

Reti di Calcolatori

Definizione: Insieme di sistemi distinti per località che comunicano e cooperano attraverso lo scambio di messaggi, per ottenere risultati coordinati.

Importanti conseguenze:

- **Concorrenza.** In un qualunque momento moltissime attività (processi) possono essere in esecuzione (anche in diverse località).
- **Nessun tempo globale.** Non è possibile una perfetta sincronizzazione degli orologi di una moltitudine di macchine in rete.
(Si veda “There is no now” <https://queue.acm.org/detail.cfm?id=2745385>)
- **Fallimenti indipendenti.** Molte cause di fallimento, oltre a crash di macchine, possibili anche problemi di rete. Una macchina isolata dalla rete potrebbe peraltro continuare la computazione ...

Le Reti di Calcolatori - 1

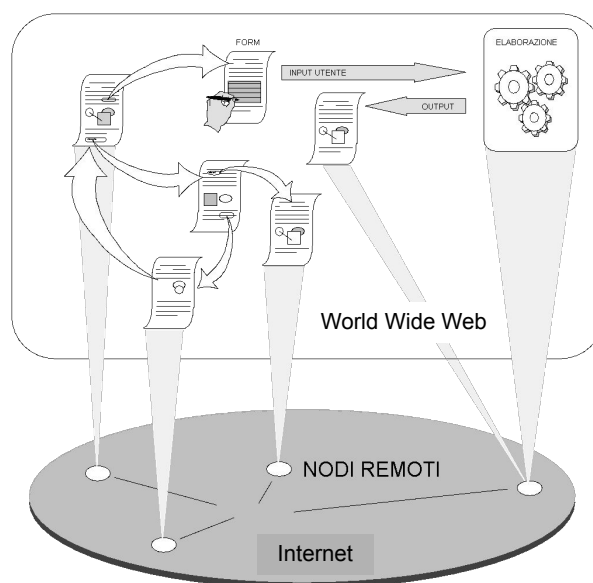
Esempi

Molti esempi:

- Internet
- Web
- Sistemi intranet

Molte definizioni di Internet:

- Rete di calcolatori
- Rete di reti
- Insieme di standard
- Insieme di applicazioni (servizi)
- ...



Le Reti di Calcolatori - 2

Motivazioni

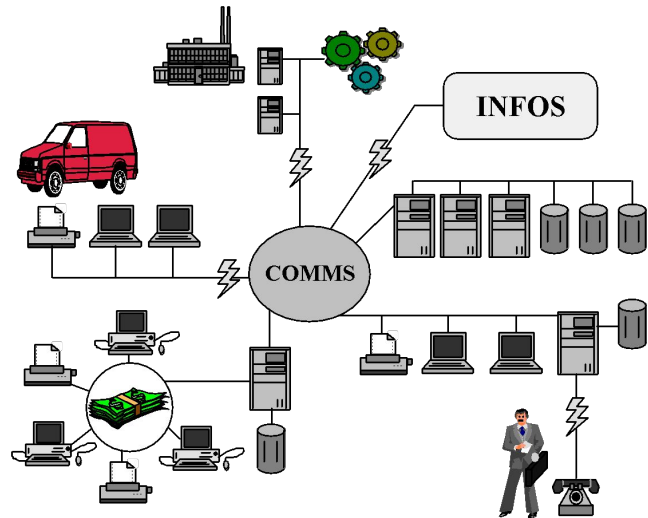
condivisione delle risorse

affidabilità per tollerare guasti
(replicazione)

applicazioni intrinsecamente distribuite
(es. prenotazioni aeree)

facile accesso al sistema

scalabilità



Le Reti di Calcolatori - 3

Reti di Calcolatori: aspetti dello scenario

Eterogeneità. Grande varietà di hardware, reti, protocolli, sistemi operativi, linguaggi di programmazione.

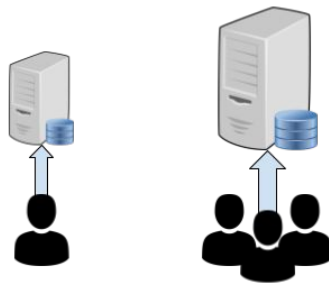
Apertura. Un sistema aperto pubblica e documenta le proprie interfacce, facilita estensibilità e cooperazione con altri componenti. (Verso Open Source.)

