

# PB001: Úvod do informačních technologií

Luděk Matyska  
Přednášející: Eva Hladká

Fakulta informatiky Masarykovy univerzity

podzim 2011

# Obsah přednášky

- 1 Peer-to-peer systémy
- 2 Bezdrátové senzorové sítě
- 3 Sociální sítě
- 4 Multimédia

# Peer-to-peer (P2P) systémy

- decentralizovaný distribuovaný systém: klient-klient
- tvořen vzájemně komunikujícími identickými entitami (peery)
- opak modelu klient-server
- každý peer je zároveň serverem i klientem
  - poskytuje služby ostatním peerům – role serveru
  - využívá služby ostatních peerů – role klienta

## Příklady

- Skype – přenos hlasu a obrazu v reálném čase
- BOINC – platforma pro distribuované výpočty
- BitTorrent – sdílení dat
- BitCoin – digitální měna
- ...

# Vlastnosti P2P systémů

- distribuované řízení – neexistence centrální entity
- samoorganizace
- heterogenita – peerové běží na různých platformách
- škálovatelnost – nehrozí přetížení centrální entity
- dynamika – topologie systému se velmi rychle mění
- sdílení zdrojů – každý peer se svými zdroji podílí na fungování P2P systému

# Klient-Server vs. Peer-to-Peer I

## Náročnost zbudování

- K-S využívá jednoduchých modelů komunikace
- P2P vyžaduje komplexní interakce

## Spravovatelnost

- správa K-S systému je přehlednější díky koncentraci komunikace v jednom bodě

## Škálovatelnost

- K-S model limitován HW parametry serveru – využívá se vyvažování zátěže mezi několika fyzickými stroji
- P2P systém škáluje z principu – s rostoucím počtem peerů roste kapacita systému

# Architektura P2P systémů

## strukturované

- využívají samoorganizačních algoritmů
- vytvářejí předem danou topologii
- distributed hash table

## nestrukturované

- peerové se připojují ad-hoc
- nesnaží se dát propojením žádnou pevnou strukturu

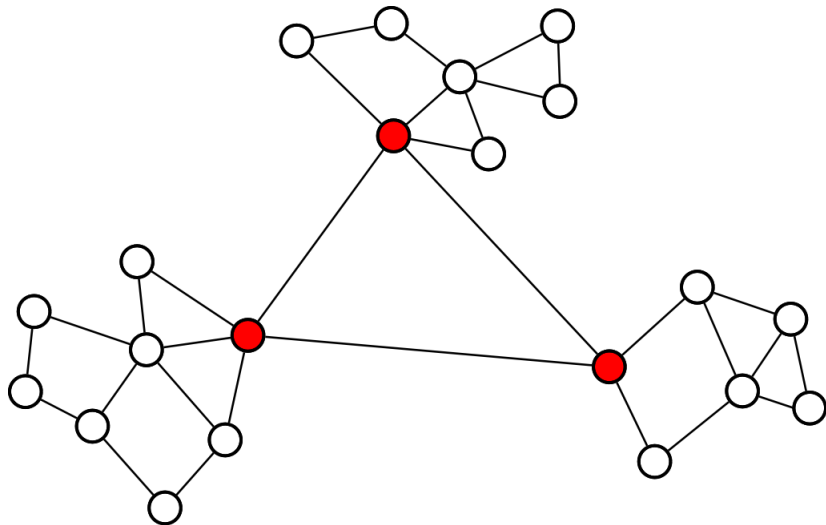
## centralizované

- centrální server poskytuje indexovací službu

## hybridní

- některé z uzlů povýšeny na superuzly
- organizace sítě a komunikace mezi komponentami přenesena na superuzly

# Hybridní P2P systém



# Klient-Server vs. Peer-to-Peer II

## Bezpečnost

- v K-S modelu je za bezpečnost zodpovědný server
- v P2P systému je zodpovědnost rozložena mezi peery – nutnost komplexnějších bezpečnostních protokolů

## Spolehlivost

- K-S systém je závislý na běhu serveru – single point of failure
- P2P systém je do velké míry redundantní – jednu funkcionalitu poskytuje zároveň více peerů



# Bezdrátové senzorové sítě

- autonomní senzory schopné vzájemné komunikace
- cíl: měřit fyzikální a chemické veličiny na rozsáhlém území
- požadavek na škálovatelnost na velká území vylučuje „drátové“ sítě
- často spojované s ovládacími prvky

## Příklady:

- monitoring znečištění ovzduší
- sledování šíření lesních požárů
- detekce narušení hlídaného prostoru
- inteligentní budovy, monitoring struktury staveb
- sledování stavu zemědělských ploch
- ...

