الجـــــــــــــــــــــمـهـوريـــــة الجـــــــــــــــزائـريـة الديمـــــــقـراطيـة الـشـــــــــعبيـة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التـــــــــعـليـم العـــــــالي و البـــــــــحث العـــــلـمـــي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جـــامعة الدكتـــور الطاهـــــر مـــولاي سعيـــــــدة–

Université Saida Dr Tahar Moulay –
Faculté de TECHNOLOGIE

MEMOIRE

Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du Diplôme de MASTER

En : Automatique

Spécialité : Automatique e Systèmes

Par : OULDKADA Rania

Sujet

Réalisation d'un système de surveillance et contrôle d'accès à base d'une serrure connectée intelligente

Soutenue publiquement en **25/06/2024** devant le jury composé de :

Mr. BOUROUINA Abdelkader	MAA	Univ. Saida	Président
Mr. BENMAHDJOUB Mohammed Amin	MCB	Univ. Saida	Rapporteur
Mr. MOSTEFAI Lotfi	MCA	Univ. Saida	Examinateur

Année universitaire 2023/2024

Abstract

This project aims to design and create a surveillance and access control system based on wi-fi communication between the person and the smart door lock using an RPI camera for facial recognition connected with a raspberry pi card which sends information to our electronic interface so that the authorized person approaching the camera can recognize him easily and it allows him to open the door lock by comparing the characteristics of their face with images recorded on our code programmed with the python, and to prevent a person from registering in the system with the image of another via their smartphone we have strengthened security by adding the IP address only of homes.

Keywords : Surveillance system,Face recognition, Raspberry Pi,Opencv

Résumé

Ce projet vise à concevoir et réaliser un systéme de surveillance et controle d'accès à base d'une communication wifi entre la personne et la serrure de la porte intelligente on utilisant une rpi caméra pour la reconnaissance faciale connectée avec une carte raspberry pi qui envoie des informations à notre interface électronique de sorte que la personne autorisé s'approche au caméra peut lui reconnaitre facilement et il lui permet d'ouvrir la serrure de la porte en comparant les caractéristiques de leur visage avec des images enregistrées sur notre code programmé avec le python,et pour eviter qu'une personne s'inscrive dans le systéme avec l'image d'une autre via son smartphone on a renforcer la sécurité on ajoutant l'adresse IP seulement des domiciles

Mots Clés : Systéme de surveillance, reconnaissance faciale, raspberry Pi, Open cv

الملخص:

يهدف هذا المشروع إلى تصميم وإنشاء نظام مراقبة والتحكم في الوصول يعتمد على اتصال wifi بين الشخص وقفل الباب الذكي باستخدام كاميرا RPI للتعرف على الوجه متصلة ببطاقة Raspberry pi التي ترسل المعلومات إلى واجهتنا الإلكترونية حتى يتمكن الشخص المسموح له بالدخول عند اقترابه من الكاميرا التعرف عليه بسهولة وتسمح له بفتح قفل الباب عن طريق مقارنة خصائص وجهه مع الصور المسجلة على الكود الخاص بنا المبرمج بالبايثون، ومنع شخص من التسجيل في النظام بصورة شخص آخر عبر هواتفهم الذكية قمنا بتعزيز الأمان عن طريق إضافة عنوان IP الخاص بالمنازل فقط

الكلمات المفتاحية:نظام الامن ,التعرف على الوجه, راسبيري,اوبن سيفي

Dédicaces

Ce mémoire est dédié à ma mère et mon pére, dont le soutien indéfectible et les encouragements constants ont illuminé mes années d'études. À travers ces lignes, je souhaite lui témoigner ma reconnaissance la plus profonde. Je tiens également à exprimer ma gratitude envers mes frères, mes grands-parents et tous ceux qui ont partagé avec moi les moments marquants de ce travail. Leur présence chaleureuse et leurs encouragements ont été des piliers essentiels tout au long de mon parcours. À ma famille, mes proches, ainsi qu'à ceux qui ont su m'insuffler amour et vitalité, je leur adresse mes plus sincères remerciements. À mes amis, compagnons de toujours, je souhaite un avenir parsemé de réussites. Enfin, à tous ceux qui ont occupé une place spéciale dans mon cœur, je dis simplement : merci !

Remerciements

Je suis profondément reconnaissante envers Dieu pour nous avoir permis de mener à bien ce travail avec succès. je tiens à exprimer ma sincère gratitude à tous les membres du département d'électrotechnique de l'Université Dr Moulay Taher à saida pour leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours universitaire. Vos conseils précieux et votre encouragement constant ont joué un rôle essentiel dans mes progressions remarquables et mes accomplissements. Je tiens également à remercier sincèrement le Dr.Benmahdjoub Mohamed Lamine, mon encadrant, pour avoir proposé ce sujet et pour son soutien continu, ses conseils précieux ayant enrichi notre projet. Sa disponibilité et son accompagnement ont été essentiels à mes progressions. Je suis consciente de l'importance du rôle du jury dans l'évaluation de notre travail de fin d'études, et nous sommes honorés de pouvoir bénéficier de l'expertise et de l'expérience du jury. Enfin, je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Table des matières

Table des figures

Liste des abbréviations

RFID	Radio Frequency Identification
IR	Infrarouge
GPIO	General Purpose Input Output
CSI	Camera Serial Interface
DSI	Display Serial Interface
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
RJ45	Registered Jack 45
LXDE	Lightweight X11 Desktop Environment
PIL	Python Imaging Library
SSH	Secure Shell
VNC	Virtual Network Computing
OpenCV	Open Computer Vision
LED	Light Emitting Diodes
microSD	micro Secure Digital
SSID	Service Set Identifier
USB	Universal Serial Bus
Wi-Fi	Wireless Fidelity

Introduction générale

L'insécurité dans divers domaines de la société moderne est devenue une préoccupation majeure, que ce soit dans les secteurs résidentiels, commerciaux ou gouvernementaux. Les intrusions non autorisées, les vols, les actes de vandalisme et les attaques criminelles sont autant de menaces auxquelles les individus et les organisations sont confrontés quotidiennement. Face à ces défis,l'émergence de la reconnaissance faciale comme méthode d'authentification biométrique offre un moyen fiable de limiter les accès non autorisés et de renforcer la sécurité des domiciles Dans ce contexte, la reconnaissance faciale associée à une serrure intelligente connectée émerge comme une solution prometteuse pour renforcer le contrôle d'accès et améliorer la sécurité dans divers environnements contrairement aux méthodes traditionnelles telles que les clés, les cartes d'accès ou les codes PIN, qui peuvent être contournées ou perdues, la reconnaissance faciale offre une approche biométrique unique et fiable pour authentifier l'identité des individus. En utilisant des algorithmes avancés de vision par ordinateur ,cette technologie permet de capturer, d'analyser et de comparer les caractéristiques faciales d'une personne avec une base de données préalablement enregistrée,

La reconnaissance faciale peut être réalisée de manière statique, en comparant une image capturée avec une base de données d'images préalablement enregistrées, ou de manière dynamique, en temps réel, en utilisant des caméras pour détecter et identifier les visages en mouvement. l'intégration du Raspberry Pi avec une interface électronique et une serrure intelligente connectée représente une avancée significative dans le domaine de la sécurité résidentielle. En permettant le déverrouillage de la porte via une connexion wifi depuis n'importe quel appareil compatible, comme un smartphone ou une tablette, Bien que cette technologie offre des avantages en termes de commodité et de sécurité, elle soulève également des préoccupations concernant la vie privée, la protection des données personnelles, les biais algorithmiques, ainsi que les risques potentiels de surveillance et de contrôle excessifs. Ces aspects doivent être pris en compte lors de l'implémentation et de l'utilisation de cette technologie afin de garantir son utilisation éthique et responsable.

donc notre mémoire se compose de trois chapitres. Le premier présente un état de l'art sur types des serrures , le deuxième décrit la carte électronique utilisé ainsi ses

composants , tandis que le troisième chapitre détaille les étapes de réalisation du système,

Chapitre 1

Généralités sur Les serrures

1.1 Introduction

La serrure classique est un mécanisme mécanique qui permet l'ouverture ou la fermeture d'une porte par l'actionnement d'une clé. En revanche, la serrure électronique est un dispositif électromécanique qui offre la possibilité d'ouvrir et de fermer un objet tel qu'une porte sans nécessiter l'utilisation d'une clé physique. À la place, elle peut être activée par l'introduction d'une carte magnétique, d'un code PIN ou même via une connexion sans fil avec un smartphone ou une télécommande.

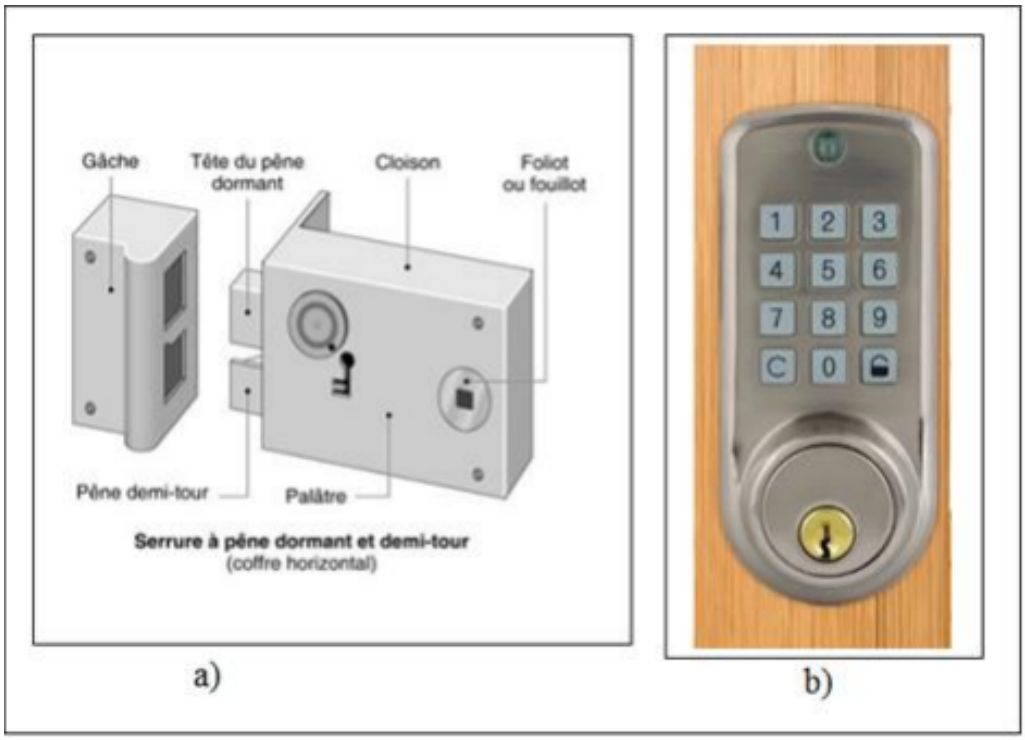


FIGURE 1.1 – a)Serrure classique,b)Serrure électronique

Ce chapitre se concentrera sur la présentation des serrures,notamment :

— Les serrures connectées Bluetooth

— Les serrures connectées WiFi

— Les serrures connectées RFID (Identification pas Radiofréquence)

— Les serrures à Infrarouge (IR)

— Les serrures à code intelligent

— Les serrures biométriques

1.2 Définition

Une serrure est un mécanisme permettant d'ouvrir ou de fermer une porte, généralement actionné par une clé, une carte ou un code. Les serrures électriques, fabriquées en acier renforcé, offrent une sécurité améliorée par rapport aux serrures traditionnelles, étant plus résistantes au perçage ou à la coupe. Leur utilité réside dans leur capacité à garantir une sécurité accrue tout en étant plus conviviales que les serrures conventionnelles. De plus, elles proposent des fonctionnalités supplémentaires indispensables pour une sécurité optimale Les serrures électroniques sont devenues populaires en raison de leur sécurité accrue et de leur facilité d'utilisation. Elles offrent souvent des fonctionnalités supplémentaires telles que la possibilité de suivre les accès et de les contrôler à distance, ainsi que la capacité de créer des plages horaires d'accès pour différents utilisateurs. Ces fonctionnalités avancées en font un choix attractif pour les propriétaires et les gestionnaires de propriétés cherchant à améliorer la sécurité et la gestion des accès. **Serrure à garniture** Parmi les différents types de serrures, on retrouve la serrure à garniture. Cette dernière repose sur l'utilisation de pièces métalliques fixes dont l'arrangement doit correspondre au motif du panneton de la clé pour permettre la rotation nécessaire au déverrouillage.

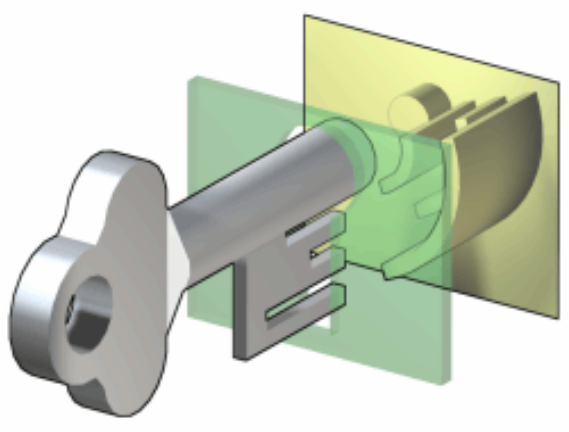


FIGURE 1.2 – Une illustration représente une serrure à garniture

La serrure à goupilles, également connue sous le nom de serrure de Yale en référence à son inventeur, est équipée de pièces métalliques montées sur un pivot. Ces pièces sont soulevées à une certaine hauteur par la rotation du panneton de la clé . Ce type de serrure utilise une série de goupilles, également appelées broches, de tailles différentes pour empêcher l'ouverture sans l'introduction de la clé correspondante

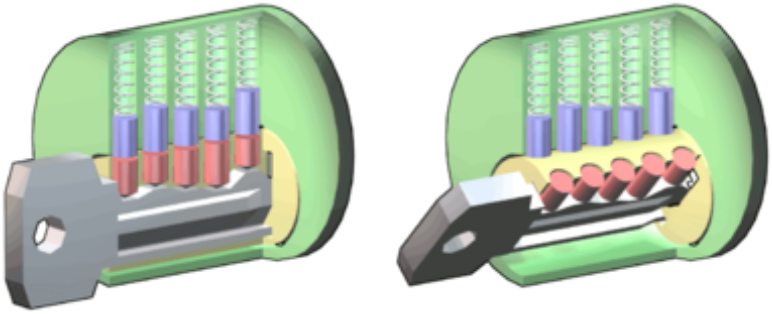


FIGURE 1.3 – Une illustration représente une serrure à goupilles

La serrure tubulaireest un système de verrouillage où les goupilles sont arrangées en cercle autour du cylindre

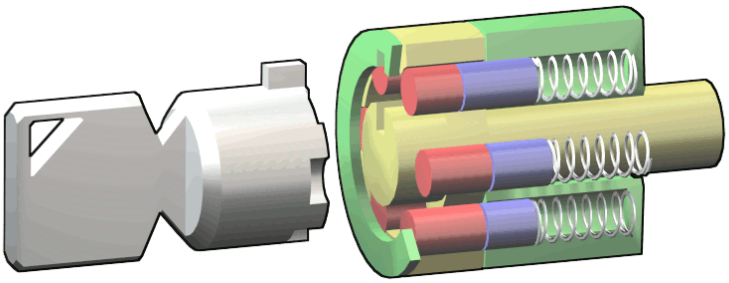


FIGURE 1.4 – Une illustration représente serrure tubulaire verrouillée

La serrure à pompe souvent désignée sous le nom de serrure de sécurité, est un dispositif cylindrique doté de plusieurs ailettes indépendantes coulissantes le long de l'axe du cylindre.

