**Federated Learning and Transfer Learning Approaches for Predictive Maintenance in High-Performance Computing Systems**

The objective of the project is to investigate the use of Federated Learning (FL) to improve anomaly detection in High-Performance Computing (HPC) systems. Building upon initial explorations in the literature, the work will broaden the scope by applying a wider variety of FL strategies across different machine learning paradigms. The proposed methodology is going to be validated on a Tier-0 supercomputing system at CINECA, leveraging real-world operational data. Additionally, Transfer Learning avenues will be explored to understand how to transfer the learned models across the different nodes of the same HPC systems (or between different HPC systems as well).

The study will aim to demonstrate that FL can effectively support anomaly detection using supervised, semi-supervised, and unsupervised models—each adapted to different data availability scenarios within HPC environments. By demonstrating both accuracy gains and efficiency improvements, the project aim to establishe FL as a viable and scalable solution for collaborative anomaly detection in large-scale, distributed HPC systems.

The activity will require knowledge of Federated Learning techniques, and a reasonable understanding of Transfer Learning concepts are advised. The study of HPC systems and the examination of the problem of anomalies and faults happening to any part of these systems will be part of the project.

**Approcci di Federated Learning e Transfer Learning per la Manutenzione Predittiva nei Sistemi di Calcolo ad Alte Prestazioni**

L’obiettivo del progetto è investigare l’uso del Federated Learning (FL) per migliorare il rilevamento di anomalie nei sistemi di High-Performance Computing (HPC). Partendo dalle prime esplorazioni presenti in letteratura, il lavoro amplierà il campo di studio applicando una più ampia varietà di strategie di FL a diversi paradigmi di apprendimento automatico. La metodologia proposta sarà validata su un sistema di supercalcolo di classe Tier-0 presso CINECA, sfruttando dati operativi reali. Inoltre, verranno esplorate anche tecniche di Transfer Learning per comprendere come trasferire i modelli appresi tra i diversi nodi dello stesso sistema HPC, o anche tra sistemi HPC differenti.

Lo studio mira a dimostrare che il FL può supportare efficacemente il rilevamento di anomalie utilizzando modelli supervisionati, semi-supervisionati e non supervisionati, ciascuno adattato a differenti scenari di disponibilità dei dati all’interno degli ambienti HPC. Dimostrando sia un miglioramento delle prestazioni in termini di accuratezza sia un incremento dell’efficienza, il progetto intende affermare il FL come una soluzione scalabile e concreta per il rilevamento collaborativo di anomalie in sistemi HPC distribuiti su larga scala.

L’attività richiederà conoscenze sulle tecniche di Federated Learning ed è consigliabile una comprensione di base dei concetti di Transfer Learning. Lo studio dei sistemi HPC e l’analisi del problema delle anomalie e dei guasti che possono verificarsi in qualunque componente di tali sistemi faranno parte integrante del progetto.