Sicurezza. Autenticazione, autorizzazione, integrità, privacy, disponibilità, paternità. Problemi complicati dalla condivisione del supporto di comunicazione.

Mobilità. La mobilità, in tutte le sue forme e accezioni, è ormai una caratteristica irrinunciabile. Mobilità utenti, terminali, applicazioni.

Scalabilità. Un sistema è scalabile se rimane efficace ed efficiente al crescere delle risorse gestite e degli utenti collegati (costi, algoritmi decentralizzati, compatibilità).

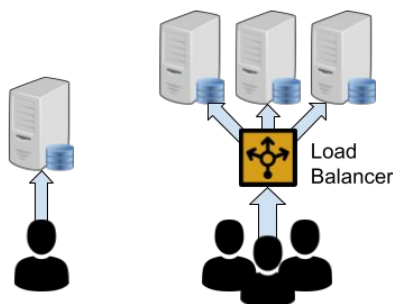
Le Reti di Calcolatori - 4



Scalabilità Verticale

Per gestire un numero di richieste più elevato, aumento le prestazioni del server

- + Semplice
- Costosa
- Inefficiente
- Inflessibile
- E quando raggiunge il limite di prestazioni di un singolo server?



Scalabilità Orizzontale

Per gestire un numero di richieste più elevato, aumento il numero di server

- + Economica
- + Efficiente
- + Flessibile
- + Potenzialmente fault tolerant
- Richiede applicazioni server replication-friendly
- Richiede componenti aggiuntivi (load balancer) e orchestratori

Reti di Calcolatori: principali problemi

“A distributed system is one in which the failure of a computer you didn’t even know existed can render your own computer unusable.” (Leslie Lamport)

Gestione guasti. Il problema principale è che i guasti possono essere parziali e distribuiti (rilevamento guasti, nascondere guasti, progetto tollerante ai guasti, recupero dai guasti, ridondanza).

Concorrenza. Molte applicazioni e servizi devono essere concorrenti per rispondere a richieste di molti client contemporaneamente.

Trasparenza. Nascondere la reale distribuzione a utenti e programmatori (per semplicità di programmazione).

Varie forme di trasparenza:

- *accesso* (uso di stesse operazioni per accedere risorse locali o remote)
- *locazione* (risorse accedute senza bisogno di sapere dove sono)
- *concorrenza* (molti processi eseguono contemporaneamente senza interferenze)
- *replicazione* (risorse replicate senza conoscenza da parte utente)
- *guasti* (si nascondono alcuni guasti)
- *mobilità* (spostamento risorse o utenti senza alterare la fruizione del servizio)
- *performance* (potenziamento del sistema per migliori prestazioni)

Sicurezza. Le vulnerabilità sono molte di più rispetto a un sistema isolato stand-alone.

Principali Trend nello Sviluppo delle Reti di Calcolatori e dei Servizi Internet

- Cloud Computing
 - Migration to the Cloud
 - Cloud Federation
 - Edge + Fog + Cloud Computing ---> Compute Continuum
- Containerization and Microservices
- Smart Cities
- Internet of (Important) Things
- Industry 4.0
- Network Softwarization
- AI approaches for optimization of communications

Le Reti di Calcolatori - 7

Cloud Computing

- “Cloud” (nuvola) è una metafora della rete Internet
- Con “Cloud computing” si indica la possibilità di utilizzare applicazioni e dati che non risiedono più nella macchina locale, ma che arrivano attraverso la rete Internet.
- Applicazioni e dati si trovano in server remoti, acceduti via rete.
- Diversi paradigmi: Infrastructure-as-a-Service (IaaS), Platform-as-a-Service (PaaS), Software-as-a-Service (SaaS) e il recentissimo Function-as-a-Service (FaaS).

