REPUBLIQUEALGERIENNEDEMOCRATIQUEETPOPULAIRE

MINISTEREDEL'ENSEIGNEMENTSUPERIEURETDELARECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITEYAHIAFARESDEMEDEA

Faculté de Technologie

Département de Génie

Electrique

Mémoiredefind'étudesdeMaster

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et systèmes

Contrôle d'accès A Base D'un système

De Reconnaissance Automatique des

Plaques minéralogiques

Présentés par :

-BENDOU MOHAMED

- GUEMANA MOHAMED AMINE

Dirigé par :

-DR HENINI NOUREDDINE

2022/2023

REMERCIEMENT

NOUS REMERCIONS TOUT D'ABORD, ALLAH LE TOUT-PUISSANT DE NOUS AVOIR DONNÉ LA

SANTÉ ET LA VOLONTÉ POUR ACHEVER CE TRAVAIL.

NOUS SOUHAITONS ADRESSER NOS REMERCIEMENTS EN PREMIER LIEU À NOTRE ENCADREUR, MONSIEUR HENINI. N, QUI A ÉTÉ À NOTRE DISPOSITION ET NOUS A APPORTÉ UNE AIDE PRÉCIEUSE POUR L'ACCOMPLISSEMENT DE CE TRAVAIL. QUE DIEU LE BÉNISSE DAVANTAGE POUR SA CONTRIBUTION.

ENSUITE, NOUS TENONS À EXPRIMER NOTRE RECONNAISSANCE À L'ENSEMBLE DU PERSONNEL DE L'UNIVERSITÉ YAHIA FARÉS MÉDÉA, EN PARTICULIER CEUX DU DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES. LEUR SOUTIEN ET LEUR COLLABORATION ONT ÉTÉ ESSENTIELS À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.

NOUS N'OUBLIONS PAS NOS CAMARADES, AVEC LESQUELS NOUS AVONS PU METTRE EN VALEUR LE TRAVAIL D'ÉQUIPE TOUT AU LONG DE NOS RECHERCHES ET RÉALISATIONS. NOUS TENONS À SOULIGNER L'ATTENTION, L'HOSPITALITÉ ET LA CONSIDÉRATION QU'ILS ONT TÉMOIGNÉES À NOTRE ÉGARD AU COURS DE CES CINQ ANNÉES.

ENFIN, NOUS RECONNAISSONS QUE CETTE LISTE DE REMERCIEMENTS NE PEUT ÊTRE EXHAUSTIVE. NOUS TENONS À EXPRIMER NOS SINCÈRES REMERCIEMENTS À NOS PARENTS, FAMILLES, AMIS, PROCHES ET À TOUTES LES PERSONNES QUI NOUS ONT ENCOURAGÉS ET ONT CRU EN NOUS DÈS LE DÉBUT. LEUR SOUTIEN CONSTANT A ÉTÉ UNE SOURCE DE MOTIVATION INESTIMABLE.

NOUS SOMMES PROFONDÉMENT RECONNAISSANTS ENVERS TOUTES CES PERSONNES ET PRIONS POUR QU'ELLES SOIENT COMBLÉES DE BÉNÉDICTIONS.

DÉDICACE

A MA TRÈS CHÈRE MAMAN

DIEU REPOSE SON ÂME.

A MON TRÈS CHER PÈRE QUI M'A SOUTENU ET

ENCOURAGEZ-MOI DANS TOUS LES DOMAINES, EN PARTICULIER POUR

MARQUEZ CETTE LETTRE.

A MES CHERS FRÈRES ET SŒURS.

A NOTRE FAMILLE GUEMANA ET BENDOU

A NOTRE FIDÈLES AMIS BOUKHELKHAL MOLULOUD ,MELOUAHABDNNOUR ET À MES COUSINS.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPITRE I :présentation du système RAPI 3
I.1 Introduction 4
I.2 Reconnaissance automatique de plaques d'immatriculation 4
I.3 Les techniques de reconnaissance des plaques d'immatriculation: 5
I.3.1. Technique basée sur les propriétés de la plaque 5
I.3.2Technique basée sur les contours de la plaque 5
I.3.3Technique basée sur l'intelligence artificielle 5
I.3.4Technique basée sur la signature de la plaque 6
I.4 Principe de fonctionnement 6
I.5 Les domaines d'application de la reconnaissance des plaques d'immatriculation 7
I.5.1 Accès au Parking : 7
I.5.2 Passage aux frontières : 7
I.5.3 Péage urbain 8
I.5.4 Code pénal de la route 8
I.7 Conclusion 9
Chapitre II :Généralité sur le traitement d'images 10
II.1 Introduction 11
II.2 Caractéristiques des plaques d'immatriculation algériennes 11
II.3 Traitement d'image 13
II.3.1.Définition d'une image 13
II.3.2. Représentation d'image : 13
II.3.2.1 Image matricielle : 13
II.3.2.2 Image vectorielle 14
II.3.3 Caractéristiques d'une image numérique 15
II.3.3.1Pixel 15
II.3.3.2 Le bruit 16
II.3.3.3 Histogramme 17
II.3.3.4 Contraste 17
II.3.3.5Luminance 18
II.3.3.6 Dimension et Résolution 18
II.4Les types d'image 18
II.4.1Image binaire (noir ou blanc) : 18
II.4 .2 Image à niveaux de gris 19
II.4.3 Image en couleurs (RVB ou RGB en anglais) 20

II.5 Filtrage 21
II.5.1 Les filtres linéaires 21
II.5.2 Les filtres non linéaires 22
II.6 Segmentation d'images 22
II.6.1 Les types de segmentation d'images 23
II.7 Conclusion 24
CHAPITRE 3 : Mise en place du système RAPI 12
III.1 Introduction 26
III.2 Matériel et logiciel 26
III.2.1 : Raspberry pi 26
III .2.2: caméra Raspberry 29
III.2.3:Servomoteur sg90 30
III.2.4: Raspberry Pi OS 31
III.2.5:Python 32
III.2.6 : Bibliothèque OpenCV 33
III.2.7 : Python-tesseract 33
III.2.8 : Thonny IDE 34
III.2.9 : Tkinter 34
III.3 : Les étapes de système RAPI proposé 35
III.3.1.Capture d'image : 36
III.3.2.prétraitement de l'image 37
III.3.3. Détection des contours 40
III.3.4.Extraction de la région d'intérêt (ROI) 41
III.3.5.La segmentation de caractères 42
III.3.6.La reconnaissance optique des caractères 43
III.3.7. Vérification de la plaque d'immatriculation 44
III.3.8. Action du système 44
III.4. Expériences et Résultats 46
Conclusion générale : 52

Liste des figures :

Figure 1 : Reconnaissance des plaques d'immatriculation 4
Figure 2: Les principales fonctions d'un système RAPI 6
Figure 3: voiture Accès au Parking 7
Figure 4: Voiture au poste frontière 7
Figure 5: Voiture au péage urbain sur autoroute 8
Figure 6: Voiture dépassant la limite de vitesse 8
Figure 7: Composants de base de l'immatriculation des véhicules Algérienne. 12
Figure 8: Une image avec leur image numérique (Matricielle) 14
Figure 9: Image représente la déférence entre image matricielle et vectorielle 14
Figure 10: Image numérique avec un pixel 15
Figure 11: Représentation d'une image en couleur avec leurs pixels. 16
Figure 12: Exemple de bruit d'image 16
Figure 13: Exemple du contraste d'image 17
Figure 14: Image Binaire **Figure 15:**Image numérique binaire 19
Figure 16:Dégradé des valeurs du noir au blanc 19
Figure 17: Image numérique en couleur 20
Figure 18 : Exemple de filtres passe-haut et passe-bas 21
Figure 19: Mise en œuvre du filtre Médian 22
Figure 20: Segmentation, approche régions et l'approche contour 23
Figure 21: Le Raspberry Pi3 27
Figure 22: Les caractéristiques de Raspberry pi 3 model B 29
Figure 23: le module camera Raspberry pi v 1.3 30
Figure 24 : Servomoteur sg90 31
Figure 25 : Raspberry Pi OS desktop 32
Figure 26 : Logo Python 32
Figure 27 : Logo OpenCV 33
Figure 28 : l'interface graphique de Thonny 34
Figure 29 : Exemple de fenêtre Tkinter 35
Figure 30 : Organigramme du système de RAPI proposé 36
Figure 31 : Image originale de véhicule 37
Figure 32 : Conversion l'image originale en niveaux de gris 38
Figure 33 : le filtrage de l'image 39
Figure 34 : la binarisation de l'image 40
Figure 35 : Détection des contours 41
Figure 36 : Localisation de la plaque 42
Figure 37 : l'opération de découpage 42
Figure 38 : La segmentation de caractères 43
Figure 39 : Résultat de reconnaissance de caractère : 43
Figure 40 : Exemple de liste de matricules autorisés 44
Figure 41:diagramme d'action du système 45
Figure 42 : Schéma électronique du système RAPI proposé 46
Figure 43 : interface graphique du système RAPI proposé 47
Figure 44 : Exemple de véhicule non autoriséà entrer 48
Figure 45 : Exemple de véhicule autorisé à entrer 49
Figure 46 : Fausse détection de plaque d'immatriculation 50

RESUME

Les systèmes de reconnaissance des plaques d'immatriculation sont de plus en plus courants dans notre vie quotidienne. Ils sont utilisés pour la gestion du stationnement, la sécurité routière, la surveillance de la circulation, et bien d'autres applications. Les avancées de la technologie ont permis de créer des systèmes efficaces et fiables qui permettent d'accéder ou de refuser l'accès aux véhicules dans les zones réservées aux sociétés, entreprises ou résidents. Dans ce projet, nous allons vous montrer comment créer un système de reconnaissance de plaques d'immatriculation à l'aide d'un Raspberry Pi et de la bibliothèque OpenCV. Ce projet nécessite des connaissances en programmation Python et en traitement d'images avec OpenCV

Mots clés : système RAPI, traitement d’image, Raspberry Pi, Python, OpenCV

ملخص :

أصبحت أنظمة التعرف على لوحات الترخيص شائعة بشكل متزايد في حياتنا اليومية. يتم استخدامها لإدارة مواقف السيارات ، وسلامة الطرق ، ومراقبة حركة المرور ، والعديد من التطبيقات الأخرى أتاح التقدم التكنولوجي إمكانية إنشاء أنظمة فعالة وموثوقة تسمح بالوصول إلى المركبات أو رفض الوصول إليها في المناطق المخصصة للشركات أو الشركات أو المقيمين. في هذا المشروع ، سنوضح كيفية إنشاء نظام التعرف على لوحة الترخيص باستخدام رازبيري باي و مكتبة اوبان سي في يتطلب هذا المشروع معرفة ببرمجة بايثون و معالجة الصور باستخدام اوبان سي في

كلمات مفتاحية:نظامRAPI ،معالجة الصور، راسبيري، لغة البرمجة بايثون،مكتبة اوبان سي

Abstract:

Access control for vehicles is a crucial aspect of modern society, whether it's managing parking lots, ensuring road safety, or monitoring traffic flow. License plate recognition systems have become increasingly common in our daily lives, allowing for efficient and accurate identification of vehicles. In this project, we will show you how to create a license plate recognition system using a Raspberry Pi and the OpenCV library. The system will not only recognize license plates but also determine if the detected plate number is authorized or not, based on a list of approved license plate numbers stored in the code. This project requires knowledge of Python programming and image processing with OpenCV.

