



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ELETTRONICA  
INFORMAZIONE E BIOINGEGNERIA



# EDGE COMPUTING: QUANDO IL CLOUD È TROPPO LONTANO

DALL'IOT ALLE APPLICAZIONI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE



**9 OTTOBRE 2019**

**Sala Conferenze, Dipartimento di Elettronica Informazione e Bioingegneria  
Via Ponzio 34/5 - Politecnico di Milano**



Sebbene il Cloud Computing abbia portato notevoli vantaggi allo sviluppo, accesso e manutenzione di soluzioni software distribuite e accessibili da remoto, sin da subito sono emerse situazioni in cui questo paradigma ha mostrato alcuni importanti limiti soprattutto a causa della forte influenza della rete. Uno degli ambiti più coinvolti è l'Internet of Things, un approccio abilitante ai cosiddetti Cyber-Physical Systems (CPS) in cui sensori acquisiscono dati dal mondo fisico per poter essere analizzati nel mondo digitale per i più disparati scopi: miglioramento di processi, manutenzione predittiva di macchinari, analisi di comportamento. Il classico modello che prevede l'edge quale elemento di generazione dei dati e il cloud quale elemento di processamento degli stessi si è però rivelato inadeguato per diversi aspetti tra cui, in primis, la latenza e la privacy.

Per questo motivo recentemente il paradigma Edge Computing è stato proposto come nuovo approccio per la creazione di soluzioni, in cui i dispositivi posti alla frontiera della rete non sono visti come semplici sensori o attuatori ma come elementi attivi anche per il processamento dei dati (talvolta con approcci di intelligenza artificiale), sebbene comunque limitato a causa delle ridotte capacità di calcolo e di memoria di tali dispositivi. A tal fine è però necessario creare un ambiente adeguato alla gestione della mobilità dei dispositivi, alla loro limitata capacità energetica, e alla comunicazione con il resto della rete e verso il Cloud per sfruttare il più possibile la sua scalabilità e affidabilità.

In questa giornata verrà fornita una panoramica delle principali sfide e delle soluzioni attuali per sviluppare applicazioni e infrastrutture di Edge Computing, coniugando gli aspetti di ricerca scientifica con aspetti industriali. Le prime sessioni saranno dedicate a illustrare i principi dell'Edge Computing e forniranno esempi applicativi in ambito IoT e CPS. La seconda parte della giornata presenterà soluzioni ed esempi applicativi nell'ambito dell'intelligenza artificiale.

# AGENDA

**8.30-9.15**

## **REGISTRAZIONE**

**9.15-9.30**

## **WELCOME**

Ing. Andrea Penza, *Presidente AICT*, Prof. Danilo Ardagna, *Politecnico di Milano*

**9.30-10.00**

## **EDGE, FOG, CLOUD COMPUTING: TRE PARADIGMI SINERGICI PER L'ANALISI DEI DATI. L'ESPERIENZA DITAS**

Prof. Pierluigi Plebani, *Politecnico di Milano*

Il progetto europeo H2020-DITAS si prefigge lo scopo di investigare come le applicazioni di tipo data-intensive possano trovare vantaggioso l'utilizzo di paradigmi quali il Fog Computing. Questo grazie alla creazione di un sistema in cui i nodi, appartenenti sia all'edge che al cloud, possono interagire in modo sinergico. Infatti, le applicazioni data-intensive devono poter trattare significative quantità di dati ed elaborarle in modo personalizzato rispetto all'utente finale. Considerando la dispersione geografica dell'utenza e l'eterogeneità nelle richieste sia dal punto di vista della qualità del dato che del servizio, DITAS propone una soluzione basata su architetture a microservizi in grado di coordinare il data and computation movement al fine di soddisfare le richieste di tutti gli utenti. Ciò è possibile attraverso: (i) una containerizzazione dei dati e delle attività di elaborazione sugli stessi all'interno dei cosiddetti Virtual Data Container che abilitano il movement all'interno dei nodi nel Fog; (ii) la definizione della data utility quale misura di fitness for use dei dati che consideri sia aspetti di qualità del dato che di qualità del servizio. In tal modo, le

strategie di movement considerate puntano sia a ridurre la latenza nell'accesso ai dati che a preservare gli aspetti di privacy che potrebbero impedire lo spostamento dei dati in particolari nodi, ed a considerare la capacità computazionale dei nodi che potrebbe non essere sufficiente per alcune elaborazioni.

