

# Hálózatba kapcsolt erőforrás platformok és alkalmazásaik

Simon Csaba, Maliosz Markosz

TMIT

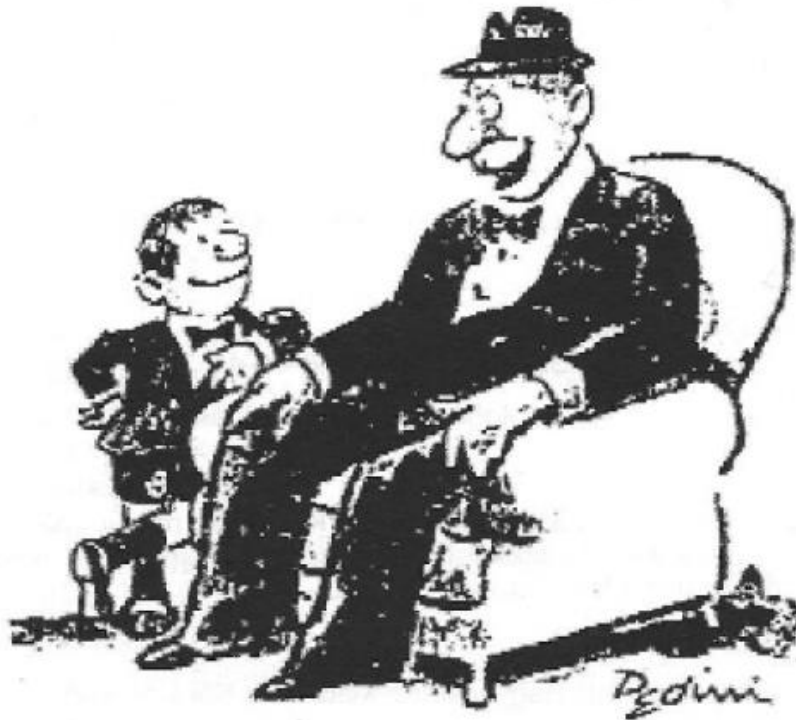
2019

# Bevezető gondolatok

# Óra indul



# Az élet értelme



Születés, halál, szex és üzlet –  
ennyi dióhéjban

*Chikán Attila (2008):  
Vállalatgazdaságtan.  
Aula Kiadó, Budapest*

A dark blue starry night sky with several bright blue stars. The stars are scattered across the frame, with some appearing as small white dots and others as larger, more prominent blue points of light. The overall tone is deep blue and black, creating a sense of vastness and mystery.

You are on collision course to meet your future!

# Módszertan és Technikai alapok

1	TE90AX21	Analízis 1 informatikusoknak
2	TE90AX22	Analízis 2 informatikusoknak
3	TE90AX20	Analízis szigorlat informatikusoknak
4	VISZAB00	Valószínűségszámítás
5	VISZAA00	Bevezetés a számításelméletbe 1
6	VISZAA01	Bevezetés a számításelméletbe 2
7	VIHIAB00	Kódolástechnika
8	VISZAB01	Algoritmuselmélet
9	TE11AX23	Fizika 1i
10	TE11AX24	Fizika 2i

19	VIHVAB00	Rendszerelmélet
20	VIEEAC00	IT eszközök technológiája
21	VIMIAA01	Digitális technika
22	VIMIAA00	Rendszermodellezés
23	VIHIAA00	Számítógép-architektúrák
24	VIHIAB01	Kommunikációs hálózatok 1
25	VITMAB01	Kommunikációs hálózatok 2
26	VIMIAB00	Operációs rendszerek
27	VIEEAA00	A programozás alapjai 1
28	VIIIAA00	A programozás alapjai 2
29	VIIIB00	A programozás alapjai 3
30	VITMAB00	Adatbázisok
31	VITMAB02	Adatbázisok laboratórium
32	VIIIB01	Szoftvertechnológia
33	VIAUAB00	Szoftvertechnikák
34	VIIIB02	Szoftver projekt laboratórium
35	VIAUAC00	Mobil és webes szoftverek
36	VIIIB03	Számítógépes grafika
37	VIMIAC00	Mesterséges intelligencia
38	VIHIAC01	IT biztonság

A dark blue starry night sky with several bright blue stars. The stars are scattered across the frame, with some appearing as small white dots and others as larger, more prominent blue points of light. The overall tone is a deep, rich blue.

You are on collision course to meet your future!

# Az Internet (hálózat) változást tesz lehetővé

## Ántivilág

- Directory, data base, offline list
- Email, internet chat
- Shopping
- Video rent
- Group of PCs