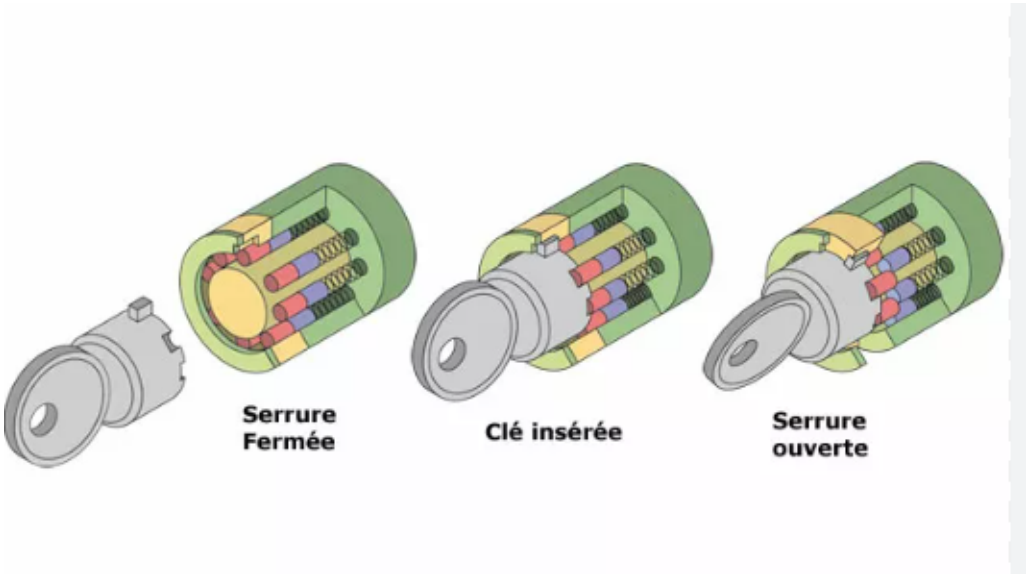


FIGURE 1.5 – Une serrurre à pompe

Les serrures connectées, également appelées serrures intelligentes, permettent d'ouvrir les portes sans recourir à une clé physique. Grâce à un protocole de communication tel que le Bluetooth ou le Wi-Fi, elles se déverrouillent facilement à l'aide d'un simple smartphone, par exemple

FIGURE 1.6 – les serrurres connectées

1.3 Le fonctionnement d'une serrure connectée

Lorsqu'une serrure connectée détecte la présence d'une clé électronique à proximité, telle qu'un smartphone ou une carte magnétique, elle se déverrouille automatiquement. Ces clés électroniques et leurs autorisations sont configurées à distance par un administrateur, généralement l'utilisateur principal. Elles utilisent différents protocoles de communication, notamment le Bluetooth, la NFC (communication en champ proche), la RFID ou une connexion directe à internet.

1.4 Les avantages des serrures connectées

Les serrures connectées offrent une solution adaptable à tous les besoins des entreprises et des particuliers, répondant ainsi à toutes les exigences en matière de contrôle d'accès. Elles permettent ainsi de traiter efficacement toutes les problématiques liées à la gestion des accès

- Renforcer la sécurité des installations
- Surveiller les zones sensibles
- Mettre à jour les installations
- Faciliter l'accès aux sous-traitants
- Faciliter la coordination des horaires d'accès
- Assurer des délais d'intervention fiables

1.5 Les serrures connectées Bluetooth

Le Bluetooth est un protocole de communication permettant l'échange de données dans les deux sens sur de courtes distances en utilisant des ondes radio UHF sur une bande de fréquence de 2,4 GHz. Son but est de simplifier les connexions entre appareils électroniques en éliminant les câbles. Il peut remplacer les câbles entre ordinateurs, tablettes, téléphones mobiles, imprimantes, scanners, claviers, souris, manettes de jeu vidéo, téléphones portables, systèmes mains libres, écouteurs, autoradios, appareils photo numériques et lecteurs de code-barres, entre autres. La technologie Bluetooth vise à faciliter la transmission de données ou de voix entre des appareils équipés d'un circuit radio peu coûteux, sur une distance allant généralement de quelques mètres à moins d'une centaine de mètres, tout en minimisant la consommation électrique. Parmi les serrures connectées Bluetooth existant sur le marché, on peut citer :

1.5.1 La serrure Smart bluethooth

La serrure Smart Bluetooth (Smart Lock) est une serrure de porte connectée qui intègre une caméra et a la capacité de communiquer avec son propriétaire. En ce qui concerne la connectivité, le Smart Lock embarque simultanément deux technologies sans fil.

- Le Bluetooth est utilisé pour une utilisation de proximité, offrant ainsi une solution qui permet d'ouvrir la serrure lorsque un smartphone approche
- Wi-Fi est utilisé pour permettre l'ouverture de la porte à distance

Cette fonctionnalité est particulièrement pratique pour les propriétaires, leur permettant d'activer l'ouverture de la porte à distance. Le Smart Lock est également doté d'une caméra intégrée qui prendra automatiquement une photo des personnes se présentant devant la porte. Comme avec tout objet connecté, le Smart Lock est associé à une application qui sera capable d'afficher la photo de la personne se trouvant devant la porte d'entrée De plus, l'application pourra également créer un historique détaillé des entrées et sorties, ainsi que des moments où la serrure a été ouverte ou verrouillée.

1.5.2 Serrure connectée Bluetooth Smart

La serrure connectée Bluetooth Smart permet d'utiliser le smartphone comme une clé intelligente. Avec cette serrure, la porte se déverrouille automatiquement lorsque l'utilisateur rentre chez lui et se verrouille lorsqu'il part, grâce au Bluetooth du smartphone Ce genre de serrure permet de créer et de gérer des automatisations d'accès individuelles à domicile via une application disponible sur smartphones Android ou iOS (le système d'exploitation mobile d'Apple). Cette application dispose d'un journal d'activité 24h/24, permettant de savoir en tout temps qui est entré dans la maison et qui l'a quittée

FIGURE 1.7 – Serrure connectée Bluetooth

1.6 Serrures connectées WIFI

Le terme "Wi-Fi", abréviation de "Wireless Fidelity", peut être traduit en français par "fidélité sans fil". Régi par les normes IEEE 802.11, cette technologie permet de connecter des équipements informatiques et de téléphonie mobile dans un réseau sans fil à haut débit, fonctionnant à l'aide d'ondes radio dans une bande de fréquence de 2,4 ou 5 GHz

1.6.1 La Différence entre Wifi et Bluetooth

Le Wi-Fi et le Bluetooth sont deux technologies de communication sans fil, mais ils ont des utilisations et des caractéristiques différentes :

- Portée : Le Wi-Fi a généralement une portée plus grande que le Bluetooth. Les réseaux Wi-Fi peuvent couvrir des zones allant de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres, selon l'équipement et les obstacles, tandis que le Bluetooth est plus limité, généralement à quelques dizaines de mètres au maximum.
- Débit de données : Le Wi-Fi offre généralement des débits de données plus élevés que le Bluetooth. Les réseaux Wi-Fi peuvent fournir des vitesses allant de quelques mégabits par seconde (Mbps) à plusieurs gigabits par seconde (Gbps), tandis que le Bluetooth est souvent limité à quelques dizaines de mégabits par seconde.
- Utilisations typiques : Le Wi-Fi est couramment utilisé pour connecter des appareils à Internet, partager des fichiers et des médias entre des périphériques sur un réseau local, tandis que le Bluetooth est souvent utilisé pour des connexions de courte portée entre des appareils tels que des smartphones, des écouteurs sans fil, des enceintes, des claviers et des souris.
- Consommation d'énergie : Le Bluetooth est généralement plus économe en énergie que le Wi-Fi, ce qui le rend idéal pour les appareils alimentés par batterie qui nécessitent une communication sans fil à faible consommation d'énergie, comme les écouteurs sans fil et les dispositifs IoT (Internet des objets).

1.6.2 Fonctionnement d'Une Serrure connectée WIFI

Grâce à des applications dédiées, ces produits vous offrent la possibilité de verrouiller ou déverrouiller votre porte depuis n'importe où grâce à une connexion sans fil. Vous pouvez également consulter l'historique des ouvertures et fermetures, et partager des clés électroniques avec votre famille, vos voisins, les techniciens de maintenance, ou d'autres personnes de confiance

1.7 Les serrures connectées RFID

Le système RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie particulièrement séduisante pour les entreprises car elle offre la possibilité d'une gestion automatique d'un grand volume d'informations à traiter. Les équipements compatibles avec ce système permettent de synchroniser les flux physiques avec les flux d'informations. Le terme RFID, qui signifie Radio Frequency Identification, englobe

toutes les technologies qui exploitent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes.

1.7.1 Serrure électronique RFID

Les serrures à badge offrent la possibilité d'identification par contact avec un badge RFID ou à distance grâce à une carte à puce appropriée. Le badge RFID utilise la technologie radio pour émettre, recevoir et stocker des données dans une puce intégrée

FIGURE 1.8 – Une illustration représente une serrure électronique badge RFID

La technologie d'identification à distance avec une carte à puce permet une reconnaissance sans nécessiter de contact direct avec la serrure à badge. C'est un système spécialement conçu pour une identification en champ proche

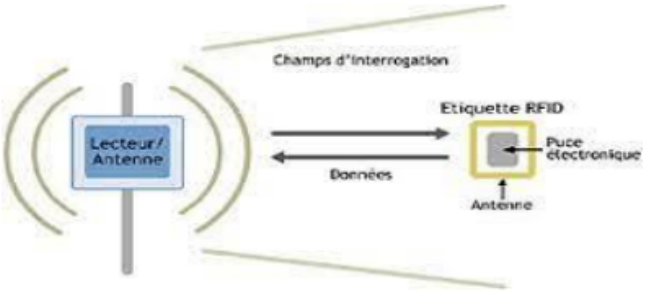


FIGURE 1.9 – Une illustration représente une serrure électronique badge RFID à distance

Chaque type de serrure électronique RFID enregistre les événements avec une horodatage et ces données peuvent être consultées par l'opérateur.

1.7.2 Avantage des serrures badge RFID

- Les données stockées sur le badge sont sécurisées, car leur lecture nécessite un équipement spécialisé

- Ces systèmes ont la capacité de suivre les déplacements de la personne portant le badge et d'enregistrer ses mouvements
- Les badges RFID sont programmables et peuvent être reprogrammés selon les besoins.

1.8 Serrure à infrarouge (IR)

Le rayonnement infrarouge (IR) est une forme de rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'onde se situent entre 750 nanomètres et 1 millimètre. Il est situé juste en dessous du rouge dans le spectre visible. L'infrarouge est généralement associé à la chaleur et est utilisé dans de nombreux aspects de la vie quotidienne

1.8.1 Serrure à télécommande IR

Le verrou à télécommande infrarouge représente la solution idéale pour les locaux commerciaux ou à fort passage. Invisible depuis l'extérieur, il offre une sécurité discrète et efficace.

FIGURE 1.10 – Une illustration représente une serrure à télécommande IR

La gâchette électrique est un système permettant d'ouvrir une porte à distance. Elle utilise un électro-aimant pour libérer le loquet de la serrure, déverrouillant ainsi la porte. Ce processus est généralement accompagné d'un léger bruit. Le dispositif de commande à l'intérieur est sans fil, fonctionnant sur batterie ou piles, et transmet l'ordre d'ouverture par des ondes radio

1.9 Les serrures biométriques

La serrure biométrique est un système de contrôle d'accès basé sur la reconnaissance de l'empreinte digitale, de la rétine ou du contour des mains. Seules les personnes préalablement enregistrées ont la possibilité de déverrouiller la porte. Ce système vise

à offrir un niveau de confort d'utilisation accru ainsi qu'une sécurité supplémentaire Le système biométrique est composé généralement de :

- Un lecteur biométrique conçu pour enregistrer les empreintes digitales via un port USB
- Une interface pour transférer les données vers la serrure biométrique

FIGURE 1.11 – Une illustration représente une serrure biométrique

1.9.1 Son fonctionnement

La serrure biométrique est munie d'un capteur capable de scanner les empreintes digitales. Une fois l'empreinte digitale scannée, la serrure se verrouille ou se déverrouille automatiquement en fonction de l'identification. Il existe deux types de serrures biométriques :

— Les serrures biométriques sans trace sont conçues pour lire la rétine ou les veines du doigt

— Les serrures biométriques à traces sont conçues pour lire les empreintes digitales.

1.10 Serrure à Smart code

La serrure Smart Code ne dispose ni d'application smartphone ni de protocole de communication mobile. Elle fonctionne à l'aide d'un digicode ordinaire et peut également être ouverte avec une clé traditionnelle. Toutefois, elle peut être synchronisée avec différents hubs de maison connectée.

