Sieci komputerowe
Wykład 3.
Warstwa Data-Link

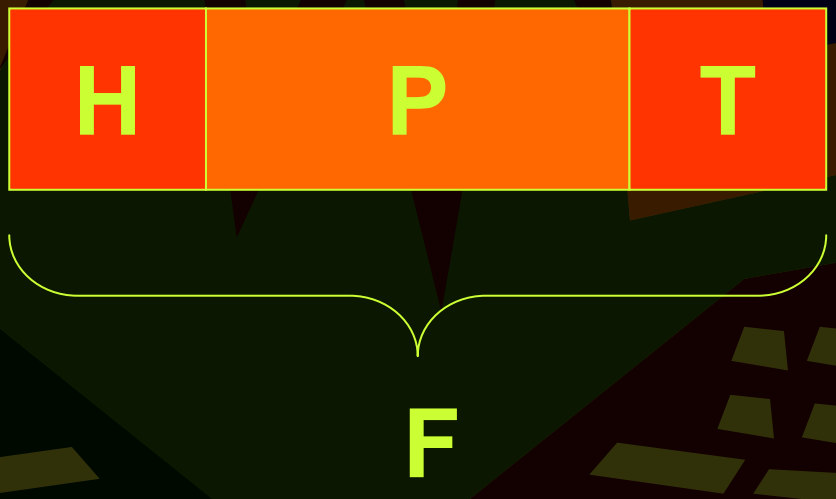
Paweł Niewiadomski
Katedra Informatyki Stosowanej
Wydział Matematyki UŁ
niewiap@math.uni.lodz.pl

Warstwa data-link

- Funkcje:
  - wykrywanie i naprawa błędów transmisji
  - dla sieci typu „broadcast” dodatkowo:
    - adresowanie fizyczne
    - dostęp do łącza
- Protokoły:
  - Ethernet
  - Token Ring
  - FDDI
  - 802.11 (WiFi)

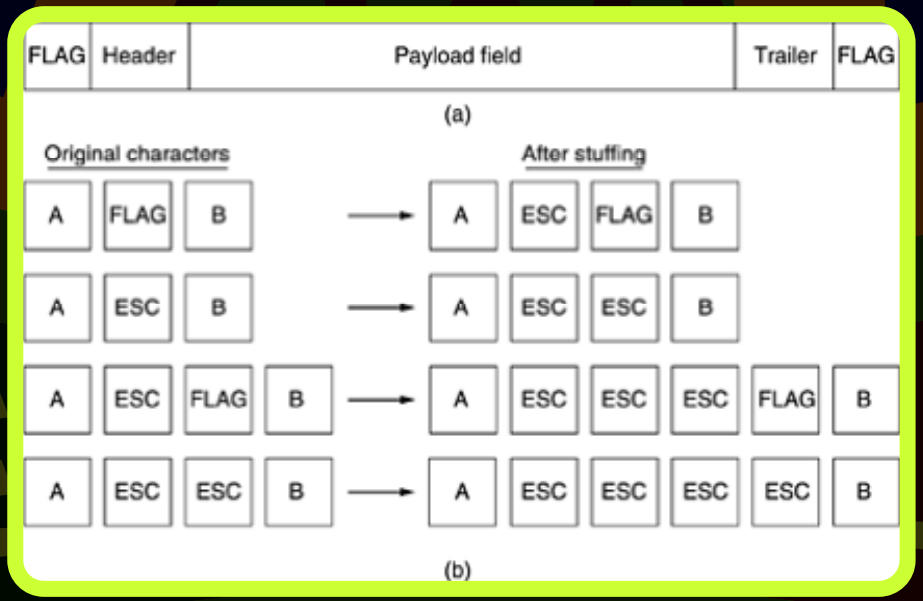
Ramki

- Warstwa sieci → pakiety
- Warstwa łącza danych → ramki



Ramki

- Jak odróżnić nagłówek/blok końcowy od właściwych danych?
  - metoda upychania (*stuffing*)



Tannenbaum „Computer Networks”

Wykrywanie i korekcja błędów

- Sumy kontrolne
  - algorytm wyliczania pewnej liczby na podstawie przesłanych danych
    - duże prawdopodobieństwo wykrycia błędów, jeśli dane są losowe
  - najbardziej popularne – CRC (cyclic redundancy check) → wielomiany binarne
- Kody samokorygujące (Hamminga)
  - wykorzystywane w komunikacji bezprzewodowej → duża ilość błędów transmisji

Adresowanie fizyczne i dostęp do łącza

- Problem nie występuje w sieciach typu „*point-to-point*”
  - np. 2 komputery połączone kablem szeregowym
- Sieć typu „*broadcast*”
  - Kto może w danym momencie rozpocząć transmisję?
  - Dla kogo przeznaczone są pakiety?

