



DIPARTIMENTO DI  
INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE  
ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

## **Procedura di valutazione ai sensi dell'Art. 11 del Regolamento dei Ricercatori a Tempo Determinato Tipologia B, ai fini della chiamata nel ruolo di Professore di II fascia (ex art. 24, comma 5, legge 240/2010)**

### **SC: 09/F2, SSD: ING-INF/03 – TELECOMUNICAZIONI**

La Commissione per la procedura valutativa di chiamata a Professore di Seconda Fascia del Dott. Marco Polverini, già ricercatore con contratto a Tempo Determinato Tipologia B inquadrato nel SSD ING-INF/03, nominata con delibera del Consiglio di Dipartimento del 21/03/2024 e composta dai Proff. Marco Listanti, Francesca Cuomo e Vincenzo Eramo, si riunisce per via telematica il giorno 26/03/2024 alle ore 10.00.

La commissione sceglie come Presidente il Prof. Marco Listanti e come Segretario il Prof. Vincenzo Eramo.

La Commissione, dopo aver esaminato i documenti presentati dal Candidato a cui è seguita un'approfondita discussione, redige la seguente relazione di valutazione.

#### **Dati generali**

Il Dott. Marco Polverini è Ricercatore a Tempo Determinato di tipo B (ex art. 24 c. 5 della legge 30 dicembre 2010 n. 240) presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni dell'Università di Roma "La Sapienza" dal 1/9/2021, inquadrato nel SSD ING-INF/03 e in possesso dell'Abilitazione Scientifica Nazionale a professore di seconda fascia per il Settore Concorsuale 09/F2 conseguita in data 30/07/2018 e valida fino al 30/07/2029.

#### **Attività didattica**

L'attività didattica del Dott. Polverini durante il periodo di Ricercatore a tempo determinato di tipo B ha compreso i seguenti insegnamenti:

- A.A. 2021/2022:
  - o "Network Infrastructures", Corso di Laurea in Cybersecurity, Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 6 CFU (30 ore frontali).
  - o "Telecomunicazioni", Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 9 CFU (30 ore frontali).
  - o "Tecniche e modelli di rete", Corso di Laurea in Ingegneria delle comunicazioni Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 9 CFU (30 ore frontali).
- A.A. 2022/2023:
  - o "Network Infrastructures", Corso di Laurea in Cybersecurity, Sapienza



Università di Roma, 3 CFU su un totale di 6 CFU (30 ore frontali).

- “Telecomunicazioni”, Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 9 CFU (30 ore frontali).
- “Tecniche e modelli di rete”, Corso di Laurea in Ingegneria delle comunicazioni Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 9 CFU (30 ore frontali).
- “Programmable Networks”, Corso di Laurea in Engineering in Computer Science, 6 CFU su un totale di 6 CFU (60 ore frontali).

- A.A. 2023/2024:

- “Network Infrastructures”, Corso di Laurea in Cybersecurity, Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 6 CFU (30 ore frontali).
- “Fondamenti di Comunicazioni e Internet”, Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Sapienza Università di Roma, 6 CFU su un totale di 9 CFU (60 ore frontali).
- “Tecniche e modelli di rete”, Corso di Laurea in Ingegneria delle comunicazioni Sapienza Università di Roma, 3 CFU su un totale di 9 CFU (30 ore frontali).
- “Programmable Networks”, Corso di Laurea in Engineering in Computer Science, 6 CFU su un totale di 6 CFU (60 ore frontali).

Per tutti gli insegnamenti sopra indicati sono state svolte anche attività di supporto agli studenti, mediante ricevimenti individuali., seminari, esercitazioni e attività di servizio per un totale di ore non inferiore a 80 ore/anno.

Relativamente alle attività di verifica dell'apprendimento, implementate mediante somministrazione di test scritti, orali, progetti e tesine, sono state effettuate 578 verbalizzazioni. Il numero complessivo di esami svolti, inclusivo delle prove di valutazione in insegnamenti di cui il Dott. Polverini non è stato docente verbalizzante, è invece di 1162.

Nel triennio 2021-2024, il Dott. Polverini ha supervisionato 17 tesi di laurea magistrale e 1 tesi di laurea triennale, sono inoltre attualmente in fase di sviluppo 6 progetti di tesi. Inoltre, in 18 occasioni è stato inoltre membro di Commissioni di Laurea in Ingegneria delle Comunicazioni e Cybersecurity.

In merito alle attività di supervisione come tutor di studenti di dottorato e come componente della commissione di affiancamento ha seguito il lavoro di 9 studenti.

In base alle informazioni sopra riportate, la Commissione valuta l'attività didattica, la didattica integrativa e il servizio agli studenti, svolti dal Dott. Marco Polverini durante il contratto di Ricercatore a Tempo Determinato di Tipologia B congrui con l'attività del SSD ING-INF/03 e di eccellente qualità.

