

## Fondamenti di informatica

Marco Lazzari

Facoltà di Scienze della formazione, anno accademico 2009-2010

### 1, 2, 3, 4A e 4B

- Fdl 1 – 1° anno SdE
- Fdl 2 – 1° anno Psi
  - 5 cfu teoria
  - 2 cfu pratica
- Fdl 3 – 3° anno SdE
- Fdl 4° e 4B – 2° anno Psi

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

### 1, 2, 3, 4A e 4B

- M. Lazzari, A. Bianchi, M. Cadei, C. Chesi, S. Maffei  
*Informatica umanistica*  
McGraw-Hill, 2010  
capitoli 1, 2, 3, 5, 6  
(tutti tranne linguistica)
- Fdl 2 aggiunge Calc – vedi sito

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

### 1, 2, 3, 4A e 4B

- [www.unibg.it/lazzari](http://www.unibg.it/lazzari)
- [www.pluriversiradio.it](http://www.pluriversiradio.it)
- [www.marcolazzari.net/blog](http://www.marcolazzari.net/blog)
- [www.ateneonline.it/lazzari](http://www.ateneonline.it/lazzari)

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

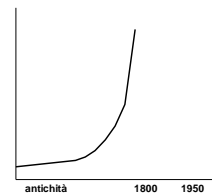
### Divagazione fondativa

- hardware
- software

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

### Computer e conoscenze

- la crescita del patrimonio delle conoscenze umane nel tempo
- gestire la crescita



Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## La marea dell'informazione

- Nel 1985 il numero dei documenti nel mondo raddoppiava ogni cinque anni.
- Nel 1989 raddoppiava ogni tre anni.
- Nel 1991 ogni anno.
- Nel 1994 ogni nove mesi.
- Nel 2010 ...

Marco Lazzari - Fondamenti di informatica



## La marea dell'informazione

- Nel 2007 calcolati 161 miliardi di Gigabytes di documenti, stimati 6 volte tanti entro il 2010
- Nel 2008 281 miliardi, stima 2010 rivista a 10 volte

Fonte: International Data Corporation

Marco Lazzari - Fondamenti di informatica



## Obiettivi

- **CONSAPEVOLEZZA:** capire le tecnologie, dominare gli strumenti
- nuovi bisogni, nuove opportunità
- *latinorum* degli informatici
- uso degli strumenti - l'informatica nella nostra esperienza

Marco Lazzari - Fondamenti di informatica



## Capire le tecnologie

- tecnologia come protesi relazionale:
  - per es.: con lo strumento informatico comunico meglio, più in fretta, con più corrispondenti, più efficacemente
- l'inversione della metafora:
  - dal "cervello elettronico" per spiegare l'informatica ai comuni mortali...
  - al "software della mente" per spiegare un evento comunicativo

Marco Lazzari - Fondamenti di informatica



## Capire le tecnologie

- dal sistema di calcolo con dispositivi di comunicazione
- al sistema di comunicazione con dispositivi di calcolo

Marco Lazzari - Fondamenti di informatica



## Capire le tecnologie

- Quest'anno le estrazioni dei numeri vincenti della lotteria Italia saranno fatte con sofisticati sistemi elettronici governati da supercomputer - e quindi nulla si potrà inceppare. (*l'ha detto il Telegiornale*)

Marco Lazzari - Fondamenti di informatica

## Capire le tecnologie

- C'è un grande computerone che raccoglie tutti i (300) voti. (*Antonella Clerici al Festival di Sanremo*)

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Bisogni e opportunità

- l'informatica è ovunque
- i datori di lavoro la richiedono
- informatica e discipline umanistiche
- informatica come strumento
- informatica come stimolo

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Bisogni e opportunità

- informatica e risparmio di tempo: le grandi innovazioni fanno risparmiare tempo
  - treno, aereo
  - telefono
  - fotocopiatrice
  - il sommario in Word

