

MOBILE EDGE COMPUTING

Mobile Edge Computation

- ↳ cloud computation: astrae i dettagli hardware dell'infrastruttura, presentando un insieme di risorse condivise via internet
 - NIST lo definisce come un modello oggi presente, a richiesta, conveniente per accedere via rete ad un insieme condiviso di risorse che puo' rilasciare b

Paradigmi Computazione Distribuita:

MCC (Mobile Cloud Computing)

- centralizzato in cloud data center
- latenza alta
- calcolo alto
- sicurezza alta
- Applicazione: grandi qty di calcolo, per latenze alte.
- migliora capacità disp. mobili (storage e calcolo)
- architettura → dispositivi → accedono tramite web tramite app cloud
 - ↳ servizi tramite API

MEC (Mobile Edge Computing)

- distribuito tra reti edge e cloud, più vicino a utente
- meno capacità di calcolo
- meno latenza
- + sicurezza → connesse a cloud tramite zone demilitarizzate
- app che richiedono bassa latenza e pochi calcoli
- risorse memoria e calcolo più vicine a utente.
- decentralizzato.
- offre esperienza utente migliore. → ottimizzazione rete (caching)
- sviluppato vicino infrastrutture di rete.

Aspect	MCC	MEC
Physical server	High computing and storage capabilities, located in large-scale data centers	Limited capabilities, collocated with base stations and gateways
Transmission distance	Usually far from users, from kilometers to thousands of kilometers	Quite close to users, from tens to hundreds of meters
System architecture	Sophisticated configuration, highly centralized	Simple configuration, densely distributed
Application characteristics	Delay tolerant, computation intensive, e.g., Facebook, Twitter	Latency sensitive, computation intensive, e.g., autonomous driving, online gaming

- latenza 10 ms, trasmissione semplice edge mobile network.
- consumo minore → MEC vicini, end device consumano meno, prolunga batteria

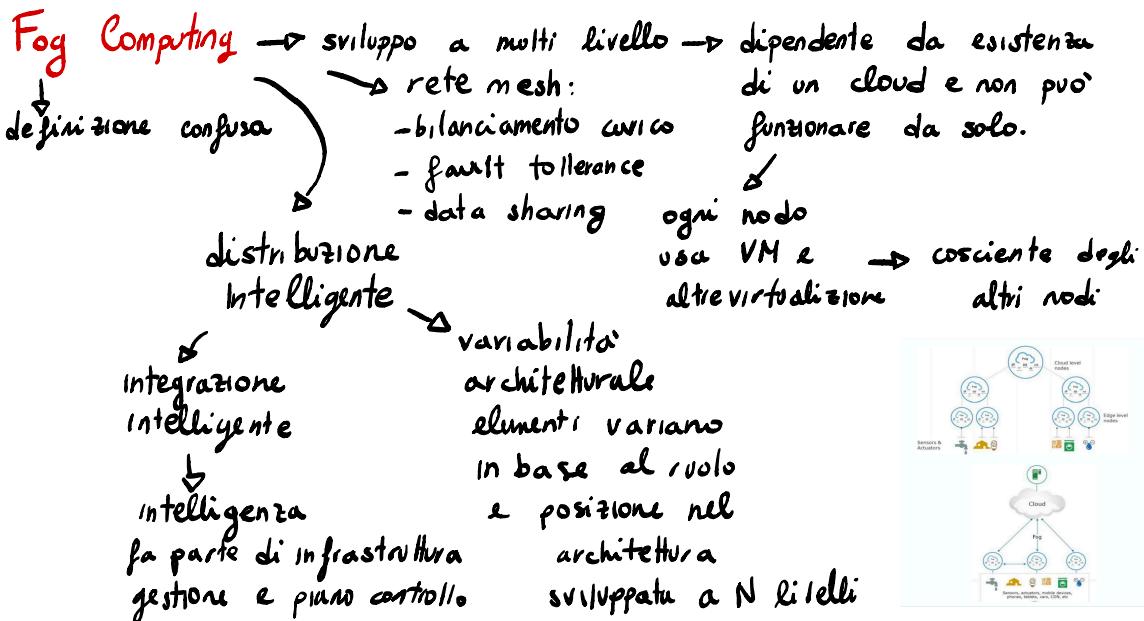
- riduce i leak
- in grado di dare aggiornamenti in real time