FIGURE 1.12 – Une illustration représente une serrure connectée

La serrure Smart Code est plus compacte que la plupart des serrures connectées, offrant ainsi un encombrement moindre. Des améliorations significatives ont été apportées pour renforcer sa sécurité, telles que la nécessité de presser deux touches au hasard avant d'entrer le code ou l'intégration d'un lecteur d'empreintes digitales. Cette approche empêche les cambrioleurs de deviner le code secret. De plus, une alarme se déclenche en cas de tentative d'effraction. Ce modèle constitue le meilleur choix pour ceux qui souhaitent découvrir l'univers des serrures connectées tout en bénéficiant d'un haut niveau de sécurité

1.11 Conclusion

Dans cette section, nous avons tenté de présenter une vue d'ensemble des types principaux de serrures électroniques. Nous nous sommes particulièrement attardés sur les serrures connectées, qui sont à la pointe de la technologie et offrent une alternative moderne aux serrures mécaniques traditionnelles.

Chapitre 2

La carte Raspberry PI

2.1 Définition

Le nom Raspberry : tout comme ceux des nombreux fabricants d'ordinateurs précédents tels qu'Apple, Acons et Abricot, tire son origine d'un fruit. Il s'inscrit dans cette tradition, mais il est également un clin d'œil humoristique à l'expression "coup de framboise". En ce qui concerne "Pi" :il fait référence à Python, le langage de programmation utilisé pour concevoir le premier Raspberry Pi. Ces premiers modèles démarrent sur un terminal où il est nécessaire de saisir du code Python pour obtenir les résultats souhaités, ce qui les distingue des autres ordinateurs utilisant BASIC

2.2 Description du Raspberry pi

La Raspberry Pi est un nano-ordinateur mono-carte équipé d'un processeur ARM, conçu par le créateur de jeux vidéo David Braben dans le cadre de la fondation Raspberry Pi. Il s'agit d'un petit ordinateur fonctionnant sous le système d'exploitation Linux, stocké sur une carte SD, destiné à des applications d'informatique embarquée. Le cœur de cet ordinateur est un FPGA (Broadcom 2835) intégrant un processeur ARMv7 cadencé à 900 MHz, accompagné de 1 Go de RAM et de divers périphériques.

La Raspberry Pi peut être connectée directement à une interface homme-machine classique, telle qu'une souris, un clavier ou un écran HDMI ou vidéo composite. Cependant, étant un ordinateur Linux, elle offre également la possibilité d'intégrer ses propres outils de développement et une interface homme-machine via SSH, qui peut être contrôlée depuis un autre ordinateur via Ethernet ou Wi-Fi Le connecteur d'extension prend en charge les entrées/sorties parallèles ainsi que la plupart des bus de communication. Il s'agit d'une solution à la fois économique et puissante, adaptée à une intégration aisée dans des systèmes de petite taille nécessitant un accès aux

interfaces numériques pour les capteurs et actionneurs Il y en a plusieurs versions du Raspberry et sont :

- Raspberry Pi 1 Modèle A
- Raspberry Pi 1 Modèle A+
- Raspberry Pi 1 Modèle B
- Raspberry Pi 1 Modèle B+
- Raspberry Pi 2 Modèle B
- Raspberry Pi 3 Modèle B
- Raspberry Pi Zéro

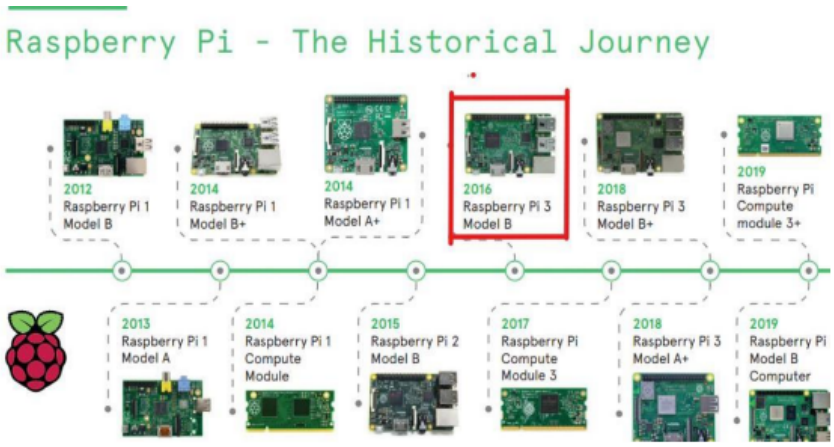


FIGURE 2.1 – Classement des différents types du Raspberry

2.3 Historique

L'histoire du Raspberry Pi est relativement récente, le produit ayant été lancé le 29 février 2012. Cet ordinateur, de la taille d'une carte bancaire (85mm*56,2mm), est une invention remarquable à petit prix. L'idée de sa création a émergé en 2006, en parallèle avec la conception des premiers prototypes inspirés par le BBC Micro, par l'ingénieur britannique Eben Upton. Ce dernier, diplômé en physique de l'université de Cambridge et ayant travaillé chez Broadcom, Intel et IBM, a entrepris cette initiative. Initialement, les tests étaient réalisés sur une grande plaque électronique, mais l'objectif était clair : concevoir un mini-PC abordable pour les étudiants, afin de les aider à accéder à un ordinateur personnel

2.4 Choix du modéle

Pour notre projet, nous avons opté pour le Raspberry Pi Type B en raison de ses fonctionnalités avancées et de sa rapidité. Cette carte mère est spécialement

conçue pour les systèmes d'architecture ARM, dotée d'un processeur central puissant ARM1176JZF-S cadencé à 700 MHz, d'une mémoire RAM intégrée de 512 Mo, et d'un contrôleur graphique Broadcom VideoCore III capable de décoder des vidéos en HD 1080p. Le Raspberry Pi Type B + offre une solution performante et abordable, parfaitement adaptée à une variété d'applications compactes ou embarquées telles que les MediaCenters, la domotique, l'affichage dynamique, la robotique, etc.

2.5 Partie hardware

2.5.1 Raspberry PI 3 Modèle B

Le Raspberry Pi 3 modèle B fonctionne de manière efficace. Les cartes Raspberry Pi 3 Modèle B sont désormais dotées nativement du Wifi b/g/n avec une interface à la fois en 2,4GHz et 5GHz, ainsi que du Bluetooth 4.1. Elles embarquent une carte mère optimale pour une architecture ARM. Le processeur utilisé est le Broadcom BCM2837e, avec un GPU Dual-Core VideoCore capable de décoder les flux vidéo en HD 1080p. Sa mémoire RAM est de 1Go

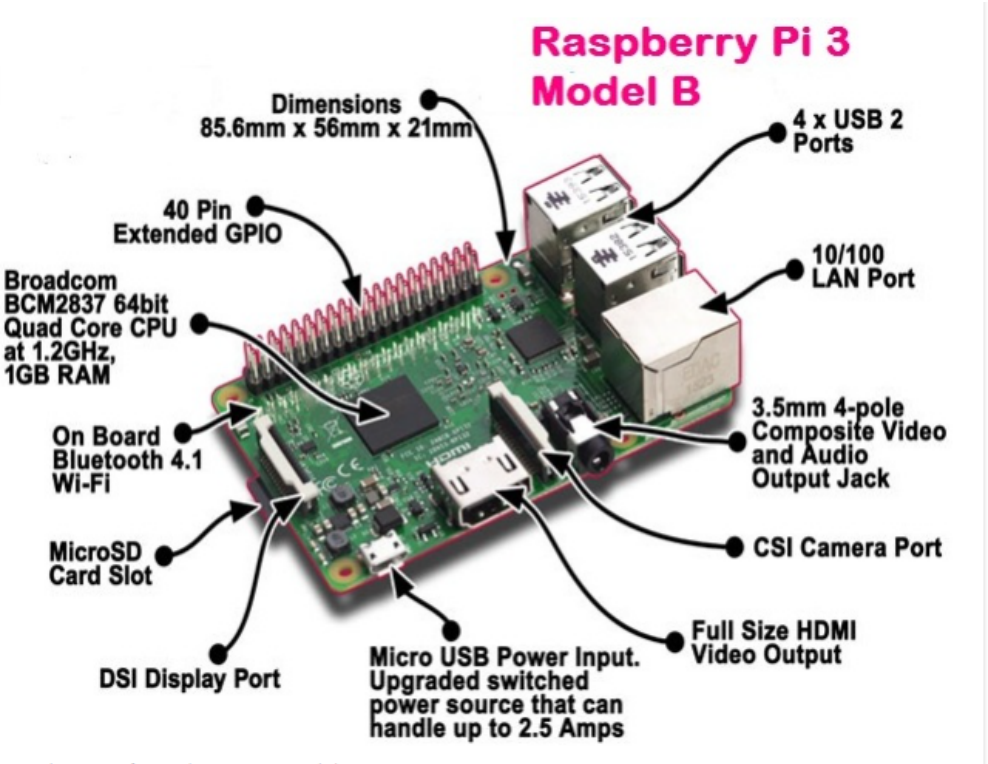


FIGURE 2.2 – Introduction de Raspberry Pi 3 modéle B

2.6 Les composants du Raspberry PI3

2.6.1 GPIO

Les ports GPIO (General Purpose Input/Output), ou ports d'entrée/sortie à usage général, sont des interfaces largement répandues dans le domaine des microcontrôleurs et de l'électronique depuis les années 80. Ces ports sont intégrés aux circuits électroniques pour échanger des données avec des composants et des circuits externes. Ils peuvent être utilisés comme détecteurs, capteurs ou pour contrôler des commandes, offrant ainsi une grande flexibilité dans diverses applications électroniques.

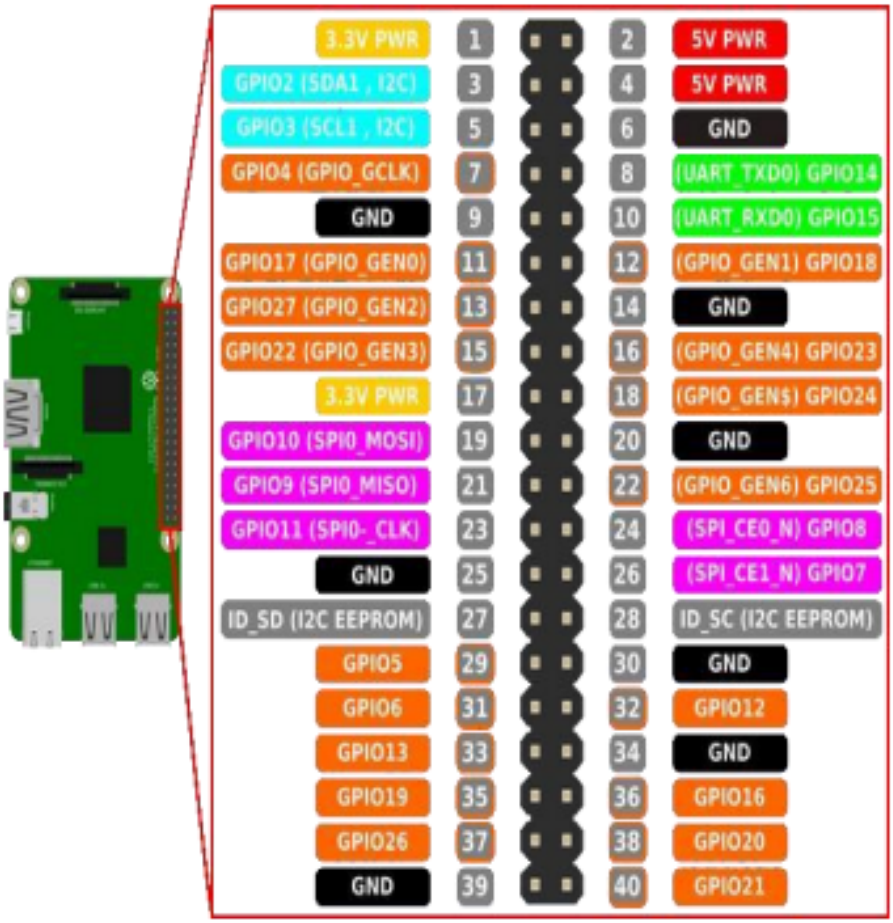


FIGURE 2.3 – Introduction de Raspberry Pi 3 modéle B

2.6.2 Connecteurs

Le connecteur à 40 broches fourni par les fondateurs du Raspberry Pi permet d'accéder aux ports d'entrée/sortie du Broadcom BCM2837. Chaque broche GPIO a un rôle spécifique. En plus des broches d'alimentation de 5V et 3,3V ainsi que des masses, les autres ports sont identifiés par des numéros tels que GPIO1, GPIO2, etc. Certains ports ont des fonctions supplémentaires, mais cela n'empêche pas leur

utilisation classique en tant qu'entrées/sorties (0/1). Il n'y a pas de ports analogiques offrant une tension continue variable, mais si l'utilisateur a besoin de davantage de ports analogiques, il peut simplement ajouter une carte d'extension Il est important de noter que l'utilisation des broches 27 et 28 est interdite, car elles sont réservées à l'accès à la mémoire EEPROM. Dans les premières générations du Raspberry Pi, le connecteur GPIO comportait seulement 26 broches, qui sont identiques aux 26 premières broches de la nouvelle génération du Raspberry à 40 broches

2.6.3 4xport USB

Ces ports sont dédiés au branchement de périphériques tels que la souris, le clavier ou une webcam, et ils offrent une gestion avancée de la puissance

2.6.4 Port camera CSI

Une fois le câble ruban connecté pour établir la connexion et la communication, il est nécessaire d'apporter des modifications au niveau du programme sur le Raspberry Pi pour activer l'interface de la caméra. Pour ce faire, on ajoute la commande suivante au programme : **Sudo raspi-config**

