

# Hálózatba kapcsolt erőforrás platformok és alkalmazásaik

Simon Csaba

TMIT

2019

P2P

# Mi a P2P?

- **Peer-to-Peer (P2P):**
  - egy alkalmazáscsoport mely kihasználja az Internet peremén levő felhasználók erőforrásait:
    - Tárolás – merevlemez kapacitás
    - CPU – számítási kapacitás
    - Tartalom – adatok, információk megosztása
    - Bármilyen más megosztható erőforrás, szolgáltatás, funkció
- Egy alkalmazás rétegbeli Internet a fizikai Internet topológia fölött

## Definíció (II)

- „*Peer-to-peer network*” = **egyenrangú** hálózat
  - „*Peer*” = **veled egyenrangú felhasználó**
- „Kommunista” rendszer – mindenki egyenlő
- A kliens-szerver architektúra ellentéte

# Jellemzők

- Minden résztvevő *peer* egyszerre kliens és szerver
- Nincs központi vezérlés
- Nincs központi adatbázis
- Senkinek nincs globális képe a hálózatról
- A rendszer globális működése a lokális kölcsönhatások eredménye

## Jellemzők (II)

- Bármilyen megosztott erőforrás elérhető bárki által
- Akkor férhetsz mások erőforrásaihoz, ha megosztod a sajátaidat
- A peer-ek függetlenek egymástól
- A peer-ek és a kapcsolatok alapvetően megbízhatatlanok
  - Gyakori be- és kilépés

# Mire jó?

- **P2P ≠ fájlcsere**
- Sokminden más:
  - Elosztott adatbázisok
  - Elosztott számítás (distributed computing)
  - Elosztott hálózati szuperszámítógépek (grid computing)
  - Instant Messaging
  - CSCW (Computer Supported Cooperative Work)
  - Vezetéknélküli ad-hoc hálózatok
  - Alkalmazás rétegbeli multicast szolgáltatás
  - E-commerce, e-business alkalmazások
  - Stb, stb, stb....

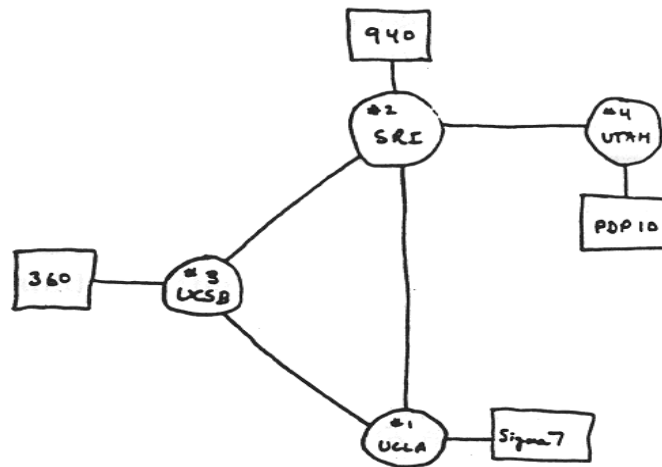
# Strukturálatlan P2P



# Visszatekintés

- A P2P nem egy új ötlet
- A kezdeti Internet peer-to-peer volt
- ARPANET - Advanced Research Projects Agency Network
  - 1969 – US Department of Defense (DoD)
    - University of California at Los Angeles (UCLA)
    - Stanford Research Institute (SRI)
    - University of California Santa Barbara (UCSB)
    - University of Utah
  - Különböző operációs rendszerek, egyenrangú felhasználók

# A kezdeti hálózat



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

4 NODES

## 70-es évek

- újabb és újabb egyetemek, kutató laboratóriumok csatlakoznak
- TCP/IP kidolgozása
- Telnet, FTP

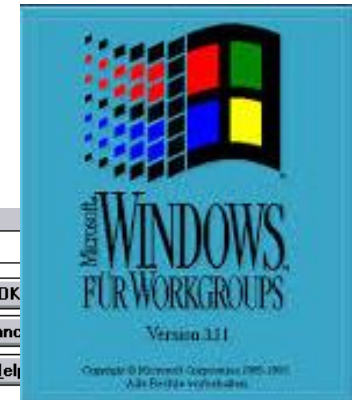


## 80-as évek

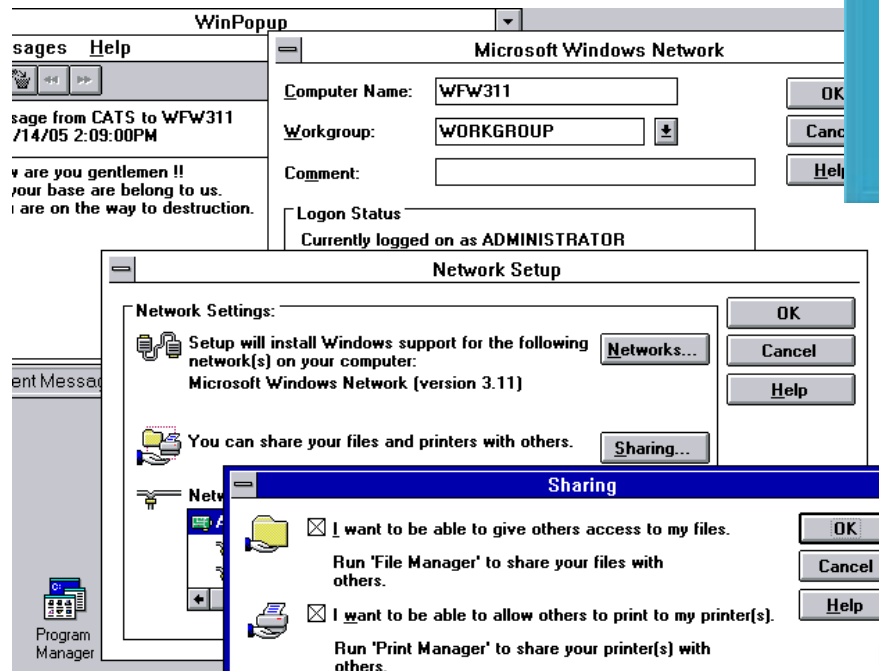
- 1983. 01. 01 – IP az ARPANET-en
- 1984 – MILNET (DoD)
- 1986 – NSFNET
  - NSF – National Science Foundation
- 1990 – Az ARPANET bezár



# Azok a boldog 90-es évek



- Microsoft Windows for Workgroups
  - LAN – jellemzően egy iroda szintjén
  - 10-es nagyságrendű hálózati eszköz („typically around 20 computers”)



<http://www.quepublishing.com/articles/article.aspx?p=1358665>

# Irodalom

- A History of The Internet: 1962 – 1992
  - [http://www.computerhistory.org/exhibits/internet\\_history/](http://www.computerhistory.org/exhibits/internet_history/)
- Hobbes' Internet Timeline
  - <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>
- The Request for Comments Reference Guide
  - <http://www.ietf.org/rfc/rfc1000.txt>
- History of Arpanet
  - <http://www.dei.isep.ipp.pt/docs/arpa.html>



# A kezdeti hálózat

- Egyenrangú felhasználók
- Bármely két gép képes volt kommunikálni egymással
- Egy nyitott és szabad rendszer
  - Tűzfalak nem léteztek a 80-as évek végéig
- Egyetemi kutatók „játszótere”
- Biztonsági gondok nem léteztek ...

# Az első P2P alkalmazások

- Telnet, FTP
  - Nem „vérbeli” P2P alkalmazások
  - Szigorúan nézve, kliens/szerver rendszerek
    - Egy Telnet kliens bejelentkezik egy szerverre
    - Egy FTP kliens fájlokat küld / tölt le egy FTP szerverről
  - De...
    - Bárki lehetett kliens is, szerver is
    - Szimmetrikus rendszer

# Usenet

- A mai P2P alkalmazások nagyapja...
  - Központi vezérlés nélkül fájlokat másol gépek között
- 1979
  - Tom Truscott, Jim Ellis
  - University of North Carolina, Duke University
  - 3 gépből álló hálózat
- Unix-to-Unix Control Protocol (UUCP)
  - Egy UNIX gép automatikus felhívott egy másik gépet
  - Fájlokat cseréltek
  - Megszüntették az összeköttetést
- Levelek, fájlok, programok cseréje

## Usenet (II)

- Csoportok különböző témakörök körül
  - [Newsgroups](#)
- A helyi felhasználók a helyi newsgroup „szerverre” csatlakoznak
- A szerverek periodikusan kicserélik információikat
  - [Egy felhasználó üzenete minden érdeklődőt elér](#)
- A szerverek egy P2P hálózatot alkotnak

## Usenet (III)

- A hálózat ma hatalmas
  - Több ezer szerver
  - Több tízezer témakör
  - Több millió felhasználó
- A rendszert skálázhatóvá kellett tenni
  - Egy szerver csak bizonyos csoportokra iratkozik fel
  - A szerverek csak az üzenetek fejlécét továbbítják
  - Ha valaki kíváncsi, lekéri a teljes üzenetet
  - Korlátozott időtartamú tárolás

# Usenet - jellemzők

- Elosztott rendszer
- Nincs központi vezérlés
- Egy új témacsoport létrehozása
  - Demokratikus szavazás alapján
  - Javaslat küldése a news.admin csoportnak
  - Vita, szavazás
    - Bárki szavazhat e-mail-ben
  - Ha elfogadják, a szerverek elkezdik terjeszteni
- Megengedett anarchia
  - Szavazás nélkül nyitható egy alt.\* csoport

# Usenet

- Network News Transport Protocol (NNTP)
  - TCP/IP alapú
- Optimalizált elárasztás
  - Útvonal az üzenetek fejlécében
  - Egy szerver csak egyszer kap meg egy üzenetet
- Sok új P2P rendszerből hiányzik
  - Gnutella

# Usenet fájlcsere

- Eredetileg csak text fájlok cseréje
- Bináris fájlok átalakíthatóak
- Gond – túl hosszú fájlok
  - 700 Mb film – 15 millió sor
  - Szerver korlátok – 10.000 soros üzenetek
- Több részre vágott fájlok



# DNS

- Domain Name System
  - Hierarchikus információs rendszer
  - Fájlmegosztásra találták ki (1983)
    - hosts.txt

# IP útvonalválasztás

- IP útvonalválasztók (routerek) peer-ek
- Felfedezik és fenntartják a topológiát
- Egy router nem kliens és nem szerver
- Folyamatosan kommunikálnak egymással
- Függetlenek egymástól

# Aztán robbant a Net

- Robbant a felhasználók száma
- Tudományosból kereskedelmi hálózat
- Biztonsági intézkedések váltak szükségessé
  - Tűzfalak
- Megjelentek az otthoni felhasználók
  - Egy modemes csatlakozó nem volt többé egyenrangú
- Elfogytak az IP címek
  - Dinamikus IP címek, NAT
- Megjelent a Web
  - Új kommunikációs szokások (webkliens – webszerver)

# Mégis P2P?

- Újabb fordulat a kommunikációs szokásokban
  - Elkülönül a „szerző” és a „forgalmazó”
  - Nem csak a saját maguk által készített adatokat (pl. weboldal) osztják meg a felhasználók
- **MP3** – mérföldkő a P2P tekintetében
  - Lehetővé válik a zenefájlok cseréje
  - **DivX** kódolás
- 1999-ben megjelenik a **Napster**

# Összefoglalás

- Peer-to-peer rules
- Nagyon régi koncepció
  - Nem csak tartalommegosztás
- Eredendően az Internet is P2P volt
- Az üzletiesedés és széleskörű használat hozta magával a változást (kliens-szerver)
- 90-es évek végére újra felfeldezték
  - újraértelmezték

Napster

# Napster



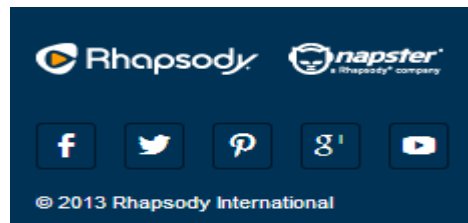
- **Kronológia**
  - 1999 május – Shawn Fenning és Sean Parker megalapítják a Napster-t
  - 1999 december – a RIAA elindítja az első pert a Napster ellen
    - Recording Industry Association of America (RIAA)
  - 80 millió felhasználó, túlterhelt egyetemi hálózatok
  - 2000 április – Előbb a Metallica, majd Dr. Dre perlik a Napster-t
  - 2000 július – A bíróság felszólítja a Napster-t a bezárásra
  - 2001 február 12 – A bíróság a megosztott fájlok szűrésére kötelezi a Napster-t
  - 2001 február 20 – 1 milliárd dolláros ajánlat a lemezcégeknek
  - 2001 március 2 – Bevezetik a szűrőket, a felhasználók elpártolnak
  - 2008 – BestBuy felvásárolja a Napstert (120millió USD, 700k users)
  - 2011 – Rhapsody átveszi a Napstert (már kevesebb, mint 300k user)

# Napster



- Módosítás – fizetős változat
  - \$9,95 – havi bérlet
  - € 99 – egy fájl
  - <http://www.napster.com/>
- Apple – iTunes
  - <http://www.apple.com/itunes/>



- Felhasználók (2016)
  - Tidal – 3 millió
  - **Napster/Rhapsody – 3.5 millió**
  - Apple iTunes – 15 millió  
+
  - Spotify – 30 millió+





# Napster - Rhapsody

**Rhapsody Premier**

 +  Listen on computer plus 1 mobile device

---

Unlimited music streaming

---

Download music and listen offline on **1 device**

---

No Advertising, ever!



---

**\$9.99/mo**  
30-day free trial

[Select this plan](#)

Your first 30-days are free. You will be charged \$9.99 per month if you do not cancel within the free trial.  
[Offer Details](#)

**Rhapsody Premier Plus**

 +  Listen on computer plus 3 mobile devices

---

Unlimited music streaming

---

Download music and listen offline on **3 devices**

---

No Advertising, ever!