Rozwiązanie – podwarstwa MAC

- Media Access Control → kontrola dostępu do medium transmisyjnego
  - adresowanie fizyczne
  - kontrola dostępu

Dostęp do łącza

- Metody statyczne
  - multipleksowanie z podziałem częstotliwości (*frequency division multiplexing*; FDM)
    - klasyczna telefonia
  - multipleksowanie z podziałem czasu (*time division multiplexing*; TDM)
    - np. Neostrada (ADSL) → wykorzystane do współdzielenia łącza z rozmową telefoniczną
  - wada → przy nierównomiernym obciążeniu znaczne marnowanie zasobów

Dostęp do łącza

- Metody dynamiczne
  - Założenia:
    - wiele stacji/jedno medium transmisyjne
    - jednoczesne wysłanie ramki przez dwie stacje powoduje kolizję → nieodwracalne zakłócenie
    - czas jest ciągły lub podzielony na interwały
    - sieci wykrywają lub nie wykrywają zajętości kanału (carrier detection)
      - zazwyczaj pierwsza ewentualność → wyjątek – niektóre sieci radiowe

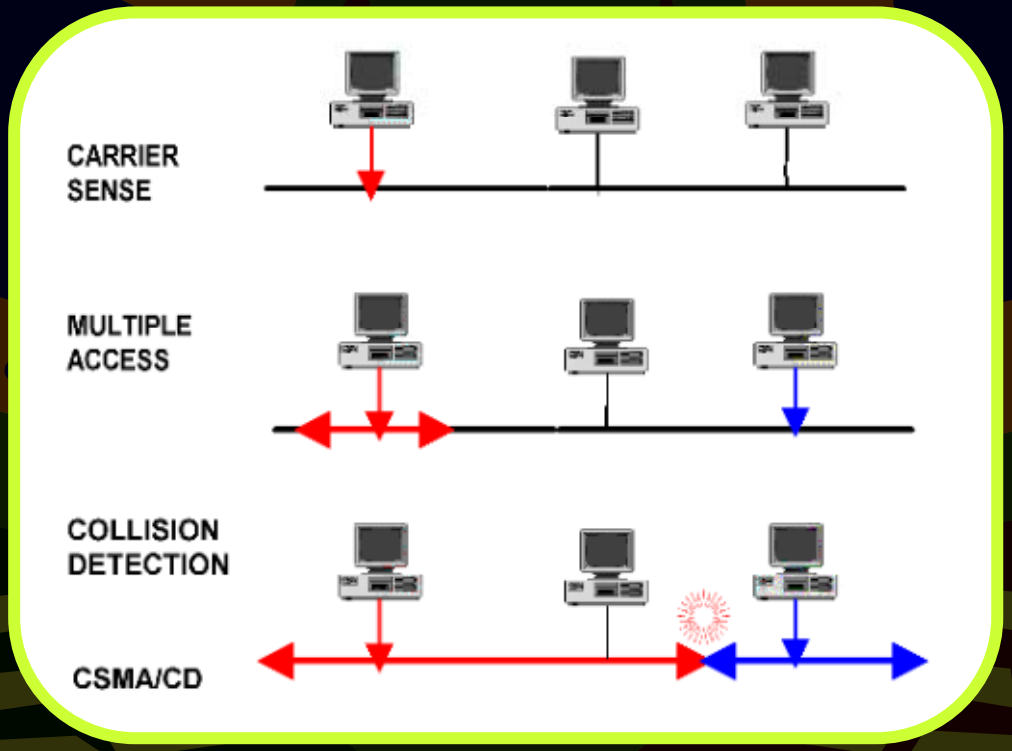
ALOHA

- każda ze stacji wysyła, kiedy tylko ma coś do wysłania
- kolizje wykrywane są przez sprzężenie zwrotne → retransmisja
- bardzo szybki spadek wydajności wraz ze wzrostem obciążenia

CSMA/CD

- Carrier-sense multiple access (CSMA)
  - różne metody zachowania, gdy łącze zajęte
    - czekam, aż tylko się zwolni (1-persistent CSMA)
    - czekam losowy okres czasu (nonpersistent CSMA)
    - wysyłam z p-stwem p gdy kanał wolny, a z p-stwem 1-p czekam do następnego interwału, gdy zajęty zawsze czekam do następnego interwału (p-persistent CSMA)
- Wykrywanie kolizji (collision detection → CSMA/CD)
  - jeżeli nastąpiła kolizja (dwie stacje rozpoczęły transmisję jednocześnie) – czekam losowy okres czasu i próbuję jeszcze raz
  - wykorzystywany w sieci Ethernet

