



HAL
open science

Concevoir un parking connecté: une maquette pédagogique pour l'apprentissage des technologies IoT en travaux pratiques (TP)

Wajdi Bouajila, Imene Zitoun

► To cite this version:

Wajdi Bouajila, Imene Zitoun. Concevoir un parking connecté: une maquette pédagogique pour l'apprentissage des technologies IoT en travaux pratiques (TP). Colloque sur les Objets et Systèmes Connectés 2023, Institut Supérieur des études technologiques de Sfax; Institut Supérieur des études technologiques de Mahdia, Jun 2023, Mahdia, Tunisie. hal-04219828

HAL Id: hal-04219828

<https://hal.science/hal-04219828v1>

Submitted on 27 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Concevoir un parking connecté : une maquette pédagogique pour l'apprentissage des technologies IoT en travaux pratiques (TP)

Wajdi BOUJILA, bouajila07@gmail.com

Imène ZITOUN, imen.isetjb@gmail.com

Institut supérieur des études technologiques de Djerba, Tunisie

RESUME : Dans le contexte de la formation des étudiants en génie électrique à l'institut supérieur des études technologiques (ISET) de Djerba sur les technologies des objets connectés (Internet of Things -IoT), nous avons développé une maquette pédagogique pour permettre aux étudiants de renforcer leurs connaissances théoriques abordés dans les séances de cours avec leurs compétences pratiques acquises pendant les séances de travaux pratiques (TPs). Cette maquette pédagogique est une réalisation concrète d'un système de parking connecté utilisant les technologies IoT. Ce prototype est conçu pour offrir aux étudiants une formation pratique en électronique embarqué et en technologies de l'IoT en leur permettant de concevoir et de programmer un parking connecté en utilisant une carte Raspberry Pi, une carte RFID, des capteurs de présence et un servomoteur. En outre, cette maquette permet aux étudiants d'apprendre la gestion du parking à distance à travers la plateforme firebase et une application mobile. Dans cet article, nous présentons les objectifs pédagogiques de cette maquette, les technologies IoT utilisées ainsi que les compétences développées au cours des TPs.

Mots clés : objets connectés, pédagogie, parking, Raspberry, RFID.

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de préparation de l'atelier IoT pour les étudiants de troisième année en génie électrique en spécialité électronique industriel de l'ISET de Djerba, nous avons réalisé une maquette pédagogique qui permet aux étudiants de consolider leurs connaissances théoriques avec des compétences pratiques en électronique embarqué et en objets connectés (IoT). Cette maquette a pour objectif de concevoir un parking connecté commandé par la carte Raspberry PI et la technologie RFID à travers une application mobile.

La conception de cette maquette a été soigneusement étudiée pour permettre aux étudiants de comprendre les principes de base de l'électronique embarqué, tout en les aidant à développer leurs compétences en programmation et en conception des applications mobiles. En effet, les étudiants peuvent acquérir des connaissances pratiques en électronique en manipulant la carte RFID, la carte Raspberry PI ainsi que des connaissances en IoT et en programmation mobile.

Cet article s'intéresse aux travaux pratiques de l'atelier IoT qui correspondent à un volume horaire de 21h de formation en présentiel. Les étudiants sont regroupés en de 3 à 4 étudiants par groupe. La conception du parking connecté nécessite cinq ateliers de trois heures chacun. Le premier atelier portera sur une initiation sur la carte Raspberry Pi. Le deuxième se concentrera sur la programmation python pour commander les capteurs de présence infrarouge, le servomoteur, les diodes leds et le capteur ultrason, à travers la carte Raspberry.

Le troisième portera sur la connexion entre la carte Raspberry Pi et la carte RFID.

Le quatrième est une initiation sur l'outil de développement mobile MIT App Inventor.

Le cinquième et dernier atelier portera sur la commande du parking à l'aide de l'application mobile.

Cet article décrit en détail les étapes d'apprentissage des quatre ateliers de la maquette pédagogique, en mettant en évidence les technologies IoT utilisées dans chaque atelier.

