



Corso di Laurea in Informatica
III Anno Triennale
Programmazione Distribuita – Classe 1



Un prologo ai Sistemi Distribuiti

Delfina Malandrino

dmalandrino@unisa.it

<http://www.unisa.it/docenti/delfinamalandrino>

1

Organizzazione della lezione

- Visioni del futuro ... dal passato
- I Sistemi Distribuiti ...
 - ... Perché?
 - Come si caratterizzano?
- Conclusioni



2

Organizzazione della lezione

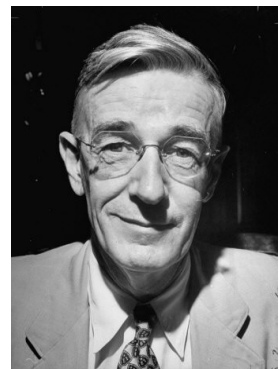
- Visioni del futuro ... dal passato
- I Sistemi Distribuiti ...
 - ... Perché?
 - Come si caratterizzano?
- Conclusioni



3

Vannevar Bush (1945) La sua visione

- Coordina la ricerca militare USA dell'epoca
 - progetto Manhattan (bomba atomica)
 - progetto per ENIAC: primo calcolatore elettronico
- Su Atlantic Monthly, scrive "As we may think"
- Dall'esperienza fatta sorge la necessità di organizzare le informazioni in maniera più produttiva
 - Precursore degli ipertesti



4

Vannevar Bush (1945)

La sua tesi

- “Siamo alle soglie di una nuova era: l'era delle informazioni”
- “Dobbiamo trovare una maniera per facilitare l'accesso e l'organizzazione delle informazioni in maniera più intuitiva”
- Presenta il “Memex” per mettere in relazione informazioni in maniera simile al cervello umano

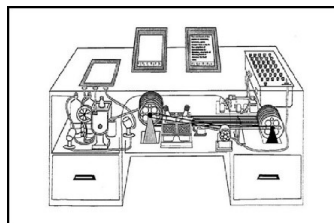


5

Vannevar Bush (1945)

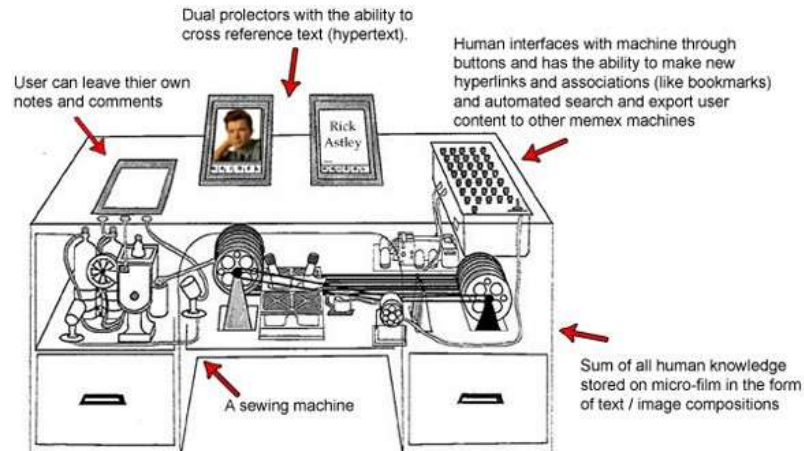
La sua tesi

- Memex: Il primo ipertesto!
- Organizzato come un **sistema distribuito**:
 - “It consists of a desk, and while it can presumably be operated from a distance, it is primarily the piece of furniture at which he works.”
 - “mesh of associative trails [...] ready to be dropped into the memex”
 - “a device in which an individual stores all his books, records, and communications, and which is mechanised so that it may be consulted with exceeding speed and flexibility”



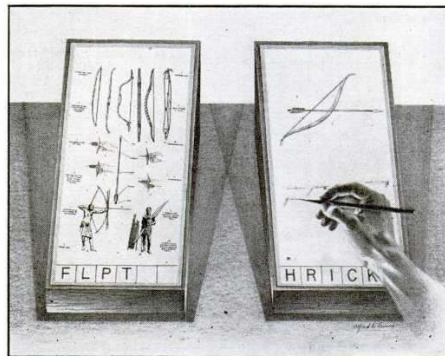
6

Vannevar Bush (1945) Come sarebbe apparso il Memex



7

Vannevar Bush (1945) Alcune altre visioni



MEMEX IN USE is shown here. On one transparent screen the operator of the future writes notes and commentary dealing with reference material which is projected on the screen at left. Insertion of the proper code symbols at the bottom of right-hand screen will tie the new item to the earlier one after notes are photographed on supermicrofilm.

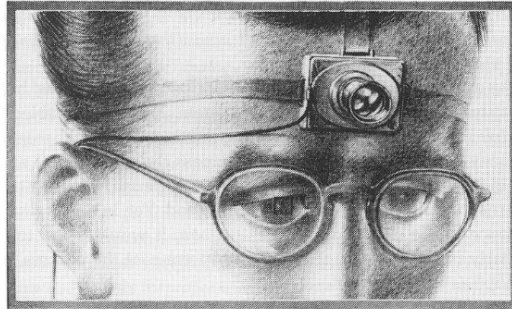
Indovinato?