---

**\$14.99/mo**  
30-day free trial

[Select this plan](#)

Your first 30-days are free. You will be charged \$14.99 per month if you do not cancel within the free trial.  
[Offer Details](#)

Are you an existing or former Rhapsody member? [Manage your account here](#)



# SELECT PLAN

## unRadio

14-day free trial, then \$4.99/mo

[Start listening now](#)

- (∞) Personalized radio based on your favorite artist or track
- ▶ Skip as many songs as you want
- Ⓜ High quality, ad-free audio on mobile and on your computer

Download any song to listen offline

Unlimited, on-demand access to millions of

## PREMIER

30-day free trial, then just \$9.99/month.

[Start listening now](#)

- (∞) Personalized radio based on your favorite artist or track
- ▶ Skip as many songs as you want
- Ⓜ High quality, ad-free audio on mobile and on your computer

Download any song to listen offline

Unlimited, on-demand access to millions of



## Napster Music



Rhapsody International, Inc. Music & Audio

★★★★★ 153,430

Parental guidance

Offers in-app purchases

This app is incompatible with your device.

[Add to Wishlist](#)

[Install](#)

4.2

★★★★★

153,430 total





English ▾



**NAPSTER**

- Music
- Apps & Devices
- Blog
- Pricing
- Artist & Labels

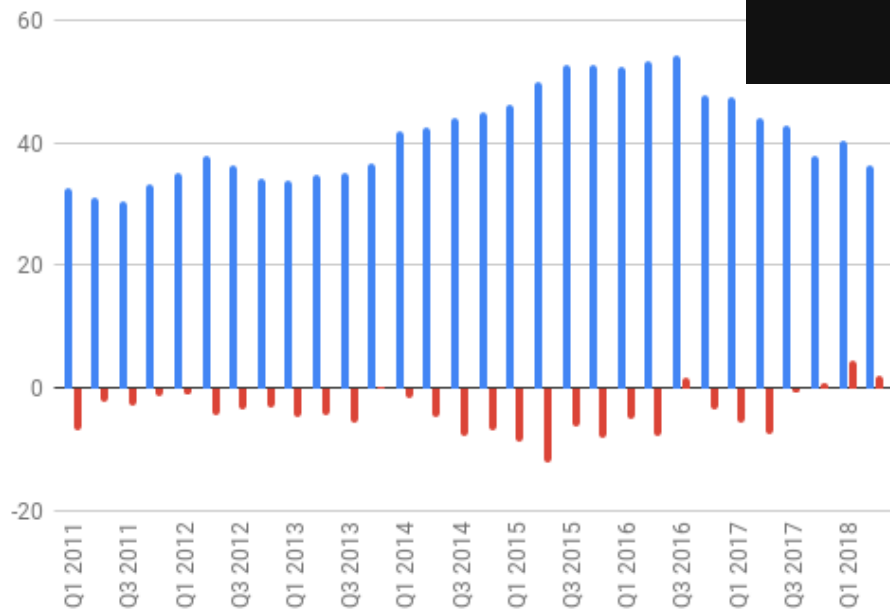
**ABOUT US**

- Company Info
- Careers
- Developers



© 2019 Rhapsody International Inc. All rights reserved. Napster and the Napster logo are registered trademarks of Napster, Inc.

Napster Quarterly Financials: Q1 2011 - Q2 2018

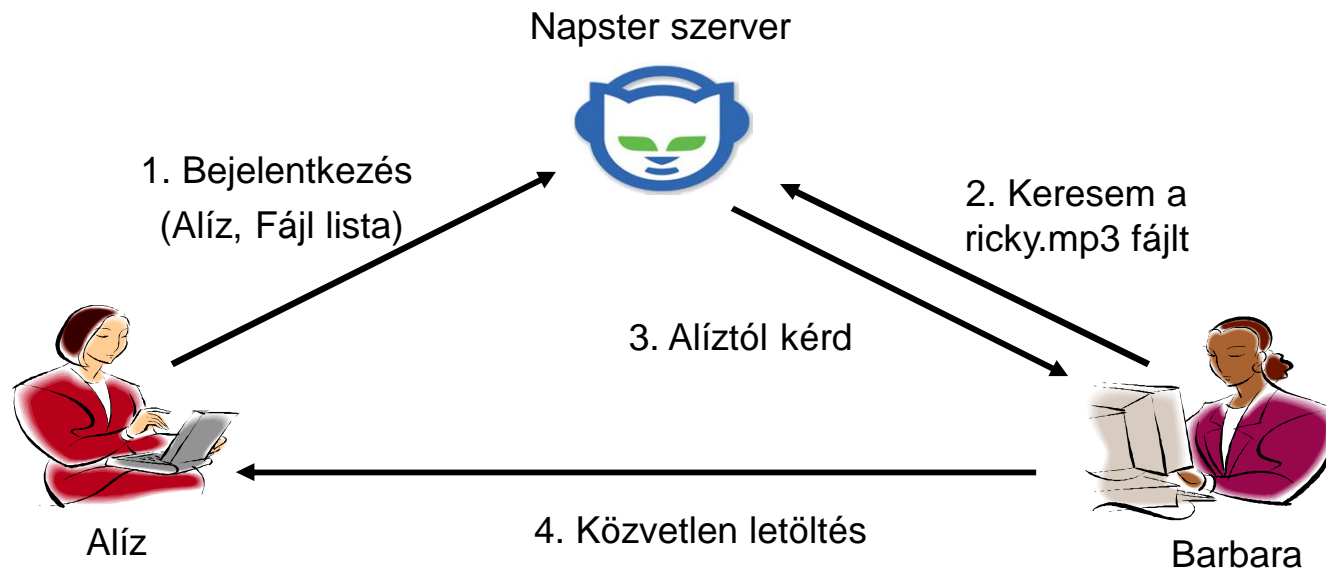


# A Napster működése



- Nem „igazi” P2P rendszer
  - Központi szerver tárolja a megosztott fájlok listáját
  - Keresés a központi szerveren
  - Közvetlen letöltés a peer-ek között

# Példa



# A Napster jellemzői



- Hátrányok:
  - Rossz skálázhatóság
    - Szerverfarmon belüli terheléselosztás
  - A szerver szűk keresztmetszet
  - Könnyen perelhető
  - Titkosság hiánya
  - Freeriding lehetőség
- Előnyök
  - Gyors keresés
  - Ismert topológia

DC

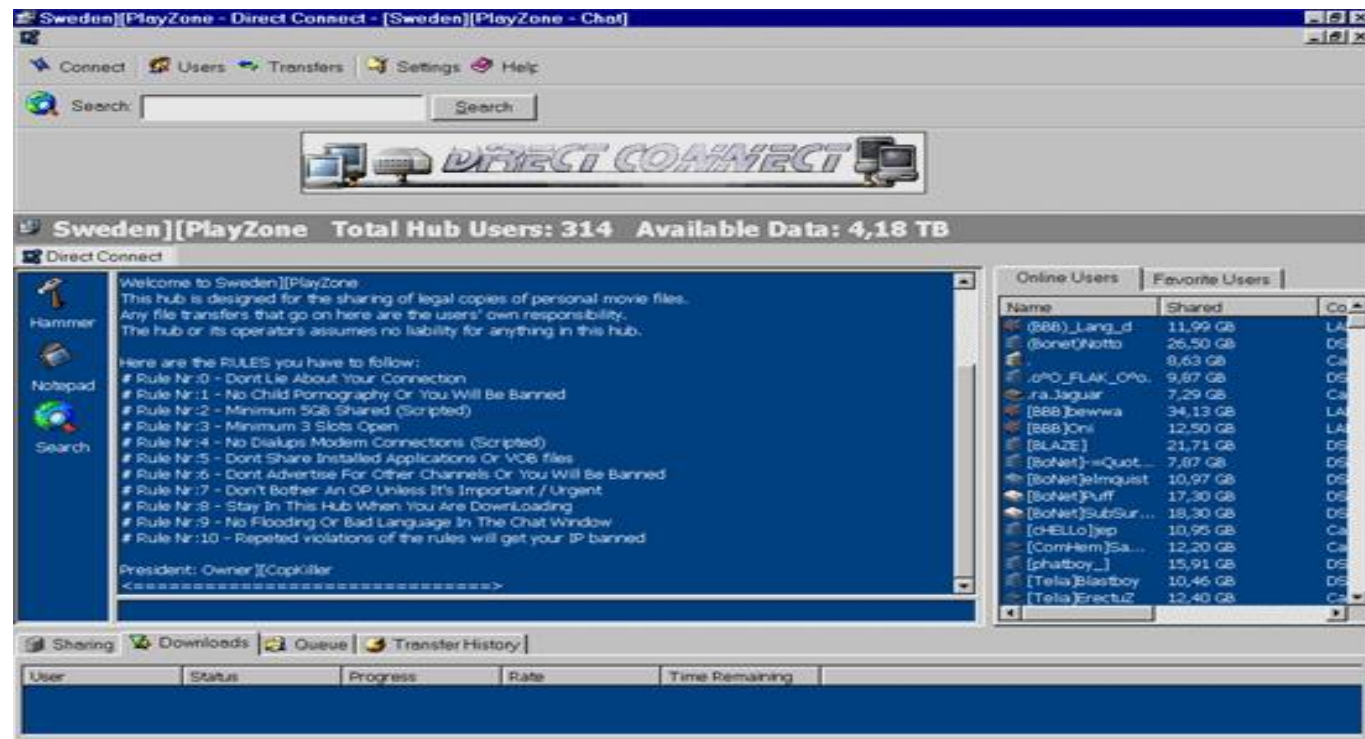
Direct Connect, DC++

# DirectConnect

- Jonathan Hess, NeoModus – 1999 november
- NMDC – NeoModus DirectConnect – visszafejtett szöveges protokoll
- Központosított rendszer
  - Több száz *hub*
  - Hub ≠ szerver
    - Nem tárolja a fájlok listáját
    - Összeköti a peer-eket, továbbítja a kereséseket
- Korlátozott belépés
  - Megosztott tartalom mérete (több Gb)
  - IP címtartomány
  - Hozzáférési sebesség
- Nincs globális azonosítás
  - Minden hub-on más-más azonosítót használhat a peer
- Kliensek aktív és passzív módban
  - Aktív módban bárkitől tölthet
  - Passzív módban csak az aktív peer-ektől



# DirectConnect 2.2 GUI



# DC++



- Nyílt forrású (open source) kliens
- DirectConnect hálózatot használja
- Előnyök
  - Barátságosabb GUI
  - Több hub-os párhuzamos csatlakozás, keresés
  - *Spyware, adware* kiiktatva
- DC++
  - <http://www.dc-resources.com/>
  - <http://www.broadbandreports.com/faq/dc>

# A DC még mindig aktív

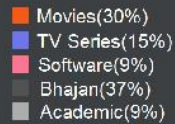
<http://dcplusplus.sourceforge.net/>

 **Download DC++**  
Version 0.868 (85.7 MiB)  
Released on Nov 12<sup>th</sup> 2018

downloads **11k/month**    downloads **66M**

Name	Add
AllAvtovo.ru	allav
*Ó ìèèáíú*	dc.n
FlylinkDC++ hub	dc.fl

TO YOU BY THE SCHOLARS' AVENUE




L	2018 Share	Users
	1.62 PB	2481
	1.67 PB	2069
	1.39 PB	1939
	1.45 PB	1863
	1.28 PB	1843
	1.10 PB	1823
	1.24 PB	1609
	1.01 PB	1590
	853.42 TB	1316
	687.20 TB	1200
	920.04 TB	1179
	727.71 TB	1089
		1963
		1768
		1591
		1517
		1214

Location	Share	Users
RU	1.79 PB	4 003
MD	1.91 PB	3 849
FR	1.19 PB	3 475
RU	1.50 PB	3 269
LU	1.40 PB	3 008
RU	1.27 PB	2 854
RU	1.15 PB	2 641
RU	1.23 PB	2 569
RU	1.04 PB	2 339
RU	1.03 PB	2 067

	Share	Users
	289.65 TB	697
	367.72 TB	684



## EiskaltDC++

Program for filesharing using Direct Connect and ADC protocols

Brought to you by: [dhampire](#), [pavelvat](#), [tehnick](#)

Last Update: 2016-03-05

Downloads: 134 This Week

<p>#5 Moderator</p> <p>#6 Registered</p> <p>#7 Gunkhana</p>	<p>Total discussion topics</p> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold;">232</p>	<p>AVERAGE SHARE PER PERSON</p>	<p>Lua</p> <p>DC SCRIPT IS WRITTEN IN LUA</p>	<table border="1"> <tr><td></td><td>289.65 TB</td><td>697</td></tr> <tr><td></td><td>367.72 TB</td><td>684</td></tr> </table>		289.65 TB	697		367.72 TB	684
	289.65 TB	697								
	367.72 TB	684								

# Kicsi a világ: Hungarian DC++ world



## About emtee

I started to use DC using DC++ in 2003 when its version number was around 0.261. Since then I've been amazed by the DC network: a professional but still easy-to-use way of P2P file sharing. I was invited to the DC++ development team in 2006 where - in the beginning - I had

been doing user support and testing only. A few years later I started to add small contributions as well so these days I do mostly bug fixes, testing and improvements as well as I take part of the documentation for both DC++ and ADCH++. I translated the whole DC++ help file to (Hungarian) and currently maintaining the whole HU locale stuff for DC++. My ultimate goal is to make the DC network as more user friendly as possible.

kizárólag chatelés céljából jöttek létre!