Nous allons expliquer comment les étudiants pourront acquérir des compétences tout au long de ces travaux pratiques, notamment en matière de connexion entre les différents composants du système, de commande de la barrière par le servomoteur, de détection de la présence des véhicules grâce aux capteurs infrarouges, et de commande du parking à l'aide d'une application mobile. Nous soulignerons également les avantages pédagogiques de cette maquette pour la formation des étudiants en génie électrique.

2 PRESENTATION DE LA MAQUETTE

2.1 Objectifs pédagogiques

La maquette pédagogique du parking connecté vise à développer les compétences pratiques des étudiants en génie électrique en matière de conception, de programmation et de mise en œuvre de systèmes connectés.

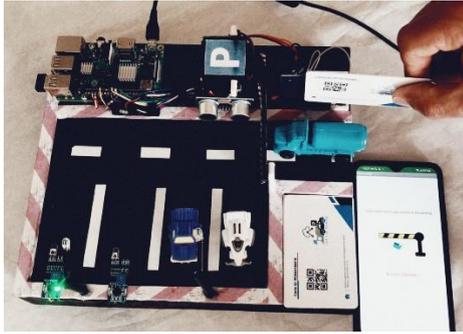


figure 1 : Schéma de la maquette.

Les objectifs de la maquette permettent aux étudiants de :

- ✓ Acquérir une compréhension pratique de la manière dont les systèmes connectés fonctionnent et communiquent entre eux.
- ✓ Apprendre à travailler avec des systèmes embarqués telles que les cartes Raspberry Pi, les lecteurs RFID et les composants électroniques.
- ✓ Acquérir une expérience pratique dans la conception, la construction et la mise en service des objets connectés.
- ✓ Développer des compétences en développement des applications mobiles.
- ✓ Développer des compétences en travail d'équipe et en prise de décision.
- ✓ Développer l'innovation et la créativité en explorant de nouvelles idées et en expérimentant avec des technologies émergentes.

2.2 Composants et fonctionnement

La maquette du parking connecté présentée ci-dessous est composée de différents éléments électroniques suivants :

- 1- Une carte Raspberry Pi 3 b+
- 2- Un capteur ultrason HC-SR04
- 3- Un servo-moteur MG996
- 4- Un module RFID RC522 (+ tag RFID)
- 5- Des diodes LED
- 6- Des capteurs Infrarouge (IR Sensor)
- 7- Un buzzer
- 8- Une Plaque à essai
- 9- Des câbles de connexion

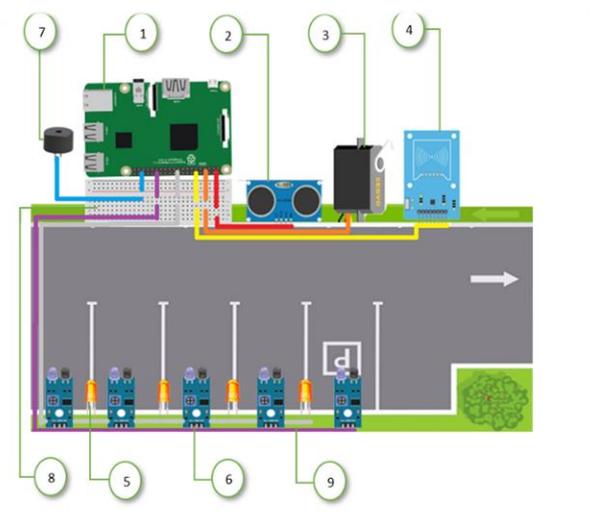


figure 2 : Composants de la maquette.

Le processus d'accès au parking est géré par un système de cartes RFID et une carte Raspberry Pi. Lorsqu'un client insère sa carte RFID, la carte Raspberry vérifie la validité de son abonnement. Si la carte RFID n'est plus valide, le client est informé par une notification sur son téléphone.

Si la carte RFID est validée, la carte Raspberry envoie un code de validation au serveur, qui envoie la permission d'ouverture de la barrière au client via son application mobile et une notification lui est envoyée pour confirmer la validité de sa carte.

Une fois la barrière est levée, le passage de la voiture est détecté par un capteur ultrason qui envoie un signal afin de baisser la barrière.