Due sono i principali scenari applicativi considerati. Il primo riguarda applicazioni Industry 4.0 dove smart box generano in continuazione dati di funzionamento di impianti manifatturieri che devono essere elaborati sia per supportare i processi operativi, sia per effettuare manutenzione predittiva. Il secondo si focalizza sulla gestione di dati sanitari da parte di un ospedale che coinvolge sia personale esterno, sia attori esterni per analisi a fini di ricerca.

**10.00-10.30**

### **FOG COMPUTING: THE EDGE PLATFORM FOR THE INDUSTRIAL DIGITIZATION**

Dott. Andrea Robbiani, *Nebbiolo Technologies*

La tecnologia Edge Computing permette di avvicinare le funzionalità “cloud-like” alle fonti di produzione dei dati abilitando processi in “real-time” per integrare IT e OT in un'unica piattaforma. Le architetture di fog computing, forniscono una soluzione decentralizzata della gestione dei dispositivi, la raccolta dei dati, della loro analisi e del controllo dei dispositivi che li generano. Il vantaggio strategico di questa architettura è quello di permettere l'orchestrazione delle regole di gestione dei dati a livello centrale, con una azione localizzata a livello edge. In questo intervento saranno illustrate le esperienze di Nebbiolo Technologies, una delle aziende pioniere nel campo nella realizzazione di soluzioni basate su Fog ed Edge Computing.

**10.30-11.00**

### **UN MODELLO UNIFICATO PER UN CONTINUO MOBILE, EDGE E CLOUD**

Prof. Luciano Baresi, *Politecnico di Milano*

Le tecnologie alla base di mobile, edge e cloud computing possono formare un continuo ed offrire un'infrastruttura integrata di calcolo per nuove applicazioni. In fase di esecuzione, le applicazioni possono scegliere di eseguire parti della loro logica sulle diverse parti che costituiscono il continuo, con l'obiettivo di ridurre al minimo la latenza e il consumo della batteria e massimizzare la disponibilità.

Questa presentazione introduce A3-E, un modello unificato per la gestione del ciclo di vita delle applicazioni continue. In particolare, A3-E sfrutta il modello Function-as-a-Service per portare i componenti applicativi nel continuo sotto forma di microservizi. Inoltre, A3-E seleziona dove eseguire una determinata funzione in base al contesto specifico e ai requisiti dell'utente. Abbiamo valutato un prototipo di framework che implementa i concetti alla base di A3-E, e i risultati mostrano che A3-E è in grado di distribuire dinamicamente i microservizi e le richieste conseguenti, riduce la latenza fino al 90% quando si utilizzano nodi edge invece delle risorse cloud. Riduce anche il consumo della batteria dei dispositivi mobili del 74% quando i componenti applicativi sono spostati sulle altre parti del continuo.

**11.00-11.15**

## **COFFEE BREAK**

**11.15-11.45**

## **EDGE COMPUTING AND DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGIES FOR FLEXIBLE PRODUCTION LINES: A WHITE-APPLIANCES INDUSTRY CASE**

Dott. Arnaldo Pagani, *Whirlpool*, Dott. Mauro Isaja, *Engineering*, Prof. Giacomo Tavola, *Politecnico di Milano*

Con l'Industria 4.0 sarà possibile sviluppare impianti iper-efficienti in grado di rendere più concreti modelli produttivi emergenti quali il Made-to-Order e il Configure-to-Order. In questa direzione, il progetto H2020 FAR-EDGE ha proposto una architettura di riferimento, con relativa piattaforma, in grado di semplificare la realizzazione di soluzioni di digital automation basate su Edge Computing e Distributed Ledger Technologies al fine di fornire una automazione veloce, affidabile e responsive. Obiettivo dell'intervento è illustrare, come nel progetto si sia reso possibile l'uso di tali tecnologie per la realizzazione e il deployment di un caso di studio reale nell'ambito delle "white appliances". Più in dettaglio, sarà presentato un sorter programmabile in modo automatico al fine di assicurare che gli elementi da trattare in arrivo dai nastri siano dislocate in modo ottimale su diverse baie di carico/scarico. Il caso d'uso considerato fa leva sul paradigma dell'Edge Computing al fine di assicurare che ogni elemento sui nastri e/o nelle baie sia in grado di comunicare il proprio stato con tutti gli altri. Al tempo stesso, le Distributed Ledger Technologies

permettono di modellare il processo di sorting utilizzando uno smart contract affidabile tra i vari elementi fisici interessati dal processo. I benefici dell'approccio proposto riguardano un tangibile miglioramento nella produttività oltre che ad una significativa riduzione dello sforzo e del tempo solitamente richiesto per la riconfigurazione del sorter.

