

Sistema Banatuak



Mikel Larrea

KAT Saila, UPV/EHU

www.sc.ehu.es/acwlaalm/sba.html

Gaiak



- 1 Sarrera
- 2 Denbora, kausaltasuna eta sendotasuna
- 3 Sinkronizazio banatua
- 4 Fitxategi-sistema banatuak
- 5 Segurtasuna sistema banatuetan
- 6 Beste aplikazio batzuk eta gai aurreratuak

1 Sarrera



- 1.1 Sistema banatuen zergatia
- 1.2 Sistema banatuen propietateak
- 1.3 Aplikazio banatuak
- 1.4 Hardware euskarria
- 1.5 Software euskarria
- 1.6 Sistema banatuen egitura

1.1 Sistema banatuen zergatia

⌘ Helburua:

- ☑ baliabideak (zerbitzu/dispositibo) konpartitu

⌘ Sistema-motak (bilakaera historikoa):

- ☑ lotekako sistemak: prozesaketa diferitua, sekuentziala

- ☑ denbora banatuko sistema zentralizatuak: terminalak

- ☑ teleprozesuko sistemak: sare telefonikoa

- ☑ sistema pertsonalak: lan-estazioak, PC-ak

- ☑ sareko sistemak: bezero/zerbitzaria, protokoloak

- ☑ sistema banatuak: gardentasuna (GUI, RPC/RMI)

1.1 Sistema banatuen zergatia

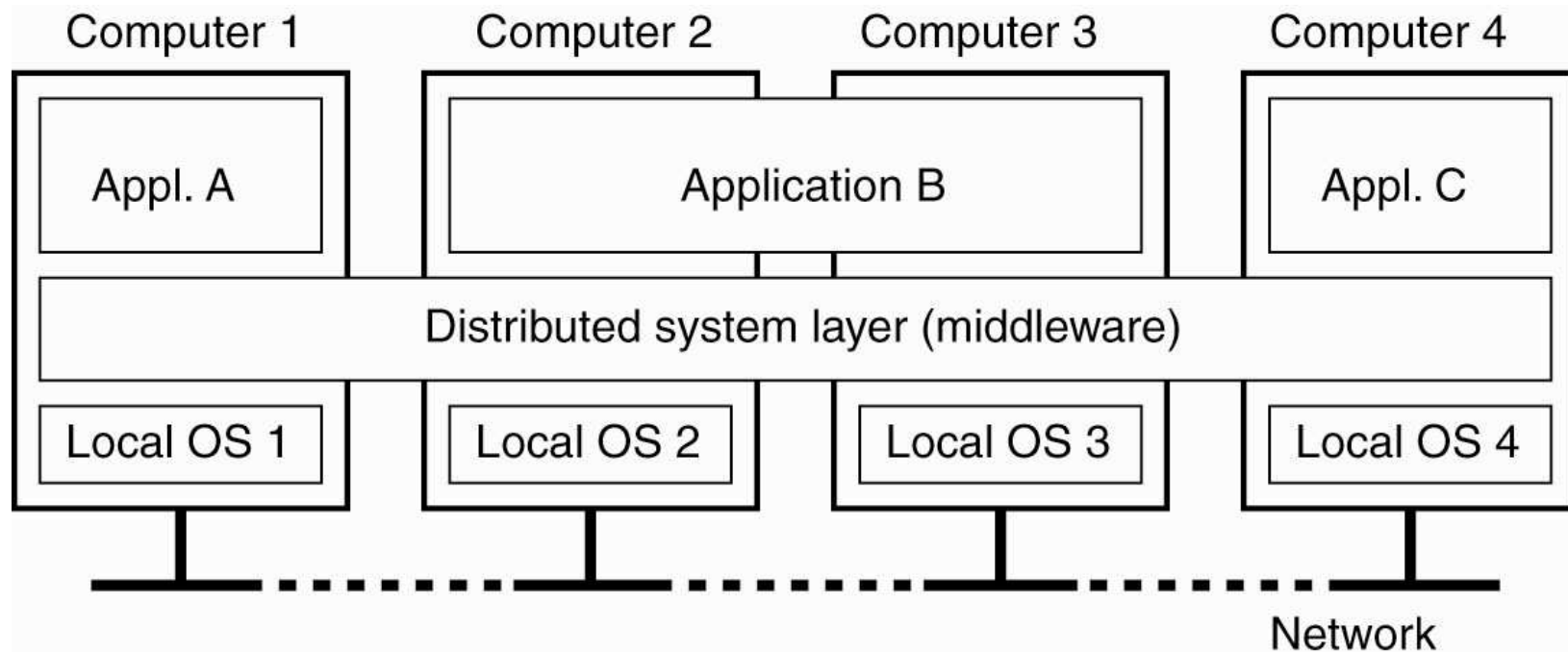
“A distributed system is a collection of independent computers that appears to its users as a single coherent system”

⌘ Definizioa:

- ☒ (1) “konputagailu” multzoa
- ☒ (2) elkar-konektaturik
 - ☒ sareko sistema bat bezala
- ☒ (3) egoera konpartitua
- ☒ (4) sistemaren ikuspegi bakarra emanez (SSI)
 - ☒ sistema zentralizatu bat bezala

1.1 Sistema banatuen zergatia

⌘ Sistema banatua softwarea da \Rightarrow *Middleware*



A distributed system organized as middleware. The middleware layer extends over multiple machines, and offers each application the same interface

1.1 Sistema banatuen zergatia

⌘ Abantailak sistema zentralizatuakiko:

- ⊗ kostu txikia: PC estandarrez osatuta egon daitezke
- ⊗ eskalagarritasuna: modulartasunaren ondorioa
- ⊗ malgutasuna: makina zaharrituen berrerabilpena
- ⊗ eskuragarritasuna: baliabideen erreplikazioa
- ⊗ paralelotasuna ahalbidetzen dute
- ⊗ baliabide urrunak atzitzeko bidea

⌘ Abantailak sareko sistemekiko:

- ⊗ baliabideen erabilpen eraginkorragoa: garraiagarritasuna
- ⊗ baliabideen atzipen gardena kokapenarekiko

1.1 Sistema banatuen zergatia

⌘ Eragozpenak sistema zentralizatuetikiko:

- ⊞ kostu bereko sistema zentralizatu sistema banatuko edozein osagai baino eraginkorragoa da
 - ⊗ aplikazio sekuentzialetan (adib. kalkulukoak) garrantzitsua
- ⊞ komunikazioen kostua dela eta, baliabideen kokapen fisikoa desegokia bada, batzuk libre dauden bitartean beste batzuk gainezka egon daitezke
- ⊞ sendotasuna mantentzea oso 'garestia' izan daiteke
- ⊞ interkonexio-sarea arazo-iturria izan daiteke
- ⊞ segurtasunaren kudeaketa konplexuagoa da

1.1 Sistema banatuen zergatia

⌘ Joerak:

☑ Informatika mugikorra

- ☒ Gailu berriak: PDAk, telefono mugikorrak Java-rekin...