Key words: ALPR system, image processing, Raspberry Pi, Python, OpenCV.

INTRODUCTION GENERALE

Depuis l'invention de l'automobile, la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation est devenue un enjeu majeur pour les services de sécurité et de surveillance routière. Aujourd'hui, grâce à l'avancée des technologies de l'information et de la communication, il est possible de réaliser cette reconnaissance de manière automatique à l'aide de systèmes de traitement d'image et d'algorithmes de reconnaissance optique de caractères (OCR). Dans ce mémoire, nous nous intéressons à la mise en place d'un système de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation à l'aide d'une caméra Raspberry Pi et de logiciels open source tels que Python, OpenCV et Pytesseract.

Dans le contexte actuel, la reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation est largement utilisée pour les contrôles de sécurité dans les aéroports, les accès aux parkings privés, la gestion du trafic routier et la lutte contre le vol de véhicules. La mise en place de ce type de système nécessite une expertise en traitement d'image, en algorithme et en programmation. C'est dans ce contexte que nous avons choisi de réaliser ce projet afin de mettre en pratique nos connaissances en automatique et l'informatique et notre passion pour les nouvelles technologies.

Notre démarche de recherche consiste à étudier les différentes méthodes de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation et à sélectionner la plus adaptée à notre système. Nous allons également détailler les différentes étapes de la mise en place du système, de l'acquisition de l'image à la reconnaissance du matricule.

La problématique de ce mémoire est de savoir comment mettre en place un système de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation à l'aide d'une caméra Raspberry Pi et des logiciels open source. Nous allons ainsi répondre à cette problématique en présentant notre méthodologie de recherche et en détaillant les différentes étapes de la mise en place du système.

Nous allons également tester notre système en utilisant des images de plaques minéralogiques réelles et vérifier la précision de la reconnaissance du matricule.

Le premier chapitre est consacré à une étude des systèmes de Reconnaissance Automatique des Plaques d'Immatriculation (RAPI). Il se concentre sur la compréhension et l'analyse de ces systèmes,Le deuxième chapitre aborde les notions fondamentales du traitement d'image en général. Il fournit une introduction aux principes et aux techniques du traitement d'image, en mettant l'accent sur leur pertinence pour la reconnaissance des plaques d'immatriculation. Le troisième chapitre se concentre sur la mise en place pratique d'un système de Reconnaissance Automatique des Plaques

d'Immatriculation (RAPI). Il décrit les différentes étapes impliquées dans la conception, le développement et le déploiement d'un tel système.

CHAPITRE I :présentation du système RAPI

I.1 Introduction

Le contrôle d'accès basé sur un système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques est devenu un domaine d'étude crucial dans le domaine de la sécurité et de la gestion du trafic. Dans ce premier chapitre, nous nous intéressons à la lecture automatique des plaques d'immatriculation et aux différentes techniques de reconnaissance qui sont utilisées. Nous examinerons également le principe de fonctionnement de ces techniques et les domaines d'utilisation.

I.2 Reconnaissance automatique de plaques d'immatriculation

Le système de reconnaissance des plaques d'immatriculation (RAPI) est un système qui utilise des techniques de traitement d'image et de vision par ordinateur pour détecter, lire et interpréter les informations contenues sur les plaques d'immatriculation des véhicules de manière automatique et rapide, permet de gérer les autorisations et l'enregistrement des plaques d'immatriculation des véhicules entrant et/ou sortant d'une zone. Les données relatives aux véhicules à contrôler sont préalablement enregistrées dans une base de données. Les autorisations d'accès peuvent être paramétrées depuis chaque "fiche véhicule" en fonction de la date ou des jours de la semaine.

Le système permet d'autoriser ou de refuser l'accès à une zone en fonction de la reconnaissance des plaques d'immatriculation. L'opérateur peut ainsi suivre en temps réel les entrées et les sorties autorisées et refusées afin de mieux gérer l'accès des utilisateurs. [1]



Figure 1 : Reconnaissance des plaques d'immatriculation

I.3 Les techniques de reconnaissance des plaques d'immatriculation:

LessystèmesRAPIutilisentgénéralementunevariétédetechniquesetdeméthodes. Traitementd'imagepourdétecter,localiseretextrairelesplaquesd'immatriculationdesimages. Citezparmicestechniqueslessuivantes[2]:

I.3.1.Technique basée sur les propriétés de la plaque

Cette technique utilise les propriétés suivantes :

• L'aspect de la plaque, c'est-à-dire sa couleur.

• La segmentation de l'image en noir et blanc après l'application de seuils.

• Les dimensions des caractères et l'espacement entre eux.

Les méthodes qui utilisent la couleur comme critère ne sont pas aussi efficaces en raison de la variabilité des couleurs dues à l'éclairage, ce qui peut entraîner la détection d'autres régions qui ne correspondent pas à la plaque.

I.3.2Technique basée sur les contours de la plaque

Cette méthode repose sur l'utilisation des contours des caractères et des plaques comme points de référence pour l'extraction. Les pixels situés le long des contours des caractères et des plaques présentent une intensité nettement différente de celle des pixels environnants. Cependant, cette technique présente une limitation lorsqu'il y a peu de variation d'intensité le long des bords de la plaque par rapport au reste de l'image.

I.3.3Technique basée sur l'intelligence artificielle

Cette technique utilise :

•L'utilisation d'un réseau de neurones à deux entrées, agissant comme des filtres horizontaux et verticaux, permet de détecter les plaques. L'intersection entre ces deux filtres localise la région où se trouve la plaque.

•Un autre réseau de neurones est utilisé pour déterminer les régions potentielles qui seront ensuite analysées à l'aide d'une transformée de Fourier afin de détecter la région appropriée. Cet algorithme est répété jusqu'à ce que la plaque soit identifiée. Cependant, le succès de cet algorithme dépend de l'éclairage.

I.3.4Technique basée sur la signature de la plaque

Cette technique utilise un des algorithmes suivants :

• L'algorithme d'Adaboost.

• Un algorithme est employé pour sélectionner une région de texte parmi un ensemble donné, en exploitant le fait qu'une plaque contient des caractères et/ou des symboles clairement visibles. Cependant, ce processus peut conduire à la sélection de certaines autres régions qui peuvent également contenir du texte.

I.4 Principe de fonctionnement

Généralement un système RAPI est divisé en 6 grandes fonctions :

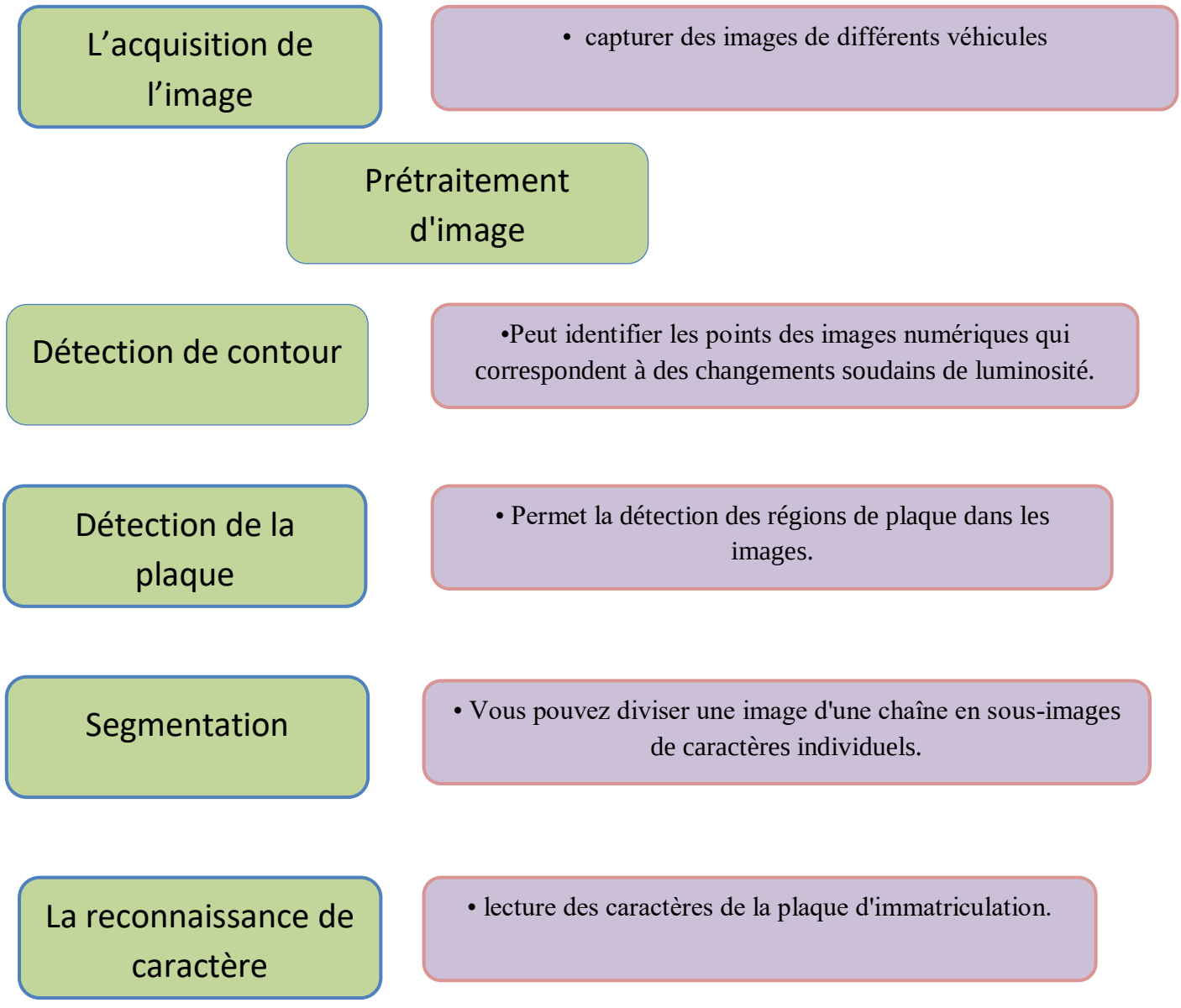


Figure 2: Les principales fonctions d'un système RAPI

I.5 Les domaines d'application de la reconnaissance des plaques d'immatriculation