CSMA/CD


CARRIER SENSE
MULTIPLE ACCESS
COLLISION DETECTION
CSMA/CD

WDMA

- Wavelength division multiple access (WDMA)
  - Połączenie metody statycznej (WD) i dynamicznej (MA)
  - Używane w światłowodowych sieciach LAN

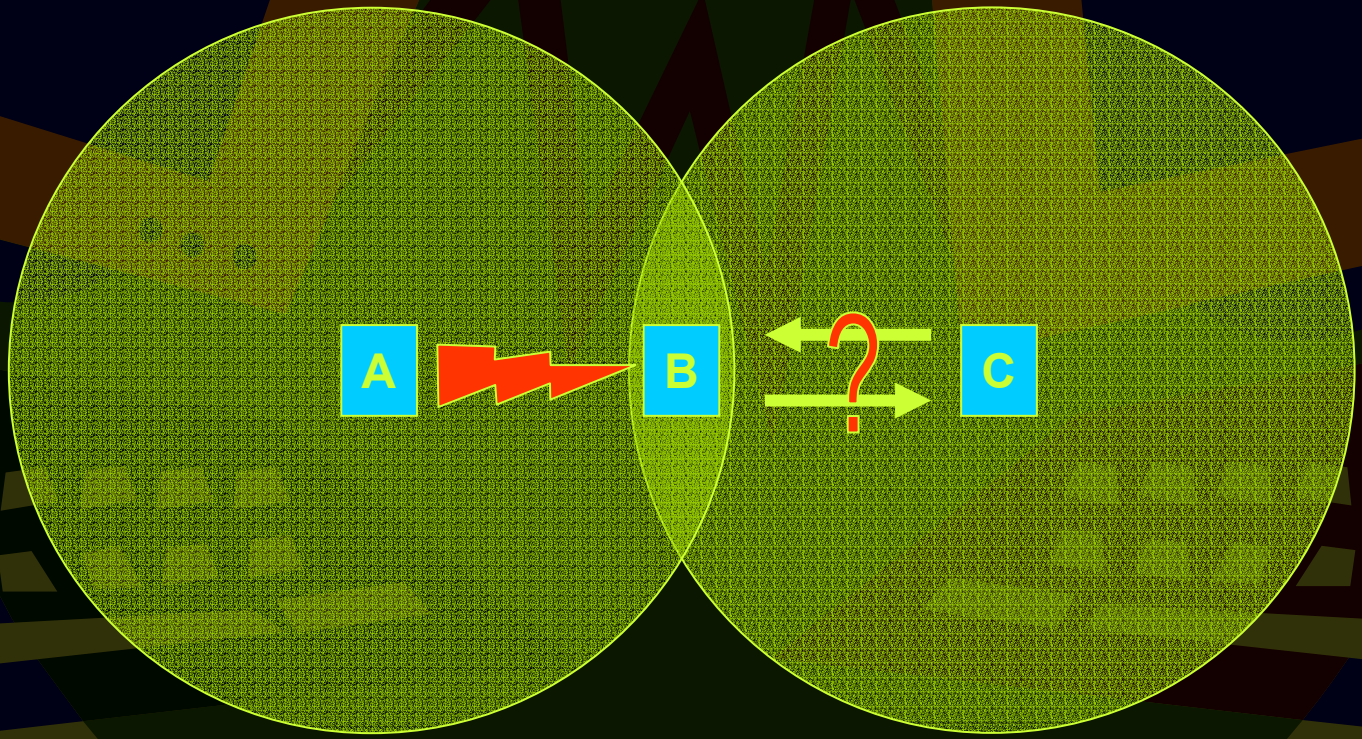


Sieci bezprzewodowe

- Urządzenia
  - stacje robocze (komputery stacjonarne i notebooki)
  - punkty dostępowe (*access points, base stations*), połączone ze sobą kablami