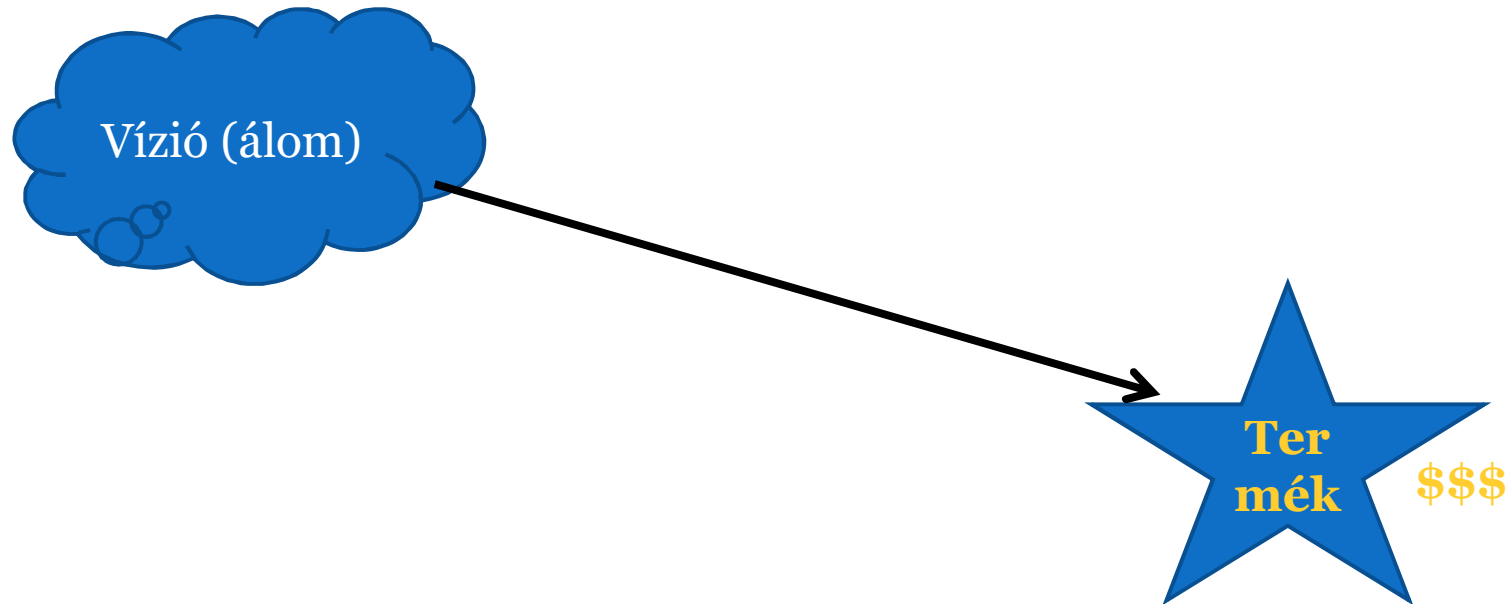
## Szép jövő

- Google
- Facebook
- Amazon
- Netflix
- Amazon WebServices

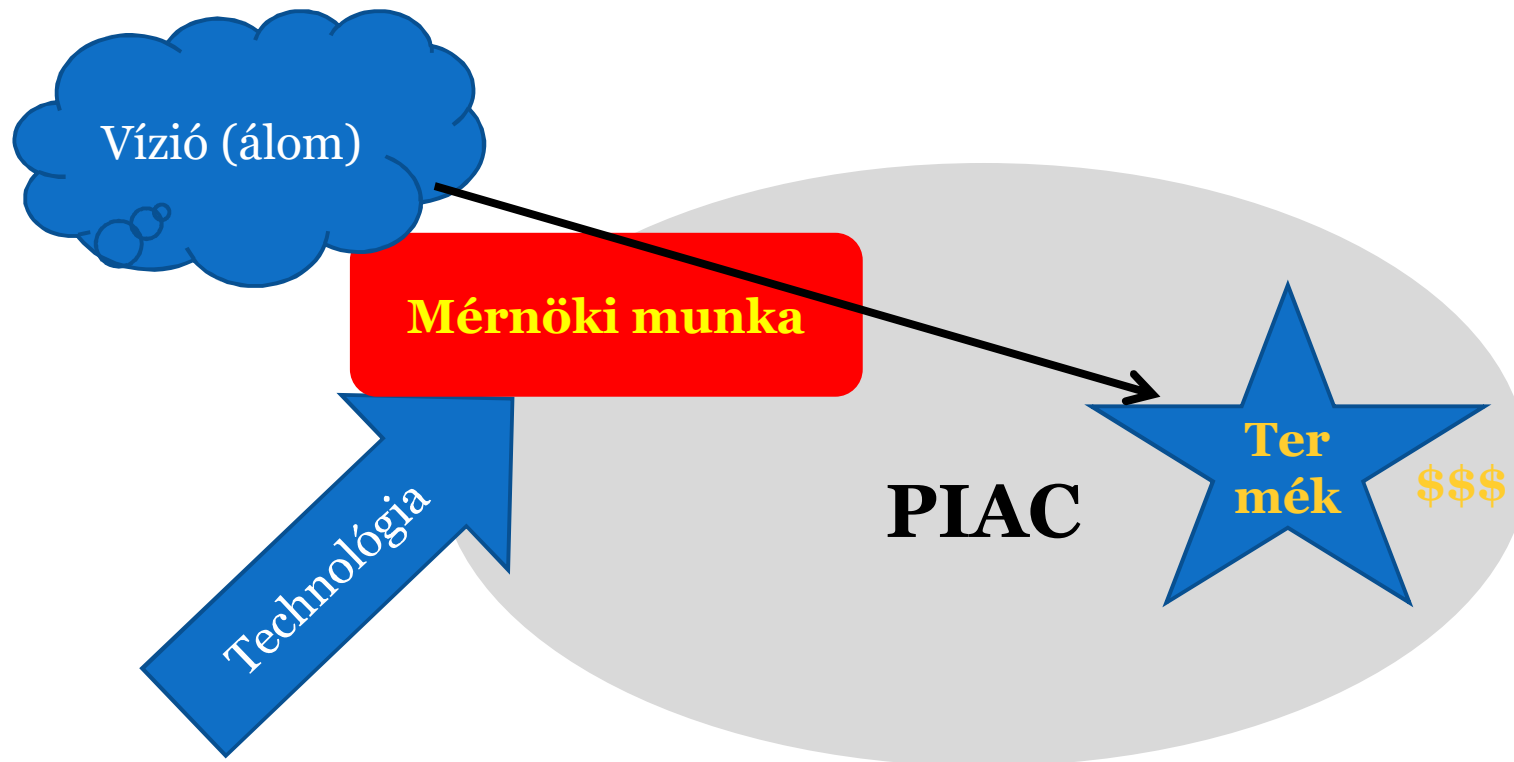
De hogy? Milyen feltételek mellett?