# Senzory

- velmi malé a jednoduché
- omezené zdroje energie, výpočetní síla a úložná kapacita
- napájení z baterie, nebo získávají energii z prostředí
- velké množství, pokrývají potenciálně rozlehlá území
- schopné komunikace mezi sebou
- převážně datové trendy s nízkou frekvencí

# Bezdrátové senzorové sítě – vlastnosti

## Síť

- decentralizovaná
- samoorganizující mechanismy pro správu
- značně homogenní, malý počet hraničních (sběrných) uzlů

## Řešené problémy:

- rozmístění senzorů: deterministické/nedeterministické, (semi)autonomní
- směrování dat
- sběr a distribuce dat z/do sítě
- fúze senzorů: robustnost skrze redundanci

# Bezdrátové sensorové sítě – vlastnosti

Je třeba brát v potaz:

- energetickou náročnost algoritmů
  - cílem je zachovat síť co nejdéle dobu funkční
  - nejkratší cesta vs. energeticky nejlevnější cesta
  - zátěž je třeba rozkládat průběžně mezi jednotlivé uzly
- nespolehlivost senzorů i komunikace
  - poškození, ztráta napájení senzorů nesmí vyřadit celou síť
  - selhávající uzel se může chovat jako záškodník
  - fúzované uzly se musí „dohodnout“ na společné hodnotě

# Sociální sítě

## Sociologické pojetí:

- skupiny definované vzájemnými propojujícími vztahy
- přátelství, obchodní styk, příbuzenské vztahy, společné zájmy...
- znázorňována jako graf

## Sociální síťování jako služba:

- webová aplikace reflektující sociální sítě z reálného světa
- umožňuje aktivní vytváření nových sítí

# Sociální sítě

## Analýza grafu sociální sítě:

- vzdálenost dvou uzlů – teorie šesti stupňů odloučení
- rozklad na komponenty – sociální skupiny
- studium šíření informací – epidemiologické metody
- egocentrická analýza – sociální kapitál jedince
- ...

# Sociální síťování jako služba

## Historie

- první snahy již od počátku internetu: Usenet, ARPANET
- 90. léta – zájmové komunity: geocities.com, classmates.com ...
- nová generace: SixDegrees.com (1997), Friendster (2002), Myspace (2003), LinkedIn (2003), Facebook (2004)

## Charakteristika

- uživatelé vytvářejí a udržují svůj profil = soubor osobních informací
- uživatelé definují uni/bilaterální vztahy
- uživatel může prohlížet a procházet svůj seznam kontaktů a do jisté míry i propojení mezi ostatními

# Sociální síťování jako služba – vybrané aspekty

## Niche Communities

- některé sociální skupiny jsou i v reálném světě uzavřené
- reflektováno v síťovacích službách: uzavřené skupiny, definování okruhů kontaktů...

## Bezpečnost a ochrana soukromí

- kontrola toku osobních informací
- rozdělení dat na soukromá a veřejná
- měnící se pravidla stěžují kontrolu



# Multimédia

typy

- zvuk
- obraz
- haptika

zpracování

- akvizice
- uchovávání
- prezentace

# Zvuk

- Podélné mechanické vlnění v látkovém prostředí (vzduch), které je schopno vyvolat sluchový vjem.
- Jakožto vlnění podléhá běžným fyzikálním jevům
  - odraz, ohyb, difrakce
- Vnímání zvuku – složitý proces, závislý na mnoha faktorech, pro který zatím nebyla vytvořena uspokojivá teorie

# Vnímání zvuku

## frekvenční rozsah

- vnímaný rozsah kolem 20 Hz až 22 kHz
- s rostoucím věkem horní hranice výrazně klesá

## dynamický rozsah

- rozdíl mezi nejhlasitějším a nejtisším vnímatelným zvukem
- uprostřed slyšitelného frekvenčního pásma asi 120 dB
- na okrajích pásma je mnohem menší.