- ☒ Haririk gabeko sareak

☑ Sistema perbasiboak (*ubiquitous systems*)

- ☒ Konputagailuak edonon: etxean (domotika), autoan, ospitalean...

- ☒ Ingurune perbasiboak izaeraz oso aldakorrak dira

- ☒ Baliabideen aurkikuntzarako protokoloak: Jini, UPnP...

1.2 Sistema banatuen propietateak

⌘ Helburua:

- ☑ Sistemaren ikuspegi bakarra (*Single System Image*)

⌘ Propietate desiragarriak:

- ☑ Gardentasuna
- ☑ Eskalagarritasuna
- ☑ Fidagarritasuna
- ☑ Sendotasuna

1.2 Sistema banatuen propietateak

⌘ Gardentasuna

☑ Mailak:

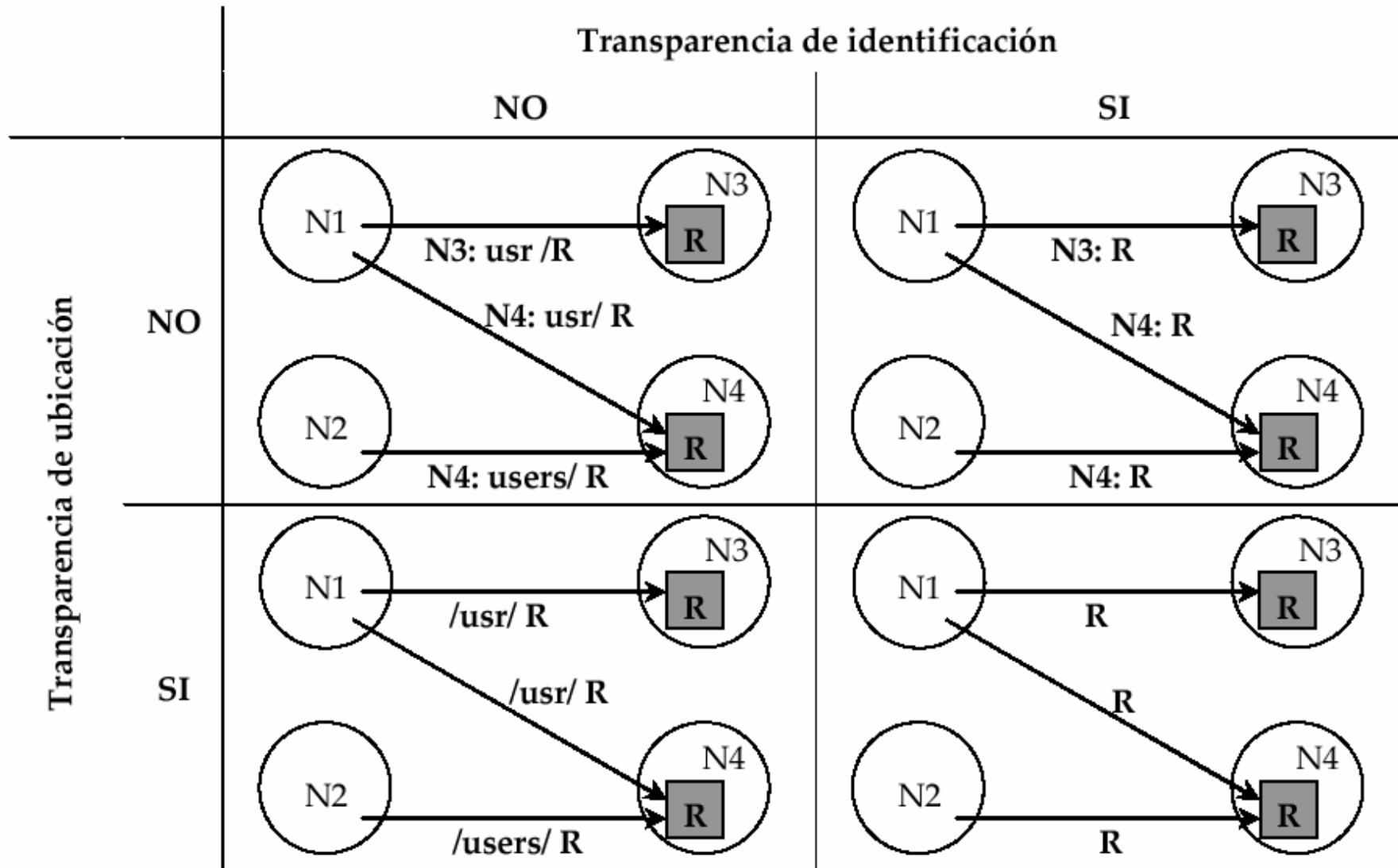
- ☒ identifikazioa: baliabideen izen-esparruak independenteak banaketarekiko edota sarearen topologiarekiko
- ☒ kokapen fisikoa: baliabideak tokiz aldatzeko ahalmena
- ☒ erreplikazioa: hutsegiteen gardentasuna
- ☒ paralelotasuna: lor daiteke aplikazioan zehaztu gabe eta ondorio kaltegarririk gabe
- ☒ konpartizioa: baterako atzipenek ez dakarte eragozpenik
- ☒ eraginkortasuna: gardentasun osoak eraginkortasun galera dakarrenez, erdibideak eta konpromisozko soluzioak bilatuko dira

Transparency in a Distributed System

⌘ Transparency	⌘ Description
⌘ Access	⌘ Hide differences in data representation and how a resource is accessed
⌘ Location	⌘ Hide where a resource is located
⌘ Migration	⌘ Hide that a resource may move to another location
⌘ Relocation	⌘ Hide that a resource may be moved to another location while in use
⌘ Replication	⌘ Hide that a resource is replicated
⌘ Concurrency	⌘ Hide that a resource may be shared by several competitive users
⌘ Failure	⌘ Hide the failure and recovery of a resource
⌘ Persistence	⌘ Hide whether a (software) resource is in memory or on disk

Different forms of transparency in a distributed system (ISO, 1995)