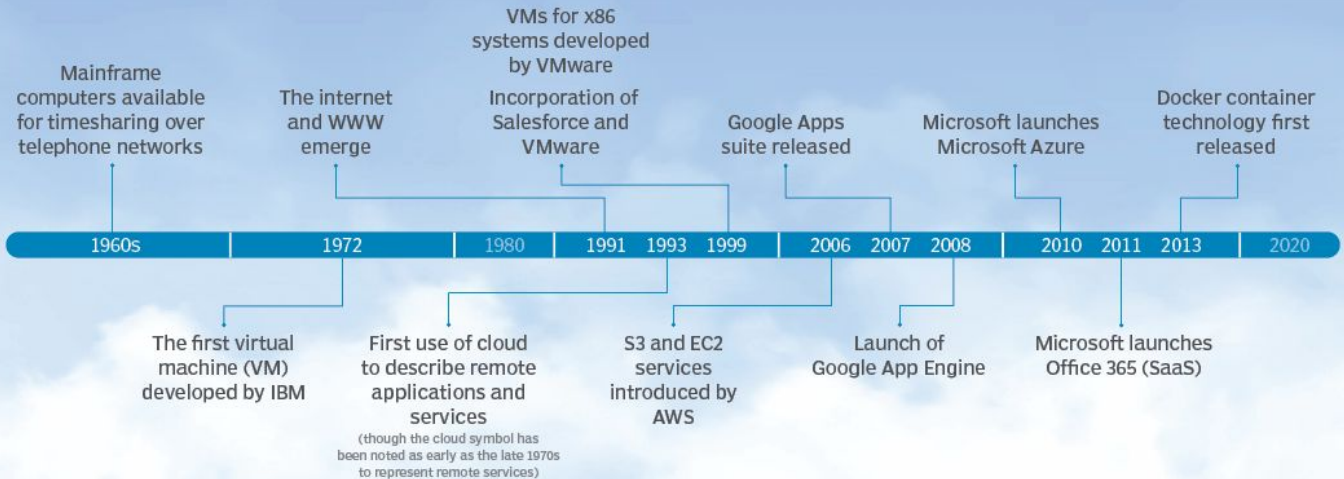
Principali fornitori:

- Amazon con Amazon Web Services (AWS).
- Google con Google App Engine e tutta la suite Google Apps
- Microsoft con la proposta Windows Azure e Office365
- Salesforce per prodotti CRM (Customer Relationship Management)

Le Reti di Calcolatori - 8

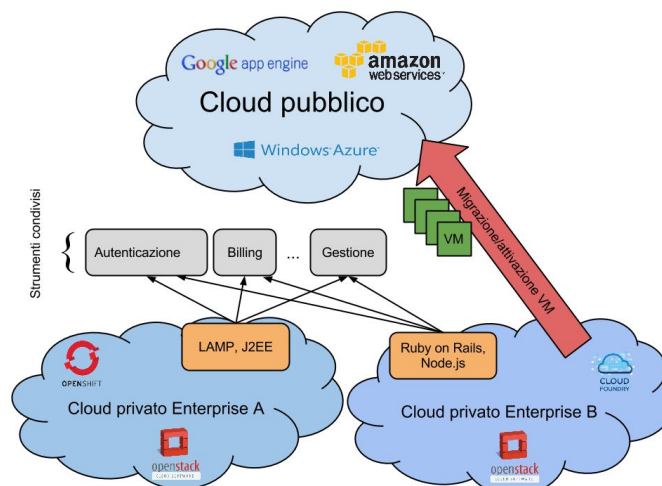
Cloud computing timeline

Key points in the evolution and emergence of modern cloud computing



Le Reti di Calcolatori - 9

Hybrid and Federated Clouds



- M.R.M. Assis, L.F. Bittencourt, "A survey on cloud federation architectures: Identifying functional and non-functional properties", Journal of Network and Computer Applications, Vol. 72, pp. 51-71, September 2016.

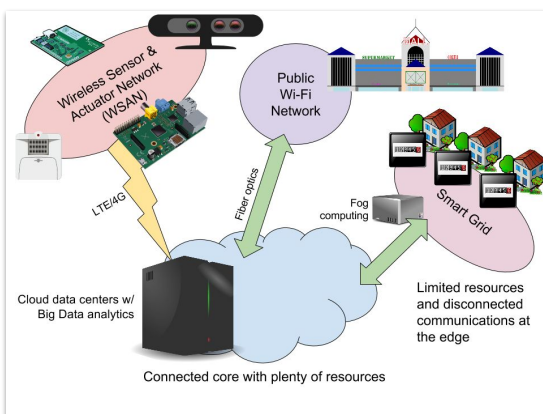
- W. Cerroni et al., "BDMaaS+: Business-Driven and Simulation-Based Optimization of IT Services in the Hybrid Cloud," in IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 19, no. 1, pp. 322-337, March 2022, doi: 10.1109/TNSM.2021.3110139.

