



République Algérienne Démocratique et Populaire.

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

Université d'Oran 2

Institut de Maintenance et de sécurité Industrielle

Mémoire / Master 2024.

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME

DE MASTER 2 EN ELECTROMECHANIQUE

INDUSTRIELLE

Thème

Elaboration de système de gestion d'accès de véhicule

Présentée et soutenue publiquement par :

Mr : Braik Abdelmounaim

Mr : Hamdi Mounir

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
M.YAHIAOUI Reda	MCA	IMSI-Univ. D'Oran2	Président
M.BENFKEKIR Abderrahim	MCB	IMSI-Univ. D'Oran2	Examineur
M.CHAREF Djilali رحمه الله	MCB	IMSI-Univ. D'Oran2	Encadreur
M.MEKKI Ibrahim	MCA	IMSI-Univ. D'Oran2	Co-Encadreur

Année universitaire 2023/2024

Remerciement

Nous remercions Dieu, le Tout-Puissant, de nous avoir donné le courage, la patience, la volonté et la force nécessaires pour surmonter toutes les difficultés et obstacles qui se sont dressés sur notre chemin d'études.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre superviseur, **CHAREF Djilali رحمه الله**, qui nous a malheureusement quittés avant que ce mémoire ne soit achevé. Son accompagnement, sa sagesse et sa passion pour le domaine ont laissé une empreinte indélébile sur ce travail. Sa bienveillance et ses conseils avisés ont été une source d'inspiration tout au long de notre parcours. Que ce mémoire soit un hommage à son engagement et à l'héritage qu'il laisse derrière lui.

Nous tenons à exprimer notre plus profonde reconnaissance à Monsieur **Mekki Ibrahim** pour son aide précieuse et son soutien lors des dernières étapes de la rédaction de ce mémoire. Son expertise, ses conseils avisés et sa disponibilité ont été essentiels dans la correction et l'amélioration de notre travail. Grâce à son aide, nous avons pu finaliser ce projet dans les meilleures conditions possibles. Merci infiniment pour votre générosité et votre bienveillance.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à l'ensemble des membres du jury Monsieur le président **YAHIAOUI Reda** et Monsieur l'examineur **BENFEKIR Abderrahim** pour avoir accepté d'évaluer mon travail de mémoire. Je suis profondément reconnaissant(e) pour le temps que vous avez consacré à l'examen de ce projet, ainsi que pour vos remarques constructives et vos précieux conseils.

Nous tenons à remercier nos parents pour leur patience à nous avoir appris à marcher et à parler, nous permettant ainsi de vivre pleinement chaque instant. Merci de nous avoir appris à surmonter nos peurs, d'être toujours présents quand nous en avons besoin, et de prendre soin de nous en toutes circonstances. Vous avez su rendre les mauvais jours moins difficiles. Depuis notre naissance jusqu'à aujourd'hui, vous nous avez soutenus à chaque étape de notre vie. Vous êtes pour nous le parfait exemple d'efforts et de sacrifices, et nous vous en sommes infiniment reconnaissants.

Dédicace

Grâce à Dieu Tout-Puissant, et en signe de reconnaissance pour tous les sacrifices consentis à notre réussite et la volonté de mener à bien ce modeste travail, nous dédions ce mémoire :

À ceux qui nous ont encouragés et soutenus tout au long de notre parcours, **nos chers parents**, que Dieu vous protège.

À tous nos frères, sœurs, et à toute notre famille **Braïk et Hamdi**.

À tous ceux qui nous aiment : notre famille, nos amis, nos collègues, ainsi qu'à tous ceux qui incarnent les valeurs d'amitié, d'amour, et de fidélité.

Sommaire

Remerciement.....	3
Dédicace	4
Sommaire	5
Liste des figures	8
Liste des tableaux	10
Resumé.....	11
Introduction générale.....	11
Chapitre 1 : Les système de gestion d'accès de véhicule	16
1.1 Introduction	16
1.2 Systèmes de reconnaissance des plaques d'immatriculation (ANPR)	16
1.2.1 Définition du système ANPR :.....	16
1.2.2 Historique de la reconnaissance des plaques d'immatriculation	17
1.2.3 Principe de fonctionnement du système ANPR	19
1.2.4 Revue de la littérature	20
1.2.5 Les applications de système de reconnaissance d'immatriculation	27
1.3 Système identification par radiofréquence (RFID)	28
1.3.1 Définition du système RFID :	28
1.3.2 Historique de l'identification par radiofréquence	28
1.3.3 Le principe de fonctionnement du système RFID.....	33
1.3.4 Les applications du système RFID.....	34
1.4 Reconnaissance de forme	35
1.4.1 Classification supervisée	35
1.4.2 Non supervisée	35
1.5 Reconnaissance Faciale	35
1.6 Conclusion :.....	37
Chapitre 2 : Les composants utilisés dans chaque système	39
2.1 Introduction	39

2.2	Éléments des systèmes ANPR.....	39
2.2.1	Caméra infrarouge.....	39
2.2.2	Capteur de stationnement.....	40
2.2.3	Capteur de position.....	41
2.2.4	Les capteurs de proximité.....	42
2.2.5	Le moteur électrique.....	45
2.2.6	La base de données.....	48
2.2.7	Le microprocesseur.....	49
2.3	Les composant du Système RFID.....	51
2.3.1	Transpondeur ou étiquette RFID.....	51
2.3.2	Émetteur-récepteur ou lecteur RFID.....	51
2.4	Les barrières levante.....	52
2.4.1	Barrière levant FB.....	52
2.4.2	Barrière levant FBC.....	53
2.5	Barrière levant FBX.....	54
2.6	Conclusion.....	55
Chapitre 3 : Outils logiciels et simulations pour les systèmes.....		57
3.1	Introduction.....	57
3.2	Presentation de la librairie opencv.....	57
3.3	DLib.....	58
3.4	Anaconda.....	58
3.5	Arduino.....	59
3.5.1	Partie Matériel.....	60
3.5.2	Tinkercad.....	61
3.6	Réalisation du schéma :.....	63
3.6.1	Le câblage du système.....	65
3.6.2	Le code utilisé :.....	65
3.6.3	Explications et Instructions.....	68

3.7	Les résultats	69
3.8	Détection faciale	73
3.8.1	Explication du code :	73
3.8.2	Résultat du code	75
3.9	Conclusion	75
Conclusion Générale		76
Bibliographie.....		77

Liste des figures

Figure 1 : Vue extérieure du système de reconnaissance des plaques d'immatriculation [4]	17
Figure 2 : les principales fonctions d'un système ANPR	19
Figure 3 : Photo capturé en format RGB [9]	21
Figure 4 : une photo RGB convertie en gris [9]	22
Figure 5 : image binarisée [9]	22
Figure 6 : différents plaque d'immatriculation et des plaques algériennes	23
Figure 7 : processus de segmentation des caractères de plaque d'immatriculation.....	25
Figure 8 : Reconnaissance des caractère de la plaque de la voiture. 15.....	26
Figure 9 : le fonctionnement de système OCR.	27
Figure 10 : Système OCR utilisé la méthode Template Matching.....	27
Figure 11 : Photo descriptive du système RFID	28
Figure 12 : Fonctionnement du système RFID	34
Figure 13 : Détection d'un objet en mouvement par la classification des pixels	35
Figure 14 : Système de reconnaissance faciale [26]	36
Figure 15 : Éléments matériels-logiciel de systèmes ANPR.....	39
Figure 16 : Image capturée par une caméra infrarouge.....	40
Figure 17 : Capteur de parking pour détection des places disponibles	41
Figure 18 : détection de véhicule de stationnement magnétique	41
Figure 19 : capteur de positions dans le système.	42
Figure 20 : Le détecteur inductifs	44
Figure 21 : Schéma de capteur ultrason	45
Figure 22 : Moteur électrique et ses composants	46
Figure 23 : les servomoteurs	47
Figure 24 : L'architecture de base d'un moteur servo et de son contrôleur/pilote.....	48
Figure 25 : Reconnaissance de voiture dans la base de données	49
Figure 26 : architecture interne d'un microprocesseur	49
Figure 27 : Etiquette RFID.....	51
Figure 28 : Lecteur RFID Mifare RC522.....	52
Figure 29 : Barrière levant FB [38].....	53
Figure 30 : Barrière levant FBC.....	53
Figure 31 : Barrière levant FBX.....	54
Figure 32 : logo de bibliothèque open cv	57
Figure 33 : Logo de bibliothèque Dlib	58

Figure 34 : Logo de Anaconda.....	59
Figure 35 : Une carte arduino.....	60
Figure 36 : Brochage d'une carte Arduino de type UNO	61
Figure 37 : Programme Tinkercad	62
Figure 38 : L'interface tinkercad	62
Figure 39 : Schéma bloc de système	63
Figure 40 : vue schématique.....	64
Figure 41 : le câblage des composants	65

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelques facteurs relatifs aux plaques d'immatriculation des véhicules	23
Tableau 2 : Caractéristiques de barrière levant FB	53
Tableau 3 : Caractéristiques de barrière levant FBC.....	54
Tableau 4 : Caractéristiques de barrière levant FBX	55

Resumé

La gestion d'accès de véhicule peut être optimisée en combinant trois technologies : la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation (ANPR), l'identification par radiofréquence (RFID) et la reconnaissance faciale. Ces systèmes sont étudiés à travers leurs définitions, leur historique, leur fonctionnement et les matériels qui les composent.

Chacune de ces technologies joue un rôle crucial dans l'amélioration de la sécurité et de l'efficacité des systèmes de gestion d'accès. Bien que l'approche reste basique, cette analyse constitue une base solide pour l'intégration future de ces outils dans des solutions plus automatisées et sécurisées.

Abstract

Vehicle access management can be optimized by combining three technologies: automatic license plate recognition (ANPR), radio frequency identification (RFID) and facial recognition. These systems are studied through their definitions, history, operation and the hardware that composes them.

Each of these technologies plays a crucial role in improving the security and efficiency of access management systems. Although the approach remains basic, this analysis constitutes a solid basis for the future integration of these tools in more automated and secure solutions.

Mots clés : ANPR, RFID, Reconnaissance faciale

Introduction générale

Dans notre société moderne, la sécurité et la gestion des accès sont des préoccupations majeures, notamment dans des espaces tels que les parkings, les zones sécurisées et les entreprises. Ces contextes exigent des systèmes de contrôle d'accès efficaces pour garantir la sécurité des biens et des individus, ainsi que pour maintenir des opérations fluides et ordonnées.

Pour répondre à ces besoins, une combinaison de technologies avancées s'impose, notamment la reconnaissance des plaques d'immatriculation, la reconnaissance faciale et les systèmes RFID. La reconnaissance des plaques d'immatriculation permet d'identifier automatiquement les véhicules en lisant les plaques des véhicules entrants et sortants, offrant ainsi un contrôle d'accès rapide et précis. La reconnaissance faciale, quant à elle, ajoute une couche de sécurité supplémentaire en permettant l'identification biométrique des individus, ce qui est particulièrement utile dans des environnements nécessitant une vérification stricte de l'identité. Enfin, les systèmes RFID (Radio Frequency Identification) permettent d'identifier les véhicules ou les personnes à l'aide de badges ou de cartes électroniques, offrant une méthode d'accès sans contact.

En intégrant ces différentes technologies, les systèmes de sécurité et de gestion d'accès deviennent plus complets, fiables et efficaces, réduisant les erreurs humaines et améliorant l'expérience utilisateur. Cela permet aux organisations de renforcer la sécurité tout en optimisant les opérations, rendant ces technologies essentielles pour répondre aux défis modernes de la gestion des accès.

Il est maintenant nécessaire d'approfondir cette importance en précisant quelques aspects significatifs de l'intégration de plusieurs technologies de contrôle d'accès :

- **Sécurité publique** : La reconnaissance des plaques d'immatriculation, associée à la reconnaissance faciale, peut jouer un rôle crucial dans le renforcement de la sécurité publique. Elle aide les forces de l'ordre à identifier non seulement les véhicules suspects ou recherchés, mais aussi les individus impliqués dans des activités criminelles, facilitant ainsi la prévention et la résolution des crimes.
- **Gestion du trafic** : La technologie de reconnaissance des plaques d'immatriculation, en combinaison avec les systèmes RFID, peut être intégrée dans les systèmes de gestion du trafic pour surveiller et réguler la circulation. Elle permet de détecter des infractions comme le stationnement illégal ou la violation des règles de circulation, tandis que les badges RFID peuvent faciliter la gestion des zones à accès limité pour certains véhicules, optimisant ainsi la circulation dans les zones urbaines.

- **Contrôle d'accès** : En intégrant la reconnaissance faciale et les systèmes RFID, les organisations peuvent contrôler l'accès à des zones restreintes comme les parkings, zones industrielles, complexes résidentiels ou bâtiments gouvernementaux. La reconnaissance des plaques d'immatriculation vérifie l'autorisation des véhicules, tandis que la reconnaissance faciale et les badges RFID assurent que seules les personnes autorisées peuvent pénétrer dans ces zones.
- **Gestion des péages et du stationnement** : La reconnaissance des plaques d'immatriculation combinée à la technologie RFID permet d'automatiser la collecte des péages et la gestion du stationnement. Les véhicules sont identifiés à leur entrée et sortie, et les utilisateurs peuvent être facturés automatiquement, réduisant les délais d'attente et améliorant l'efficacité.
- **Optimisation des processus commerciaux** : Dans le domaine commercial, l'intégration de la reconnaissance des plaques d'immatriculation, des badges RFID et de la reconnaissance faciale permet de suivre les mouvements des véhicules et des individus dans les entrepôts, ports ou chantiers. Cela améliore la gestion des stocks, la logistique et la sécurité des biens tout en optimisant les processus commerciaux.

Objectif de travail

L'objectif principal de ce projet de recherche est combiner la technologie de reconnaissance des plaques d'immatriculation avec une gestion des accès innovante. Cette démarche vise à améliorer l'efficacité du flux de véhicules tout en renforçant la sécurité globale. En résumé, ce projet vise à simplifier et à sécuriser les procédures d'accès grâce à une barrière automatique intelligente et proactive. Cela inclut l'analyse des avantages et des défis associés à cette technologie, ainsi que son impact sur la gestion des flux de véhicules et la sécurité des installations.

Dans le cadre de la reconnaissance de plaques d'immatriculation quatre étapes principales sont identifiées :

Premièrement, l'étape initiale du processus consiste en l'acquisition de l'image, soit à partir d'une séquence vidéo, soit à partir d'une image capturée par un appareil photo, suivie de son envoi vers le système.

Deuxièmement, la détection de la plaque intervient, impliquant la recherche des coordonnées de la plaque dans l'image à l'aide de diverses méthodes, nécessitant souvent un prétraitement de l'image pour des résultats optimaux. Cette phase, complexe et cruciale, détermine la rapidité et la robustesse du système.

La segmentation vient ensuite, où la plaque détectée subit un ensemble de traitements pour être séparée en caractères individuels.

Enfin, la reconnaissance des caractères est effectuée par les moteurs OCR (reconnaissance optique de caractères), qui doivent être capables de gérer une multitude de difficultés potentielles.

Problématique

La problématique centrale de cette recherche réside dans la recherche d'une solution optimale pour simplifier et sécuriser les procédures d'accès, en intégrant plusieurs technologies de pointe. Plus précisément, il s'agit d'évaluer comment l'intelligence artificielle, appliquée à un système combiné de reconnaissance des plaques d'immatriculation (ANPR), de reconnaissance faciale et de RFID, peut améliorer la précision, la vitesse et la sécurité des processus d'identification des véhicules et des individus, tout en garantissant la protection des données personnelles et en minimisant les risques de manipulation ou de contournement du système.

Les questions de recherche qui guideront cette étude incluent :

- Qu'est-ce qu'un système de reconnaissance des plaques d'immatriculation et comment s'intègre-t-il avec d'autres technologies de contrôle d'accès, comme la reconnaissance faciale et le RFID ?
- Comment les avancées historiques dans le domaine des technologies de reconnaissance (ANPR, reconnaissance faciale, RFID) ont-elles influencé le développement actuel des systèmes de contrôle d'accès ?
- Quelles sont les principales étapes du processus de reconnaissance des plaques d'immatriculation et comment l'IA peut-elle optimiser ces étapes, ainsi que celles des autres technologies intégrées ?
- Quels sont les composants matériels clés des systèmes ANPR, de reconnaissance faciale et RFID, et comment chacun d'entre eux contribue-t-il à l'efficacité et à la sécurité globales du système ?

Méthodologie de travail

La méthodologie de ce projet a été structurée en trois chapitres principaux, chacun couvrant des aspects essentiels de la conception et de l'implémentation d'un système de gestion d'accès de véhicule. Nous avons adopté une approche théorique et pratique, basée sur la recherche documentaire, l'analyse des besoins matériels, et des simulations logicielles.

Chapitre 1 : Les systèmes de gestion d'accès de véhicule : Dans ce premier chapitre, nous avons effectué une étude approfondie des trois principales technologies utilisées pour la gestion d'accès de véhicule : la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation (ANPR), la reconnaissance faciale, et la technologie RFID.

- **Définitions :** Chaque système a été défini en mettant en évidence son rôle dans le contrôle d'accès.
- **Historique :** Nous avons tracé l'évolution historique de chaque technologie, en soulignant les principales étapes de leur développement.

- **Principes de fonctionnement** : Un examen détaillé du fonctionnement de ces technologies a été effectué, afin de comprendre comment elles interagissent avec d'autres systèmes et contribuent à la gestion efficace des accès.

Ces informations ont été recueillies à partir de sources académiques, d'articles de recherche, et de manuels techniques, afin d'établir un cadre théorique solide pour le projet.

Chapitre 2 : Le matériel nécessaire et les types de barrières intelligentes : Le deuxième chapitre a porté sur la sélection et l'analyse des composants matériels nécessaires à la réalisation du projet. Cette section a été basée sur une étude des besoins du système et des technologies disponibles.

- **Identification des besoins matériels** : Nous avons identifié les composants clés (caméras, capteurs RFID, systèmes de reconnaissance faciale) nécessaires pour chaque technologie étudiée dans le premier chapitre.
- **Étude des barrières**: Nous avons aussi analysé les différents types de barrières intelligentes disponibles, en tenant compte des spécifications techniques et des contraintes d'implémentation.
- **Choix du matériel** : Enfin, nous avons sélectionné le matériel le plus adapté aux exigences du système, en justifiant chaque choix en termes de compatibilité, de coûts et de performances.

Les informations sur le matériel ont été obtenues à partir de fiches techniques de produits et de recommandations d'experts dans le domaine.

Chapitre 3 : Les logiciels utilisés et les résultats des simulations : Le dernier chapitre a été dédié à la partie pratique de notre projet, à savoir la simulation du système de contrôle d'accès. Nous avons utilisé plusieurs logiciels pour valider le concept et obtenir des résultats tangibles.

- **Présentation des logiciels** : Nous avons d'abord présenté les logiciels utilisés, en expliquant leur rôle dans la simulation. Ces logiciels incluent des outils de modélisation et des environnements de développement qui ont permis de simuler le comportement du système dans des conditions réelles.
- **Simulations** : Ensuite, nous avons utilisé ces logiciels pour modéliser le fonctionnement du système de contrôle d'accès. Cela inclut la simulation de la lecture des plaques d'immatriculation, la reconnaissance faciale, et l'interaction avec les dispositifs RFID.
- **Analyse des résultats** : Enfin, les résultats de ces simulations ont été analysés pour vérifier la précision, la vitesse et la sécurité du système.

Chapitre 1

Les systèmes de gestion d'accès de véhicule

Chapitre 1 : Les système de gestion d'accès de véhicule

1.1 Introduction

Les avancées technologiques ont ouvert la porte à de nombreux nouveaux équipements, facilitant ainsi des activités humaines. Parmi ceux-ci, la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation (ANPR), la reconnaissance faciale et l'identification par radiofréquence (RFID) sont quelques-uns qui se distinguent comme des dispositifs puissants et polyvalents en matière de gestion et de sécurité.

Ce chapitre s'intéresse aux systèmes ANPR, la reconnaissance faciale et la technologie RFID : leur historique, leur principe de fonctionnement, les méthodes de détection et leurs domaines d'application. Ensemble, ces technologies constituent des outils essentiels pour les systèmes modernes de gestion et de sécurité.

1.2 Systèmes de reconnaissance des plaques d'immatriculation (ANPR)

1.2.1 Définition du système ANPR :

Les systèmes de reconnaissance des plaques d'immatriculation ou aussi connue lecture automatique de plaques minéralogiques (ANPR en anglais : Automatic Number Plate Recognition, voir aussi d'autres noms ci-dessous) est une technologie qui utilise la reconnaissance optique de caractères OCR sur les images pour lire les plaques d'immatriculation des véhicules afin de créer des données de localisation des véhicules. Il peut utiliser la télévision en circuit fermé existante, des caméras de contrôle du code de la route ou des caméras spécialement conçues pour cette tâche.

L'ANPR est utilisé par les forces de police du monde entier à des fins d'application de la loi, notamment pour vérifier si un véhicule est immatriculé ou non immatriculé. Il est également utilisé pour la perception électronique des péages sur les routes payantes et comme méthode de catalogage des mouvements de circulation, par exemple par les agences routières [1], aussi dans les parkings privés pour renforcer la sécurité, dans les industries pour le contrôle d'accès et la gestion des véhicules, ainsi que dans les résidences pour assurer la sûreté des lieux.

La reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation peut être utilisée pour stocker les images capturées par les caméras ainsi que le texte de la plaque d'immatriculation, certaines étant configurables pour stocker une photo du conducteur. Les systèmes utilisent généralement un éclairage infrarouge pour permettre à l'appareil photo de prendre la photo à toute heure du jour ou de la nuit [2]. La technologie ANPR doit prendre en compte les variations des plaques d'un endroit à l'autre.

Autres appellation :

LAPI (aussi appelé parfois RAPI) est l'acronyme de "Lecture (ou Reconnaissance) Automatique des Plaques d'Immatriculation".