→ NEC + MCC

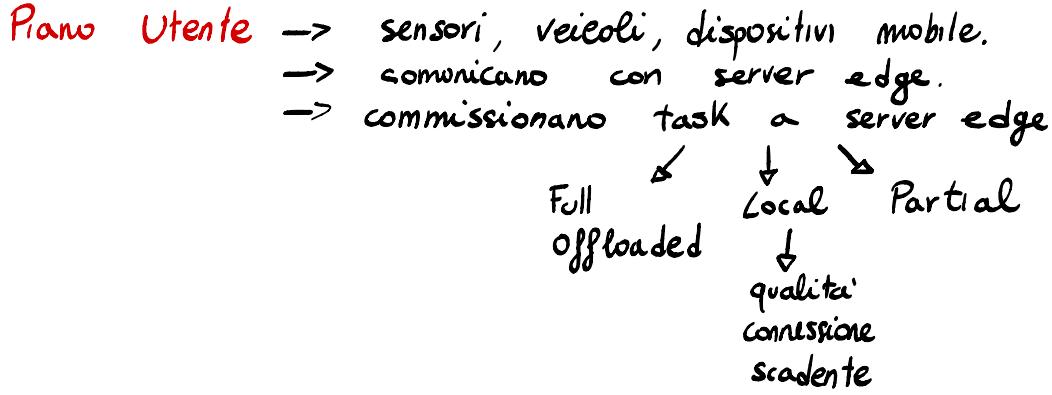


Cloudlets

- piattaforma cloud edge
- server intermediario tra end-device e data center
- estende servizi dei data center agli utenti
- migliora latenza e performance
- edge computing paradigma
- supporta task più pesanti rimanendo low latency
- Real Time
- sviluppo → uffici, campus, caffè
→ integra con infrastrutture esistenti
- mini data center decentralizzato



- comunicazione \rightarrow laterale \Rightarrow peer to peer
- \rightarrow verticale \Rightarrow comunicazione con dispositivi di livello più alto nella gerarchia.
- Service discovery and Trust
 - \downarrow
 - si utilizzano servizi di nodi che sostengono RAS.
 - \rightarrow migliora capacità batteria
- Mobile edge Computing** \Rightarrow è un paradigma per portare le risorse di calcolo dagli utenti mobili alla rete edge
 - \checkmark architettura \Rightarrow cloud server
 - \downarrow 3 tipi di scenario
 - Cloud \Rightarrow cloud server
 - Edge \Rightarrow edge server - reti eterogenee
 - Utente \Rightarrow comunicazione - veicolari tra utente e rete
 - \downarrow permette processo da parte di server edge per soddisfare i requisiti degli utenti mobili.
- reti eterogenee
 - formata da BS di diverse categorie (macro, pico, micro)
 - BS \rightarrow funzioni AI
 - dispositivi \Rightarrow caricano task ai BS per processare
 - tante celle
- reti veicolari
 - formato da veicoli, unità a bordo strada e pedoni.
 - IEEE 802.11p, LTE
 - applicazione di queste reti per safety fino a intrattenimento e convenienza
 - sfide \rightarrow movimenti veloci \rightarrow topologia dinamica della rete.
- task \leftarrow M2M \rightarrow IoT
 - vengono moltati ai server edge
 - \rightarrow gestione autonoma senza intervento umano
 - \rightarrow i dispositivi comunicano tra loro wireless senza BS



Piano Edge

- formato da server distribuiti
- hot point
- risorse: computazionali, caching, comunicazione
 - ↓
 - cicli CPU
 - ↓
 - memoria
 - ↓
 - server edge
 - ↓
 - larghezza banda
- BS, roadside unit, gateway, wireless AP

Cloud Layer

- + calcolo, + delay, + memoria
(data mining e big data)
- gestire task non delay sensitive
- maneggia e controlla edge server
proviene a connessione sicura.

