REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE FERHAT ABBAS, SETIF 1
Faculté des Sciences
Département d'Informatique



MEMOIRE DE MASTER

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master
en réseaux et systèmes distribués

Surveillance médicale connectée basée sur ESP32 et application mobile pour le suivi des personnes âgées

Réalisé par :

GUERRAICHE Yasmine

BENDJEDIA Roufaida

Soutenue le **21 juin 2026** devant le jury composé de :

Président :	Dr. CHERBAL Sara UFA, SETIF 1
Examinateur :	Dr. HAMDI Skander UFA, SETIF 1
Encadrant :	Dr. GUERFI Imene UFA, SETIF 1

Promotion : 2025/2026

Table des matières

- Liste des acronymes
- Liste des figures
- Liste des tableaux
- Introduction

Chapitre 1 : État de l’art des systèmes IoT de surveillance médicale

1.1 Introduction

1.2 Télésurveillance médicale

1.2.1 Contexte général de la santé connectée

1.2.2 Définition de la surveillance médicale

1.2.3 Paramètres vitaux surveillés

1.2.4 Besoins spécifiques des personnes âgées

1.2.5 Importance de la surveillance à distance

1.3 Internet des Objets (IoT) appliqué à la santé

1.3.1 Définition et principes

1.3.2 Internet of Medical Things (IoMT)

1.3.3 Différence entre IoT classique et IoT médical

1.3.4 Architecture typique d’un système IoT médical

1.3.5 Protocoles de communication utilisés

1.3.6 Critères de choix d’un protocole

1.4 Technologies des systèmes de surveillance médicale

1.4.1 Capteurs biomédicaux

1.4.2 Classification des capteurs

1.4.2.1 Capteurs de température

1.4.2.2 Capteurs de fréquence cardiaque et SpO_2

1.4.2.3 Capteurs de chute

1.4.2.4 Capteurs GPS

1.4.3 Synthèse de la classification

1.5 Les avancées récentes dans le domaine du suivi de santé connectée

1.5.1 Évaluation des performances et limites

1.5.2 Comparaison des approches

1.5.3 Limites observées

1.5.4 Synthèse et positionnement du projet

1.6 Conclusion

Chapitre 2 : Conception et architecture du système IoT

2.1 Introduction

2.2 Cahier des charges

2.2.1 Objectifs

2.2.2 Fonctionnalités du système

2.2.3 Exigences de conception

2.2.4 Exigences de développement

2.3 Spécification des besoins

2.3.1 Exigences fonctionnelles et non fonctionnelles

2.3.1.1 Exigences fonctionnelles

2.3.1.2 Exigences non fonctionnelles

2.3.2 Diagramme de contexte

2.3.3 Diagrammes de cas d'utilisation

2.4 Architecture du système

2.4.1 Architecture technique

2.4.1.1 Diagramme d'activité

2.4.1.2 Diagramme de séquences

2.4.1.3 Diagramme de classes

2.4.1.4 Diagramme des interfaces

2.5 Conceptions de portabilité et placement sur le corps humain

2.5.1 Principes de portabilité

2.5.2 Ergonomie et confort 2.6 Conclusion

Chapitre 3 : Implémentation du système IoT

3.1 Introduction

3.2 Les cartes électroniques

3.2.1 La carte ESP32

3.2.1.1 Domaines d'utilisation

3.2.1.2 Classification des cartes ESP32

3.2.2 Les cartes Arduino

3.2.2.1 Domaines d'utilisation

3.2.2.2 Classification des cartes Arduino

3.3 Les composants matériels utilisés

3.3.1 La carte ESP32

3.3.2 Capteur DS18B20

3.3.3 Capteur MAX30102

3.3.4 Capteur MPU6050

3.3.5 Module GPS NEO-6M

3.3.6 Plaque d'essai (Breadboard)

3.3.7 Buzzer

3.3.8 Câbles de connexion

3.3.9 Module d'affichage

3.3.10 Alimentation et batterie

3.4 Environnements de programmation et conception

3.4.1 Arduino IDE

3.4.2 Proteus

3.4.3 Flutter

3.4.4 Base de données MongoDB

3.5 Branchement des composants avec ESP32

3.5.1 Simulation avec Proteus

3.5.2 Réalisation du système

3.5.2.1 Branchement des composants

3.5.2.2 Test de fonctionnement

3.6 Implémentation de l'application

3.6.1 Code Arduino

3.6.1.1 Librairies utilisées

3.6.1.2 Fonctions principales

3.6.2 Code Flutter

3.6.2.1 Classes principales

3.6.2.2 Interfaces
3.6.2.3 3.7 Conclusion

Conclusion générale

Bibliographie

Résumé