Le Reti di Calcolatori - 10

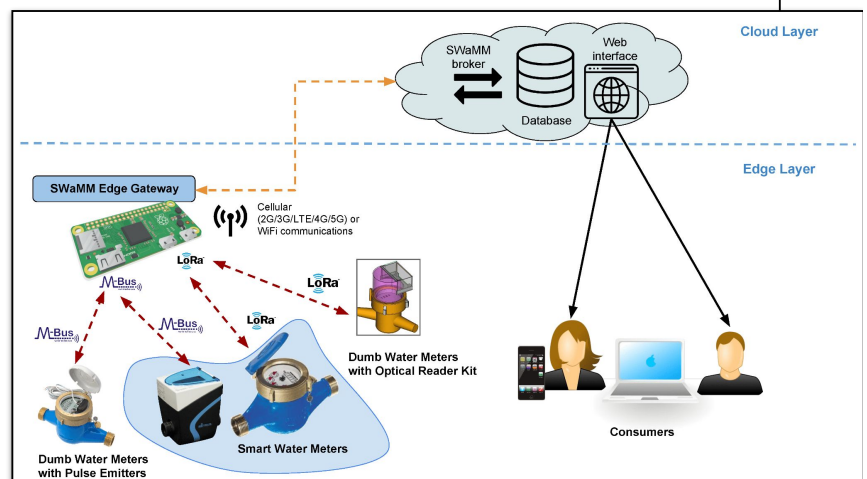
Evoluzioni del Cloud Computing

- Il Cloud Computing sta evolvendo anche in modelli lievemente diversi come Edge Computing. In questo modello si sposta capacità computazionale più vicino agli utilizzatori (per ridurre latenza, banda, etc., migliorando così velocità e performance).
- Edge Computing: trasferimento dell'analisi dei dati il più vicino possibile alla sorgente, senza necessità di trasferirli in Cloud per il processamento.
- E anche altri modelli, come il Fog Computing: estensione del modello Edge Computing che considera anche allocazione e gestione integrata dei servizi di computazione, stoccaggio, e disseminazione dei dati tra i dispositivi Edge e il Cloud.
- Verso il **Compute Continuum**...