Transparency in a Distributed System



Gardentasuna identifikazioan eta kokapen fisikoan

1.2 Sistema banatuen propietateak

⌘ Eskalagarritasuna

- ☑ Handitzeko ahalmena, eraginkortasuna kaltetu gabe
- ☑ Modulartasunean oinarrituta
- ☑ Izen-esparruak:
 - ☒ natura desberdineko objektuen identifikaziorako erabiliak: fitxategiak, prozesuak, aldagaiak, memoria-helbideak
 - ☒ esparru linealak (memoria): gaur egun 32 bit ez da nahikoa
 - ☒ orokorrean hierarkikoak dira, eta beraz eskalagarriak
- ☑ Eraginkortasunaren mantentzea: erreplikazioa
 - ☒ *mirroring, caching*
 - ☒ gardentasuna erreplikazioan lortzea konplexua da

1.2 Sistema banatuen propietateak

“A distributed system is a system in which the crash of a computer you’ve never heard of stops you from getting any work done” (Leslie Lamport)

⌘ Fidagarritasuna

“Sistema batek une oro bere lana espero den bezala egiteko duen gaitasuna”

☒ Eskuragarritasuna:

☒ Sistema funtzionamendu egokian dagoen denbora (%)

- parametroak: *MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR...*
- osagaien kalitatea hobetzea vs erreplikazioa (merkeagoa)

☒ Hutsegite-tolerantzia:

☒ Osagaien baten hutsegitearen aurrean funtzionamendu zuzena mantentzeko gaitasuna

- erreplikazioa (pasiboa, aktiboa...)

1.2 Sistema banatuen propietateak

⌘ Sendotasuna

☑ Erreplikazioarekin lotutako arazoak:

- ☒ kopien arteko interkonexioa akats-iturria da
- ☒ konfidentziasuna mantentzea zailagoa da
- ☒ egoera globalaren kudeaketa zaila da

☑ Sendotasuna mantentzeko arazoak:

- ☒ banaketa fisikoa: hainbat kopia, bakoitza bere egoerarekin
- ☒ komunikazio-erroreak eta atzerapenak
- ☒ erloju globalik ez: nola ordenatu gertaerak?

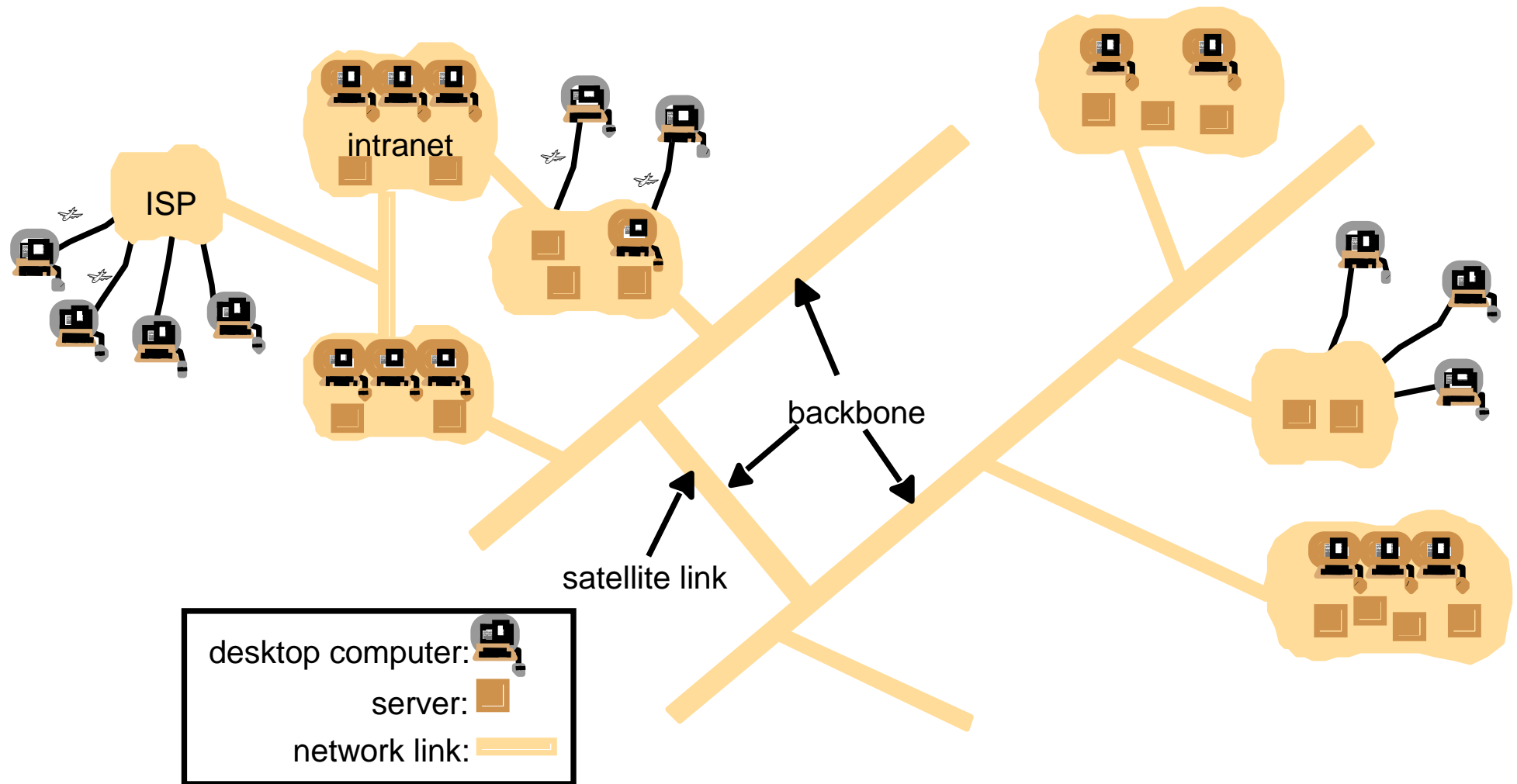
☑ Teknikak: transakzioak (*ACID*), talde komunikazioa