L'application mobile va guider ensuite le client pour trouver un endroit disponible pour garer sa voiture. [1].

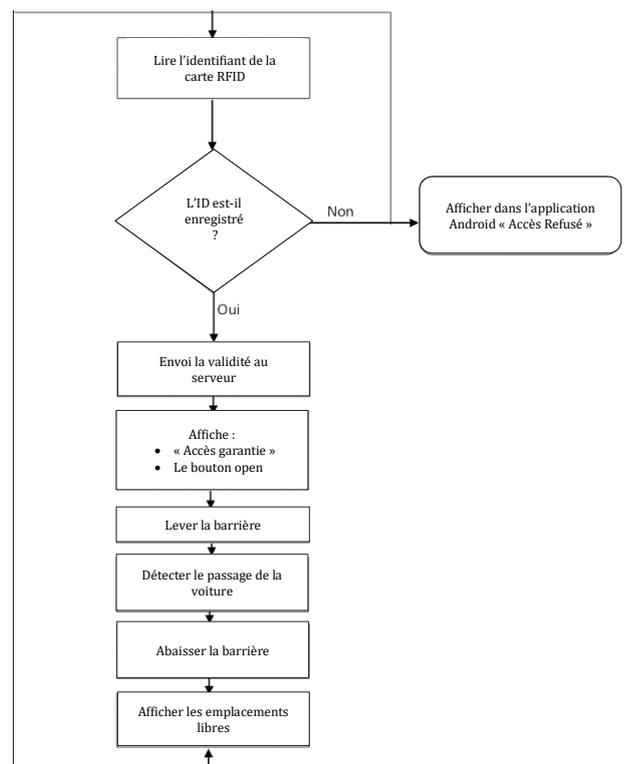


figure 3 : Organigramme de fonctionnement du parking

3 LES TECHNOLOGIES UTILISEES

3.1 La technologie RFID

La technologie RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie sans fil qui permet la communication entre les objets [2].

Les tags RFID sont utilisés pour stocker les informations sur une puce électronique et peuvent être lus à distance par un lecteur RFID.



figure 4 : Technologie RFID [3]

En utilisant la technologie RFID, le système de parking connecté peut identifier rapidement les véhicules autorisés et refuser l'accès aux véhicules non autorisés, améliorant ainsi la sécurité et la gestion du stationnement. Les données collectées par les étiquettes RFID sont transmises à la carte Raspberry Pi, permettant aux utilisateurs abonnés d'accéder au parking et de suivre l'état le stationnement en temps réel.

3.2 La carte RaspberryPi



figure 3 : Raspberry Pi

En tant que mini-ordinateur connecté à internet par le réseau WIFI, la carte Raspberry Pi est capable de traiter les données collectées par les cartes RFID, les différents capteurs et actionneurs de la maquette [4]. Cette carte peut également exécuter des algorithmes d'analyse de données pour optimiser l'utilisation de l'espace de stationnement et pour fournir des informations en temps réel sur l'état du parking.

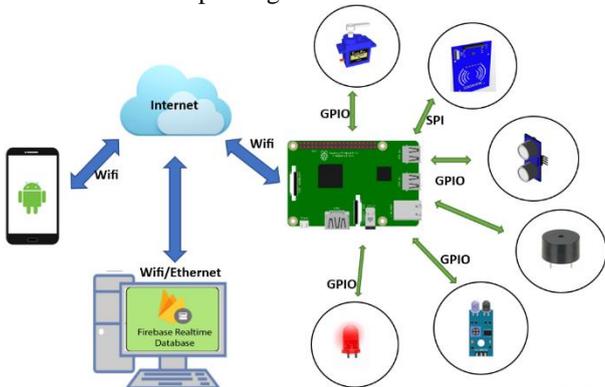


Figure 4 : Connexion entre la carte Raspberry Pi et les différents éléments du système

3.3 La plateforme Firebase

Firebase est une plateforme de développement qui permet de stocker en temps réel les données collectées par les capteurs et dispositifs IoT, les traiter et les rendre disponibles aux utilisateurs via une application mobile [5]. Firebase offre des fonctionnalités telles que l'authentification des utilisateurs, la gestion des notifications, la gestion des bases de données, l'analyse et la création de rapports. Grâce à ces fonctionnalités, les étudiants peuvent facilement créer leur propre applications de gestion de parking qui fournissent des informations en temps réel sur l'état du parking.