Le Reti di Calcolatori - 11



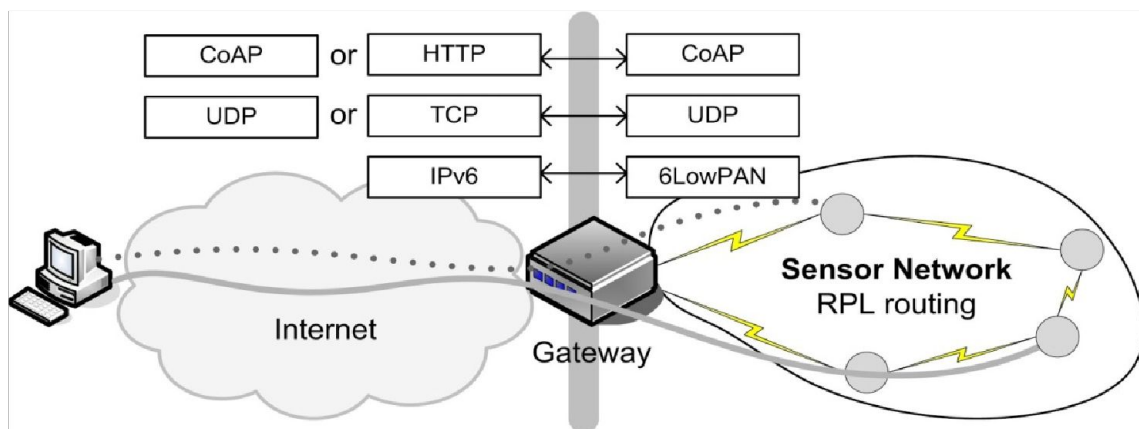
Smart Cities



- R. Khatoun, S. Zeadally, "Smart cities: concepts, architectures, research opportunities", Communications of the ACM, Vol. 59, No. 8, pp. 46-57, July 2016.
- Alvisi S, Casellato F, Franchini M, Govoni M, Luciani C, Poltronieri F, Riberto G, Stefanelli C, Tortonesi M. Wireless Middleware Solutions for Smart Water Metering. Sensors (Basel). 2019 Apr 18;19(8):1853.
- M. Tortonesi, M. Govoni, A. Morelli, G. Riberto, C. Stefanelli, N. Suri, "Taming the IoT data deluge: An innovative information-centric service model for fog computing applications", Future Generation Computer Systems, 2019.

Le Reti di Calcolatori - 12

Internet of (Important) Things



J. A. Stankovic, "Research Directions for the Internet of Things", IEEE Internet of Things Journal, Vol. 1, No. 1, pp. 3-9, Feb. 2014.



Industry 5.0

A. Corradi, L. Foschini, C. Giannelli, R. Lazzarini, C. Stefanelli, M. Tortonesi, G. Virgilli, «Smart Appliances and RAMI 4.0 Management and Servitization of Ice Cream Machines», IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019.

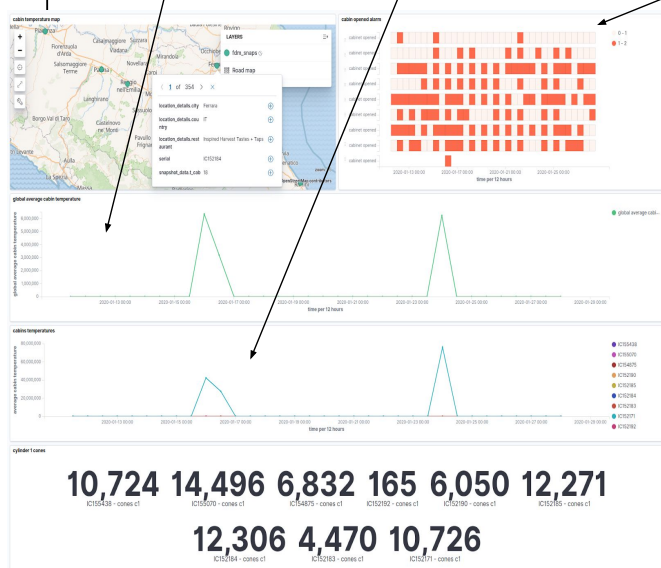
Carpigiani - Analytics Dashboard

Cabinet global temp.

Cabinet machine temp.