Hub cím	Felhasználószám	Összes megosztás
<a href="#">dchub://diablohub.hu:411</a>	184	113.74 TiB
<a href="#">dchub://deejays-world.sytes.net:1979</a>	121	32.35 TiB
<a href="#">dchub://musicfans.hopto.org:1208</a>	116	48.85 TiB
<a href="#">dchub://stormhc.no-ip.org:8602</a>	66	17.5 TiB
<a href="#">dchub://hulyekklubja.ddns.net:1000</a>	65	22.08 TiB

## HubList

MAGYAR HUBLIST

Hubok

Gnutella



# Gnutella

## •Kronológia

- 2000 március 14 – Justin Frankel, Nullsoft (winamp)
  - Hirdetés a Slashdot-on
- Pár óra után az AOL letiltotta
- Több száz példányt már letöltöttek, a hálózat elkezdett működni
- Több új kliens jelent meg
- 2006-ban 3 millió felhasználó
  - A P2P felhasználók 40%-a ezt használta

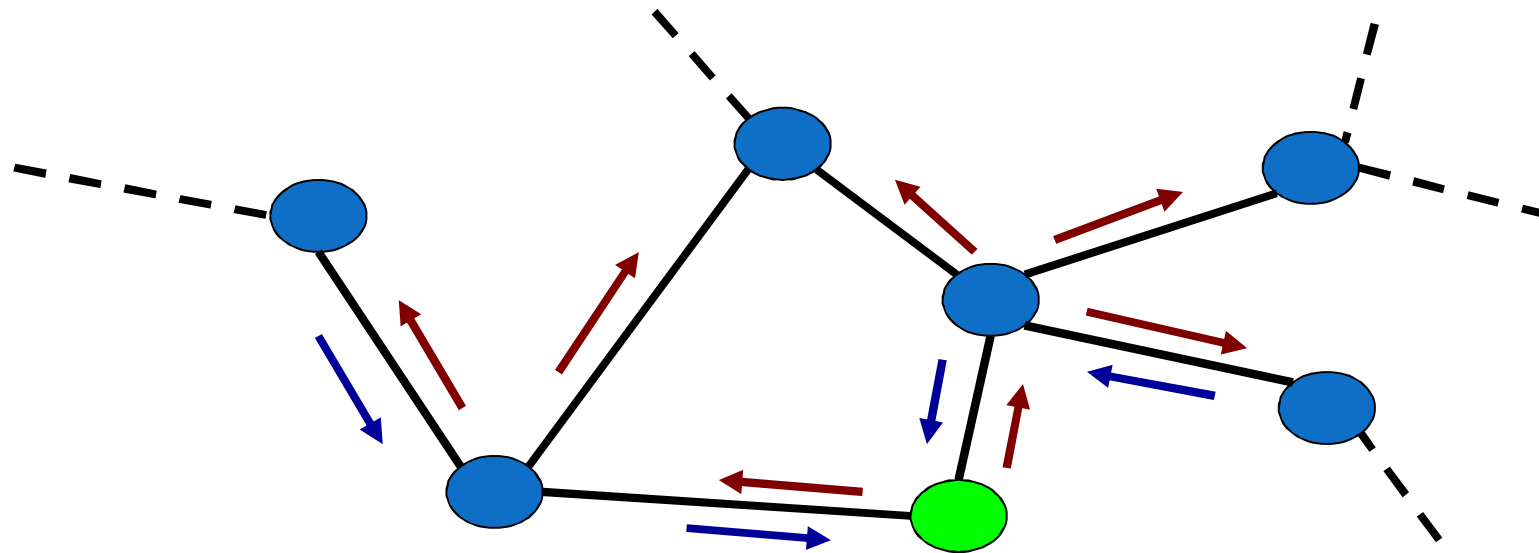






# Gnutella

- Elosztott rendszer, központi szerver nélkül (vo.4)
- Elárasztás alapú keresés
- Minden peer...
  - Megoszt állományokat
  - Kliens és szerver egyidőben – **servent**
  - Továbbítja a szomszédai felé a kapott Query csomagokat
  - Válaszol a Query üzenetekre, ha rendelkezésére áll a keresett fájl

# Gnutella



 Keresés  
 Válasz





# Gnutella - Előnyök

- Robusztusság, nincs szűk keresztmetszet
- Egyszerűség
- Jogilag nehezen támadható
  - Nincs perelhető központi entitás



**GTK-GNUTELLA**  
Peer to Peer that tastes good!

# GTK-Gnutella GUI

File View Help | Uptime: 00:44:21

gnutellaNet  
 Stats  
 Uploads  
 Stats  
 Downloads  
 Search  
 Monitor  
 Stats  
 Config

Search Hits New  
 sample wav 157 0  
 fractal 0 0

3/3 connections  
 1/1 upload  
 1/4 downloads  
 HTTP traffic  
 148B/s in (avg)  
 2.9K/s out (avg)  
 gnutellaNet traffic  
 480B/s in (avg)  
 153B/s out (avg)  
 Leaf traffic  
 0B/s in (avg)  
 0B/s out (avg)

Downloads | Fileinfo

Active downloads

Filename	Host	Size	Range	Server	Status
kontakt.wav	62.30.:	80.7 KB			Can't reach host (Push or Direct)
MARIGOLD.wav	24.145	113.9 MB	10.0M	LimeWire/2.9.7	3.44% / 0.30% (0.0 k/s) [1/1] TR: 1
Drum loops Breal	10.0.1.	9.3 MB			Push sent
Cow.wav	192.16	23.3 KB			Push sent
(08) Doreen Shaf	213.7.:	1.4 MB	1.4M	Shareaza 1.8.9.	Queued (slot 8 / 9) retry in 44s
v8.2 sample 1.w	192.16	38.5 KB	38.5K	Yelix 1.5.1	No URN on server (required)

Download settings

Auto clear completed downloads Max. simultaneous downloads 50  
 Auto clear failed downloads Max. downloads from single host 1  
 Never send a push request  Delete file on abort [More Settings](#)

[Abort selected](#) [Resume selected](#) [Clear completed](#) 4 sources active [Hide settings](#)

Download queue

Filename	Host	Size	Server	Status
Drum loops Break Samples.WAV	24.130.151.13	9.3 MB	LimeWire/2.7.	HTTP 503 Servic
kontakt.wav	65.49.86.65:6	80.7 KB	LimeWire/3.2.	HTTP 503 Servic
kneebone.wav	80.177.169.23	126.4 KB		No download slot
hutz2.wav	80.177.169.23	165.2 KB		No direct connec

[Freeze queue](#) 4 queued ( 2 alive)  
 Select all matching regex from queue  case sensitive

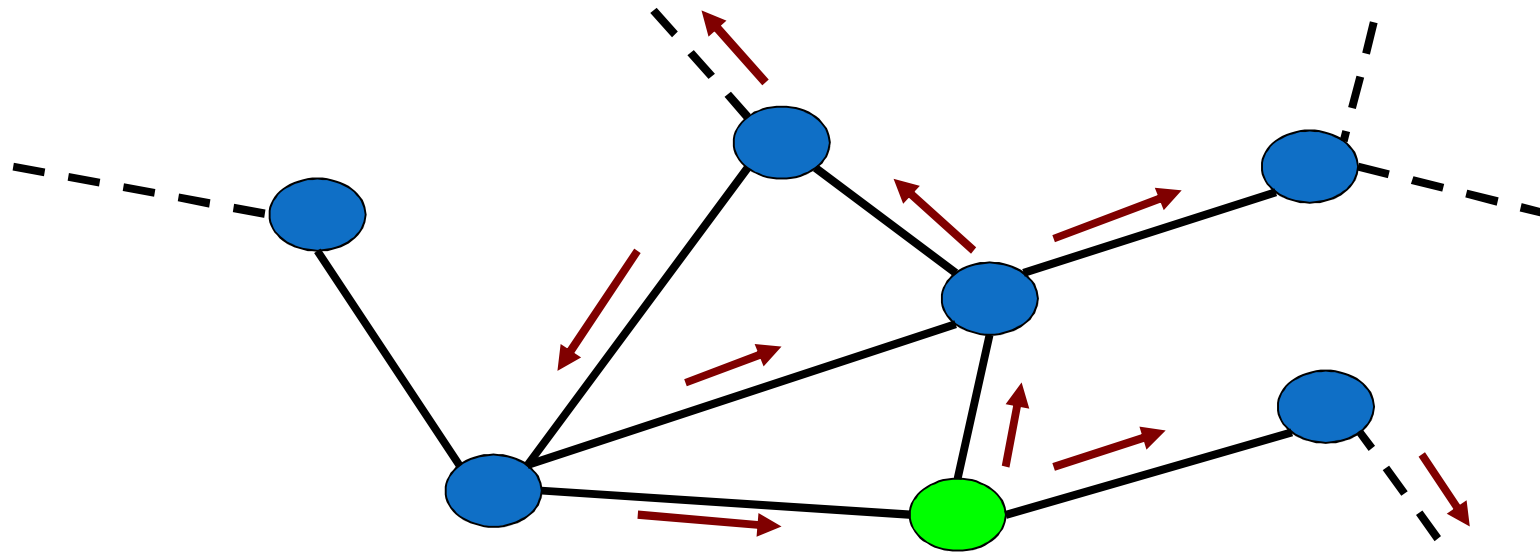
http://gtk-gnutella.sourceforge.net/



# Hátrányok

- Az elárasztás nem skálázható megoldás
  - TTL-t használva (valamilyen szinten) áthidalható
  - Nem minden szomszédnak küldjük tovább az üzeneteket
  - A Message ID alapján, egy üzenetet csak egyszer továbbít egy peer
    - Egy peer többször megkaphat egy üzenetet
    - Hiányzik a Usenet-ben használt szűrés

# Többszöri kézbesítés





## Hátrányok (II)

- Nagy hálózati forgalmat generál
- A keresés időtartama nem behatárolható
- A keresés sikerének valószínűsége nem ismert
- A topológia ismeretlen, az algoritmusok nem tudják felhasználni
  - Csak egy lépésre látok előre
- A peer-ek „hírneve” nincs figyelembe véve



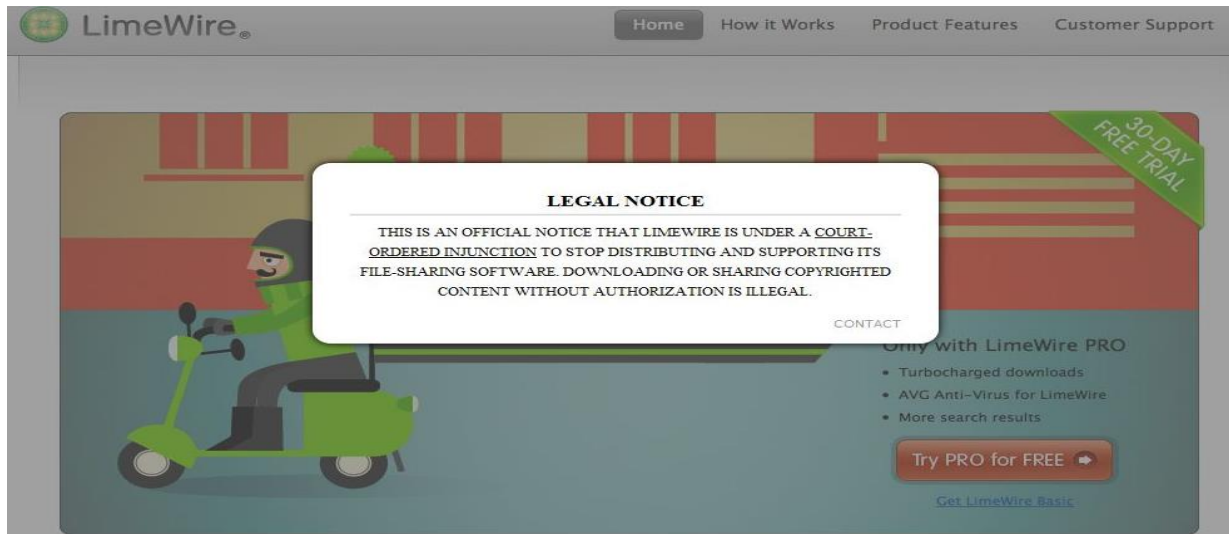
## Hátrányok (III)

- Kis méretű elérhető hálózat
  - 2000: átlagosan 400-800 elérhető peer
  - Modemes felhasználók – kis sávszélesség a keresések továbbítására
    - routing black holes
- Megoldás:
  - Peer hierarchia kialakítása
  - Csatlakozási preferenciák
  - Nagy sávszélességű peer-ek előnyben
  - Nagyméretű megosztott állománnyal rendelkezők előnyben
- Gnutella v0.6 és más hierarchikus rendszerek

## Gnutella post mortem - LimeWare



- 2006-ban indult per alapján, 2010-ben zárták be
- „extraordinary victory for the entire creative community”
- „educational message and as a legal precedent”
- „one shouldn't try to profit from P2P” - ...



## Gnutella post mortem - LimeWare Pirate ed.



- Megtíisztították a LimeWare disztribúciót a piócáktól
- Szabad forrás, „pro” verzió
- Még mindig aktív





# LimeWare Pirate ed. post mortem

Home / Browse / Communications / File Sharing / Gnutella / WireShare



## WireShare

Brought to you by: [bigjx1](#), [desigeek2012](#), [jaredmurray](#), [nmatavka](#), and 2 others

Last Update: 2017-10-06

Downloads: 476 This Week

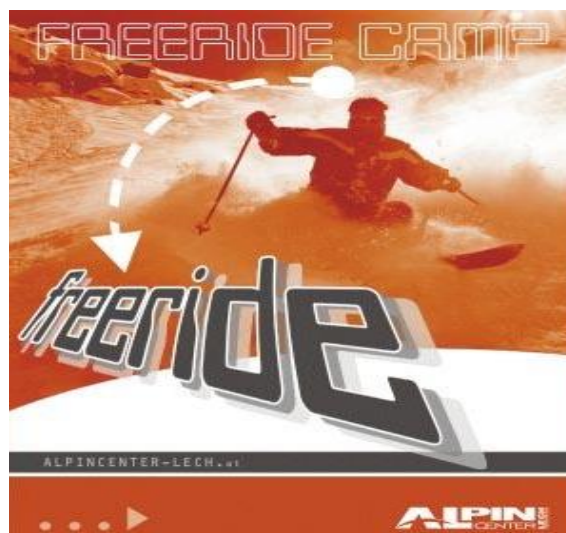


- És még mindig aktív...