Touchscreen!

8

Vannevar Bush (1945)

Alcune altre visioni



A scientist of the future records experiments with a tiny camera fitted with universal-focus lens. The small square in the eyeglass at the left sights the object (*LIFE* 19(11), p. 112).

Indovinato?

Google Glass!

9

John Licklider

La rete come computer

- Pioniere dell'Informatica degli anni '60
 - Vice-Presidente di Bolt Beranek and Newman (BBN): primo router, primo computer time-sharing, Logo, games, etc.
 - DARPA: progettazione di ARPANet
- Studia la comunicazione e l'uso dei computer in rete
 - propone il concetto di **rete galattica**
 - **rete di computer interconnessi da cui ciascun utente può accedere ai dati ed ai programmi da qualunque postazione**
- Anticipa diversi trend e risultati tecnologici recenti
 - le reti, Internet, cloud computing, social network, ...



10

John Licklider Intergalactic Computer Network

- Nel 1963, scrive un memorandum per un gruppo di lavoro che conduceva a DARPA
- Lo intitola: "Memorandum For Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network"
- Alcuni argomenti che vengono trattati:
 - eterogeneità dei linguaggi di programmazione e dei (nascendi) linguaggi di controllo della comunicazione
 - necessità di un linguaggio di comunicazione intermedio e indipendente (⇒TCP!)
 - scenario in cui uno scienziato usa programmi e dati disponibili sulla rete (Cloud!)

11

John Licklider Intergalactic Computer Network

- Articolo del 1969, propone il "COMPUTER" come mezzo di comunicazione
- Enfatizzando la comunicazione, porta come esempio l'uso dei computer e della rete per gestire un meeting
- Anticipando sia le video conferenze, sia la collaborazione su rete, sia anche i sistemi di supporto alle decisioni per meeting co-locati



12

John Licklider

Computer as a Communication Device

Research

Take any problem worthy of the name, and you find only a few people who can contribute effectively to its solution. . . Bring these people together physically in one place to form a team, and you have trouble. . . There has to be some way of facilitating communication among people without bringing them together in one place.



L'impatto di Internet sulla ricerca, oggi

Riviste elettroniche, videoconferenze, electronic reviews ...

13

John Licklider

Computer as a Communication Device

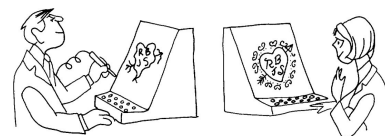
On-line interactive communities

But let us be optimistic. What will on-line interactive communities be like? In most fields they will consist of geographically separated members, sometimes grouped in small clusters and sometimes working individually. They will be communities not of common location, but of common interest. In each field, the overall community of interest will be large enough to support a comprehensive system of field-oriented programs and data.



Comunità online

orientati a campi particolari, social networks...



14

Thomas J. Watson

Una famosa citazione sulla quantità di computer al mondo

Thomas J. Watson (?)