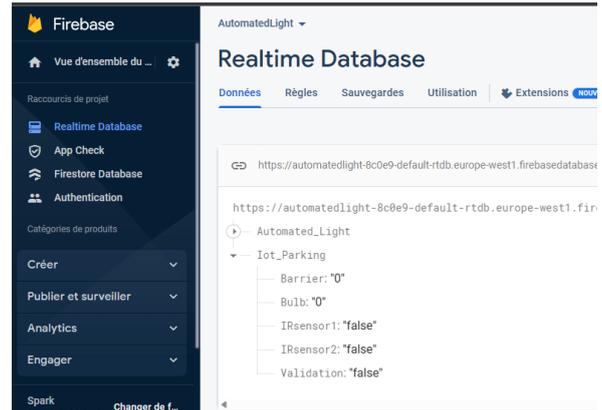


Figure 5 : Affichage de l'état du parking en temps réel

3.4 MIT App Inventor

MIT App Inventor est un outil de développement d'applications mobiles qui a été spécialement conçue pour les personnes sans expérience préalable en programmation mobile. Le choix de cet outil de développement d'applications mobiles pour les étudiants en génie électrique était fondé sur le constat que ces étudiants n'ont pas nécessairement les prérequis en développement informatique pour travailler sur la plateforme Android. C'est pourquoi MIT App Inventor offre une solution pratique et accessible qui permet aux étudiants de créer des applications mobiles sans avoir à se soucier de la programmation android [6]. Avec une interface graphique intuitive et une bibliothèque de blocs de programmation préconçus, cet outil permet aux étudiants en génie électrique de développer leurs propres applications mobiles adaptée à leur niveau de compétence en informatique.

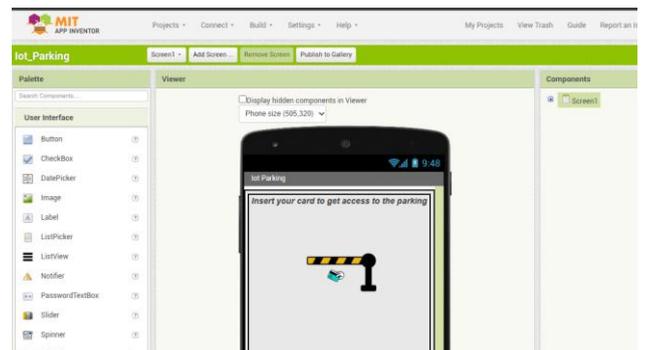


Figure 6 : Interface MIT App Inventor



Figure 7 : Interface de l'application mobile

4 REPARTITION DES SEANCES DE TP

Bien que l'atelier IoT se compose de sept séances de travaux pratiques, le travail sur la maquette ne nécessitera que cinq séances de trois heures chacune. Les deux autres séances supplémentaires seront utilisées pour les ajustements finaux de la maquette et pour les évaluations des acquis des étudiants.

Les cinq séances de travaux pratique sont organisées comme suit :

1- TP N° 1 : Initiation à la carte Raspberry Pi

- ✓ Comprendre en détail l'architecture matérielle de la carte Raspberry Pi y compris ses caractéristiques et ses fonctionnalités.
- ✓ Installer et configurer correctement le système d'exploitation Raspbian pour Raspberry Pi

2- TP N° 2 : Commande des entrées et des sorties

- ✓ Préparer l'environnement de développement Python dans la carte Raspberry Pi
- ✓ Installer les bibliothèques Python requises et configurer les paramètres nécessaires pour démarrer le développement
- ✓ Écrire des programmes Python pour contrôler les entrées et les sorties de la carte Raspberry, en utilisant la bibliothèque GPIO.
- ✓ Ecrire un programme Python pour allumer et éteindre une LED, en utilisant des instructions de commande telles GPIO.output(LED, GPIO.HIGH) et GPIO.output(LED, GPIO.LOW).
- ✓ Configurer les paramètres nécessaires pour lire les signaux provenant des capteurs infrarouges et du capteur ultrason.