## **Attività di ricerca**

L'attività di ricerca del Dott. Marco Polverini durante il periodo di Ricercatore a Tempo Determinato di Tipologia B è classificabile in tre macro aree:

- Monitoraggio e telemetria di rete.

Il monitoraggio di rete rappresenta un insieme di operazioni di gestione dell'infrastruttura che hanno come obiettivo principale quello di creare una rappresentazione dello stato generale della rete, oltre che dei suoi componenti elementari (come dispositivi e collegamenti).

In questo ambito, le attività di ricerca svolte hanno portato alla definizione e prototipazione di un applicativo di monitoraggio per reti basate sul piano dati SRv6 (Segment Routing over IPv6). Basato su un innovativo modello analitico, il tool proposto è in grado di svolgere molteplici operazioni di monitoraggio, come l'inferenza del volume di traffico in rete, la rivelazione di anomalie del traffico, o l'individuazione



di fenomeni di misconfiguration.

Relativamente al problema della misconfiguration, le attività di ricerca svolte si sono concentrate sull'individuazione dei cosiddetti network black holes, ovvero eventi di disconnessione o perdita di traffico dovuti ad inconsistenze nella configurazione degli apparati di rete. La telemetria è invece quella parte del piano di gestione che si occupa della raccolta di dati e statistiche dai dispositivi. Mentre gli approcci di telemetria tradizionali, basati sull'utilizzo di un'architettura centralizzata, in cui un Element Management System interroga i dispositivi (usando protocolli come SNMP, NETCONF, RESTCONF, etc.) sono ampiamente consolidati, recentemente si è iniziato a sperimentare un nuovo modello di telemetria, denominato In band Network Telemetry (INT). INT consiste nell'inserire le informazioni di telemetria nei pacchetti che trasportano traffico di utente. Il suo utilizzo consente perciò di ottenere informazioni accurate sulle prestazioni che i singoli pacchetti hanno ottenuto nel transito in rete. Relativamente ad INT, i problemi di ricerca si focalizzano su due diversi aspetti, cioè la definizione di nuovi casi d'uso e la riduzione dell'overhead.

Le attività di ricerca si sono focalizzate su questo secondo aspetto, ed in particolare è stata definita una procedura basata sul campionamento di segnali definiti su un grafo, con l'obiettivo di ridurre il numero di osservazioni necessarie per ricostruire uno specifico dato di telemetria target.

- Integrazione dei Digital Twins nel controllo e gestione di rete.

I Digital Twins (DT) sono delle riproduzioni digitali di sistemi reali, originariamente introdotti nell'industria dell'aerospazio al fine di abilitare l'esecuzione di analisi di tipo "what-if". La loro integrazione nei piani di controllo e gestione di rete può dare luogo a soluzioni innovative in grado di migliorare le prestazioni delle infrastrutture di comunicazione.

Una prima attività di ricerca svolta in questo ambito, è stata mirata all'integrazione dei DTs nel contesto del routing interdominio, dove il protocollo di riferimento è il Border Gateway Protocol (BGP). Classicamente, la gestione del BGP si è svolta in accordo al paradigma "Tweak and Pray", vale a dire che l'effetto di un cambio nella configurazione di un dispositivo è noto solo dopo che la modifica è stata effettuata. In questo contesto, l'abilitazione delle analisi "what-if" è di cruciale importanza, per compiti come: bilanciamento del traffico inbound, accordi di peering, acquisti di transito, etc.

Le attività di ricerca svolte hanno portato alla definizione di un framework di automazione della creazione del DT di ogni singolo Autonomous System.

Una seconda linea di ricerca in questo ambito ha riguardato l'utilizzo dei DTs nel contesto di reti Software Defined Networking (SDN). L'architettura SDN prevede l'utilizzo di un controllore centralizzato nel quale sono in esecuzione applicazioni di controllo. Le azioni decise da ciascuna applicazione possono portare a situazioni di conflitto con conseguente perdita di efficienza nell'uso delle risorse, o addirittura a malfunzionamenti. Tali situazioni insorgono a causa della mancanza di una visione olistica da parte di ciascuno degli elementi del sistema.

In questo contesto, si è proposta una strategia di coordinamento basata sull'uso dei DTs che, grazie alle analisi "what-if", consente di prevedere l'effetto che una decisione presa da un'applicazione ha sulle altre, prima che questa venga attuata nel sistema reale.

- Programmabilità di rete.

Le reti di nuova generazione espongono diversi punti di programmabilità, sia sul piano di controllo che in quello dei dati. Ciò offre la possibilità di definire funzionalità in grado di supportare nuovi servizi o usare le risorse disponibili in modo più efficiente.