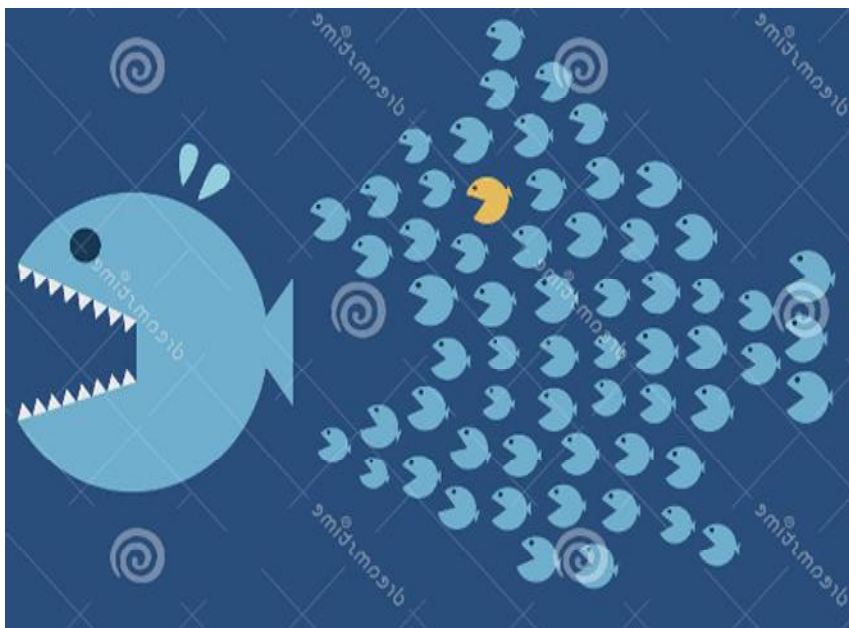
# Vízióból valóság



# Az álmokat a mérnöki munka valósítja meg



# Leadership

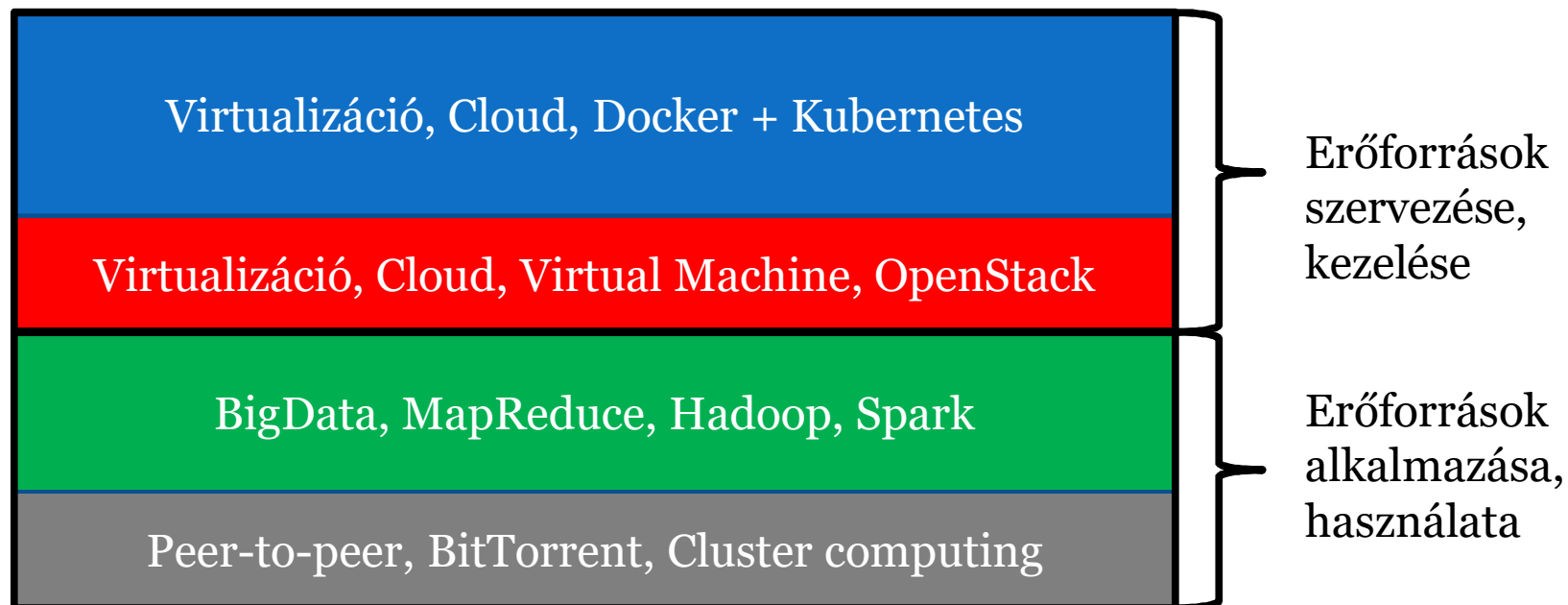


# Adminisztratív kérdések

# VITMAC03

- Hálózatba kapcsolt erőforrás platformok és alkalmazásaik  
<http://www.tmit.bme.hu/simon.csaba>  
<http://www.tmit.bme.hu/vitmac03>
- TMIT, IE324
- Simon Csaba – [simon@tmit.bme.hu](mailto:simon@tmit.bme.hu)
- Maliosz Markosz – [maliosz@tmit.bme.hu](mailto:maliosz@tmit.bme.hu)
- ZH – március 25.
  - Gyakorlatok: jelenlét
  - pótZH/ elővizsga – min. 4-es ZH
  - Pótlási héten: pót-pót-ZH
- Vizsga – nagy és kis kérdések