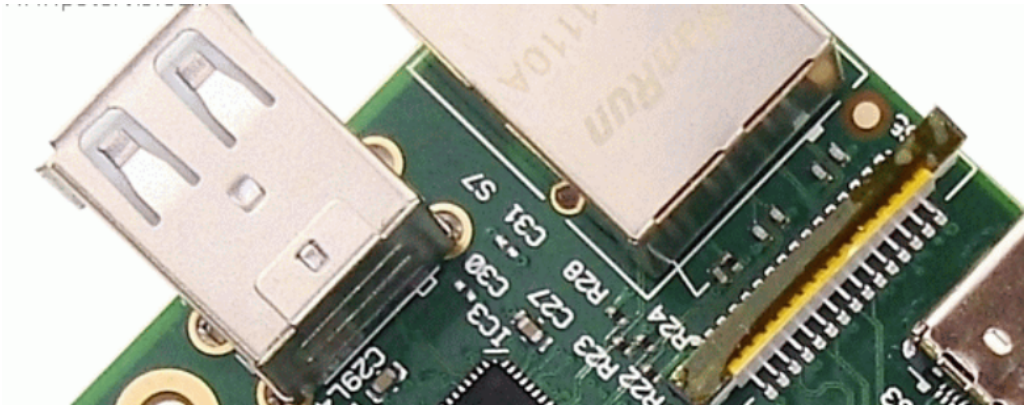


FIGURE 2.4 – Port cam csi

2.6.5 Port d'écran DSI

Le Display Serial Interface (DSI), également connu sous le nom d'interface série pour écran en français, est un bus qui abaisse les coûts des écrans employés. Son architecture est similaire à celle du bus CSI et se trouve à l'extrémité du Raspberry Pi

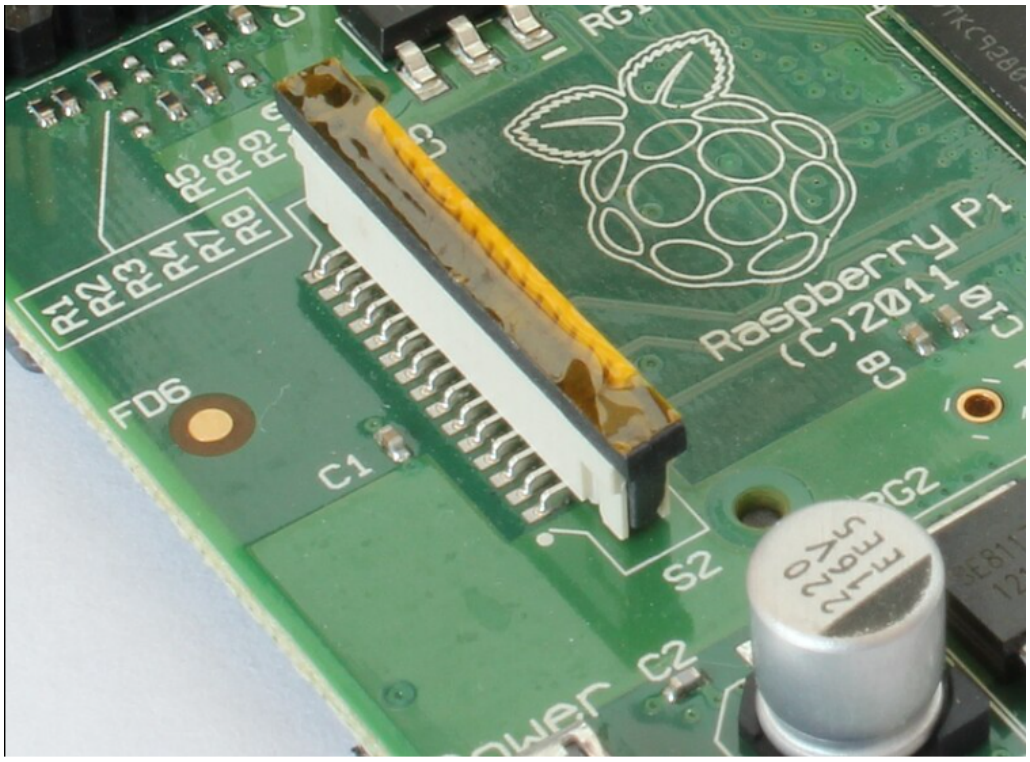


Figure 2.5 – Port d'éran DSI

2.6.6 Port HDMI

Le Raspberry Pi est équipé d'un port HDMI similaire à celui des télévisions, des écrans d'ordinateur et des moniteurs modernes, ce qui permet de le connecter à ces écrans disposant d'un port VGA. Ainsi, pour connecter le processeur à ces écrans mentionnés qui possèdent un port VGA, il est nécessaire de disposer d'un câble et d'un adaptateur HDMI-VGA

2.6.7 Port Ethernet

Il s'agit du port associé au protocole LAN de la commutation de paquets Ethernet internationale

2.6.8 Micro Card slot

Pour un fonctionnement optimal et pour stocker les fichiers ainsi que le système d'exploitation, le Raspberry Pi requiert une carte mémoire de classe 10 d'au moins 8 Go. Il est également possible de trouver des cartes mémoire préchargées avec le système d'exploitation Raspbian déjà installé

2.6.9 Audio et vidéo composite

Le Raspberry Pi est équipé d'un port audio standard similaire à ceux des téléphones et des lecteurs MP3. Afin d'écouter le son de l'ordinateur, il est nécessaire de brancher des écouteurs, des haut-parleurs ou des baffles. Une option encore meilleure est lorsque l'écran est connecté à un Raspberry équipé d'un haut-parleur intégré, permettant ainsi d'écouter le son directement depuis l'écran.

2.6.10 Broadcom BCM2837

Le Raspberry Pi 3 Modèle B est équipé d'une puce intégrée nommée BCM2837. Son architecture est compatible avec celle du BCM2836 utilisé sur le Raspberry Pi 2B, avec comme différence principale le remplacement du cluster Quadri cœur ARMv7 par un cluster Quadri cœur ARM Cortex A53 (ARMv8). Tournant à 1,2 GHz, cela rend le processeur plus rapide que celui du Raspberry Pi 2. La VideoCore 6 fonctionne à une fréquence de 400 MHz.

FIGURE 2.6 – Broadcom BCM2837

2.6.11 Circuit d'alimentation

Le circuit est conçu pour détecter une alimentation incorrecte en cas de faible puissance ou de court-circuit, signalant ainsi une erreur

2.6.12 L'alimentation électrique

Avec l'utilisation d'un câble généralement similaire à ceux des téléphones portables (USB-C), l'alimentation doit être capable de fournir au moins 2,5 ampères à une tension de 5 volts pour éviter tous les problèmes d'alimentation. En effet, si l'alimentation n'est pas adéquate, le risque de perte du Raspberry Pi est considérablement accru

2.6.13 Port RJ45

Il offre la possibilité au Raspberry Pi de se connecter à un routeur sans fil, à un modem ADSL, ainsi qu'à d'autres appareils partageant une connectivité.

2.6.14 Les voyants lumineux vert et rouge

Les indicateurs lumineux du Raspberry Pi jouent un rôle essentiel pour surveiller son fonctionnement. La lumière verte clignote pour indiquer que le Raspberry Pi est en train d'exécuter un programme, tandis que la lumière rouge est un indicateur de l'alimentation électrique. Si la lumière rouge clignote, cela signifie que l'alimentation ne fournit pas suffisamment de courant, généralement en raison d'une tension inférieure à 4,6 volts. Pour ce projet, le système d'exploitation utilisé est Raspbian, un système d'exploitation libre et gratuit basé sur Debian, spécialement conçu pour fonctionner sur les différents modèles de Raspberry Pi.

2.7 Partie software

2.7.1 Système d'exploitation

2.7.2 Raspbian

Raspbian est en effet le système d'exploitation de référence pour Raspberry Pi. Il s'agit d'un fork de Debian spécialement optimisé pour les micro-ordinateurs Raspberry Pi. Cette distribution est conçue pour offrir des performances optimales sur les puces de type ARM présentes sur les Raspberry Pi. Raspbian est reconnu pour sa légèreté, sa compatibilité avec une variété d'applications et sa facilité d'utilisation, ce qui en fait une option polyvalente et idéale pour se familiariser avec le matériel Raspberry Pi. De plus, étant basé sur Linux Debian, Raspbian bénéficie de mises à jour régulières pour assurer la sécurité et la stabilité du système.

2.8 Les étapes d'installation et de configuration du système d'exploitation

Pour procéder à l'installation de Raspbian sur une carte SD, suivez les étapes ci-dessous

— Installation de SDFormatter V4.0 pour formater la carte SD

— télécharger Imageur Raspberry Pi sur l'ordinateur (Windows, Mac et Ubuntu)

— brancher la carte SD sur l'ordinateur et lancer Raspberry Imager et installer une image personnalisée (système d'exploitation Raspbian

— lorsque l'installation est terminée retirer la carte SD de l'ordinateur et brancher la sur le Raspberry et on aura l'accès au bureau directement pour faire la configuration.

2.9 Connexion SSH

Le SSH, ou Secure Shell, est un protocole et une application informatique primordiaux pour des connexions sécurisées. Il permet d'établir des liaisons sûres avec des serveurs afin de transférer des fichiers, d'exécuter des commandes et même de contrôler à distance un terminal depuis un autre ordinateur. Cette technologie est largement utilisée dans de nombreux projets, notamment ceux impliquant le Raspberry Pi. Pour mettre en place une connexion SSH, il est nécessaire d'installer PUTTY sur un ordinateur, puis d'activer la fonctionnalité SSH sur le Raspberry Pi en accédant au menu de configuration via la commande : sudo raspi-config, et en sélectionnant l'option "5- Interfacing Opti1ons".

2.10 Connexion VNC

Virtual Network Computing (VNC) est un système qui permet de prendre le contrôle à distance d'un Raspberry Pi ou même d'un autre ordinateur. Pour utiliser cette fonctionnalité, plusieurs étapes sont nécessaires : Tout d'abord, entrer la commande sudo raspi-config, puis sélectionner l'option "5- Interfacing Options". Ensuite, activer le service "P3 VNC" sur le Raspberry Pi.

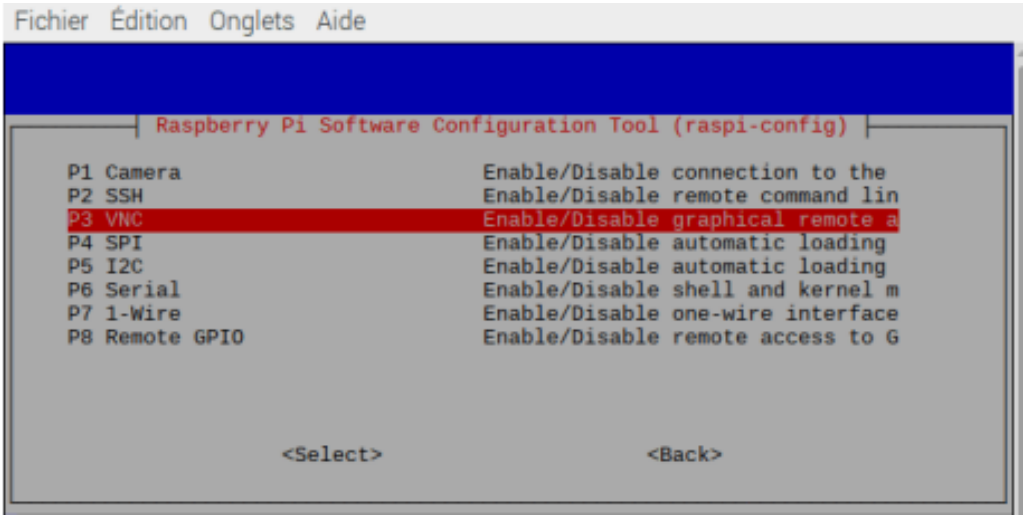


FIGURE 2.7 – Activation de VNC

Ensuite, il est nécessaire d'installer le logiciel VNC sur l'ordinateur depuis lequel vous souhaitez prendre le contrôle à distance. Une fois installé, vous devez ouvrir le logiciel VNC et entrer l'adresse IP du Raspberry Pi (ou de l'autre ordinateur) auquel vous souhaitez vous connecter.

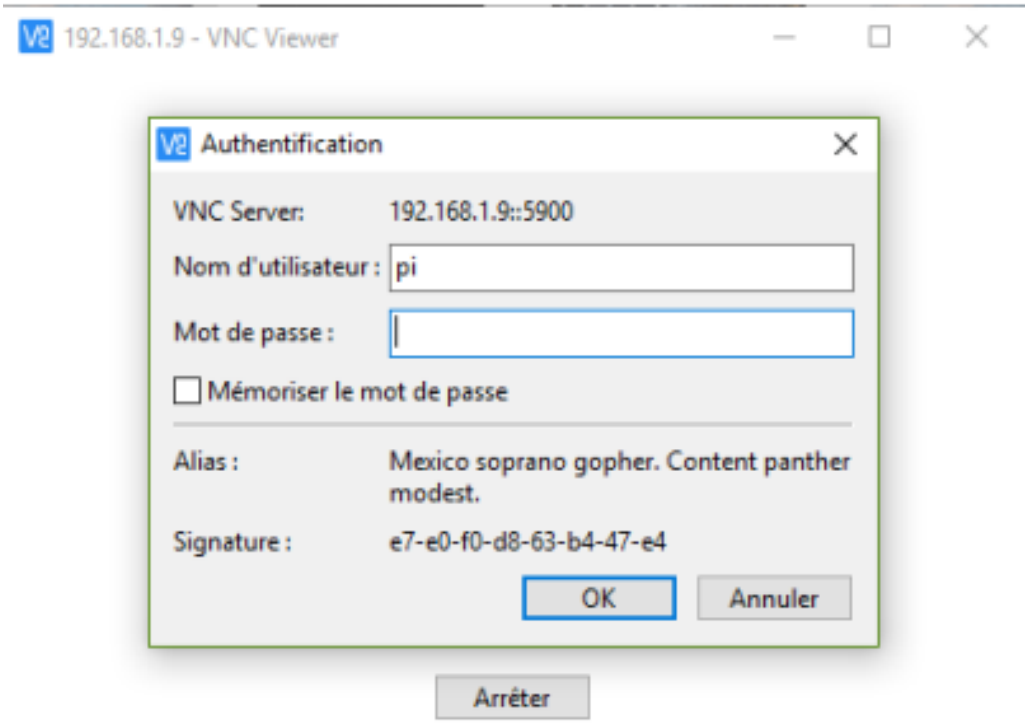


FIGURE 2.8 – VNC

Une fois ces étapes franchies, l'icône VNC apparaît sur le Raspberry Pi, vous permettant de vous connecter à partir de l'autre ordinateur. En ce qui concerne la conception de notre système, nous avons opté pour le langage de programmation Python

2.11 le langage de programmation

Python est le langage de programmation principal du Raspberry Pi. Il est préinstallé sur le système Raspbian, ce qui en fait un choix naturel pour les utilisateurs. Sa simplicité en fait un excellent choix, en particulier pour les débutants en programmation. Les points forts de Python sont nombreux :

- Sa simplicité en fait un langage facile à apprendre pour les débutants.
- Il est adapté aussi bien aux petits projets qu'aux gros projets, offrant une grande flexibilité.
- Python est cross-platform, ce qui signifie qu'il peut être utilisé sur différents systèmes d'exploitation.
- En tant que langage de programmation mature, Python est stable et fiable.
- Sa syntaxe claire et concise rend le code Python facile à comprendre et à maintenir.