☑ Eraginkortasuna hobetzeko: sendotasuna erlaxatu

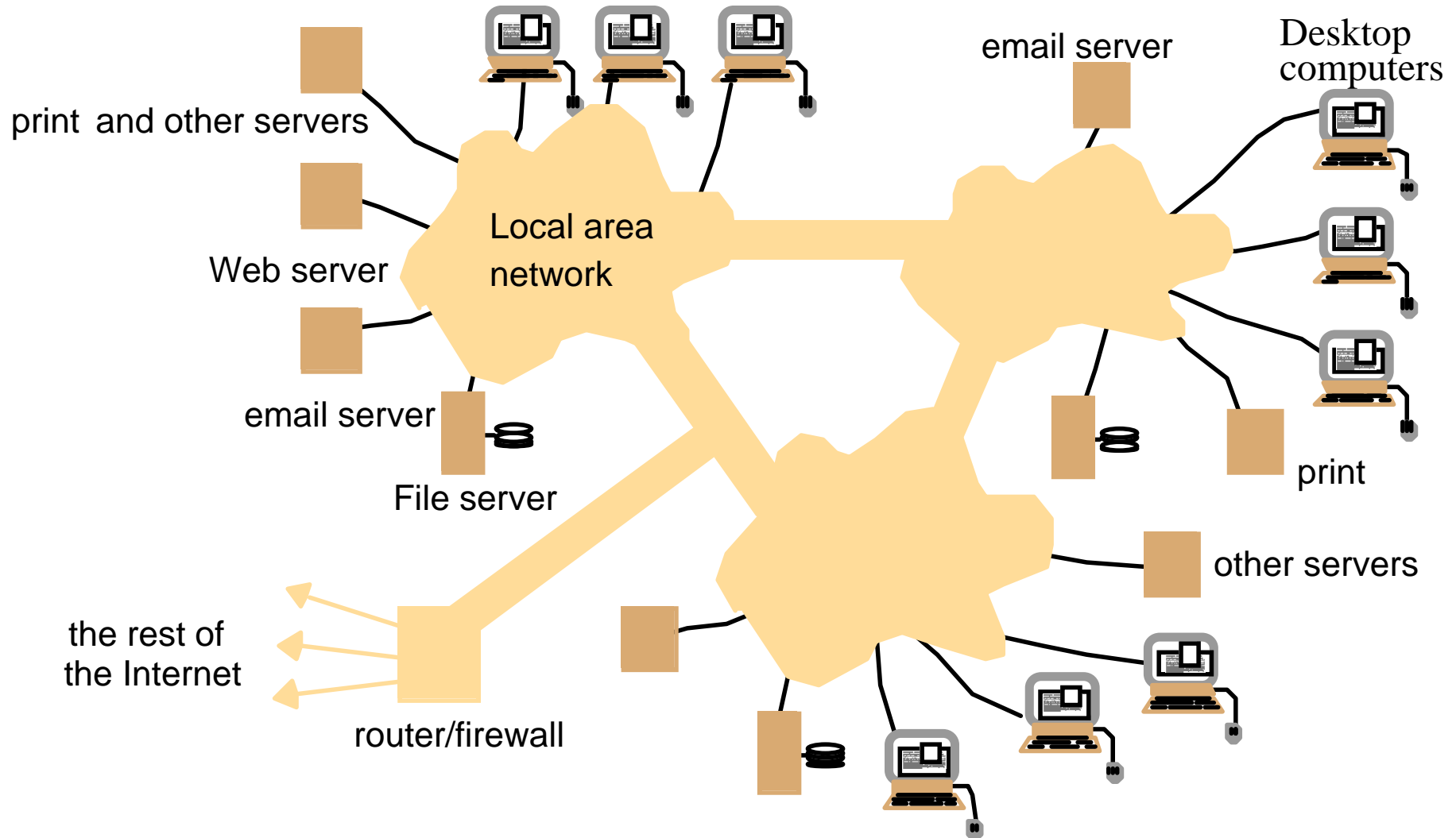
1.3 Aplikazio banatuak

- ⌘ Aplikazio paraleloak: ataza asko aldi berean
 - ☑ helburu nagusia: exekuzio denbora gutxitzea
- ⌘ Aplikazio banatuak (motibazioak):
 - ☑ errendimendu handia: *cluster computing*
 - ☑ hutsegite tolerantzia: erreplikazioa, transakzioak
 - ☒ banketxeetako sistema informatikoak
 - ☒ sendotasuna kritikoa da
 - ☑ eskuragarritasun handia: *caching, mirroring*
 - ☒ jatorrizko banaketa: Internet (Web), fitxategi-sistemak
 - ☒ sendotasuna garrantzitsua da, baina ez hain kritikoa
 - ☑ mugikortasuna, nonahikotasuna: *AmI* aplikazioak