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Bisogni e opportunità

- informatica, comunicazione, relazioni: nuovi strumenti stimolano nuovi comportamenti
  - commercio elettronico
  - motori di ricerca - soluzione a mille perché
  - *social networks* come piazze elettroniche (o come consiglieri remoti)
  - *gli auguri telematici dei miei studenti*

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Nuovi comportamenti: il turista

- nuovi turisti digitali:
  - il 95% degli utenti internet usa un motore di ricerca per trovare informazioni o acquistare un viaggio o un servizio turistico
  - il 78% usa un motore di ricerca per trovare il sito di un hotel o di una compagnia aerea
  - il 66% sostiene che il web influenza sensibilmente nella scelta dei prodotti da acquistare
  - il 53% acquista viaggi/servizi turistici online

fonte: Esperia, 2006

## Nuova comunicazione turistica

- offerta turistica comunicata attraverso:
  - Internet
  - guide mobili digitali, iPod-guide
  - telefonini
  - WebTV

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Latinorum

- ... *basterà che tu faccia loro presente che il server ed il router hanno problemi di broadcasting (colpa del gateway) e che il push sullo stack rischia l'overflow e il crash di tutto il web.*

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Informatica?

- quale connotazione?
  - scienza: rappresentazione, trattamento dell'informazione
  - ingegneria: strumenti, prodotti, progetto, ciclo di vita
  - servizio: dalla parte dell'utente

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Informatica

- sistemi e metodi (tecnologie e processi) per:
  - creare
  - raccogliere
  - elaborare
  - immagazzinare
  - trasmettere informazioni con un elaboratore elettronico digitale

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Informatica

- riduzione dei tempi di elaborazione
- maggiore affidabilità (minore probabilità di errore)
- liberazione dell'uomo da incombenze noiose
- più facile e diffuso accesso a elaborazioni che richiederebbero all'uomo competenze poco comuni

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Terminologia

- calcolatore – computer – computer science
- elaboratore – ordinateurur
- macchina
- tecnologia dell'informazione – information technology
- e della telecomunicazione TIC – ICT

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Dati informazione conoscenza

- dato come sequenza di simboli
  - “3” “7” “,” “3”
  - attribuendo un significato ottengo un'informazione: febbre a 37,3
  - disponendo di regole per il trattamento dell'informazione, posso ottenerne conoscenza: “si sta a casa!”

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Linguaggi formali

- alfabeto finito di simboli
- grammatiche formali: regole sintattiche per specificare le combinazioni "ben formate" dei simboli
- semantiche formali: attribuzione di significati

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Codifica dell'informazione

- alfabeto binario
- binary digit – bit – 0 / 1
- dispositivi bistabili
  - foro in una scheda
  - polarizzazione magnetica
  - carica elettrica
  - passaggio di corrente
  - passaggio di luce

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Codifica dell'informazione

- disponibilità di matematica binaria affidabile
- 8 bit = 1 byte
- quante informazioni con n bit?

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Codifica dell'informazione

- 1 bit      0 1                      2 info
- 2 bit      00 01 10 11        4 info
- 3 bit      000 001 010 011  
              100 101 110 111 8 info
- n bit:     $2^n$  info

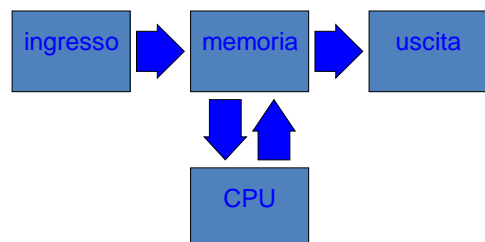
Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Equivalenze

Prefisso	sistema binario	SI
Kilo	$2^{10}$ (= 1.024)	$10^3$ (= 1.000)
Mega	$2^{20}$ (= 1.024 * 1.024)	$10^6$ (= 1.000.000)
Giga	$2^{30}$	$10^9$
Tera	$2^{40}$	$10^{12}$
Peta	$2^{50}$	$10^{15}$
Exa	$2^{60}$	$10^{18}$
Zetta	$2^{70}$	$10^{21}$
Yotta	$2^{80}$	$10^{24}$