*I think there is a world market for
maybe five computers*

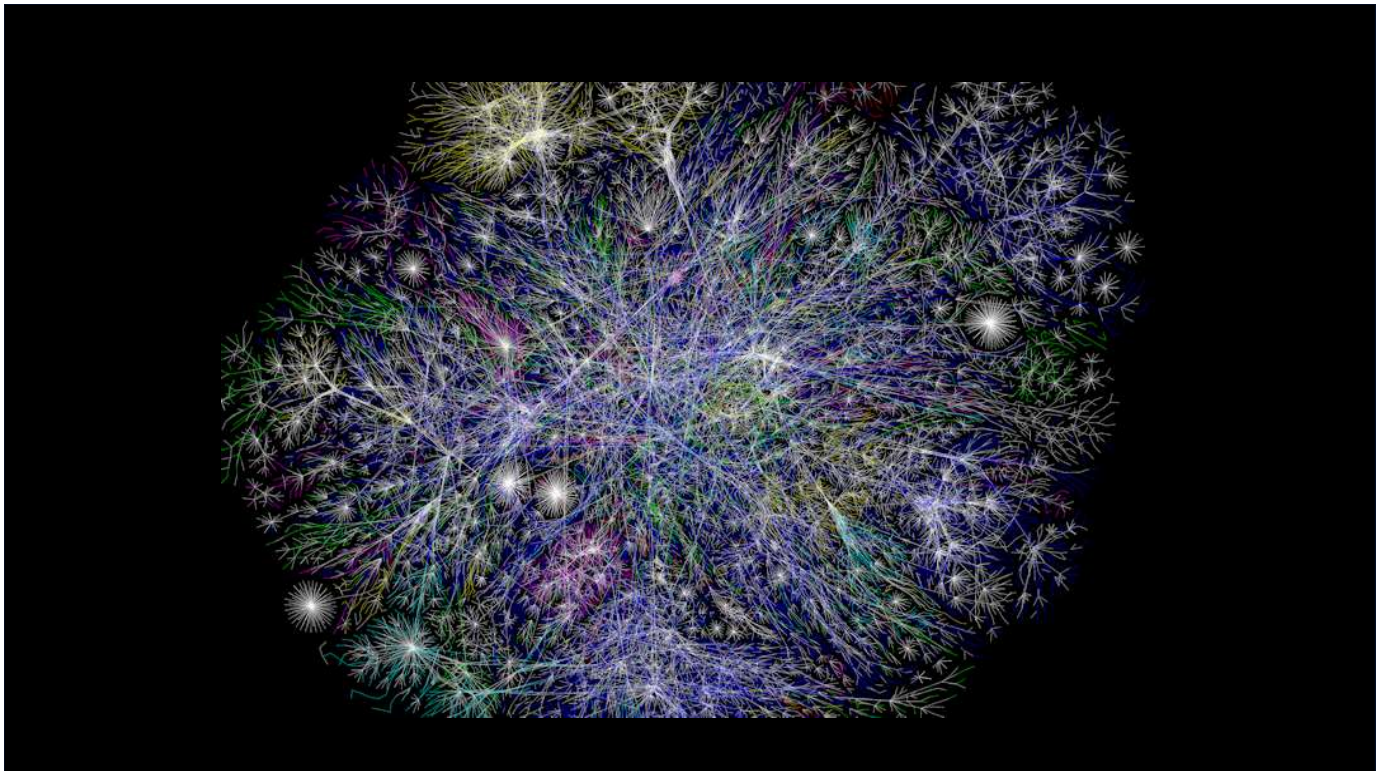
Presidente dell' IBM, 1943

Forse derivata da Howard

Aiken: *"Four or five computers
could meet all of the United
Kingdom's computing needs."*

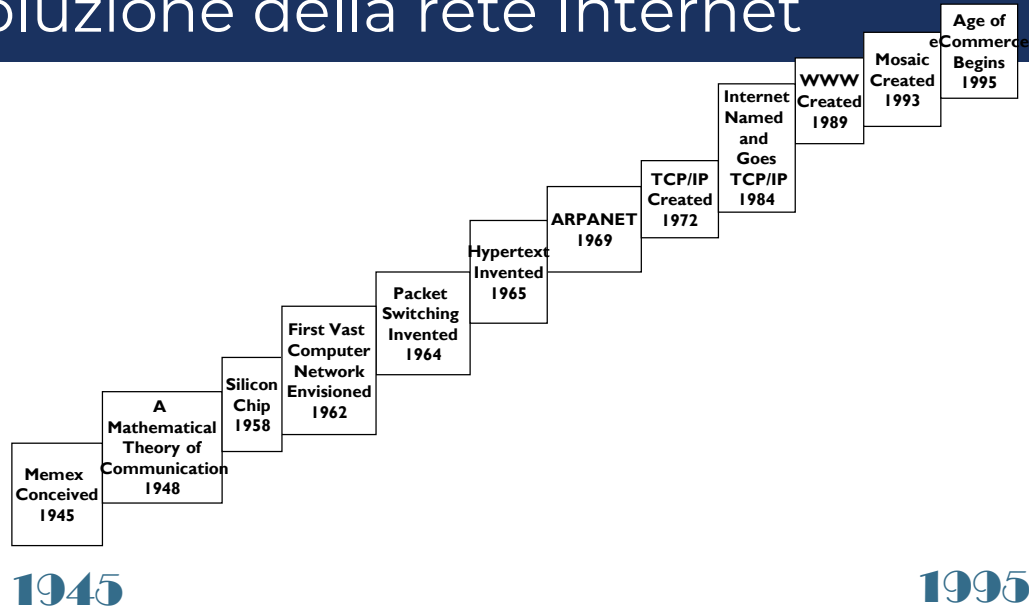


15



16

Evoluzione della rete Internet

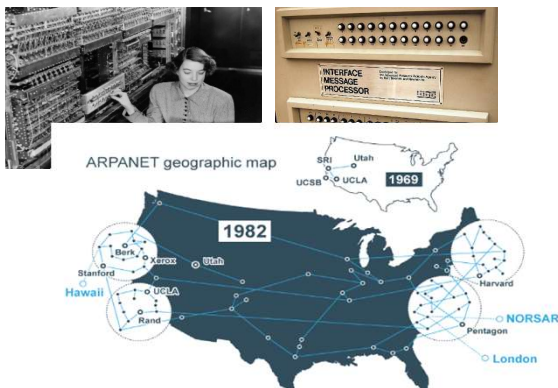


17

Dalla Victorian Internet ad oggi

Il passato...