**11.45-12.15**

## **COME L'OSMOTIC COMPUTING CAMBIA IL DEPLOYMENT DEI SERVIZI EDGE**

Prof. Maria Fazio, *Università di Messina*

L'Osmotic Computing è un innovativo paradigma per l'erogazione on demand di servizi serverless. Considerando gli avanzamenti tecnologici che hanno portato negli ultimi anni ad un significativo aumento delle risorse hardware e software disponibili ai margini delle reti, insieme ai protocolli di trasferimento dei dati che consentono a tali risorse di interagire più facilmente anche con i servizi su datacenter, è possibile realizzare nuove strategie di elaborazione per ambienti altamente distribuiti e federati. Prendendo spunto dai processi osmotici in biologia, l'Osmotic computing permette di automatizzare e gestire dinamicamente il deployment di microelementi interconnessi su infrastrutture Edge e Cloud, consentendo l'istanziamento di applicazioni e servizi IoT isolati ed il mantenimento della QoS. Integrando soluzioni hardware e software eterogenee e distribuite, l'Osmotic computing crea nuove opportunità per l'utilizzo efficiente dei sistemi edge complessi e federati.

**12.15-12.45**

## **OLTRE L'EDGE COMPUTING**

Ing. Fabrizio Magugliani, *E4*

L'Edge Computing mette a disposizione risorse computazionali e di memorizzazione in prossimità dei dispositivi che generano i dati. I benefici sono la possibilità di dare risposte con ridotta latenza e non sovraccaricare la rete – i dati non devono andare in rete per essere elaborati. Tuttavia, le necessità di alcune classi di applicazioni, tipicamente nei settori della guida autonoma, del manifatturiero, della grande distribuzione e del media, di poter gestire dinamicamente, in modo flessibile ed 'end to end' un carico di dati variabile, va oltre a quanto le attuali tecnologie rendono disponibile all'Edge. E4 mette a disposizione soluzio-

ni in grado di elaborare quei grossi volumi di dati, permettendo di ottimizzare l'utilizzo delle risorse e la risposta all'utente, sfruttando l'interazione con gli algoritmi che permettono la distribuzione intelligente e dinamica delle applicazioni e dei dati su tutta la rete di risorse. Guardando avanti e in considerazione dell'inevitabile aumento del volume di dati, la definizione della distribuzione ottimale richiederà di utilizzare tecniche di Intelligenza Artificiale e Machine Learning.

**12.45-14.00**

**PRANZO LIBERO**

**14.00-14.30**

**EDGE COMPUTING: A COMPUTATIONAL CHALLENGE TO HANDLE AND ELABORATE DATA FROM THOUSANDS OF DEVICES USING SCALABLE HYBRID CLOUD INFRASTRUCTURES**

Dott. Marco Briscolini, *IBM*

L'Edge Computing migliora la scalabilità, latenza, larghezza di banda, e la disponibilità di potenza di calcolo locale rispetto alle tradizionali architetture cloud. Con i sistemi edge, la capacità di calcolo è disponibile dai piccoli dispositivi alle infrastrutture di calcolo dei data center e consente di ridurre la quantità di dati trasferiti migliorando l'affidabilità complessiva e i tempi di risposta, mitigando quindi le esigenze di larghezza di banda collegando i dispositivi alle infrastrutture centrali di elaborazione e archiviazione. Questo intervento descriverà le soluzioni proposte da IBM utilizzando architetture SW e HW avanzate per il trasferimento e la gestione dei dati in architetture cloud ibride ottimizzate per l'edge computing.

**14.30-15.00**

**DOVE STA L'INTELLIGENZA (ARTIFICIALE)?**

Prof. Matteo Matteucci, *Politecnico di Milano*

L'intelligenza Artificiale sta diventando una realtà pervasiva nel mondo digitale e ormai non c'è prodotto innovativo di spin-off / start-up tecnologica che non si basi su di essa. Al momento di andare in produzione e scalare su milioni di utenti un'idea brillante rischia però di scontrarsi con il difficile trade-off tra complessità computazionale, ovvero con l'impossibilità di eseguire in locale

modelli complessi, e user experience, spesso sacrificata dalle latenze o dai costi di un continuo accesso al cloud. Quali le challenge di un uso consumer di intelligenza artificiale? Quali i modelli computazionali più appropriati? L'edge può essere una risposta?