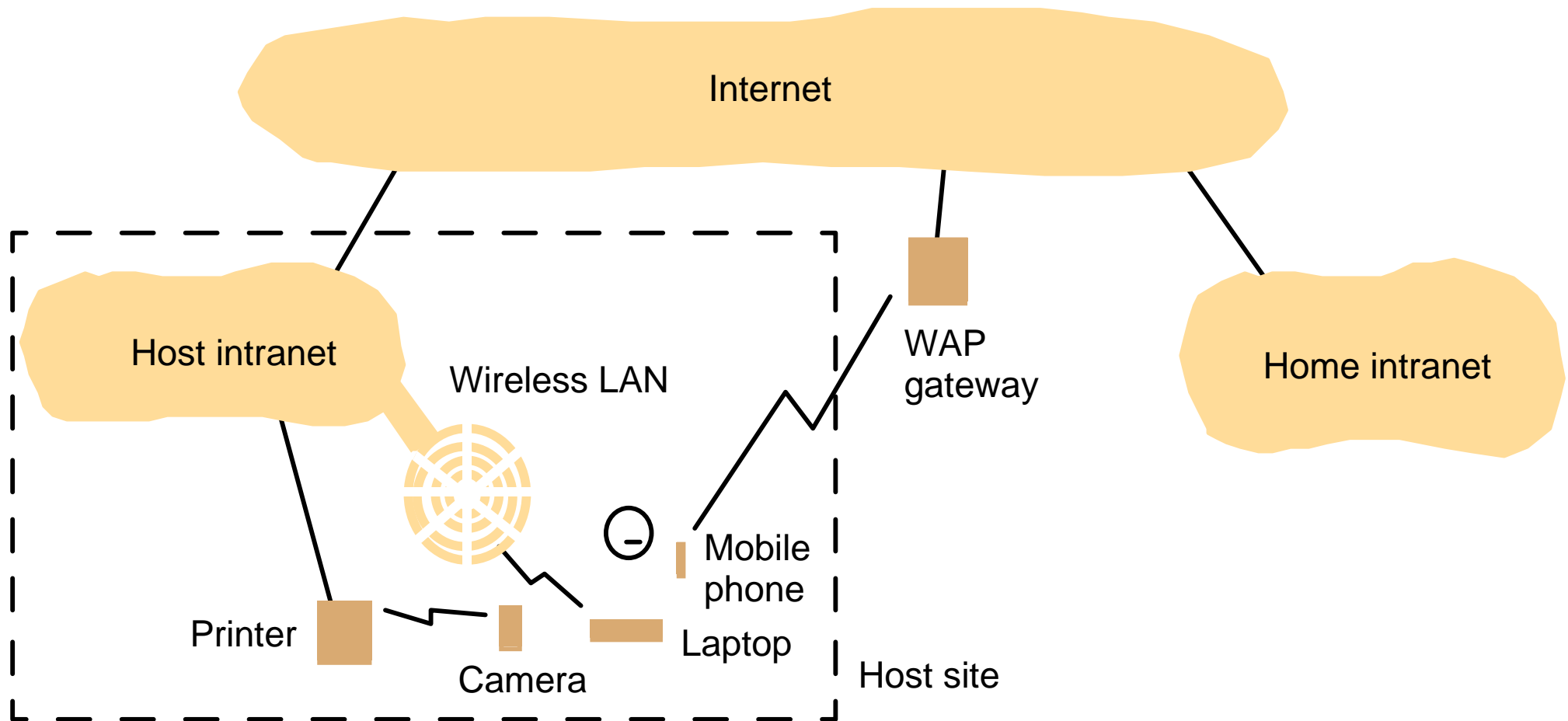
The Internet as a Distributed System



An intranet as a Distributed System



Mobile/Ubiquitous Computing as a Distributed System



Internet-i buruzko zenbaki batzuk

<i>Data</i>	<i>Konputadoreak</i>	<i>Web zerbitzariak</i>	<i>Portzentaia</i>
1979ko abendua	188	0	%0
1989ko uztaila	130,000	0	%0
1993ko uztaila	1,776,000	130	%0.007
1995ko uztaila	6,642,000	23,500	%0.4
1997ko uztaila	19,540,000	1,203,096	%6
1999ko uztaila	56,218,000	6,598,697	%12
2001eko uztaila	125,888,000	30,000,000	%24
2003ko urtarrila	171,638,000	35,000,000	%20
2007ko uztaila	490,000,000	125,000,000	%25

1.4 Hardware euskarria

⌘ Zer da konputagailu bat?

datu agindu	datu bakarra aldi berean	datu asko aldi berean
agindu bakarra aldi berean	<i>SISD</i> Von Neumann motako ohiko arkitektura	<i>SIMD</i> prozesadore bektorialak
agindu asko aldi berean	<i>MISD</i> ez da implementatu	<i>MIMD</i> multiprozesadoreak, multikonputagailuak, sareak

Flynn-en sailkapena

1.4 Hardware euskarria

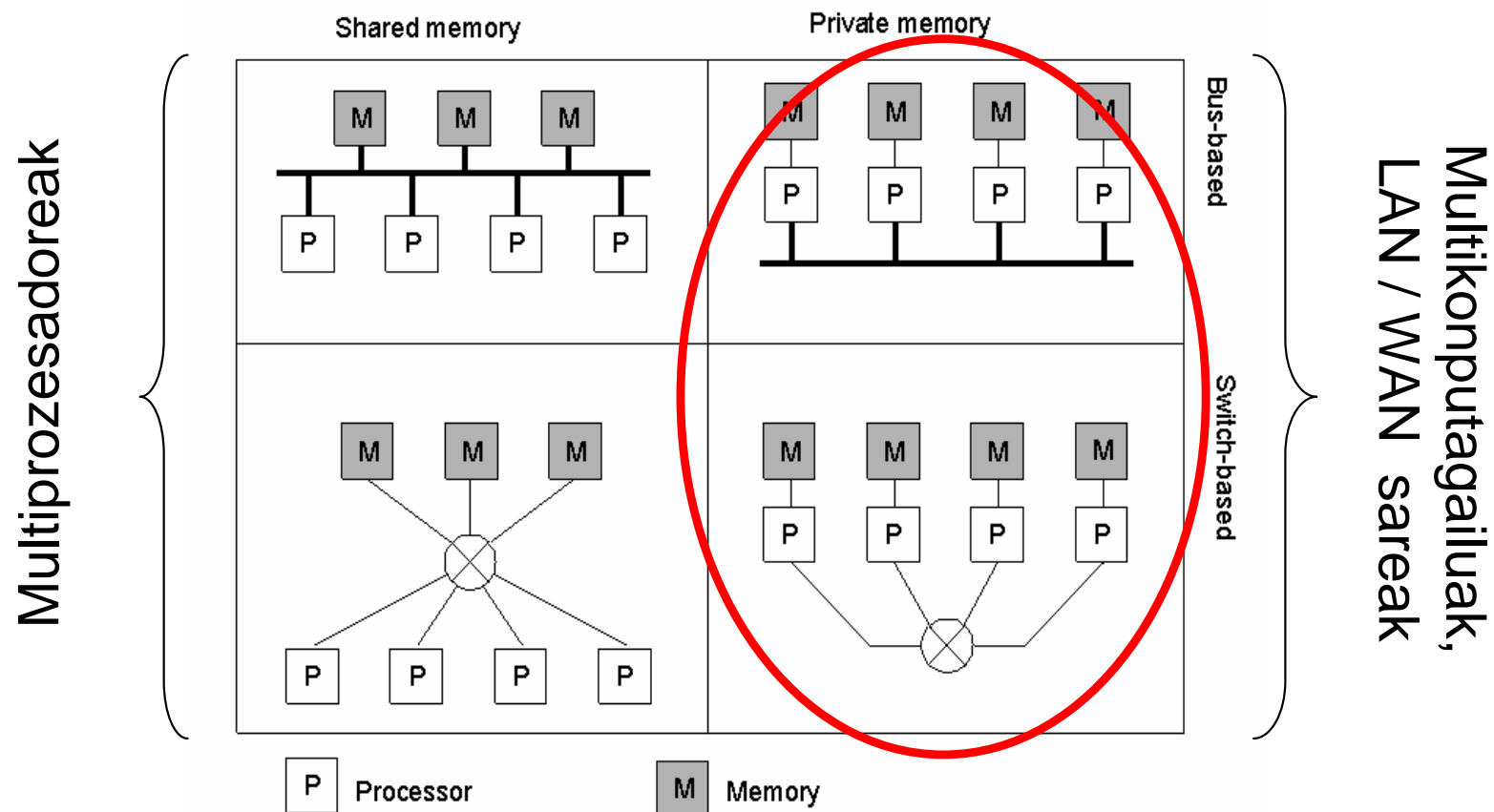
⌘ *MIMD*: akoplamendu-maila eta elkar-konexioa

akoplamendu-maila elkar-konexioa	memoria fisiko konpartitua	memoria-helbideratze independenteak
bus konpartitua	multiprozesadoreak	multikonputagailuak, <i>LAN</i> sareak
interkonexio-sarea	<i>UMA</i> eta <i>NUMA</i> motako multiprozesadoreak	multikonputagailuak, <i>WAN</i> sareak (<i>Internet</i>)