- Alla fine del 1969, quattro computer vengono connessi tra di loro in quella che è l'inizio si ARPANET, così comincia la crescita di Internet



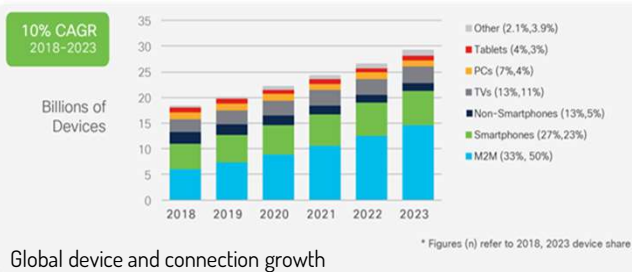
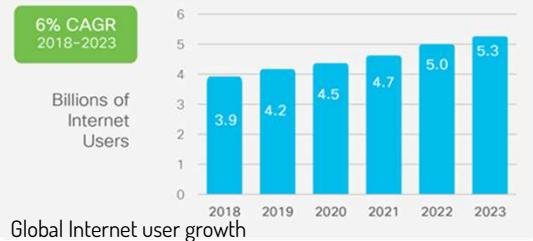
... il presente

- Internet non è più un progetto di ricerca
- Il traffico stimato è di diversi petabytes al giorno
- Continua a crescere rapidamente
 - In taglia e funzionalità



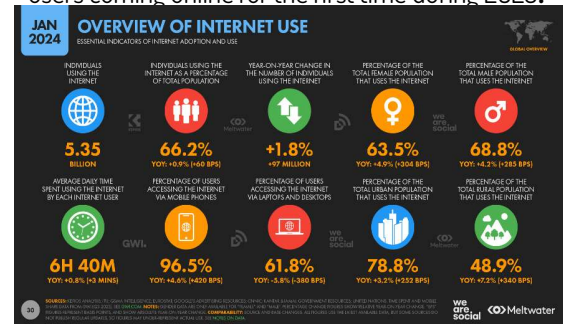
18

Internet ... Oggi



INTERNET USE IN 2024

There are **5.35 billion** people using the internet in 2024, equating to **66.2 percent** of the world's total population. Internet users have grown by **1.8 percent** over the past year, with **97 million** new users coming online for the first time during 2023.

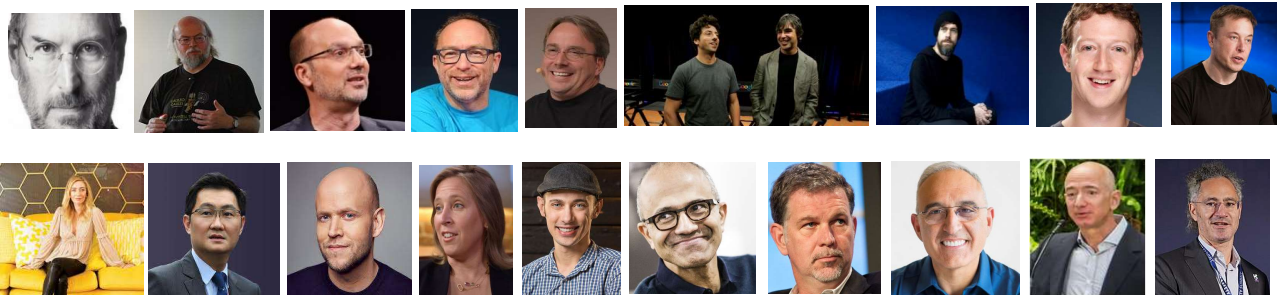


19

Le altre figure... & Powerful People in Tech

Steve Jobs (**Apple**), James Gosling (**Java**), Andy Rubin (**Android**), Jimmy Wales (**Wikipedia**), Linus Torvalds (**Linux**), Larry Page & Sergey Brin (**Google**), Jack Dorsey (**Twitter**), Mark Zuckerberg (**Facebook**), Elon Musk (**Tesla and Space X**), Whitney Wolfe Herd (**Tinder, Bumble**), Ma Huateng (**Tik Tok**), Daniel Ek (**Spotify**), Susan Wojcicki (**Youtube, Google**), Tobias Lütke (**Shopify**), Satya Nadella (**Microsoft**), Reed Hastings (**Netflix**), Antonio Neri (**Hewlett Packard Enterprise**), Jeff Bezos (**Amazon**), Alex Karp (**Palantir**)

Neil Gunther (computational scalability), Meredith Whittaker (AI ethicist), Jack Ma (ex CEO Alibaba Group), Salman "Sal" Amin Khan (technology in education), John N.T. Shanahan (Director Artificial Intelligence Defense), Jack Welch (CEO GE), Ed Catmull (Pixar), ...



20

Oggi Internet è anche questo...



Internet of things

Evoluzione dell'uso della Rete: gli oggetti (le "cose") si rendono riconoscibili e acquisiscono intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su se stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri

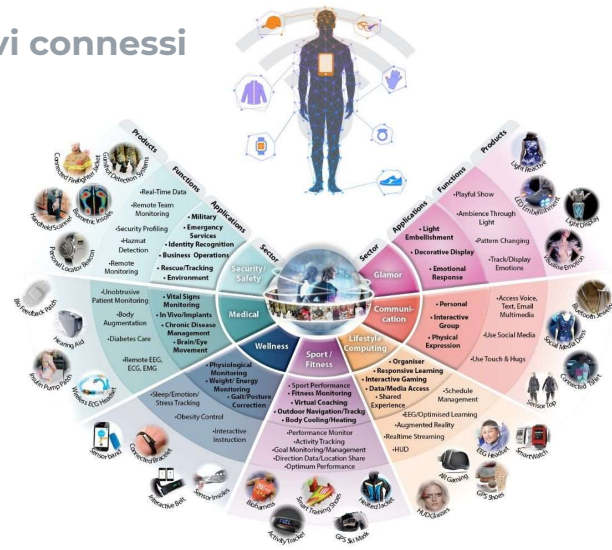
21

Oggi Internet è anche questo...