Sieci bezprzewodowe

- Problem → stacja przesyłająca musi wykryć kolizję przy ograniczonym zasięgu

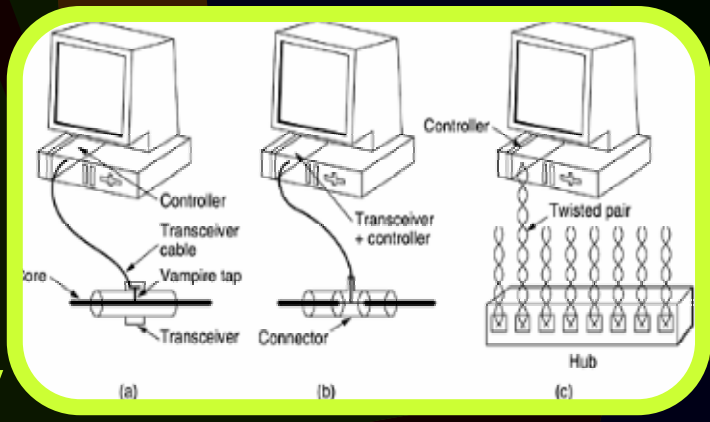


MACA(W)

- Multiple Access Collision Avoidance (for Wireless) → dostęp wielokrotny z unikaniem kolizji
  - N → RTS (request to send) – otrzymuje O i inne stacje w zasięgu N
  - O → CTS (clear to send) – otrzymują wszystkie stacje w zasięgu O – potencjalnie mogące wygenerować kolizję
  - MACAW – O → dodatkowo ramki ACK po każdej ramce danych od N

Ethernet

- Standard IEEE 802.3
- Okablowanie
  - gruby kabel koncentryczny (*thick coax*) – obecnie nieużywany 10Base-5
  - cienki kabel koncentryczny (*thin coax*) – 10Base-2
  - skrętka (*twisted pair*) – 10Base-T, 100Base-T
  - światłowód (*fiber optics*) – 10BaseF,…



Tannenbaum „Computer Network

Ethernet

- Kodowanie bitów – standard Manchester
  - 0 → przejście z (-) na (+)
  - 1 → przejście z (+) na (-)
- Zawartość ramki



- Dzielenie łącza – CSMA/CD with binary exponential backoff

802.11

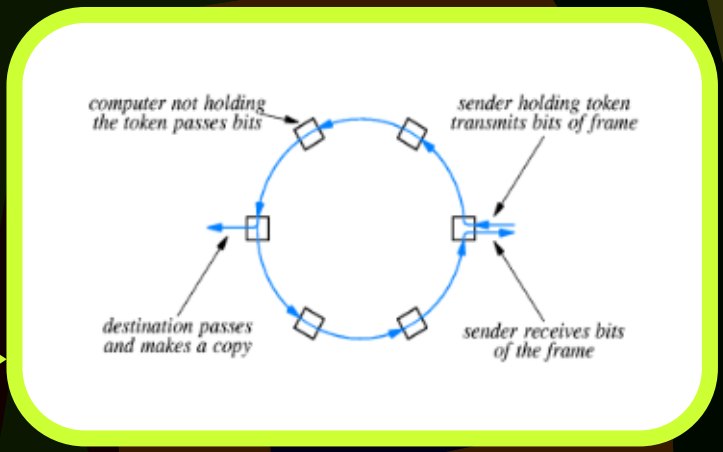
- Bezprzewodowy LAN (Wireles LAN)
  - Różne metody transmisji – radio (kilka możliwości), podczerwień
- Zawartość ramki

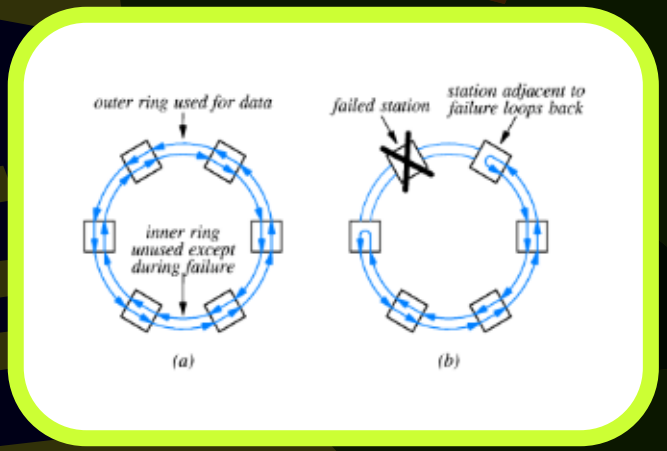
FC (2)	DUR (2)	DA (6)	DBSA (6)	SBSA (6)	SEQ (2)	SA (6)	DATA (0-2312)	CRC (4)