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## La macchina di von Neumann

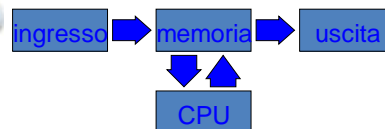


## La macchina di von Neumann

- **obiettivo**: calcolatore di uso generale
- dati e istruzioni con la **stessa codifica** su uno **stesso supporto** di memoria
- aritmetica **binaria**
- **separazione** fra memoria e processore

## La macchina di von Neumann

- collo di bottiglia: il bus di trasferimento da memoria a CPU (con semplici operazioni su grandi masse di dati la CPU è inoperosa)



## Ciclo di elaborazione dell'informazione

- informazione codificata in simboli su un supporto fisico
- supporto sottoposto a trasformazione per generare nuovi simboli
- i nuovi dati decodificati generano nuova informazione

## Attività di trattamento dell'informazione

- creazione [codifica; input]
- modifica [elaborazione; cancellazione]
- confronto [se ... allora ...]
- conservazione [memorizzazione]
- trasmissione [diffusione]

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Linguaggio macchina

- ogni cpu ha le proprie operazioni elementari → istruzioni eseguibili
- linguaggio macchina: insieme di istruzioni per una certa cpu
- calcolatori compatibili: le cpu hanno lo stesso linguaggio macchina

## Strumenti formali per l'elaborazione

- **algoritmo**: sequenza ordinata di passi per raggiungere un obiettivo
- **programma**: sequenza di istruzioni che implementano un algoritmo

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Paradigmi

- la macchina che esegue
- la macchina che ragiona
- la macchina che apprende
- *la macchina che si emoziona*

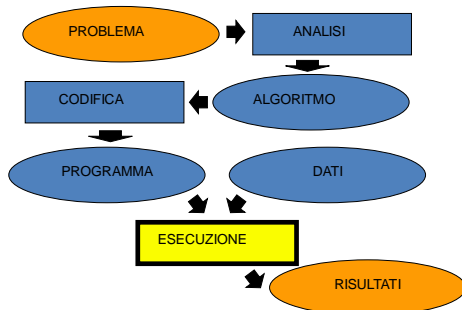
Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Paradigmi

- macchina operatrice
- macchina il cui comportamento simula comportamenti intelligenti
- macchina la cui struttura si ispira a quella del cervello e si propone come suo modello

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## La macchina che esegue



Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Le origini

- abaco e pallottoliere: greci, civiltà precolombiane, cinesi
- Pascal (1642) costruisce la *Pascaline*: somme
- Leibniz (1690) costruisce una calcolatrice: moltiplicazioni

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## XIX secolo

- Babbage (1812), macchina per le differenze: calcolo di tabelle numeriche
- Babbage ideò la *macchina analitica*, prefigurando i calcolatori programmabili
- Hollerith e il censimento americano 1890 (7anni/1mese)

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## L'impulso dalla II guerra

- la seconda guerra mondiale dà un forte impulso alla ricerca (calcoli balistici, interpretazione di codici cifrati)
- transizione dalla calcolatrice al calcolatore programmabile, dalla meccanica ai dispositivi elettrici

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Qualche esempio

- USA (1946): ENIAC Electronic Numerical Integrator And Calculator, valvole termoioniche, Univ. of Pennsylvania (J. Presper Eckert); **300 moltiplicazioni al secondo; clock: 1/100.000 di secondo;** programmazione tramite collegamento di circuiti

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Sintesi storica

Generazione	Tecnologia	Periodo
Prima	Valvole	1945-55
Seconda	Transistor	1955-65
Terza	Circuiti integrati	1965-80
Quarta	Microprocessori	1980-...