- Hálózatba kapcsolt **erőforrás** platformok és alkalmazásaik
  - Erőforrás = szűk keresztmetszet
  - Okosan kell használni: rugalmasan és adaptívan



# Félév-közi munka

- A tárgy tematikája „forró téma”
  - A gyakorlat sokat segít a problémakör megértésében, a technológiák megértésében
  - ~ 1.5 óra/hét egyéni munka
- Rendszeres gyakorlati feladatok (~6 óra x 3 alkalom)
  - Előadás során is gyakorlati példák bemutatása
  - Gyakorlatok során a feladatok megoldását segítő közös munka
  - Beszámoló – „három szintfelmérő értékelés”/ félév

# iMSc? Anyone?





# iMSc feladatok a félév során

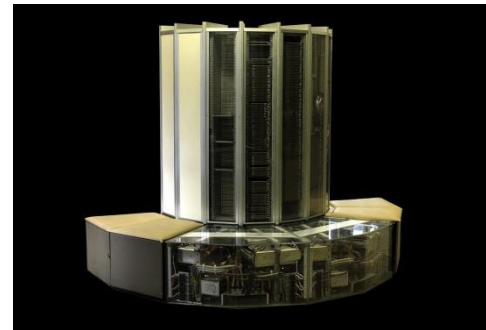
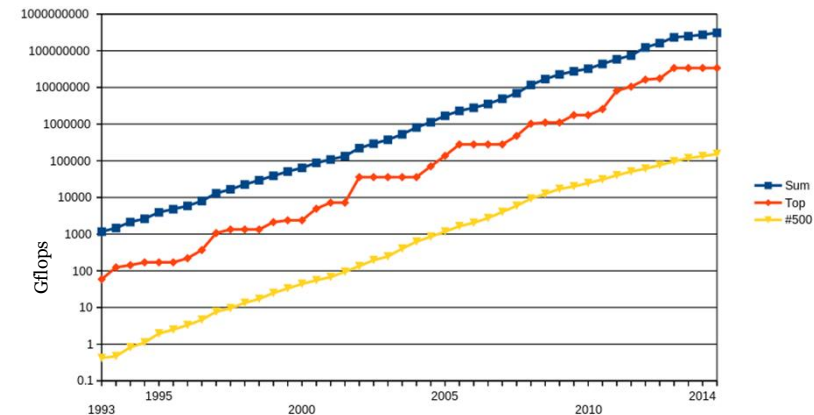
- Plusz iMSc pontokért
  - „a tantárgy kreditpontja ötszörösének megfelelő IMSc pont adható” – 20 pt
  - 4 alkalom/félév (és mindegyik 2 részes)
  - „egy további, önkéntesen választható, emelt szintű foglalkozás”
    - a ZH/tavaszi szünet után
- Irodalmazás (1-3 angol nyelvű cikk/alkalom)
  - 2-3 kérdés
  - Olvasás után átbeszélni
  - 1. rész: Rövid összefoglalás (néhány oldal) (4 x 1 pt)
  - 2. rész: A cikkhez kötődő feladat megoldása (konfig, kód, mérés) (4 x 3 pt)
- + ZH extra kérdés 4 pt-ért (~= egy fél „nagy feladat”)
  - 4 x (1 + 3) pt + 4 pt = 20 pt

# Hálózati erőforrásmegosztás

# Nagy erőforrás kapacitások elérése

- Nagy erőforrás-igény = nagy gép = drága és exkluzív
  - Szuperszámítógépek
  - Fizikai és adminisztratív akadályok korlátozzák a felhasználást (nem elérhető)
  - Gazdasági szempontból előnytelen (költséges)
- Számítógép hálózat segítségével nagyméretű számítási erőforrás-rendszerek
  - Számítógépfürtök (klaszerek, clusters) -> cluster computing
  - Párhuzamos számítás (parallel computing)
  - Szuperszámítógép-építés lépései ☺

<http://www.wikihow.com/Build-a-Supercomputer>
- Lazán kapcsolt erőforrások kooperációja
  - A 90-es évek végétől, 2000-es évek elejétől kezdve
  - Különálló számítógépek Internet felett kapcsolódva
  - Igény szerinti erőforrás használat



1975: Cray Research Cray-1,  
Chippewa Falls, WI, USA (160 megaflops)



2011: Fujitsu K computer rack,  
Kobe, Japán (10 petaflops)

# Korai hálózati erőforrás megosztás - 1/3

- Számítógép hálózat segítségével nagyméretű számítási erőforrás-rendszerek
- Számítógépek erőforrásának megosztása „Internet” felett
  - A kezdeti számítógép hálózatok egyik fontos szolgáltatása
    - A kommunikáció még nyilvános telefonhálózatokon történt
    - Kommunikáció költsége alacsonyabb az erőforrások költségeinél
  - Hálózatok tervezése és optimalizálása

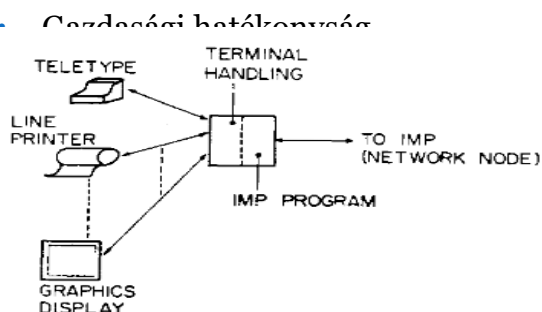


Fig. 2. Terminal IMP.

