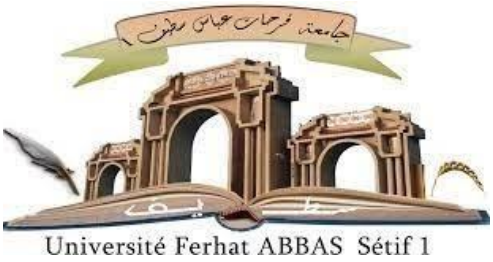
REPUBLIC OF ALGERIA
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC RESEARCH

FERHAT ABBAS UNIVERSITY – SETIF 1
Faculty of Sciences
Department of Computer Science



MASTER'S THESIS

Presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of
Master in Networks and Distributed Systems

IMPLEMENTATION OF A CONTROL APPLICATION FOR A HOTEL DISPLAY SYSTEM USING QT AND SOCKETS

Supervised by:

Dr. GUELLATI Nabil

Realized by:

Bouchaoui Nermine
Guetaf Dounia

Date of Defense : 04/06/2026

JURY MEMBERS

President : Dr.Mansouri Houceme

Examiner : Dr.Kanouni Lakhdar

Academic Year: 2025/2026

Contents

General Introduction 1

1 Introduction to Raspberry Pi 3

1.1 Introduction and Historical Context 3

1.2 Evolution of Raspberry Pi Models 4

1.2.1 First Generation: Model A and Model B 4

1.2.2 Second Generation: Model A+ and B+ 5

1.2.3 Third Generation: Raspberry Pi 2 and 3 6

1.2.4 Fourth Generation: Raspberry Pi 4 (2019) 7

1.2.5 Fifth Generation: Raspberry Pi 5 (2023) 8

1.2.6 Raspberry Pi Zero Series 9

1.3 Technical Architecture 10

1.3.1 System-on-Chip (SoC) Design 10

1.3.2 Memory and Storage Architecture 12

1.3.3 Instruction Set Architecture Considerations 13

1.4 Hardware Interface Capabilities 13

1.4.1 General Purpose Input/Output (GPIO) 13

1.4.2 Multimedia Interfaces 14

1.5 Operating System Support 16

1.5.1 Raspberry Pi OS Version History 16

1.5.2 Raspberry Pi OS Features 17

1.5.3 Alternative Operating Systems 17

1.6 Applications and Use Cases 18

1.7 Community and Ecosystem 19

1.8 Conclusion for Raspberry Pi 20

2 Qt Framework for Cross-Platform Application Development 22
2.1 Introduction to Qt 22
2.1.1 Historical Development and Philosophy 23
2.1.2 Qt's Design Principles 23
2.2 Qt Core Concepts 24
2.2.1 The Meta-Object System 24
2.2.2 Signals and Slots 25
2.2.3 Object Trees and Memory Management 26
2.2.4 Using Your Own Signals 26
2.3 Qt Network Programming 26
2.3.1 TCP Socket Programming 27
2.3.2 UDP Socket Programming 27
2.3.3 Handling Multiple Clients 32
2.3.4 JSON for Command Serialization 32
2.4 Qt GUI Development 33
2.4.1 Widgets and Layouts 33
2.4.2 Custom Widgets for Room Display 34
2.5 Building Qt Projects 34
2.5.1 QMake Project Files 34
2.5.2 Custom Serialization Operators 34
2.6 Conclusion for Qt Framework 34
3 Implementation and Realization 36
3.1 Introduction 36
3.2 System Analysis and Design 36
3.2.1 Use Case Diagram 36
3.2.2 Sequence Diagram 38

3.2.3 Architectural Summary 40
3.2.4 Application Architecture: Qt + Sockets + Raspberry Pi 41
3.3 Development Environment 43
3.3.1 Technologies Used 43
3.3.2 Project Architecture 43
3.4 Client Application Implementation 43
3.4.1 Main Window Structure 43
3.4.2 Welcome Page 44
3.4.3 Main Page - Room Gallery 45
3.4.4 Direction Page - Map & Information 47
3.4.5 Restaurant Page - Menu Display 47
3.4.6 Events Page - Schedule Display 48
3.4.7 Concierge Page - Digital Assistant 49
3.4.8 Spa Promotion Page 50
3.4.9 Suite Promotion Page 51
3.4.10 Restaurant Promotion Page 52
3.5 Server Control Panel Implementation 52
3.5.1 Server Architecture 53
3.5.2 Command System 53
3.6 Network Communication 54
3.6.1 Client-Server Protocol 54
3.6.2 Page Navigation System 55
3.7 Styling and Design System 55
3.7.1 Color Palette 55
3.7.2 Typography 56
3.8 Real-Time Features 56
3.8.1 Dynamic Content Updates 56
3.8.2 Clock and Date Display 57

3.9 Testing and Validation 57
3.9.1 Functional Tests 57
3.9.2 Performance Metrics 57
3.10 Chapter Summary 57
General Conclusion 59

Abstract

This Master's thesis presents the implementation of a centralized digital signage control system for hotel environments. The solution combines Raspberry Pi single-board computers as display nodes with a Qt-based crossplatform control application. Communication between the central control station and distributed display units is achieved through reliable TCP/IP socket programming, ensuring real-time content synchronization.