I.5.1 Accès au Parking :

Le système RAPI permet l'entrée automatique pour les membres payés d'avance et calcule les frais de stationnement pour les non-membres en comparant les heures d'entrée et de sortie.



Figure 3: voiture Accès au Parking

I.5.2 Passage aux frontières :

Cette application aide le registre des entrées ou des sorties dans un pays et peut être utilisée pour surveiller les postes frontières. Cette installation est illustrée à la figure 4. Chaque information de véhicule est enregistrée dans une base de données centrale et peut être liée à des informations supplémentaires. [3]



Figure 4: Voiture au poste frontière

I.5.3Péage urbain

Le numéro de la plaque d'immatriculationest utilisé pour calculer le coût Utilisé pour conduire sur les routes à péage et vérifier les tickets. à l'étranger Les péages de congestion fonctionnent en analysant les plaques d'immatriculation enregistrées par les véhicules. Un réseau de caméras de surveillance installées aux entrées et sorties des péages. Il Les données collectées sont ensuite comparées à la base de données centrale pour identifier Confirmez le paiement effectif en temps opportun avec le propriétaire du véhicule.



Figure 5: Voiture au péage urbain sur autoroute

I.5.4Code pénal de la route

Le numéro de plaque d'immatriculation est utilisé pour générer automatiquement une amende en cas de violation de la vitesse ou des feux rouges. Cette procédure automatisée remplace le processus Manuel de préparation des amendes, ce qui réduit les délais et les surcharges administratives. Les amendes peuvent être consultées et payées en ligne.



Figure 6: Voiture dépassant la limite de vitesse

I.7 Conclusion

Ce chapitre constitue une base solide pour notre projet de fin d'études sur le contrôle d'accès basé sur un système de reconnaissance automatique des plaques minéralogiques. Les connaissances acquises ici nous permettront d'approfondir notre étude dans les chapitres suivants, en examinant plus en détail les aspects techniques, les défis et les opportunités de ce système.

Chapitre II :Généralité sur le traitement d'images

II.1 Introduction

Le traitement d'image est devenu un domaine essentiel dans le domaine de l'automatisation et de la reconnaissance d'objets. Les systèmes automatisés utilisent des techniques de traitement d'image pour détecter, analyser et reconnaître des objets dans des images numériques. Dans ce chapitre, nous explorerons les notions de base du traitement d'images.

II.2 Caractéristiques des plaques d'immatriculation algériennes

Les plaques d'immatriculation algériennes ont plusieurs caractéristiques qui les rendent distinctes et facilement identifiables [4] :

Format **:** Le numéro d'immatriculation est composé de trois groupes de chiffres séparés par des espaces :

1er groupe : cinq ou six chiffres qui correspondent au numéro de dossier du véhicule.

2eme groupe, composé de trois chiffres : le premier chiffre permet d'identifier le type de véhicule (1 pour un véhicule particulier, 2 pour un camion, 3 pour une camionnette, 4 pour un véhicule de transport ou un autobus, 5 pour un tracteur routier, 6 pour un autre type de tracteur, 7 pour un véhicule spécial, 8 pour une remorque, 9 pour une moto). Les deux suivants renvoient à l'année de mise en circulation du véhicule.

3eme groupe : deux chiffres qui identifient la wilaya d'immatriculation, de 01 à 58 (depuis janvier 2022 par l'ajout de 10 wilayas au pays).

Couleur **:** Les plaques d'immatriculation algériennes sont blanches/jaunes (blanc pour l'avant, jaune pour l'arrière) avec des caractères noirs.

Matériau : Les plaques d'immatriculation algériennes sont généralement en métal, bien que certains véhicules puissent avoir des plaques en plastique.

Police de caractères **:** Les caractères sur les plaques d'immatriculation algériennes sont écrits en police standard, sans caractères spéciaux ou stylisés.

Taille : Les plaques d'immatriculation algériennes ont une taille standard, qui mesure environ 52 cm de longueur et 11 cm de hauteur avec 1 millimètre d'épaisseur [5]

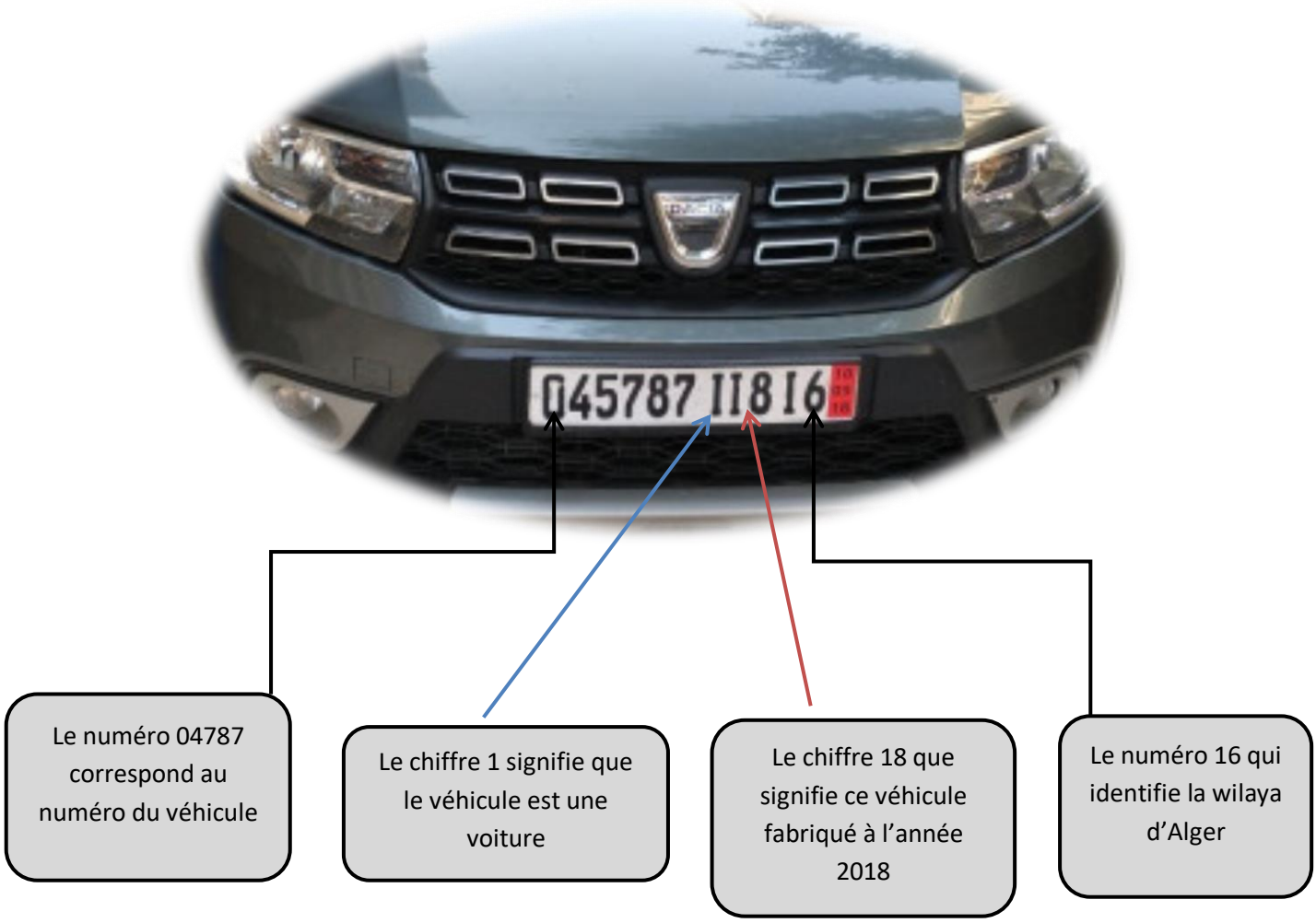


Figure 7: Composants de base de l'immatriculation des véhicules Algérienne.

II.3 Traitement d'image

Le traitement d'image est une discipline scientifique qui vise à manipuler des images numériques à l'aide de plusieurs techniques informatiques et mathématiques pour extraire des informations utiles à partir d'une image, améliorer la qualité de l'image, reconstruire, segmenter ou encore classifier. Le traitement d'image est utilisé dans de nombreux domaines, tels que la médecine, la surveillance, l'analyse d'images satellite, la robotique, l'industrie, la sécurité, la réalité augmentée, la réalité virtuelle, le multimédia, le divertissement. [6]

Les techniques de traitement d'image sont basées sur des algorithmes mathématiques et statistiques, tels que la transformée de Fourier, la transformation de Hough, la détection de contours, la morphologie mathématique, la segmentation par seuillage, la réduction de bruit, le filtrage, la classification. Les images sont traitées à l'aide de logiciels spécialisés de traitement d'image, tels que MATLAB, Open CV.