## Hátrányok (IV)

- Freeloading:
  - A Gnutella hálózat elérhető volt weboldalakról
  - Webes keresés, letöltés, megosztás nélkül

- Freeriding...



# Freeriding

- Adar, Huberman, *Freeriding on Gnutella*, 2000 Sept.
  - <http://www.hpl.hp.com/research/idl/papers/gnutella/gnutella.pdf>
  - a kliensek 70%-a nem oszt meg semmit
  - a válaszok 50%-át a peer-ek 1%-a szolgáltatja
  - a freerider-ek egyenlően oszlanak el a hálózatban
  - bizonyos peer-ek olyan fájlokat osztanak meg, melyek senkit sem érdekelnek
- Társadalmi, és nem technikai probléma
- Következmények
  - A rendszer hatékonyságának romlása (skálázhatóság?)
  - A rendszer sebezhetőbb
  - „Központosított” Gnutella – jogi problémák

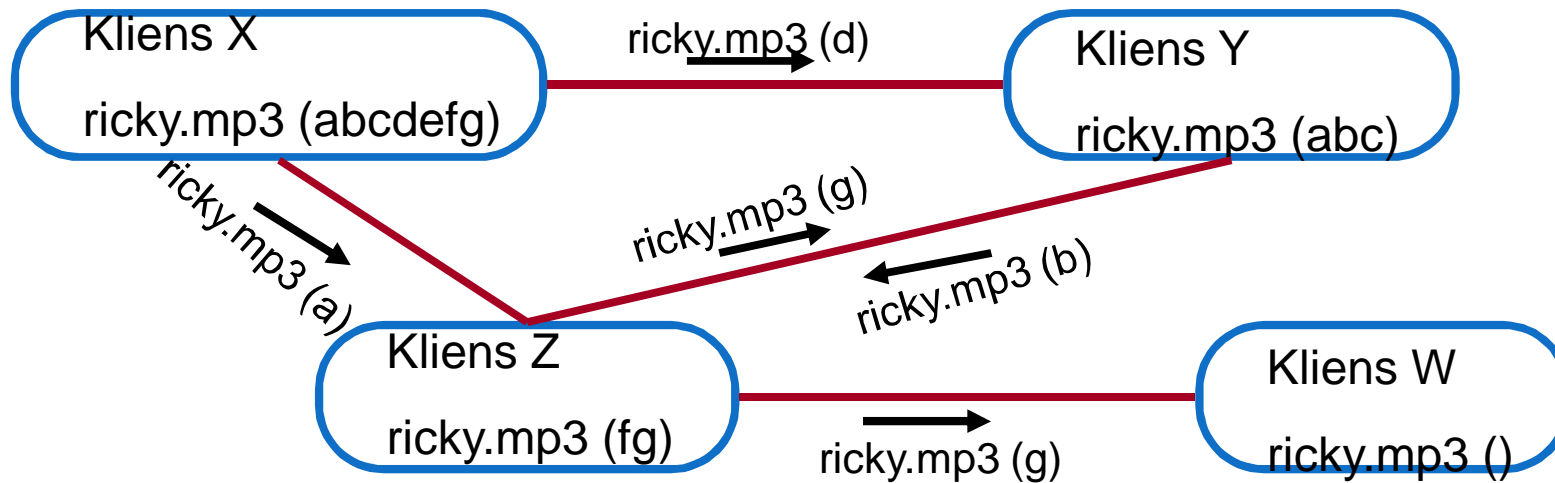
eDonkey2000

# eDonkey



- eD2k-ként is hivatkozzák, 2000-től
- Központosított hálózat
  - 286 magán szerver
  - A szerverek nem kommunikálnak egymással
  - Könnyű jogi célpont, 2005-ban jogi ítélet ellenük, 2006-ban lefoglalták a legnagyobb szervereket
  - Módosították a klienst: egy új DHT alapú Overnet hálózat (ld. későbbi órákon)
- Több szerverre lehet feliratkozni egyszerre
  - `server.met` – a szerverek IP címlistája
  - Folyamatosan kell frissíteni
- Elosztott letöltés
  - Megosztáskor egy *hash*-t (azonosítót) csatol a fájl-hoz
  - A szerver tárolja a hash-eket
  - Kereséskor egy listát kapunk a lehetséges peer-ekről
  - A fájl darabjait külön helyekről, párhuzamosan tölthetjük le

# eDonkey



<http://www.thedonkeynetwork.com/>

# eMule



- Népszerű eDonkey kliens
- Open source változat
- Nincs spyware, adware
- Kad-alapú változat is (DHT)
  - <http://www.emule-project.net/>

KaZaA



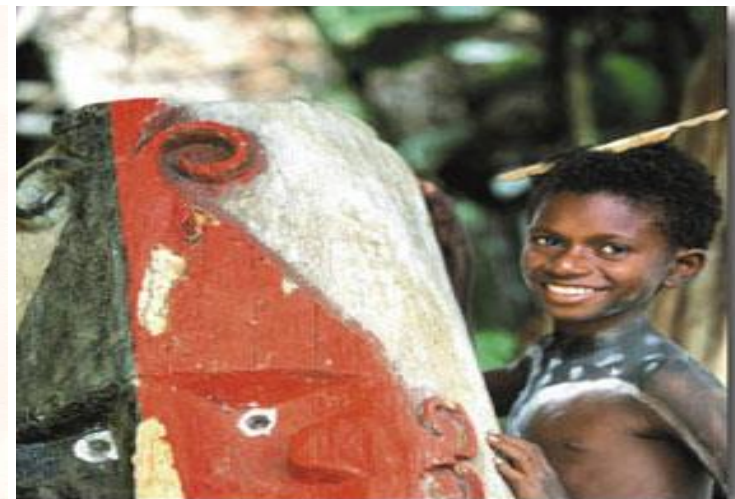
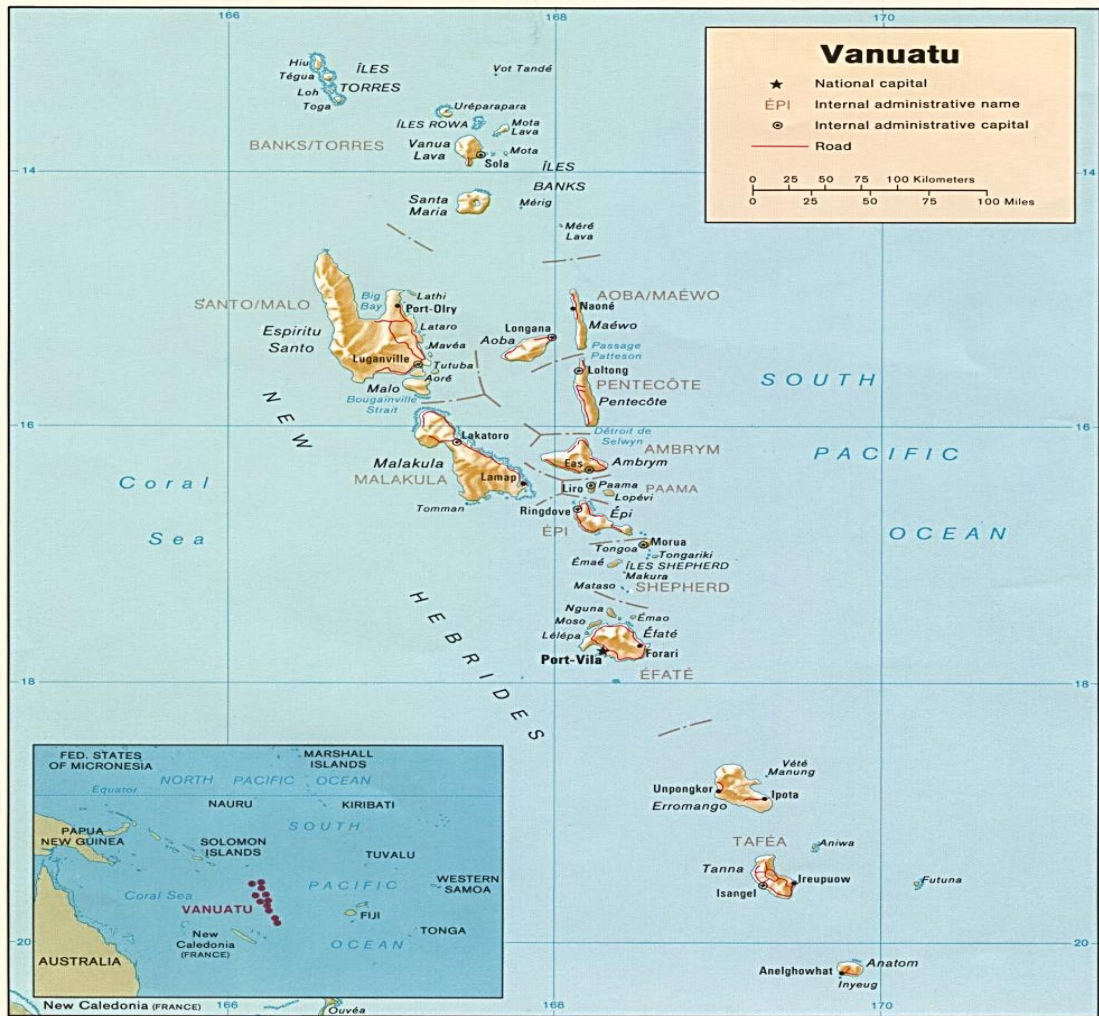
# KaZaA

- Az egyik legelterjedtebb P2P alkalmazás volt
  - A FastTrack hálózatot használja
  - Fénykorában több mint 4.2 millió párhuzamos felhasználó
  - 3,000 terabyte megosztott adat (2003 okt.)
  - > 50% az Internet forgalmának (2003-ban)
- Leginkább az USA-ban (volt) népszerű
- A RIAA legnagyobb célpontja
  - 30-40% csökkenés 2003 végén
  - Nem a P2P csökkent, csak a Kazaa
    - T. Karagiannis, A. Broido, N. Brownlee, kc claffy and M. Faloutsos, „Is P2P dying or just hiding?”, Globecom, Dallas, December 2004.
      - kc claffy – IPS 2004 Workshop
      - Cooperative Association for Internet Data Analysis - CAIDA

# Kronológia

- Niklas Zennström és Janus Friis ötlete
  - 2001 márciusa - Jaan Tallinn, Ahti Heinla és Priit Kasesalu
  - FastTrack, KaZaA - fejlesztés Észtországban
  - Holland cég megbízása – KaZaA BV
- 2001 – Sharman Networks megveszi a FastTrack-et
  - Székhely: Vanuatu - szigetcsoport a Csendes Óceánban
  - Titkos igazgatótanács, titkos részvényesek
- Kazaa.com – LEF Interactive, Ausztrália
  - LEF – Liberté, Egalité, Fraternité
  - Alkalmazottak mindenhol a világban, nehezen fellelhetők





# KaZaA vs. RIAA



- Nemzetközi macska-egér játék
  - Az amerikai jog nem érvényes máshol
  - Nincs központi entitás, nincs kit perelni
- Megoldások?
  - (Amerikai) felhasználókat perelni?
  - Denial-of-Service (DoS) támadások
  - Index poisoning
  - File pollution
  - Vírusok a rendszerben
    - Hash linkekkel elkerülhetőek
    - Weben keresztül megszerezhető hash-ek
- A Grokster, szintén FastTrack-re épülő kliens ...
  - ... volt; 2005-ben bezárt
- Kazaa gyakorlatilag 2007 nyara óta vegetál
  - Grokstert érintő perek érintették őt is, de másképp reagált az ítéletekre
  - 100 millió USD-t fizetett + egyéb, nem nyilvános kártérítést
  - 10 ezres nagyságrendű felhasználó a milliókhoz képest





**The United States Supreme Court unanimously confirmed that using this service to trade copyrighted material is illegal. Copying copyrighted motion picture and music files using unauthorized peer-to-peer services is illegal and is prosecuted by copyright owners.**

**There are legal services for downloading music and movies. This service is not one of them.**

**YOUR IP ADDRESS IS 84.1.55.193 AND HAS BEEN LOGGED. Don't think you can't get caught. You are not anonymous.**

In the meantime, please visit [www.respectcopyrights.com](http://www.respectcopyrights.com) and [www.musicunited.org](http://www.musicunited.org) to learn more about copyright.

- „gyávábbak” és/vagy ügyetlenebbek voltak, mint a Kazaa
- Az MGM vs Grokster per mintájára indult a per a LimeWare ellen

# Join Kazaa and Download Unlimited Music and Ringtones

## Kazaa now offers:

▶ Over 1 Million Premium Tracks

▶ No "Per Song" Download Fees

▶ Full Length Albums

▶ No Download Limits

▶ CD Quality Tracks

7 days free

Then \$19.98 per month

**Sorry, the Kazaa Music Store is only available in the  
United States.**

If you live outside the US, you're welcome to browse the store  
and try the free previews.

If you are already a member, simply [log in](#) to access the music  
store.

www.kazaa.com

We thank you for your interest in Kazaa.  
However we no longer offer a music service.