## Storia: prima generazione

- macchine costose, grosse, uniche o in pochi esemplari
- tecnologia: valvole termoioniche
- linguaggio di programmazione: linguaggio macchina
- usate da specialisti
- IBM serie 700

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Storia: terza generazione

- multiprogrammazione
- mainframe e minicomputer; general purpose
- time-sharing: ogni utente un terminale
- IBM serie 360/370; Digital PDP e VAX

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Quale informatica?

- informatica centralizzata: elaboratore centrale con terminali stupidi
- gestione centralizzata (il centro EDP)
- un solo elaboratore per molti utenti

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Storia: quarta generazione

- (Very) Large Scale Integration: microprocessori
- Intel, Motorola, Zilog
- Personal computer, workstation, elaborazione personale

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Storia: quarta generazione

- Apple II (1978)
- PC IBM (1981) e compatibili
- Apple Macintosh (1984)
- Microsoft: DOS, Windows

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Quale informatica?

- l'elaboratore (monoutente) per tutti
- interfaccia grafica amichevole
- strumenti di produttività individuale (fogli elettronici, trattamento di testi, grafica, archiviazione)

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Storia: quinta generazione?

- il computer è la rete
- l'informatica distribuita
- l'era di Internet
- l'era del Web
- l'era del Web 2.0

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Quale informatica?

- da multiutente a monoutente
- da interfaccia a caratteri a interfaccia grafica
- da stand-alone a rete
- da single-media a multi-media

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Hardware

- unità centrale + dispositivi I/O (periferiche)
- chassis – scheda madre – alimentatore – slot + schede di espansione
- microprocessore (CPU) – memoria centrale (RAM) - bus

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Classi di calcolatori

- velocità
- capacità di memoria
- affidabilità
- sicurezza
- periferiche
- connettività
- dimensioni / trasportabilità
- modularità
- scalabilità
- semplicità di interazione
- dotazione software
- prezzo

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Classi di calcolatori

- personal computer / home computer
  - desktop / tower / small form factor
- laptop (mobilità)
  - notebook / subnotebook / tablet PC / netbook
- Personal Digital Assistant (palmtop, handheld, pocket PC)
- console / media center / home theater

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Classi di calcolatori

- workstation
- minicomputer
- mainframe
- supercomputer
  - tutto è relativo: gli attuali PC sono centinaia di volte più veloci del Cray-1 che nel 1976 costava oltre 8 milioni di dollari

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Processore

- esegue istruzioni
- istruzioni prelevate dalla memoria
- i risultati sono scritti in memoria
- unità aritmetico logica (ALU)
- unità di controllo (UC)
- instruction register (IR)
- program counter (PC)
- registri aritmetici

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Ciclo del processore

- lettura da memoria (fetch)
- decodifica
- esecuzione
- scrittura

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Ciclo del processore

- passo dettato dal clock
- frequenza di clock => velocità
- hertz (impulsi al secondo)
- attualmente GHz (**miliardi**)
  - dell'ENIAC abbiamo detto:  
**clock: 1/100.000 di secondo**

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Memoria centrale

- memoria di supporto per la CPU
- RAM – Random Access Memory
- celle di memoria, gruppi di 8 bistabili
- circuiti elettronici integrati
- volatilità
- accesso diretto
- attualmente GB

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Memoria ROM

- Read Only Memory
- scritta in fase di produzione
- EPROM: Erasable Programmable
- istruzioni di inizializzazione
- bootstrap

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Memorie di massa

- memorie secondarie
- permanenza
- maggior capacità, minor costo
- minore velocità
- supporti rimovibili + drive
- backup

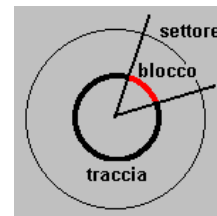
Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Memorie di massa

- memorie magnetiche: dischi
- floppy disk FD 3.5" 1.44MB
- hard disk HD vari piatti in vetro o lega d'alluminio ricoperti di uno strato ferromagnetico + perno di rotazione 3.5"/2.5" 100GB – 2TB
- lettura / scrittura: testine
- HD sempre in rotazione, FD solo se