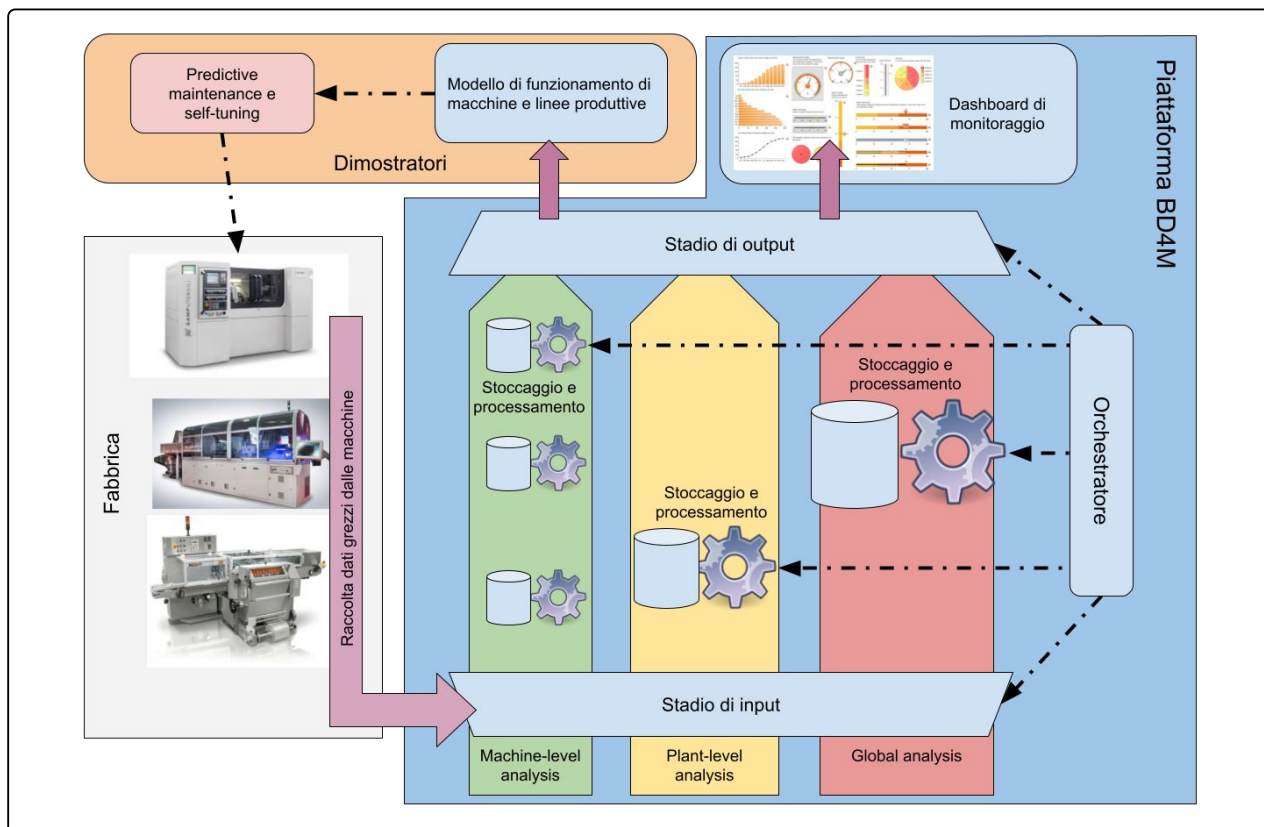
Heatmap Alarms

Cylinder 1,2,3 status



MechLav
Laboratorio per la Meccanica Avanzata

Le Reti di Calcolatori - 15



Le Reti di Calcolatori - 16

COMPETENCE CENTER

Nasce a Bologna l'impianto pilota di Bi-Rex, il più grande «patto» pubblico-privato sui big data per la meccatronica

di Ilaria Vesentini



Il Sole 24 Ore
25 febbraio 2019

Le Reti di Calcolatori - 17

bi-r3x
Big Data Innovation & Research Excellence

MENU

LA NOSTRA INTERVISTA PER LA
REPUBBLICA

I Competence Center italiani: un'eccellenza in Europa

LEGGI PER APPROFONDIRE

We are hiring!

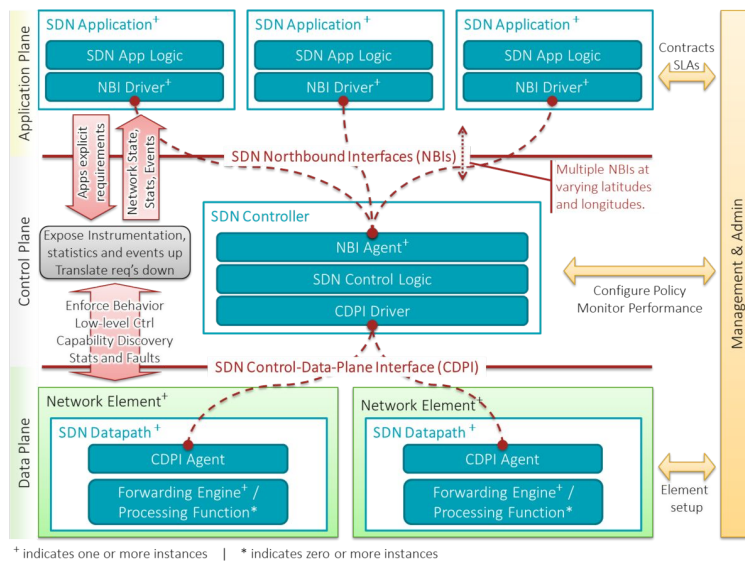
Scopri le posizioni aperte ed entra a
far parte del nostro team

CLICCA QUI

<https://bi-r3x.it/>

Le Reti di Calcolatori - 18

Software-Defined Networking (SDN)

