

Proposte di Tesi - Laurea Magistrale

Contatto: fabio.martignon@unibg.it

Tesi su reti mobili “5G and beyond”

1) Tesi su Network Slicing e Mobile/Multi-Access Edge Computing

Le reti mobili di quinta generazione (5G) attualmente in sviluppo hanno come obiettivo quello di soddisfare i più diversi requisiti di Qualità di Servizio (QoS) richiesti dagli utenti mobile, in diversi scenari e applicazioni. Tra di essi, la *latenza* è sicuramente uno dei requisiti chiave che ogni operatore mobile deve garantire.

Due tecniche fondamentali e complementari che possono garantire questi requisiti stringenti sono il cosiddetto *Network Slicing* ed il *Multi-Access Edge Computing (MEC)*. Con il Network Slicing, le infrastrutture fisiche di rete possono essere suddivise in diverse reti *logiche* tra loro isolate, ciascuna delle quali verrà dedicata ad un'applicazione con specifici requisiti di latenza, permettendo così un utilizzo efficace e dinamico delle risorse di rete.

Il *Multi-access Edge Computing (MEC)* fornisce invece capacità di cloud-computing ai bordi della rete, ovvero nella Radio Access Network e quindi in prossimità degli utenti finali.

Scopo di questa tesi è studiare il problema dell'allocazione ottimale delle risorse della rete (capacità fisica delle slice, risorse di computazione negli edge cloud, etc) per garantire la Qualità di Servizio richiesta dagli utenti. Questo problema può essere formulato come un problema di ottimizzazione delle risorse, e degli algoritmi euristici potranno essere proposti e confrontati per ottenere soluzioni vicine all'ottimo in tempi ragionevoli, anche in scenari di rete mobile sufficientemente grandi/realistici.

2) Tesi su allocazione ottimale delle risorse in Cloud-Radio Access Networks (Cloud-RAN)

In questa tesi si considereranno degli schemi di allocazione dinamica delle risorse nell'ambito di reti radiomobili/cellulari, in particolare in scenari caratterizzati da diversi *Mobile Virtual Network Operators (MVNOs)* che condividono le risorse radio di una Cloud-based Radio Access Network (C-RAN) gestita da un operatore centrale.

Il paradigma di C-RAN (detto anche *Virtual RAN*) si basa su due caratteristiche chiave: (1) *Centralizzazione*, in quanto le risorse di calcolo delle varie Base Station sono raggruppate assieme in un unico Cloud centralizzato e (2) *Virtualizzazione*, con la possibilità per diversi Mobile Virtual Network Operators (MVNOs) di condividere le risorse radio per ridurre i costi della propria rete (CAPEX e OPEX).

In questo contesto, la tesi ha come obiettivo quello di proporre algoritmi esatti, modelli ed euristiche per l'allocazione ottimale delle risorse, cercando di massimizzare al contempo le *revenue* (guadagni) sia dell'operatore centrale, che gestisce la rete radiomobile fisica, che dei MVNOs, soddisfacendo le richieste degli utilizzatori (mobile users).

Tesi in collaborazione con colleghi della Fondazione Bruno Kessler – CREATE-NET

<https://create-net.fbk.eu/>

1) Tesi su Fog Computing

Lo studente lavorerà su tecniche decentralizzate per la condivisione di risorse *cloud/fog* tra diversi *infrastructure provider* al fine di offrire agli utenti servizi applicativi richiedenti specifici requisiti (ad esempio in termini di banda, latenza, ecc.). La condivisione delle risorse viene regolata per mezzo di *Smart Contract* inseriti in una *blockchain*: tali Smart Contract formalizzano le SLA (Service Level Agreement) che devono essere rispettate dai diversi provider in gioco. A tal fine, diverse tematiche potranno essere affrontate dagli studenti, tra le quali:

- Design, implementazione in ambiente simulativo e valutazione delle performance di algoritmi di match-making (o simili) per capire quali sono le infrastrutture che possono garantire specifici requisiti per un servizio applicativo, qualora venissero condivise le risorse appropriate;
- Design, implementazione e valutazione di metodi e tecniche di monitoring per valutare se le SLA stipulate per mezzo di Smart Contract sono garantite o meno;
- Design ed implementazione di tecniche volte alla decentralizzazione dell'orchestrazione di containers per mezzo di Kubernetes, in modo tale da facilitare la condivisione delle risorse tra diversi infrastructure providers.

Per maggiori dettagli è disponibile il sito del progetto DECENTER: <https://www.decenter-project.eu/>

2) Tesi su monitoring di rete per mezzo di piani dati (Data Plane) programmabili in ambito SDN

Lo studente investigherà le potenzialità offerte da alcune tecnologie innovative (P4 e/o eBPF) che rendono programmabili i piani dati dei dispositivi di rete SDN, al fine di migliorare le prestazioni di monitoring di rete per Traffic Engineering o per l'investigazione di anomalie di rete. Nello specifico, i casi d'uso più interessanti sono l'identificazione efficiente di "heavy hitters" (ovvero flussi che trasportano grandi moli di dati e che possono, se non opportunamente trattati, impattare negativamente sulle prestazioni di rete) oppure di attacchi DDoS. Diverse tematiche possono essere affrontate dagli studenti, tra le quali:

- Design, implementazione in ambiente simulativo e valutazione delle performance di schemi per la detection di "heavy hitters" o di attacchi DDoS, facendo leva su algoritmi di streaming (es. Count-min sketch, Bloom filters, ecc.) o di tecniche di *machine learning* (es. neural networks);
- Implementazione e valutazione delle performance di algoritmi (esistenti o parzialmente esistenti) per la detection di "heavy hitters" o di attacchi DDoS, sfruttando il linguaggio P4 e/o la tecnologia eBPF. In entrambi i casi (P4 ed eBPF), lo studente potrà avere a disposizione un testbed reale: nel caso specifico di P4, il testbed è composto da tre dispositivi innovativi, ovvero degli switch P4 interconnessi in topologia triangolare.