II.3.1.Définition d'une image

Une image est une représentation visuelle d'un objet, d'une scène ou d'un concept, généralement sous la forme d'une photographie, d'un dessin ou d'une peinture, Brièvement est une transformation d'une scène réelle 3D (x,y,z) a un signal 2D (x,y) . [7]

Pour un ordinateur, une image est une représentation numérique d'une image visuelle. Elle est stockée sous forme de fichier numérique. Les images numériques sont composées de pixels, qui sont les plus petites unités d'une image. Chaque pixel est représenté par un code qui détermine sa couleur et sa luminosité.

II.3.2. Représentation d'image :

Les images numériques sedivisent en 2 parties dominantes : Les images matricielles et les images vectorielles.

II.3.2.1 Image matricielle :

Les images matricielles, également appelées images bitmap, sont composées de pixels. Elles sont stockées sous forme de fichiers numériques qui contiennent des informations sur la taille de l'image, le nombre de pixels, la résolution et les couleurs utilisées. Les formats d'image matricielle

Couramment utilisés incluent JPEG, PNG, GIF et BMP. Les images matricielles sont bien adaptées aux images photographiques et réalistes, car elles peuvent représenter des nuances subtiles de couleurs et de luminosité.

L'image est composée d'une matrice de points à plusieurs dimensions, chaque dimension représentant une dimension spatiale (hauteur, largeur, profondeur, temporelle) ou autre. [8]

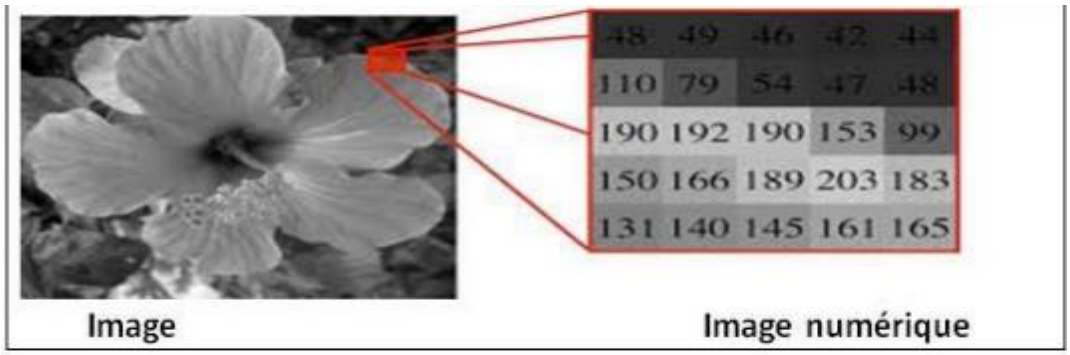


Figure 8: Une image avec leur image numérique (Matricielle)

II.3.2.2 Image vectorielle

Les images vectorielles, quant à elles, sont créées à partir de formes géométriques, telles que des lignes, des courbes et des formes. Les images vectorielles sont stockées sous forme de fichiers numériques qui contiennent des informations sur les formes utilisées, les couleurs et les effets appliqués. Les formats d'image vectorielle couramment utilisés incluent SVG, AI et EPS. Les images vectorielles sont bien adaptées aux illustrations, logos et autres graphismes qui nécessitent des formes géométriques précises. Les images vectorielles peuvent être redimensionnées sans perte de qualité d'image, car elles ne sont pas basées sur des pixels individuels. [9]

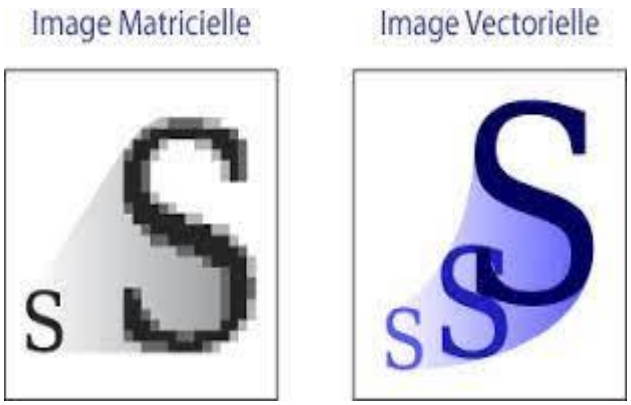


Figure 9: Image représente la déférence entre image matricielle et vectorielle

II.3.3 Caractéristiques d'une image numérique

L'image est un ensemble structuré d'informations caractérisé par plusieurs paramètres parmi ces paramètres on trouve:

II.3.3.1Pixel

Le pixel est une contraction de l'expression anglaise "Picture Elements" (éléments d'image). C'est le plus petit point constituant une image, et c'est une entité calculable pouvant être structurée et quantifiée. Alors que le bit est la plus petite unité d'information traitée par un ordinateur, le pixel est le plus petit élément manipulé par les appareils et logiciels d'affichage ou d'impression. Les pixels jouent un rôle fondamental dans la création, la manipulation et l'affichage d'images numériques. [10]

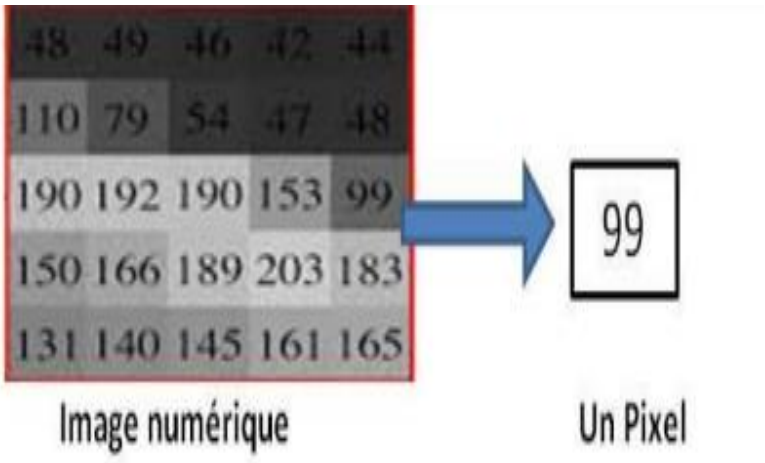


Figure 10: Image numérique avec un pixel

Dans une image couleur (R.V.B.), un pixel peut être représenté sur trois octets : un octetpour chacune des couleurs : rouge (R), vert (V) et bleu (B) [8]

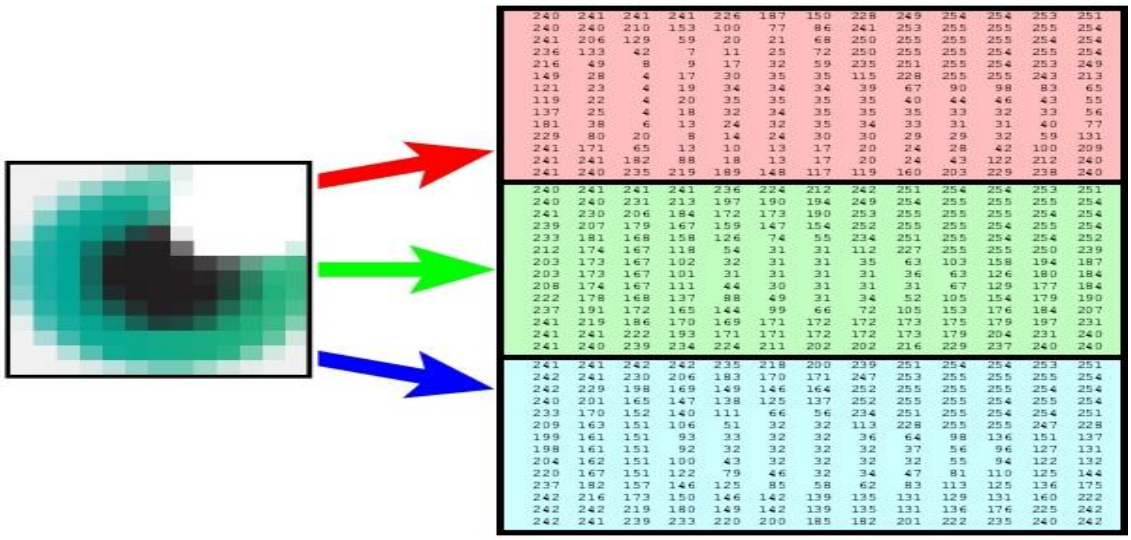


Figure 11: Représentation d'une image en couleur avec leurs pixels.

II.3.3.2 Le bruit

Le bruit sur une image n'a bien évidemment rien d'audible. C'est un phénomène causé par un éclairage insuffisant lors de la prise de vue. Il se caractérise par l'apparition de grains colorés particulièrement visibles dans les zones sombres. [11]

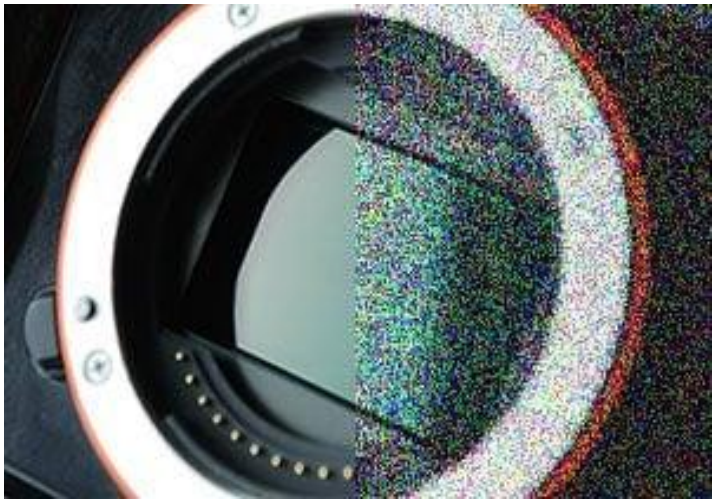


Figure 12: Exemple de bruit d'image

II.3.3.3 Histogramme

L'histogramme des niveaux de gris ou des couleurs d'une image est une fonction qui indique la fréquence d'apparition de chaque niveau de gris (ou couleur) dans l'image. Il est couramment utilisé pour diverses applications telles que la réduction de l'erreur de quantification, la comparaison d'images prises dans des conditions d'éclairage différentes, ou encore la mesure de certaines propriétés de l'image. En modifiant l'histogramme, on peut obtenir des informations détaillées sur la répartition des niveaux de gris (ou couleur) et déterminer les plages de valeurs dans lesquelles se trouvent la majorité des niveaux de gris (ou couleur), ce qui est utile pour corriger les images trop claires ou trop foncées.[12]

II.3.3.4 Contraste

Le contraste en traitement d'image correspond à la différence de luminance entre les parties les plus claires et les parties les plus sombres d'une image. [13]

Le contraste global d'une image, souvent utilisé avec des mires de test pour déterminer la fonction de transfert de modulation d'un système optique est défini par Michelson par :

$$C = \frac{\mathrm{Lmax} - \mathrm{Lmin}}{\mathrm{Lmax} - \mathrm{Lmin}}$$



Figure 13: Exemple du contraste d'image

II.3.3.5Luminance

La luminance est une mesure de la luminosité perçue d'une image ou d'une scène. Elle est basée sur la perception visuelle de l'œil humain, qui est plus sensible aux différences de luminosité qu'aux différences de couleur. La luminance est souvent utilisée en imagerie pour décrire la quantité de lumière émise par chaque pixel d'une image. [14]

Une bonne luminance se caractérise par :

1.Des images bien éclairées et lumineuses.
2. Un contraste adéquat, évitant les images où le contraste est trop extrême, ce qui peut entraîner une perte de détails dans les zones sombres ou lumineuses.
3.L'absence de parasites ou de perturbations indésirables dans l'image, tels que des taches ou du bruit visuel.