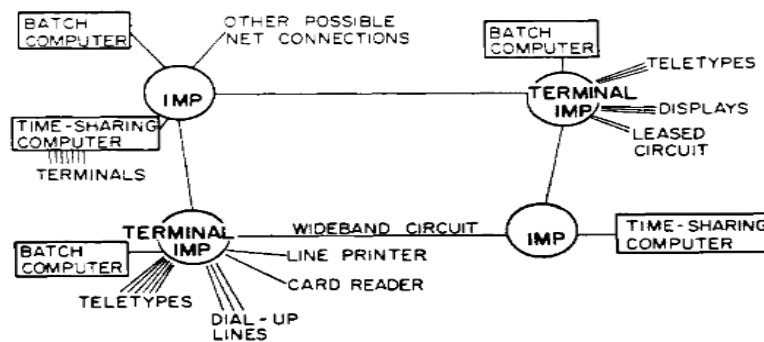


Fig. 3. A simple IMP network.

Kahn, Robert E. "Resource-sharing computer communications networks." *Proceedings of the IEEE* 60.11 (1972): 1397-1407.

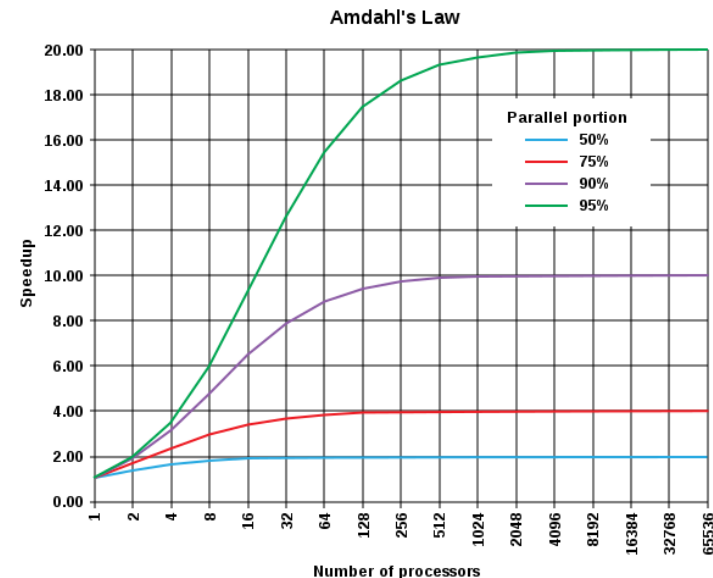
# Korai hálózati erőforrás megosztás - 2/3

- „Shared resource”
  - Számítógépek közösen használják az erőforrást
    - Programok, fájlok, nyomtatók
    - Intranet, LAN – még nem Internet
  - Topológiák
    - Workgroup („peer-to-peer”)
    - Kliens szerver
- Korai LAN-ok esetében több alternatíva
  - Apple Filing Protocol / AppleTalk (Apple)
  - SMB / TCP/IP (Microsoft)
  - Network File System (NFS) / TCP/IP (Unix)
  - NetWare Core Protocol (NCP) / SPX (Novell)



# Korai hálózati erőforrás megosztás - 3/3

- Számítógép hálózat segítségével nagyméretű számítási erőforrás-rendszerek
  - Számítógépfürtök (klaszerek, clusters) -> cluster computing
  - Nagysebességű helyi hálózaton keresztül összekötött ugyanolyan számítógépek
  - Amdahl törvénye megadja a párhuzamosítással elérhető nyereséget
    - A nem párhuzamosítható része a feladatnak korlátozza a gyorsítás mértékét



Forrás: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AmdahlsLaw.svg>

# Igény szerinti számítógép erőforrások

- Resource – as – a – Service
  - [John McCarthy 1961-es álma](#)

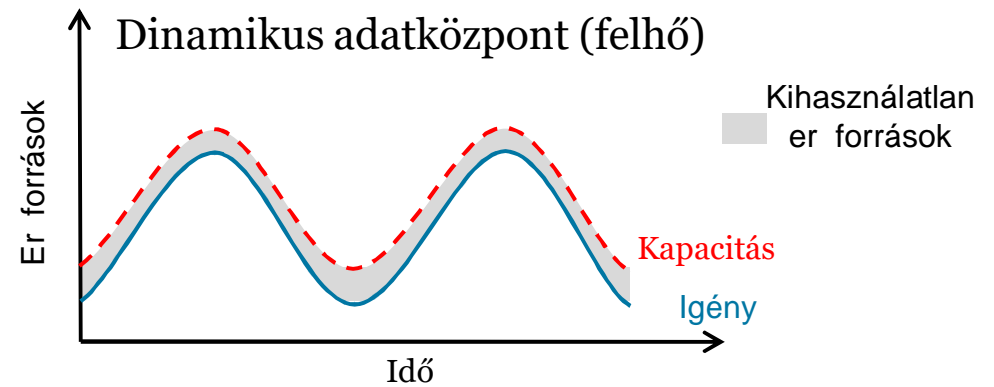
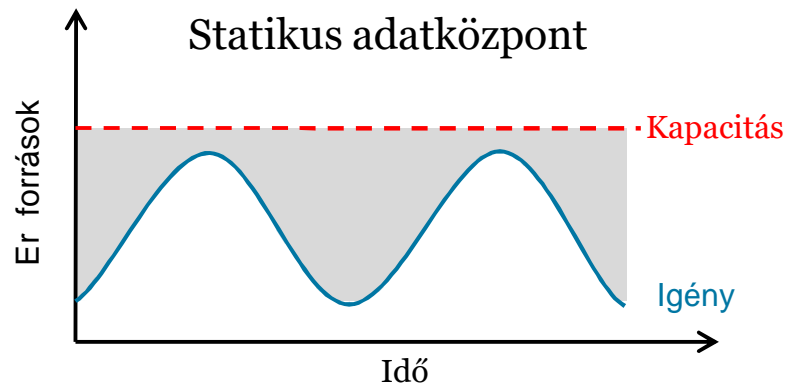
If computers of the kind I have advocated become the computers of the future, then computing may someday be organized as a public utility just as the telephone system is a public utility... The computer utility could become the basis of a new and important industry.