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Svariate applicazioni per dispositivi connessi

- Glamor
- Communication
- Lifestyle Computing
- Sport & Fitness
- Wellness
- Medical
- Security & Safety



22

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Wearable devices: Sport & Fitness

- **Dispositivo indossabile:** fa parte di una tipologia di dispositivi elettronici che si indossano e hanno funzioni quali notificatori collegati allo smartphone con il wireless, le onde medie FM o più spesso con il Bluetooth
- Tracciamento dei parametri vitali e delle attività fisiche
- Questa categoria include:
 - contapassi, basata sui movimenti del giroscopio
 - **rilevamento del battito cardiaco, della saturazione del sangue e della pressione sanguigna**, tramite l'apposito sensore a contatto con la pelle
 - monitoraggio della qualità del sonno, distinguendo tra fase di veglia, sonno lieve e sonno profondo



23

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Wearable devices: Sport & Fitness

- E' in grado di raccogliere, memorizzare e scambiare informazioni da e verso l'ambiente circostante, come un dispositivo IoT
- Diventa un'interfaccia capace di "sentire" modalità e frequenza di contatto con la pelle e monitorare diversi parametri (battito cardiaco, respirazione, la temperatura corporea, ecc.)
- Nell'abbigliamento, un capo può essere reso smart attraverso:
 - l'inserimento di dispositivi IoT
 - realizzazione di particolari tessuti che lo "elettrofichino": da fibre a cavi, che trasmettano e ricevano segnali

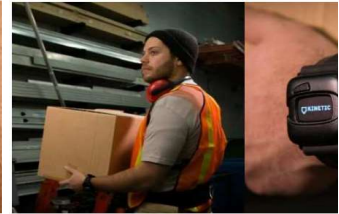
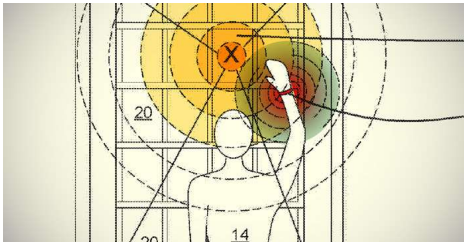


24

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Wearable devices: Sport & Fitness

- Computer da polso per rendere più rapida l'individuazione dei prodotti da impacchettare e spedire ai clienti.
- Il dispositivo controlla i movimenti dei lavoratori e vibra in caso di errore, aiutando a individuare velocemente i prodotti
 - con ordine automaticamente indirizzato sul braccialeto



25

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Smart home and IoT

Svariate applicazioni per dispositivi connessi



26

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Smart home and IoT

Svariate applicazioni per dispositivi connessi

- Un assistente virtuale intelligente (IVA) o un assistente personale intelligente (IPA) è un agente software in grado di eseguire attività o servizi per un individuo in base a comandi o domande
 - Leggere news su un determinato argomento
 - Comunicare risultati delle partite e previsioni del tempo
 - Avviare la tua musica preferita
 - Aprire la fotocamera
 - Controllare il calendario degli appuntamenti
 - Creare una lista della spesa
 - Pianificare un viaggio
 - Inviare un sms o un messaggio Whatsapp
 - Impostare la sveglia
 - ...



Owning a smart home is more accessible than ever, thanks to the multitude of available connected devices and systems

27

Le nuove tecnologie nella vita odierna

Internet of Bodies

Svariate applicazioni per dispositivi connessi

The human body as the latest data platform:
Quando l'Internet of Things (IoT) si connette al corpo, il risultato è l'Internet of Bodies (IoB)

Estensione dell'IoT - collega il corpo umano a una rete attraverso dispositivi che vengono ingeriti, impiantati o collegati in qualche modo al corpo

Una volta connesso, i dati possono essere scambiati e il corpo e il dispositivo possono essere monitorati e controllati da remoto



28

Organizzazione della lezione

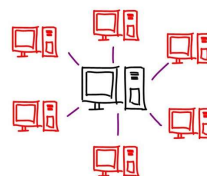
- Visioni del futuro ... dal passato
- I Sistemi Distribuiti ...
 - ... Perché?
 - Come si caratterizzano?
- Conclusioni



29

Sistema distribuito Definizione

- Un Sistema Distribuito consiste di:
 - un insieme di macchine, gestite in maniera autonoma ed indipendente
 - connesse attraverso una rete
- Ogni nodo coordina il proprio lavoro attraverso uno strato di software, detto *middleware*
 - che permette all'utente (o al programmatore/progettista) di percepire il sistema come un'unica entità



30

Un approccio metodologico Perché?