Spide Mobile Edge Computing ⇒ decidere quanto commissionare e a quale server?

↓

per ottimizzare prestazione
si scaricano compiti intensivi
dal punto di vista computazionale → sensibili al ritardo.

↳ QUANDO COMMISSIONARE

Offloading Parziale \rightarrow fattore di commissioneabilità:

- e' commissibile
- dipendenza parti commissabili
- qualità commissione - preferenze utente

energia consumo

$$E = \underbrace{3(1-\lambda)dc \cdot f_m^2}_{\text{energia calcolo locale}} + \underbrace{3\lambda \cdot dc F_e^2}_{\substack{\text{energia calcolo} \\ \text{"server}}} \quad \downarrow \quad \text{quanto commissionato? } \lambda \in [0, 1]$$

$P \frac{\lambda d}{r}$

$\frac{\text{energia trasm.}}{r}$

$t^{P_{\text{comp}}} = \frac{(1-\lambda) \cdot dc}{f_m} + \frac{dc}{F_e}$

$T^P = t^{P_{\text{comp}}} + \frac{\lambda \cdot d}{r^s}$

(r rate transmission)

Problema \Rightarrow quanto commissionare?

Rateo

- se risorse di calcolo basse $\Rightarrow \lambda \rightarrow 1$
- se canale sciffo $\Rightarrow \lambda = 0$

\hookrightarrow modellare il problema:

trade off tra latenza
e risparmio energetico

Binary Offloading Problem \rightarrow mira a minimizzare la latenza totale dell'esecuzione di un task e il consumo totale dei dispositivi mobili.

decidere se
un compito computazionale E_c
può essere eseguito
interamente in locale
 σ su server NEC

local $\xrightarrow{t_c}$
Offloaded $\xrightarrow{t_w + t_c + t_w}$
 $E_w + E_c + E_w$

criterio decisione \rightarrow minimizza la latenza dell'esecuzione
e il consumo

cloud \leftarrow Se risorse \leftarrow scelgo tra locale e full.
server edge
non abbastanza
conessione scarsa

~ Partial Offloading \Rightarrow sono divisi in più parti

↓
i task possono essere

←
divisibili

si può suddividere,
ogni suddivisione è
divisa dal MEC

↓
consecutivi

↓
fanno una parte commissionabile e un'altra no.

\rightarrow Minimizzazione

- latenza: come si alloca risorse per minimizzare latenza?
 - comprimere dati da inviare al server edge
 - i restanti non vengono compressi e mandati RAW al server edge che li comprime
 - combinate nel cloud
- per minimizzare la latenza totale a multiutenti si usa un sistema di commissione basato s OFDMA
 1. determina la parte ottimale da commissionare di modo che il delay è minore del tempo di esecuzione
 2. alloca comunicazione e risorse computazione
 3. usa la trasmissione multicanale per ridurre il ritardo della trasmissione per i data task grossi.

Partial

Standard MEC → ETSI MEC è standard per edge computing

reti fisse
mobili e WiFi

↳ 3GPP integrazione tra MEC e 5G

applicabilità in scenari 5G

↳ differenti verticali generano bisogni tecnici specifici

- analisi video
- Virtual Reality
- Comunicazioni tra Veicoli
- interfaccia con enterprises
- interfaccia con reti IoT

- relazione tra MEC e 5G - MEC chiave per SG
- applicabilità a segmenti verticali
- standardizzazione dei verticali

standard armonizzati
assicurano uno sviluppo
senza problemi con sistemi SG

create industrie associate
per adatto 5GAA

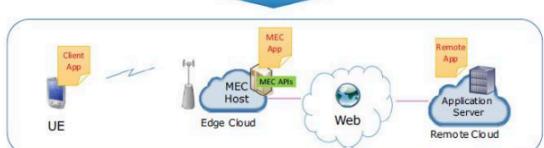
ETSI MEC collabora con le industrie per accomodare i bisogni verticali.