## rozlišování frekvence

- schopnost rozlišit frekvence tónů
- u každého člověka jiná a frekvenčně závislá
- uprostřed slyšitelného frekvenčního pásma vyšší než na okrajích pásma

# Vnímání zvuku

## frekvenční maskování

- schopnost odlišit dva frekvenčně blízké tóny
- jeden tón může potlačit slyšitelnost jiného, současně znějícího tónu
- maskovací schopnosti závislé na
  - frekvenci maskujícího a maskovaného tónu
  - frekvenční vzdálenosti obou tónů
  - šířkou kritického pásma
- využívané v některých kompresních algoritmech (MP3, Vorbis nebo ATRAC)

## časové maskování

- potlačení slyšitelnosti méně hlasitého tónu po hlasitém
- potlačení tichého tónu předcházejícího maskovacímu tónu

# Zpracování zvuku

- akvizice zvuku
- diskrétní reprezentace spojitého zvukového vlnění
- zpracování diskrétních zvukových dat
  - analýza zvuku za použití psychoakustických modelů
  - použití zvukových filtrů: ekvalizace, odstranění šumu a echa apod.
  - datová komprese
- uložení na datový nosič, pevný disk apod.
- přenos po síti

# Akvizice zvuku – kvantování a vzorkování

## A/D převodník

- typicky zvuková karta v PC ale i jiná zařízení (mobilní telefon, PDA, MP3 přehrávač)

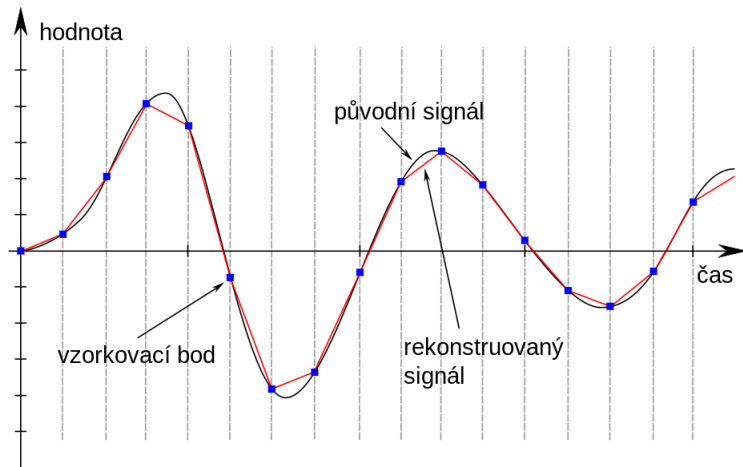
## vzorkování

- odebrání vzorku signálu v definovaných časových intervalech (vzorkovací frekvence)
- převádí spojitý časový průběh signálu na diskrétní reprezentaci

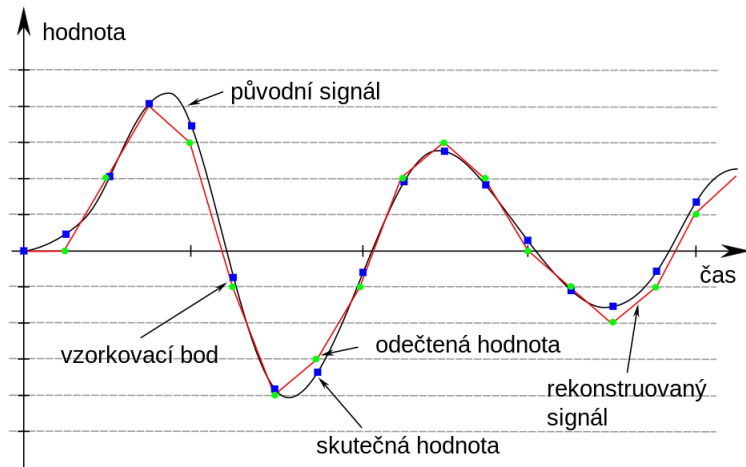
## kvantování

- diskrétní reprezentace hodnoty intenzity zvuku
- 1 bit odpovídá přibližně 6 dB

## Akvizice zvuku – vzorkování



## Akvizice zvuku – kvantování





# Akvizice zvuku – praxe

vzorkovací frekvence a kvantování v praxi

- 8 kHz, 8 bitů na vzorek – telefony
- 11 kHz – lidská řeč
- 22 kHz – kvalita odpovídající audiokazetě
- 44.1 kHz – CD
- 48 kHz, 96 kHz, 192 kHz, 24 bitů na vzorek – DVD
- 64 bitů na vzorek - použití v sonarech