Le terme anglais est ANPR (Automatic Number Plate Recognition) ou aussi LPR (License Plate Recognition). [3]

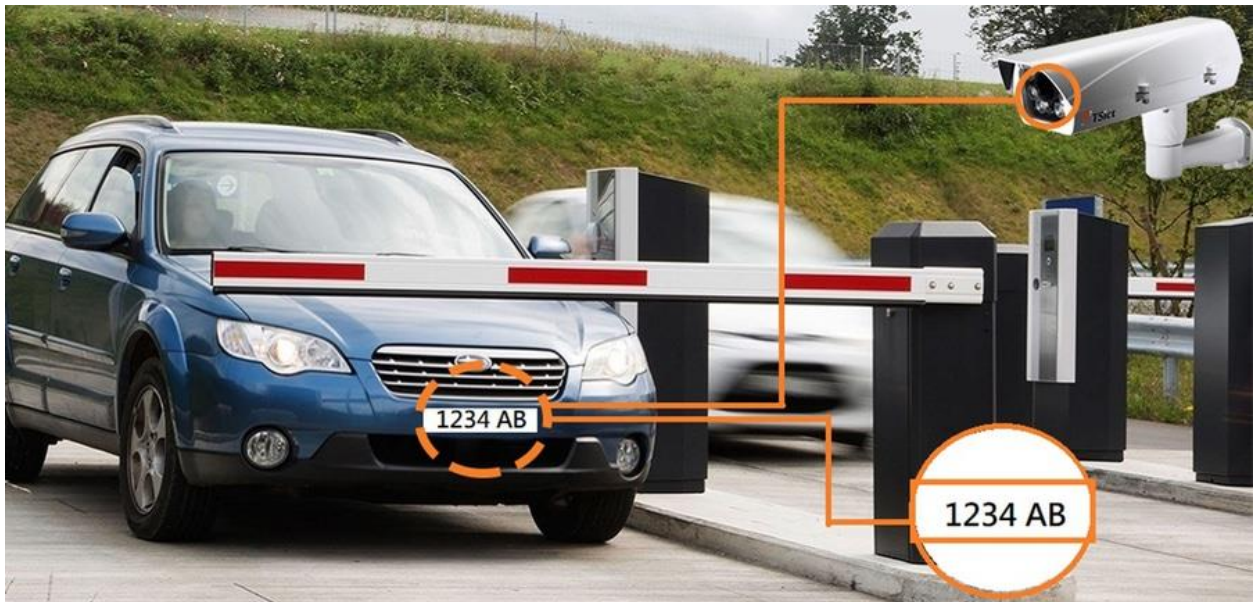


Figure 1 : Vue extérieure du système de reconnaissance des plaques d'immatriculation [4]

1.2.2 Historique de la reconnaissance des plaques d'immatriculation

La technologie de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation, qui remonte à plusieurs décennies, a connu une évolution significative depuis ses débuts.

Années 1970-1990 : Premiers Systèmes ANPR

Vous pourriez penser que la technologie ANPR a été développée pendant le boom technologique des années 90 à 2000, mais elle a en réalité commencé dès 1976. Elle a été inventée par le Département du développement scientifique de la police du Royaume-Uni (aujourd'hui connu sous le nom de Département du développement scientifique du ministère de l'Intérieur) et impliquait l'utilisation de la technologie de reconnaissance optique de caractères (OCR) de base pour capturer et reconnaître les caractères des plaques d'immatriculation.

L'ANPR a été créé initialement pour aider les organismes chargés de l'application des lois à identifier et à suivre les véhicules impliqués dans des activités criminelles. Les premiers systèmes d'essai ont été mis en œuvre au Royaume-Uni sur la route A1 et au passage du tunnel de Dartford sur l'autoroute M25, avec la première arrestation attribuée à l'ANPR ayant eu lieu en 1981.

Malgré le fait d'être un pas significatif en avant dans la police à distance, ces premiers systèmes étaient limités en termes de précision et d'efficacité. Cela était dû à la qualité des caméras, à la puissance de traitement limitée et à la différence de conception des plaques d'immatriculation.

Années 1990-2000 : Avancées Technologiques et Centralisation des Données

Les systèmes ANPR ont commencé à utiliser une technologie plus avancée dans les années 1990, ce qui leur a permis de gérer une plus large gamme de conditions et d'angles d'éclairage par rapport à leurs versions précédentes. Non seulement cela a permis d'obtenir des résultats plus précis, mais cela a également réduit les risques d'identification erronée.

En 1993, la technologie ANPR a été déployée pour la première fois dans le cadre d'un réseau de caméras « Ring of Steel » entourant la ville de Londres. Ce projet était le plus grand du genre à l'époque.

Quatre ans plus tard, le Centre national de données ANPR (NADC) de la police a été créé, une extension importante du service informatique national de la police. Avant la création du NADC, les données collectées à partir des systèmes ANPR étaient limitées à la juridiction des forces de police respectives exploitant les caméras. Le centre de données national ANPR a changé la donne en centralisant toutes les données ANPR de la police de tout le Royaume-Uni. Cette percée a permis une collaboration et une analyse plus faciles au-delà des frontières des différentes forces de police.

Années 2000-2010 : mise en œuvre de la gestion du stationnement

Grâce à la baisse des coûts et aux progrès technologiques plus importants, les caméras ANPR sont devenues couramment utilisées dans la gestion des parkings publics et privés. Les opérateurs de stationnement ont utilisé ces caméras pour surveiller automatiquement les véhicules entrant et sortant des zones de stationnement, suivre combien de temps ils sont restés et repérer tous les véhicules qui ne devraient pas être là ou qui ont dépassé la durée de leur accueil. Cela a rendu l'application des règles de stationnement plus facile et plus rentable que les méthodes traditionnelles telles que Pay and Display.

2010-2020 : traitement avancé des images, apprentissage automatique et paiement à distance

Dans les années 2010, l'apprentissage profond (en particulier les réseaux de neurones convolutifs) a changé la donne en matière de reconnaissance des plaques d'immatriculation. Lorsqu'ils sont associés à des caméras haute résolution, à des techniques avancées de traitement d'image et à une technologie infrarouge, les systèmes peuvent gérer une large gamme de polices et d'arrière-plans avec une plus grande précision. Les systèmes ANPR modernes sont également

souvent basés sur le cloud, ce qui permet un stockage centralisé des données, une évolutivité facile et un accès à distance aux données ANPR.

Enfin, la popularité croissante des options de paiement mobile a permis aux conducteurs de payer facilement leurs contraventions de stationnement avec leur smartphone. Ces systèmes de paiement pourraient être liés aux systèmes ANPR, rendant ainsi le contrôle du stationnement encore plus simple.

Futur 2020 : plus rapide, mieux, plus intelligent

La technologie ANPR continue d'évoluer à ce jour, grâce aux améliorations apportées aux capacités matérielles, logicielles et d'apprentissage automatique. À mesure qu'il devient plus précis et plus polyvalent, il trouvera probablement à l'avenir des applications encore plus larges dans les domaines de l'application de la loi, des transports et de la planification urbaine. [5]

1.2.3 Principe de fonctionnement du système ANPR

L'ANPR utilise la capture d'images à grande vitesse pour identifier les plaques d'immatriculation lorsqu'elles passent devant une caméra infrarouge.

Les plaques d'immatriculation sont ensuite comparées à une grande base de données, vérifiant les incohérences, les informations ou l'utilisation, selon l'application.

En plaçant des caméras dans des endroits fixes où le taux de criminalité est élevé, les autorités sont en mesure de surveiller la circulation et de surveiller les véhicules suspects.

L'ANPR est donc la technologie sous-jacente utilisée pour trouver une plaque d'immatriculation/un numéro de véhicule et, à son tour, fournit ces informations à une étape suivante du traitement informatique à travers laquelle les informations peuvent être interprétées, stockées ou mises en correspondance pour créer une application basée sur l'ANPR. [6]

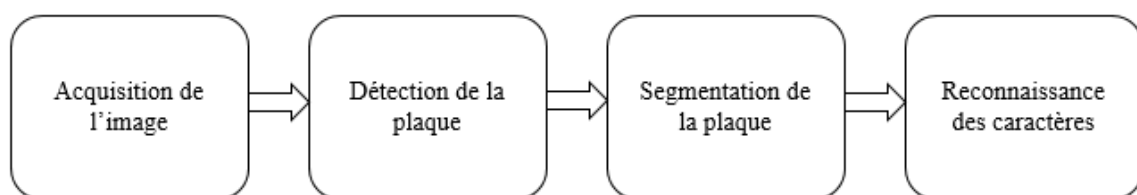


Figure 2 : les principales fonctions d'un système ANPR

L'acquisition de l'image : se fait à partir d'une séquence vidéo ou bien une image capturée avec un appareil photo, et son envoi vers le système.

La détection de la plaque : il s'agit de chercher les coordonnées de la plaque dans l'image en utilisant de nombreuses méthodes. L'image doit être prétraitée pour avoir des bons résultats. Cette phase est complexe et importante. Elle détermine la rapidité et la robustesse du système.

La segmentation : la plaque une fois détectée subira un ensemble de traitement pour être segmentée en séparant les caractères.

La reconnaissance de caractère : se fait par les moteurs OCR (la reconnaissance optique de caractères). Ces systèmes doivent être capables de gérer un grand nombre de difficultés possibles.

1.2.4 Revue de la littérature

Les systèmes ANPR comprennent normalement deux composants : une caméra utilisée pour capturer les images des plaques d'immatriculation des véhicules et un logiciel qui extrait les plaques d'immatriculation des images capturées à l'aide d'un outil de reconnaissance de caractères qui permet de traduire les pixels en caractères numériques lisibles.

Un système de reconnaissance de plaque d'immatriculation fonctionne généralement en quatre parties principales, à savoir l'acquisition d'images, la détection de plaque d'immatriculation, la segmentation des caractères et enfin la reconnaissance de caractères. [7]

1.2.4.1 Acquisition de l'image

Le traitement des images peut être considéré comme la première étape de l'ensemble du processus de reconnaissance des plaques d'immatriculation. Cette fonctionnalité permet au système de prendre l'image d'entrée. [7]

L'image est généralement capturée dans un modèle de couleur RVB (rouge, vert et bleu).

L'image du véhicule est capturée à l'aide d'un appareil photo. La contrainte est que l'image du véhicule doit être capturée de telle manière que l'image d'entrée sélectionnée contienne une vue arrière ou avant du véhicule avec la plaque d'immatriculation.

Différentes catégories d'images peuvent être acquises lors de la capture de la caméra. Notre base de données se compose de cinq catégories d'images : [8]

- Les images claires
- Les images sombre
- Les images à faible contraste
- Les images floues
- Les images bruyantes.



Figure 3 : Photo capturé en format RGB [9]

- **Pré-analyse de l'image**

L'image capturée est influencée par de nombreux facteurs tels que : le système optique, la distorsion, le bruit du système, le manque d'exposition ou le mouvement relatif excessif de la caméra ou du véhicule, entraînant ainsi une dégradation de l'image capturée du véhicule, affectant ainsi négativement les résultats du traitement global de l'image. En tant que mécanisme de correction, une étape de prétraitement d'image est introduite pour prendre en charge les erreurs pouvant survenir lors de l'étape d'acquisition d'image. [10]

Alors, Le prétraitement pour les systèmes ANPR (Automatic Number Plate Recognition) comprend une série d'opérations visant à améliorer la qualité des images des plaques d'immatriculation afin de faciliter la reconnaissance automatique.

De plus, une étape de conversion peut être incluse pour transformer l'image en niveaux de gris ou dans d'autres formats appropriés. Cette étape de prétraitement vise à améliorer la lisibilité des plaques d'immatriculation capturées, facilitant ainsi la reconnaissance automatique des caractères. L'utilisation de l'image en niveaux de gris simplifie les calculs tout en préservant les informations essentielles nécessaires à la reconnaissance des caractères, ce qui contribue à une meilleure performance globale du système ANPR."

Après ce prétraitement, le système ANPR comporte trois étapes principales : localisation, segmentation des caractères et reconnaissance des caractères.



Figure 4 : une photo RGB convertie en gris [9]

○ Binarisation de l'image

La binarisation est un processus de traitement d'image qui transforme une image en une version binaire, où chaque pixel appartient à l'une des deux classes : noir ou blanc. Cette opération simplifie l'image en la rendant composée uniquement de pixels noirs ou blancs.

L'image binarization, ou binarisation d'image, est un processus utilisé en traitement d'image pour convertir une image en niveaux de gris ou en couleur en une image binaire, c'est-à-dire une image composée uniquement de deux couleurs : le noir et le blanc. Cette transformation est réalisée en assignant une valeur de seuil à chaque pixel de l'image d'origine. Les pixels dont les valeurs sont supérieures au seuil sont convertis en blanc, tandis que ceux dont les valeurs sont inférieures au seuil sont convertis en noir.

La binarisation d'image est souvent utilisée pour simplifier le traitement ultérieur de l'image, notamment pour détecter des contours, extraire des caractéristiques ou effectuer une reconnaissance d'objets. Elle peut également être utilisée pour améliorer la lisibilité des images en accentuant les différences de contraste.

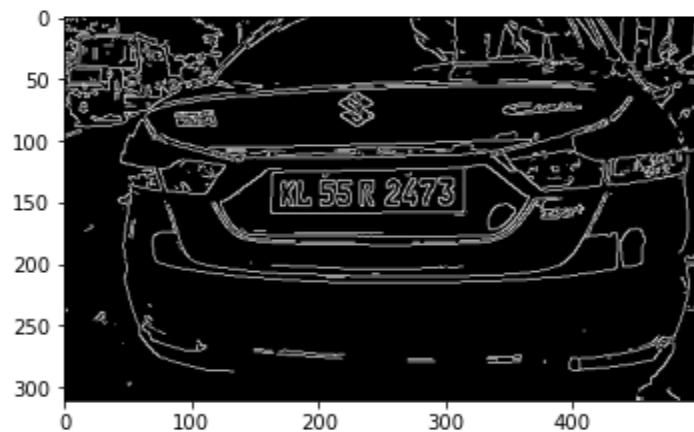


Figure 5 : image binarisée [9]

1.2.4.2 Détection de plaque d'immatriculation

Le système est capable de détecter la plaque d'immatriculation en recherchant dans la zone blanche de l'image binarisée. Pour détecter la région d'intérêt (ROI), le système essaiera de trouver un rectangle dont les quatre bords sont connectés uniquement avec des pixels blancs et contiennent des pixels noirs au milieu. Cela correspond aux caractéristiques d'une plaque d'immatriculation.

Une taille prédéfinie de 267 en largeur et 61 en hauteur est utilisée pour former le rectangle permettant de détecter la plaque d'immatriculation. C'est la taille de la plus petite plaque d'immatriculation que l'on puisse avoir après quelques observations. D'un autre côté, tous les véhicules n'ont pas toujours une taille de place équivalente, par conséquent le système augmentera la largeur et la hauteur estimées en conséquence si le système ne parvient pas à trouver la plaque d'immatriculation ROI au début.

Une fois que le système a augmenté les dimensions au maximum 3 fois, le système supposera que la place de la voiture est carrée et redéfinira la largeur et la hauteur afin de connaître le retour sur investissement qui pourrait être la plaque d'immatriculation. [7]



Figure 6 : différents plaque d'immatriculation et des plaques algériennes

La localisation et l'isolement des plaques d'immatriculation représentent une phase critique et complexe, car elle influe directement sur la rapidité et la fiabilité du système. Cette étape a fait l'objet de nombreuses études et recherches au fil des années, conduisant à la proposition de différentes méthodes. Parmi celles-ci figurent les méthodes de détection de contours, les approches basées sur les opérations morphologiques, ainsi que d'autres techniques exploitant les caractéristiques de l'image, telles que la couleur.

Tableau 1 : Quelques facteurs relatifs aux plaques d'immatriculation des véhicules

Variantes de plaques d'immatriculation	Variantes de l'environnement
Taille de la plaque	Luminosité
Luminosité	Fond de plaque
Fond de plaque	Similitude en arrière-plan
Similitude en arrière-plan	
Emplacement de la plaque, Vis	
Police de caractère, Angle	

Méthodes existantes pour la détection des plaques d'immatriculation

Les divers systèmes de détection des plaques d'immatriculation des véhicules se fondent sur une gamme variée de caractéristiques. Certains optent pour des approches basées sur des règles simples et déterministes, tandis que d'autres recourent à des méthodes d'apprentissage et de classification. [11]

○ Méthode basée sur la texture

La texture est une caractéristique qui peut être utilisée pour détecter les plaques d'immatriculation vue que les caractères d'une plaque ont une texture similaire. Dans cet algorithme, on traite les caractères d'une plaque comme une texture distincte du reste des objets contenus dans une image. La méthode est décomposée en quatre étapes qui sont les suivantes :

- Analyse de la texture de l'image
- Décomposition de l'image en multi-segment
- Choix du masque
- Analyse des composantes connexes. [12]

○ Méthode basée sur le contour et le gradient

Les conditions de luminance non uniforme et la distance variable entre la caméra et le véhicule peuvent influencer sur le résultat de la détection des plaques d'immatriculation. Pour cela, il existe une méthode de détection des plaques d'immatriculation basée sur les caractéristiques du contour et des propriétés des caractères. L'algorithme proposé est basé sur les caractéristiques suivantes :

- Les pixels présentant les caractères de la plaque ont souvent une valeur de contraste plus élevée par rapport aux pixels voisins.
- Le contour des caractères d'une plaque est toujours un contour fermé.
- Il y' a une relation de voisinage entre les caractères.

De plus, cette approche qui se base sur le contour et le gradient est composée de cinq processus qui sont :

- Détection de contour.
- Sélection des régions candidates de caractères de la plaque d'immatriculation.
- Calcul du gradient magnitude des composantes connexes.
- Extraction des caractères.
- Localisation de la plaque d'immatriculation de véhicules. [12]

1.2.4.3 Segmentation des caractères

Le système utilise l'analyse des composants connectés (CCA) pour différencier le caractère, car chaque caractère est constitué d'un groupe de pixels connectés. Comme la plaque

d'immatriculation recadrée est de couleur blanche en arrière-plan et de couleur noire en caractère, le système se concentrera sur la recherche uniquement du pixel noir dans l'image. Une fois que le système a trouvé un pixel noir, il examine d'abord les quatre voisins dans quatre directions, est, sud, ouest, nord et voit s'ils sont étiquetés ou non. Dans ce cas, le pixel actuel suivra le plus petit numéro d'étiquette tandis que tous les pixels avec le plus grand numéro d'étiquette seront également mis à jour avec le plus petit numéro d'étiquette. Par conséquent, ils deviennent tous un objet comme un seul. [7]

La segmentation des caractères peut être définie comme une technique qui divise les images de lignes ou de mots en caractères individuels. C'est une opération qui cherche à décomposer une image d'une séquence de caractères en sous-images de symboles individuels. [13] La segmentation de caractères est une opération qui cherche à décomposer une image d'une séquence de caractères en sous-images de symboles individuels. [14]

La segmentation des caractères est le processus par lequel le composant texte d'une image est isolé de l'arrière-plan. Pour qu'une reconnaissance de texte appropriée ait lieu, la ligne de texte est d'abord segmentée, puis à partir de la ligne segmentée, les mots sont segmentés, puis les caractères sont segmentés. [14]



Figure 7 : processus de segmentation des caractères de plaque d'immatriculation

1.2.4.4 Reconnaissance des caractères.

La dernière fonctionnalité de ce système est la reconnaissance de caractères. Il utilise la correspondance de modèles comme technique pour reconnaître les caractères.

Le modèle de caractères comprenant les chiffres 0 à 9 et l'alphabet A à Z est stocké dans un dossier d'images du système. La taille du modèle de caractère est fixe, 30px de largeur et 40px de hauteur. Le caractère segmenté est également redimensionné de manière à pouvoir correspondre au modèle de caractère. Le système transformera à la fois le caractère segmenté et le modèle de caractère en un tableau. En utilisant un tableau, le pixel est comparé à la couleur. Comme l'image ne contient que des pixels noirs et blancs, il existe une différence si la couleur des pixels des deux tableaux n'est pas la même. Si le pixel du tableau 1 est noir et donc le pixel du tableau2 est également noir, le système le considérera comme une correspondance et y ajoutera un score. Ce processus se poursuivra jusqu'à ce que chaque pixel de la matrice soit analysé. À la fin, le modèle obtient la meilleure zone de correspondance est celle du caractère reconnu. [7]



Figure 8 : Reconnaissance des caractères de la plaque de la voiture. 15

La reconnaissance de caractères est un processus de détection et de reconnaissance des caractères de l'image d'entrée et de leur conversion en texte significatif dans un format modifiable par machine ou une autre forme équivalente. La reconnaissance de caractères est le processus permettant de classer le caractère saisi selon la classe de caractères prédéfinie. [10]

Logiciel de reconnaissance optique de caractères

Le système OCR (Optical Character Recognition en anglais), ou bien ROC (Reconnaissance Optique de Caractères) en français.

Le système OCR correspond à la reconnaissance automatisée de textes imprimés, et à la retranscription en fichier électronique. En scannant un document, l'appareil est donc capable de "lire" le contenu.

Les systèmes OCR peuvent reconnaître différents types de polices et différents caractères de machines à écrire, mais aussi d'ordinateurs. Certains systèmes OCR peuvent même identifier une écriture manuscrite. [16]

OCR comporte trois étapes de traitement : le processus de numérisation des documents, le processus de reconnaissance et le processus de vérification. Un scanner est utilisé pour numériser les documents imprimés ou manuscrits lors de l'étape de numérisation du document. Le scanner détermine la qualité de la numérisation d'un papier. [17]

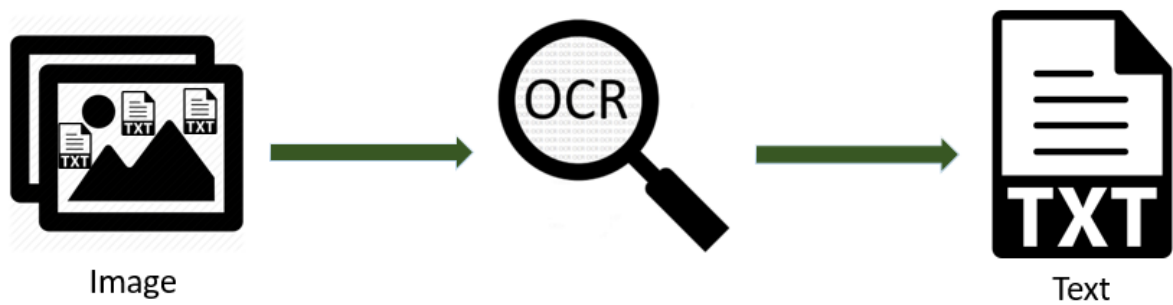


Figure 9 : le fonctionnement de système OCR.

