

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique
8 Mai 1945 - Sidi Bel Abbès



Mémoire de Fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme d' ingénieur d'état

Filière : Informatique

Spécialité : Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)

Thème

Système de surveillance intelligent pour l'aquaculture basé sur l'IoT avec communication LoRaWAN et prédiction des lectures des capteurs pilotée par l'IA

Présenté par :

- Mr ALI BELHADJ Youcef
- Mr HAOUARI Mohamed Abdelhafidh

Soutenu le : 00/00/2026

Devant le jury composé de :

- M./Mme/Mlle XXX
- M. BENSENANE Hamdane
- M. RAHMOUN Abdelatif
- M. RENNANE Ahmed
- M. DALI Ali
- M./Mme/Mlle XXX

- Président
- Encadreur
- Co-Encadreur
- Co-Encadreur (CDER)
- Co-Encadreur (CDER)
- Examineur

Année Universitaire : 2025/2026

Abstract

Maintaining optimal water quality in fish aquariums is essential for aquatic life health and system stability. Traditional monitoring methods are often manual, time-consuming, and prone to human error. This project presents the design and implementation of an intelligent IoT-based aquarium monitoring system that enables real-time data acquisition, remote supervision, and predictive analysis.

The proposed system is built around the STM32L073RZ microcontroller integrated with the SX1272 LoRa transceiver, enabling low-power and long-range communication. Multiple sensors are deployed to continuously measure critical water parameters such as temperature, pH, turbidity, and other environmental indicators. The sensing node transmits collected data via LoRaWAN to a gateway implemented on a Jetson Nano platform.

The IoT communication chain is structured using a LoRaWAN gateway connected to a ChirpStack server for device management, data routing, and network control. Data are then transmitted using Node-RED to InfluxDB, where the sensor measurements are stored as time-series data. The stored data are subsequently queried through a Flask backend, which exposes an API consumed by the web interface for real-time monitoring, data visualization, and alert management.

To enhance system intelligence, machine learning techniques are incorporated using predictive models for fish length and weight anomaly detection, as well as forecasting future sensor readings

Keywords: IoT, Aquarium Monitoring, LoRaWAN,node, STM32L073RZ, SX1272,Real-time data , Machine learning, Forecasting, Water Quality

Résumé

Le maintien d'une qualité d'eau optimale dans les aquariums est essentiel pour la santé de la vie aquatique et la stabilité du système. Les méthodes traditionnelles de surveillance sont souvent manuelles, chronophages et sujettes aux erreurs humaines. Ce projet présente la conception et la mise en œuvre d'un système intelligent de surveillance d'aquarium basé sur l'IoT, permettant l'acquisition de données en temps réel, la supervision à distance et l'analyse prédictive.

Le système proposé est construit autour du microcontrôleur STM32L073RZ intégré à l'émetteur-récepteur LoRa SX1272, permettant une communication longue portée et à faible consommation d'énergie. Plusieurs capteurs sont déployés afin de mesurer en continu des paramètres critiques de l'eau tels que la température, le pH, la turbidité et d'autres indicateurs environnementaux. Le nœud de capteurs transmet les données collectées via LoRaWAN vers une passerelle implémentée sur une plateforme Jetson Nano.

La chaîne de communication IoT est structurée autour d'une passerelle LoRaWAN connectée à un serveur ChirpStack pour la gestion des dispositifs, le routage des données et le contrôle du réseau. Les données sont ensuite transmises via Node-RED vers InfluxDB, où les mesures des capteurs sont stockées sous forme de séries temporelles. Les données stockées sont ensuite interrogées via un backend Flask, qui expose une API utilisée par l'interface web pour la surveillance en temps réel, la visualisation des données et la gestion des alertes.

Afin d'améliorer l'intelligence du système, des techniques d'apprentissage automatique sont intégrées à l'aide de modèles prédictifs pour la détection des anomalies liées à la longueur et au poids des poissons, ainsi que pour la prévision des futures mesures des capteurs.

Mots-clés : IoT, Surveillance d'aquarium, LoRaWAN, nœud capteur, STM32L073RZ, SX1272, données en temps réel, apprentissage automatique, prévision, qualité de l'eau

ملخص

يُعد الحفاظ على جودة مياه مثالية في أحواض الأسماك أمراً ضرورياً لصحة الكائنات المائية واستقرار النظام. وغالباً ما تكون طرق المراقبة التقليدية يدوية، مستهلكة للوقت، ومعرضة للأخطاء البشرية. يقدم هذا المشروع تصميم وتنفيذ نظام ذكي لمراقبة أحواض الأسماك قائم على إنترنت الأشياء، يتيح جمع البيانات في الوقت الحقيقي، والمراقبة عن بُعد، والتحليل التنبئي.

يعتمد النظام المقترح على المتحكم الدقيق STM32L073RZ المدمج مع وحدة الإرسال والاستقبال LoRa، SX1272، مما يوفر اتصالاً بعيد المدى منخفض استهلاك الطاقة. تم نشر عدة مستشعرات لقياس المعايير الأساسية للمياه بشكل مستمر، مثل درجة الحرارة، ودرجة الحموضة (pH) والعكارة، وغيرها من المؤشرات البيئية. تقوم عقدة الاستشعار بإرسال البيانات المجمعة عبر LoRaWAN إلى بوابة تعتمد على منصة Nano. Jetson.

تتكون سلسلة الاتصال الخاصة بإنترنت الأشياء من بوابة LoRaWAN متصلة بخادم ChirpStack لإدارة الأجهزة، وتوجيه البيانات، والتحكم في الشبكة. بعد ذلك تُرسل البيانات باستخدام Node-RED إلى قاعدة بيانات InfluxDB، حيث تُخزن قياسات المستشعرات على شكل بيانات زمنية متسلسلة. ثم يتم الاستعلام عن البيانات المخزنة عبر واجهة خلفية تعتمد على Flask، والتي توفر واجهة برمجية (API) تُستخدم من قبل واجهة الويب للمراقبة اللحظية، وعرض البيانات، وإدارة التنبيهات. ولتعزيز ذكاء النظام، تم دمج تقنيات تعلم الآلة باستخدام نماذج تنبؤية للكشف عن الشذوذ في طول ووزن الأسماك، بالإضافة إلى التنبؤ بالقراءات المستقبلية للمستشعرات.

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء، مراقبة أحواض الأسماك، LoRaWAN، عقدة الاستشعار، STM32L073RZ، SX1272، البيانات الآنية، تعلم الآلة، التنبؤ، جودة المياه.