# Igény szerinti erőforrások

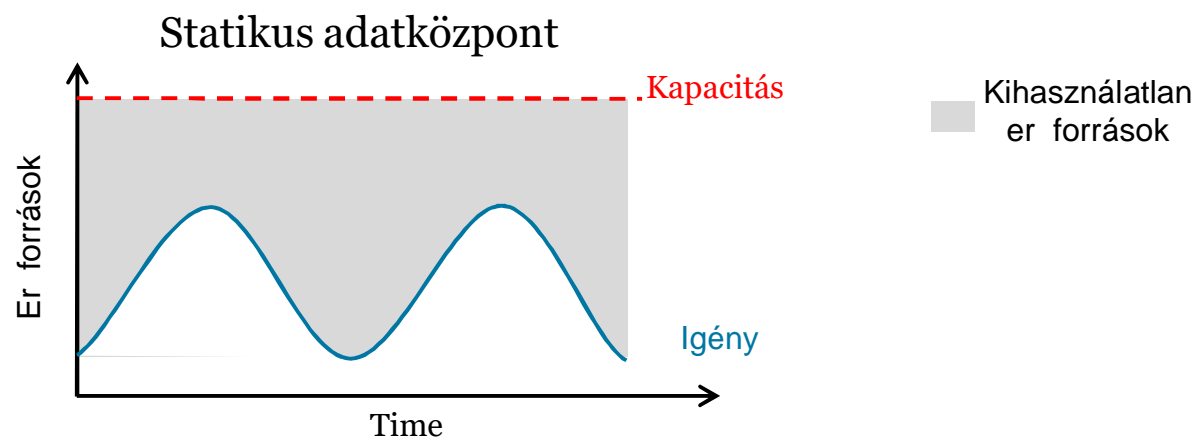
Resource-as-a-Service



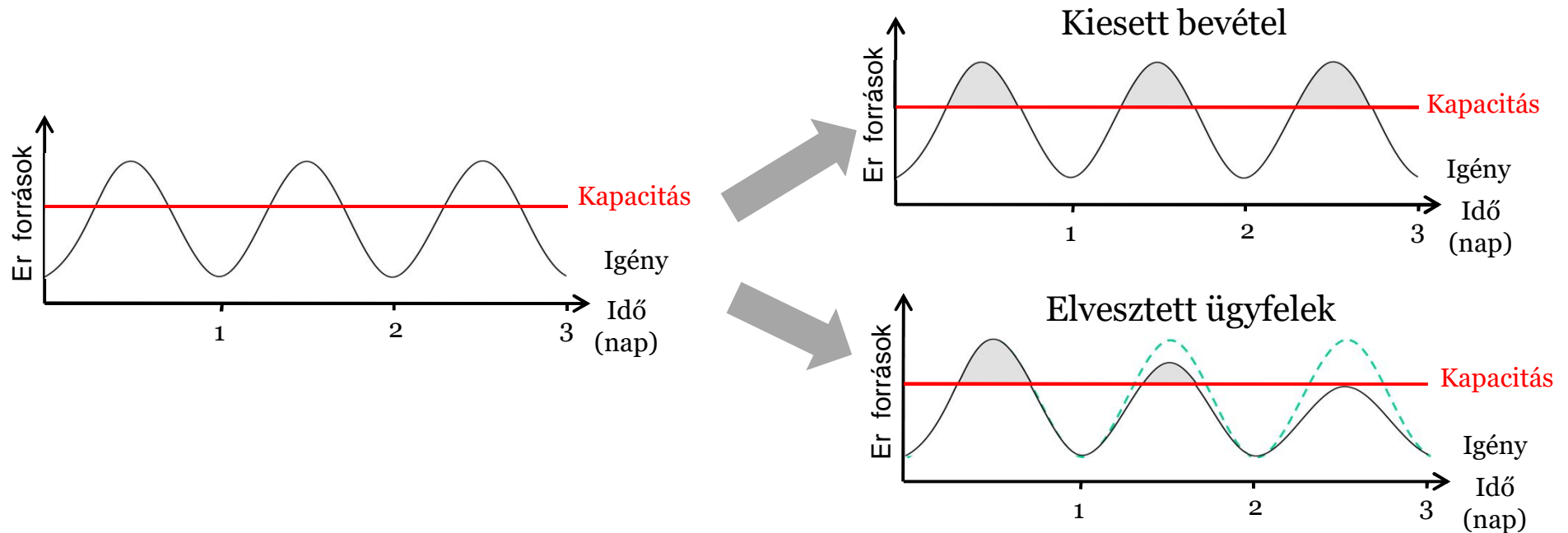
# Igény szerinti kiszolgálás és csúcs-igény