La méthode la plus simple pour la reconnaissance de caractères est la correspondance de modèles « Template Matching ». Il s'agit d'une méthode de corrélation croisée dans laquelle la similarité du caractère extrait est comparée ou mesurée avec le jeu de caractères du modèle. Le personnage ayant la correspondance la plus élevée avec l'un des candidats parmi l'ensemble des modèles est choisi. Le changement des conditions d'éclairage affecte directement les intensités des niveaux de gris dans l'image résultante et pour cette raison, ces méthodes sont couramment utilisées pour les images binaires. [18]

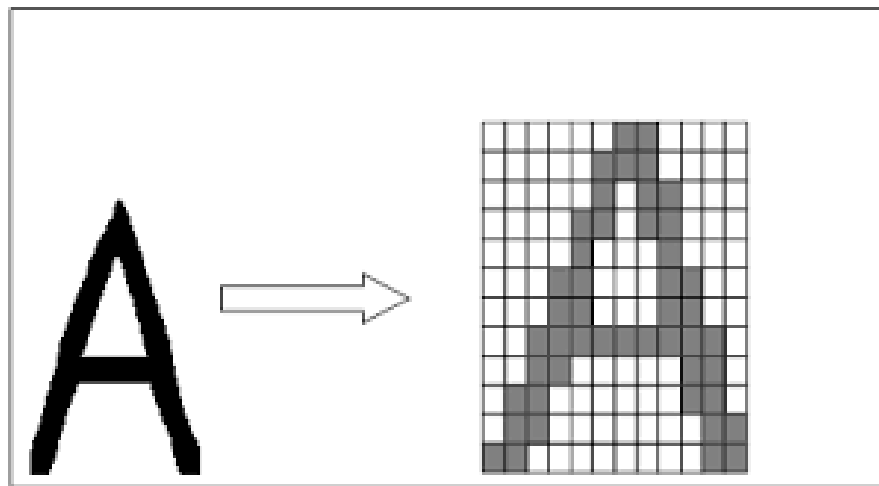


Figure 10 : Système OCR utilisé la méthode Template Matching

1.2.5 Les applications de système de reconnaissance d'immatriculation

Les applications de système ANPR (Automatic Number Plate Recognition) sont variées et touchent plusieurs domaines, notamment : Applications ANPR typiques :

- Gestion de parking et contrôle d'accès.
- Zones industrielles.

- Entrées du site.
- Loisirs, hôtels et commerces.
- Centres commerciaux.
- Départs des stations-service.
- Hôpitaux.
- Sites de gestion des déchets.

Logistique et suivi des véhicules. [19]

1.3 Système identification par radiofréquence (RFID)

1.3.1 Définition du système RFID :

RFID est l'acronyme de Radio Frequency Identification, ce qui donne en français « identification par radiofréquence ». C'est une technologie utilisant les ondes radio haute fréquence pour transmettre et mémoriser des données dans le but d'identifier de manière unique les objets, les animaux ou les personnes.



Figure 11 : Photo descriptive du système RFID

1.3.2 Historique de l'identification par radiofréquence

Afin de mieux définir le développement de la technologie RFID, les résumés de développement suivants, basés sur le temps, sont présentés ci-dessous.

Avant les années 1940 La seconde moitié du XIXe siècle a été marquée par de nombreux progrès dans notre compréhension de l'énergie électromagnétique. Au tournant de ce siècle, les œuvres de Faraday, Maxwell, Hertz et d'autres avaient produit un ensemble complet de lois décrivant sa nature. À partir de 1896, Marconi, Alexanderson, Baird, Watson et bien d'autres ont cherché à appliquer ces lois aux communications radio et aux radars. Les travaux réalisés à cette époque constituent les éléments de base sur lesquels de nombreuses technologies ont été construites, notamment la RFID.

Années 1940—Seconde Guerre mondiale La Seconde Guerre mondiale a apporté de nombreux progrès dans les domaines des communications par radiofréquence et des radars. Après la guerre, les scientifiques et les ingénieurs ont poursuivi leurs recherches dans ces domaines et ont de plus en plus recherché des utilisations civiles. En octobre 1948, Harry Stockman a publié un article dans les Actes de l'IRE intitulé « Communications by Means of Reflected Power », qui, avec le recul, pourrait être ce qui se rapproche le plus de la naissance de la technologie RFID.

Années 1950—Premières explorations de la technologie RFID Au cours des années 1950, de nombreuses technologies liées à la RFID ont été explorées par les chercheurs. Quelques articles importants ont été publiés, notamment FX. "Applications du micro-ondes Homodyne" de Vernon et D.B. "Systèmes de transmission radio avec répondeurs passifs modulables" de Harris. L'armée américaine a commencé à mettre en œuvre une première forme de technologie RFID pour les avions appelée Identification, Ami ou Ennemi, ou IFF.

Années 1960 – Développement de la théorie RFID et premiers essais sur le terrain Les années 1960 furent le prélude à une explosion de la RFID qui surviendra plus tard, dans les années 1970. R.F. Harrington a fait de nombreuses recherches dans le domaine de la théorie électromagnétique appliquée à la RFID, comme décrit dans « Field Measurements Using Active Scatterers » et « Theory of Loaded Scatterers ». Des inventeurs et des inventions RFID ont également commencé à émerger. Les exemples incluent « Dispositifs alimentés par radiofréquence activés à distance » de Robert Richardson, « Communication by Radar Beams » d'Otto Rittenback, J.H. "Techniques de transmission de données passives utilisant des faisceaux radar" de Vogelmann et "Système d'identification interrogateur-répondeur" de J.P. Vinding. Certaines activités commerciales ont également commencé à la fin des années 1960. Sensormatic et Checkpoint ont été fondées pour développer des équipements de surveillance électronique d'articles (EAS) pour des applications antivol et de sécurité. (Des barrières antivol placées aux portes des grands magasins par exemple.) Leurs systèmes étaient des systèmes simples à 1 bit, ce qui signifie qu'ils ne pouvaient détecter que la présence d'étiquettes RFID, plutôt que de les identifier. EAS est devenu plus tard la première utilisation commerciale généralisée de la RFID.

Années 1970 : une explosion de la RFID et des applications précoces Les années 1970 ont été témoins d'une forte croissance de la technologie RFID. Les entreprises, les établissements universitaires et les laboratoires gouvernementaux se sont de plus en plus impliqués dans la RFID. Des progrès notables ont été réalisés dans la recherche. En 1975, le laboratoire scientifique de Los Alamos a rendu public une grande partie de ses recherches sur la RFID dans un article intitulé « Radio-téléométrie à courte portée pour l'identification électronique à l'aide d'une rétrodiffusion modulée », rédigé par Allied Koelle, Steven Depp et Robert Freyman. De grandes entreprises telles

que Raytheon, RCA et Fairchild ont également commencé à développer une technologie de système d'identification électronique. En 1978, un transpondeur passif à micro-ondes avait été réalisé. Plusieurs agences gouvernementales ont également commencé à s'intéresser à cette technologie. L'autorité portuaire de New York et du New Jersey a expérimenté des applications de transport développées par GE, Westinghouse, Philips et Glenayre, bien que la technologie n'ait pas été adoptée. La Federal Highway Administration des États-Unis a organisé une conférence pour explorer également l'utilisation de la technologie d'identification électronique dans les véhicules et les applications de transport. De nombreuses petites entreprises axées sur la technologie RFID ont commencé à émerger à la fin des années 1970. À la fin de la décennie, une grande partie de la recherche en électronique RF et en électromagnétisme appliquée à la RFID était terminée et la recherche sur les ordinateurs et les technologies de l'information, essentielles au développement des hôtes, des réseaux et des interrogateurs RFID, avait commencé, comme en témoigne la naissance du PC et de l'ARPANET, prédécesseur d'Internet.

Années 1980—Commercialisation : Les années 1980 ont vu apparaître les premiers systèmes RFID commerciaux largement répandus. Les systèmes étaient simples. Les exemples incluent la gestion du bétail, l'entrée sans clé et les systèmes d'accès du personnel. L'Association of American Railroads et le Container Handling Cooperative Program sont devenus actifs dans les initiatives RFID, dans le but de rendre les wagons compatibles RFID. Les applications de transport sont apparues à la fin de la décennie. La première application de péage au monde a été mise en œuvre en Norvège en 1987, suivie par Dallas en 1989. L'autorité portuaire de New York et du New Jersey a mis en œuvre un projet commercial pour les bus passant par le tunnel Lincoln. Tous les systèmes RFID mis en œuvre dans les années 1980 étaient des systèmes propriétaires. Il n'y avait donc aucune interopérabilité entre les systèmes et peu de concurrence dans le secteur de la RFID, ce qui maintenait les coûts à un niveau élevé et freinait la croissance du secteur.

Années 1990 : la RFID entre dans le courant dominant Les années 1990 ont été marquantes dans la mesure où la RFID a finalement commencé à entrer dans le courant dominant des affaires et de la technologie. Vers le milieu de la décennie, les systèmes de péage RFID pourraient fonctionner à la vitesse des autoroutes, ce qui signifie que les conducteurs pourraient traverser les points de péage sans être gênés par des places ou des barrières. De plus, il est devenu possible d'imposer des péages avec des caméras vidéo. Le déploiement de systèmes de péage RFID s'est ainsi généralisé aux États-Unis. Les agences de péage régionales ont poussé la technologie encore plus loin et ont également commencé à intégrer leurs systèmes RFID, permettant aux conducteurs de payer plusieurs péages via le même compte. Citons par exemple le groupe interagences E-Z Pass, situé dans le nord-est des États-Unis, un projet dans la région de Houston, un projet reliant

les systèmes de péage du Kansas et de l'Oklahoma, ainsi qu'un projet en Géorgie. Texas Instruments a également lancé son système TIRIS dans les années 1990.

Ce système a développé de nouvelles applications RFID pour la distribution de carburant, comme le Speedpass d'ExxonMobil, ainsi que des systèmes de forfaits de ski et des systèmes d'accès aux véhicules. En fait, de nombreuses entreprises aux États-Unis et en Europe se sont impliquées dans la RFID au cours des années 1990 ; les exemples incluent Philips, Mikron, Alcatel et Bosch. La recherche en technologie de l'information était bien développée au début des années 1990, comme en témoigne la prolifération des ordinateurs et d'Internet. Cela n'a laissé à l'industrie RFID que le problème des étiquettes coûteuses à surmonter, afin de réaliser des systèmes commercialement viables. Les progrès réalisés dans la technologie des matériaux au cours des années 1990, dont beaucoup étaient liés au travail de fabricants de puces semi-conductrices tels qu'IBM, Intel, AMD et Motorola, ont finalement fait apparaître des étiquettes rentables à l'horizon. Les capitaux d'investissement ont commencé à affluer vers la RFID et de nombreux projets de capital-risque ont ainsi vu le jour. Des tests de « label intelligent » à grande échelle avaient commencé à la fin de la décennie. Jusque dans les années 1990, les systèmes RFID disponibles sur le marché étaient des systèmes propriétaires. De nombreux acteurs de l'industrie ont reconnu qu'il s'agissait d'un obstacle à la croissance et un effort de normalisation de la technologie a été lancé. Plusieurs organismes de normalisation ont travaillé sur la publication de lignes directrices, notamment la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT) et l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Le centre d'identification automatique du M.I.T. a été créé en 1999 dans ce but également. Actuellement, toutes ces organisations travaillent sur des normes pour la technologie RFID, en particulier pour les applications de chaîne d'approvisionnement et de gestion d'actifs.

Années 2000—Déploiement de la RFID Au début des années 2000, il était devenu clair que des étiquettes à 0,05 \$ seraient possibles et que la technologie RFID pourrait un jour remplacer les systèmes de codes à barres. Les implications que cela a eu pour les secteurs de la distribution de produits et de la vente au détail, ainsi que les chiffres en dollars impliqués, ont attiré beaucoup d'attention de la part de l'industrie. L'année 2003 a été particulièrement mouvementée pour la RFID. Wal-Mart et le DoD, respectivement le plus grand détaillant et la plus grande chaîne d'approvisionnement au monde, ont émis des mandats RFID obligeant les fournisseurs à commencer à utiliser la technologie RFID d'ici 2005. La taille combinée de leurs opérations constitue un énorme marché pour la RFID. D'autres détaillants et de nombreux fabricants, tels que Target, Procter & Gamble et Gillette, ont emboîté le pas. De plus, en 2003, l'Auto-ID Center a été fusionné avec EPCglobal, une coentreprise entre l'Uniform Product Code Council, fabricant du

symbole de code-barres UPC et EAN. La technologie d'EPC a été adoptée à la fois par Wal-Mart et le DoD ainsi que par l'industrie RFID. Il semble que la RFID dispose enfin d'une plateforme commune à partir de laquelle progresser. Les normes développées par EPC ont été adoptées par l'ISO en 2006, offrant ainsi à l'industrie RFID une source unique vers laquelle s'adresser pour obtenir des conseils. La convergence de toutes les normes vers une seule servira à accroître la concurrence entre les acteurs du secteur, à réduire les coûts de la RFID et à accélérer le déploiement de la technologie RFID. Dès 2007, il était évident que de nombreuses applications de la RFID dans un certain nombre de secteurs allaient bientôt émerger. Dans les années à venir, la technologie RFID deviendra de plus en plus répandue et deviendra une autre partie de la vie quotidienne, tout comme la télévision, les ordinateurs et les téléphones portables l'étaient déjà.

LA RFID DANS L'AVENIR Avec de grandes entreprises telles que Wal-Mart, Proctor & Gamble, Target et Gillette qui investissent massivement dans la technologie, la RFID a un avenir très prometteur. Il ne fait aucun doute que la technologie peut apporter de nombreux avantages à ces industries. Toutefois, le succès du déploiement de la technologie RFID dépendra largement de la résolution d'un certain nombre d'obstacles et d'obstacles avant que son déploiement omniprésent ne devienne une réalité. Il est probablement juste de dire qu'à un moment donné, la technologie RFID sera largement utilisée, mais cela prendra du temps. De plus, même si les utilisations potentielles de la technologie RFID peuvent être illimitées, elle pourrait ne jamais atteindre le niveau d'acceptation attendu ni exploiter tout son potentiel économique pour des raisons de confidentialité et d'éthique. Malgré ces réserves, 2005 a été l'année où les principaux détaillants mondiaux ont déclenché la propagation à grande échelle de la technologie RFID. Les adeptes de la technologie RFID peuvent être divisés en trois catégories :

- Les premiers à avoir adopté la technologie.
- Les adeptes rapides.
- Les adeptes lents. [20]

Les pionniers « • Les premiers à avoir adopté la technologie » : sont les entreprises ou les secteurs qui sont à la pointe de leur secteur en termes d'adoption de la RFID et qui sont capables de piloter d'importants programmes RFID qui influencent leur secteur particulier. Ils sont capables d'acquérir les plus grandes connaissances, ont la capacité d'influencer les normes, sont prêts à réaliser des investissements importants et à prendre des risques. Les suiveurs rapides sont des entreprises ou des industries qui hésitent à investir dans la technologie, mais qui visent à acquérir des connaissances et à cibler des domaines spécifiques à des moments où le rapport coût/bénéfice peut être justifié. Les entreprises ou industries qui adoptent lentement la technologie commencent à mettre en œuvre la technologie RFID une fois que les coûts et les pratiques sont stabilisés. Ils ne

feront aucun investissement risqué mais sont prêts à accélérer la mise en œuvre en s'appuyant sur l'apprentissage des autres acteurs de leur secteur.

Les adeptes rapides : sont des entreprises ou des industries qui hésitent à investir dans la technologie, mais qui visent à acquérir des connaissances et à cibler des domaines spécifiques à des moments où le rapport coût/bénéfice peut être justifié.

Les adopteurs lents : sont des entreprises ou des secteurs qui commencent à mettre en œuvre la technologie RFID une fois que les coûts et les pratiques ont été stabilisés. Ils ne feront aucun investissement risqué mais sont prêts à accélérer la mise en œuvre en s'appuyant sur l'apprentissage des autres acteurs de leur secteur. [20]

1.3.3 Le principe de fonctionnement du système RFID

Les systèmes RFID se composent de trois composants en deux combinaisons : un émetteur-récepteur (émetteur/récepteur) et une antenne sont généralement combinés pour former un lecteur RFID. Un transpondeur (émetteur/répondeur) et une antenne sont combinés pour former une étiquette RFID. Une étiquette RFID est lue lorsque le lecteur émet un signal radio qui active le transpondeur, qui renvoie des données à l'émetteur-récepteur.

Un système RFID de base se compose de trois composants :

- Une antenne ou une bobine.
- Un émetteur-récepteur (avec décodeur).
- Un transpondeur (étiquette RF) programmé électroniquement avec des informations uniques.

Il existe deux types de transpondeurs, qui correspondent aux deux principaux types d'étiquettes RFID.

- Les transpondeurs passifs et les étiquettes RFID n'ont pas de source d'énergie propre, s'appuyant sur l'énergie émise par le lecteur pour répondre. Les étiquettes RFID passives, moins chères, sont les plus susceptibles d'être utilisées pour les biens de consommation.

- Un transpondeur ou une étiquette active possède une source d'énergie interne, qu'elle utilise pour générer un signal en réponse à un lecteur. Les transpondeurs actifs sont plus chers que les transpondeurs passifs.

Ils peuvent communiquer sur des kilomètres comme des communications radio ordinaires. Ils sont couramment utilisés dans les systèmes de navigation des avions commerciaux et privés.

Il existe de nombreuses utilisations de cette technologie autour de nous aujourd'hui, bien qu'elles soient souvent invisibles pour les utilisateurs. Vous constaterez peut-être que vous portez et utilisez déjà une étiquette RFID, voire plusieurs. À son niveau le plus élémentaire, la RFID est

une liaison sans fil permettant d'identifier de manière unique des objets ou des personnes. Elle est parfois appelée communication à courte portée dédiée (DSRC).

Les systèmes RFID comprennent des dispositifs électroniques appelés transpondeurs ou étiquettes, et des lecteurs électroniques pour communiquer avec les étiquettes.

Ces systèmes communiquent via des signaux radio qui transportent des données de manière unidirectionnelle ou bidirectionnelle. Comme le montre la figure 3, lorsqu'un transpondeur entre dans une zone de lecture, ses données sont capturées par le lecteur et peuvent ensuite être transférées via des interfaces standard vers un ordinateur hôte, une imprimante ou un contrôleur logique programmable pour stockage ou action. [21]

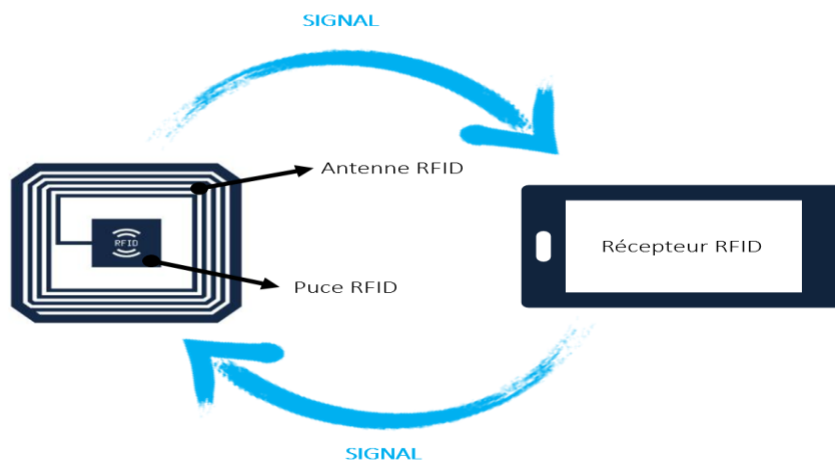


Figure 12 : Fonctionnement du système RFID

1.3.4 Les applications du système RFID

Le système RFID est une solution permettant de faciliter la vie courante :

- Paiement sans contact avec la carte bancaire
- Validation du ticket dans les transports en commun
- Inventaires et prêt en bibliothèque
- Utilisation du Télépéage
- Démarrage sans clé des voitures
- Le chronométrage des coureurs sportifs (marathon, courses automobiles, etc.)
- Traçabilité des animaux domestiques
- Accès dans des lieux réservés grâce à la carte RFID, etc.
- La technologie RFID est également utilisée pour les nouveaux passeports biométriques et les nouvelles cartes d'identité. [22]

1.4 Reconnaissance de forme

On désigne par reconnaissance de formes (ou parfois reconnaissance de motifs) un ensemble de techniques et méthodes visant à identifier des motifs à partir de données brutes afin de prendre une décision dépendant de la catégorie attribuée à ce motif. On considère que c'est une branche de l'intelligence artificielle qui fait largement appel aux techniques d'apprentissage automatique et aux statistiques. [23]

Il existe deux méthodes de classification en reconnaissance de formes : la classification supervisée et la classification non supervisée. Pour mettre en œuvre la reconnaissance de formes supervisée, vous devez disposer d'un grand ensemble de données labellisées. Dans le cas contraire, vous pouvez essayer de recourir à une approche non supervisée. [24]

1.4.1 Classification supervisée

Les méthodes de classification supervisée de la reconnaissance de formes appliquent des algorithmes d'apprentissage supervisé aux données d'entrée, en associant des données d'apprentissage labellisées manuellement aux résultats souhaités.

En Computer Vision, les techniques de reconnaissance de formes supervisée sont utilisées pour la reconnaissance optique de caractères (OCR), la détection et la classification d'objets.