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Dischi magnetici



Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Dischi magnetici

- formattazione
- (de)frammentazione
- ridondanza: dischi RAID (affidabilità)

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Evoluzione del PC

Caratteristica	1981	1991	1996	2010
CPU	8088	80486	Pentium	Pentium Dual Core
Frequenza di clock	4.77 MHz	50 MHz	120 MHz	2.7 GHz
Memoria centrale (max)	256 KB	64 MB	128 MB	4 GB
Schermo (densità)	320x200	640x480	1024x768	1440x900
Schermo (colori)	4	256	24 bit	32 bit
Hard disc (capacità)	10 MB	640 MB	1.2 GB	500 GB
Floppy disc (dimensioni)	5.25"	3.5"	3.5"	Chi?!
Floppy disc (capacità)	360 KB	1.44 MB	1.44 MB	Che?!

## Nastri magnetici

- nastro di plastica ricoperto di materiale ferroamagnetico
- grande capacità 1TB
- accesso sequenziale (lento)
- strumenti di backup

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Dischi ottici

- letti tramite laser
- spirale pit land
- grande capacità
- CD luce rossa 700MB
- DVD luce infrarossa 4.7-8.5GB
- BD blue ray luce blu-violetta 25-50GB

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Memorie flash

- EEPROM Electrically EPROM
- scrittura via processi elettrici
- capacità intermedia fra RAM e HD – 32GB
- costo ridotto
- memory card / USB
- 1.000.000 di operazioni di scrittura

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Località e cache

- principio di località temporale: un programma *facilmente* torna a riusare la stessa cella
- principio di località spaziale: un programma *facilmente* usa celle vicine
- una cache per M è una memoria più piccola e veloce di M, che mantiene copia degli ultimi dati usati in M

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Gerarchia di memoria

- registri: in CPU, max velocità, centinaia di byte
- cache di livello 1, 2, 3: in CPU, decine di KB, >512 KB, > 2 MB
- memoria centrale
- dischi interni
- dischi esterni

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Periferiche

- dispositivo esterno collegato da interfaccia fra bus e dispositivo
- interfaccia integrata su scheda madre o scheda di espansione su slot
- su laptop schede di esp. su PC card
- le interfacce usb sono ormai standard

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Periferiche

- comunicazione seriale: 1 bit
- comunicazione parallela: 1 byte
- un dispositivo può offrire varie interfacce di comunicazione

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Connessioni in un PC

- connettore interno all'UC per connettere lettore floppy a controller
- connettori interni paralleli e seriali per dischi rigidi
- connettori PS/2 per tastiera e mouse
- connettore video
- connettori minipack per scheda audio verso microfono, speaker, ...

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Connessioni in un PC

- porta parallela (Centronics, printer port) per stampante
- connettore RJ11 per connettere modem/fax a linea telefonica
- connettore RJ45 per rete
- connettori USB per connessione seriale di interfaccia USB a...
- connettori FireWire per connessione seriale simile a USB

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Connessioni in un PC

- interfaccia infrarossa IrDA per collegamento seriale a infrarossi di mouse, tastiere, stampanti
- interfaccia Bluetooth per collegamento seriale wireless (onde radio) simile a IrDa

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Tastiera

- tasti alfanumerici
- tasti modificatori (shift, ctrl, ...)
- tastierino numerico (BlocNum!!!)
- tasti funzione (F1 help)
- frecce

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Video

- dimensione dell'immagine: diagonale in pollici (3" 15" 17" 24")
- rapporto d'aspetto: 4:3 16:9
- risoluzione: numero di pixel (1024x768 1280x1024 1680x1050)
- profondità di colore: milioni di colori, 24 bit, 32 bit
- luminosità, contrasto, frequenza di aggiornamento, angolo di visibilità