II.3.3.6 Dimension et Résolution

La dimension d'une image correspond à sa taille et est représentée sous la forme d'une matrice composée d'éléments numériques qui représentent les intensités lumineuses des pixels. En multipliant le nombre de lignes de cette matrice par le nombre de colonnes, on obtient le nombre total de pixels dans l'image.
En revanche, la résolution fait référence à la clarté ou à la finesse des détails obtenue par un moniteur ou une imprimante lors de la production d'images. Pour les moniteurs d'ordinateur, la résolution est exprimée en termes de nombre de pixels par unité de mesure telle que le pouce ou le centimètre. Le terme "résolution" est également utilisé pour désigner le nombre total de pixels présents à la fois horizontalement et verticalement sur un moniteur. Plus ce nombre est élevé, meilleure est la résolution.[15]

II.4Les types d'image

Il existe plusieurs types d'images, chacun ayant des caractéristiques spécifiques en termes de résolution, de qualité et de taille de fichier. Voici quelques exemples de types d'images :

II.4.1Image binaire (noir ou blanc) :

Les images binaires sont codées sous forme d'un tableau 2D, utilisant généralement 1 bit par pixel. Un bit 0 représente la couleur "noir" et un bit 1 représente la couleur "blanc". Ces images sont principalement utilisées pour des graphiques simples, du texte ou des dessins au trait, ce qui les rend de petite taille. Dans la Figure 14, on peut observer une image binaire qui est le résultat d'un algorithme de détection d'arêtes. Les pixels ayant une valeur de 1 correspondent aux arêtes détectées, tandis que les pixels ayant une valeur de 0 représentent l'arrière-plan. [16]



0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0

Figure 14: Image Binaire **Figure 15:**Image numérique binaire

II.4 .2Image à niveaux de gris

Le niveau de gris d'un pixel est une mesure de l'intensité lumineuse à ce point précis. Contrairement aux images en couleur, les images en niveaux de gris n'utilisent qu'une gamme de valeurs allant du noir au blanc, avec plusieurs niveaux de gris intermédiaires. Chaque pixel dans une image en niveaux de gris est associé à une valeur qui représente la quantité de lumière renvoyée. Cette valeur peut généralement varier de 0 à 255, utilisant un octet (8 bits) pour sa représentation.

Les images en niveaux de gris sont souvent utilisées pour représenter des diagrammes et des graphiques, où la couleur n'est pas aussi importante que les variations d'intensité lumineuse.[17]

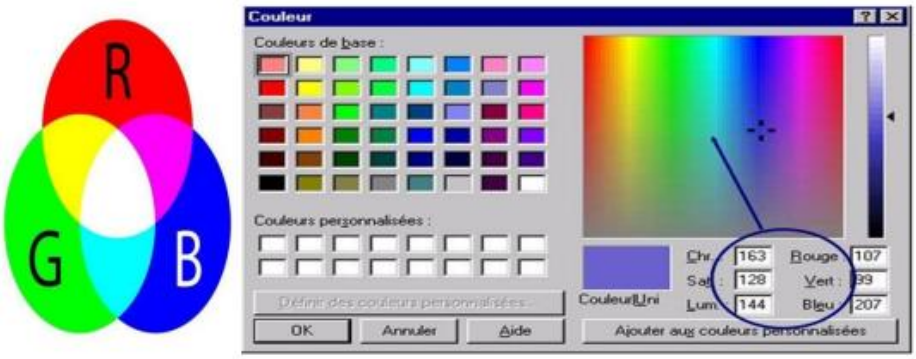


Figure 16:Dégradé des valeurs du noir au blanc

II.4.3 Image en couleurs (RVB ou RGB en anglais)

La représentation des images en couleur est obtenue en combinant trois couleurs primaires : le rouge, le vert et le bleu (RVB). Chaque couleur est codée comme une image en niveaux de gris, avec des valeurs allant de 0 à 255. Lorsque les valeurs des composantes rouge (R), vert (V) et bleu (B) sont toutes égales à 0, nous obtenons du noir pur, et lorsque R = V = B = 255, nous obtenons du blanc pur.

Pour représenter des images en couleur, il existe deux approches courantes. La première consiste à utiliser une seule image où la valeur de chaque pixel est une combinaison linéaire des valeurs des trois composantes couleurs (RVB). La seconde approche consiste à utiliser trois images distinctes, chacune représentant une composante couleur (R, V et B). Ces images peuvent ensuite être superposées ou affichées séparément pour reconstituer l'image en couleur complète. [18]



{0, 12,55}	{17, 25, 14}	{255, 255, 255}
{78, 85, 55}	{14,7, 47}	{250, 30, 5}
{47, 47, 47}	{8, 52, 16}	{0, 2, 5}

Figure 17: Image numérique en couleur

II.5Filtrage

Le principe du filtrage est de modifier la valeur des pixels d'une image, généralement dans le but d'améliorer son aspect. En pratique, il s'agit de créer une nouvelle image en se servant des valeurs des pixels de l'image d'origine. [19]

II.5.1Les filtres linéaires

Les filtres linéaires transforment un ensemble de données d'entrée en un ensemble de données de sortie par une convolution bidimensionnelle qui est une opération mathématique. Ils permettent de supprimer le bruit dans l'image. [20]

Il existe un grand nombre de filtres linéaires possibles on peut les classer en 2 grandes catégories :

· **Filtre passe-haut**

Le filtre passe-haut est utilisé pour augmenter les transitions brutales dans une image et mettre en évidence les détails fins. Il permet de renforcer les hautes fréquences et d'atténuer les basses fréquences, ce qui permet d'améliorer la visibilité des contours et des structures fines dans une image.

·Filtre passe-bas

Le filtre passe-bas est utilisé pour réduire le bruit en atténuant les hautes fréquences de l'image. Cependant, il peut causer un flou généralisé et une perte de détails. Les approches non linéaires ont été développées pour mieux traiter les régions homogènes tout en préservant les structures fines de l'image.

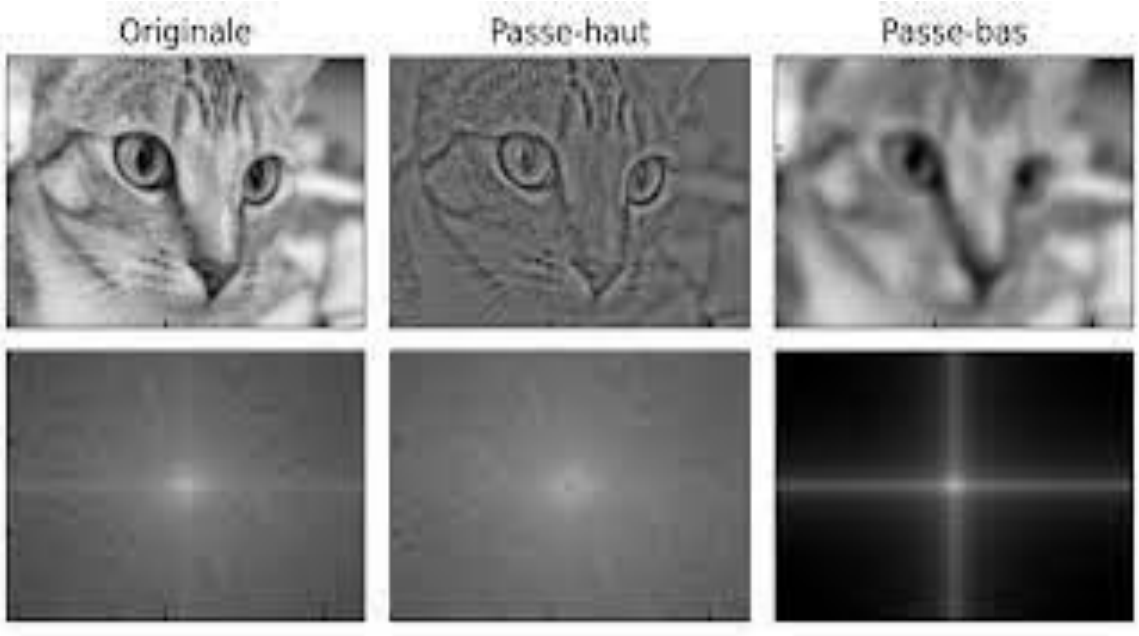


Figure 18 : Exemple de filtres passe-haut et passe-bas

II.5.2 Les filtres non linéaires

Pour éviter le flou introduit par les filtres passe-bas classiques, une autre famille de méthodes existe, les filtres non linéaires ou filtres d'ordre. Ce sont des filtres dans lesquels la nouvelle valeur du pixel est calculée par une combinaison non linéaire de la fenêtre des pixels avoisinants. [20]

· **Filtre Médian**

Le filtre médian est le filtre non linéaire le plus utilisé, c'est un filtre qui réduit les parasites. Son algorithme est relativement simple, le filtre remplace la valeur de chaque pixel par la valeur médiane du pixel et de ses voisins.