1.4.2 Non supervisée

Les techniques de reconnaissance de formes non supervisée sont également utilisées pour la détection d'objets et la segmentation d'images, en particulier dans les tâches pour lesquelles il est difficile d'obtenir suffisamment de données labellisées pour appliquer la détection et la classification supervisée des objets. [24]

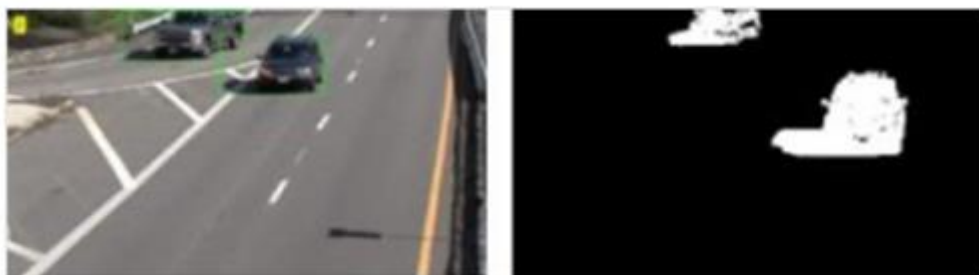


Figure 13 : Détection d'un objet en mouvement par la classification des pixels

1.5 Reconnaissance Faciale

Un système de reconnaissance faciale est une application informatique pour identifier ou vérifier automatiquement une personne à partir d'une image numérique ou une frame d'une source vidéo. Une des façons de le faire est de comparer les traits du visage sélectionnés de l'image et une base de données des visages. Les systèmes de reconnaissance faciale fonctionnent différemment, mais leurs principes sont presque les mêmes. [25]



Figure 14 : Système de reconnaissance faciale [26]

Le fonctionnement de système de reconnaissance faciale

Étape 1 : détection du visage

La caméra détecte et localise l'image d'un visage, seul ou dans une foule. L'image peut montrer la personne de face ou de profil.

Étape 2 : analyse du visage

Ensuite, une image du visage est capturée et analysée. La plupart des technologies de reconnaissance faciale utilisent la 2D plutôt que la 3D, car il est plus pratique de comparer une image en 2D à des photos ou aux images d'une base de données. Le logiciel analyse la géométrie du visage. Les facteurs clés incluent la distance entre les yeux, la profondeur des orbites, la distance entre le front et le menton, la forme des pommettes, ainsi que le contour des lèvres, des oreilles et du menton. Le but est d'identifier les spécificités de votre visage.

Étape 3 : conversion de l'image en données

Le processus de capture du visage transforme les informations analogues (un visage) en un ensemble d'informations numériques (les données) selon les caractéristiques du visage de la personne. En fait, l'analyse de votre visage est transformée en formule mathématique. Le code numérique est appelé une empreinte faciale. De la même manière que les empreintes digitales sont uniques, tout le monde a sa propre empreinte faciale.

Étape 4 : trouver une correspondance

Votre empreinte faciale est ensuite comparée à une base de données avec d'autres visages connus. Par exemple, le FBI a accès à près de 650 millions de photos sur de nombreuses bases de données d'État. Sur Facebook, les photos avec des personnes identifiées rejoignent leur base de données qui peut aussi être utilisée pour la reconnaissance faciale. Si votre empreinte faciale

correspond à une image de la base de données utilisée par la reconnaissance faciale, une correspondance est effectuée. [26]

1.6 Conclusion :

Les technologies ANPR, reconnaissance faciale et RFID jouent un rôle essentiel dans la modernisation des systèmes de gestion et de sécurité. Leur intégration permet non seulement l'automatisation et l'optimisation des processus critiques, mais améliore également la précision et l'efficacité dans divers domaines. Avec leur évolution constante, ces technologies continueront d'influencer de manière significative les secteurs de la sécurité, du transport et de la logistique.

Chapitre 2

Les composants utilisés dans chaque système

Chapitre 2 : Les composants utilisés dans chaque système

2.1 Introduction

Les systèmes de gestion automatique s'appuient sur une variété de composants essentiels pour leur fonctionnement optimal. Dans ce chapitre, nous explorerons les principaux éléments qui composent ces technologies, en soulignant leur rôle spécifique et leur importance dans le système global. Cette analyse nous permettra de mieux comprendre les mécanismes sous-jacents à ces solutions innovantes.

2.2 Éléments des systèmes ANPR

Les systèmes de reconnaissance automatique de plaques d'immatriculation intègrent typiquement des composants à la fois matériels et logiciels. Ces composants incluent des dispositifs physiques tels que des caméras et des infrastructures de traitement d'images, ainsi que des logiciels spécialisés capables de traiter les données capturées par ces dispositifs pour identifier et analyser les plaques d'immatriculation.

Cette combinaison matériel-logiciel permet aux systèmes ANPR d'effectuer des tâches de détection et de reconnaissance avec précision et efficacité, contribuant ainsi à une variété d'applications allant de la sécurité routière à la gestion du stationnement.



Figure 15 : Éléments matériels-logiciel de systèmes ANPR

2.2.1 Caméra infrarouge

Une caméra thermographique, connue sous différents noms tels que caméra infrarouge ou thermique, est un dispositif qui produit des images en utilisant le rayonnement infrarouge (IR), contrairement à une caméra classique qui capture des images en utilisant la lumière visible.

La technologie infrarouge est mise en œuvre dans les équipements de vision nocturne s'il n'y a pas suffisamment de lumière visible disponible pour voir sans aide. Les appareils de vision nocturne convertissent les photons de lumière ambiante en électrons, puis les amplifient à l'aide d'un processus chimique et électrique avant de les reconvertir finalement en lumière visible. [27]

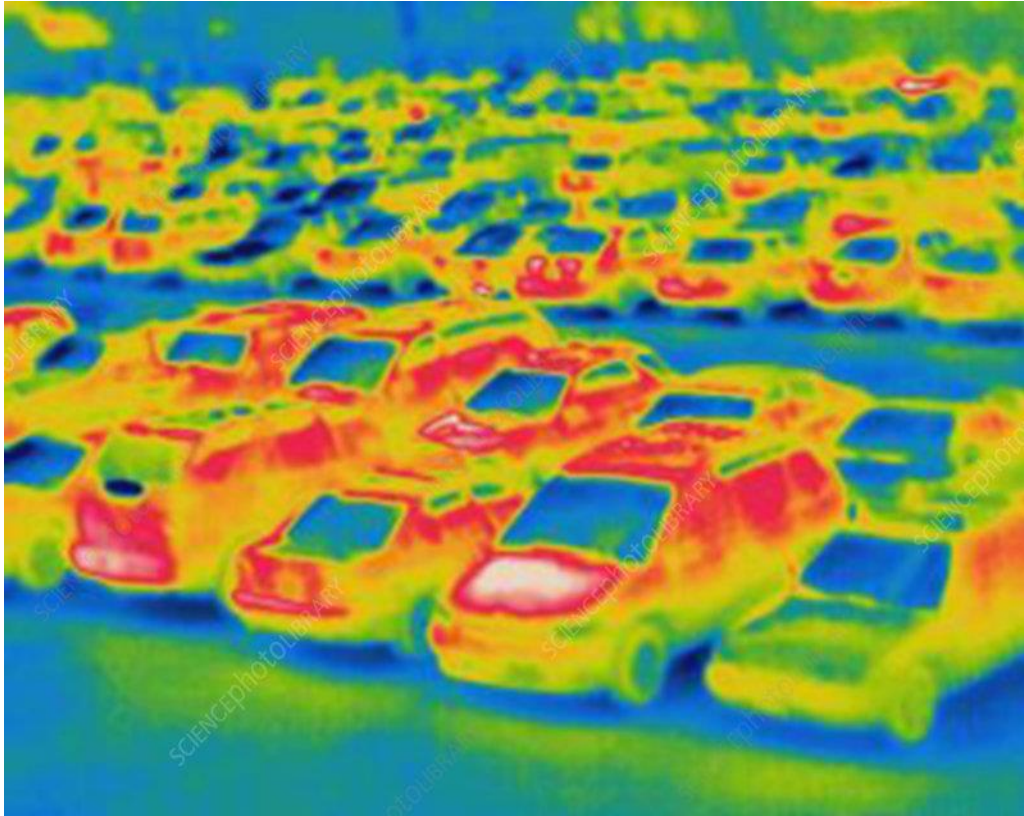


Figure 16 : Image capturée par une caméra infrarouge

2.2.2 Capteur de stationnement

Les capteurs sont des appareils qui détectent un phénomène physique et le traduisent en signal. Dans notre système ANPR, nous utilisons de nombreux capteurs tels que le capteur de stationnement.

Ce type est un capteur qui s'appuie sur la densité de flux magnétique pour détecter les changements dans le champ géomagnétique et l'environnement magnétique environnant. Grâce à cette fonctionnalité, il peut détecter le corps magnétique environnant. Le mouvement de l'aimant situé à la hauteur du véhicule le plus éloigné du sol peut être détecté comme le changement du capteur installé sur la route. [28] On peut aussi surveiller l'état de chaque place de stationnement grâce à ce capteur.

Le système peut comptabiliser le nombre de places disponibles en temps réel. Lorsqu'un véhicule se gare sur une place équipée d'un capteur, le système met à jour automatiquement le nombre de places disponibles dans le parking.



Figure 17 : Capteur de parking pour détection des places disponibles

Principe de fonctionnement

Lorsque le véhicule est garé au-dessus du capteur de stationnement magnétique, le capteur réagit aux changements du champ magnétique terrestre et transmet les informations de disponibilité de stationnement au système de gestion du stationnement en temps réel. Le système de stationnement intelligent affiche le nombre de places de stationnement disponibles sur un écran LED. [28]

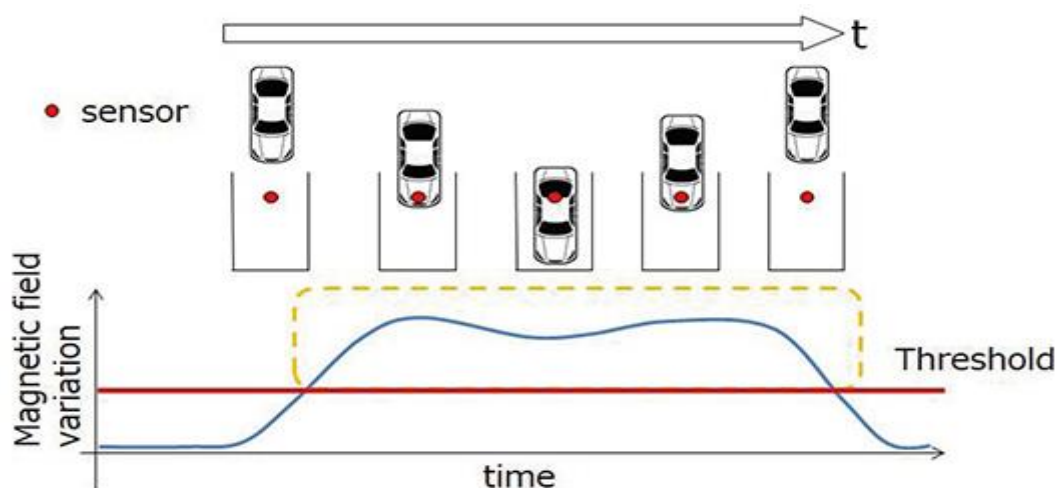


Figure 18 : détection de véhicule de stationnement magnétique

2.2.3 Capteur de position

Les capteurs de position détectent un objet cible, une personne, une substance ou la perturbation d'un champ magnétique ou électrique et convertissent ce paramètre physique en sortie électrique pour indiquer la position de la cible.

Dans notre système, les capteurs de positions sont importants pour :

La détection du véhicule : Le capteur de position est installé à un emplacement stratégique où il peut détecter la présence d'un véhicule qui s'approche de la barrière.

Une fois véhicule s'approche, le capteur identifie la présence d'un véhicule et signale ensuite cette information au système de contrôle de la barrière.

L'état de barrière automatique : Grâce à un capteur de position, nous pouvons déterminer si la barrière est ouverte ou fermée. Ce capteur reçoit des signaux pour l'activation et la désactivation dès qu'une voiture arrive à une place définie ou en sort.

Les capteurs de position garantissent que la barrière ne s'ouvre que lorsque le véhicule est à une distance sûre, évitant ainsi les accidents potentiels avec les véhicules qui se trouvent trop près de la barrière.

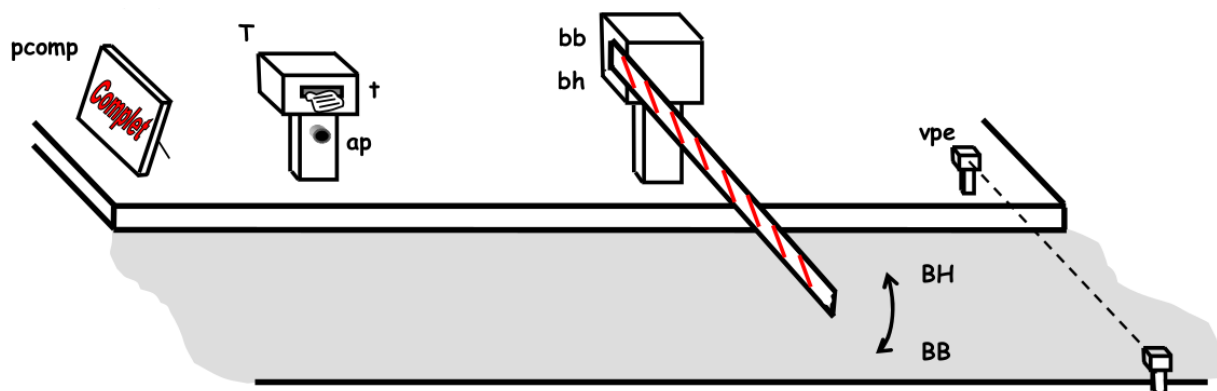


Figure 19 : capteur de positions dans le système.

2.2.4 Les capteurs de proximité

Il s'agit d'un capteur capable de détecter la présence de nouveaux objets d'achat sans nécessité de contact physique. Ce type de capteur libère un champ électromagnétique ou un faisceau de rayonnement électromagnétique. Il modifie le champ ou tente de renvoyer le signal. La cible des capteurs de proximité est un objet qui est détecté. Il a une longue durée de vie et une grande fiabilité en raison de l'absence de pièces mécaniques et du manque de contact physique entre le capteur et la cible. Il peut être utilisé à des températures comprises entre -40 et 200°C. [29]

On peut distinguer plusieurs types de capteurs de proximité :

Capteurs inductifs : Détectent la présence d'objets métalliques en mesurant les variations de champ magnétique.

Capteurs capacitifs : Détectent les objets en mesurant les changements de capacité électrique.

Capteurs ultrasoniques : Émettent des ondes sonores à haute fréquence et détectent les objets en mesurant le temps de retour du signal ultrasonique.

2.2.4.1 Détecteurs inductifs

Ces capteurs de proximité sans contact détectent des cibles ferreuses, idéalement de l'acier doux d'une épaisseur supérieure à un millimètre. Ils se composent de quatre éléments principaux : un noyau de ferrite avec des bobines, un oscillateur, un déclencheur de Schmitt et un amplificateur de sortie.

L'oscillateur crée un champ magnétique symétrique et oscillant qui rayonne à partir du noyau de ferrite et du réseau de bobines sur la face de détection. Lorsqu'une cible ferreuse entre dans ce champ magnétique, de petits courants électriques indépendants appelés courants de Foucault sont induits à la surface du métal. Cela modifie la réluctance (fréquence naturelle) du circuit magnétique, ce qui réduit l'amplitude des oscillations. Plus le métal pénètre dans le champ de détection, plus l'amplitude d'oscillation diminue, et finit par s'effondrer. (C'est le principe de l'"oscillateur tué par courant de Foucault" ou ECKO).

Le déclencheur de Schmitt réagit à ces changements d'amplitude et ajuste la sortie du capteur. Lorsque la cible se déplace enfin hors de la portée du capteur, le circuit recommence à osciller, et le déclencheur de Schmitt ramène le capteur à sa sortie précédente. Si le capteur a une configuration normalement ouverte, sa sortie est un signal de marche lorsque la cible entre dans la zone de détection. Dans le cas d'une configuration normalement fermée, sa sortie est un signal off en présence de la cible. La sortie est alors lue par une unité de contrôle externe (par exemple un automate programmable, un contrôleur de mouvement, un lecteur intelligent) qui convertit les états de marche et d'arrêt du capteur en informations utilisables.

Les capteurs inductifs sont généralement classés par fréquence, ou cycles marche/arrêt par seconde. Leur vitesse varie de 10 à 20 Hz en courant alternatif, ou de 500 Hz à 5 kHz en courant continu.

En raison des limitations du champ magnétique, les capteurs inductifs ont une plage de détection relativement étroite - de quelques fractions de millimètres à 60 mm en moyenne - bien que des produits spécialisés à plus longue portée soient disponibles. [30]

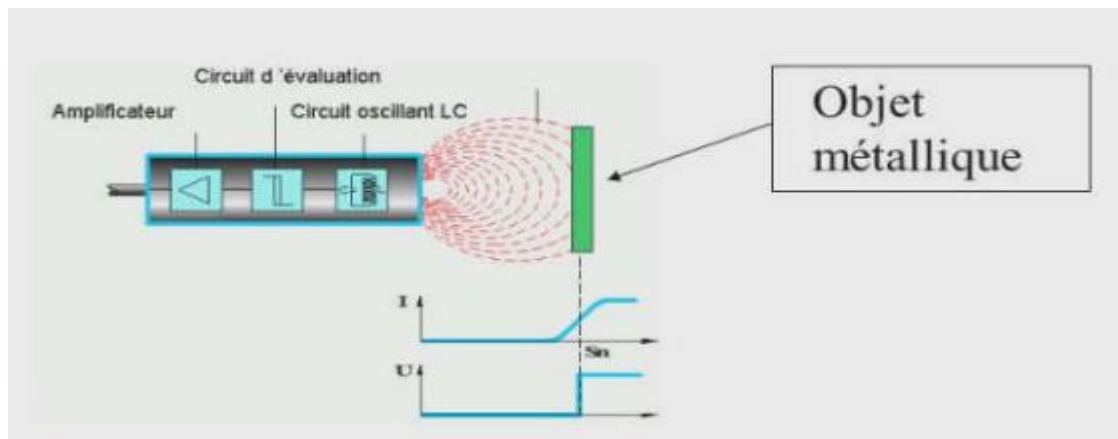


Figure 20 : Le détecteur inductifs

2.2.4.2 Capteurs à ultrasons :

Les capteurs de proximité à ultrasons sont utilisés dans de nombreux processus de production automatisés. Ils utilisent des ondes sonores pour détecter les objets, de sorte que la couleur et la transparence ne les affectent pas (bien que des textures extrêmes puissent le faire).

Ils conviennent donc parfaitement à diverses applications, notamment la détection à longue distance du verre et du plastique transparents, la mesure de distance, le contrôle continu du niveau des fluides et des granulés, ainsi que l'empilage de papier, de tôle et de bois. Les configurations les plus courantes sont les mêmes que pour la détection photoélectrique : par faisceau, rétro-réflexion et diffusion.

Les capteurs de proximité diffus à ultrasons utilisent un transducteur sonore qui émet une série d'impulsions sonores, puis écoute leur retour de la cible réfléchissante. Une fois le signal réfléchi reçu, le capteur envoie un signal de sortie à un dispositif de contrôle. Les portées de détection s'étendent jusqu'à 2,5 m. La sensibilité, définie comme la fenêtre de temps des cycles d'écoute par rapport aux cycles d'envoi ou de pipement, peut être réglée par un bouton d'apprentissage ou un potentiomètre.

Alors que les capteurs ultrasoniques diffus standard donnent une simple sortie de présence/absence, certains produisent des signaux analogiques, indiquant la distance avec une sortie variable de 4 à 20 mA ou de 0 à 10 Vdc. Cette sortie peut facilement être convertie en information de distance utilisable. [31]

Les capteurs rétro-réfléchissants à ultrasons détectent les objets en mesurant le temps nécessaire pour que les impulsions sonores émises rebondissent sur des réflecteurs fixes et opposés. Ces réflecteurs peuvent être des surfaces planes et dures telles que des machines ou des planches. Le capteur détermine la présence d'un objet en calculant si les ondes sonores reviennent dans un intervalle de temps prédéfini. Si ce n'est pas le cas, cela signifie qu'un objet obstrue le chemin de détection et le capteur émet une sortie correspondante. Contrairement aux simples

signaux renvoyés, le capteur surveille les changements de temps de propagation, ce qui le rend adapté à la détection de matériaux absorbant ou défléchissant le son comme le coton, la mousse, le tissu et le caoutchouc mousse. Comme les capteurs photoélectriques à faisceau barrage, les capteurs à ultrasons à faisceau barrage ont l'émetteur et le récepteur dans des boîtiers séparés. Lorsqu'un objet interrompt le faisceau sonique, le récepteur déclenche une sortie. Ces capteurs sont particulièrement utiles pour détecter des objets continus tels qu'une bande de plastique transparent. En cas de rupture de la bande de plastique, la sortie du capteur peut déclencher un automate programmable ou une action associée.

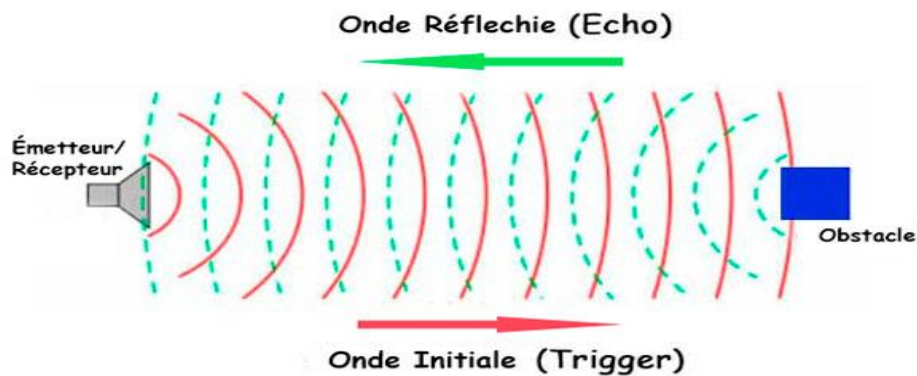


Figure 21 : Schéma de capteur ultrason

2.2.5 Le moteur électrique

Le moteur électrique est tout dispositif électromécanique qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique et inversement.