The system features a client-server architecture where the server application enables hotel staff to remotely manage display content, update room prices, modify promotional materials, and control page navigation across multiple terminals. The client application, running on Raspberry Pi devices, renders dynamic multimedia content through an elegant graphical interface with automatic page rotation and smooth transitions.

Key achievements include: (1) development of a lightweight, responsive control interface; (2) implementation of a robust text-based communication protocol; (3) design of nine distinct promotional pages showcasing hotel services; and (4) successful validation demonstrating stable operation with minimal resource consumption (<5% CPU, 150MB RAM).

This cost-effective solution proves the viability of combining open-source hardware with modern cross-platform frameworks for scalable hospitality digital signage deployments.

Keywords: Raspberry Pi, Qt Framework, Digital Signage, TCP/IP Sockets, Client-Server Architecture, Hotel Management, Cross-Platform Development.

Résumé

Ce mémoire de Master présente l'implémentation d'un système centralisé de signalétique numérique pour environnements hôteliers. La solution combine des ordinateurs monocartes Raspberry Pi comme noeuds d'affichage avec une application de contrôle multiplateforme développée avec Qt. La communication entre la station de contrôle centrale et les unités d'affichage distribuées est assurée par une programmation socket TCP/IP fiable, garantissant la synchronisation du contenu en temps réel.

Le système repose sur une architecture client-serveur où l'application serveur permet au personnel hôtelier de gérer à distance le contenu affiché, mettre à jour les prix des chambres, modifier les supports promotionnels et contrôler la navigation entre les pages sur plusieurs terminaux. L'application cliente, exécutée sur Raspberry Pi, affiche du contenu multimédia dynamique via une interface graphique élégante avec rotation automatique des pages et transitions fluides.

Les réalisations clés incluent : (1) développement d'une interface de contrôle légère et réactive ; (2) implémentation d'un protocole de communication textuel robuste ; (3) conception de neuf pages promotionnelles distinctes présentant les services de l'hôtel ; et (4) validation réussie démontrant un fonctionnement stable avec une consommation minimale de ressources (<5% CPU, 150Mo RAM).

Cette solution économique prouve la viabilité de combiner matériel opensource et frameworks multiplateformes modernes pour des déploiements évolutifs de signalétique numérique dans l'hôtellerie.

Mots-clés : Raspberry Pi, Framework Qt, Signalétique Numérique, Sockets TCP/IP, Architecture Client-Serveur, Gestion Hôtelière, Développement Multiplateforme

الملخص

يقدم هذا البحث تنفيذ نظام مركزي للتحكم في العروض الرقمية لبيئات الفنادق. يجمع الحل بين حواسيب Raspberry Pi ذات اللوحة الواحدة كعُقَد عرض، وتطبيق تحكم متعدد المنصات مبني على إطار عمل Qt. يتم التواصل بين محطة التحكم المركزية ووحدات العرض الموزعة من خلال برمجة المقابس TCP/IP الموثوقة، مما يضمن مزامنة المحتوى في الوقت الفعلي.

يعتمد النظام على بنية خادم-عميل حيث يتيح تطبيق الخادم لموظفي الفندق إدارة المحتوى المعروض عن بعد، وتحديث أسعار الغرف، وتعديل المواد الترويجية، والتحكم في التنقل بين الصفحات عبر محطات متعددة. يقوم تطبيق العميل، الذي يعمل على أجهزة Raspberry Pi، بعرض محتوى الوسائط المتعددة الديناميكي من خلال واجهة رسومية أنيقة مع دوران تلقائي للصفحات وانتقالات سلسة.

تشمل الإنجازات الرئيسية: (1) تطوير واجهة تحكم خفيفة وسريعة الاستجابة؛ (2) تنفيذ بروتوكول اتصال نصي قوي؛ (3) تصميم تسع صفحات ترويجية متميزة تعرض خدمات الفندق؛ و (4) تحقق ناجح يُظهر تشغيلاً مستقراً مع استهلاك محدود للموارد (أقل من 5% من المعالج، 150 ميجابايت من الذاكرة).

يثبت هذا الحل الفعال من حيث التكلفة جدوى الجمع بين الأجهزة مفتوحة المصدر وأطر العمل الحديثة متعددة المنصات لنشر أنظمة العروض الرقمية القابلة للتوسع في قطاع الضيافة.

الكلمات المفتاحية:

،الفنادق إدارة ،،عميل-خادم بنية ،TCP/IP مقابس ،الرقمية العروض ،Qt عمل إطار ،Raspberry Pi Raspberry Piذات اللوحة الواحدة كعقد .المنصات متعدد التطوير