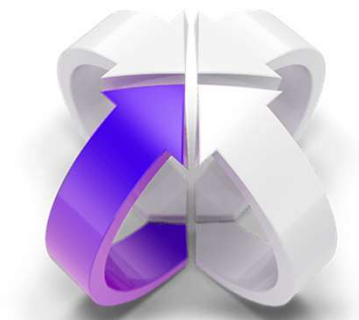
- Il successo o l'insuccesso delle innovazioni non capita "per caso"
 - L'ingegno, l'intuito, il duro lavoro, la preparazione servono a intuire che le condizioni sono mature per una innovazione "strabiliante"
- In generale, i sistemi distribuiti rispondono a motivazioni sia di tipo **economico** che di **natura tecnologica**

31

Un approccio metodologico Perché?

Motivazioni di tipo economico

- Per quanto riguarda il **contesto sociale ed economico**, i sistemi distribuiti rispondono in maniera precisa:
 - alle esigenze ed alle richieste della economia di mercato che è caratterizzata da numerose e frequenti **acquisizioni, integrazioni e fusioni di aziende**



32

Un approccio metodologico Perché?

Motivazioni di tipo economico

■ Integrazione ...

- Quindi, la necessità di affrontare in tempi brevi l'integrazione dei sistemi di Information Technology di aziende diverse, che si sono fuse insieme, richiede una infrastruttura versatile e agile, che permetta di poter essere operativi in pochissimo tempo



■ ... ma anche downsizing

- Sistemi informativi di aziende separate dalla "casa madre" in un meccanismo di cosiddetto "downsizing"
 - Richiesto un certo livello di integrazione con le aziende del gruppo, in una sorta di federazione di sistemi che complica la gestione, prevedendo tre livelli di accesso al sistema informativo:
 - dall'interno della azienda, dall'interno della federazione di aziende e dall'esterno



33

Un approccio metodologico Perché?

Motivazioni di tipo tecnologico

- Insieme alle motivazioni economiche, la tecnologia offre diverse motivazioni all'introduzione dei sistemi distribuiti
- **Lo sviluppo dell'informatica è sempre stato condotto dal rapidissimo sviluppo delle tecnologie hardware.** Le capacità di calcolo, comunicazione, memorizzazione che vengono oggi offerte verranno rapidamente superate nel giro di pochissimi anni

34

Un approccio metodologico Perché?

Motivazioni di tipo tecnologico

- Questo sviluppo continuo, a cui assistiamo da diverse decine di anni, ha condotto allo sviluppo di tecniche e metodi per lo sviluppo e la progettazione di sistemi software complessi, in grado di poter utilizzare al meglio queste componenti di sempre maggiori prestazioni
- Infatti, se la tecnologia offre macchine sempre più potenti ed economiche, interconnesse sempre di più e con link sempre più veloci ed affidabili, la sfida che viene posta alle tecnologie per realizzare in tempi brevi sistemi complessi ed affidabili risulta sempre più stimolante

37

Un approccio metodologico Perché?

- Oggi la **“platea” sono gli utenti di Internet**: numero enorme di utenti
 - deve essere possibile accomodare picchi di carico aggiungendo risorse (i sistemi centralizzati non “scalano”)
 - **I sistemi distribuiti sono capaci di poter reggere meglio dei sistemi centralizzati o client-server** agli improvvisi picchi di carico e quindi rispondono anche a questa esigenza di assicurare la scalabilità del servizio che forniscono in “ogni” condizione.

38

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

- Lo sviluppo di una rete dipende dalla utilità che questa porta ad una platea di utenti
 - quanto più ampiamente utilizzabili sono i servizi che si possono immaginare, tanto maggiore è il loro valore commerciale, permettendo investimenti
- Le leggi di Reed, Sarnoff, Metcalfe sono tre leggi che definiscono il valore di una rete con riferimento al numero di connessioni

39

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

Legata a televisione e radio

- **Sarnoff's law**: il valore o utilità di una rete di broadcast (rete di trasmissione tradizionale) è direttamente proporzionale al numero di utenti (spettatori o ascoltatori): $V = a \cdot N$
 - una rete con 100 membri ha 10 volte più valore di una rete con 10
 - Valore della rete N, con due reti il valore è N+M
- **Rete di trasmissione tradizionale**: il contenuto viene distribuito da un punto centrale (l'emittente) a molti ricevitori (gli spettatori), senza interazione diretta tra gli spettatori stessi
- Più persone sono collegate, maggiore è il valore della rete, come sanno bene i pubblicitari



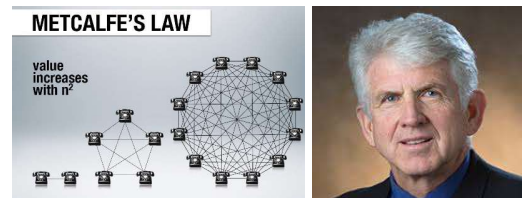
40

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

Sviluppata inizialmente per Ethernet

- **Metcalfe's law:** il valore di una rete di comunicazione è direttamente proporzionale al quadrato del numero degli utenti (numero delle persone collegate): $V = a \cdot N + b \cdot N^2$
- **Concetto base:** L'idea centrale è che ogni nuovo utente aggiunto a una rete non solo crea valore per se stesso, ma aumenta il valore della rete per tutti gli utenti esistenti creando nuove possibili connessioni
 - Posso comunicare con ogni altro nodo della rete
 - Valore della rete N^2 con due reti il valore è: $N^2 + N^2 + 2NM$
 - Indicando con n il numero degli utenti, il numero massimo di connessioni possibili è:
 - $n(n-1)/2$
 - che è asintotico a n^2 per valori grandi di n
- **Applicazione:** Reti di comunicazione bidirezionali (es. telefoni, email, social media)