3- TP N° 3 : Gestion de l'accès au parking avec la carte RFID

- ✓ Brancher sur une plaque à essai les composants suivants : Lecteur RFID, Servomoteur, Capteur Ultrason, Capteur IR Sensor et Buzzer
- ✓ Ecrire un programme python permettant de :
- ✓ Lire l'ID des cartes RFID en utilisant le module de lecture RFID
- ✓ Commander le servomoteur pour lever et abaisser la barrière
- ✓ Lire les signaux venant du capteur Ultrason
- ✓ Lire les signaux venant du capteur IR Sensor
- ✓ Déclencher le Buzzer

4- TP N° 4 : Initiation à MIT App Inventor

- ✓ Créer une application Android comprenant deux boutons qui permettent d'allumer et d'éteindre une diode LED
- ✓ Ecrire un programme Python pour se connecter à la base de données Firebase et afficher les états de la diode sur cette plateforme

5- TP N° 5 : Gestion de l'accès au parking avec l'application mobile

- ✓ Ecrire un programme Python qui permet de se connecter à la base de données de la plateforme Firebase pour stocker les informations relatives aux utilisateurs de l'application et leur accès au parking.
- ✓ Développer une application mobile qui englobe toutes les fonctionnalités du parking connecté.

5 COMPETENCES DEVELOPPEES

A travers les cinq séances de travaux pratique, les étudiants sont capables d'acquérir les compétences suivantes :

En Électronique :

- ✓ Comprendre l'architecture matérielle de la carte Raspberry Pi et ses fonctionnalités.
- ✓ Analyser le fonctionnement de la carte RFID, des capteurs infrarouge et ultrason et de servomoteur.
- ✓ Savoir brancher, configurer et programmer correctement les différents capteurs et actionneurs avec la carte Raspberry Pi.

En IoT :

- ✓ Configurer la plateforme Firebase pour stocker et gérer les informations relatives aux utilisateurs de l'application et leur accès au parking.
- ✓ Écrire des programmes Python pour se connecter à la base de données Firebase et afficher en temps réel les états de parking sur cette plateforme.

En développement Mobile :

- ✓ Développer une application mobile pour gérer l'accès au parking en utilisant l'outil MIT App Inventor.

En travail d'équipe :

- ✓ Développer des compétences en travail d'équipe, en partage, en collaboration et en résolution de problèmes.

6 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons présenté une maquette pédagogique d'un parking connecté basé sur l'internet des objets. L'objectif de cette maquette est de permettre aux étudiants de développer des compétences pratiques en électronique, en IoT et en développement mobile, tout en favorisant le travail d'équipe et l'apprentissage par groupe. Cette maquette pédagogique propose aux étudiants un projet concret qui les met face aux défis et aux opportunités de l'Internet des objets et leur permet d'acquérir des nouvelles compétences en IoT.

Bibliographie

- [1] PALA, Zeydin et INANC, Nihat. Smart parking applications using RFID technology. In : 2007 1st Annual RFID Eurasia. IEEE, 2007. p. 1-3

- [2] PARKASH, Davinder, KUNDU, Twinkle, et KAUR, Preet. The RFID technology and its applications: a review. International Journal of Electronics, Communication & Instrumentation Engineering Research and Development (IJECIERD), 2012, vol. 2, no 3, p. 109-120.
- [3] GOSSART, Cédric. Les enjeux environnementaux des technologies RFID. Entretien avec Laura Draetta. Terminal. Technologie de l'information, culture & société, 2010, no 106-107
- [4] ZHAO, Cheah Wai, JEGATHEESAN, Jayanand, et LOON, Son Chee. Exploring iot application using raspberry pi. International Journal of Computer Networks and Applications, 2015, vol. 2, no 1, p. 27-34.
- [5] <https://firebase.google.com/>
- [6] <https://dane.ac-creteil.fr/datas/doc/appinventor/appInventor.html>