

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس
Higher School of Computer Science
8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbès



End Of Study Thesis

To obtain the diploma of **State Engineer's Degree**

Field of Study: **Computer Science**

Specialization: **Computer Systems Engineering (ISI)**

NexaSim: A Computing Continuum Simulator

Presented by **Ahmed Yacine Ghaffour**

Defended on: **September, 2025** *In front of the jury composed of*

Dr. Mohammed Salih Bendella
Dr. Miloud Khaldi
Dr. Mohammed Islam Naas
Dr. Souad Elhannani

President of the Jury
Supervisor
Supervisor
Examiner

Academic Year: 2024/2025

Abstract

The Computing Continuum paradigm has emerged as a promising model to address the stringent requirements of modern Internet of Things (IoT) applications, which demand not only low-latency processing and high availability, but also scalability and resilience across heterogeneous infrastructures. By seamlessly integrating computational resources from the edge to the cloud through intermediate fog layers, this paradigm enables data to be processed closer to its source while still leveraging the virtually unlimited capabilities of remote data centers. Such integration is critical for domains like smart cities, healthcare, and transportation, where service quality directly affects both efficiency and safety.

Nevertheless, designing and evaluating strategies for continuum environments remains a complex challenge. The heterogeneity of devices, dynamic workload patterns, and trade-offs between latency, bandwidth utilization, and data consistency make experimental validation costly and difficult to reproduce in real deployments. Simulation frameworks therefore play a central role, offering controlled and flexible environments for testing placement, scheduling, fault-tolerance, and data management strategies.

This thesis introduces **NexaSim**, a modular simulator specifically designed for the computing continuum. NexaSim models heterogeneous resources, network technologies, failures, and mobility, while treating data as a first-class entity through explicit replication and consistency policies. Its architecture separates topology, applications, services, and policies, enabling reproducibility and extensibility.

Keywords: Computing Continuum, Edge-Fog-Cloud, IoT, Simulation, Data Management, Resource Management

Résumé

Le paradigme du continuum de calcul s'impose aujourd'hui comme un modèle prometteur pour répondre aux exigences croissantes des applications modernes de l'Internet des Objets (IoT), qui nécessitent non seulement un traitement à faible latence et une haute disponibilité, mais également une évolutivité et une résilience sur des infrastructures hétérogènes. En intégrant de manière transparente les ressources de calcul depuis la périphérie jusqu'au cloud, en passant par les couches intermédiaires de brouillard, ce paradigme permet de rapprocher les capacités de traitement des sources de données tout en exploitant la puissance quasi illimitée des centres de données distants. Une telle intégration est particulièrement critique dans des domaines tels que les villes intelligentes, la santé ou les transports, où la qualité de service impacte directement l'efficacité et la sécurité.

Néanmoins, la conception et l'évaluation de stratégies adaptées aux environnements du continuum demeurent un défi complexe. L'hétérogénéité des dispositifs, la dynamique des charges de travail et les compromis entre latence, utilisation de la bande passante et cohérence des données rendent la validation expérimentale coûteuse et difficilement reproductible dans des déploiements réels. Les cadres de simulation jouent ainsi un rôle central, en offrant des environnements contrôlés et flexibles pour tester des stratégies de placement, d'ordonnancement, de tolérance aux pannes et de gestion des données.

Ce mémoire présente **NexaSim**, un simulateur modulaire spécifiquement conçu pour le continuum informatique. NexaSim modélise des ressources hétérogènes, des technologies réseau, ainsi que des scénarios de défaillance et de mobilité, tout en traitant les données comme des entités de première classe grâce à des politiques explicites de réplication et de cohérence. Son architecture sépare la gestion de la topologie, des applications, des services et des politiques, favorisant ainsi la reproductibilité et l'extensibilité.

Mots-clés : Continuum de calcul, Edge-Fog-Cloud, IoT, Simulation, Gestion des données, Gestion des ressources