2.12 Les différentes utilisations du Raspberry Pi

il est impossible de dresser une liste complète des projets réalisables avec la Raspberry Pi. Cependant, on peut identifier plusieurs utilisations générales de cette plateforme.

2.12.1 Un ordinateur,tout simplement

La Raspberry Pi est un ordinateur petit, bon marché et souvent suffisant pour de nombreux besoins. Sa raison d'être est de fournir une alternative abordable aux personnes qui n'ont pas accès à un ordinateur standard. De plus, elle encourage l'apprentissage de la programmation. Pour utiliser la Raspberry Pi, il vous faudra la carte microSD et l'alimentation, ainsi qu'un câble HDMI pour un affichage adapté. Tout comme avec un ordinateur traditionnel, vous aurez également besoin d'un clavier et d'une souris.

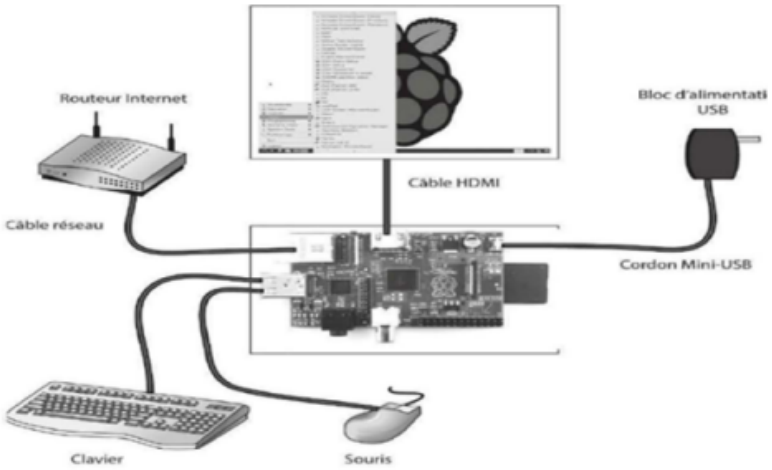


FIGURE 2.9 – Un raspberry pi comme un Pc du bureau

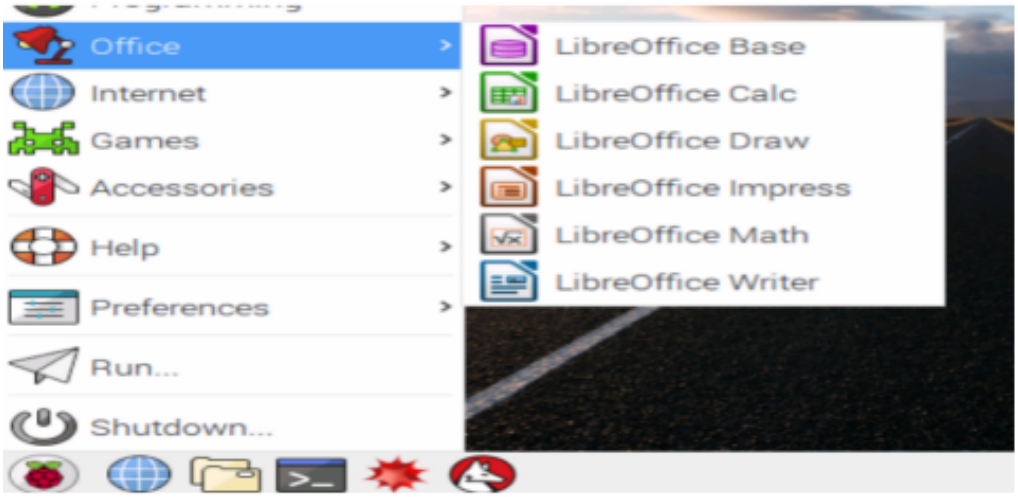


FIGURE 2.10 – Bureau de Raspbian

2.12.2 Les systèmes embarqués

En raison de sa petite taille et de ses entrées GPIO, la Raspberry Pi est souvent utilisée dans des projets liés à l'électronique, en tant que contrôleur central informatique, etc. De nombreux projets émergent, comme le contrôle d'une voiture avec caméra, des drones, ou même des projets ludiques de pilotage de drones

2.12.3 La domotique

Le défi avec la domotique est le manque d'interfaces complètes et leur coût élevé, mais la Raspberry Pi intervient pour résoudre ce problème. Sa taille réduite lui permet de s'intégrer facilement dans une pièce. De plus, avec ses nombreuses entrées,

notamment GPIO, il peut accueillir de nombreux modules pour communiquer avec des équipements domotiques

2.12.4 L'utilisation MultiMedia

L'un des usages les plus courants de la Raspberry Pi est le développement de Media Centers. En effet, derrière l'idée de MultiMedia, on trouve surtout celle de créer un centre multimédia

2.12.5 Les serveurs

Dans un contexte de serveur, la Raspberry Pi reste branchée et fonctionne en permanence sans interruption. Elle est souvent positionnée à proximité du routeur Internet et est contrôlée à distance via SSH, le moins souvent possible. En effet, le besoin de prendre le contrôle d'un serveur est généralement lié à un problème rencontré

2.13 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné le materiél utilisé dans notre système, en présentant le Raspberry Pi ainsi que ses caractéristiques et ses composants,ainsi Sa facilité d'utilisation, ses nombreuses fonctionnalités et sa communauté active en font un choix attractif pour les passionnés de technologie Dans le prochain chapitre, nous aborderons les différentes étapes de notre projet, le programme élaboré et sa mise en œuvre.

Chapitre 3

Implémentation et résultat

3.1 Introduction

L'intelligence artificielle (IA) représente un domaine de l'informatique dont l'objectif est de concevoir des systèmes capables d'accomplir des tâches intelligentes. La reconnaissance faciale est une technologie basée sur l'IA qui permet d'identifier les individus en analysant leurs caractéristiques faciales uniques. Elle est largement utilisée dans divers domaines tels que la sécurité, l'authentification et le marketing. Toutefois, son utilisation soulève également des préoccupations en matière de confidentialité et de sécurité, notamment en ce qui concerne la protection des données personnelles et le risque de surveillance invasive. Le présent chapitre se concentre sur la conception d'une application destinée à l'identification des individus par reconnaissance faciale, Le programme de reconnaissance faciale sera développé en Python, utilisant les bibliothèques OpenCV pour capturer des photos à partir d'une rpi-cam. Son objectif est d'identifier parmi une base de données CSV les visages qui correspondent le plus étroitement à celui passé en paramètre. Cette application utilisera la méthode des cascades de Haar, réputée pour sa rapidité - elle est environ 15 fois plus rapide que d'autres méthodes de détection de visage. Les résultats seront affichés dans une fenêtre, incluant le visage identifié, le nom de la personne associée et le score de similitude. Ce score sera comparé à un seuil préétabli pour vérifier si la personne recherchée est présente dans la base de données. Plusieurs étapes sont impliquées,L'extraction des caractéristiques des visages est la plus importante car elle conditionne les performances du système.

3.2 Types principaux d'apprentissage dans l'intelligence artificielle

Il y a diverses formes d'apprentissage en intelligence artificielle, cependant, les trois principaux sont :

3.2.1 L'apprentissage supervisé

Il s'agit d'une méthode d'apprentissage où l'algorithme est formé sur un ensemble de données étiquetées, ce qui signifie que chaque exemple de données est associé à une étiquette indiquant la réponse correcte à un problème donné. L'objectif de l'apprentissage supervisé est de prédire avec précision la réponse appropriée pour de nouvelles données non vues précédemment

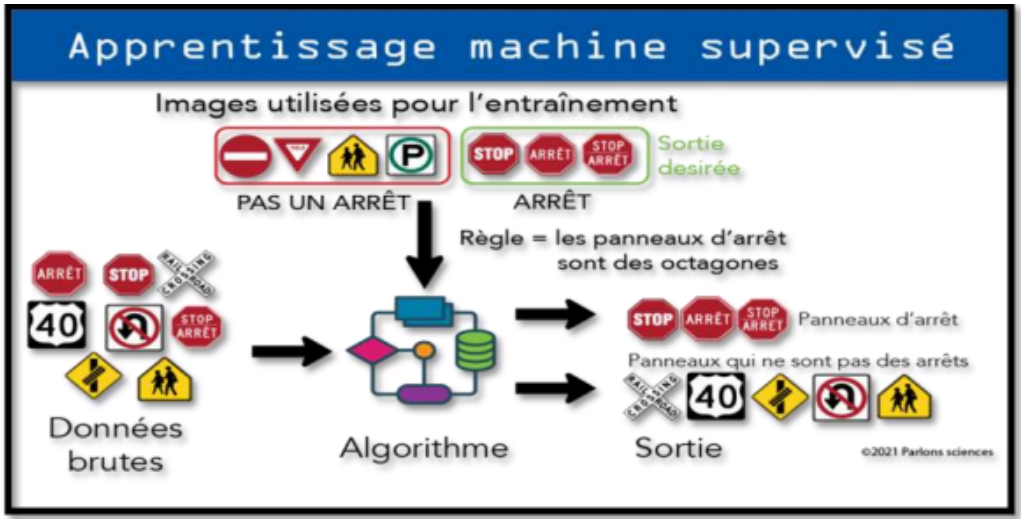


FIGURE 3.1 – Apprentissage supervisé

3.2.2 L'apprentissage non supervisé

À la différence de l'apprentissage supervisé, l'apprentissage non supervisé ne repose pas sur un ensemble de données étiquetées. Au lieu de cela, l'algorithme tente de détecter des structures ou des motifs intrinsèques dans les données sans disposer des réponses attendues à l'avance. Des exemples d'applications de l'apprentissage non supervisé incluent la segmentation des clients pour une publicité ciblée et l'analyse de données génomiques pour identifier les sous-populations de patients

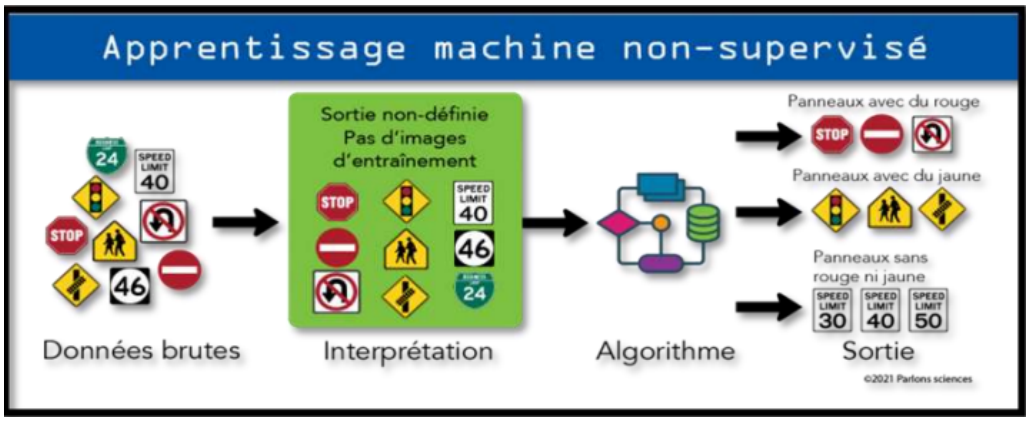


FIGURE 3.2 – Apprentissage non supervisé

3.2.3 L'apprentissage par renforcement

Dans l'apprentissage par renforcement, un agent, tel qu'un robot ou un programme informatique, interagit avec son environnement et apprend à prendre des décisions optimales afin de maximiser les récompenses ou de minimiser les pénalités. L'objectif est de déterminer la politique d'action optimale permettant à l'agent d'atteindre ses objectifs. Des exemples d'applications de l'apprentissage par renforcement incluent les jeux vidéo, la robotique et la planification de la gestion de l'énergie

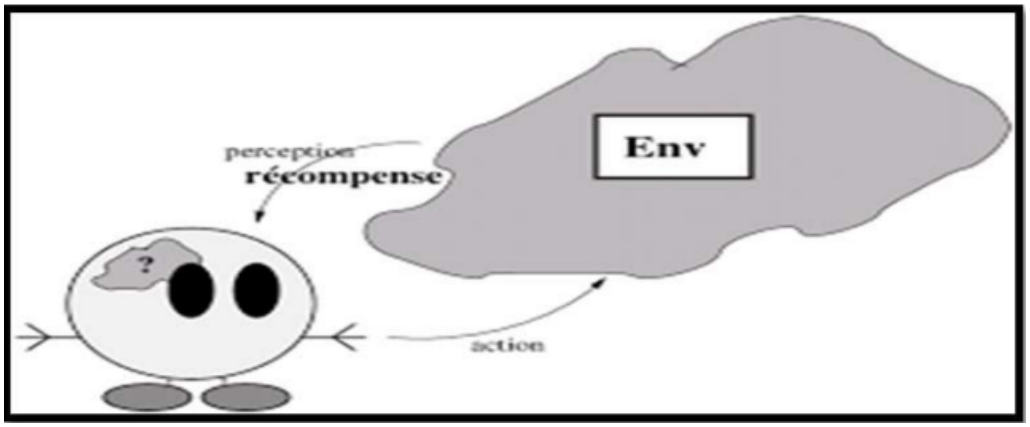


FIGURE 3.3 – Apprentissage par renforcement

3.3 Définition de la reconnaissance faciale

La reconnaissance faciale est un processus qui consiste à analyser des visages humains dans des images ou des vidéos et à identifier à qui ils appartiennent. Elle permet de vérifier si un visage existe parmi ceux d'une base de données ou de reconnaître le nom de la personne sur une image lorsque la base de données est sous forme d'images étiquetées Ce processus fait appel à plusieurs étapes réalisées par différentes intelligences artificielles :

— Une IA trouve le visage dans l'image (avec l'algorithme Haar Cascade par exemple)

— Le visage est découpé et déformé pour être recentré et réaligné par rapport à l'image (avec le Dlib Shape Predictor)

— Une IA analyse l'image et en donne 128 nombres qui la représentent, via un réseau de neurones convolutifs (VGG Face)

— La dernière IA cherche dans la base de données quelle est la personne la plus "proche" de ce vecteur

La reconnaissance faciale est basée sur des données et des principes de l'intelligence artificielle, notamment le deep learning et les réseaux de neurones convolutifs. Elle connaît un grand succès en matière de surveillance et de sécurité grâce à ses applications pratiques et efficaces.

