

الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 – بسيدي بلعباس
Ecole Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès



Mémoire de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

Filière : Informatique

Spécialité : Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)

Thème

Building Digital Twins with Test-Driven Development to Boost IoT
System Resilience

Présenté par :

- Mr Maachou Yahia Sadek

Soutenu le : 00/00/2025

Devant le jury composé de :

- | | |
|------------------------|-----------|
| - M/Mme/Mlle XXX | Président |
| - Mr Malki Mimoun | Encadreur |
| - Mr Jannik Laval | Encadreur |
| - Mme Baba Ahmed Manel | Encadreur |
| - M/Mme/Mlle XXX | Examineur |
| - M/Mme/Mlle XXX | Examineur |

Année Universitaire : 2024 / 2025

Abstract

The concept of Digital Twins Digital Twin (DT) has gained prominence with the proliferation of Internet of Things Internet of Things (IoT) systems, enabling virtual representations of physical entities to monitor and optimize performance. However, the development of DTs often lacks robust methodologies to ensure resilience against disruptions such as cyber-attacks, hardware failures, or data inconsistencies.

This paper explores the potential of a Test-Driven Development Test Driven Development (TDD) methodology to enhance the resilience of DTs within IoT ecosystems. The proposed approach introduces a structured TDD framework with distinct phases, Red, Orange, Yellow, and Green zones, to systematically design and validate DTs. Integrated with the Asset Administration Shell Asset Administration Shell (AAS), this methodology facilitates the management of heterogeneous data, enabling DTs to withstand errors and maintain operational integrity.

The study aims to define the TDD principles and AAS integration for DT construction, develop a TDD-based methodology to create resilient DTs for IoT systems, and assess the effectiveness of this approach in improving DT resilience.

Keywords: Digital Twins; Test-Driven Development; Asset Administration Shell; Resilience; Internet of Things; Cyber-Physical Systems

Résumé

Le concept de jumeaux numériques (Digital Twins, DT) émerge avec la multiplication des systèmes IoT, en s'appuyant sur une représentation virtuelle des entités physiques permettant de surveiller et d'optimiser leurs performances. Cependant, l'essor des DT peine à s'appuyer sur des méthodologies robustes pour garantir leur résilience face aux perturbations, telles que les cyberattaques, les pannes matérielles ou les erreurs de données.

Ce travail s'intéresse au potentiel d'une méthodologie de développement dirigée par les tests (Test-Driven Development, TDD) pour renforcer la résilience des DT dans les écosystèmes IoT. L'approche proposée consiste à introduire un cadre de TDD structuré en différentes phases, zones Rouge, Orange, Jaune et Verte, afin de concevoir et valider systématiquement les DT. En intégrant l'Asset Administration Shell (AAS), cette méthodologie permet de gérer des données hétérogènes et de garantir la capacité du DT à faire face aux erreurs, tout en préservant l'intégrité de ses opérations.

L'étude vise à définir les principes du TDD et à intégrer l'AAS pour la construction des DT, à développer une méthodologie TDD adaptée aux défaillances des systèmes IoT, et à tester l'efficacité de cette approche pour améliorer la résilience des DT.

Mots Clés: Jumeaux numériques; Développement dirigé par les tests; Asset Administration Shell; Résilience; Internet des objets; Systèmes cyber-physiques