MEC Generic Scenario ⇒ MEC host che ha capacità computazionali

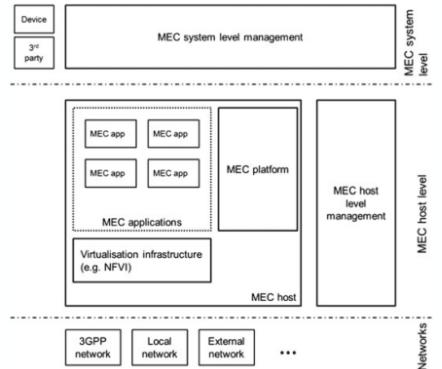
- MEC host offre comunicazione efficiente con app utente

↓
comunica con UE con applicazione e MEC application

- Lavora con differenti tipologie di rete

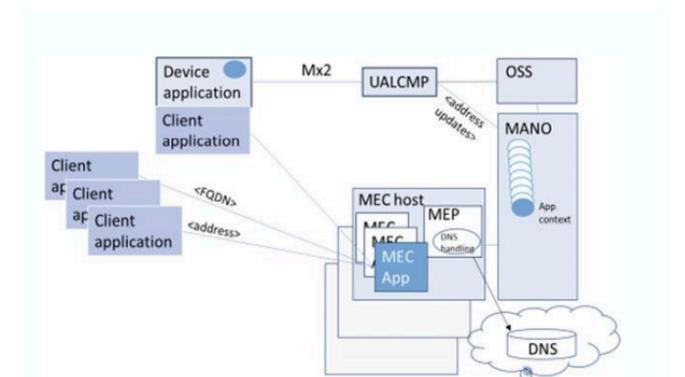
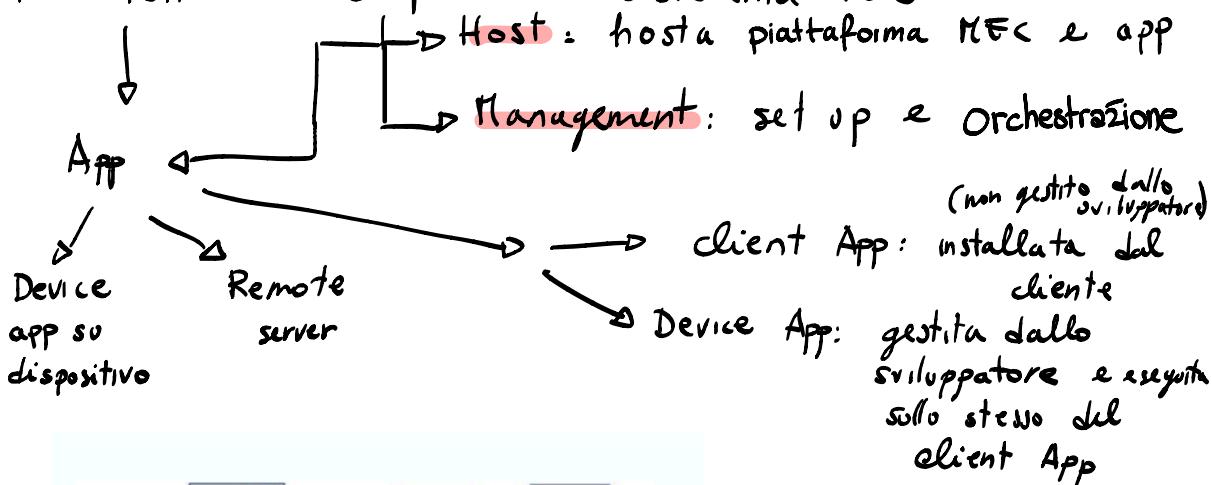


Componenti del framework → MEC Host : piattaforma e infrastruttura virtualizzazione



- MEC Application: runta infrastrutture virtualizzate, interagisce con piattaforma MEC
- Management Level
 - management system level
 - management MEC host level
- entità esterne