# Túlbiztosítás = alul kihasználtság



# Alultervezés hátrányai



Forrás: Berkeley RAD Lab

# Cloud a változó (növekvő) igények számára

Erőforrásigény és felhasználás nagy adatigényű IT cégeknél

# Google 1997



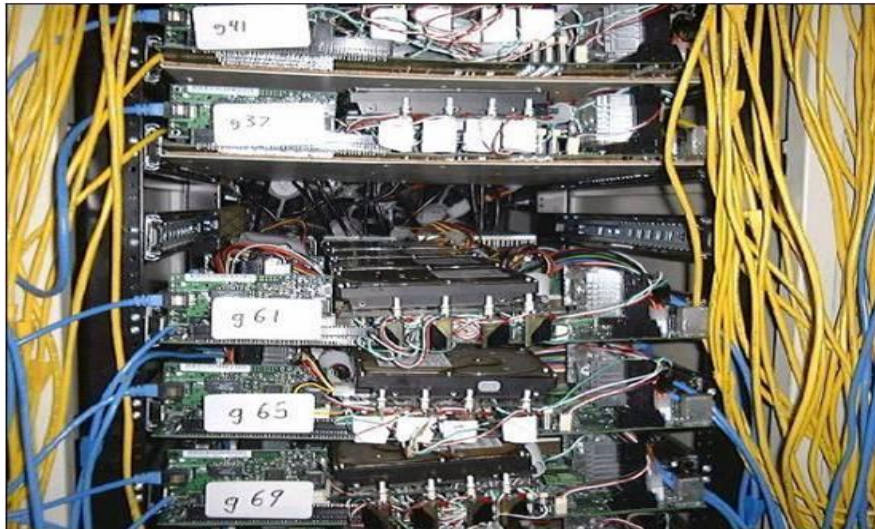
# Data, Data, Data

“...**Storage space** must be used efficiently to store indices and, optionally, the documents themselves. The indexing system must process **hundreds of gigabytes** of data efficiently...”

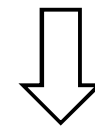
## **The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine**

Sergey Brin and Lawrence Page

# Google 2001



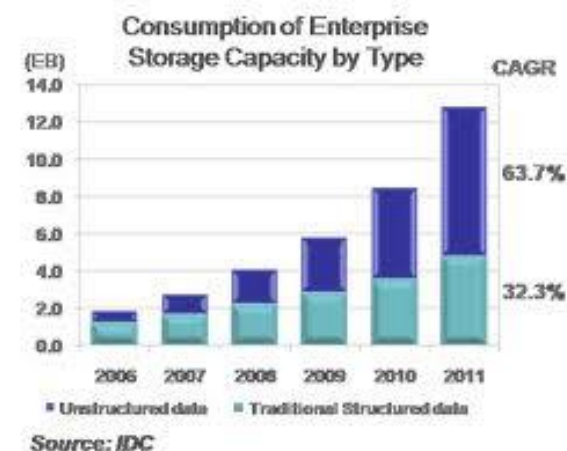
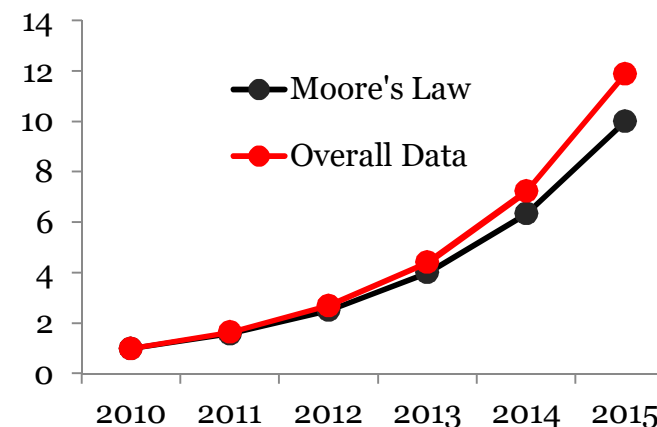
- Általános célú CPU
- Sok lemezterület
- Alacsony sávszélesség



**Olcsó!**

# Adatközpontok evolúciója

- Datacenter (DC)
- Az adatmennyiség folyamatosan növekszik
  - Nincs felső határ
  - Jelenlegi rendszerek nem skálázódnak
- Tipikus nagy IT Co. adatfelhasználása
  - Facebook napi logok: 60 TB
  - „1000 genomes” projekt: 200 TB
  - Google web index: 10+ PB





# Adatközpontok evolúciója

Kapacitás:  
~10000 számítógép



Google data centers  
The Dalles, OR, USA

Adattárolás:  
12-24 lemez/csomópont

Késleltetés:  
256GB RAM cache

# Adatközpont → Felhő rendszerek

## Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing

Michael Armbrust, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz,  
Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, and Matei Zaharia  
(Comments should be addressed to [abovetheclouds@cs.berkeley.edu](mailto:abovetheclouds@cs.berkeley.edu))



UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory \*  
<http://radlab.cs.berkeley.edu/>

“...long-held dream of computing as a utility...”

# Adatközpontú felhasználói igények

Data, data, data, ...

# Our Data-driven World

- Science
  - Data bases from astronomy, genomics, environmental data, transportation data, ...
- Humanities and Social Sciences
  - Scanned books, historical documents, social interactions data, ...
- Business & Commerce
  - Corporate sales, stock market transactions, census, airline traffic, ...
- Entertainment
  - Internet images, Hollywood movies, MP3 files, ...
- Medicine
  - MRI & CT scans, patient records, ...

