kahn. IEEE Transactions on Communications, 22(5):637-648 (1974)

A Protocol for Packet Network Intercommunication

VINTON G. CERF AND ROBERT E. KAHN,
MEMBER, IEEE

Abstract — A protocol that supports the sharing of resources that exist in different packet switching networks is presented. The protocol provides for variation in individual network packet sizes, transmission failures, sequencing, flow control, end-to-end error checking, and the creation and destruction of logical process-to-process connections. Some implementation issues are considered, and problems such as internetwork routing, accounting, and timeouts are exposed.

of one or more *packet switches*, and a collection of communication media that interconnect the packet switches. Within each *HOST*, we assume that there exist *processes* which must communicate with processes in their own or other *HOSTS*. Any current

- Dalej, w dokumencie RFC 675 (Request for Comments) opisującym protokół TCP czytamy:

Network Working Group
Request for Comments: 675
NIC: 2
INWG: 72

Vinton Cerf
Yogen Dalal
Carl Sunshine
December 1974

SPECIFICATION OF INTERNET TRANSMISSION CONTROL PROGRAM

December 1974 Version

1. INTRODUCTION

<https://tools.ietf.org/html/rfc675>

This document describes the functions to be performed by the internetwork Transmission Control Program [TCP] and its interface to



KONIEC