Le moteur électrique est le cœur d'un système d'entraînement à moteur électrique. Les convertisseurs de puissance et le contrôle qui leur est appliqué ont un seul objectif : réaliser le fonctionnement souhaité du moteur électrique pour obtenir le résultat souhaité de la charge mécanique. [32]

Les moteurs électriques fonctionnent en transformant l'énergie électrique (AC ou DC) en énergie mécanique afin de produire du mouvement. La force est créée dans un moteur via l'interaction entre le courant continu (DC) ou alternatif (AC) du bobinage et un champ magnétique. [32]

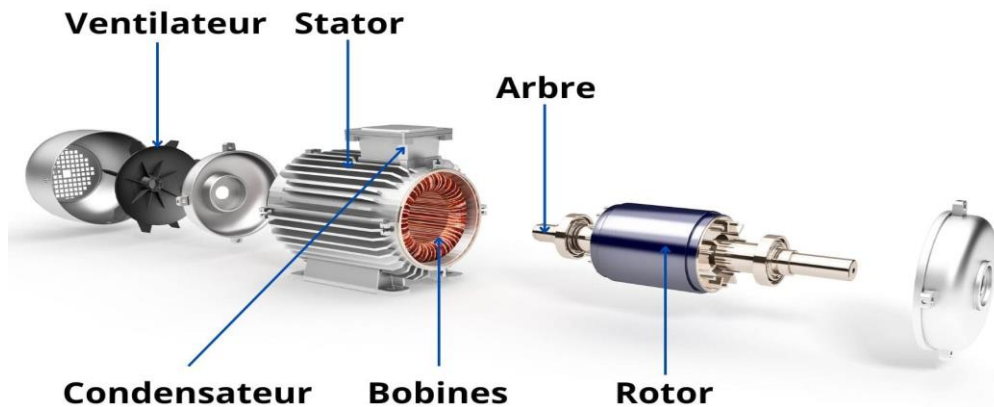


Figure 22 : Moteur électrique et ses composants

Les types de moteurs électriques

Il existe plusieurs types de moteurs, mais dans notre système, nous nous concentrons sur deux types spécifiques pour répondre à nos besoins : le moteur à balais et le servomoteur. Ces deux types de moteurs offrent des avantages distincts en termes de contrôle de vitesse et de précision de rotation

○ Moteur sans balais

Un moteur sans balais est un type de moteur à courant continu (moteur BL ou moteur BLDC), également appelé moteur à commutation électronique (moteur EC ou ECM). On pourrait également l'appeler moteur à courant continu synchrone. Il s'agit d'un moteur utilisant de l'énergie électrique en courant continu. Il utilise un contrôleur électronique pour allumer les courants continus vers les enroulements, créant un champ magnétique qui tourne avec succès dans l'espace et le rotor à aimant permanent tourne en suivant. Le contrôleur ajuste l'amplitude et la phase de l'impulsion de courant continu pour contrôler le couple et la vitesse du moteur.

La fabrication d'un moteur à courant continu sans balais est généralement similaire à celle d'un moteur à courant continu à aimant permanent, mais peut également être un moteur asynchrone/inductif ou un moteur à réluctance commutée. Ils peuvent également utiliser un aimant en néodyme et être à roues extérieures (le rotor entoure le stator), à roues intérieures (le stator entoure le stator) ou axiaux (le stator et le rotor sont parallèles et plats). [33]

○ Servomoteurs

Un servomoteur est un actionneur linéaire ou un actionneur rotatif qui permet un contrôle précis de la position linéaire ou angulaire, de l'accélération et de la vitesse. Il comprend un moteur approprié couplé à un capteur de retour de position. Il nécessite également un contrôleur relativement complexe, généralement un dispositif dédié spécialement conçu pour être utilisé avec des servomoteurs.

Bien que le terme "servomoteur" soit souvent utilisé pour désigner un moteur approprié pour un système de contrôle en boucle fermée, il convient de noter que les servomoteurs ne constituent pas une catégorie précise de moteurs. [33]

Un servomoteur n'est pas un type spécifique de moteur. Le terme « servo » fait plutôt référence à la manière dont un moteur est entraîné et dont sa position, sa vitesse et son accélération sont contrôlées. Dans un servomoteur, le contrôle est appliqué via une boucle de rétroaction entre le moteur et le contrôleur, et la position/vitesse du moteur est détectée avec des encodeurs intégrés dans le moteur. Certains capteurs offrant cette fonctionnalité sont des potentiomètres intégrés, des capteurs à effet Hall ou des LED avec photogate et photodiode. [34]

La commande d'un servomoteur se compose de deux éléments critiques faisant partie des circuits de commande et de commande :

Signal de commande réglable : Un signal PWM est utilisé dans les servomoteurs pour forcer le rotor à tourner dans une position spécifique. En ajustant le cycle de service, le taux de rotation peut être ajusté.

Circuit de détection et de contrôle : Le circuit de commande et de détection détermine l'emplacement et la vitesse du rotor pendant que le moteur fonctionne. Une vitesse très précise peut être maintenue grâce au contrôle par rétroaction.

Boucle de rétroaction et réglage du variateur : Cela peut être fait avec un contrôleur de lecteur spécialisé ou un MCU. Notez que tous les servomoteurs n'ont pas d'encodeur.

Freinage : Nous aimons toujours parler de moteurs de conduite, mais on entend rarement parler de moteurs de freinage. Les servos ont besoin de circuits et d'une logique de freinage pour ralentir le rotor et maintenir sa position après le freinage.



Figure 23 : les servomoteurs

Les moteurs servo sont pilotés en envoyant un signal PWM à travers le fil de commande tandis que l'alimentation est donnée au moteur. Selon la largeur d'impulsion, le rotor dans le moteur

servo peut tourner d'un certain angle, c'est-à-dire, le cycle de travail détermine la position finale de l'arbre. Les moteurs servo peuvent être alimentés avec une tension DC ou AC, et le signal de l'encodeur (s'il est présent) ferme la boucle de rétroaction avec le processeur ou le pilote. L'architecture de base d'un moteur servo et de son contrôleur/pilote est montrée ci-dessous.

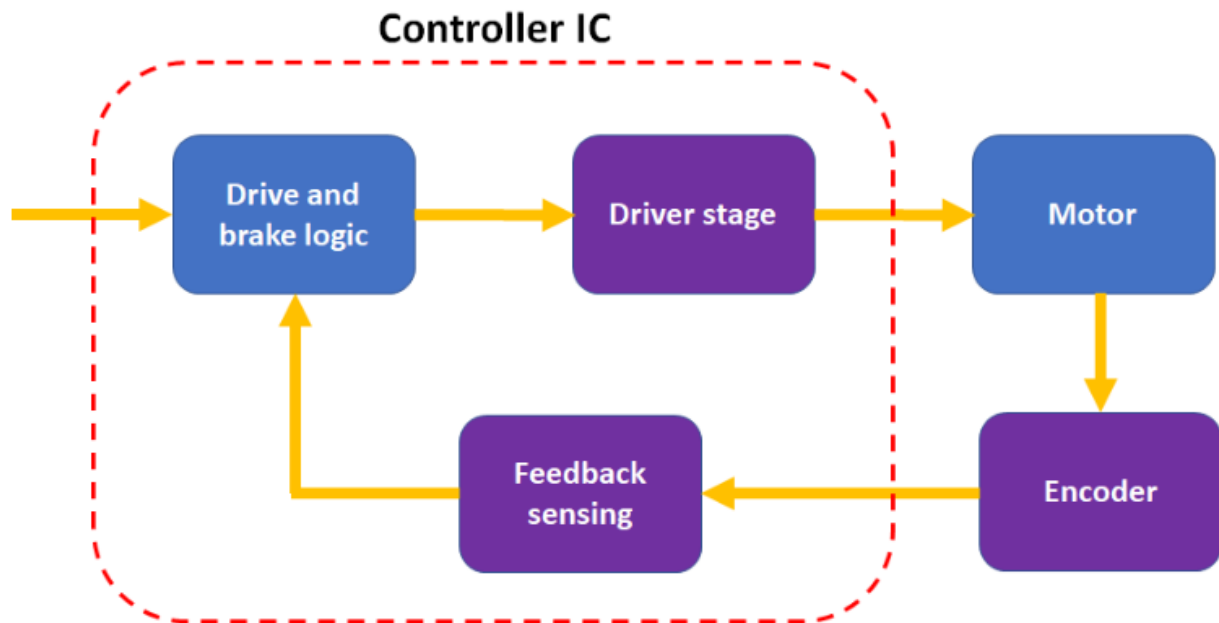


Figure 24 : L'architecture de base d'un moteur servo et de son contrôleur/pilote

2.2.6 La base de données

Le système doit disposer de données précises et fiables pour prendre des décisions efficaces. À cette fin, l'organisation tient des registres sur les différentes facettes entretenant des relations entre elles. Ces données associées sont appelées une base de données. Un système de base de données est une collection intégrée de fichiers associés, ainsi que des détails sur l'interprétation des données qu'ils contiennent. Fondamentalement, le système de base de données n'est rien de plus qu'un système informatique de tenue de dossiers, c'est-à-dire un système dont l'objectif général est d'enregistrer et de conserver des informations/données. [35]

Un système de gestion de base de données (SGBD) est un système logiciel qui permet d'accéder aux données contenues dans une base de données. L'objectif du SGBD est de fournir une méthode pratique et efficace pour définir, stocker et récupérer les informations contenues dans la base de données. Le SGBD s'interface avec les programmes d'application, de sorte que les données contenues dans la base de données puissent être utilisées par plusieurs applications et utilisateurs.

De plus, le SGBD exerce un contrôle centralisé de la base de données, empêche les utilisateurs frauduleux ou non autorisés d'accéder aux données et garantit la confidentialité des données. [35]

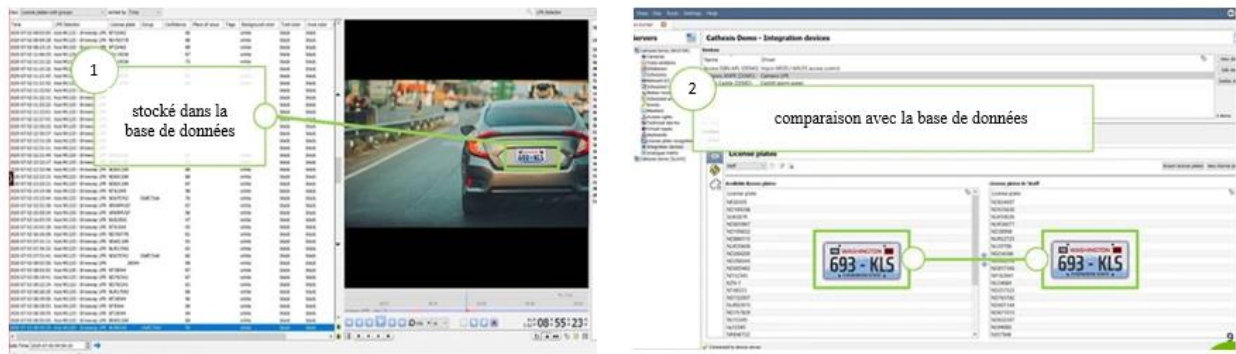


Figure 25 : Reconnaissance de voiture dans la base de données

2.2.7 Le microprocesseur

Un processeur (aussi appelé microprocesseur ou CPU pour **Central Processing Unit**) est le cœur de l'ordinateur chargé de traiter et d'exécuter les instructions. On peut simplifier en disant qu'il est chargé d'exécuter les programmes de l'ordinateur. [36]

Les composants du microprocesseur

Pour traiter une information, un microprocesseur seul ne suffit pas, il faut l'insérer au sein d'un système minimum de traitement programmé de l'information. John Von Neumann est à l'origine d'un modèle de machine universelle de traitement programmé de l'information (1946) [37].

Cette architecture forme le fondement de la plupart des systèmes à microprocesseur actuels. Elle comprend les éléments suivants :

- Une unité centrale.
- Une mémoire principale.
- Des interfaces d'entrées-sortie.
- Les bus de connexion.

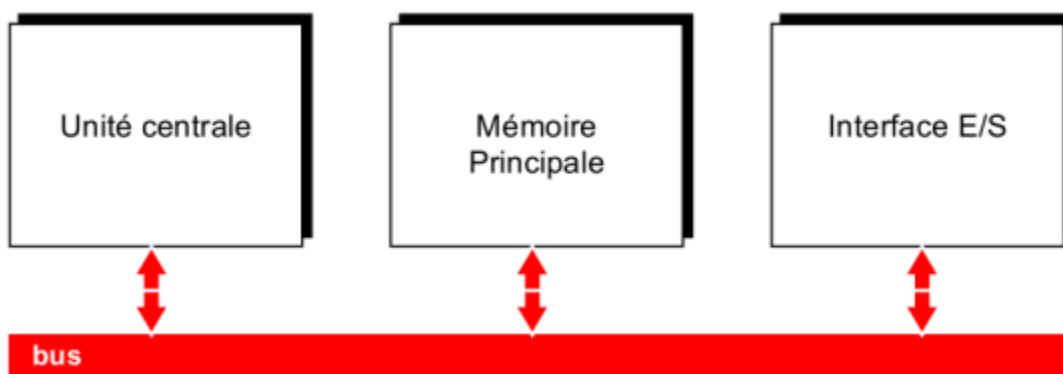


Figure 26 : architecture interne d'un microprocesseur

- **L'unité centrale**

Elle est composée par le microprocesseur qui est chargé d'interpréter et d'exécuter les instructions d'un programme, de lire ou de sauvegarder les résultats dans la mémoire et de communiquer avec les unités d'échange. Toutes les activités du microprocesseur sont cadencées par une horloge. [37]

On caractérise le microprocesseur par :

- Sa fréquence d'horloge : en MHz ou GHz
- Le nombre d'instructions par seconde qu'il est capable d'exécuter : en MIPS
- La taille des données qu'il est capable de traiter : en bits

- **La mémoire principale**

Elle contient les instructions du ou des programmes en cours d'exécution et les données associées à ce programme. Physiquement, elle se décompose souvent en :

- **Une mémoire morte** (ROM = Read Only Memory) chargée de stocker le programme. C'est une mémoire à lecture seule.
- **Une mémoire vive** (RAM = Random Access Memory) chargée de stocker les données intermédiaires ou les résultats de calculs. On peut lire ou écrire des données dedans, ces données sont perdues à la mise hors tension. [37]

- **Les interfaces d'entrées/sorties**

Elles permettent d'assurer la communication entre le microprocesseur et les périphériques (capteur, clavier, moniteur ou afficheur, imprimante, modem, etc...). [37]

- **Les bus**

Un bus est un ensemble de fils qui assure la transmission d'un même type d'information. On retrouve trois types de bus véhiculant des informations en parallèle dans un système de traitement programmé de l'information :

- **Un bus de données** : bidirectionnel qui assure le transfert des informations entre le microprocesseur et son environnement, et inversement. Son nombre de lignes est égal à la capacité de traitement du microprocesseur.
- **Un bus d'adresses** : unidirectionnel qui permet la sélection des informations à traiter dans un espace mémoire (ou espace adressable) qui peut avoir 2^n emplacements, avec n = nombre de conducteurs du bus d'adresses.
- **Un bus de commande** : constitué par quelques conducteurs qui assurent la synchronisation des flux d'informations sur les bus des données et des adresses. [37]

2.3 Les composant du Système RFID

Les systèmes RFID sont constitués de trois composants principaux, que nous décrivons brièvement ci-dessous : le transpondeur ou étiquette RFID, l'émetteur récepteur ou lecteur RFID et la base de données back-end.

2.3.1 Transpondeur ou étiquette RFID

Dans un système RFID, chaque objet sera étiqueté avec une étiquette. Chaque étiquette contient une puce électronique dotée de certaines capacités de calcul et de stockage, ainsi qu'un élément de couplage, tel qu'une bobine d'antenne pour la communication. Les tags peuvent être classés selon deux critères principaux :

- Le type de mémoire : en lecture seule, à écriture unique, en lecture multiple ou entièrement réinscriptible.
- La source d'énergie : active, semi-passive et passive.

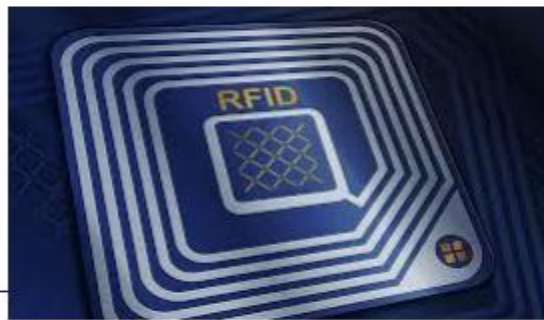


Figure 27 : Etiquette RFID

2.3.2 Émetteur-récepteur ou lecteur RFID

Les lecteurs RFID sont généralement composés d'un module RF, d'une unité de contrôle et d'un élément de couplage pour interroger les étiquettes électroniques via une communication RF.

Les lecteurs peuvent disposer de meilleures capacités de stockage et de traitement internes et se connecter fréquemment aux bases de données principales. Des calculs complexes, tels que toutes sortes d'opérations cryptographiques, peuvent être effectués par des lecteurs RFID, car ils n'ont généralement pas plus de limitations que celles trouvées dans les appareils portables ou PDA modernes.



Figure 28 : Lecteur RFID Mifare RC522

2.4 Les barrières levante

Les barrières sont des outils pour contrôler le mouvement d'entrée et de sortie des voitures ou des personnes ou machines, etc. dans les institutions publiques ou les parkings ou les lieux publics du coin ... etc. et nous les trouvons manuellement ou automatiquement et être de différents types et formes. [38]

Les barrières levantes automatiques sont des dispositifs conçus pour contrôler l'accès des véhicules et des passagers. Équipées d'un mécanisme d'ouverture et de fermeture automatique, elles peuvent être facilement installées dans différents sites.

2.4.1 Barrière levant FB

La FB a été spécialement conçu pour équiper des sites industriels aux larges accès (pour les camions), entrepôts, etc. Et grâce au rail de rideau intégré (en option), il peut également empêcher les piétons de passer. [38]



Figure 29 : Barrière levant FB [38]

Caractéristiques

Tableau 2 : Caractéristiques de barrière levant FB

Longueur de la barrière FB	De 2 à 9 m
Hauteur de la barrière FB	1000 mm
Mécanisme	Electrique
Position du bras	A gauche ou à droite
Tension d'alimentation	240V
Verrouillage de la lisse	Ventouse (option)
Temps d'ouverture	7 ou 10 s (selon motorisation)
Rideau de lisse bas	Disponible en option jusqu'à 7,5 m de lisse
Rideau de lisse intégral	Disponible en option jusqu'à 5,5 m de lisse
Type d'usage	Usage intensif

2.4.2 Barrière levant FBC

Barrière FBC a été spécialement conçue pour la gestion des accès des parkings, des petites entreprises, des collectivités, ou encore des campings. Elle permet de contrôler l'accès dans un sens, entrée ou sortie. La FBC allie simplicité et prix attractif. [39]



Figure 30 : Barrière levant FBC.

2.4.2.1 Construction

Facile à poser, à installer et à entretenir, la barrière de contrôle d'accès FBC est de construction très robuste. Elle accepte des lisses de 2 à 5 mètres de long. Elle fait partie de la gamme des barrières de sécurité automatiques. La lisse est en aluminium, le coffret et le repos de lisse en acier. Tous ces éléments sont peints avec de la peinture époxy. [39]

2.4.2.2 Caractéristiques

Tableau 3 : Caractéristiques de barrière levant FBC

Longueur de la barrière FBC	De 2 à 5 m
Hauteur de la barrière FBC	900 mm
Mécanisme	Electrique
Position du bras	A gauche (uniquement)
Tension d'alimentation	240V
Verrouillage de la lisse	Non
Temps d'ouverture	3 ou 6 s (selon longueur de la lisse)
Type d'usage	Usage intensif

2.5 Barrière levant FBX

La FBX est une barrière étudiée pour un usage intensif fiable. Sa lisse pouvant couvrir jusqu'à 6,5m lui permet de s'adapter aux sites aux accès larges. La FBX peut s'installer en vis-à-vis, grâce à son bras qui peut être monté à droite comme à gauche. [39]



Figure 31 : Barrière levant FBX

2.5.1.1 Construction

Facile à poser, à installer et à entretenir, la barrière automatique FBX est de construction très robuste. La barrière automatique FBX accepte des lisses de 2 à 6,5mètres. La lisse est en aluminium, le coffret et le repos de lisse en acier. Tous ces éléments sont traités contre la rouille avec de la peinture époxy. [39]

2.5.1.2 Caractéristiques

Tableau 4 : Caractéristiques de barrière levant FBX

Longueur de la barrière FB	De 2 à 6.5 m
Hauteur de la barrière FB	1000 mm
Mécanisme	Electrique
Position du bras	A gauche ou à droite
Tension d'alimentation	240V
Verrouillage de la lisse	Ventouse (option)
Temps d'ouverture	4 ou 7 s (selon longueur de lisse)
Rideau de lisse bas	Disponible en option jusqu'à 5 m de lisse
Rideau de lisse intégral	Disponible en option jusqu'à 3 m de lisse
Type d'usage	Usage intensif

2.6 Conclusion

En conclusion, les différents composants étudiés dans ce chapitre sont les pierres angulaires des systèmes de gestion automatisés. Chacun joue un rôle indispensable, assurant le bon fonctionnement et garantissant des performances optimales. Une compréhension approfondie de ces éléments nous permet de mieux comprendre l'ingéniosité derrière ces technologies et leur capacité à répondre aux besoins croissants de gestion et de sécurité.

Chapitre 3

Outils logiciels et simulations pour les systèmes

Chapitre 3 : Outils logiciels et simulations pour les systèmes

3.1 Introduction

Dans le développement et l'intégration de systèmes de gestion d'accès aux véhicules, les outils logiciels jouent un rôle essentiel dans la conception, la simulation et la mise en œuvre des solutions. Ce chapitre se concentre sur l'utilisation de plusieurs plateformes logicielles, telles qu'Arduino, Anaconda, Tinkercad et OpenCV. Une simulation sera également présentée en vérifiant les résultats.

3.2 Présentation de la librairie opencv

Initialement développée par Intel, Sa première version est sortie en juin 2000. [40] OpenCV (Open Source Computer Vision) est une bibliothèque libre de vision par ordinateur. Cette bibliothèque est écrite en C et C++ et peut être utilisée sous Linux, Windowset Mac OS X. Des interfaces ont été développées pour Python, Ruby, Matlab et autre langage. Open CV est orienté vers des applications en temps réel. Un des buts d'OpenCV est d'aider les gens à construire rapidement des applications sophistiquées de vision à l'aide d'infrastructure simple de vision par ordinateur. La bibliothèque d'OpenCV contient plus de 500 fonctions. [45]

Fonctionnalités

La bibliothèque OpenCV met à disposition de nombreuses fonctionnalités très diversifiées permettant de créer des programmes partant des données brutes pour aller jusqu'à la création d'interfaces graphiques basiques. Elle propose la plupart des opérations classiques entraînement bas niveau des images et des vidéos.