L'idée principale du filtre médian est de remplacer chaque pixel de l'image par la médiane des valeurs des pixels voisins situés dans une fenêtre de taille définie. La médiane est simplement la valeur du pixel qui se trouve au milieu lorsque les valeurs des pixels voisins sont triées par ordre croissant. [21]

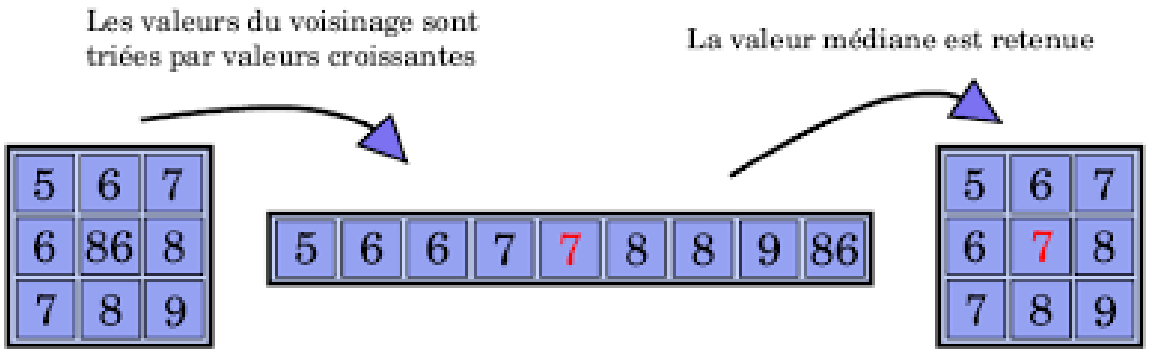


Figure 19: Mise en œuvre du filtre Médian

II.6 Segmentation d'images

La segmentation d'image permet l'extraction d'éléments constituants l'image, une étape essentielle dans le processus d'interprétation d'une scène et ça consiste à partitionner l'image en un certain nombre de régions disjointes. [22]

Ilexistedenombreusesméthodesdesegmentationet elles varient considérablement Une solution au problèmedesegmentation d'image. Nous allons enprésenter quelques-uns. Nous pouvonsdistinguerlesméthodesdecontouretlesméthodesderégion.

II.6.1 Les types de segmentation d'images

1.La segmentation basée sur les régions : Cette catégorie peut correspondre aux algorithmes d'accroissement de régions. Ce type de segmentation consiste à prendre un ensemble de petites régions uniformes dans l'image et à regrouper les régions adjacentes de même couleur jusqu'à ce qu'aucun regroupement ne soit plus possible. Cette catégorie peut aussi correspondre à des algorithmes de découpage de régions on part de l'image entière que l'on va subdiviser en plus petites régions tant que ces régions ne sont pas suffisamment homogènes. Les algorithmes dits « split and merge » sont un mélange de ces deux techniques.[22]

2. La segmentation basée sur les contours : Cette catégorie s'intéresse aux contours des objets dans l'image. Des filtres détecteurs de contours sont appliqués à l'image. Si l'image est très contrastée, le résultat est satisfaisant, mais dans le cas contraire, il faut utiliser des techniques de reconstruction de contours. Cette technique est locale et en général trop limitée pour traiter des images complexes.[22]

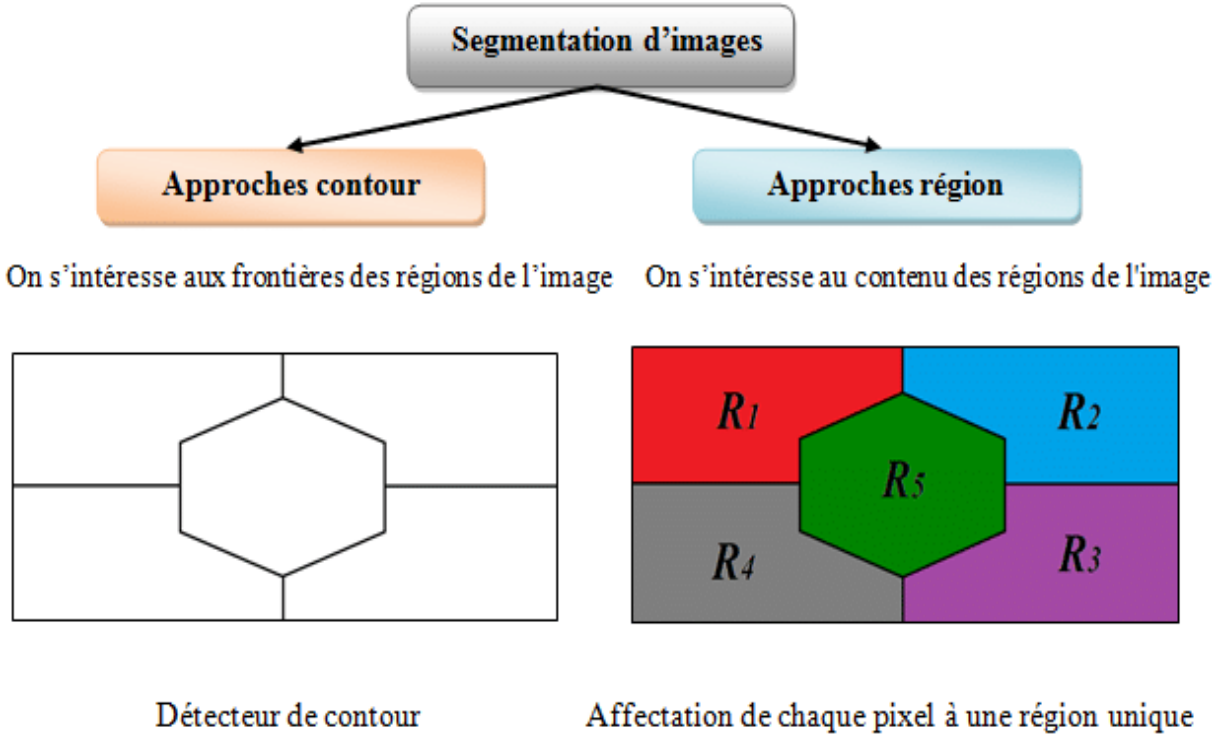


Figure 20: Segmentation, approche régions et l'approche contour

II.7 Conclusion

Ce chapitre jettera les bases nécessaires pour approfondir notre étude dans le chapitre suivant nous sommes mieux équipés pour développer des systèmes de contrôle d'accès basés sur la reconnaissance automatique des plaques minéralogiques, en exploitant les techniques et les connaissances acquises dans ce domaine en constante évolution.

CHAPITRE 3 : Mise en place du système RAPI

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous abordons la mise en place du système RAPI pour la reconnaissance de plaque d'immatriculation. Nous détaillons les aspects matériels et logiciels utilisés dans ce système, ainsi que les différentes étapes du processus de reconnaissance, allant de la capture d'image à l'action du système. Enfin, nous présentons l'implémentation concrète du système, ainsi que les résultats obtenus lors de tests. Ce chapitre est divisé en trois sections distinctes : "Matériel et logiciel", "Les étapes du système RAPI proposé" et "Expériences et Résultats".

III.2 Matériel et logiciel

Pour mettre en place un système de contrôle d'accès basé sur la reconnaissance de plaques d'immatriculation, il est essentiel de disposer des matériels et logiciels appropriés :

III.2.1 : Raspberry pi

Le Raspberry pi est ce qu'on appelle un nano-ordinateur. De la taille d'une carte de crédit, il est équipé du strict nécessaire :

- ✓ Un microprocesseur ARM
- ✓ De la mémoire RAM
- ✓ Une carte vidéo
- ✓ Une carte ethernet
- ✓ Le Wi-fi
- ✓ Le Bluetooth

L'objectif principal du créateur du Raspberry Pi, EbenUpton, était de créer un outil très accessible pour permettre à tous les étudiants d'apprendre plus efficacement le développement et la programmation informatique. [23]

Le Raspberry Pi est un aspect essentiel de la technologie car il fournit à un individu une excellente plate-forme où il permet aux utilisateurs de s'exprimer. Cependant, il peut être programmé dans différents langages de programmation.

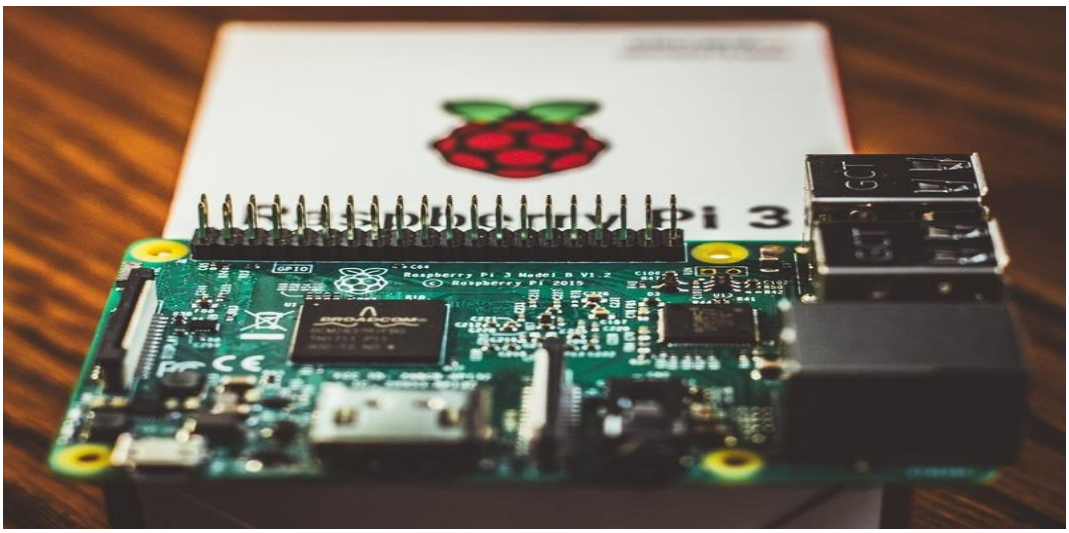


Figure 21: Le Raspberry Pi3

Le Raspberry Pi est un aspect essentiel de la technologie car il fournit à un individu une excellente plate-forme où il permet aux utilisateurs de s'exprimer. Cependant, il peut être programmé dans différents langages de programmation.