# PCM (Pulse Code Modulation)

- analogový signál → vzorkování → kvantování → PCM
- datové toky
  - $8 \text{ kHz} \times 8 \text{ b} \times 1 \text{ kanál} = 64 \text{ kbps}$
  - $192 \text{ kHz} \times 24 \text{ b} \times 2 \text{ kanály} = 9000 \text{ kbps}$
- použití: digitální telefonní linky, CD, DVD audio, DVD
- běžně implementované v HW

# CD/DVD audio

## CD audio

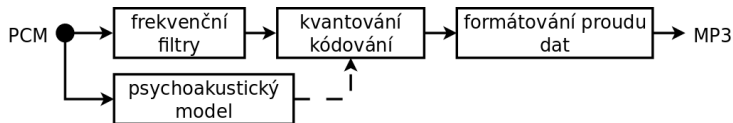
- Red book audio standard (Philips a Sony v roce 1980)
- 2 audio kanály
- vzorkovací frekvence 44.1 kHz, 16 bitů na vzorek, PCM
- detekce a oprava chyb
- ochrana proti kopírování porušuje red book standard

## DVD audio

- vysoce větný (hi-fi) formát
- mnoho možných konfigurací audio kanálů (1.0 až 7.1)
- oproti CD: větší vzorkovací frekvence, více bitů na vzorek
- maximální možný bitrate pro všechny kanály je 9.6 Mbps

# MPEG-I Layer III

- ztrátový kompresní mechanismus, ISO/IEC standard v roce 1991, první rozšířená implementace Fraunhofer society v roce 1994
- komprimuje PCM audio v poměru přibližně 1:11
- použití psychoakustického modelu
  - zahazuje části signálu hůře rozeznatelné pro lidské ucho
  - podle charakteru signálu (vážná hudba, metalový koncert, ...) vybírá nejpodstatnější frekvenční pásma
- komprese signálu:
  - komprese probíhá ve frekvenční doméně
  - nelineární kvantování



# Kompresní formáty

## MPEG-I Layer II

- DVD, DVB-T, interně v rádiích
- sub-band kódování audia:
  - v časové doméně
  - Signál se rozdělí na 32 frekvenčních pásem, na základě psychoakustického modelu se některá zahodí a ostatní se komprimují samostatně.

## Vorbis

- opensource obdoba MP3
- pokročilejší kvantování, redukce šumu na základě statistických měření

# Kompresní formáty

## AAC

- technologický nástupce formátu MP3
- silné využití psychoakustických modelů
- samoopravné kódy
- modulární kódování
  - paleta profilů pro různé třídy signálů
  - umožňuje dosáhnout lepších výsledků při současném snížení bitrate
- až 48 kanálů, téměř libovolné vzorkovací frekvence

## AC3

- aka Dolby Digital
- až 8 kanálů, pevný bitrate
- srovnatelný s MP3

# Kompresní formáty

## Windows Media Audio (WMA)

- podpora DRM (Digital Rights Management)
- paleta kodeků pro různé účely (hlas, ztrátové/bezztrátové,...)
- kvalita srovnatelná s MP3

## Speex

- opensource ztrátový formát určený pro kompresi řeči
- pro samohlásky vyšší bitrate, pro sykavky nízký
- vzorkovací frekvence 8 kHz, bitrate 2 kbps až 44 kbps
- robustní proti výpadkům během přenosu

# Kompresní formáty

## RealAudio

- proprietární formát RealNetworks vhodný pro streaming
- bitrate 6 až 176 kbps, optimalizace na řeč, hudbu, dolby surround
- obálka pro celou řadu kodeků

## FLAC

- opensource bezztrátový formát
- kódování s celočíselnou přesností eliminuje chyby při zaokrouhlování
- libovolná vzorkovací frekvence
- kvantování vzorku 4-32 bity
- kompresní poměr 20-30% ve srovnání s PCM



# Obraz

## Světlo

- elektromagnetické vlnění s velmi úzkou šířkou spektra (viditelné světlo) odražené od objektů v okolí a dopadající na světlocitlivě buňky sítnice oka

## Vnímání obrazu

- obrazová paměť
  - člověk nevnímá obraz kontinuálně ale v „kvantech“
  - obrazový vjem jsme schopni zpracovat přibližně každých 60 ms
- oko nevnímá všechny složky obrazu stejně (nejcitlivěji jas)
- oko nevidí přirozeně zcela ostře
- mozek má tendence si domýšlet části vjemu na základě zkušeností

# Formáty

vzorkování: rozdělení obrazu při akvizici na jednotlivé body (vzorky)