Architettura → componenti del sistema MEC



Device App: gestita da provider applicaz. si interf. e - eseguita su disp con HW

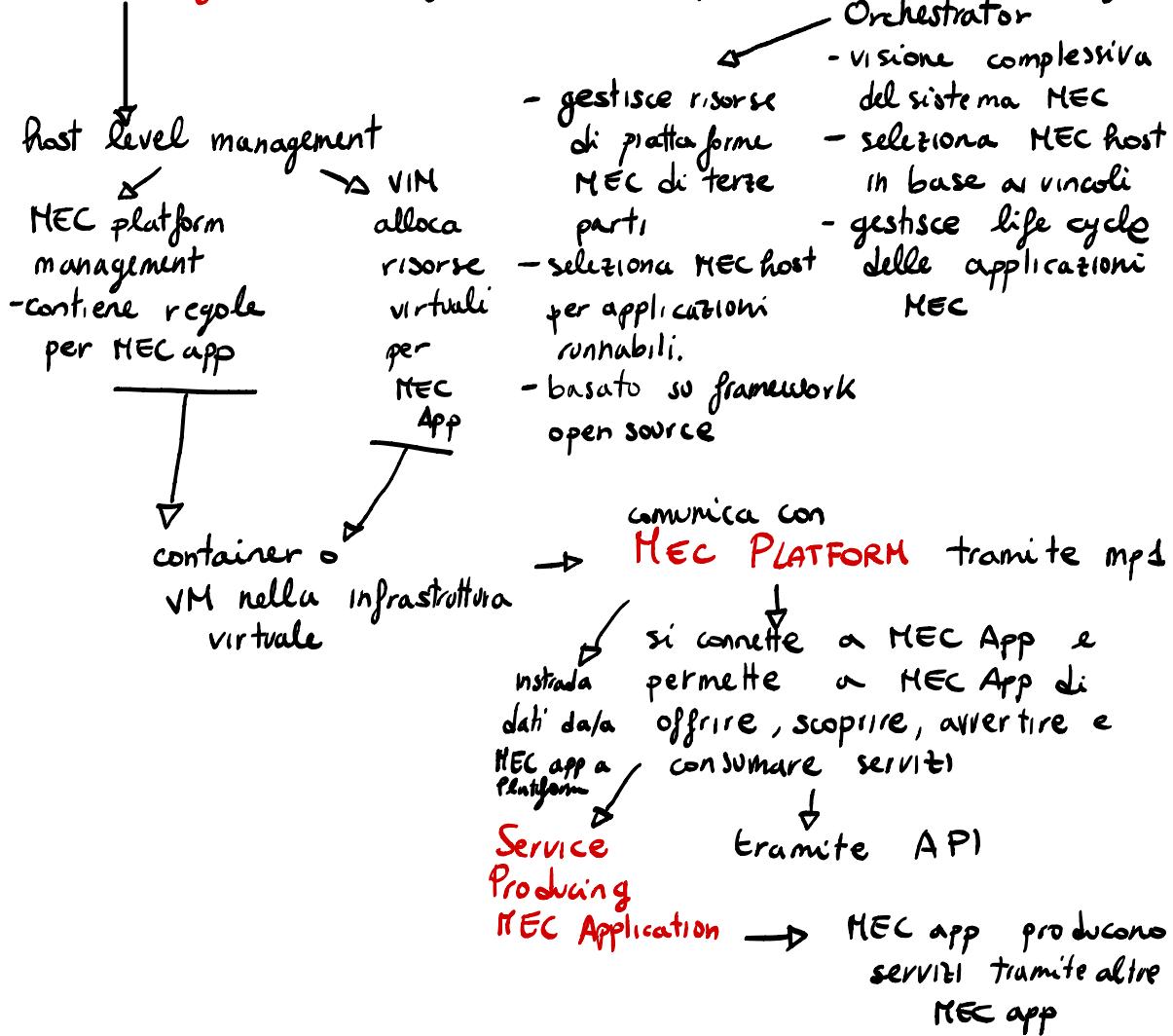
MEC App: hostata su MEC

Remote App: hostata su un cloud esterno a MEC

Le entità possono essere hostate e eseguite nella stessa infrastruttura virtualizzata (co-locato)

Edge Cloud Hosting → entità MEC eseguite su infrastrutture virtuali che possono essere hostate dallo stesso cloud edge insieme ad altre entità.