3.4 Formation du modèle de reconnaissance

pour entraîner notre modèle, nous avons élaboré notre programme en suivant l'ordre ci-dessous :

1. Importer les bibliothèques requises
   — **Imutils**s :Une collection de fonctions pratiques pour simplifier les opérations de base de traitement d'images, telles que la translation, la rotation, le redimensionnement, le squelettage, l'affichage d'images avec Matplotlib, le tri des contours, la détection des bords, et bien d'autres encore, utilisant OpenCV avec Python 2.7 et Python 3.
   — **Pickle** :Le module pickle en Python est employé pour la sérialisation et la désérialisation des structures d'objets Python, aussi appelées marshaling ou flattening. La sérialisation est le processus de conversion d'un objet en mémoire en un flux d'octets. Ce flux peut ensuite être stocké sur un disque ou envoyé sur un réseau pour être reconstitué plus tard.
   — **Os** :Le module OS de Python offre des fonctionnalités pour interagir avec le système d'exploitation. Il fait partie des modules utilitaires standard de Python. En utilisant ce module, on peut accéder à diverses fonctionnalités dépendantes du système d'exploitation de manière portable. Les sous-modules os et os.path offrent un large éventail de fonctions pour interagir avec le système, permettant ainsi de réaliser des opérations telles que la manipulation de fichiers, la navigation dans les répertoires et bien plus encore
2. D'abord, donc nous allons initialiser deux listes : une pour stocker les visages et une autre pour stocker les noms correspondants. Ensuite, nous allons stocker

les dimensions des encodages de visage obtenus à partir de l'encodeur de visage pour toutes les images d'entraînement dans la liste des visages, et les étiquettes correspondantes dans la liste des noms. En plus de cela, nous allons définir trainpath qui contiendra le modèle pour les images d'entraînement

3. Dans cette section, l'entraînement de notre modèle est réalisé. Tout d'abord, nous parcourons le dossier d'entraînement, qui contient plusieurs images de chaque personne. Ensuite, nous chargeons ces images en utilisant la bibliothèque cv2, les convertissons en échelle de gris et les soumettons à notre modèle pour détecter les visages dans chaque image. Nous passons ensuite en revue toutes les détections fournies par le modèle cv2. Pour chaque détection, nous extrayons les points de repère du visage aligné et les utilisons pour encoder le visage aligné à l'aide du modèle d'encodage de visage ResNet pré-entraîné. Cette opération nous fournit un encodage de dimension pour chaque image, que nous ajoutons à une liste avec les étiquettes correspondantes des visages et des noms respectivement
4. Une fois que nous avons obtenu les encodages pour toutes les images et les avons ajoutés à la liste, nous convertissons cette liste en un tableau numpy et la sauvegardons sur le disque au format npy. Cette sauvegarde nous permet de stocker la liste sur le disque, évitant ainsi la nécessité de recréer la liste à chaque fois que nous voulons effectuer une reconnaissance faciale. Nous pouvons simplement importer la liste, qui sera nommée "modèle". Ainsi, à ce stade, nous avons créé et sauvegardé le modèle, ce qui signifie que la phase d'entraînement est terminée

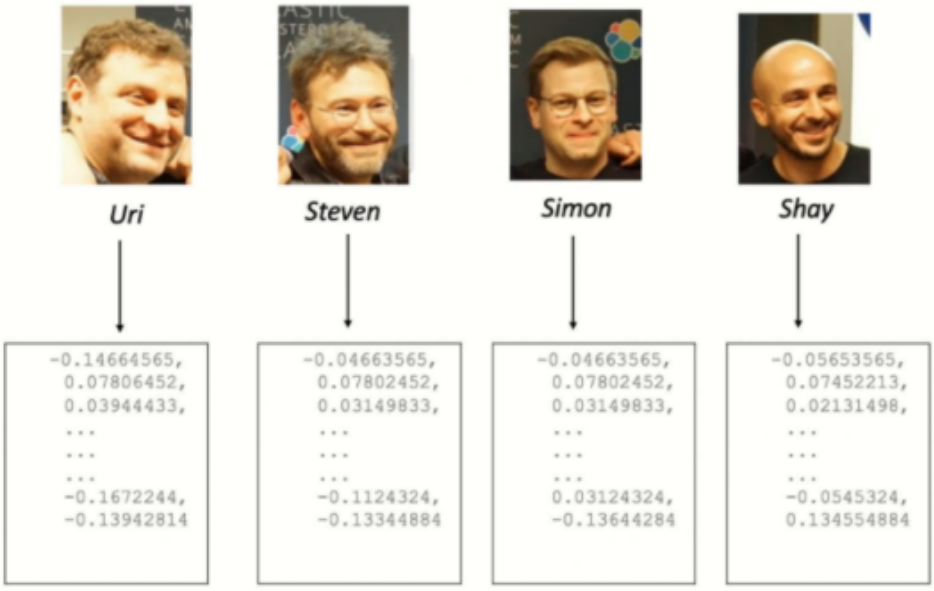


FIGURE 3.4 – Exemple d'encodage du visage en utilisant OpenCV

3.5 Application de l'IA et le deep learning dans différents domaines

L'intelligence artificielle (IA) et le Deep Learning ont un large éventail d'applications dans divers domaines. Voici quelques exemples :

— **Robotique** : L'IA peut améliorer les systèmes de navigation, la reconnaissance d'objets et les interactions homme-machine, ce qui ouvre la voie à de nouvelles avancées dans les robots industriels et les robots de service.

— **Médecine** : L'IA peut aider les professionnels de la santé à diagnostiquer et à traiter les maladies de manière plus rapide et efficace. Elle peut également prédire les résultats des traitements et contribuer à l'amélioration de la recherche clinique.

— **Transport** : L'IA peut améliorer la sécurité routière et la gestion du trafic, ainsi qu'optimiser les itinéraires de transport et réduire les temps d'attente.

— **Marketing** : L'IA peut renforcer la personnalisation des publicités et des offres, anticiper le comportement des clients et optimiser les campagnes de marketing.

— **Education** : L'IA peut adapter l'apprentissage et améliorer l'efficacité de l'enseignement en fonction des besoins individuels des étudiants

3.6 Les étapes de La reconnaissance Faciale

La reconnaissance faciale est un processus complexe qui s'articule en plusieurs étapes essentielles. Voici un aperçu des étapes typiques de la reconnaissance faciale :

- Acquisition de l'image
- Détection de visage
- Extraction des caractéristiques
- Correspondence des visages

3.7 Acquisition de l'image

Pendant cette étape, l'objectif est d'acquérir une image du visage de l'individu à partir d'une source d'entrée, telle qu'une photographie, une vidéo ou un flux de caméra en temps réel.

3.8 Détection de visage

La détection de visage est une technique visant à estimer la boîte de délimitation du visage dans une image donnée. Cette phase est cruciale pour la reconnaissance faciale, car elle permet d'extraire le visage de l'image en vue d'une utilisation ultérieure. Dans certains cas, la détection de visage est combinée à une étape d'alignement de visage pour renforcer la robustesse du système de reconnaissance et simplifier sa conception Néanmoins, la détection de visage peut s'avérer une tâche ardue en raison de divers défis, notamment la variation de la pose, l'occlusion partielle des éléments du visage, les expressions faciales changeantes et les conditions d'imagerie variables. Par exemple, bien que l'image frontale soit idéale pour la détection de visage, cette configuration est rarement rencontrée dans des environnements non contrôlés. Afin de relever ces défis, de nombreuses méthodes de détection de visage ont été développées et évaluées

Figure 3.5 – Détection de visage

3.9 Extraction des caractéristiques

L'extraction des caractéristiques constitue une étape clé dans le processus de reconnaissance faciale. Elle intervient généralement après l'étape de détection et vise à identifier les composants biologiques du visage qui sont les plus pertinents pour la reconnaissance faciale. Plusieurs méthodes sont disponibles pour extraire ces caractéristiques, chacune permettant de capturer des combinaisons uniques de traits distinctifs qui peuvent être utilisées pour identifier une personne.

Cependant, en théorie, ces combinaisons de caractéristiques ne peuvent pas être identiques pour deux individus. Les méthodes d'extraction peuvent être classées en deux approches principales :

3.9.1 Approche basée sur les caractéristiques géométriques

Cette approche se fonde sur le principe que les caractéristiques géométriques du visage humain sont des marqueurs uniques qui peuvent servir à l'identification des individus. Ces caractéristiques incluent des points clés tels que les yeux, le nez, la bouche, le menton, les sourcils, etc. Les distances et les angles entre ces points clés sont mesurés afin de créer un vecteur de caractéristiques unique pour chaque personne. Bien que cette approche soit simple, rapide et applicable à des images de visages de faible qualité, elle demeure sensible aux changements de pose et d'expression

3.9.2 Approche basée sur l'apprentissage en profondeur

Cette approche repose sur l'utilisation de réseaux de neurones profonds pour extraire des caractéristiques à partir de l'image du visage. Les réseaux de neurones sont entraînés à apprendre les caractéristiques pertinentes à partir d'un vaste ensemble de données d'images de visages, et ces caractéristiques peuvent être utilisées pour identifier les individus. Bien que cette approche soit plus complexe et nécessite un ensemble de données considérable pour l'apprentissage, elle est plus robuste aux changements de pose, d'expression et de qualité d'image

3.9.3 Convolution neural network (CNN)

Les réseaux de neurones convolutifs (CNN) sont une sous-catégorie de modèles de réseaux de neurones reconnus pour leur efficacité dans la classification d'images. Ce qui distingue les CNN, c'est leur capacité à exploiter la structure de l'image d'entrée et à définir une architecture de réseau de manière efficace en utilisant un volume 3D en trois dimensions : largeur, hauteur et profondeur. La profondeur fait référence à la troisième dimension du volume, qui représente le nombre de canaux dans une image ou le nombre de filtres dans une couche du réseau

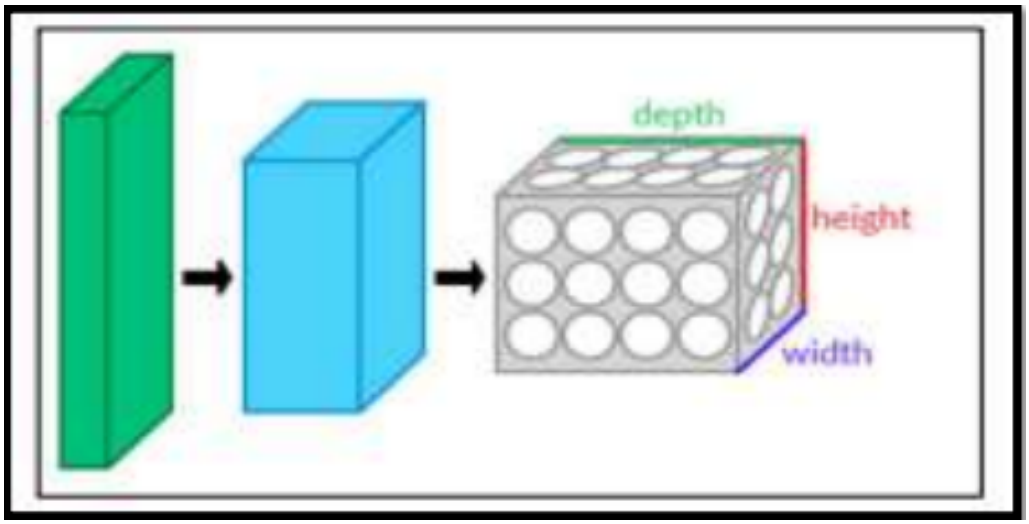


FIGURE 3.6 – Architecture d'une couche de CNN

Le deuxième bloc d'un réseau de neurones convolutif (CNN) n'est pas spécifique à cette architecture, car il est couramment utilisé à la fin de la plupart des réseaux de neurones pour la classification d'images. Dans ce bloc, les valeurs du vecteur d'entrée sont transformées à l'aide de combinaisons linéaires et de fonctions d'activation pour produire un nouveau vecteur de sortie contenant un élément pour chaque classe possible. Chaque élément de ce vecteur de sortie représente la probabilité que l'image appartienne à la classe correspondante. Ces probabilités sont estimées par la dernière couche du réseau, qui utilise une fonction d'activation telle que la fonction logistique pour la classification binaire ou la fonction softmax pour la classification multi-classe

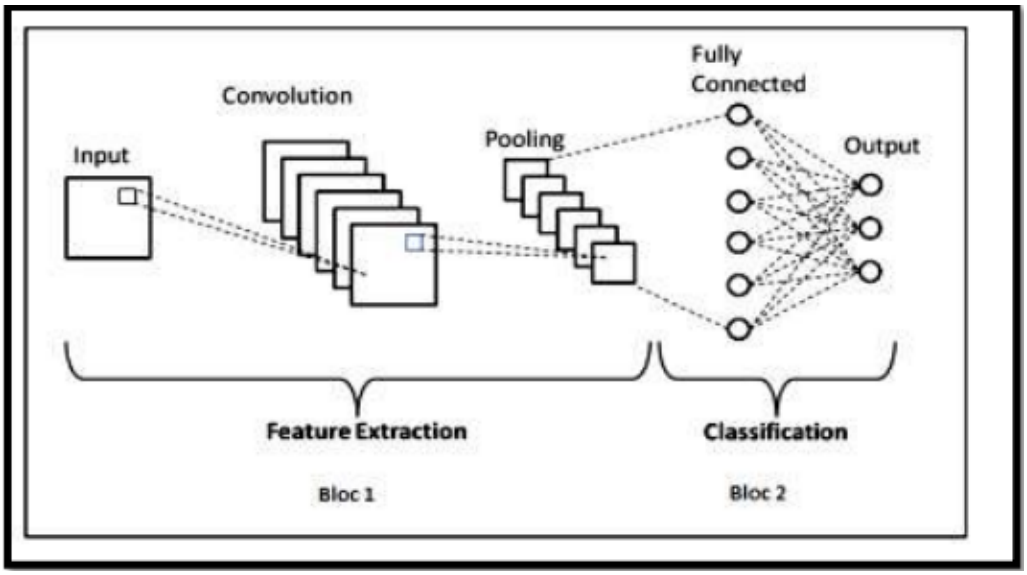


FIGURE 3.7 – architecture d'un réseau neurones convolutif basique

3.10 Correspondence des visages

est un processus qui consiste à comparer les caractéristiques extraites d'un visage avec celles d'autres visages déjà enregistrés dans une base de données. L'objectif est de déterminer si le visage nouvellement détecté correspond à l'un des visages connus dans la base de données. Cette comparaison peut être réalisée en calculant la similarité ou la distance entre les vecteurs de caractéristiques des visages, souvent en utilisant des techniques telles que la comparaison euclidienne ou la comparaison cosinus. Une fois la correspondance établie, le visage peut être identifié s'il correspond à l'un des visages enregistrés, ou il peut être considéré comme inconnu s'il ne correspond à aucun visage connu. La correspondance de visage est une étape essentielle dans de nombreuses applications de reconnaissance faciale, telles que la sécurité, le contrôle d'accès, la surveillance, etc.