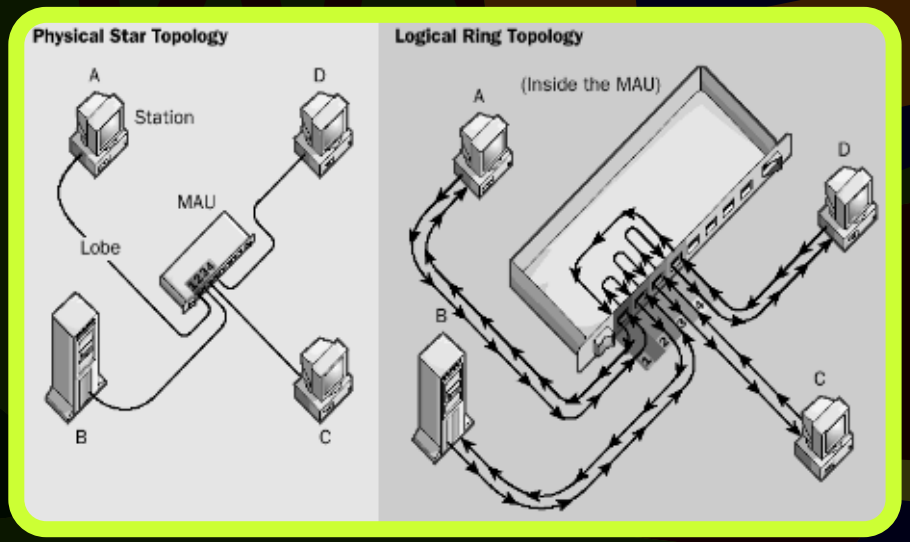
- Dzielenie łącza – MACAW

Inne protokoły data-link

- Bluetooth
- Wireless WAN 802.16
- Token Ring
- FDDI ...







Microsoft „Encyclopedia of Networking”

Łączenie różnych sieci

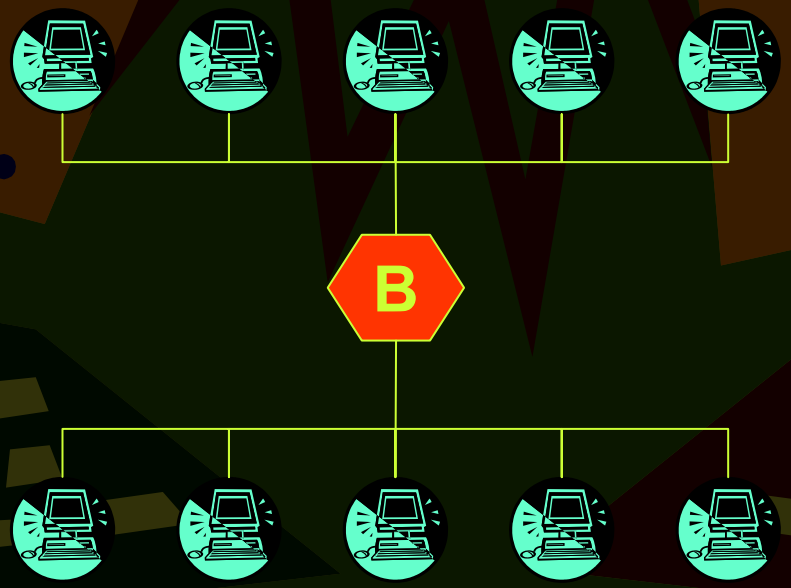
- Problem 1: Część komputerów w firmie jest połączona w sieć Token Ring, a część w sieć Ethernet. Jak zapewnić komunikację między nimi?
- Problem 2: Nie chcemy, żeby sygnał przesłany przez komputer A był propagowany na wszystkie komputery w firmie, tylko na pewien ich podzbiór zawierający adresata sygnału. Jak to zrobić?

Data link layer switching

- Urządzenia służące do łączenia podsieci warstwy łącza danych:
  - Bridge (most)
  - Switch (przełącznik)
- Nie mylić z:
  - Repeater → warstwa fizyczna – wzmacnia sygnał pomiędzy dwoma segmentami kabla
  - Hub (koncentrator) → warstwa fizyczna – łączy ze sobą stacje w sieciach opartych na skrętce
  - Router → warstwa sieci – przekazuje pakiety pomiędzy podsieciami logicznymi
  - Gateway (brama) → tłumaczy różne protokoły – może znajdować się w różnych warstwach (transportu, aplikacji…)

Bridge (most)

- Łączy dwie podsieci o (niekoniecznie) różnych warstwach data-link i fizycznej



Switch (przełącznik)

- Niekiedy nazwy używane zamiennie
- Zawiera osobne połączenie z każdą ze stacji

Funkcje mostów i przełączników

- Łączenie sieci o innych topologiach
- Łączenie segmentów sieci ze sobą (analogicznie jak repeatery)
- Selektywne przepuszczanie ramek na podstawie adresów MAC
- ALE: bridge i switche nie rozumieją adresowania IP → nie mogą operować na wyższych warstwach modelu OSI