**KaZaA**  
Music Everywhere.

# KaZaA - Architektúra

- Hierarchikus architektúra

- A peer-ek (ON – ordinary node) egy **supernode**-hoz (SN) csatlakoznak
  - supernode = superpeer, ultrapeer, hypernode
- Az SN-ek egyenrangúak
- Az SN ismeri a hozzá tartozó ON-ek IP címeit, és a megosztott fájl-ok listáját
  - Mini Napster server

- KaZaA portok

- Eleinte (első verziók) 1214, 80 (http)
- ver.2.0 után jellemzően véletlen portszámok
- Ugyanazon a porton UDP és TCP csomagok



# Architektúra (II)

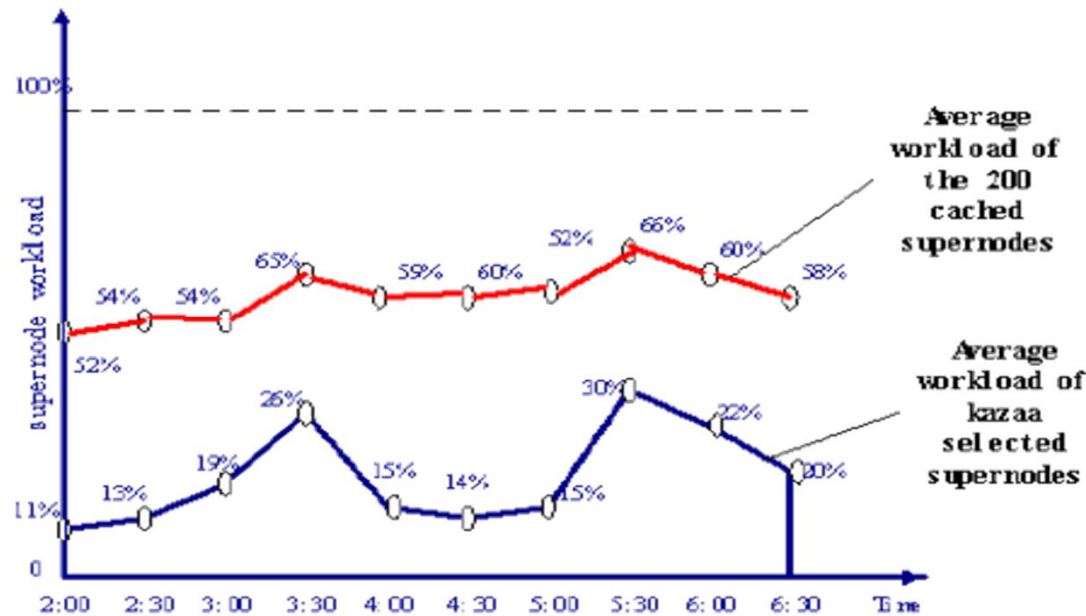
- Titkos forráskód
  - Kód visszafejtés: ON-SN kommunikáció
  - Az SN – SN kommunikáció alig ismert
- Egy SN ismer más SN-eket
  - Gyér konnektivitás
    - Egy SN kb 20-30 más SN-hez kapcsolódik
- Bárki lehet SN
  - Számítási kapacitás, sávszélesség
  - Automatikus kiválasztás
- Több tízezer SN
  - Kb 50-200 ON/SN

• Liang, J., Kumar, R., Ross, K. „The KaZaA Overlay: A Measurement Study”, 19th IEEE Annual Computer Communications Workshop, October 2004. <http://cis.poly.edu/~ross/papers/KazaaOverlay.pdf>

# SN választás

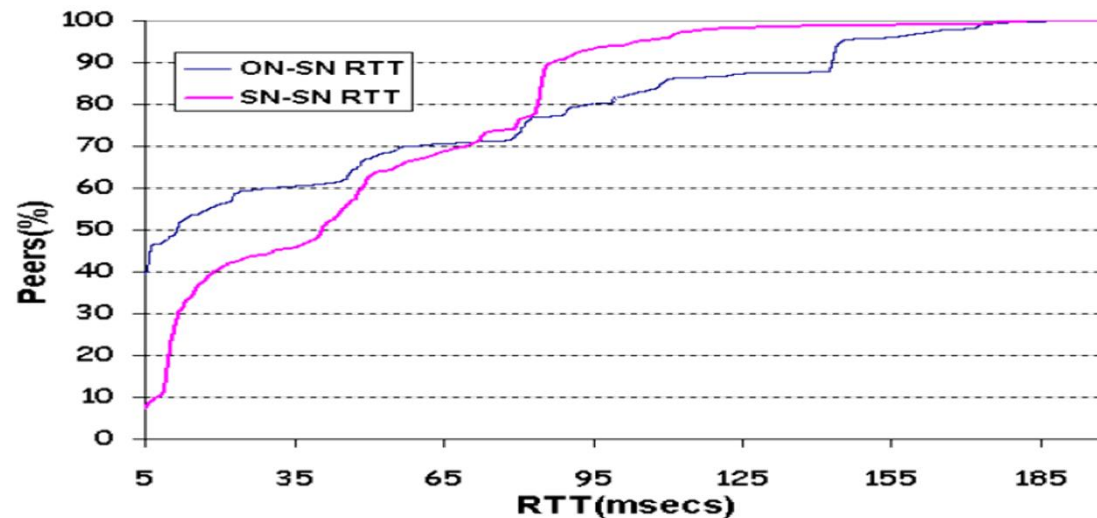
- Első futtatásnál
  - Lehetséges SN-ek IP címei az alkalmazás letöltésekor
  - Csatlakozás után egy működő SN keresése
  - Aktuális SN lista letöltése
- Későbbi alkalmakkor
  - Korábbi futtatások során 200 SN-ből álló cache lista
- SN választás különböző kritériumok alapján
  - Terheléselosztás
  - Lokalitas
- Ha az SN „meghal”, új választás

- Terhelés elosztás (új SN választásnál)
    - Nem véletlenszerűen választ, hanem a kevésbé terhelt SN-eket
- # SN választás



# Lokalizáció

- Azonos IP prefix (alhálózat) előnyben
- Ping 5 „véletlenszerűen” választott SN felé
  - **Választás a legkisebb RTT (Round Trip Time) alapján**
- Az SN-ek is inkább közeli SN-eket választanak szomszédnak
- A keresési eredmények is viszonylag lokalizáltak lesznek



# Kapcsolattartás

- A kapcsolat elején, az ON és az SN kicserél egy 4bájtos
- „mag”ot, amit egy 63 bájtos privát kulccsal XOR-olják,
- ezt használják a titkosításakor
  - Ezt hívják „handshake” - kézfogásnak
  - Onnan kezdve a forgalom titkosított
- „Keepalive”
  - Rendszeresen tesztelik, hogy él-e a kapcsolat
  - 1 bájtos Ping-Pong üzenetek (0x50 és 0x52 értékkel)
  - Minden Ping-re jön egy Pong válasz
  - Valószínű (de nem lehet biztosan tudni), hogy az adatcsomagot implicit „keepalive” mechanizmusként is használják

# Üzenet-csomagok

- 5 byte-os „fejléc”
  - 1 byte: 0x4B
  - 2+2 byte: üzenet típus és csomaghossz
- *Supernode Lista* üzenet-típus
  - SN küldi
  - 8 byte-os mezőnként: IPv4 cím, port, „utolsó életjel” (percben), szabad kapacitás (százalékban)
  - Belépéskor, és később periodikusan ismételve, 200 mezőt tartalmazó üzenetként
- *User information*
  - ON küldi
  - IPv4 cím, port szám
  - Szabad sáv szélesség

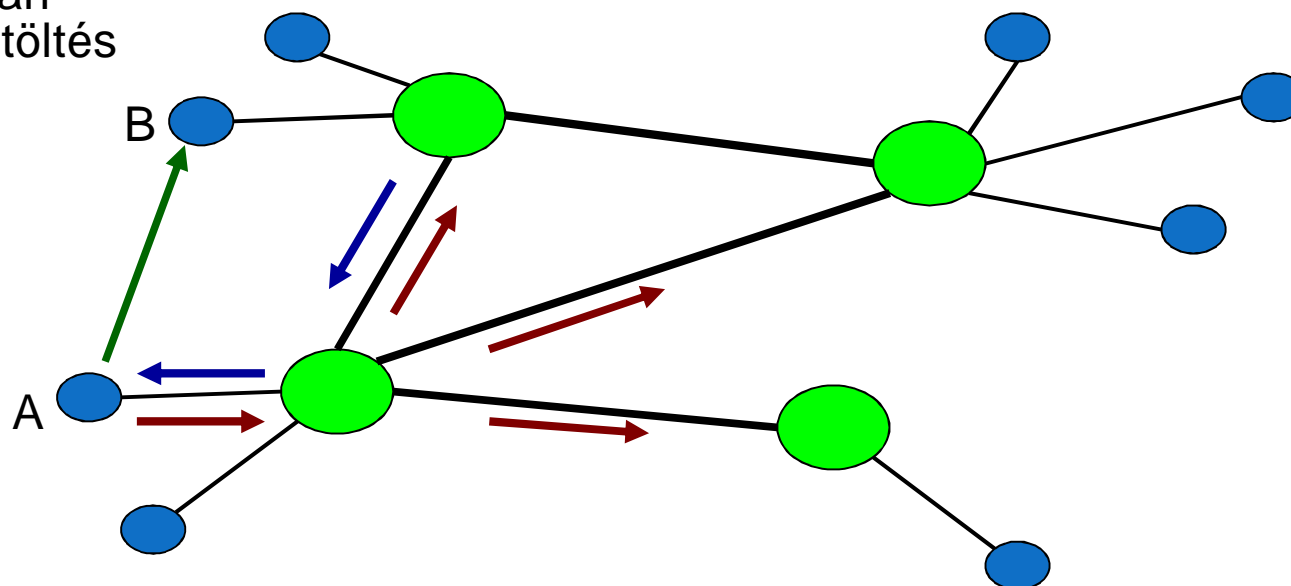
# Kereséssel kapcsolatos üzenetek



- Search request (kérés, ON -> SN)
  - Max. elvárt találat, keresés azonosító, keresés mező, média típus (audio, video, stb)
  - Logikai tagok: logikai művelet + string
    - Műveletek: egyenlő, legfennebb, "approx,, legalább, substring
- Search reply (válasz, SN -> ON)
  - SN név, cím, port, keresés azonosító, válaszok száma (azaz ennyi „válasz” mező következik)
  - Minden egyes válasz mező: IPv4 cím, port, sáv szélesség, felhasználó/hálózat neve, file ID, file hash, file méret
- Search forward (SN-ek közt)
  - Továbbítja a search request mezőit, hozzáadja a kérést indító SN azonosítóját
  - Nem rekurzív, válaszok hullámokban

# Kazaa

- ➔ Keresem a ricky.mp3 fájlt
- ➔ B-nek megvan
- ➔ Közvetlen letöltés





# Párhuzamos letöltés

- Ha több találat, a felhasználó párhuzamos letöltést választhat
  - A fájl több részre osztva HTTP byte-range header alapján
  - különböző részek különböző peer-ektől
- Feltöltéskor a fájlhoz meta-adatok tartoznak
  - Fájl neve, mérete
  - Szerzők, média(tartalom) információ
  - ContentHash
- ContentHash – mindent fájl hash-elnek
  - Ennek alapján hasonló tartalmak (pl. ugyanaz a szerző/szám, de különböző kódolású mp3 fájl) helyett UGYANAZT a tartalmat tölti le párhuzamosan

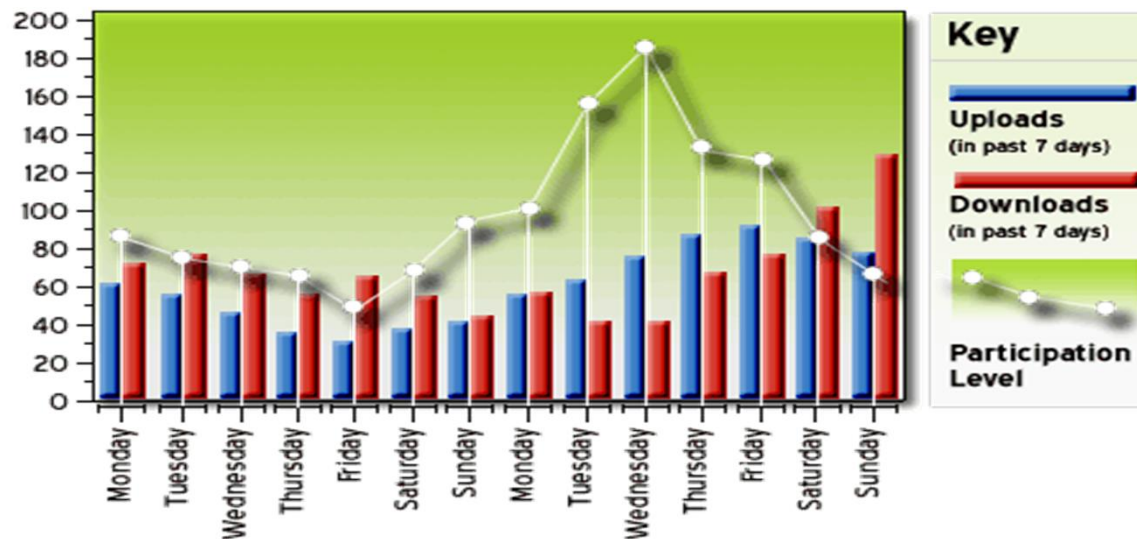
# Hálózati forgalom fenntartása



- Egy átlagos tag érdeke a letöltés
  - A feltöltés ezért egy felesleges teher
- Karban kell tartani a felkínált tartalmat
  - **Integrity Rate** – 2x többet ‘ér’ az ilyen fájl
- Díjazni kell az aktív tagokat
- **Participation level** (részvételi szint)
  - $PL = (\text{Feltölés}/\text{Letöltés}) * 100$
- Szintek:
  - **Low, Medium, High, Guru, Deity, Supreme Being**
- PL alapján számítják a prioritásokat a várólistákon, korlátozzák a párhuzamos keresési szálakat