Ce mémoire présente l'étude, la conception et la mise en œuvre d'un système IoT de surveillance médicale destiné principalement aux personnes âgées. Face au vieillissement de la population et à la prévalence croissante des maladies chroniques, les solutions de télésurveillance offrent une réponse innovante pour améliorer la qualité de vie des patients tout en réduisant la charge des établissements de santé. Après une analyse approfondie de l'état de l'art des systèmes existants et des technologies IoT appliquées à la santé, une architecture adaptée a été conçue intégrant une carte ESP32 comme unité de traitement centrale, des capteurs biomédicaux (DS18B20 pour la température, MAX30102 pour la fréquence cardiaque et la SpO2, MPU6050 pour la détection de chute, et NEO-6M pour la géolocalisation), ainsi qu'une application mobile développée avec le framework Flutter pour la visualisation des données et la gestion des alertes. Le prototype implémenté démontre la faisabilité d'un système de télésurveillance fiable et accessible, tout en mettant en évidence certaines limites liées à la consommation énergétique, à la sécurité des données et à la validation dans des environnements réels. Ce travail ouvre la voie à des perspectives futures telles que l'intégration de l'intelligence artificielle pour la détection proactive des anomalies, l'optimisation des algorithmes de traitement, et le renforcement de la sécurité des communications.

Mots-clés : Internet des Objets (IoT), surveillance médicale, ESP32, capteurs biomédicaux, télésurveillance, personnes âgées, application mobile, Flutter, DS18B20, MAX30102.

Abstract

This thesis presents the study, design, and implementation of an IoT-based medical monitoring system mainly designed for elderly people. With the aging population and the increasing prevalence of chronic diseases, remote monitoring solutions provide an innovative response to improve patient quality of life while reducing the burden on healthcare facilities. After analysing the state of the art of existing systems and IoT technologies applied to healthcare, a customized architecture was designed integrating an ESP32 board as the central processing unit, biomedical sensors (DS18B20 for temperature, MAX30102 for heart rate and SpO2, MPU6050 for fall detection, and NEO-6M for geolocation), along with a mobile application developed with the Flutter framework for data visualization and alert management. The implemented prototype demonstrates the feasibility of a reliable and accessible telemonitoring system, while highlighting some limitations related to energy consumption, data security, and validation in real environments. This work paves the way for future perspectives such as the integration of artificial intelligence for proactive anomaly detection, the optimization of processing algorithms, and the enhancement of communication security.

Keywords : Internet of Things (IoT), medical monitoring, ESP32, biomedical sensors, remote monitoring, elderly people, mobile application, Flutter, DS18B20, MAX30102.

الملخص

يقدّم هذا العمل دراسةً، وتصميماً، وتنفيذاً لنظام **إنترنت الأشياء (IoT)** مخصّص لمراقبة الحالة الصحية للأشخاص المسنّين. أمام ظاهرة الشيخوخة المتزايدة وانتشار الأمراض المزمنة، تمثل حلول **التطبيب عن بُعد** استجابةً مبتكرة لتحسين جودة حياة المرضى مع تقليل الضغط على المؤسسات الصحية.

بعد تحليل معمّق لحالة الأنظمة القائمة والتقنيات الحديثة في مجال إنترنت الأشياء المطبّق على الصحة، تم اقتراح بنية مناسبة تعتمد على وحدة معالجة مركزية من نوع **ESP32**، إضافةً إلى مجموعة من **المستشعرات الطبية الحيوية**:

- **DS18B20** لقياس درجة الحرارة،
- **MAX30102** لقياس معدل ضربات القلب ونسبة تشبع الأكسجين(SpO_2) ،
- **MPU6050** للكشف عن السقوط،
- **NEO-6M** لتحديد الموقع الجغرافي.

كما تم تطوير تطبيق جوّال باستخدام إطار العمل **Flutter** لعرض البيانات وإدارة التنبيهات.

أثبت النموذج الأولي المنجز إمكانية إنشاء نظام موثوق وعملي للتطبيب عن بُعد، مع إبراز بعض القيود المرتبطة باستهلاك الطاقة، وأمن البيانات، وضرورة التحقق من الأداء في بيئات واقعية. ويفتح هذا العمل آفاقاً مستقبلية واعدة، مثل دمج تقنيات **الذكاء الاصطناعي** للكشف الاستباقي عن الحالات الشاذة، وتحسين خوارزميات المعالجة، وتعزيز أمن الاتصالات.

الكلمات المفتاحية : إنترنت الأشياء(IoT) ، المراقبة الطبية، ESP32، المستشعرات الطبية الحيوية، التطبيب عن بُعد، الأشخاص المسنّون، تطبيق جوّال، Flutter، DS18B20، MAX30102.