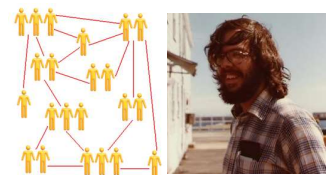


41

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

- **Reed's law:** il valore di una rete sociale (che supporta la formazione di gruppi) è direttamente proporzionale ad una funzione esponenziale in N : $V = a \cdot N + b \cdot N^2 + c \cdot 2^N$
 - Valore della rete 2^N , con due reti il valore è: $2^N \times 2^M$
 - L'utilità delle grandi reti, formate da reti di reti (con particolare riferimento alle reti di relazione sociale) cresce esponenzialmente con la dimensione della rete
- **Concetto base:** il valore di una rete non deriva solo dalle connessioni uno-a-uno (come nella legge di Metcalfe), ma anche dalla capacità degli utenti di formare gruppi e sottogruppi
 - Il valore di una rete, Internet in particolare, cresce in modo esponenziale associato a gruppi con interessi comuni, che condividono idee, interessi, obiettivi e che abbiano un senso di appartenenza

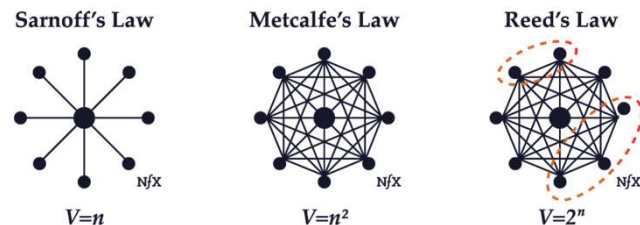


42

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

- Il valore di una rete può quindi essere lineare (Sarnoff), quadratico (Metcalfe) o esponenziale (Reed)
 - Dipende dall'uso che ne viene fatto
 - Se viene distribuito contenuto, il valore è lineare
 - Se vengono consentite transazioni, commercio elettronico, il valore è quadratico
 - Con lo sviluppo delle comunità è esponenziale. Per chi investe in rete sembrerebbe ovvio (ma non succede spesso) puntare sulla legge di Reed



43

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

- Le leggi empiriche di Sarnoff, Metcalfe e Reed sono importanti per diverse ragioni:
 - **Comprensione del valore delle reti:** Queste leggi forniscono modelli per quantificare e prevedere il valore delle reti in base al numero di utenti. Questo è cruciale per valutare il potenziale di crescita e il valore economico delle piattaforme digitali
 - **Guida per le strategie di business:** Aiutano le aziende a formulare strategie di crescita, pricing e monetizzazione e a giustificare investimenti iniziali significativi per acquisire una base utenti critica
 - **Progettazione di prodotti e servizi:** Influenzano il design di prodotti digitali, enfatizzando l'importanza di funzionalità che facilitano le connessioni tra utenti (Metcalfe) o la formazione di gruppi (Reed)
 - **Analisi dell'evoluzione tecnologica:** Aiutano a comprendere perché alcune tecnologie si diffondono rapidamente una volta raggiunta una certa massa critica

44

Un approccio metodologico Le leggi che regolano le reti

Perché?

- Le leggi empiriche di Sarnoff, Metcalfe e Reed sono importanti per diverse ragioni:
 - **Modelli predittivi:** Offrono framework per prevedere la crescita potenziale e il successo di nuove piattaforme o tecnologie di rete
 - **Ottimizzazione delle risorse:** Aiutano le organizzazioni a decidere dove allocare risorse per massimizzare il valore della rete
 - **Comprensione dell'importanza della scalabilità:** Sottolineano perché la scalabilità è così cruciale nel mondo digitale e come può tradursi in vantaggio competitivo

45

Organizzazione della lezione

- Visioni del futuro . . . dal passato
- I Sistemi Distribuiti . . .
 - ... Perché?
 - Come si caratterizzano?
- Conclusioni



46

Le keyword di un sistema distribuito

- Remoto
- Concorrenza
- Assenza di uno stato globale
- Malfunzionamenti parziali
- Eterogeneità
- Autonomia
- Evoluzione
- Mobilità

47

Le keyword di un sistema distribuito

- **Remoto**
 - componenti locali/remote
 - componenti potenzialmente localizzate su macchine diverse

48

Le keyword di un sistema distribuito

■ Concorrenza

- Un sistema distribuito è per sua stessa natura concorrente
 - contemporanea esecuzione di due (o più) istruzioni è possibile, su macchine diverse
 - non esistono strumenti come lock e semafori che sulle architetture multiprocessore (multicore), strettamente accoppiate, permettono di gestire in maniera più “semplice” la sincronizzazione

49

Le keyword di un sistema distribuito

■ Assenza di uno stato globale

- Non esiste una maniera per poter determinare lo stato globale del sistema, in quanto la distanza e la eterogeneità del sistema non permette di definire con certezza lo stato in cui si trova ciascun nodo