In tale contesto, le attività di ricerca svolte si sono concentrate in diverse direzioni, in funzione dello specifico punto di programmabilità esposto dall'infrastruttura di rete,



cioè: i) la gestione dinamica delle Service Function Chains, e ii) la definizione di meccanismi di gestione pro-attiva della congestione.

Relativamente al primo punto, il contesto di riferimento è quello di una rete softwarizzata gestita da un controllore SDN. L'obiettivo è quello di assegnare dinamicamente le richieste degli utenti alle diverse SFC disponibili, minimizzando il numero di richieste non gestite ed essendo vincolati dalla capacità di memorizzazione delle flow tables degli switch nel piano dati. In particolare, si è definito e sviluppato un framework di ottimizzazione, in grado di gestire dinamicamente la classificazione dei flussi d'utente.

Con riferimento al secondo punto invece, il problema considerato è quello della gestione attiva delle code (AQM) dei routers. Le procedure classiche sono basate su meccanismi pro-attivi che scartano i pacchetti in funzione dello stato della coda, così da limitare il tasso trasmissivo dei senders TCP.

Sfruttando le tecniche di programmabilità si sono proposte soluzioni alternative basate sul re-instradamento dei flussi di traffico, così da mitigare la congestione locale di un link, senza però ridurre il tasso trasmissivo dei senders. In particolare, sono stati definiti degli algoritmi di controllo locale delle code basati su algoritmi di Deep Reinforcement Learning (DRL).

Durante il periodo di Ricercatore a Tempo Determinato di Tipologia B (2021-2024), il Dott. Marco Polverini, ha pubblicato 6 articoli su riviste internazionali e 10 lavori su congressi internazionali. Tali lavori hanno ottenuto sino ad oggi 192 citazioni e l'H-index è salito di due punti, da 12 a 14.

Dalla relazione del Dott. Polverini si evidenzia che i suoi indici bibliometrici sono attualmente superiori alle soglie fissate per l'abilitazione scientifica come docente di prima fascia, in particolare:

- Articoli su rivista negli ultimi 10 anni: 22 (soglia prima fascia 18);
- Numero citazioni: valore attuale 875 (soglia prima fascia 609);
- H-Index negli ultimi 15 anni: 14 (soglia prima fascia 13).

### **Attività in progetti di ricerca e nell'organizzazione di congressi.**

L'attività svolta dal Dott. Polverini nel triennio 2021-2024 nell'ambito di progetti di ricerca e nell'organizzazione di conferenze nazionali ed internazionali può essere riassunta nei seguenti punti:

- responsabile di Unità di Ricerca nel progetto PRIN 2022, denominato Deploying Artificial Intelligence in 6G Network Management using Digital Twins (6GTWINS);
- membro dell'Organizing Committee della prima edizione del workshop "Intelligence Provisioning in Softwarized Networks" (IPSN), co-locato con la conferenza IEEE Network Operation and Management Symposium (Budapest, 2022);
- membro dell'Organizing Committee della seconda edizione del workshop "Intelligence Provisioning in Softwarized Networks" (IPSN), co-locato con la conferenza IEEE Network Operation and Management Symposium (Miami, 2023);
- membro dell'Organizing Committee della terza edizione del workshop "Intelligence Provisioning in Softwarized Networks" (IPSN), co-locato con la conferenza IEEE Network Operation and Management Symposium (Seoul, 2024);
- partecipazione come panelist al workshop internazionale Technologies for Network Twins (TNT) (Miami, 2023);
- partecipazione come keynote speaker al workshop internazionale Edge Network



Softwarization (Madrid, 2023);

- membro del Technical Program Committee per diverse edizioni della conferenza IEEE Network of Future (Coimbra, 2021 - Ghent, 2022 - Izmir, 2023 - Barcellona, 2024).

Alla luce di quanto sopra esposto, si può concludere che l'attività di ricerca svolta dal Dott. Polverini nel periodo come RTD-B è di ottimo livello.

La Commissione, in base a quanto sopra riportato, giudica l'attività di ricerca del Dott. Marco Polverini durante il periodo svolto in qualità di Ricercatore a Tempo Determinato di Tipologia B pienamente in linea con le declaratorie del SC 09/F2 e del SSD ING-INF/03 e la valuta di ottima qualità.

La Commissione all'unanimità decide pertanto di proporre al Consiglio di Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni della Sapienza Università di Roma la chiamata del Dott. Marco Polverini come Professore Associato per il SSD ING-INF/03, SC 09/F2, ritenendolo pienamente qualificato a svolgere le funzioni didattiche e scientifiche previste per i professori di seconda fascia.

La seduta è tolta alle ore 11:00.

Letto, approvato e sottoscritto.

Roma, 26/03/2024

IL PRESIDENTE

(Prof. Marco Listanti)

.....

IL COMPONENTE

(Prof.ssa Francesca Cuomo)

.....

IL SEGRETARIO

(Prof. Vincenzo Eramo)

.....