***MIMD* arkitektura-motak**

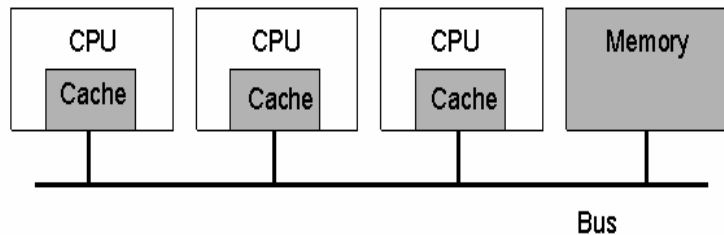
1.4 Hardware euskarria

⌘ *MIMD*: akoplamendu-maila eta elkar-konexioa

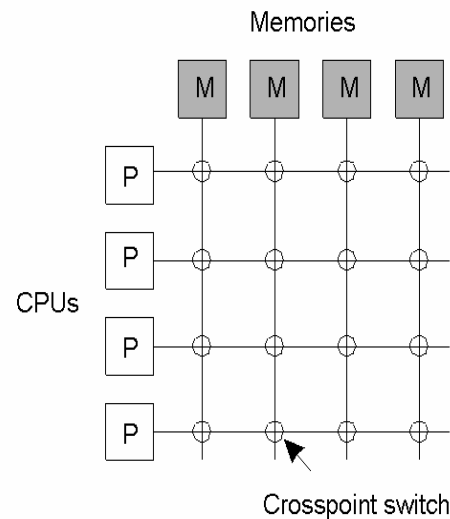


1.4 Hardware euskarria

⌘ Multiprozesadoreak

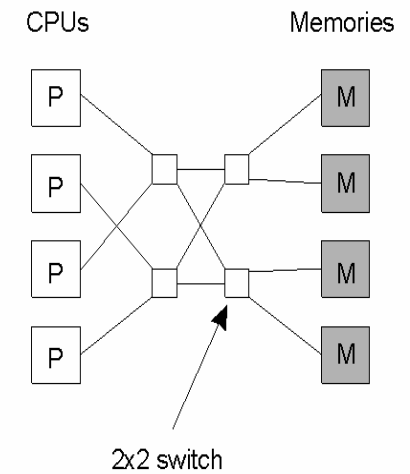


Bus-based multiprocessor



(a)

a) *Crossbar switch*

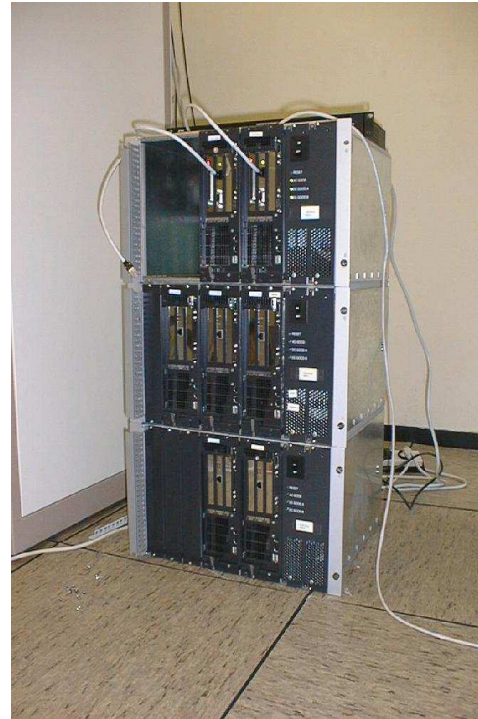


(b)

b) *Omega switching network*

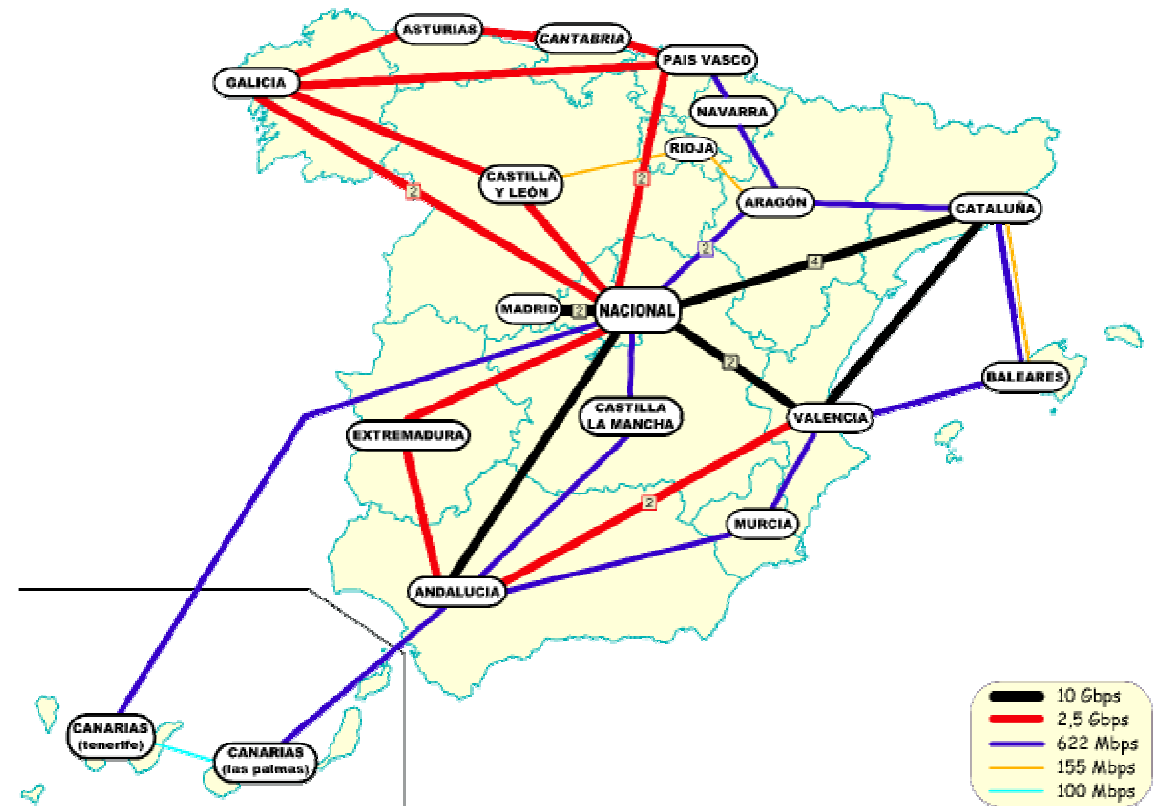
1.4 Hardware euskarria

⌘ Multikonputagailuak



1.4 Hardware euskarria

⌘ LAN / WAN sareak



RedIRIS sarea

1.4 Hardware euskarria

⌘ Komunikazio sareak:

☑ Kabledunak:

- ☒ PAN: USB (1 m, 12 - 480 Mbps)
- ☒ LAN: Ethernet (1 km, 10 - 1000 Mbps)
- ☒ MAN: ATM (10 km, 1 - 150 Mbps)
- ☒ WAN: Internet (Mundu osoa, 0,5 - 600 Mbps)

☑ Kablerik gabekoak:

- ☒ PAN: Bluetooth (10 m, 0,5 - 2 Mbps), Zigbee, IrDA
- ☒ LAN: WiFi (100 m, 2 - 54 Mbps)
- ☒ MAN: WiMAX (10 km, 1,5 - 20 Mbps)
- ☒ WAN: UMTS (Mundu osoa, 2 Mbps)

1.5 Software euskarria

⌘ Sistema banatuen hardware euskarria:

- ☑ nodo multzoa, bakoitza bere memoria, S/I-a, sistema eragilea eta oinarrizko sareko zerbitzuekin
- ☑ Adibideak: multikonputagailuak, LAN / WAN sareak

⌘ Integraziorako arazoa: heterogeneotasuna

- ☑ hardwarea, sistema eragilea...

⌘ Soluzioa: sistema irekiak

- ☑ interfazearen espezifikazio publikoak
- ☑ estandarrak: ofizialak vs *de facto* (OSI vs TCP/IP)

1.5 Software euskarria

⌘ Sistema irekien propietateak:

☑ Interoperatibitatea

- ☒ protokolo estandarrei esker: TCP/IP, RPC/XDR

- ☒ Interfazeen definiziorako lengoaiak: CORBA IDL

- Joera: XML/SOAP (Web zerbitzuak)

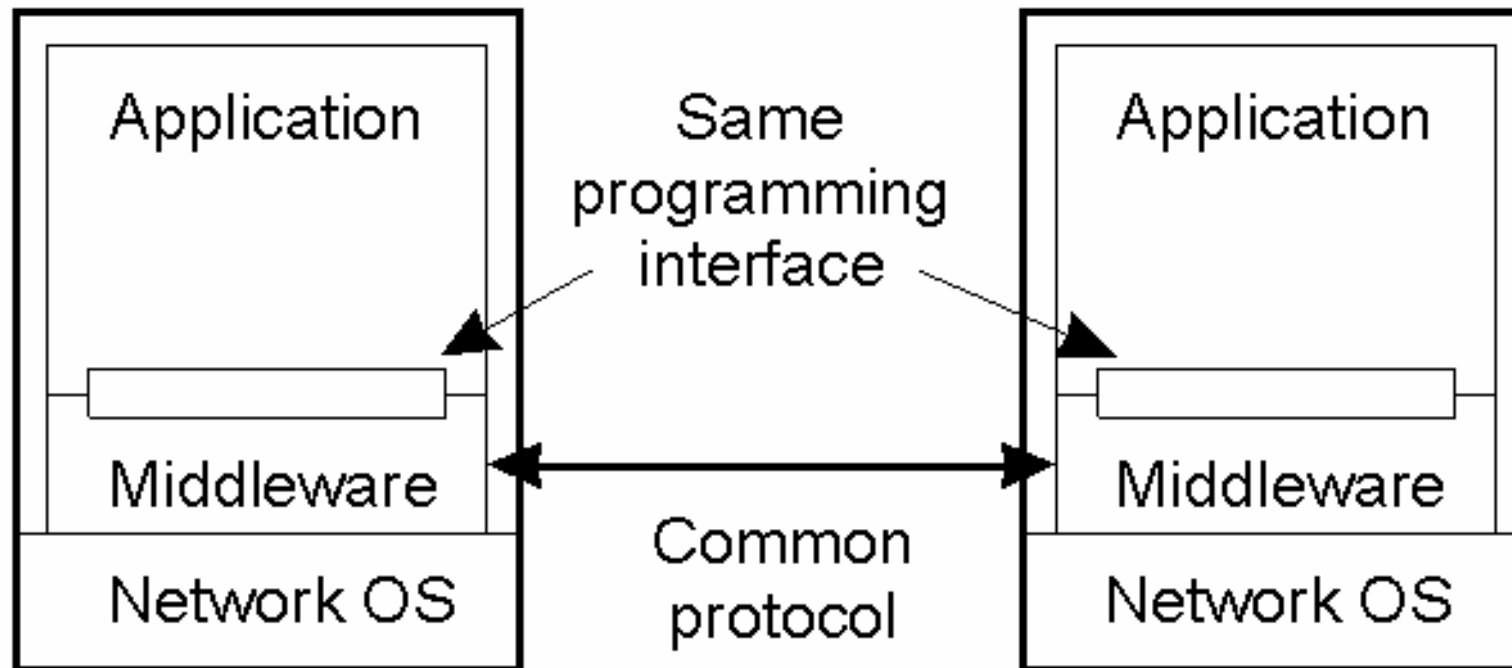
☑ Aplikazioen garraiagarritasuna

- ☒ POSIX (iturri-kodea, Unix batetik bestera)

- ☒ Java (kode 'exekutagarria', JVM batetik bestera)

☑ Erabiltzaileen garraiagarritasuna: GUI, NIS

Middleware and Openness



- ⌘ In an open middleware-based distributed system, the protocols used by each middleware layer should be the same, as well as the interfaces they offer to applications.

1.5 Software euskarria

⌘ Komunikaziorako euskarria:

☑ Memoria fisikoa konpartitutako sistemetan:

☒ aldagai konpartituak (sinkronizaziorako funtzioak, *Test&Set*)

☑ Memoria fisikoa banatutako sistemetan:

☒ mezu-trukea (sare-protokoloak)

☑ Memoriaren antolaketa fisikoa (akoplamendu-maila) eta komunikaziorako eredia bereiztu egin behar dira:

☒ komunikaziorako eredia memoria konpartitua edota mezu-trukea izan daiteke

☒ akoplamendu-mailak erabakitzen du komunikaziorako ereduaren euskarria (baina ez eredia bera!)