50

Le keyword di un sistema distribuito

■ Malfunzionamenti parziali

- Ogni componente di un sistema distribuito può smettere di funzionare correttamente, in maniera indipendente dalle altre componenti e questo fallimento non deve inficiare le funzionalità che sono localizzate altrove

51

Le keyword di un sistema distribuito

■ Eterogeneità

- Un sistema distribuito per sua stessa definizione è eterogeneo per tecnologia sia hardware che software
- L'eterogeneità si realizza in tutti i contesti:
 - hardware
 - sistema operativo
 - rete di comunicazione
 - protocolli di rete
 - linguaggi di programmazione
 - applicazioni, etc.

52

Le keyword di un sistema distribuito

■ Autonomia

- Un sistema distribuito non ha un singolo punto dal quale esso può essere controllato, coordinato e gestito
- La collaborazione va ottenuta mediando le richieste del sistema distribuito con quelle del sistema che gestisce ciascun nodo, tramite politiche di condivisione e di accesso, formalmente specificate e rigidamente applicate

53

Le keyword di un sistema distribuito

■ Evoluzione

- I sistemi distribuiti devono assecondare la evoluzione dell'ambiente all'interno del quale vengono realizzati e forniscono le loro funzionalità
- Un sistema distribuito può cambiare anche in maniera sostanziale durante la sua vita, sia perché cambia l'ambiente sia perché cambia la tecnologia utilizzata
- La flessibilità di un sistema distribuito deve assicurare che la migrazione verso ambienti diversi, tecnologie differenti e applicazioni nuove può essere assecondata con successo e senza costi eccessivi

54

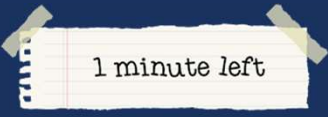
Le keyword di un sistema distribuito

■ Mobilità

- Mobilità dei nodi e delle risorse (ad esempio, dati) all'interno del sistema in modo da poter adattare al meglio le prestazioni del sistema

55

Conclusioni


 1 minute left

- Visioni del futuro . . . dal passato
- I Sistemi Distribuiti . . .
 - ... Perché?
 - Come si caratterizzano?
- Conclusioni



Nelle prossime lezioni:

- ❑ Open Distributed Processing: un modello di riferimento
- ❑ La trasparenza di un Sistema Distribuito
- ❑ Middleware

56

1 - Prologo ai Sistemi Distribuiti

Un esempio di note delle lezioni

Schema della lezione:

Obiettivo: Introdurre i sistemi distribuiti, prima attraverso le visioni dei pionieri dell'informatica che ne hanno intuito utilità, impatto ed usi, poi attraverso la definizione e una serie di considerazioni

- Prologo
- Visioni del futuro... dal passato
- Sistemi Distribuiti:
 - perché?
 - come si caratterizzano?

Materiale bibliografico:

- Scarano, "Programmazione con Oggetti Distribuiti: Java RMI". Cap. 1, par. 1.1
- La legge di Moore: su Wikipedia, solo l'enunciato
- La legge di Reed: *"That Sneaky Exponential-Beyond Metcalfe's Law to the Power of Community Building"* di D.P. Reed (disponibile a: <https://www.immagi.com/eLibrary/ARCHIVES/GENE/>)

Altri link interessanti:

- Su Vannevar Bush:
 - Una biografia di Vannevar Bush ed il suo articolo "As we may think"
 - La versione di Life Magazine dello stesso articolo, con le immagini dell'epoca a <http://totalrecallbook.com/storage/As%20We%20May%20Think%20Vannevar%20Bush%20450910.pdf>
- Su John Licklider:
 - Memorandum su Intergalactic Computer Network
 - "The computer as a communication device"
- Su Thomas J. Watson:
 - Le citazioni di T.J. Watson a http://en.wikiquote.org/wiki/Thomas_J._Watson
 - Un bell'articolo sulle lezioni del passato e sulle evoluzioni possibili in "Jim Gray on computing's breakthroughs, lessons, and future", IEEE Distributed Systems online Volume: 5 Issue: 1 Data number=28452&prod=JNL&arnumber=1270713&arSt=+4.1&ared=+4.8&arAuthor=Milojicic%2C+D.

Alcune domande di riepilogo:

- Cosa è un sistema distribuito?
- Quali sono le motivazioni tecnologiche ai sistemi distribuiti?
- Quali sono le motivazioni economiche ai sistemi distribuiti?
- Cosa è la "legge" di Moore?
- In che maniera un sistema distribuito permette di rispondere efficacemente al progresso tecnologico preservando le risorse legacy?
- Cosa sono le "leggi" di Sarnoff / Metcalfe / Reed?
- Che cosa è il middleware e quale è il suo ruolo?

57



Corso di Laurea in Informatica III Anno Triennale Programmazione Distribuita – Classe 1



Un prologo ai Sistemi Distribuiti

Delfina Malandrino

dmalandrino@unisa.it

<http://www.unisa.it/docenti/delfinamalandrino>



58