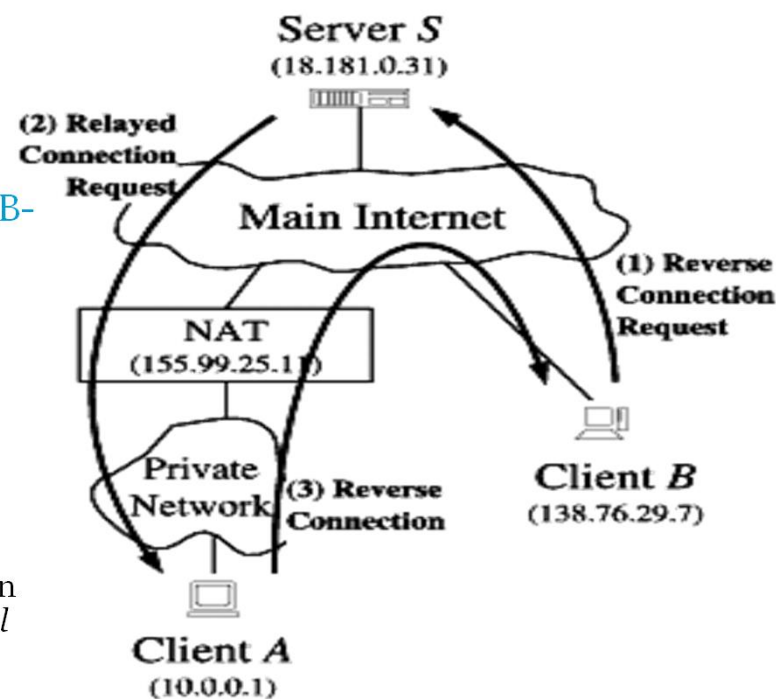
# Részvételi szint példája

A PL egy arányossági tényező, nem csak az abszolút értékben feltöltött adattól függ (forrás: <http://www.kazaa.com/>)



# Tűzfal/NAT elkerülés

- Connection reversal
  - B peer akar letölteni tűzfal mögötti A ON-tól
  - Az ON SN-jéhez küldi a kérést
  - SN megkéri A-t, hogy töltsse fel a fájlt közvetlenül B-nek
    - Trükk: A ON és az SN között már létezik egy kiépített UDP kapcsolat
- (a rajz egy általánosabb esetet mutat, nálunk a szerver szerepét az SN tölti be)



- Ford, B., Srisuresh, P., and Kegel, D. „Peer-to-peer communication across network address translators”, in *Proc. of the USENIX Annual Technical Conference*, Anaheim, CA, Apr. 2005.

• <http://www.brynosaurus.com/pub/net/p2pnat/>

# Előnyök

- Skálázható
  - Egy központi szerver helyett több ezer supernode
  - Csak a supernode-ek között történik elárasztás
- Sorbanállás kezelése
  - Előnyt élveznek azok, akiktől sokat töltenek le
  - Hátrány a kis sávszélességgel rendelkezőknek
    - lassan kerülnek kiszolgálásra
- Jogilag nehezen támadható
  - De azért semmi sem lehetetlen...

# Kazaa kliensek

- Kazaa Lite
  - adware és spyware kiiktatása
  - 2002 áprilisában jelent meg
  - 2005-ben hasonló arányban használták, mint az eredeti KMD-t
  - Néhány funkcionalitással többet tud
- K++
  - Kazaa Lite továbbfejlesztése
  - PL-t maximumra, 1000-re állítja
  - Nincs keresési, párhuzamos letöltési korlátozás
- ... és még sokan mások
  - K-Lite, Kazaa Lite Resurrection, stb.
- Sherman Networks beperelte
  - Mert nem legális ☺

Downloads: iTunes - .99 cents, Kazaa - \$80,000

- Jammie Thomas-Rasset
  - 4 gyermekes családanya Minnesotában
- 2009 júniusi bírósági ítélet
  - 1.92 millió USD 24 letöltött számért
  - 80.000 USD egy zeneszám





**Kazaa - [Search]**

File View Player Favorites Tools Actions Help

Search Traffic My Kazaa Theater Shop PeerPoints mestic

New P2P Search Download Search Field Close Tabs

Channel Directory Skilled Gaming Crazy Play Games Hip Hop Channel G-Spot One Love Ringtone Channel Love & Dating Emerging Artists

**P2P Search**

Quick Advanced Search Agent

Search for: Ninja

Found 72 files. Click Search More to get more results.

Everything  
 Audio  Playlists  
 Documents  Software  
 Images  Video

Search More (4) Stop

mestic.com

I am looking for With photo SEARCH

Skype Contacts Web Search Love and Dating Ringtone Channel

Start Ninja (72) x

**"Ninjaman Returns"**  
 - Ninja Man/Richie Stephens

Album download details:  
 View all files in this album  
 Buy album for \$5.88  
 More by this Artist  
 More in this Genre

Description:  
 Reggae music, forever good....

Title	Artist	Size	Prev...	Price	Download	Integrity	User
Romeo	Ninja Man	5,204KB			Download	Excellent	On
Weed & Moan	Ninja Man	5,536KB			Download	Excellent	On
Japanese Slang	Ninja Man	5,501KB			Download	Excellent	On
Matter Of Time	Ninja Man	5,484KB			Download	Excellent	On
Beam Up	Ninja Man	5,099KB			Download	Excellent	On
Smile	2pac	4,704KB			Download		kel
Ninja bike	A+	3,488KB			Download		3 L
I Know	Vanilla Ninja	4,663KB			Download		Kai
Йер шзеб	сабнйоирн	4,982KB			Download		2 L
Gezoda	Ninja Man	5,221KB			Download	Excellent	On
Hentai-Karakuri Ninja Girl - Episode 2 [H2] (Su...	Unknown	2,715KB			Download		Kai
дфйрпкй	сабнйоирн еднн	3,885KB			Download		3 L
Naruto-Ninja Scroll Immortal Battle	Unknown	7,022KB			Download		chc
ninja	Big L	2,650KB			Download		cht
Bad Man	Ninja Man	5,300KB			Download	Excellent	On
Ninja Scroll - Mortal Combat	ULTIMATE	44,500KB			Download		Gin
Cool Vibes	Vanilla Ninja	1,220KB			Download		Kai
ьшюе й'и'и'и'и'	дгв ршц	3,917KB			Download		Kai
Teenage Mutant Ninja Turtles	Theme	958KB			Download		2 L
Born Serial Killer	Ninja Man	5,300KB			Download	Excellent	On
manque d'argent	LA FOULINE	4,473KB			Download		hoj

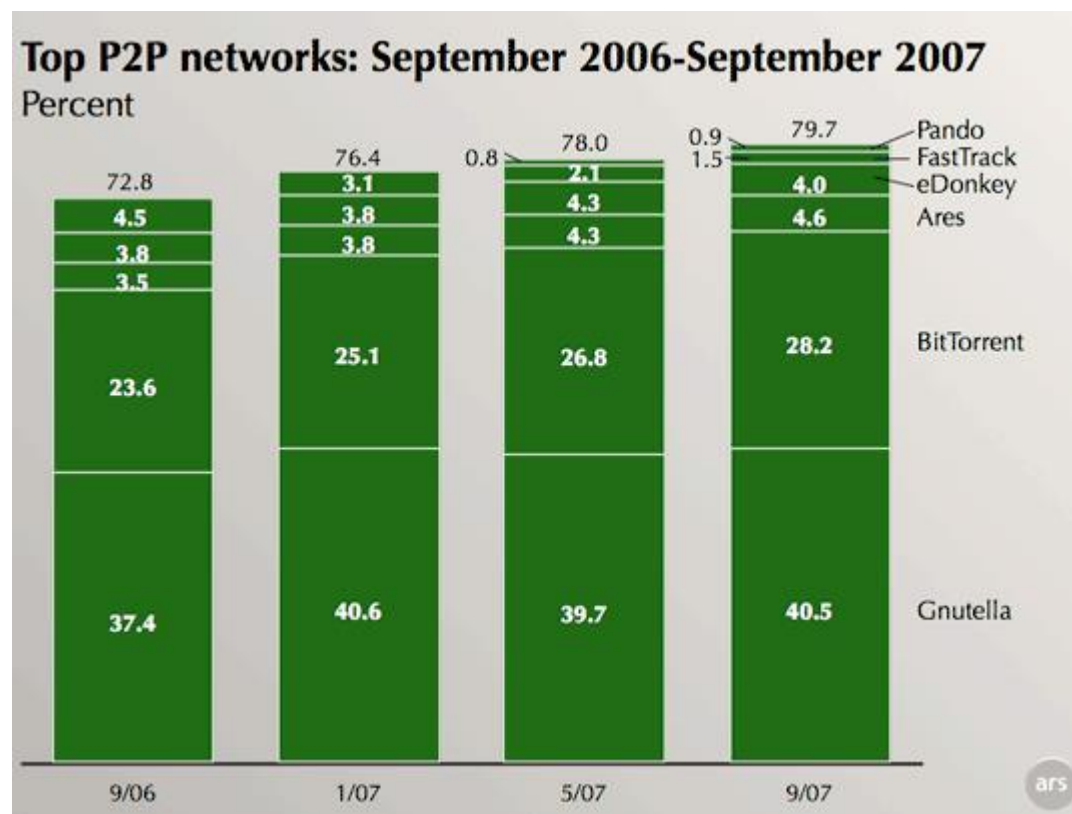
2.4M users online, 601.3M files shared (46,777,344 GB) Found 72 files Traffic: 0 0 0

They're FREE! CURSORMANIA GERZRU



## 2007-es pillanatfelvétel

- 1.6millió US Win PC megfigyelése alapján



# Malware

- [Cydoor](#) (spyware): Collects information on the PC's surfing habits and passes it on to [Cydoor Desktop Media](#).
- [B3D](#) (adware): An add-on which causes advertising popups if the PC accesses a website which triggers the B3D code.
- [Altnet](#) (adware): A distribution network for paid "gold" files.
- [The Best Offers](#) (adware): Tracks your browsing habits and internet usage to display advertisements similar to your interests.
- [InstaFinder](#) (hijacker): Redirects your URL typing errors to InstaFinder's web page instead of the standard search page.
- [TopSearch](#) (adware): Displays paid songs and media related to your search in Kazaa.
- [RX Toolbar](#) (spyware): The toolbar monitors all the sites you visit with Microsoft Internet Explorer and provides links to competitors' websites.
- [New.net](#) (hijacker): A browser plugin that lets you access several of its own unofficial [Top Level Domain names](#), e.g., .chat and .shop. The main purpose of which is to sell domain names such as www.record.shop which is actually www.record.shop.new.net.

**BitTorrent**



# BitTorrent

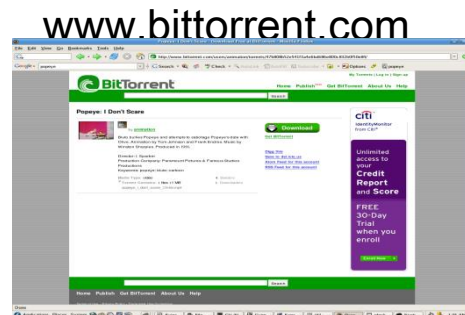
- Written by Bram Cohen (in Python) in 2001
- “Pull-based” “swarming” approach
  - Each file split into smaller pieces
  - Nodes request desired pieces from neighbors
    - As opposed to parents pushing data that they receive
  - Pieces not downloaded in sequential order
- Encourages contribution by all nodes

## What is BitTorrent?

- ◆ Efficient content distribution system using *file swarming*. **Does not perform** all the functions of a typical p2p system, like *searching*.
- ◆ The throughput **increases** with the number of downloaders via the efficient use of network bandwidth

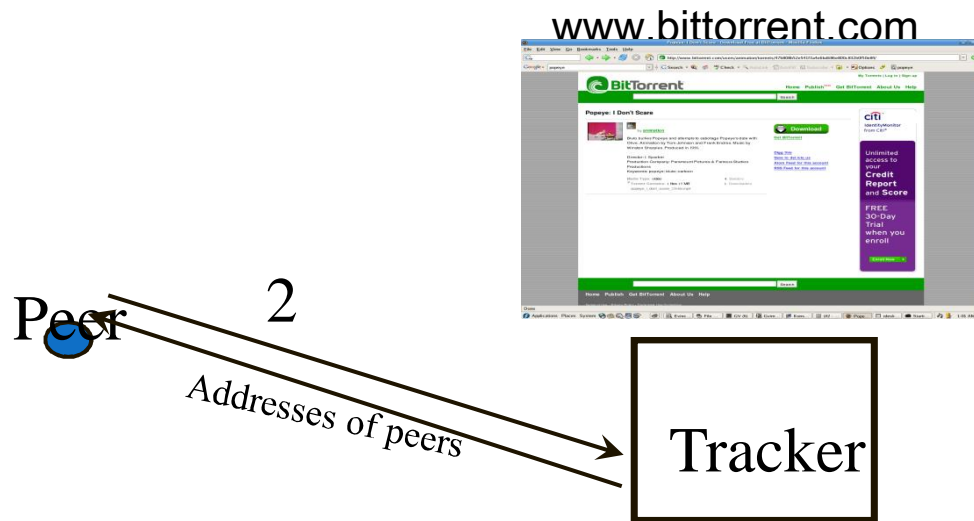
# How does a node starts the download?