MEC Management → system level management → Multi Access Edge Orchestrator



MEC Standard on Edge Service → si riferisce a standard definiti da enti per erogare servizi

↓
MEC app possono consumare e produrre servizi

↳ esposti, tramite un punto di riferimento e avvertimenti a applicazioni autorizzate

Classificazioni Servizi MEC

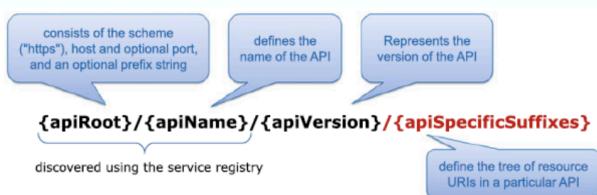
- Consumer - Oriented Service: servizi a beneficio degli utenti
- operatori e servizi di terze parti: sono servizi che sfruttano calcolo e memoria della rete edge. Non beneficia utenti finali
- Network performance e QoE Improvement: servizi con obiettivo di migliorare performance di rete.
Migliora esperienza utente

API → design RESTful => ETSI MEC GS 009

metodi REST

- GET
- PUT
- POST

strutture dati => risorse URI e risorse



app MEC consumano / producono servizi



scenario ⇒ host MEC sparsi geograficamente



MEC App

che gira
sull'host

e consuma

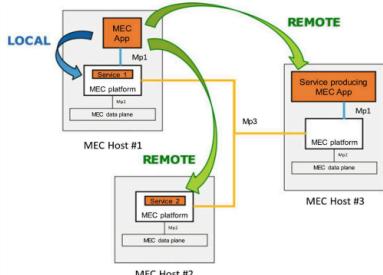
servizi

nello stesso →
sistema

system MEC = Unione di
MEC server



dei servizi MEC
sparsi in differenti
località



MEC app può
consumare un servizio
in un host MEC diff.

MEC service ⇒ esposte ad autorizzate
applicationi tramite API MEC → possono essere
implementati
tramite MEC App

↓
ETSI ISG MEC

ha pubblicato

insieme di servizi → anche terze
parti

API

↓
standardizzato

functionalità che servono
a industria

come le seguenti

Radio Network Information

- fornisce condizioni radio attuali alle applicazioni e alla piattaforma MEC autorizzate.
- condizioni rete radio
- misure piano utente (basato su 3GPP piano)
- info utente connesso a radio
- aggiornamenti UE
- ottimizzare utilizzo servizi e mobilità

Location

- fornisce info relative a posizioni per piattaforme o applicazioni MEC autorizzate.
- look up procedure → Mac app richiede info UE di una particolare area
 - lista di UE
 - della location → geograficamente
 - ID cella

↓
API

UE Identity

- fornisce regole traffico al sistema MEC su UE (tag)
 - mappare UE nella rete
- usa struttura dati UEIdentity Tag Info registra
- attiva regole
- MEC app
 - può ricavare info tramite struttura

V2X MEC

- facilita V2X interoperabilità nel multi vendor, multi network e multi access env.

Fixed Access Information

- fornisce info su rete fissa relativa ai consumatori del servizio nel sistema MEC

Multi access Traffic Steering

- duplica, divide, indirizza dati app tra le connessioni reti a accesso multiplo

WLAN Access

- stessa cosa ma WiFi

Bandwidth Management

- descrive info politica dell'app
- info flusso
- info richiesti
- autori. e controllo accesso

Multi access Traffic Steering

- duplica, divide, indirizza dati app tra le connessioni reti a accesso multiplo

WLAN Access

- stessa cosa ma WiFi