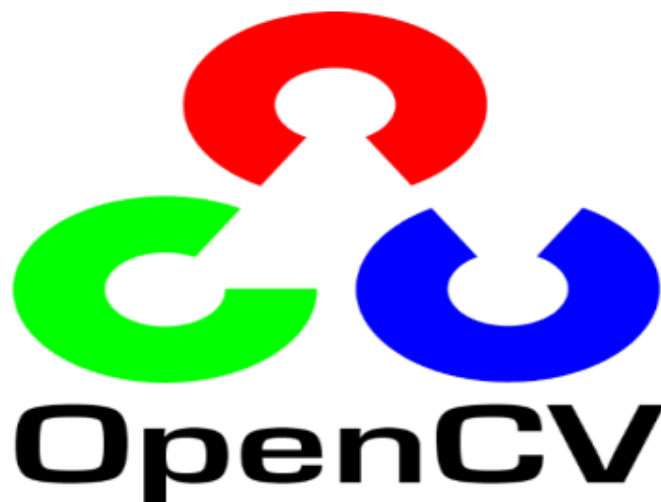


Figure 32 : logo de bibliothèque open cv

OpenCV fournit un ensemble de plus de 2500 algorithmes de vision par ordinateur, accessibles au travers d'API. Ce qui permet d'effectuer tout un tas de traitements sur des images (extraction de couleurs, détection de visages, de formes, application de filtres,).

Ces algorithmes se basent principalement sur des calculs mathématiques complexes, concernant surtout les traitements sur les matrices (car une image peut être considérée comme une matrice de pixels). [40]

3.3 DLib

Dlib est une boîte à outils C++ moderne contenant des algorithmes et des outils d'apprentissage automatique pour créer des logiciels complexes en C++ afin de résoudre des problèmes du monde réel. Elle est utilisée à la fois dans l'industrie et dans le milieu universitaire dans un large éventail de domaines, notamment la robotique, les appareils embarqués, les téléphones mobiles et les grands environnements de calcul haute performance.

La bibliothèque offre une panoplie de fonctionnalités : Elle détecte les faces sur les photos, repère les traits du visage (yeux, nez, bouche et menton) et reconnaît les personnes. Vous pouvez même combiner cette bibliothèque avec d'autres libs Python pour effectuer une reconnaissance faciale en temps réel. La bibliothèque contient deux programmes : Le premier programme reconnaît les visages dans une ou plusieurs photos, tandis que le second trouve les positions des visages dans les images. [41]



Figure 33 : Logo de bibliothèque Dlib

3.4 Anaconda

Anaconda est une distribution des langages de programmation Python et R pour le calcul scientifique (science des données, applications d'apprentissage automatique, traitement de données à grande échelle, analyse prédictive, etc.), qui vise à simplifier la gestion et le déploiement des packages. La distribution comprend des packages de science des données adaptés à Windows, Linux et macOS. Elle est développée et maintenue par Anaconda, Inc., qui a été fondée par Peter

Wang et Travis Oliphant en 2012. En tant que produit Anaconda, Inc., elle est également connue sous le nom d'Anaconda Distribution ou Anaconda Individual Edition, tandis que les autres produits de la société sont Anaconda Team Edition et Anaconda Enterprise Edition, qui ne sont pas gratuits. [42]



Figure 34 : Logo de Anaconda

Anaconda Navigator

Anaconda Navigator est une interface utilisateur graphique (GUI) de bureau incluse dans la distribution Anaconda qui permet aux utilisateurs de lancer des applications et de gérer les packages, les environnements et les canaux conda sans utiliser de commandes de ligne de commande. Navigator peut rechercher des packages sur Anaconda Cloud ou dans un référentiel Anaconda local, les installer dans un environnement, exécuter les packages et les mettre à jour. Il est disponible pour Windows, macOS et Linux.

Les applications suivantes sont disponibles par défaut dans Navigator :

JupyterLab	Jupyter Notebook
QtConsole	Spyder
Glue	Orange
RStudio	Visual Studio Code

3.5 Arduino

Arduino est une plateforme électronique qui utilise une carte microcontrôleur open source, conçue pour une utilisation simple, tant au niveau logiciel que matériel. L'utilisation d'Arduino permet de lire les entrées tout en produisant les sorties, ce qui permet à chacun de créer facilement différents projets électronique

A l'origine, Arduino était le cerveau derrière plusieurs projets allant des objets du quotidien aux instruments scientifiques complexes. Il a attiré des contributeurs de différents horizons tels que des programmeurs, des politiciens et même des étudiants. La communauté Arduino a joué un

rôle essentiel en fournissant un soutien aux novices comme aux experts, enrichissant ainsi l'intelligence collective autour de cette plateforme.

Né à Ivrea en Italie à l'Ivrea Interaction Design Institute, Arduino a été créé comme un outil de prototypage rapide pour les étudiants sans aucune formation préalable en électronique ou en programmation. Avec son succès croissant, il s'est transformé en une plateforme qui répond à de nouveaux besoins, passant de simples cartes 8 bits à des appareils destinés à des applications plus variées. Toutes les cartes Arduino restent open source, ce qui permet à chacun de les concevoir et de les fabriquer de manière indépendante.



Figure 35 : Une carte arduino

3.5.1 Partie Matériel

La carte de développement Arduino se compose de nombreux composants. Dans ce cas, nous allons nous appuyer sur le type de carte « Arduino UNO » pour montrer les principaux blocs de composants qui aident à son fonctionnement. [43]

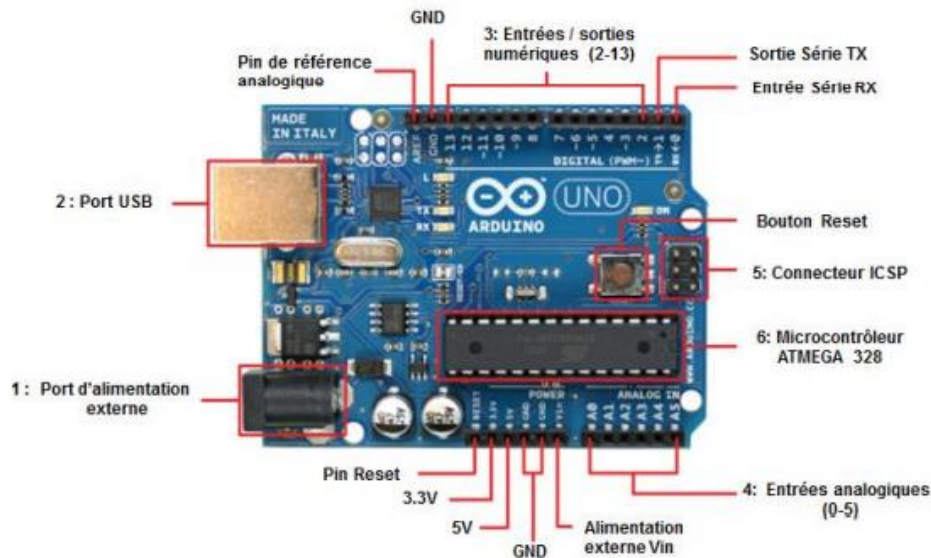


Figure 36 : Brochage d'une carte Arduino de type UNO

3.5.2 Tinkercad

Tinkercad est un programme de modélisation 3D en ligne gratuit qui s'exécute dans un navigateur Web. Depuis sa mise à disposition en 2011, il est devenu une plate-forme populaire pour la création de modèles pour l'impression 3D ainsi qu'une introduction de niveau débutant à la géométrie solide constructive dans les écoles.

Tinkercad a été fondée par Kai Backman, ancien ingénieur de Google, et son cofondateur Mikko Mononen, dans le but de rendre la modélisation 3D, en particulier la conception d'objets physiques, accessible au grand public et de permettre aux utilisateurs de publier leurs conceptions sous une licence Creative Commons. En 2011, le site tinkercad.com a été lancé en tant qu'outil de modélisation 3D basé sur le Web pour les navigateurs compatibles WebGL, et en 2012, la société a déménagé son siège social à San Francisco. En 2012, plus de 100 000 conceptions 3D avaient été publiées par les utilisateurs.

En mai 2013, Autodesk a annoncé lors d'une Maker Faire qu'elle allait acquérir Tinkercad.

En mars 2017, Autodesk a recommandé aux utilisateurs de 123D Sculpt, bientôt retiré, de migrer vers Tinkercad (ou Maya LT). En mai, Autodesk a abandonné son « laboratoire électronique » 123D Circuits (Circuits.io). Les fonctionnalités du programme ont été intégrées à Tinkercad. [44]



Figure 37 : Programme Tinkercad

La section Circuits de Tinkercad est un simulateur de circuits électroniques basé sur un navigateur qui prend en charge les microcontrôleurs Arduino Uno, les cartes Micro:bit ou les puces ATtiny. Le code peut être créé à l'aide de CodeBlocks graphiques, de morceaux de code qui peuvent être facilement organisés avec la souris ou de code textuel. Digi-Key a fait l'éloge de Tinkercad dans un article de 2022 pour ses capacités d'outil intuitives et rapides, ce qui le rend idéal pour les débutants. Le programme propose des circuits pré-construits appelés « Starters » ou des circuits qui peuvent être construits à l'aide de composants séparés.

Tinkercad est livré avec des bibliothèques intégrées pour les composants populaires, notamment les bibliothèques d'affichage Adafruit Neopixel, Arduino Servo et I2C. Cependant, les bibliothèques personnalisées ne peuvent pas être sélectionnées ou téléchargées. Le simulateur prend également en charge les composants analogiques entièrement simulés.

Bien qu'il s'agisse d'un outil d'entrée de gamme pour la programmation et l'électronique, Tinkercad offre des fonctionnalités avancées telles que la simulation multi-cartes et des circuits analogiques complexes pour les utilisateurs expérimentés.

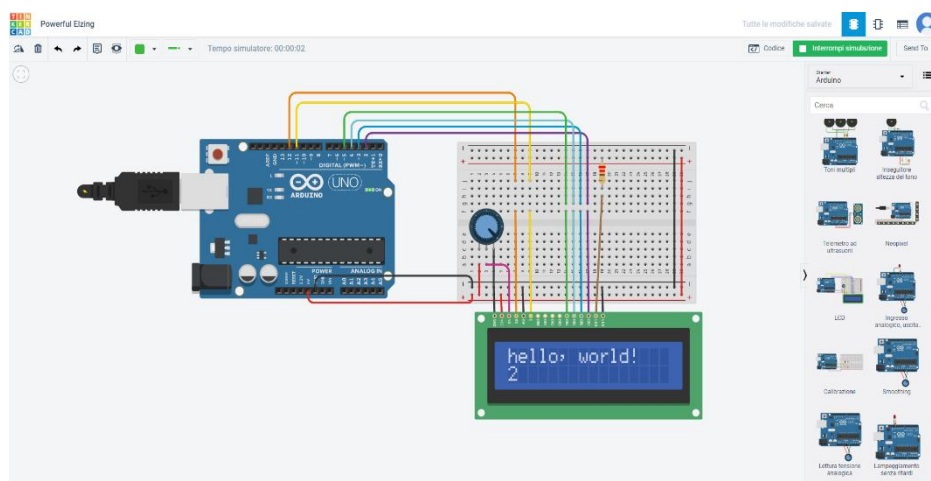


Figure 38 : L'interface tinkercad

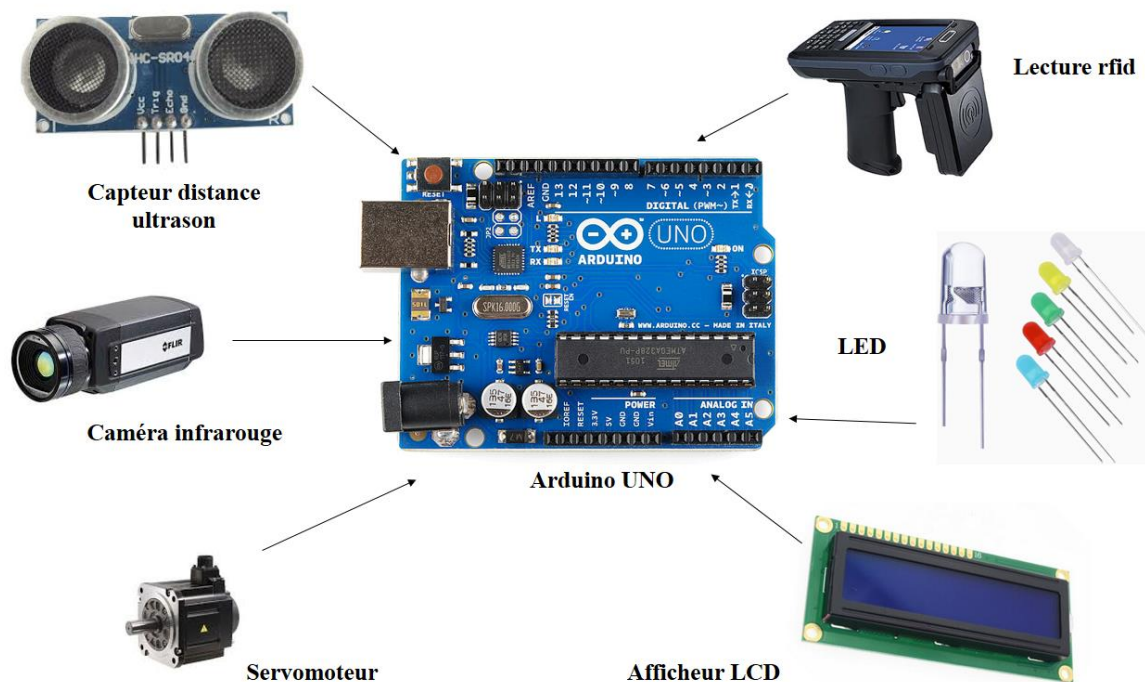


Figure 39 : Schéma bloc de système

3.6 Réalisation du schéma :

Nom	Quantité	Composant
U3	1	Arduino Uno R3
U4	1	Écran LCD 16x2
Rpot2	1	10 kΩ Potentiomètre
SERVO1	1	Micro Servo
PING1 PING2 PING3 PING4 PING5	5	Capteur de distance par ultrasons
R2	1	600 Ω Résistance

Arduino Uno R3 (U3) : C'est le "cerveau" du projet. Il sert à contrôler tous les composants du système. Il reçoit les signaux des capteurs et commande le moteur, l'écran, et les LED selon la logique programmée.

Écran LCD 16x2 (U4) : Affiche des informations, comme le nombre de voitures dans le parking ou des messages concernant l'état de la barrière.

Potentiomètre 10 kΩ (Rpot2) : Sert à ajuster la luminosité de l'écran LCD pour que l'affichage soit lisible.

Servomoteur : Dans notre circuit Arduino, le servomoteur joue le rôle de mécanisme de mouvement. Il est utilisé pour :

- **Ouvrir et Fermer la Barrière :** Le servomoteur ajuste l'angle de la barrière pour la positionner en mode ouvert ou fermé, permettant ainsi le passage des véhicules ou leur blocage.
- **Contrôler le Positionnement Précis :** Grâce à son contrôle précis de l'angle, le servomoteur assure que la barrière s'arrête à la position souhaitée, offrant un contrôle exact de l'état de la barrière (ouverte ou fermée).

Capteur de distance par ultrasons (PING1 à PING5) : Ces capteurs mesurent la distance entre eux et un objet (comme une voiture). Ils détectent l'approche ou le départ d'une voiture, ce qui aide à contrôler la barrière et à compter les véhicules.

Résistance 600 Ω (R2) : Elle limite le courant pour protéger un composant, probablement utilisé pour protéger l'écran LCD ou un autre élément du circuit.

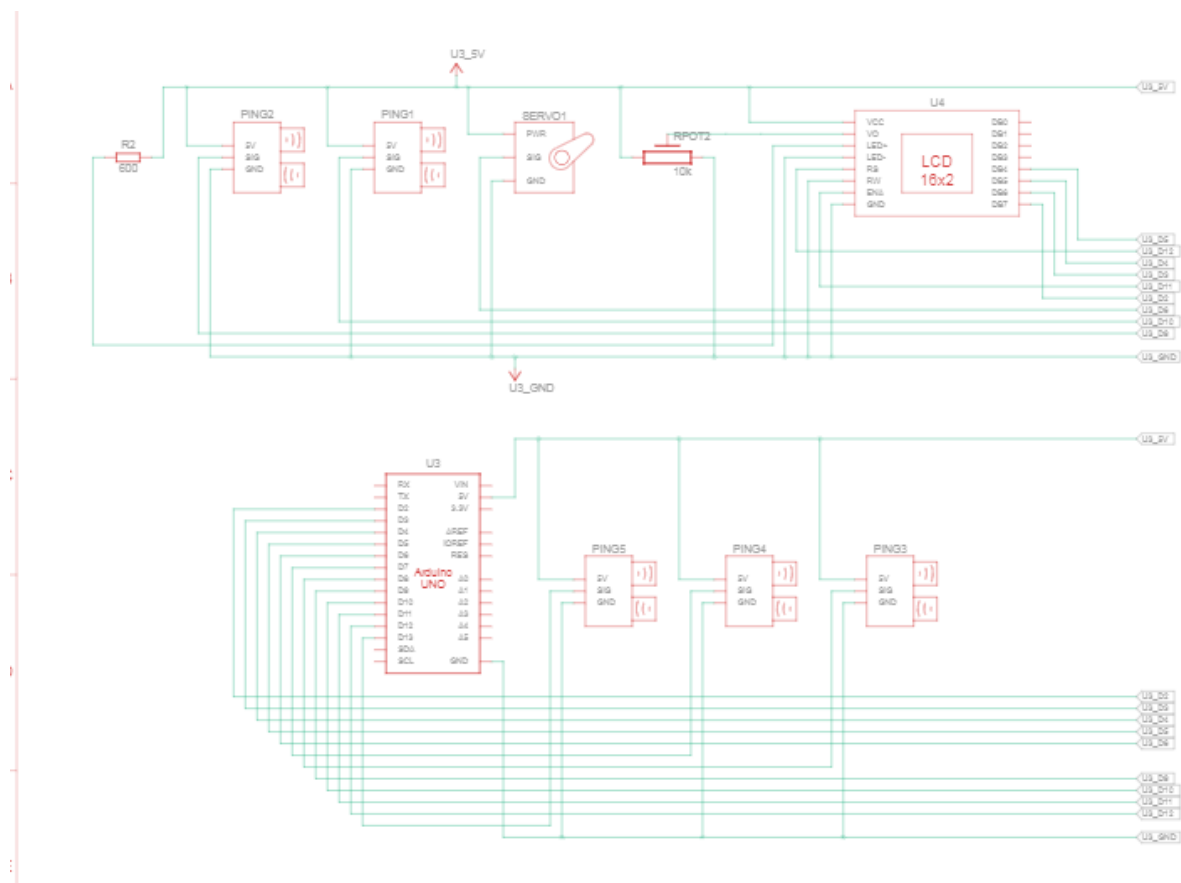


Figure 40 : vue schématique

3.6.1 Le câblage du système

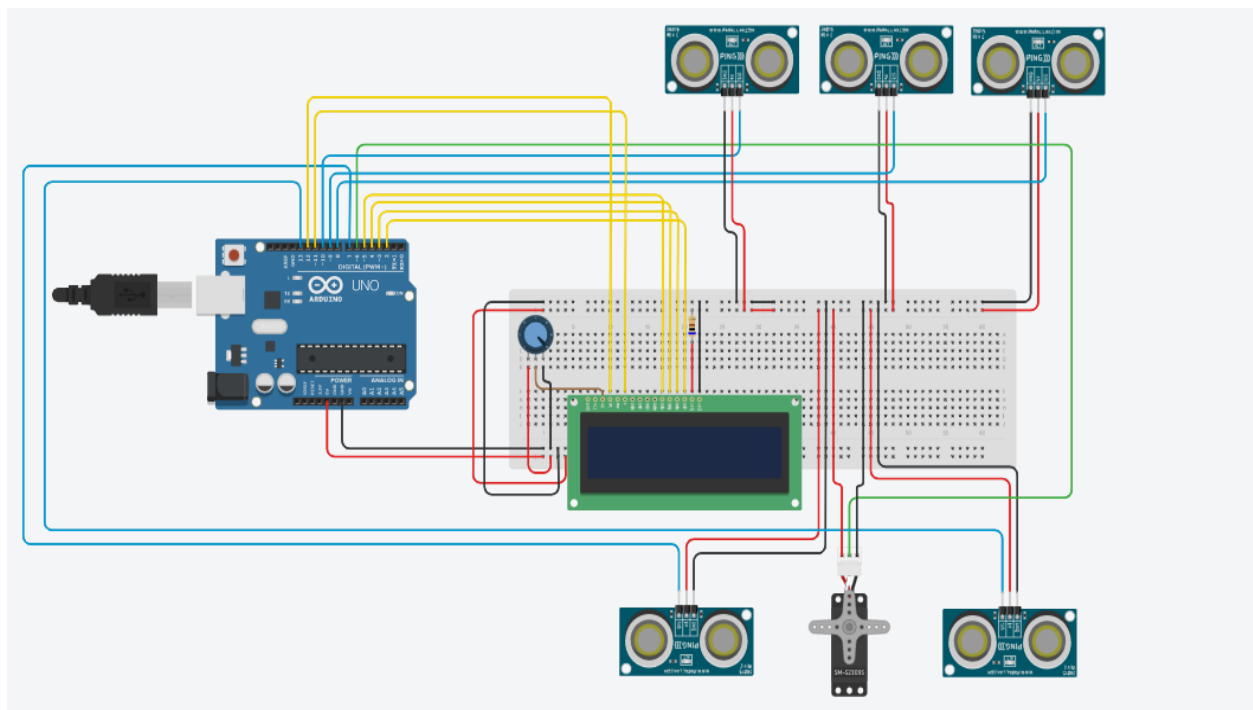


Figure 41 : le câblage des composants

3.6.2 Le code utilisé :

```
1  #include <Servo.h>
2
3  #include <LiquidCrystal.h>
4  LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
5
6  #define t1 10
7  #define t2 9
8  #define t3 8
9
10 #define t4 7
11 #define t5 13
12
13 Servo myservo;
14
15 int distanceThreshold = 100;
16
17 int parkingAvailable = 3;
18 int barrierState = 0;
19
20 void setup() {
21   lcd.begin(16,2);
22   lcd.setCursor(0,0);
23   Serial.begin (9600);
24   myservo.attach(6);
25   myservo.write(0);
26 }
27
28 long readDistance(int triggerPin, int echoPin)
29 {
30   pinMode(triggerPin, OUTPUT);
31   digitalWrite(triggerPin, LOW);
32   delayMicroseconds(2);
33   digitalWrite(triggerPin, HIGH);
```

```

34 delayMicroseconds(10);
35 digitalWrite(triggerPin, LOW);
36 pinMode(echoPin, INPUT);
37 return pulseIn(echoPin, HIGH);
38 }
39
40
41 void loop()
42 {
43   float d1 = 0.01723 * readDistance(t1, t1);
44   float d2 = 0.01723 * readDistance(t2, t2);
45   float d3 = 0.01723 * readDistance(t3, t3);
46   float d4 = 0.01723 * readDistance(t4, t4);
47   float d5 = 0.01723 * readDistance(t5, t5);
48   //get all sensor readings
49
50   Serial.println("d1 = " + String(d1) + "cm");
51   Serial.println("d2 = " + String(d2) + "cm");
52   Serial.println("d3 = " + String(d3) + "cm");
53   Serial.println("d4 = " + String(d4) + "cm");
54   Serial.println("d5 = " + String(d5) + "cm");
55   //display all sensor distance on serial monitor
56
57   /* For below command
58   barrierState is used to ensure that the barrier either is closed or open for enter or exit
59
60   So while barrierState is:
61   0   barrier is closed
62   -1  barrier is open for enter
63   1   barrier is open for exit
64   -2  barrier is closed after the vehicle passed the barrier gate (enter)
65   2   barrier is closed after the vehicle passed the barrier gate (exit)
66
67   after it reached to -2 or 2 value, it will reset back to 0 when there is no vehicle detected