En effet, certaines langues conviennent mieux à certaines tâches qu'à d'autres. En d'autres termes, la disponibilité de différentes langues offre aux utilisateurs un choix flexible pour choisir leur niveau de confort.

L'importance fondamentale du kit Raspberry Pi est :

Abordables – Ce kit est un ordinateur à faible coût qui permet à de nombreuses personnes de l'utiliser.

Polyvalent - L'utilisation de ce kit Pi peut varier. Plutôt que de créer des projets uniques, vous pouvez utiliser ce kit pour retro gaming, robotique, automatisation, etc.

Open source - Le ciel est la limite. Le kit Raspberry Pi encourage la collaboration, l'innovation et la participation des individus. Informatique verte – La consommation d'énergie est très inférieure à Celle des ordinateurs traditionnels. Par conséquent, une consommation d'énergie moindre rend ce kit respectueux de l'environnement. En bref, le kit Raspberry Pi a le potentiel d'autonomiser un large Éventail de personnes grâce à ses fonctionnalités et à son interface conviviale. Le kit vous permet d'expérimenter divers composants matériels en personnalisant le logiciel en fonction de vos besoins. [24]

Avant de nous lancer dans des cas d'utilisation il est important de comprendre comment fonctionne un Raspberry pi. Le Raspberry pi ne dispose pas d'un disque dur interne (cela augmenterait grandement sa taille) et on stockera les données sur une carte SD. Par défaut, le Raspberry pi, est nu, comprendre par la qu'il est vendu sans accessoires. Pour pouvoir l'utiliser vous devrez donc avoir :

- Une carte micro SD compatible avec le modèle Raspberry pi que vous avez choisi
- Un câble d'alimentation micro USB standard
- Un câble RJ45 pour se connecter au réseau
- Un câble HDMI afin de connecter le Raspberry pi un écran ou une télévision.
- Un clavier pour taper les commandes

Le premier problème que l'on rencontre est donc l'installation d'un système d'exploitation. Heureusement pour nous cette opération est relativement facile grâce à l'utilisation de la carte SD. La première étape sera donc de préparer la carte micro SD en y installant un système d'exploitation. On peut installer différentes distributions, la plus connue étant Raspbian (Debian pour RPi) que l'on peut télécharger directement depuis le site Internet de Raspberry pi. Une fois l'image téléchargée, vous pourrez l'installer sur votre carte micro SD en utilisant le logiciel Win32DiskImage [25]

Dans ce projet on utilise Raspberry pi 3 model.

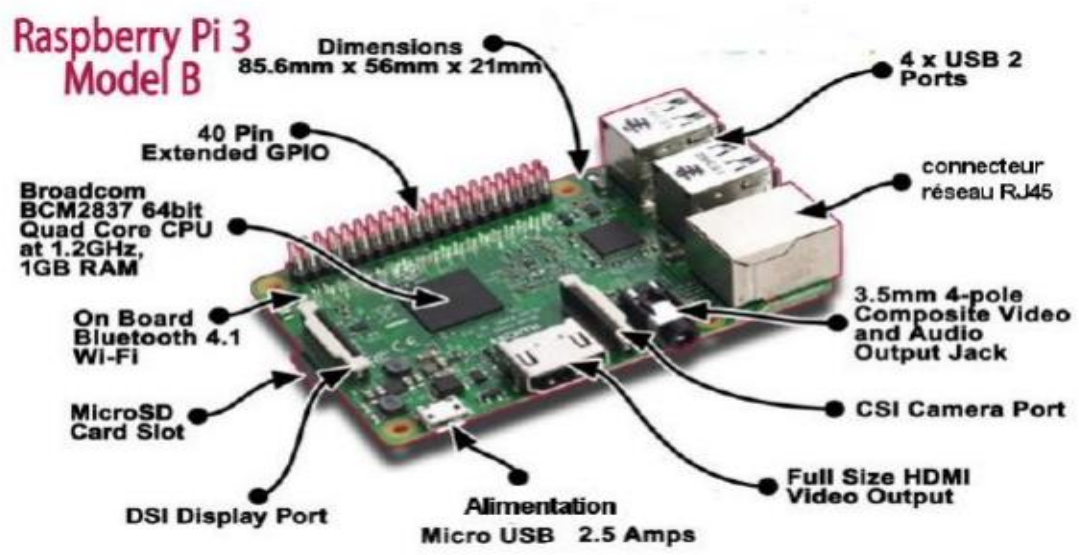


Figure 22: Les caractéristiques de Raspberry pi 3 model B

III .2.2: caméra Raspberry

Il s'agit d'un petit dispositif compact doté d'une résolution de 5 Méga de pixels et capable d'enregistrer des vidéos en qualité 1080p. La caméra se connecte facilement au connecteur CSI préexistant de la carte Raspberry Pi. Elle est compatible avec les modèles A ou B de Raspberry Pi.[26]

Les caméras Raspberry Pi peuvent être utilisées pour capturer des images et des vidéos de haute qualité pour des projets de surveillance, de robotique, de vision par ordinateur, de photographie et bien plus encore.

Il existe deux types de caméras Raspberry Pi : la caméra Raspberry Pi V1 et la caméra Raspberry Pi V2. La caméra V1 est une caméra 5 mégapixels avec une lentille fixe, tandis que la caméra V2 est une caméra 8 mégapixels avec une lentille interchangeable.

Dans ce projet on utilise la version 1.3 qui est capable de livrer une image de résolution de 5Mb ou un enregistrement vidéo HD 1080p a 30 fps.



Figure 23: le module camera Raspberry pi v 1.3

Caractéristiques

- Taille CCD: 1/4 pouce.
-Ouverture (F): 1.8.
- Longueur focale: 3,6 mm (réglable).
- Champ de vision : 72 degrés.
-Résolution de capteur préférée: 1080p.
-Dimension: 1.42inch x1.04inch x0.94inch.
-4 trous de vis utilisés pour une position fixe.
-Prise en charge de la puissance de 3,3 V.
-Prend en charge la connexion infrarouge LED ou flash LED .[27]

III.2.3:Servomoteur sg90

Un servomoteur est un système qui vise à produire un mouvement précis en réponse à une commande externe. C'est un actionneur (système produisant une action) qui mélange l'électronique, la mécanique et l'automatique. Il est composé d'un moteur à courant continu avec deux caractéristiques spéciales: au lieu d'avoir une rotation constante, il est asservi en position angulaire, cela signifie que l'axe de sortie du servomoteur respectera la consigne d'instruction que vous lui avez envoyée et maintiendra sa position fixe permettant de

Les caractéristiques du SG90 sont les suivantes :

- Dimensions : 22 x 11.5 x 27 mm.
- Poids : 9 gr.
- Tension d'alimentation : 4.8v à 6v.
- Vitesse : 0.12 s / 60° sous 4.8v.
- Couple : 1.2 Kg / cm sous 4.8v.
- Amplitude : de 0 à 180°.
- Le servo est équipé d'une prise de type Graupner à 3 fils. [28]



Figure 24 : Servomoteur sg90

III.2.4: Raspberry Pi OS

Raspberry Pi OS (anciennement nommé Raspbian) est un système d'exploitation libre et gratuit basé sur Debian optimisé pour fonctionner sur les différents Raspberry Pi.[29]

Conçu spécifiquement pour être utilisé avec l'ordinateur mono carte Raspberry Pi. Il était auparavant connu sous le nom de Raspbian et est devenu le système d'exploitation officiel pour Raspberry Pi depuis 2012.

Raspberry Pi OS inclut une gamme de packages de logiciels et d'outils de programmation préinstallés, ce qui en fait une plateforme idéale pour une grande variété de projets et d'applications, allant de la programmation éducative et de la robotique aux centres de médias et aux systèmes domotiques. Il dispose également d'une interface graphique conviviale qui le rend facile à utiliser pour les débutants et les utilisateurs expérimentés.