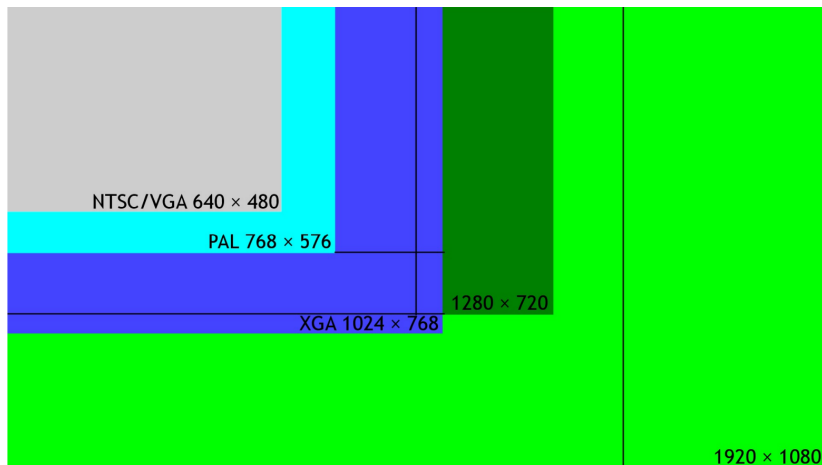
## SDTV formáty

- rodina standardů popisující rozlišení a framerate videa
- PAL:  $720 \times 576$  obrazových bodů, 25 fps
- NTSC:  $720 \times 480$  obrazových bodů, 29.97 fps

## HDTV formáty

- udává se v počtu řádků v rozlišení
- progressive frames (p) nebo interlaced fields (i)
- 1080i:  $1920 \times 1080$  (30i, 29,97i)
- 720p:  $1280 \times 720$  (60p, 59.94p, 30p, 29.97p, 24p, 23.976p)

# Formáty



# Framerate

- počet obrazových snímků za sekundu
- nejstarší technologie začínaly na 6 - 8 snímcích za sekundu
- v současnosti jsou nejpoužívanější hodnoty 25 fps (PAL), 29.97 fps (NTSC) a 24 fps (klasický film)
- lze se setkat i s jinými hodnotami (např.: 23.976 fps)
- pro dosažení iluze pohybu je třeba alespoň 10 fps
- psychologická hranice skutečně použitelné iluze pohybu je spíše 12.5 fps
- větší počet snímků za sekundu pomáhá skrývat nedokonalosti komprese

# Akvizice videa

## Videokamery

- Analogové (čtvercové pixely), digitální (DV) – PAL, NTSC
- HDTV

## Analogové grabovací karty

- podpora formátů PAL/NTSC
- HW podpora kódování videa (MPEG2)

## HDTV akvizice

- obrovské datové toky (1.5 Gbps pro 1080i HDTV video)

# Kompresní formáty

## MPEG

- 3 typy snímků
  - I frame - Intrapicture, referenční snímek
  - P frame - Predicted, rozdíl proti předchozímu snímku
  - B frame - Bidirectional predicted, interpolace mezi předchozím a následujícím snímkem
- rozklad obrazu do makrobloků
- B frames – motion vector změna v rámci makrobloku oproti předchozímu snímku

# Kompresní formáty

## MPEG-2

- podporuje kódování interlaced videa
- MPEG-2 kódování není optimalizované pro bitrate nižší než 1 Mbps
- několik profilů rozdělených do úrovní podle komplexity komprese
- Typické použití: DVD, DVB, HDV, HDTV

## MPEG-4

- celá rodina různých standardů
- definuje obálkové formáty, audio a video formáty, titulky, interaktivní prvky (DVD menu)

# Kompresní formáty

## DV

- není zatížený licenčními poplatky
- použití ve spotřební elektronice (digitální kamery, některé DVD rekordéry apod.)
- pevný datový tok 25 Mbps

## Theora

- opensource návrh i implementace
- přímá konkurence pro MPEG-4 kompresní mechanismy
- obsahuje pouze I a P frames



# Obálkové formáty

- „obalují“ vlastní data a uchovávají případná metadata

## AVI (Audio Video Interleave)

- obálkový formát MS z roku 1992
- nepodporuje titulky a moderní kodeky

## MOV

- obálkový formát pro QuickTime
- jedna nebo více stop pro audio, video, efekty nebo text

## Matroska

- opensource návrh obálkového formátu, vystavěný na binárním ekvivalentu XML (EBML)
- rychlé procházení audiem nebo videem (seek)
- implementuje menu jako u DVD, podpora pro streaming