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Video

- raggi catodici (CRT)
- cristalli liquidi
- plasma

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Altro I/O

- dispositivi di puntamento
- stampanti
  - formato
  - colori
  - risoluzione DPI (dots per inch) 300 9600
  - velocità ppm (pages per minute)
  - multifunzione / di rete
  - getto / laser / impatto

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Acquisizione immagini

- digitalizzazione
- scanner piano / manuale / per pellicola
- profondità di colore (24 bit)
- risoluzione ppi (pixels per inch) 1200 / 5400 – 19200 risoluzione interpolata
- riconoscimento dei caratteri (OCR)
- macchine fotografiche
- lettori di codici

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Linguaggi e programmi

- linguaggio macchina
- linguaggi assembleri: le istruzioni binarie sono associate a istruzioni mnemoniche in inglese “ADD”
- programmi assembleri: leggono assembler, generano linguaggio macchina

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Linguaggi e programmi

- linguaggio di programmazione (ad alto livello)
- i comandi corrispondono a complesse sequenze in linguaggio macchina
- compilatori / interpreti
- macchina astratta

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Software

- applicativo: programmi che risolvono particolari problemi in determinati ambienti
  - videoscrittura
  - foglio elettronico
  - presentazioni multimediali
  - gestioni di basi di dati
- di base: programmi che consentono l'interazione con il calcolatore

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Sistema operativo

- architettura a macchine virtuali (a strati)
  - nucleo (kernel): gestisce la cpu
  - gestore memoria: g. l'allocazione della ram ai programmi in esecuzione
  - gestore dispositivi: g. periferiche e operazioni I/O
  - file system: g. le informazioni nella memoria di massa
  - gestore rete: g. le comunicazioni con altre macchine
  - interprete dei comandi: g. l'interazione con l'utente

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Gestione CPU

- primi calcolatori monoprogrammati, un solo programma, no S.O.
- batch: job costituito da più lotti di schede (programmi); monitor che gestisce, job control language
- recupero tempi di I/O;
- multiprogrammazione: più programmi in memoria

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Gestione CPU

- videoterminali collegati contemporaneamente
- I/O bound: soprattutto I/O
- CPU bound: soprattutto elaborazione
- time sharing / multitasking: parallelismo virtuale
- processo: pronto esecuzione attesa; quanto di tempo o interrupt
- context swapping: salvataggio registri

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Gestione CPU

- nei PC monoutente il multitasking fa lavorare in contemporanea più processi
- finestra attiva – processo in foreground
- processi in background

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Gestione memoria

- controllare con efficienza la RAM
- garantire lo spazio per i processi
- proteggere lo spazio allocato da intrusioni di altri processi
- gestire aree dati comuni a più processi (concorrenza) e lo scambio di messaggi

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica

## Gestione memoria

- memoria virtuale: ogni processo dispone di uno spazio di indirizzamento virtuale, come se avesse a disposizione tutta la RAM
- se non c'è memoria libera a sufficienza, si fa swapping su disco, in base al principio di località

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Gestione dei file

- file system; file manager
- struttura logica gerarchica
- radice, cartelle, files
- pathname:
  - c:\lezioni\fondamenti\lucidi.ppt
  - /usr/lazarus/doc/paper
- riferimenti / collegamenti / link

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Gestione dei file

- formato
- dimensioni
- data e ora di creazione
- data e ora dell'ultima modifica
- autorizzazioni

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Gestione delle interazioni

- interazione uomo – calcolatore locale (videoscrittura)
- interazione uomo – calcolatore remoto (client server)
- interazione tra uomini mediata dal calcolatore (chat)

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica



## Interfaccia utente

- a caratteri / grafica
- autenticazione
  - dimostrazione di conoscenza: credenziali d'accesso (user name e password)
  - dimostrazione di possesso: l'utente deve possedere un oggetto fisico, per es. smart card
  - dimostrazione di caratteristiche fisiche: fingerprint scanner

Marco Lazzari – Fondamenti di informatica