3.11 Materiels utilisés

Pour réaliser ce projet, nous avons utilisé un ensemble de matériels présentant les caractéristiques principales suivantes :

- Une serrure intelligente connectée(qui foonctionne avec une tension de 12v)
- Un raspberry Pi3 modéle b sa Ram 1Go (avec une alimentation de 5 volt)
- Camera raspberry pi (Rpi-cam)
- Un relais
- Un cable Ethernet RJ45
- une interface électronique pour augmenter la tension (on a utilisé deux transistors BD235,deux optocoupleurs,des résistances)

3.12 le langage de programmation utilisé ?

Python se distingue comme un langage de programmation accessible, grâce à sa syntaxe organisée et simple à comprendre. Cette caractéristique en fait un choix judicieux pour une variété de projets, allant des applications web basiques aux systèmes d'exploitation complets. De plus, Python offre un large éventail de bibliothèques et de modules intégrés avancés, simplifiant ainsi la résolution de nombreuses tâches

3.13 Les bibliothèques utilisées dans le python

3.13.1 Numpy

Numpy est une bibliothèque Python très répandue qui permet d'effectuer des calculs numériques en se basant sur des tableaux. L'implémentation classique de numpy, utilisée par la plupart des programmeurs, fonctionne sur un seul cœur de processeur et est parallélisée pour exploiter plusieurs cœurs lors de certaines opérations. Cette limitation à une exécution sur un seul nœud de processeur restreint à la fois la taille des données pouvant être traitées et la vitesse potentielle du code numpy.

3.13.2 PIL/PILLOW

a bibliothèque Python Imaging Library (PIL) est une ressource open source conçue pour ouvrir et enregistrer divers types de fichiers image en Python. Cependant, elle n'a pas été mise à jour depuis 2009 et a été progressivement remplacée par Pillow à partir de 2010.

3.13.3 Face recognition

est une expression anglaise qui se traduit en français par "reconnaissance faciale". Il s'agit d'un domaine de la vision par ordinateur et de l'intelligence artificielle qui vise à identifier et à vérifier l'identité d'une personne en analysant et en comparant les caractéristiques de son visage

3.13.4 Tensorflow

TensorFlow représente une bibliothèque logicielle open-source conçue par Google pour l'apprentissage automatique et le traitement de données. Cette plateforme permet la création et l'entraînement de divers modèles d'apprentissage automatique, incluant les réseaux de neurones profonds, convolutifs et récurrents. De plus, elle supporte l'exécution d'opérations mathématiques complexes sur des tableaux multidimensionnels. Lancé initialement en 2015, TensorFlow est désormais géré et amélioré par la communauté TensorFlow. TensorFlow utilise des graphiques de flux de données pour former des réseaux neuronaux et permet un calcul parallèle et distribué, ce qui accélère le processus d'entraînement des modèles. Elle offre également des outils de visualisation et de débogage pour faciliter la compréhension et l'optimisation des modèles.TensorFlow est

largement utilisé dans le domaine de l'intelligence artificielle et est considéré comme l'un des outils les plus populaires pour le machine learning

3.13.5 Tkinter

Tkinter est la bibliothèque standard d'interface graphique pour Python [28]. Lorsqu'il est associé à Tkinter, Python offre un moyen rapide et simple de créer des applications graphiques [29]. Tkinter propose une interface orientée objet puissante, intuitive et conviviale. La création d'une application graphique avec Tkinter est une tâche relativement aisée. Il vous suffit de suivre les étapes suivantes :

— Commencez par importer le module Tkinter.
— Ensuite, créez la fenêtre principale de votre application graphique.
— Ajoutez les widgets graphiques nécessaires à votre interface utilisateur.
— Enfin, entrez dans la boucle d'événements principale pour gérer les actions de l'utilisateur en réponse à chaque événement

3.13.6 la base de données AR

La base de données AR Face est une compilation d'images faciales utilisée pour former et valider les algorithmes de reconnaissance faciale. Élaborée par l'Institut Max-Planck pour l'Informatique en Allemagne, cette base comprend plus de 4 000 images de visages provenant de 126 sujets distincts, présentant une diversité d'expressions faciales et de conditions d'éclairage. Chaque image, capturée avec une caméra haute résolution, est accompagnée d'annotations manuelles pour identifier les points clés du visage, tels que les yeux, le nez et la bouche.

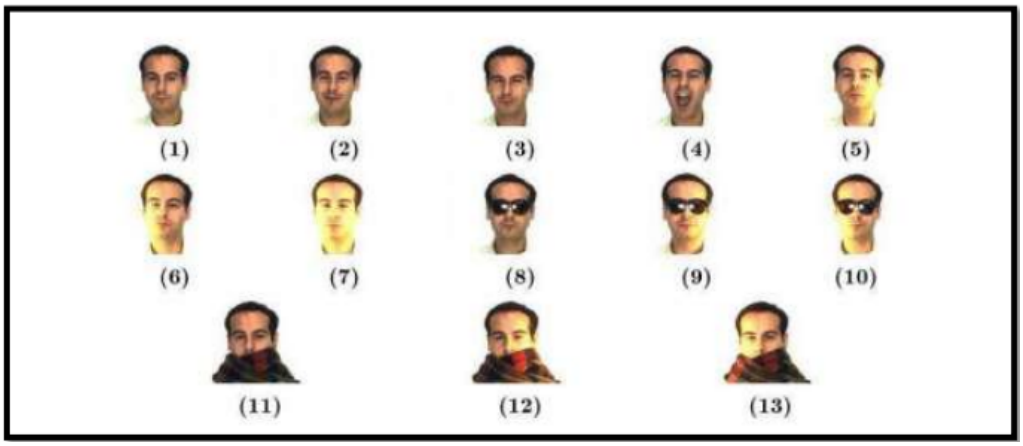


FIGURE 3.8 – La base de données AR Face

3.13.7 Opencv

Open Computer Vision (OpenCV), développé par Intel, a vu le jour en juin 2000. C'est l'une des bibliothèques les plus populaires et efficaces pour le traitement d'images. Sa performance est remarquable grâce à son architecture basée sur du code C/C++. En tant qu'API Python, elle offre une interface puissante et polyvalente pour exploiter les fonctionnalités d'OpenCV.

FIGURE 3.9 – Open cv

3.14 Ses fonctionnalités

La bibliothèque OpenCV offre une vaste gamme de fonctionnalités qui permettent de créer des programmes allant de l'analyse de données brutes à la conception d'interfaces graphiques simples . Elle inclut la plupart des opérations classiques de traitement d'images et de vidéos au niveau basique

3.14.1 Traitement d'images

elle fournit la plupart des opérations fondamentales de traitement d'images au niveau bas.

— Lecture, écriture et affichage d'images.

— Calcul d'histogrammes pour les niveaux de gris ou les couleurs .

— Lissage et filtrage d'images.

— Seuillage d'images, incluant des techniques telles que le seuillage d'Otsu et le seuillage adaptatif.
— Segmentation d'images, comprenant la détection de composantes connexes et l'utilisation de l'algorithme GrabCut.
— Morphologie mathématique.

3.14.2 Traitement videos

Cette bibliothèque a acquis un statut de référence dans le domaine de la recherche en raison de sa vaste gamme d'outils issus des dernières avancées en vision par ordinateur. Ces outils comprennent notamment :

— Lecture, écriture et affichage de vidéos à partir de fichiers ou de caméras.
— Détection de lignes, segments et cercles par Transformée de Hough.
— Détection de visages avec la méthode de Viola et Jones.
— Utilisation de cascades de classifieurs boostés.
— Détection de mouvement et suivi historique du mouvement.
— Suivi d'objets par mean-shift ou Camshift.
— Détection de points d'intérêt.
— Estimation du flux optique avec la méthode de Lucas-Kanade.
— Triangulation de Delaunay.
— Construction de diagrammes de Voronoi.
— Calcul de l'enveloppe convexe.
— Ajustement d'une ellipse à un ensemble de points par la méthode des moindres carrés.

3.15 Les étapes necessaires du project

3.15.1 Configuration de la raspberry Pi

— Configuration de la Raspberry avec un système d'exploitation (Raspbian)
— L'installation les pilotes nécessaires pour la caméra Raspberry Pi.

3.15.2 Connexion de la caméra

Connexion de la RPI cam avec la carte raspberry PI

3.15.3 Configuration du systéme de surveillance

On utilisant des bibliothèques comme Opencv(Cv2,Numpy,face recognition,os)

3.15.4 Connexion de l'interface

On a choisis les transistors comme des composants électroniques pour commuter une tension de 12V avec la sortie de contrôle de la Raspberry Pi.

3.15.5 Contrôle de la serrure connectée

Utilisation de l'interface électronique pour contrôler la serrure connectée intelligente. Lorsqu'une personne autorisée est détectée, on déclenche la sortie appropriée pour ouvrir la serrure

3.16 Réalisation du système

Pour la réalisation de notre projet il nous faut une carte raspberry pi3 une rpi caméra et une connexion VNC pour le contrôle a distance L'installation de la bibliothèque OpenCV, avec ses nombreux algorithmes de vision par ordinateur, nous a permis d'accéder directement au programme Python pour la reconnaissance faciale. Le code Python de détection et de reconnaissance faciale repose sur un modèle d'entraînement préalablement défini

FIGURE 3.10 – Un systéme de contrôle d'accès

3.17 Tests et résultats

Test et ajustement : Une fois que tout est configuré, vous devez tester le système pour vous assurer qu'il fonctionne correctement. Cela peut impliquer des ajustements pour améliorer la précision de la reconnaissance faciale ou pour régler

les paramètres de déverrouillage de la porte. Nous pouvons donne un résumé sur le projet comme suite : Ce travail se dévise en deux étapes prinicipaux :la premiére c'est l'entrainement et la deuxiéme est la reconnaissance faciale 1- dans la premiére étape on importe les bibliothèques dans notre programme python puis on crée une liste des visages avec leurs noms correspondants ,ensuite une fonction va encodé les images et les stocker dans un tableau, une fois l'encodage se termine ,une led s'allume. 2-Si la boucle while est true le raspberry pi va envoyé une requete au télephone connecté pour tester l'adresse IP si il trouve une réponse donc il va lire les images détectées en les redimensionnons et les convertissons sa couleur et faire l'encodage ,aprés il va comparer les images capturées avec celles qui sont enregistrées dans une base de données si y'a une correspondance le relai de la serrure va etre exité donc la porte s'ouvert automatiquement.L'organigramme ci-dessous