Peer 1  
popeye.mp4.torrent



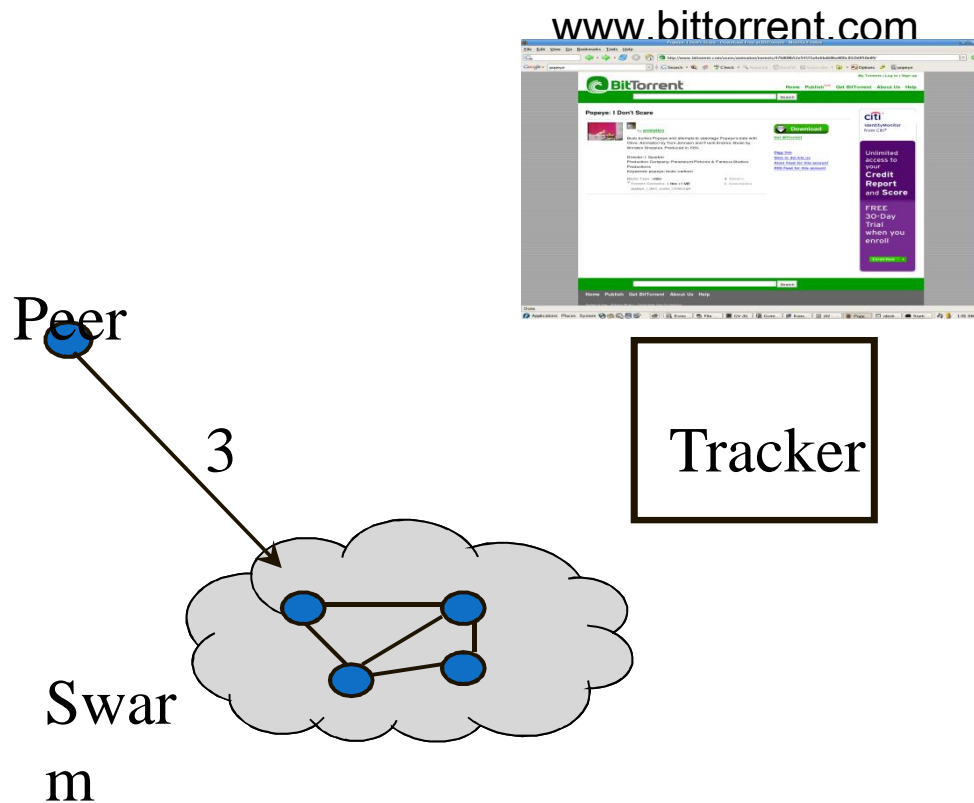
- An „**index file**”  
*popeye.mp4.torrent*  
hosted at a **(well-known) webserver**

# How does a node starts the download?



- An „**index file**” *popeye.mp4.torrent* hosted at a **(well-known) webserver**
- The .torrent has address of **tracker** for file

# How does a node starts the download?



- An „**index file**” *popeye.mp4.torrent* hosted at a **(well-known) webserver**
- The .torrent has address of **tracker** for file
- The tracker, which runs on a webserver as well, keeps track of **all peers downloading** file



# File sharing

To share a file or group of files, the initiator first creates a **.torrent** file, a small file that contains

- ◆ **Metadata** about the files to be shared
- ◆ SHA-1 hashes of each piece in file - for reliability
- ◆ allows download of multiple files
- ◆ Information (e.g., URL) about the **tracker**, the computer that coordinates the file distribution.

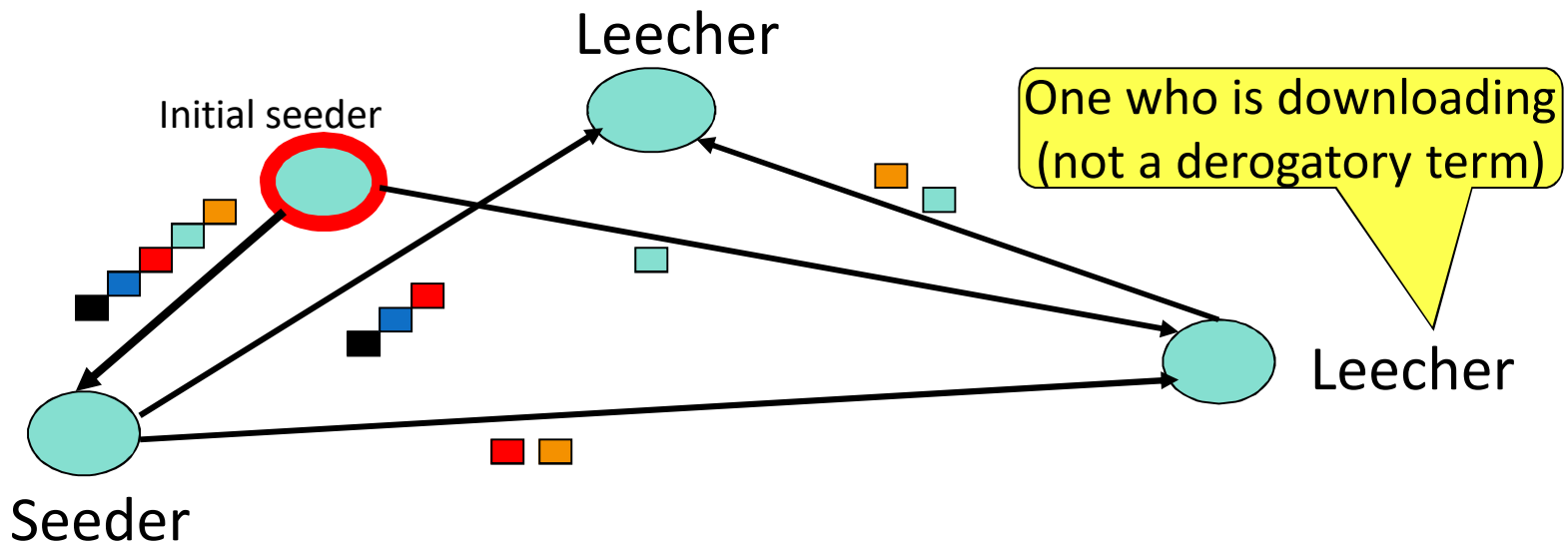
Downloaders first obtain a **.torrent** file, and then connect to the specified **tracker**, which tells them from which other peers to download the **pieces** of the file

- ◆ A **swarm** is the set of peers that are participating in distributing the same files
- ◆ A peer joins a swarm by asking the tracker for a peer list and connects to those peers

# BitTorrent naming conventions

**Seeder** = a peer that provides the complete file.

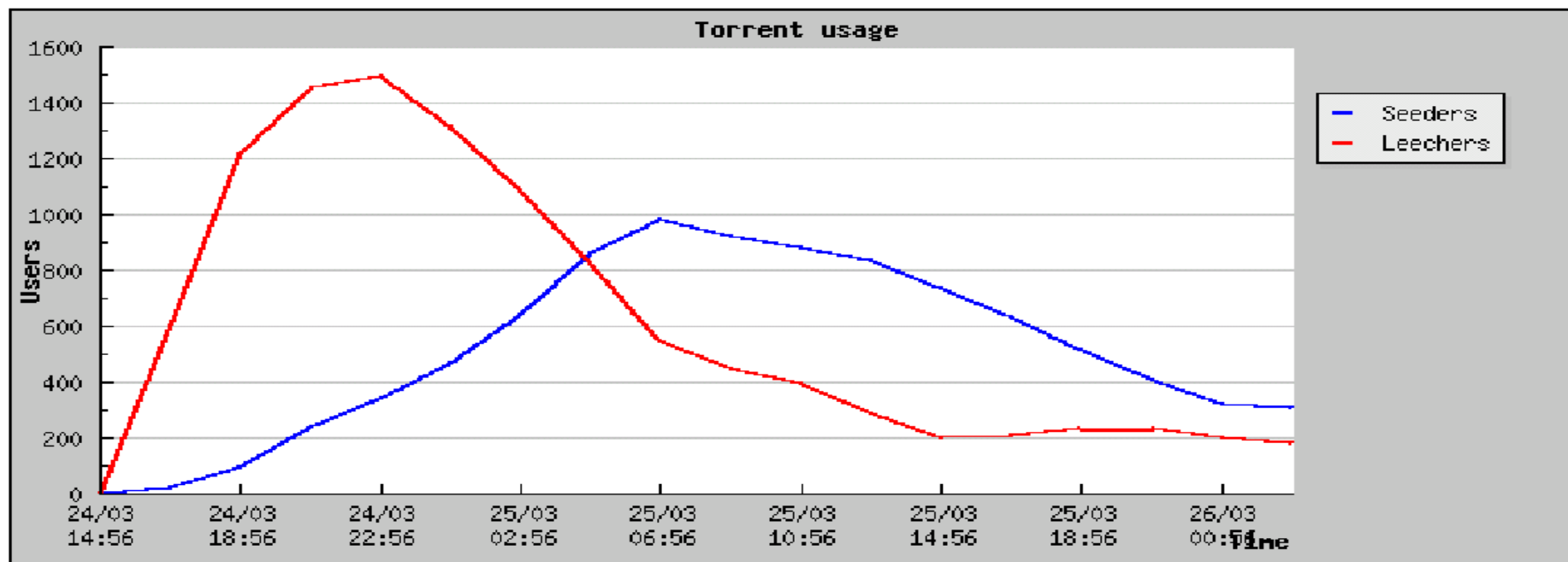
**Initial seeder** = a peer that provides the initial copy.



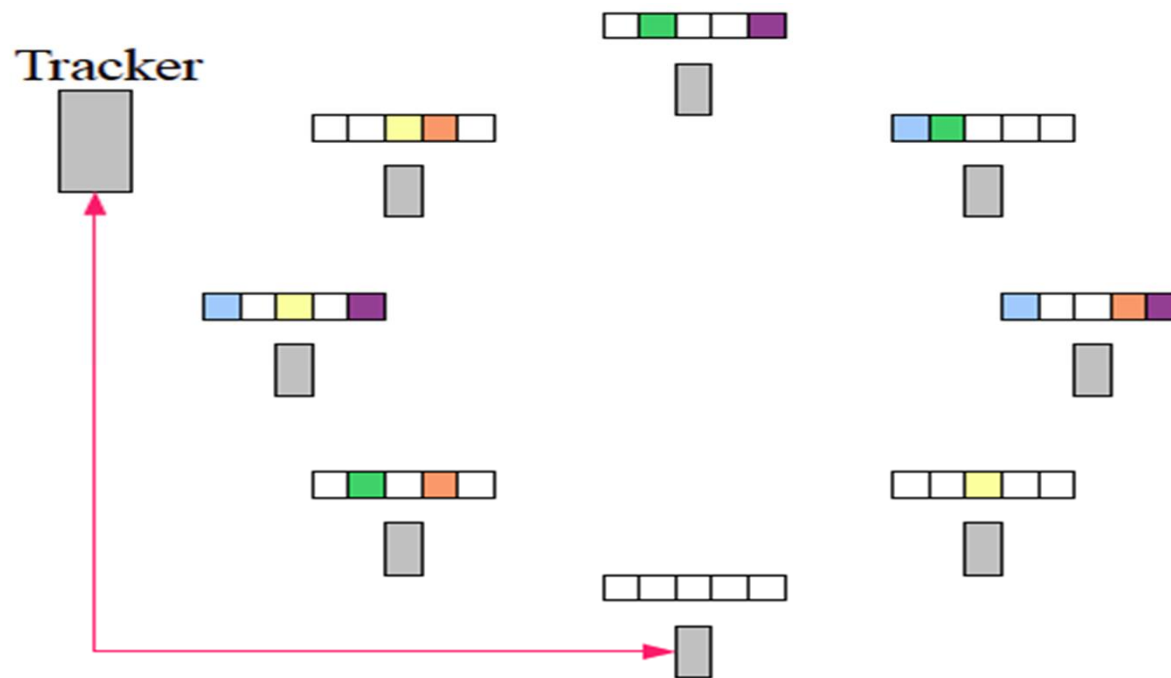
# Basic Idea

- ◆ As a leecher downloads pieces of the file, replicas of the pieces are created. *More downloads mean more replicas available*
- ◆ As soon as a leecher has a complete piece, it can potentially share it with other downloaders. Eventually each leecher becomes a seeder by obtaining all the pieces, and assembles the file.
- ◆ Each leecher
  - Reports to its peers what pieces it has
  - Starts exchanging these pieces with them
- Torrent file on web server has SHA1 hashes of all the pieces
- Peers don't report that they have a piece until they've checked its hash
  - *Could have used erasure codes*