# Adat-gazdag világ

- Adatgyűjtés
  - Highly instrumented environment
  - Sensors and Smart Devices
  - Network
- Adattárolás
  - Seagate 1 TB Barracuda @ \$72.95  
amazon.com (73¢/GB)



# Mit lehet kezdeni ennyi adattal?



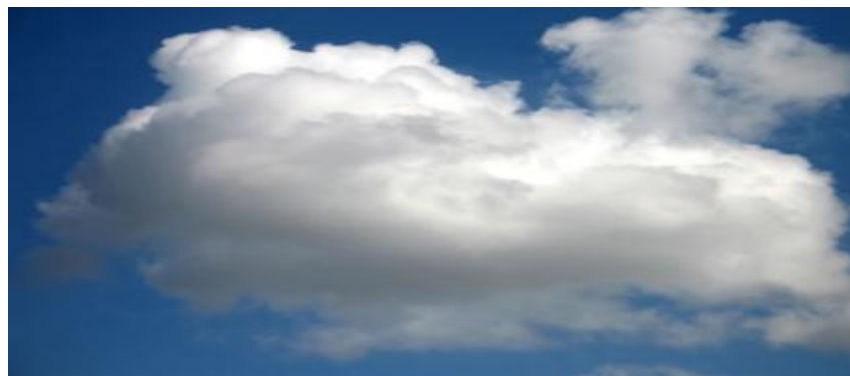
- Tipikusan megfogalmazott célok
  - Scientific breakthroughs
  - Business process efficiencies
  - Realistic special effects
  - Improve quality-of-life: healthcare, transportation, environmental disasters, daily life, ...

## ■ Többet is elvárhatunk?

- IGEN: de ehhez **jelentős előrelépésre van szükség az adatelemzési módszerek területén**

# Big data analytics a felhőben

# Cloud and Big Data



**“Can we outsource our IT software and hardware infrastructure?”**

- Hosted Applications and services
- Pay-as-you-go model
- Scalability, fault-tolerance, elasticity, and self-manageability



**“We have terabytes of click-stream data – what can we do with it?”**

- Very large data repositories
- Complex analysis
- Distributed and parallel data processing



# Data Warehousing, Data Analytics & Decision Support Systems

- Used to manage and control business
- Transactional Data: historical or point-in-time
- Optimized for inquiry rather than update
- Use of the system is loosely defined and can be ad-hoc
- Used by managers and analysts to understand the business and make judgments

# Data Analytics in the Web Context

- Data capture at the user interaction level:
  - in contrast to the client transaction level in the Enterprise context
  - Click stream
- As a consequence the amount of data increases significantly
- Greater need to analyze such data to understand user behaviors

# Big Data analytics use cases

- Targeted advertising / Clickstream analysis
- Security: anti-virus, fraud detection, image recognition
- Pattern matching / Recommendations
- Data warehousing / BI
- Bio-informatics (Genome analysis)
- Financial simulation (Monte Carlo simulation)
- File processing (resize jpegs, video encoding)
- Web indexing



# Data Analytics in the Cloud

- Scalability to large data volumes:
  - Scan 100 TB on 1 node @ 50 MB/sec = 23 days
  - Scan on 1000-node cluster = 33 minutes
  - Divide-And-Conquer (i.e., data partitioning)
- Big Data on static data centers?
  - NO!
- Cost-efficiency:
  - Commodity nodes (cheap, but unreliable)
  - Commodity network
  - Automatic fault-tolerance (fewer administrators)
  - Easy to use (fewer programmers)

# Use case: clickstream analysis

razorfish



- Big Box Retailer came to Razorfish
  - 3.5 billion records
  - 71 million unique cookies
  - 1.7 million targeted ads required per day
- Goal: Improve Return on Ad Spend (ROAS)



User recently purchased a sports movie and is searching for video games

Targeted Ad  
(1.7 Million per day)



# Use case: clickstream analysis

razorfish

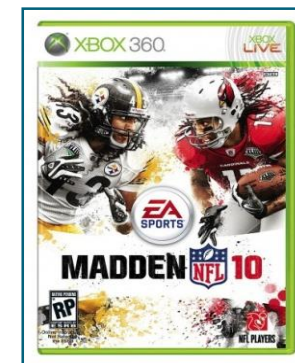


- Lots of experimentation to test the optimal solution
  - 100 nodes on-demand Amazon public cloud service
- Processing time dropped from 2+ days to 8 hours (with lots more data)
  - Increased Return On Ad Spend by 500%



User recently purchased a sports movie and is searching for video games

Targeted Ad  
(1.7 Million per day)



## Why now (instead of 1961)?

- Experience with very large datacenters
  - Unprecedented economies of scale
  - Transfer of risk
- Technology factors
  - Pervasive broadband Internet
  - Maturity in Virtualization Technology
- Business factors
  - Minimal capital expenditure
  - Pay-as-you-go billing model

## The Joys of Real Hardware

Typical first year for a new cluster:

- ~0.5 **overheating** (power down most machines in <5 mins, ~1-2 days to recover)
- ~1 **PDU failure** (~500-1000 machines suddenly disappear, ~6 hours to come back)
- ~1 **rack-move** (plenty of warning, ~500-1000 machines powered down, ~6 hours)
- ~1 **network rewiring** (rolling ~5% of machines down over 2-day span)
- ~20 **rack failures** (40-80 machines instantly disappear, 1-6 hours to get back)
- ~5 **racks go wonky** (40-80 machines see 50% packetloss)
- ~8 **network maintenances** (4 might cause ~30-minute random connectivity losses)
- ~12 **router reloads** (takes out DNS and external vips for a couple minutes)
- ~3 **router failures** (have to immediately pull traffic for an hour)
- ~dozens of minor **30-second blips for dns**
- ~1000 **individual machine failures**
- ~thousands of **hard drive failures**
- slow disks, bad memory, misconfigured machines, flaky machines, etc.**

Long distance links: **wild dogs, sharks, dead horses, drunken hunters, etc.**

Designs, Lessons and Advice from  
Building Large Distributed Systems,  
Jeff Dean, Google



# Összefoglalás

- 1960-as évektől kezdve a számítógép hálózatoknak fontos szerepet szántak az erőforrás-megosztásban
- 1990-as évek közepéig párhuzamos számítás
- 2000-es évektől igény szerinti erőforrás használat
- Adatközpontú analitika
- Cloud, Big Data technológiák