```

```

68 by two sensor.
69
70 For parkingAvailable, we set to 3 as we have 3 parking lot only
71 so it will automatically update while the barrier is open.
72 Therefore, the barrier will not be open while there is no more parking lot available.
73 */
74
75 if (barrierState == 0)
76 {
77   if (d4<100 && d5>=100 && parkingAvailable>0)
78   {
79     parkingAvailable -= 1;
80     barrierState = -1;
81     myservo.write(90);
82   }
83   if (d4>=100 && d5<100 && parkingAvailable<3)
84   {
85     parkingAvailable += 1;
86     barrierState = 1;
87     myservo.write(90);
88   }
89 }
90 else if (barrierState == -1)
91 {
92   if (d4>=100 && d5<100)
93   {
94     barrierState = -2;
95     myservo.write(0);
96   }
97 }
98 else if (barrierState == 1)
99 {
100   if (d5>=100 && d4<100)
101   {

```

```

102     barrierState = 2;
103     myservo.write(0);
104 }
105 }
106 else if (barrierState == -2)
107 {
108     if (d5>=100)
109     {
110         barrierState = 0;
111     }
112 }
113 else if (barrierState == 2)
114 {
115     if (d4>=100)
116     {
117         barrierState = 0;
118     }
119 }
120
121 /*
122 The command below is used to print out the information on the LCD Screen
123 For the first row of the LCD Screen, it will show the number of parking lot available
124 While it full, it will show Parking Full
125
126 For the second row of the LCD Screen, it will show which parking lot is still empty
127 This allow users to know which parking lot is still available without wasting time
128 to find an empty parking lot.
129 */
130 lcd.setCursor(0,0);
131 if (parkingAvailable == 0)
132 {
133     lcd.print("Parking Full ");
134 }
135 else

```

```

136 {
137     lcd.print("Parking left ");
138     lcd.print(parkingAvailable);
139 }
140
141
142
143 if (d1>100 & d2>100 & d3>100)
144 {
145     lcd.setCursor(0,1);
146     lcd.print("Slot 1 2 3 Free");
147     delay(500);
148 }
149 else if ((d1>100 & d2>100) | (d2>100 & d3>100) | (d3>100 & d1>100))
150 {
151     lcd.setCursor(0,1);
152     if(d1>100 & d2>100)
153         lcd.print("Slot 1 & 2 Free");
154     else if(d1>100 & d3>100)
155         lcd.print("Slot 1 & 3 Free");
156     else
157         lcd.print("Slot 2 & 3 Free");
158 }
159 else if(d1<100 & d2<100 & d3<100)
160 {
161     lcd.setCursor(0,1);
162     lcd.print("Parking Full ");
163 }
164 else if ((d1<100 & d2<100) | (d2<100 & d3<100) | (d3<100 & d1<100))
165 {
166     lcd.setCursor(0,1);
167     if(d1>100)
168         lcd.print("Slot 1 is Free ");
169     else if (d2>100)

```

```

166     lcd.setCursor(0,1);
167     if(d1>100)
168         lcd.print("Slot 1 is Free ");
169     else if (d2>100)
170         lcd.print("Slot 2 is Free ");
171     else
172         lcd.print("Slot 3 is Free ");
173     }
174     delay(100);
175 }

```

Ce code contrôle un système de parking automatique qui :

- Détecte les voitures entrant et sortant grâce aux capteurs à ultrasons.
- Ouvre/ferme une barrière via un servomoteur.
- Affiche sur un écran LCD le nombre de places disponibles et les emplacements encore libres.

3.6.3 Explications et Instructions

- **Les bibliothèques**

Servo.h : Sert à contrôler le servomoteur qui ouvre et ferme la barrière.

LiquidCrystal.h : Utilisée pour contrôler l'écran LCD qui affiche des informations comme la disponibilité du parking.

- **Initialisation des composants**

t1 à t5 : Ces broches sont associées aux capteurs à ultrasons (5 au total), qui détectent les voitures à différents points dans le système.

myservo : Représente le servomoteur qui contrôle l'ouverture et la fermeture de la barrière.

- **Variables**

distanceThreshold : La distance limite (100 cm) en dessous de laquelle on considère qu'il y a un véhicule.

parkingAvailable : Indique le nombre de places de parking disponibles (3 au début).

barrierState : Définit l'état de la barrière (ouverte ou fermée).

- **Fonctions principales**

readDistance() : Cette fonction mesure la distance entre un capteur à ultrasons et un objet (comme une voiture). Elle envoie un signal par le capteur (trigger) et mesure le temps que le signal prend pour revenir (echo), calculant ainsi la distance.

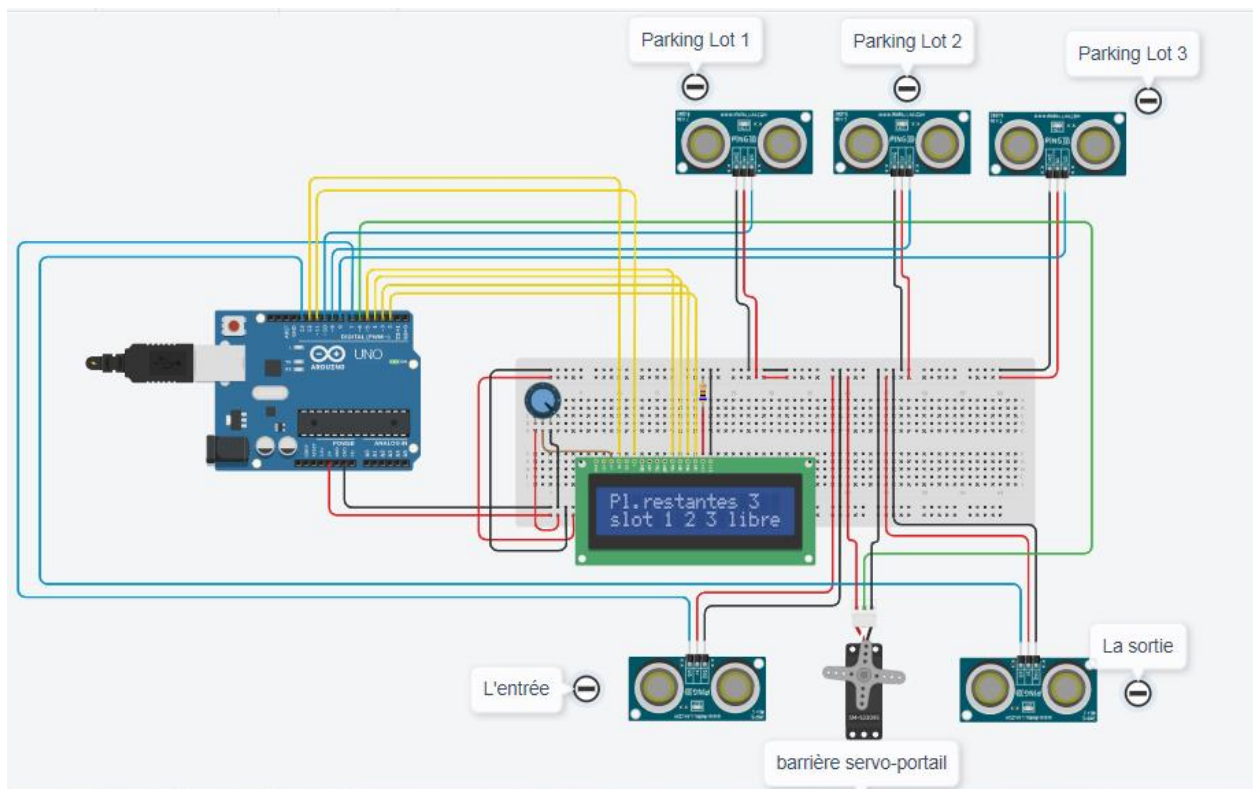
setup() : Configure l'écran LCD, initialise le servomoteur, et règle la barrière en position fermée.

loop() :

- ❖ **Lecture des distances (d1 à d5)** : Les capteurs mesurent la distance et renvoient la distance en centimètres.

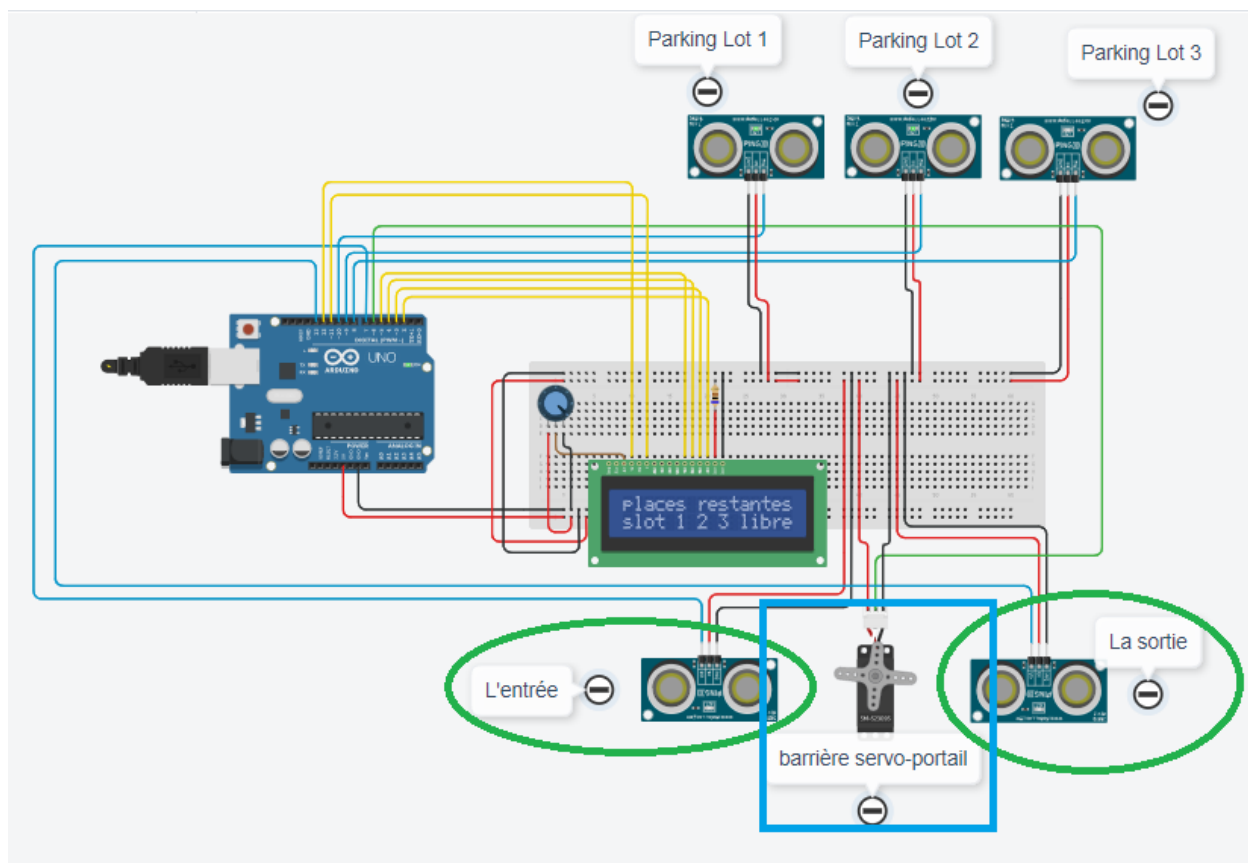
- ❖ **Gestion de la barrière** : Selon la lecture des capteurs, la barrière s'ouvre ou se ferme.
 - Si un véhicule est détecté devant la barrière ($d4 < 100$), la barrière s'ouvre et une place de parking est décomptée.
 - Si un véhicule sort ($d5 < 100$), la barrière s'ouvre et une place est ajoutée.
- ❖ **Affichage sur l'écran LCD** :
 - La première ligne montre le nombre de places disponibles ou affiche "Parking Full" si le parking est complet.
 - La seconde ligne indique quels emplacements sont libres (slots 1, 2 ou 3).

3.7 Les résultats

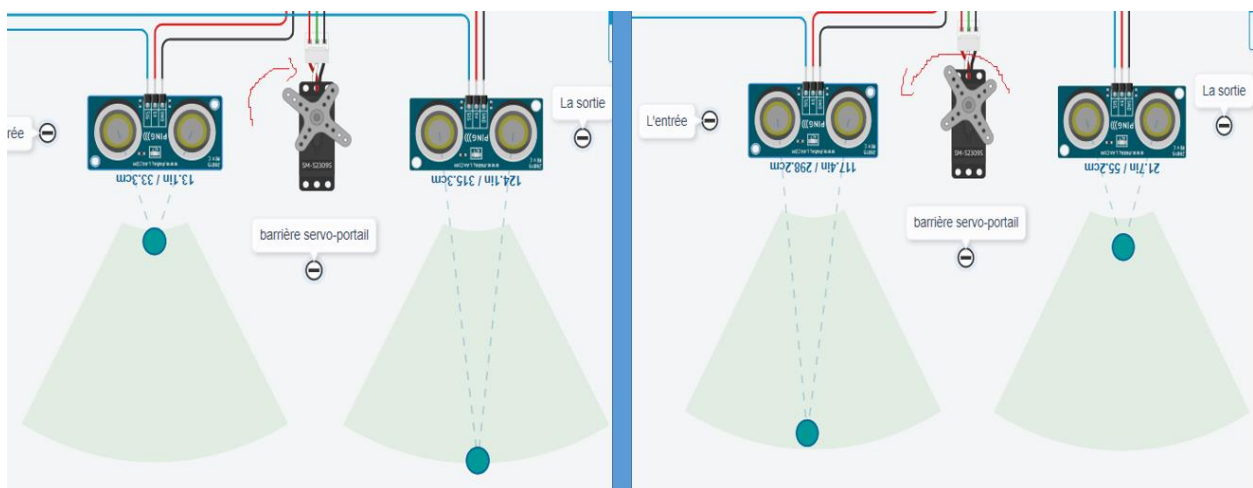


1 - Au démarrage de la simulation, l'afficheur LCD nous indique que les places 1, 2 et 3 sont libres.

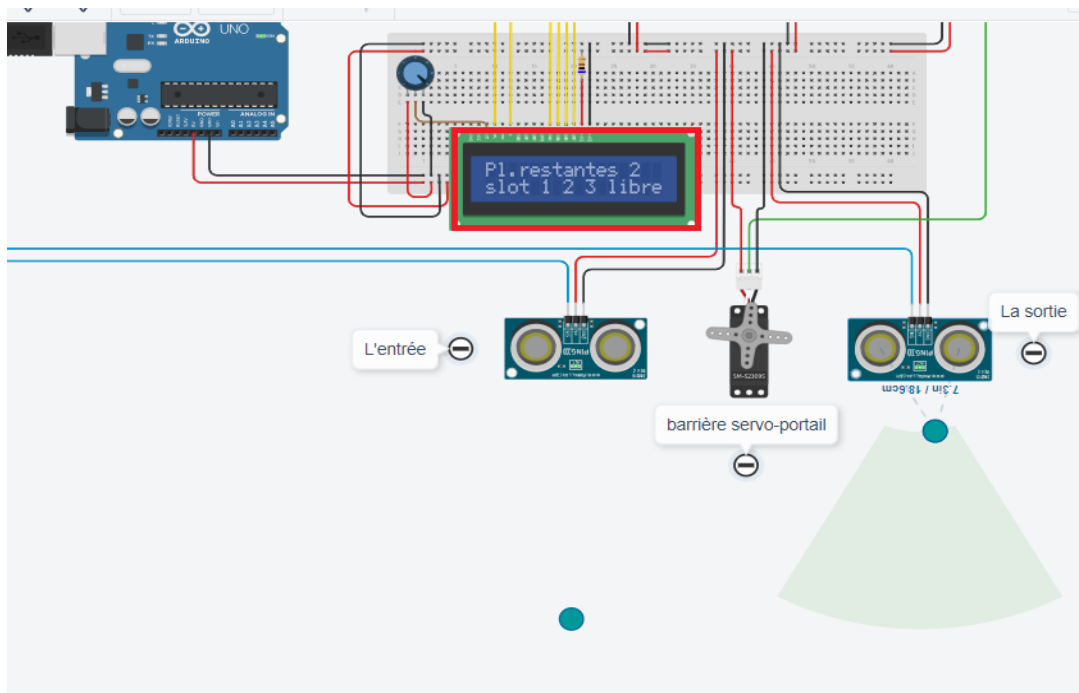
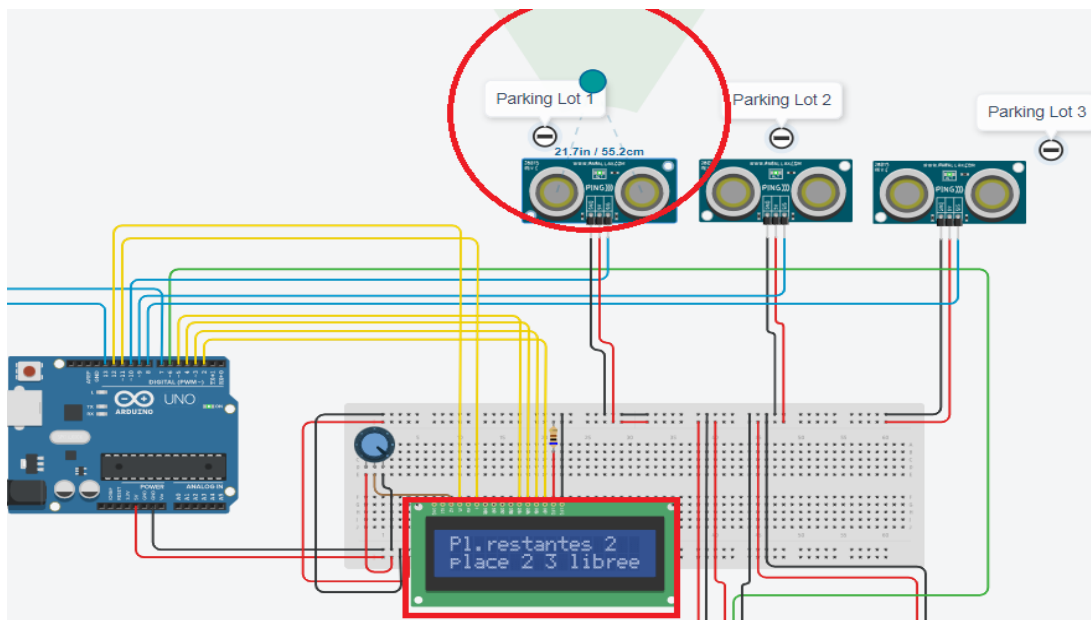
Pl.restantes = places restantes



2 - Ici, à l'entrée, nous avons un capteur ultrasonique, ainsi qu'un autre capteur à la sortie, et un servomoteur qui fonctionne comme une barrière en s'ouvrant et se fermant.