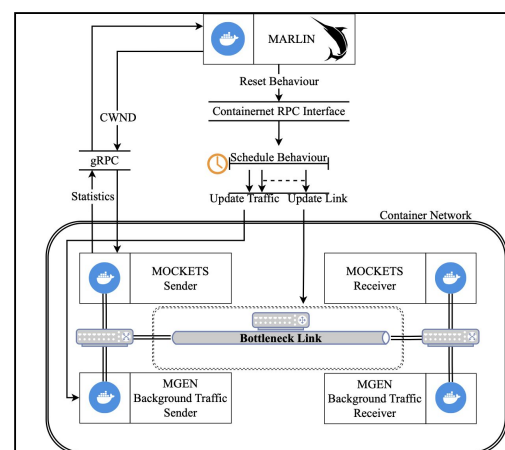
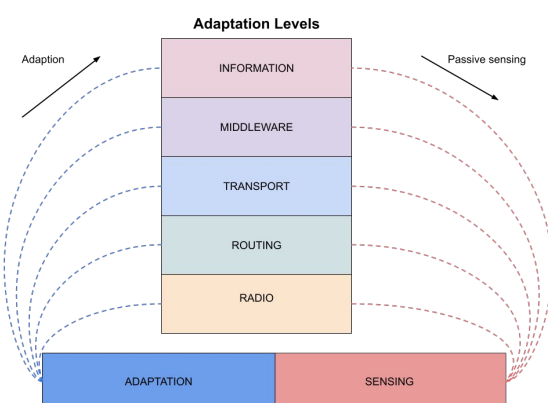


- Separazione control plane e data plane in router e switch
- Centralizzazione della configurazione per l'instradamento di flussi
- Nato in risposta alle esigenze del Cloud computing
- Insieme a NFV, SDN promette di abbattere costi infrastrutturali e time-to-market di reti e servizi

(Figura presa da Wikipedia)

H. Farhady, H. Lee, A. Nakao, «Software-Defined Networking: A survey», Computer Networks, Vol. 81, pp. 79-95, 2015.

AI approaches for optimization of communications



- C. Barz et al., "Enabling Adaptive Communications at the Tactical Edge", in Proceedings of 2022 IEEE Military Communications Conference (MILCOM 2022), Rockville, MD, USA, 2022, pp. 1038-1044.
- R. Galliera, M. Zaccarini, A. Morelli, R. Fronteddu, F. Poltronieri, N. Suri, M. Tortonesi, "Learning to Sail Dynamic Networks: The MARLIN Reinforcement Learning Framework for Congestion Control in Tactical Environments", accepted for publication in MILCOM 2023.

Le Reti di Calcolatori e i Sistemi Distribuiti

I termini «reti di calcolatori» e «sistemi distribuiti» indicano aree di studio e problematiche lievemente diverse:

- Una **rete di calcolatori** è un insieme di computer autonomi e indipendenti che possono comunicare attraverso una rete di interconnessione.
- I **sistemi distribuiti** sono la naturale evoluzione delle reti di calcolatori, dove il principale beneficio è rappresentato dalla **trasparenza**. Tutte le operazioni svolte dagli utenti sembrano essere locali anche quando vengono svolte in modo remoto.

In questo corso studieremo le reti di calcolatori e progetteremo delle applicazioni Client/Server. I sistemi distribuiti verranno approfonditi nell'insegnamento di **Sistemi Distribuiti e Mobili** del Prof. Stefanelli nel CdL Magistrale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione.

Per approfondire ulteriormente

Insegnamento di **Laboratorio di Reti** nel CdL Informatica e nel CdL Ingegneria Elettronica e Informatica (titolare: Ing. Filippo Poltronieri).

Insegnamenti di **Sistemi Distribuiti** e di **Programmazione Concorrente** nel CdL Magistrale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione (titolare: Prof. Cesare Stefanelli).

Insegnamento di **Big Data e Cloud Computing** nel CdL Magistrale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione e nel CdL Magistrale in Intelligenza Artificiale, Data Science e Big Data (titolari: Proff. Mauro Tortonesi e Carlo Giannelli).

Insegnamento di **Industrial Internet of Things** nel CdL Magistrale in Ingegneria Informatica e dell'Automazione (titolari: Proff. Carlo Giannelli e Mauro Tortonesi).