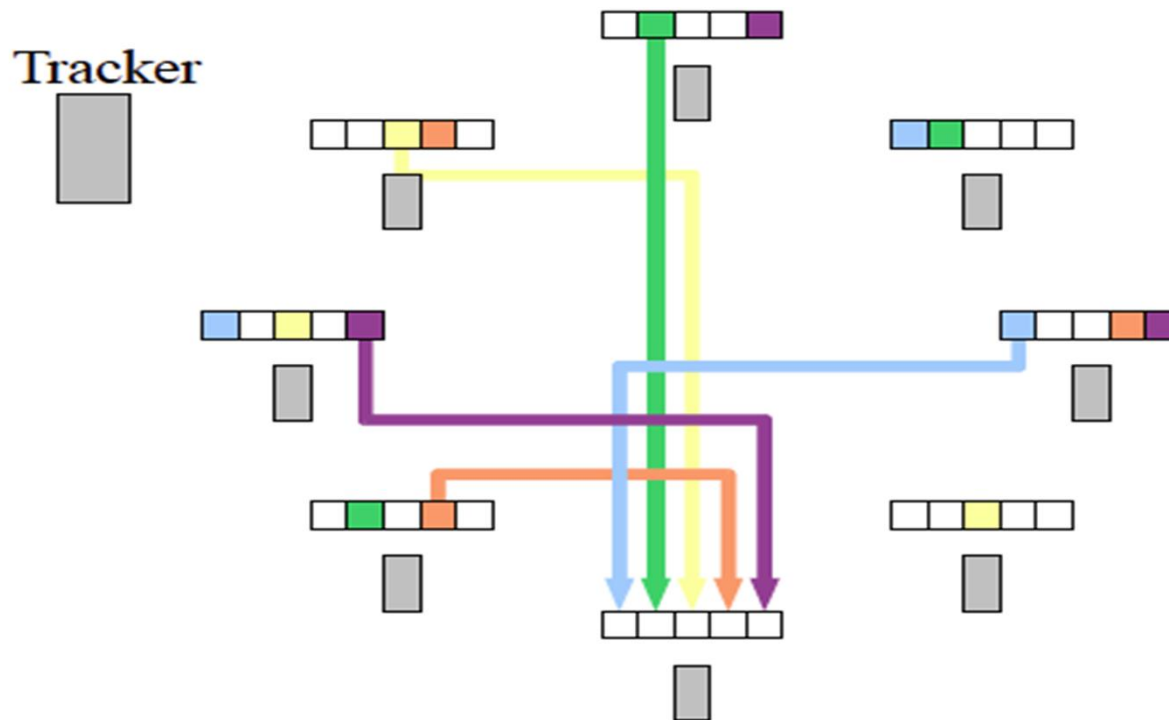
# Operation



# Download in progress



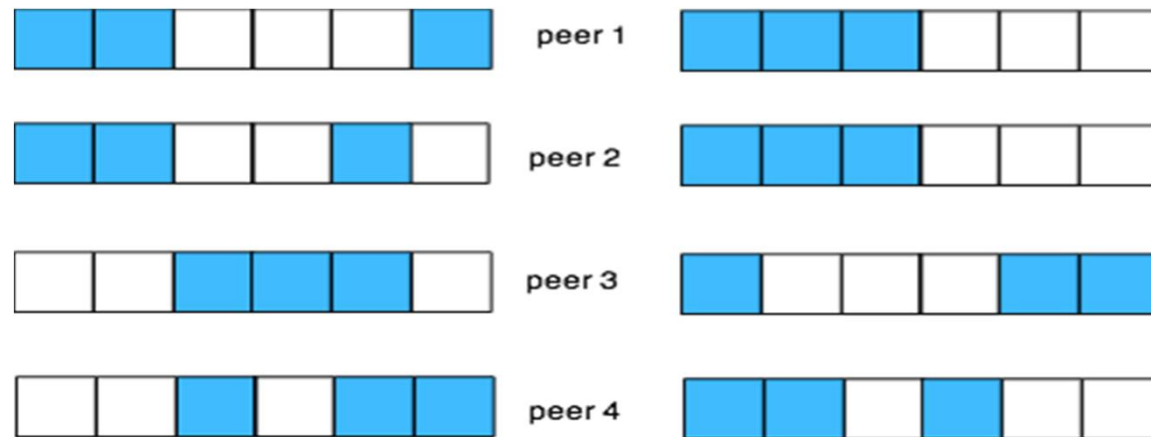
# Download in progress



## Piece Selection

- The **order** in which pieces are selected by different peers is critical for good performance
- If an inefficient policy is used, then peers may end up in a situation **where each has all identical set of easily available pieces**, and **none of the missing ones**.
- If the original seed is prematurely taken down, then the file cannot be completely downloaded! What are **“good policies?”**

# Piece Selection



Small overlap is good

Large overlap is bad  
-- wastes bandwidth



# Piece selection

- **Strict Priority**
- **Rarest First**
  - General rule
- **Random First Piece**
  - Special case, at the beginning
- **Endgame Mode**
  - Special case

## Random First Piece

- Initially, a peer has nothing to trade
- Important to get a complete piece ASAP
- Select a random piece of the file and download it

## Rarest Piece First

- Determine the pieces that are **most rare** among your peers, and download those first.
  - Increases diversity in the pieces downloaded
    - avoids case where a node and each of its peers have exactly the same pieces; increases throughput
  - Increases likelihood all pieces still available even if original seed leaves before any one node has downloaded entire file

## Endgame Mode

- ◆ Near the end, missing pieces are requested from every peer containing them.
- ◆ This ensures that a download is not prevented from completion due to a single peer with a slow transfer rate.
- ◆ Some bandwidth is wasted, but in practice, this is not too much.

# Incentives - Choking

- Built-in **incentive** mechanism (where all the magic happens):
  - Choking Algorithm
  - Optimistic Unchoking
- **Choking** is a *temporary refusal* to upload
  - deals with **freeriders**
  - Tit-for-tat strategy is based on game-theoretic concepts
- Reasons for choking:
  - . Avoid free riders
  - . Network congestion

# Incentives - Optimistic unchoking

- A BT peer has a single “**optimistic unchoke**” to which it uploads regardless of the current download rate from it
  - Peers try out **unused connections** once in a while to find out if they might be better than the current ones
  - This peer rotates every 30s
- Reasons:
  - To discover currently unused connections that are better than the ones being used
  - To provide minimal service to new peers

# Why BitTorrent took off

- Practical Reasons
  - Working implementation (Bram Cohen) with simple well-defined interfaces for plugging in new content
  - Many recent competitors got sued / shut down
    - Napster, Kazaa
  - Doesn't do "search" per se. Users use well-known, trusted sources to locate content
    - Avoids the pollution problem, where garbage is passed off as authentic content

# Pros and cons of BitTorrent

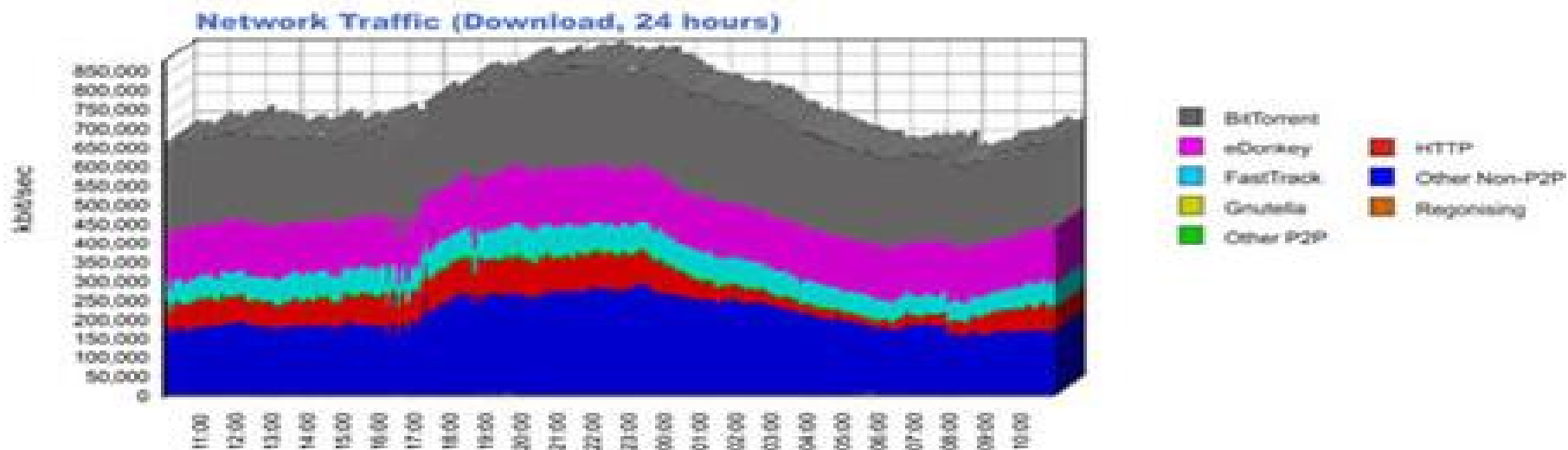
- Pros
  - Proficient in utilizing partially downloaded files
  - Discourages “freeloading”
    - By rewarding fastest uploaders
  - Encourages diversity through “rarest-first”
    - Extends lifetime of swarm
- Works well for “hot content”
- Cons
  - Assumes all interested peers active at same time; performance deteriorates if swarm “cools off”
  - Even worse: no trackers for unpopular content



# “Trackerless” BitTorrent

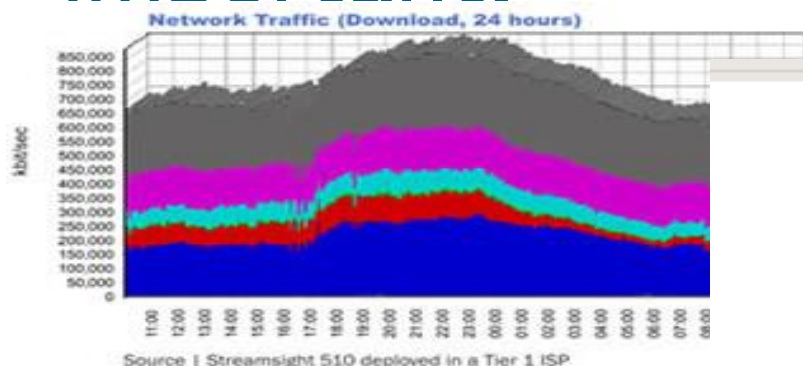
- To be more precise, “BitTorrent without a centralized-tracker”
- E.g.: Azureus
- Uses a Distributed Hash Table (Kademlia DHT)
- Tracker run by a normal end-host (not a web-server anymore)
  - The original seeder could itself be the tracker
  - Or have a node in the DHT randomly picked to act as the tracker

# Why is (studying) BitTorrent important?

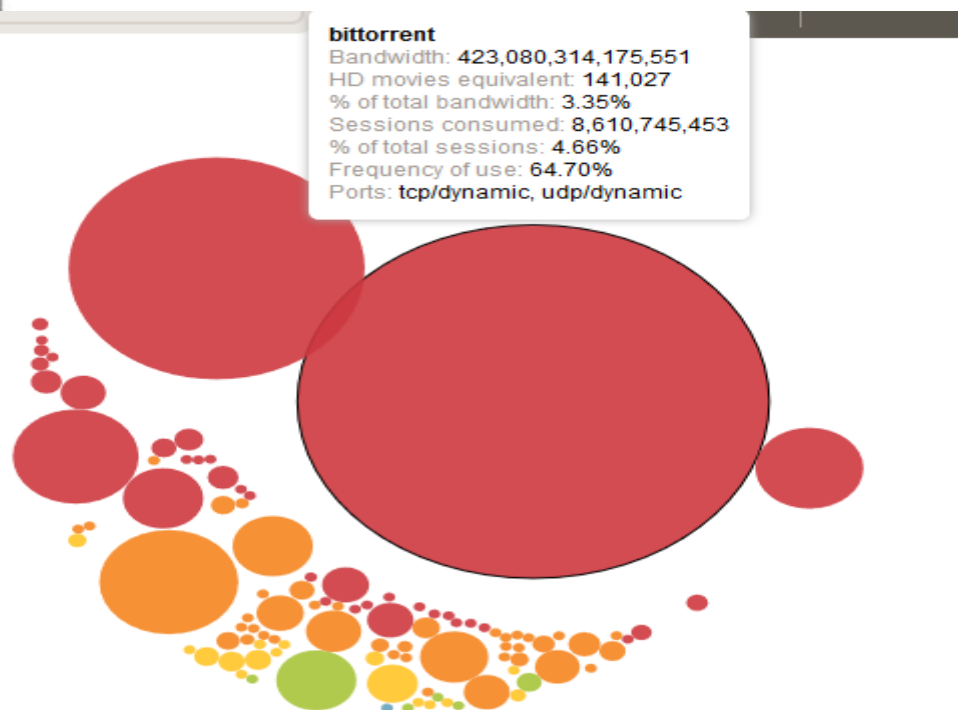


(From CacheLogic, 2004)

# Why is (studying) BitTorrent important?



(From CacheLogic, 2004)



(From PaloAltoNetworks.com, 2013)

## Why is (studying) BitTorrent important?

- BitTorrent consumes significant amount of internet traffic today
  - In 2004, BitTorrent accounted for 30% of all internet traffic (Total P2P was 60%), according to CacheLogic
  - Slightly lower share in 2005 (possibly because of legal action), but still significant
  - BT always used for legal software (linux iso) distribution too
  - Recently: legal media downloads (Fox)

# BitTorrent links



- Hivatalos oldal

- <http://bittorrent.com>

- FAQ

- <http://www.dessent.net/btfaq/#what>

- Torrent-ek

- <http://www.suprnova.org/>
  - 2004 végén bezárták
- <http://isohunt.com/>
  - 159.000 tracker, 6.8 millió aktív torrent, 161 millió fájl, 12.2 PB adat, 25.8 millió peer

# Pirate parties



**Pirate Party** is a label adopted by political parties in different countries.

Pirate parties support

- " civil rights,
- " direct democracy and participation in government,
- " reform of copyright and patent law,
- " free sharing of knowledge (open content),
- " information privacy,
- " transparency,
- " freedom of information,
- " anti-corruption
- " Internet neutrality
- " 7.1% at the Swedish EU elections



# The Pirate Bay



• <http://thepiratebay.org>

• Az egyik legnépszerűbb weboldal a neten

▫ 2003 novemberében indult

• 2006. május 31-én a svéd rendőrség lefoglalja a szervereket, 3 napig offline a weboldal

• A per

▫ 2009. április 17-én a szolgáltatás működtetőit (Peter Sunde, Fredrik Neij, Gottfrid Svartholm és Carl Lundström) 1 év börtönre és 30 millió SEK (~ 700 millió HUF) büntetésre ítélik

▫ Fellebbezés, a bírót elfogultsággal vádolják

• > 25 millió peer (2008 nov.)

• 4 millió regisztrált (2009 dec.) felhasználó

▫ A letöltéshez nem kell regisztrálni, csak a kommentekhez és a feltöltéshez

# Összefoglalás

- Peer-to-peer rules
- Nagy hatása van (volt) a hálózatokra
- Minden telco & content owner cégre
  - iTunes, Spotify, Deezer, Skype
- Több generáció – strukturálatlan P2P
- Lecsengett a hype, maradt a BitTorrent