1.5 Software euskarria

⌘ Akoplamendu maila eta komunikaziorako eredia:

Aklopamendu maila Komunikaziorako eredia	Memoria fisikoa konpartitua	Memoria fisikoa banatua
Memoria konpartitua	Aldagai konpartituak	Memoria banatua konpartitua (DSM), objektu banatuak (RMI)
Mezu-trukea	pipe-ak, FIFO ilarak, UNIX socket-ak	INET socket-ak, MPI, RPC

Komunikaziorako mekanismoak

1.5 Software euskarria

⌘ Komunikaziorako mekanismoen inplementazioa:

☑ Oinarrizko mezu-truke estandarra: INET socket-ak

☒ bezero/zerbitzari eredua

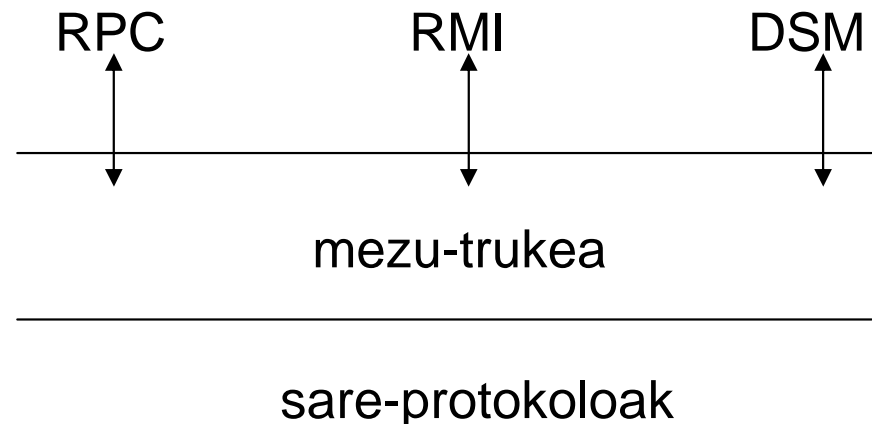
☒ blokeatzailea / ez blokeatzailea

☒ fidagarria (TCP) / ez fidagarria (UDP)

☒ point-to-point / broadcast / multicast (IP Multicast)

☑ RPC, RMI, DSM:

☒ mezu-trukean oinarrituta



1.5 Software euskarria

⌘ Sistema eragilearen euskarria:

- ⊞ Propietate desiragarriak: irekia eta malgua

 - ⊞ zerbitzuen garapena, kokapena eta kudeaketa eraginkorra

- ⊞ SE klasikoak (UNIX) monolitikoak dira, malgutasun gabekoak: kernel-ean zerbitzu guztiak, sistema-dei multzo bakarra, kudeaketa politika aurredefinituak

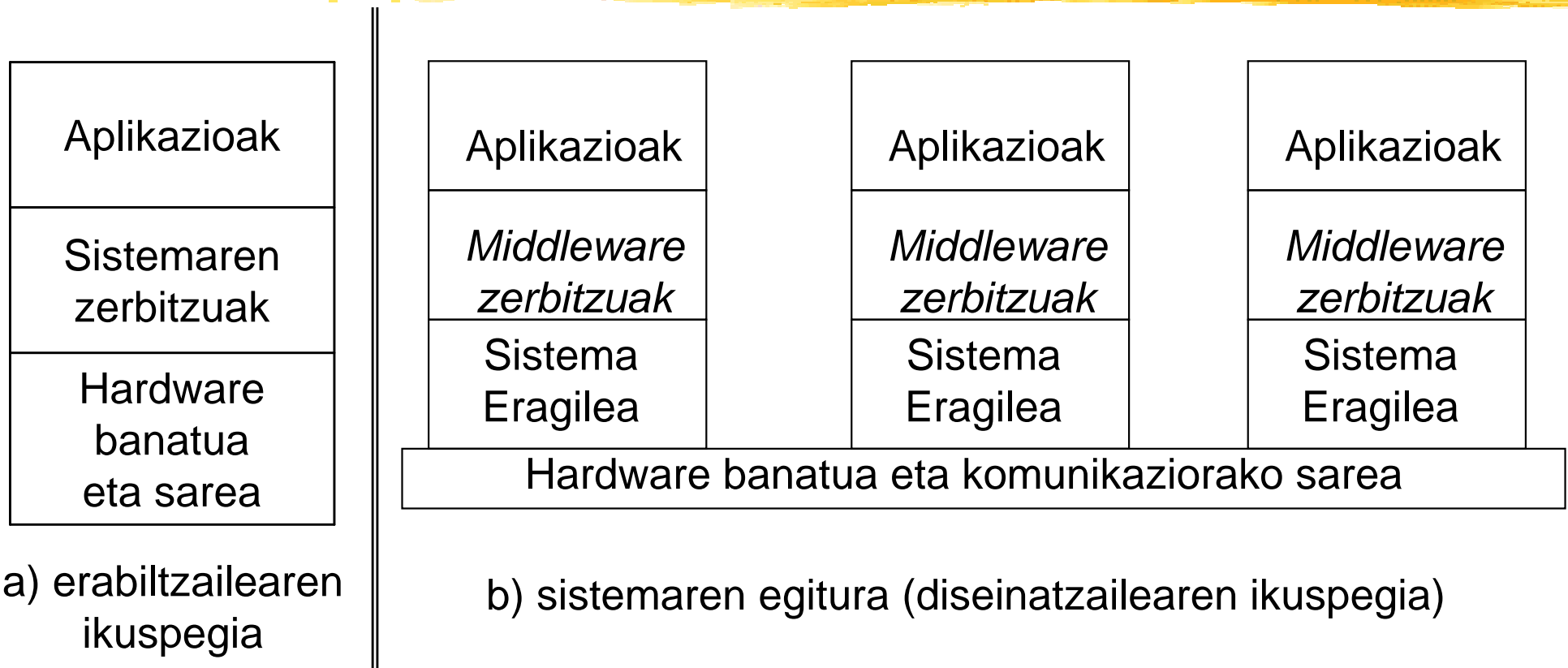
- ⊞ Alternatibak eta joerak:

 - ⊞ Hw-a emulatu (VMware, Virtual PC): SE asko aldi berean

 - ⊞ Mikrokernelak (Mach): zerbitzu gehienak kernel-etik kanpo

 - ⊞ PDAk, telefono mugikorak: SE komertzialen bertsio egokituak (Mobile, Palm, Symbian) + nabigatzailea (HTTP)

1.6 Sistema banatuen egitura



- Middleware zerbitzuak: RPC/RMI euskarria, hedapen-komunikazioetarako euskarria, denbora-sinkronizazioa, sendotasuna (erreplikazioa), izen-zerbitzuak, segurtasun-zerbitzuak, ...