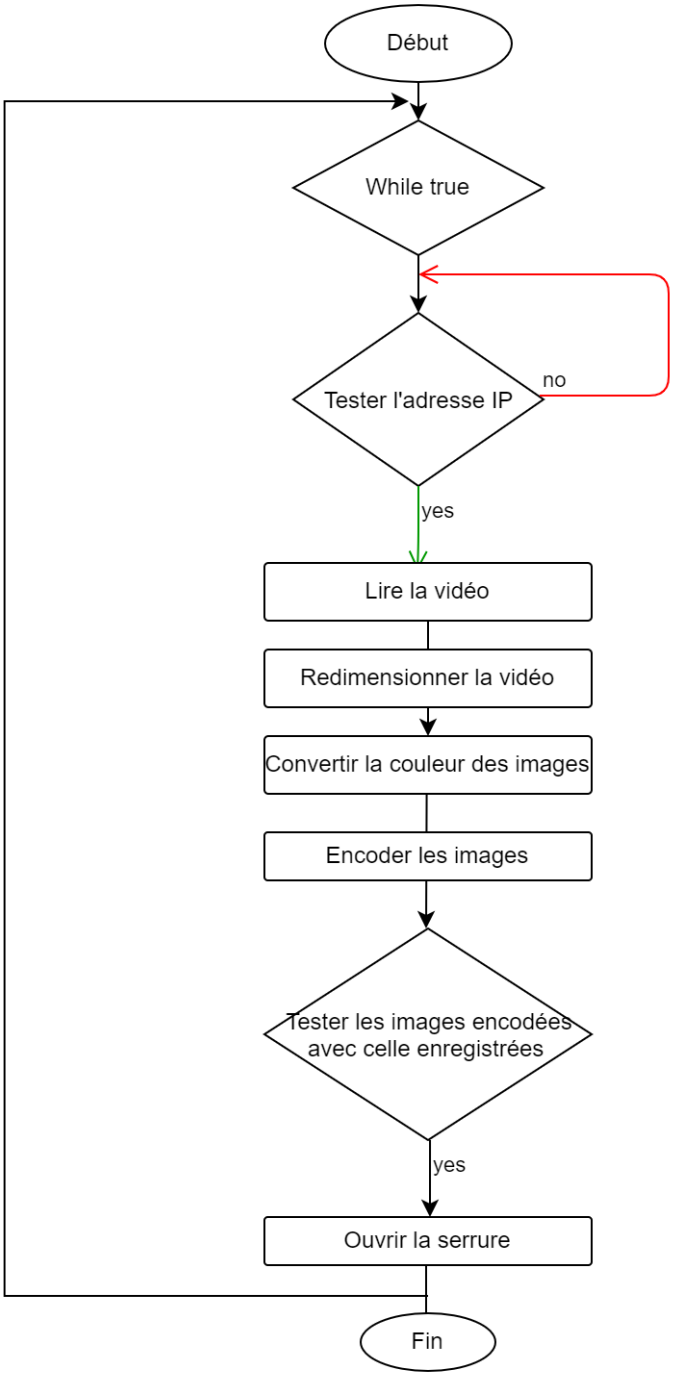


FIGURE 3.11 – Un organigramme qui réprésente le fonctionnement du système

La reconnaissance faciale est une méthode permettant d'identifier un visage humain grâce à la technologie. Notre système de reconnaissance faciale utilise la biométrie pour analyser les caractéristiques du visage à partir du flux de données en direct de notre caméra, puis compare ces informations avec une base de données des visages connus afin de trouver une correspondance. Voici les étapes principales de la reconnaissance faciale, présentées dans l'ordre :

(a) Nous débuterons en testant le modèle que nous avons élaboré. Pour ce faire, nous chargerons le modèle que nous avons sauvegardé sur le disque. Ensuite, nous initialiserons le flux en direct sur lequel nous souhaitons évaluer le modèle

(b) Nous activerons le compteur d'images par seconde et parcourrons en boucle les images du flux vidéo.

(c) Nous procéderons à la manipulation de l'image en capturant l'image du flux vidéo et en la redimensionnant à 500px pour accélérer le traitement. Ensuite, nous convertirons les images en échelle de gris pour la détection des visages et de BGR à RGB pour la reconnaissance des visages.

(d) Nous utiliserons le fichier «Haarcascade_frontalface_default.xml» pour détecter les visages dans l'image en niveaux de gris. La détection d'objets à l'aide de classificateurs en cascade basés sur les caractéristiques Haar est une méthode efficace de détection d'objets, introduite par Paul Viola et Michael Jones dans leur article "Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features" en 2001. Cette approche repose sur l'apprentissage automatique, où une fonction en cascade est entraînée à partir d'un grand nombre d'images positives et négatives, puis utilisée pour détecter des objets dans d'autres images.

(e) Une fois que nous avons détecté le visage en utilisant le fichier «Haarcascade_frontalface_default.xml» , nous suivrons à nouveau les mêmes étapes que celles effectuées dans la partie d'entraînement. Nous transmettrons les images pour aligner le visage, extraire les points de repère du visage aligné, puis nous passerons le visage aligné et les points de repère à l'encodeur de visage pour générer l'encodage des dimensions pour chaque image. OpenCV fournit les coordonnées de la boîte englobante dans l'ordre (x, y, w, h), mais nous avons besoin de les réorganiser dans l'ordre (haut, droite, bas, gauche), donc nous devrons effectuer une réorganisation. Ensuite, nous calculons l'intégration faciale pour chaque boîte englobante du visage.

(f) Après avoir généré le codage des dimensions pour chaque image, un vecteur calcule la distance euclidienne par rapport au tableau des visages que nous avons calculé précédemment. Ensuite, nous stockons toutes les valeurs de distance et trouvons les correspondances les plus proches de l'image d'entrée

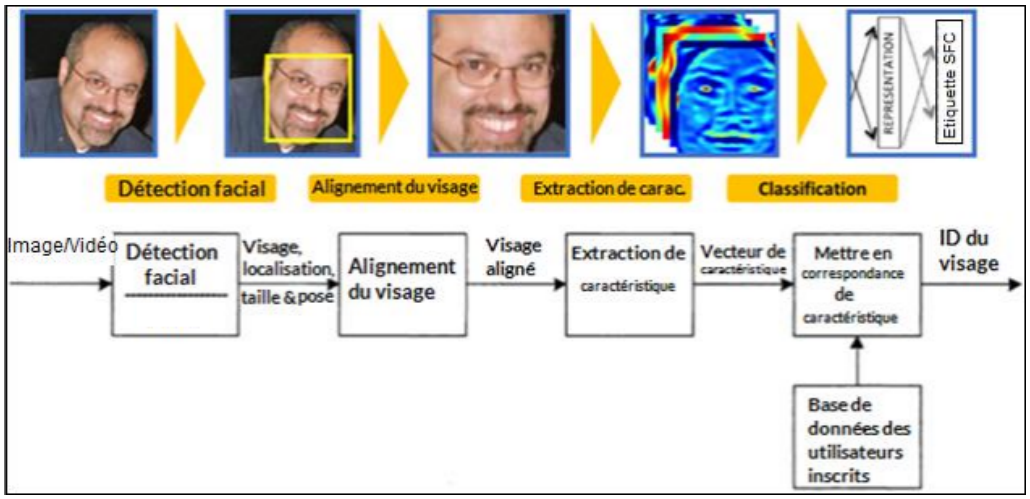


FIGURE 3.12 – Etapes de la reconnaissance d'un visage

3.18 Conclusion

L'objectif d'utiliser la reconnaissance faciale dans un système de contrôle d'accès car régule l'accès exclusivement aux individus autorisés. Il supervise qui peut entrer. Grâce à l'intelligence artificielle, les systèmes modernes de contrôle d'accès sécurisent les bâtiments et les équipements, prévenant ainsi le vol de propriété intellectuelle.

Conclusion générale

L'objectif de la mise en place d'un système de surveillance et de contrôle d'accès basé sur la reconnaissance faciale est d'améliorer la sécurité des espaces et des installations. Ce système vise à permettre une identification rapide et fiable des individus autorisés, tout en détectant et en prévenant les intrusions et les activités suspectes Dans le cadre de ce projet, nous avons exploré divers aspects de la conception et du développement d'un systéme de controle d'accè on sutilisant une serrure intelligente connectée. Nous avons examiné les divers composants matériels essentiels de la reconnaissance faciale, tels que la caméra rpi, la serrure intelligente connectée et le carte Raspberry Pi 3 qui permet la détection des personnes.et une carte interface qui contient des transistors pour l'amplification de la tension necéssite Nous avons appris à intégrer ces composants de manière à créer un système fonctionnel et réactif. En conclusion, cette technologie permet une identification rapide et précise des individus, renforçant ainsi les mesures de sécurité dans divers contextes, tels que les systèmes de verrouillage de smartphones, les contrôles d'accès aux bâtiments, et même les dispositifs de surveillance publique. En outre, elle offre une solution efficace pour lutter contre la fraude et les activités criminelles, contribuant ainsi à la protection des biens et des personnes Du point de vue logiciel, nous avons utilisé un raspberry Pi 3 comme plateforme principale a permis une flexibilité et une évolutivité considérables dans le déploiement du système, tout en offrant une solution rentable. et on a utilisé des bibliothèques spécifiques comme opencv pour le contrôle des périphériques et la détection du visage. Nous avons utilisé le langage de programmation tels que le Python, pour offrir des fonctionnalités avancées à notre système.

Cette approche a non seulement amélioré la sécurité en utilisant la reconnaissance faciale comme méthode d'authentification, mais elle a également rendu le système plus convivial en permettant l'accès sans clé physique. Les tests ont démontré la robustesse du système face à diverses conditions d'éclairage et d'orientation du visage, assurant une fiabilité et une précision satisfaisantes

En effet, il est important de considérer des perspectives d'amélioration afin d'enrichir et de perfectionner notre solution dans les futurs projets, car aucun travail n'est jamais parfait, y compris le nôtre Nous pouvons citer comme perspectives :

- Investir dans des algorithmes plus avancés ou des modèles d'apprentissage en profondeur pour améliorer la précision et la robustesse de la reconnaissance faciale, notamment dans des conditions d'éclairage difficiles ou avec des variations d'angle
- Intégrer des protocoles de sécurité avancés pour protéger les données personnelles des utilisateurs et prévenir les attaques potentielles, comme le chiffrement des données ou l'utilisation de techniques d'anonymisation
- Ajouter la reconnaissance vocale pour renforcer beaucoup plus la sécurite
- Entraîner le modèle de la reconnaissance faciale à reconnaître les personnes portant des masques de protection,ou bien Ils ont été brûlés Sachant qu'il existe déjà des ensembles de ces données .

Ce projet illustre efficacement les capacités de la reconnaissance faciale combinée à des technologies IoT pour améliorer la sécurité et la facilité d'utilisation des systèmes de contrôle d'accès. Pour l'avenir, l'évolution continue de ces technologies promet des applications encore plus sophistiquées et sécurisées dans le domaine de la domotique et de la sécurité résidentielle

Références Bibliographiques

1. Asma, G. & Abir, M. *Reconnaissance et classification des traits caractéristiques biométriques faciale* Accepted : 2022-04-25T09 :19 :35Z. Thesis (UNIVERSITY OF KASDI MERBAH OUARGLA, 2020). http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/28633 (2024).
2. Marwan, C. & Eddine, D. *Régulation intelligente du trafic routier par des feux de carrefours* Working Paper. Accepted : 2019-09-19T10 :00 :21Z (juin 2019). http://dspace.univ-guelma.dz/jspui/handle/123456789/4012 (2024).
3. Mahmoudi, S. A. & Benchohra, M. *Méthodes de reconnaissance faciale et vocale pour les systèmes de contrôle d'accès dans les bâtiments intelligents : État de l'art* (1er oct. 2020).
4. Bensahla, T. K. & Bereksi, M. K. *Réalisation d'un système autonome de contrôle d'accès de véhicules par reconnaissance optique des plaques d'immatriculation* Accepted : 2022-10-03T12 :04 :00Z. Thesis (juin 2022). http://dspace1.univ-tlemcen.dz//handle/112/19127 (2024).
5. *Introduction of Raspberry Pi 3 Model B* BINARYUPDATES.COM. https://binaryupdates.com/introduction-of-raspberry-pi-3-model-b/ (2024).
6. Mehdaoui, S. & Maati, I. *Conception d'un système de sécurité a reconnaissance facial à l'aide d'un Raspberry pi* Accepted : 2020-12-22T10 :38 :31Z. Thesis (2020). http://dspace1.univ-tlemcen.dz//handle/112/15976 (2024).

Annexe A

Datasheet du transistor bd235

BD235 BD236 BD237 BD238

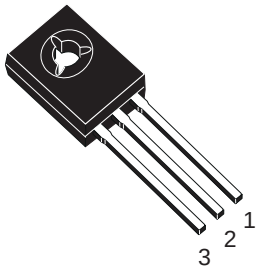
COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES

DESCRIPTION

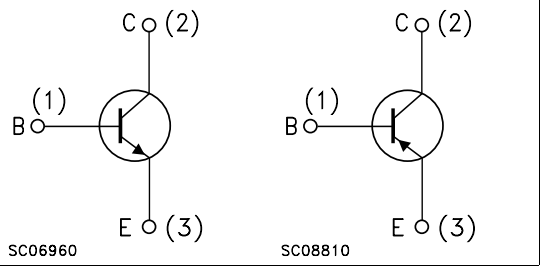
The BD235 and BD237 are silicon epitaxial-base NPN power transistors in Jedec SOT-32 plastic package inteded for use in medium power linear and switching applications.

The complementary PNP types are BD236 and BD238 respectively.



SOT-32

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		Value		Unit
		NPN	BD235	BD237	
		PNP	BD236	BD238	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage (I_E = 0)		60	100	V
V_{CER}	Collector-Base Voltage (R_{BE} = 1KΩ)		60	100	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage (I_B = 0)		60	80	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage (I_C = 0)		5		V
I_C	Collector Current		2		A
I_{CM}	Collector Peak Current (t_p < 5 ms)		6		A
P_{tot}	Total Dissipation at T_c = 25 °C		25		W
T_{stg}	Storage Temperature		-65 to 150		°C
T_j	Max. Operating Junction Temperature		150		°C

For PNP types voltage and current values are negative.

Annexe B

Datasheet Optocoupleur 4N35

onsemi

DATA SHEET
www.onsemi.com

6-Pin General Purpose Phototransistor Optocouplers

Product Preview

4N35

PDIP6
M TYPE
CASE 646CG

PDIP6
STD TYPE
CASE 646CU

PDIP6
S TYPE
CASE 646CV

Description

The general purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a standard plastic 6−pin dual−in−line package.

Features

- Minimum Current Transfer Ratio at I_F = 10 mA, V_{CE} = 10 V:
- 100% for 4N35
- Safety and Regulatory Approvals:
  - UL1577, 5,000 VAC_{RMS} for 1 Minute
  - DIN−EN/IEC60747−5−5, 850 V Peak Working Insulation Voltage (Pending)

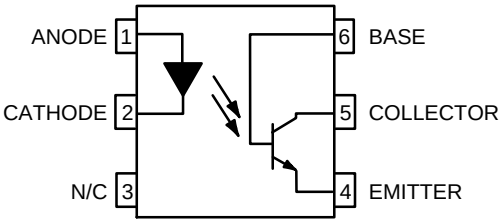
Applications

- Power Supply Regulators
- Digital Logic Inputs
- Microprocessor Inputs

MARKING DIAGRAM

ON	= Logo
4N35	= Specific Device Code
V	= DIN EN/IEC60747−5−5 Option (only appears on component ordered with this option)
X	= One−Digit Year Code
YY	= Digit Work Week
D	= Assembly Package Code

SCHEMATIC



ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information on page 7 of this data sheet.

This document contains information on a product under development. **onsemi** reserves the right to change or discontinue this product without notice.