**15.00-15.30**

## **L'EDGE COMPUTING COME UN TABLET E L'INDUSTRIA 4.0 COME UN' APP, NUOVI ORIZZONTI PRODUTTIVI**

Dr. Amedeo Bruni, *iProd srl*

iProd porta all'interno di un tablet industriale le funzionalità di edge computing e le rende fruibili sotto forma di App alle PMI manifatturiere per aumentarne la competitività e l'efficienza produttiva senza barriere tecnologiche. Utilizzo del Cloud computing, IoT ed intelligenza artificiale diventano strumenti per le officine digitali.

**15.30-16.00**

## **COMBINING THE INTELLIGENT CLOUD AND THE INTELLIGENT EDGE**

Ing. Fabio Moioli, *Microsoft*

L'intelligent cloud viene realizzato grazie al cloud pubblico e le tecnologie di intelligenza artificiale (AI), per ogni tipo di applicazione e sistema intelligenti che possiamo immaginare.

L'intelligent edge è un insieme in continua espansione di sistemi e dispositivi connessi che raccolgono e analizzano i dati, vicini agli utenti, ai dati o ad entrambi. Gli utenti ottengono informazioni dai dati e fruiscono esperienze in tempo reale, grazie ad app altamente reattive e sensibili al contesto.

Combinando la potenza di calcolo praticamente illimitata del cloud con dispositivi intelligenti alla "periferia della rete" creeremo un framework innovativo per la creazione di nuove applicazioni immersive e di impatto.

**16.00-16.30**

## **COFFEE BREAK**

**16.30-17.00**

## **COMPONENTS FOR EMBEDDED NEURAL NETWORKS**

Ing. Danilo Pau, *STMicroelectronics*

I sistemi Cyber-Physical (CPS) sono oggi giorno pervasivi nei sistemi embedded. Sfortunatamente, l'Intelligenza Artificiale è confinata principalmente nel cloud, dove sono disponibili risorse praticamente illimitate e in costante aumento. Tale architettura con un'unità sensore senza intelligenza a bordo e vicina al dominio fisico rende il sistema troppo centralizzato, scarsamente scalabile e lentamente reattivo nell'IoT che si sta materiaizzando, il quale prevede di impiegare diverse centinaia di miliardi di sensori che comunicano dati grezzi. In questo contesto, STMicroelectronics sta sviluppando soluzioni per implementare l'intelligenza artificiale nelle unità di rilevamento sensoriale. Questo intervento esaminerà le nuove soluzioni tecniche ST disponibili pubblicamente, come STM32CUBE.AI. L'intervento spiegherà come questa tecnologia rappresenta l'ingrediente chiave necessario per progettare la futura generazione di sistemi embedded cyber-fisici dotati di intelligenza artificiale e applicazioni derivate basate su sensori eterogenei di STMicroelectronics, microcontrollori. In particolare, saranno discussi gli aspetti relativi all'interoperabilità, alla produttività con esempi pratici basati su STM32CUBE.AI. Inoltre, saranno introdotte tecniche di intelligenza computazionale adattive e autoapprendimento in grado di adottare reti neurali artificiali e operare in ambienti non stazionari.

**17.00-17.30**

## **INTELLIGENT CLOUD, INTELLIGENT EDGE AND EVERYTHING IN BETWEEN. THE MICROSOFT APPROACH**

Ing. Mattia De Rosa, *Microsoft*

I modelli tradizionali di cloud computing sono continuamente sfidati da nuovi scenari e dall'evoluzione tecnologica. Per catturare e realizzare il pieno potenziale commerciale dell'internet delle cose e più in generale dell'edge computing, questi modelli devono evolversi. In questa sessione presenteremo l'approccio Microsoft a questa evoluzione.

**17.30-17.45**

## **CONCLUSIONI E FINE LAVORI**

Ing. Andrea Penza, *Presidente AICT*, Prof. Danilo Ardagna, *Politecnico di Milano*





Evento organizzato da DEIB - Politecnico di Milano in collaborazione con AICT