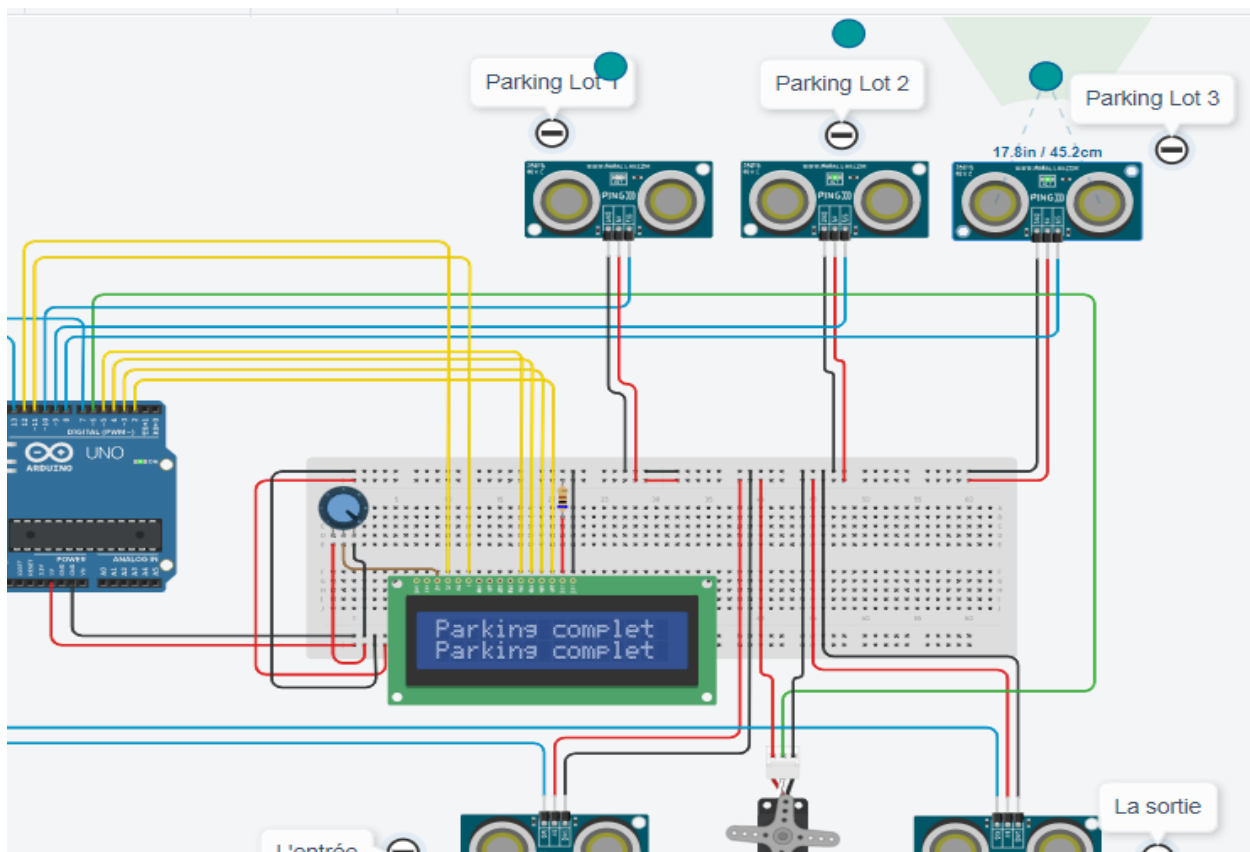
3 - Lorsqu'une voiture s'approche du capteur ultrasonique de l'entrée, la barrière se lève, et lorsqu'elle s'approche du capteur ultrasonique de la sortie, la barrière se baisse.



4 - Maintenant, l'écran LCD affiche qu'il reste 2 places de parking, car une voiture est entrée.

5 - La voiture qui vient d'entrer se gare à la place 1. Lorsque la voiture se gare près du capteur de distance ultrasonique, l'écran LCD affiche que les places 2 et 3 sont libres.

Ces étapes se répètent pour la 2ème et la 3ème voiture jusqu'à ce que le parking soit complet.



6 - Étant donné que le parking est complet, lorsque des voitures souhaitent entrer, la barrière ne s'ouvrira pas.

De même, lorsque les voitures quittent leur place, l'écran affichera qu'il y a une place disponible. Ensuite, un processus inverse à celui de la première opération commence, où la voiture qui sort s'approche du capteur, ce qui ouvre la barrière, puis celle-ci se ferme lorsqu'elle passe devant le deuxième capteur. Ce processus se répète chaque fois qu'une voiture sort ou entre dans le parking.

3.8 Détection faciale

```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2  """
3  Created on Tue Jul 16 17:46:59 2024
4
5  @author: dz laptops
6  """
7  import dlib
8  import cv2
9
10 # Initialize dlib's face detector (HOG-based)
11 detector = dlib.get_frontal_face_detector()
12
13 # Load an image using OpenCV (replace the image_path with your actual image path)
14 image_path = r'C:\Users\dz laptops\OneDrive\Documents\download.jpg'
15 img = cv2.imread(image_path)
16
17 # Convert the image to grayscale (dlib works with grayscale images)
18 gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
19
20 # Detect faces in the grayscale image
21 faces = detector(gray)
22
23 # Loop through each detected face
24 for face in faces:
25     # Extract the bounding box coordinates of the face
26     x, y, w, h = face.left(), face.top(), face.width(), face.height()
27
28     # Draw a rectangle around the face on the original image
29     cv2.rectangle(img, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)
30
31 # Display the image with detected faces
32 cv2.imshow('Detected Faces', img)
33 cv2.waitKey(0)
34 cv2.destroyAllWindows()
35
36
```

Ce code utilise les bibliothèques Python dlib et OpenCV pour détecter les visages dans une image.

3.8.1 Explication du code :

- **Importation des bibliothèques**

```
7  import dlib
8  import cv2
```

dlib : Une bibliothèque qui offre des outils d'apprentissage automatique et de traitement d'images, notamment pour la détection de visages.

cv2 (OpenCV) : Une bibliothèque populaire pour le traitement d'images et de vidéos.

- **Initialisation du détecteur de visages**

```
11 detector = dlib.get_frontal_face_detector()
```

Utilise le détecteur de visage basé sur le descripteur de Histogram of Oriented Gradients (HOG) de dlib pour détecter les visages dans une image.

- **Chargement de l'image**

```
14 image_path = r'C:\Users\dz_laptops\OneDrive\Documents\download.jpg'
15 img = cv2.imread(image_path)
```

image_path : Chemin de l'image à partir de laquelle les visages seront détectés. Ici, l'image est lue depuis le chemin spécifié.

cv2.imread : Lit l'image depuis le chemin donné et la stocke dans la variable `img`.

- **Conversion de l'image en niveaux de gris**

```
18 gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
19
```

Convertit l'image en niveaux de gris car le détecteur de visages de dlib fonctionne mieux avec des images en niveaux de gris.

- **Détection des visages**

```
21 faces = detector(gray)
```

Détecte les visages dans l'image en niveaux de gris. `faces` est une liste de rectangles où chaque rectangle délimite un visage détecté.

- **Boucle à travers chaque visage détecté**

```
24 for face in faces:
25     # Extract the bounding box coordinates of the face
26     x, y, w, h = face.left(), face.top(), face.width(), face.height()
27
28     # Draw a rectangle around the face on the original image
29     cv2.rectangle(img, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)
30
```

Pour chaque visage détecté, les coordonnées du rectangle délimitant sont extraites.

`cv2.rectangle` dessine un rectangle vert autour du visage détecté dans l'image originale.

- **Affichage de l'image avec les visages détectés**

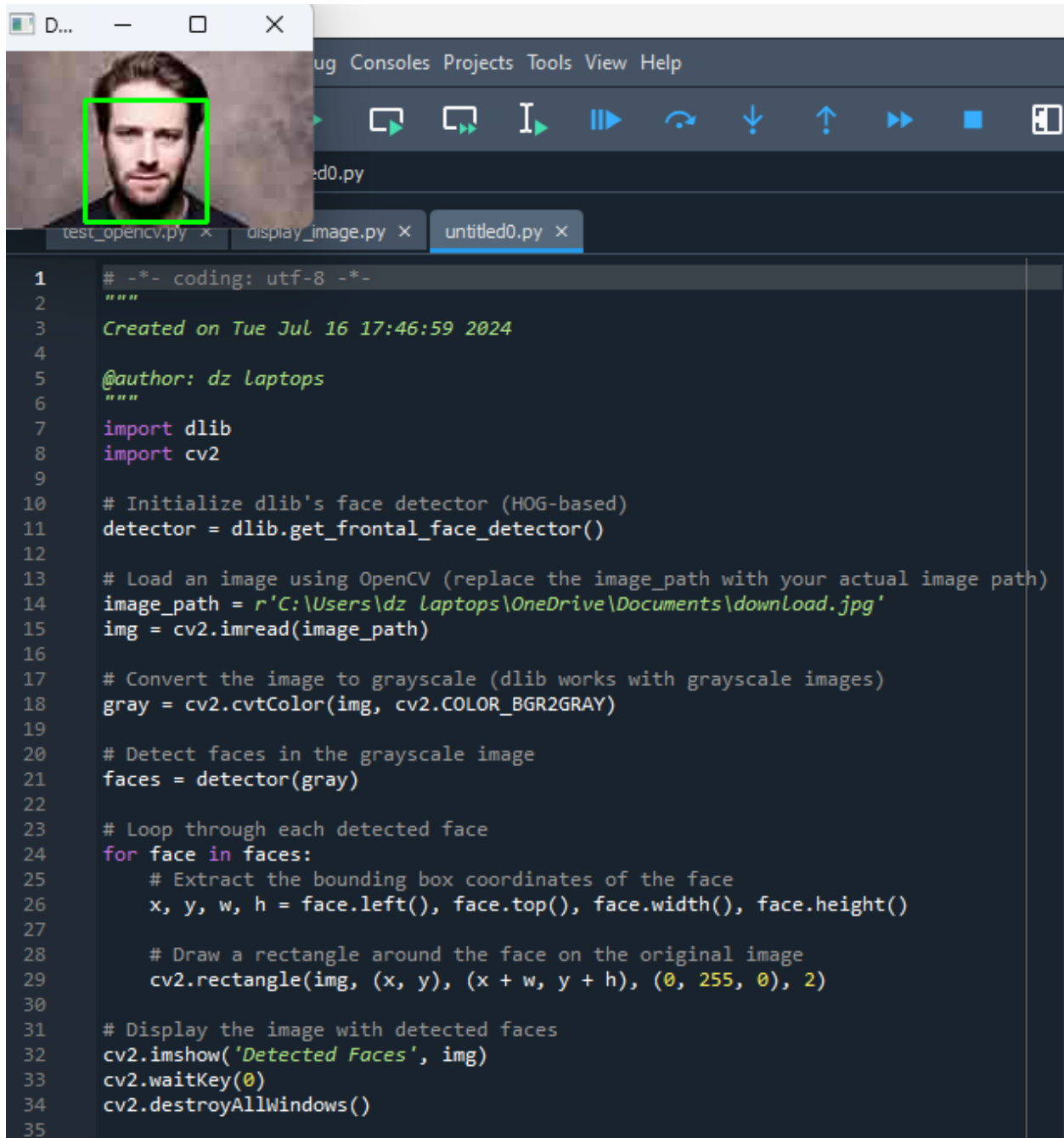
```
32 cv2.imshow('Detected Faces', img)
33 cv2.waitKey(0)
34 cv2.destroyAllWindows()
35
```

- **cv2.imshow** : Affiche l'image avec les rectangles tracés autour des visages détectés dans une fenêtre nommée 'Detected Faces'.

- **cv2.waitKey(0)** : Attend que l'utilisateur appuie sur une touche pour fermer la fenêtre.

- **cv2.destroyAllWindows** : Ferme toutes les fenêtres créées par Open CV.

3.8.2 Résultat du code



```
1  # -*- coding: utf-8 -*-
2  """
3  Created on Tue Jul 16 17:46:59 2024
4
5  @author: dz Laptops
6  """
7  import dlib
8  import cv2
9
10 # Initialize dlib's face detector (HOG-based)
11 detector = dlib.get_frontal_face_detector()
12
13 # Load an image using OpenCV (replace the image_path with your actual image path)
14 image_path = r'C:\Users\dz Laptops\OneDrive\Documents\download.jpg'
15 img = cv2.imread(image_path)
16
17 # Convert the image to grayscale (dlib works with grayscale images)
18 gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
19
20 # Detect faces in the grayscale image
21 faces = detector(gray)
22
23 # Loop through each detected face
24 for face in faces:
25     # Extract the bounding box coordinates of the face
26     x, y, w, h = face.left(), face.top(), face.width(), face.height()
27
28     # Draw a rectangle around the face on the original image
29     cv2.rectangle(img, (x, y), (x + w, y + h), (0, 255, 0), 2)
30
31 # Display the image with detected faces
32 cv2.imshow('Detected Faces', img)
33 cv2.waitKey(0)
34 cv2.destroyAllWindows()
35
```

3.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué en détail les différents logiciels utilisés, en montrant comment ils permettent l'intégration efficace des systèmes avec des composants matériels. Grâce à ces outils, il est possible de concevoir, de simuler et de tester des solutions de gestion d'accès aux véhicules avec précision et rapidité. La simulation présentée a permis de valider ces concepts en illustrant leur application potentielle dans des environnements réels.

Conclusion Générale

Un système de gestion des accès de véhicules est une solution technologique qui permet de contrôler et de réguler l'entrée et la sortie des véhicules dans des zones spécifiques, telles que des parkings, des sites industriels ou des zones sécurisées. Ces systèmes s'appuient sur des dispositifs de détection et d'identification, tels que la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation (ANPR), la reconnaissance faciale et l'identification par radiofréquence (RFID). Leur objectif principal est d'automatiser et de sécuriser les processus d'accès, tout en offrant une gestion efficace et en temps réel des flux de véhicules.

Ce travail a permis d'explorer en profondeur ces technologies, en examinant leurs principes de fonctionnement, leurs composants matériels, ainsi que les outils logiciels nécessaires à leur intégration. Des simulations réalisées avec des plateformes telles qu'Arduino, Anaconda, Tinkercad et OpenCV ont montré comment ces systèmes peuvent être conçus, simulés et testés avant leur mise en œuvre dans des environnements réels.

L'intégration transparente des composants matériels et logiciels a démontré l'efficacité de ces solutions pour répondre aux besoins croissants de sécurité et d'automatisation dans la gestion des accès. Ces technologies en constante évolution offrent une réponse adaptée aux exigences modernes, tout en améliorant la précision, la rapidité et la fiabilité des systèmes de gestion des accès.

En conclusion, les systèmes de gestion des accès aux véhicules, soutenus par des technologies telles que l'ANPR, la reconnaissance faciale et la RFID, continueront d'influencer les secteurs de la logistique, du transport et de la sécurité. Le développement de ces technologies permettra de relever de nouveaux défis et d'offrir des solutions encore plus efficaces pour l'avenir.

Bibliographie

- [1] **Wikipédia.** Lecture automatisée de plaques. Dans Wikipédia. Récupéré de https://fr.wikipedia.org/wiki/Lecture_automatis%C3%A9e_de_plaques_d%27immatriculation
- [2] **CCTV Information.** An introduction to ANPR. Récupéré de <https://www.cctv-information.co.uk/article/an-introduction-to-anpr/>
- [3] **Accor Solutions.** Que signifie LAPI, RAPI, ANPR, LPR ? Récupéré de <https://www.accor-solutions.com/lapi-rapi-anpr-lpr/>
- [4] **Rental Barrier.** License Plate Recognition. Récupéré de <https://www.rentalbarrier.net/license-plate-recognition>
- [5] **Britannia Car Park Management.** How ANPR systems Have Evolved Over the Years. Britannia Car Park Management News & Advice, 16 novembre 2023. Récupéré de <https://www.britannia-carparkmanagement.co.uk/car-park-management-news-advice/how-anpr-systems-have-evolved-over-the-years>
- [6] **RegLocker.** How ANPR Works ? Récupéré sur <https://reglocker.co.uk/uses-benefits-of-anpr>
- [7] International **Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM).** Number Plate Detection System Using Machine Learning. 2021, Vol. 3(Issue 6), pp: 1520-1525.
- [8] **Kaur, S.** An Automatic Number Plate Recognition System. IJ. Intelligent Systems and Applications, 2016, 3, 14-25. Récupéré de <https://www.mecspress.org/ijisa/ijisa-v8-n3/IJISA-V8-N3-2.pdf>
- [9] **Pragati Unna.** License Plate Number Detection, GitHub Repository. Récupéré de <https://github.com/pragatiunna/License-Plate-Number-Detection/blob>
- [10] **International Journal of Computer Applications.** An Automatic Number Plate Recognition System for Car Park Management. 2017, Vol. 175(No.7), p. 37.
- [11] **Parvin, S., Rozario, L. J., & Islam, M. E.** Title of the Article. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 2021, 6(2), pp. 423-438.
- [12] **Hinde ANOUAL.** Détection et Localisation de texte dans les images de scènes naturelles : Application à la détection des plaques d'immatriculation marocaines. Thèse de Doctorat, UFR Informatique et Télécommunications, Faculté des Sciences Rabat, Université Mohammed V-Agdal, 14 Juillet 2012.
- [13] **Kumar, R. & Singh, A.** Character Segmentation in Gurumukhi Handwritten Text using Hybrid Approach. 2011. Récupéré de <http://www.ijcte.org/papers/357-G831.pdf>
- [14] **Casey, G. & Lecolinet, E.** A Survey of Methods and Strategies in Character Segmentation. Récupéré de <http://perso.telecom-paristech.fr/~elc/papers/pami96.pdf>

- [15] **Kotaielectronics**. OCR in ANPR Software: Turning Plates into Text, Kotaielectronics. Récupéré de <https://kotaielectronics.com/ocr-in-anpr-software-turning-plates-into-text/>
- [16] **SumUp**. Système OCR - Qu'est-ce qu'un système OCR ? Récupéré de <https://www.sumup.com/fr-fr/factures/termes-comptables/systeme-ocr/>
- [17] **Pranob K Charles, V.Harish, M.Swathi, CH. Deepthi**. A Review on the Various Techniques used for Optical Character Recognition. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 2012.
- [18] **Lubna, N., Mufti, N., & Shah, S. A. A**. Automatic Number Plate Recognition: A Detailed Survey of Relevant Algorithms. Récupéré de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8123416/>
- [19] **Alert Systems**. ANPR Application. Récupéré de <https://www.alertsystems.co.uk/security-solutions/anpr-automatic-number-plate-recognition/anpr-applications/>
- [20] **Michálek, Ivan & Vaculik, Juraj**. History and evolution of RFID technology. Pošta, Telekomunikácie a Elektronický obchod, 2008, 3, pp. 17-22. DOI: 10.26552/pte.C.2008.3.3.
- [21] **Kaur, M., Sandhu, M., Mohan, N., & Sandhu, P. S**. RFID technology principles, advantages, limitations & its applications. International Journal of Computer and Electrical Engineering, 2011, 3(1), pp. 151-157.
- [22] **Orange**. Qu'est-ce que la technologie RFID : définition et fonctionnement. IoT Journey. Récupéré de <https://iotjourney.orange.com/fr-FR/support/faq/qu'est-ce-que-la-technologie-rfid-:-definition-et-fonctionnement>.
- [23] **DJABEUR DJEZZAR, Mohammed Rafik, & BENKADA, Feth-allah**. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, Faculté des Sciences, Département d'Informatique, 2016/2017.
- [24] **MathWorks**. Reconnaissance de forme. MathWorks. Récupéré de <https://fr.mathworks.com/discovery/pattern-recognition.html>.
- [25] **SOLTANE, Kaouthar**. Reconnaissance Faciale dans une séquence d'images. Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de master académique en Informatique, Parcours : Image et Vie Artificielle (IVA), Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen, Année universitaire 2021-2022.
- [26] **Kaspersky**. Qu'est-ce que la reconnaissance faciale et comment ça marche ? Kaspersky. Récupéré de <https://www.kaspersky.fr/resource-center/definitions/what-is-facial-recognition>.
- [27] **Chilton, Alexander**. The Working Principle and Key Applications of Infrared Sensors. AZoSensors, 7 octobre 2013. Récupéré de <https://www.azooptics.com/Article.aspx?ArticleID=1281>.

- [28] **Il, Nick.** Pourquoi choisir le capteur de stationnement magnétique comme solution de détection de véhicule sans fil. MOKO INTELLIGENT, 10 novembre 2022. Récupéré de <https://www.mokosmart.com/fr/magnetic-parking-sensor/>.
- [29] **Coveley.** Proximity detector to detect the presence of an object, 14 septembre 1999.
- [30] **General Electric, Co.** Methods and systems for capacitive motion sensing and position control, 9 décembre 2003.
- [31] **Zimmerman, Thomas.** Photoelectric proximity, 7 avril 1992.
- [32] **Manias, S. N.** Power Electronics and Motor Drive Systems. Dans Electric Motor. Récupéré de <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/electric-motor#definition>.
- [33] **IQS Directory.** Electric Motor. Récupéré de <https://www.iqsdirectory.com/articles/electric-motor.html>.
- [34] **Altium Resources.** How to Drive a Servo Motor and the Components You Need, 21 juillet 2021. Récupéré de <https://resources.altium.com/p/how-to-drive-a-servo-motor-and-the-components-you-need>.
- [35] **Gunjal, Bhojaraju.** Database System: Concepts and Design. Décembre 2003. Actes de la 24e conférence IASLIC-SIG-2003. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/257298522_Database_System_Concepts_and_Design.
- [36] **Rossetto, Anthony.** Processeur. Vulgarisation Informatique. Récupéré de <http://www.vulgarisation-informatique.com/processeur.php>.
- [37] **1STI2D I2D.** Architecture d'un système à microprocesseur. Récupéré de <https://sin.ledantec-numerique.fr/wp-content/uploads/Architecture-dun-syst%C3%A8me-%C3%A0-microprocesseur.pdf>.
- [38] **Bachir, L. & Fathi, S.** Commande d'une Barrière Automatique à Base d'Arduino. Mémoire de master académique, Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued, 2018. Récupéré le 16 février 2021.
- [39] **HILA AICHA, KTIBE ZAYNEB.** Étude, Conception et Réalisation d'une Barrière Levante Automatique. Université d'Adrar, Année Universitaire 2020/2021.
- [40] **Chaboud, Thomas.** OpenCV : c'est quoi ? AXOPEN Blog, 25 septembre 2019. Récupéré de <https://www.axopen.com/blog/2019/09/open-cv-cest-quoi/>.
- [41] **Korben.** Reconnaissance faciale simplifiée avec une bibliothèque Python. Korben, 1 août 2023. Récupéré de <https://korben.info/reconnaissance-faciale-simplifiee-avec-bibliotheque-python.html>.

- [42] **Wikipédia.** Anaconda (distribution Python). Récupéré de [https://fr.wikipedia.org/wiki/Anaconda_\(distribution_Python\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Anaconda_(distribution_Python)).
- [43] **Hamdi, Rym Wafaa.** Étude et réalisation d'un robot suiveur de ligne contrôlé par une carte Arduino
- [44] Wikipedia. "Tinkercad." from <https://en.wikipedia.org/wiki/Tinkercad>.
- [45] **DJABEUR DJEZZAR, Mohammed Rafik, et BENKADA, Feth-allah.** Mise au Point d'une Application de Reconnaissance de Formes. *Mémoire de fin d'études, Année universitaire 2016-2017.*