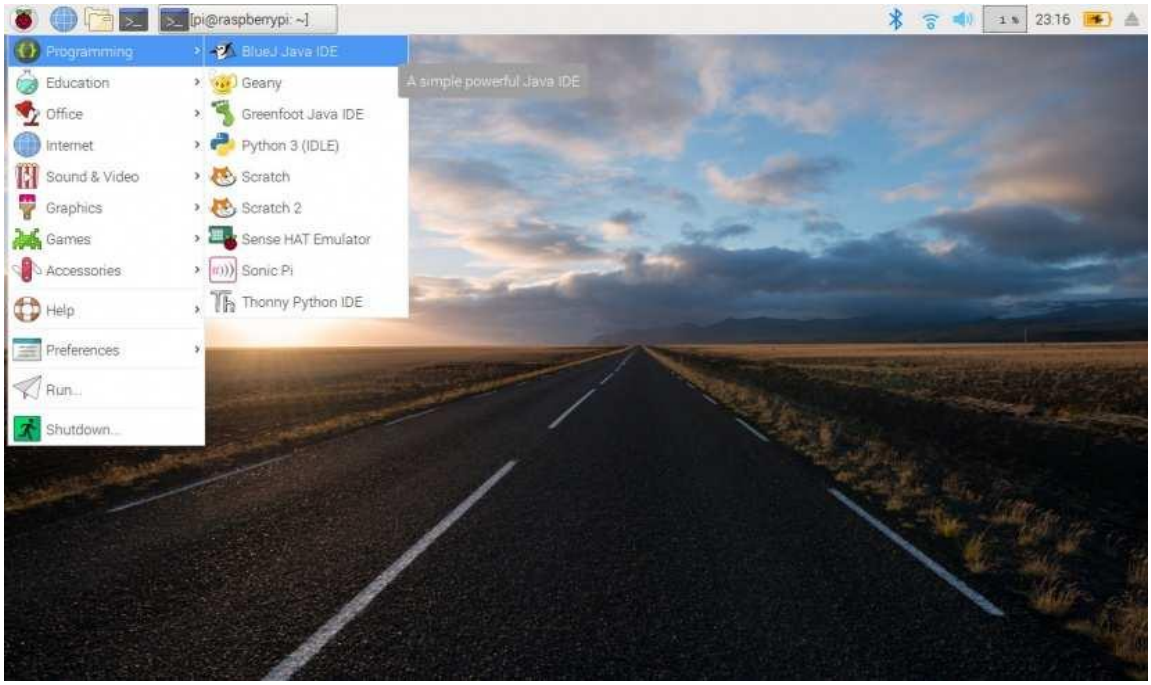


Figure 25 : Raspberry Pi OS desktop

III.2.5:Python

Python est un langage de programmation extraordinaire, robuste et convivial (simple à lire et à écrire). Il permet l'interaction de Raspberry Pi avec le monde réel. La syntaxe de Python est très claire, en mettant l'accent sur la lisibilité. Il utilise des mots-clés en anglais standard tels que : afficher, entrée, si... Python est un langage de programmation interprété, polyvalent et compatible avec différentes plateformes. Il encourage la programmation structurée impérative, fonctionnelle et orientée objet. Il possède un typage dynamique puissant, une gestion automatique de la mémoire via un ramasse-miettes (recyclage de la mémoire) et un système de gestion d'exceptions. Le langage Python est distribué sous une licence open source. Il est compatible avec la plupart des plateformes informatiques, des Smartphones aux ordinateurs centraux, de Windows à Unix, y compris GNU/Linux, Mac OS, Android et iOS. Il peut également être transposé en Java ou .NET. Il a été conçu pour maximiser la productivité des développeurs en offrant des outils de haut niveau et une syntaxe conviviale. [30]



Figure 26 : Logo Python

III.2.6 : Bibliothèque OpenCV

OpenCV est une librairie open source, considérée comme l'outil standard pour la computer vision (vision par ordinateur) et le traitement d'images II. Découvrez tout ce que vous devez savoir sur cet outil incontournable du Deep Learning.

Au fil des dernières années, d'importants progrès ont été réalisés dans le domaine de l'IA. Toutefois, ces avancées concernent principalement le Deep Learning la Computer Vision et le traitement d'image.

La Computer Vision ou vision par ordinateur est un processus permettant aux machines de comprendre le contenu des images et vidéos. Cette technologie est à la source d'innovations importantes comme les véhicules autonomes, la robotique, ou la réalité augmentée. Elle est aussi exploitée pour la lecture automatisée d'images, la détection de visages ou de formes et la reconnaissance de texte. [31]

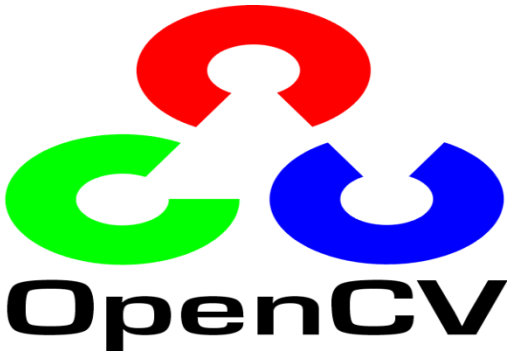


Figure 27 : Logo OpenCV

III.2.7 : Python-tesseract

Python-tesseract est un outil de reconnaissance optique de caractères (OCR) pour Python, c'est à dire un logiciel capable de reconnaître du texte à partir d'une image.

Python-tesseract utilise le moteur Tesseract-OCR de Google. Il peut lire tous les types d'images pris en charge par Python Imaging Library (PIL). [32]

De plus, s'il est utilisé comme script, Python-tesseract imprimera le texte reconnu au lieu de l'écrire dans un fichier.

III.2.8 : Thonny IDE

Thonny est un logiciel libre et gratuit permettant l'écriture et l'exécution de programmes écrits en Python. Il a été créé à destination des élèves et étudiants découvrant la programmation par des professeurs de l'institut de Sciences Informatiques de l'université de Tartu, en Estonie.

Il est téléchargeable gratuitement en version Windows, Mac ou Linux, et contient une version autonome de Python, qui ne perturbe en rien l'ordinateur sur lequel on installe le logiciel. [33]

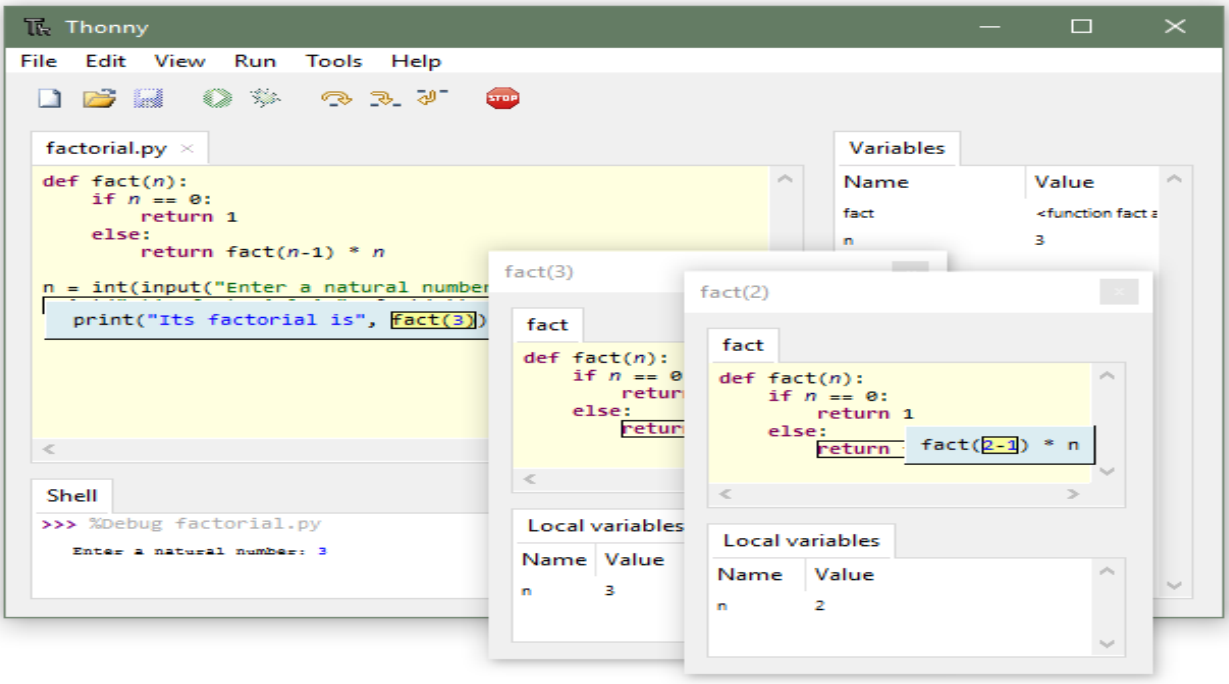


Figure 28 : l'interface graphique de Thonny

III.2.9 : Tkinter

Tkinter est une bibliothèque d'interface utilisateur graphique (GUI) open source et portable conçue pour être utilisée dans les scripts Python. Tkinter s'appuie sur la bibliothèque Tk, la bibliothèque graphique utilisée par Tcl/Tk et Perl, qui est à son tour implémentée en C.

Par conséquent, on peut dire que Tkinter est implémenté en utilisant plusieurs couches. Plusieurs kits d'outils GUI concurrents sont disponibles pour être utilisés avec le langage Python. [34]

Tkinter offre de nombreuses autres fonctionnalités, notamment la personnalisation des styles, la gestion des images, la création de boîtes de dialogue. Elle est simple à utiliser et convient aux petites et moyennes applications GUI.

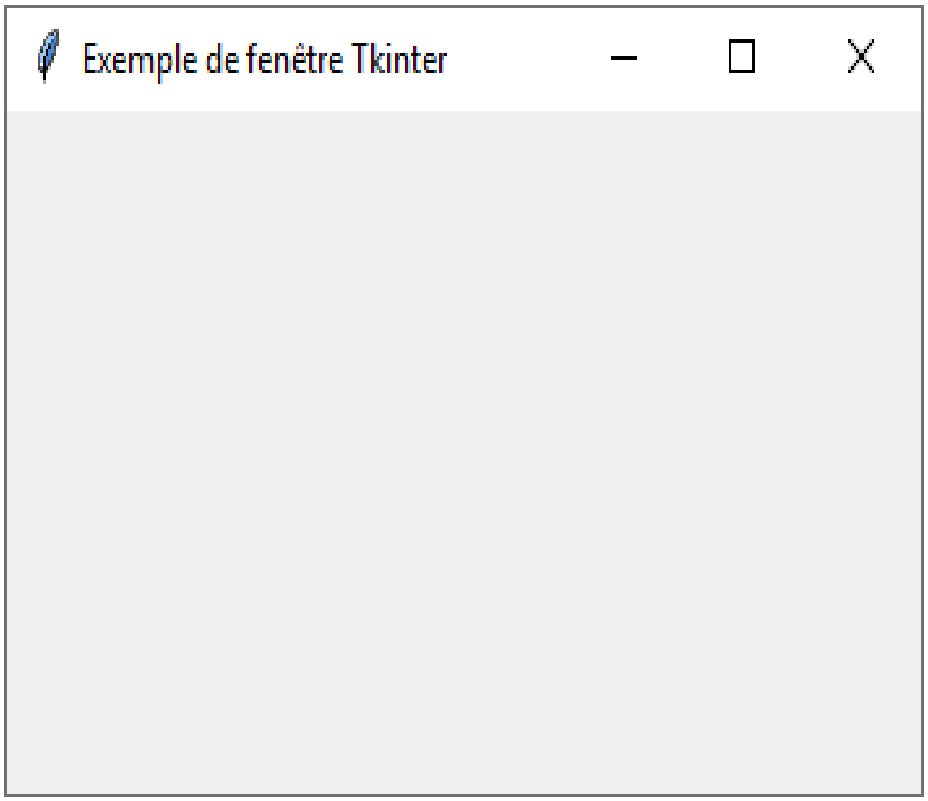


Figure 29 : Exemple de fenêtre Tkinter

III.3 : Les étapes de système RAPI proposé

Le système qui a été conçu pour ce projet se compose des étapes suivantes, La première étape consiste à capturer une image de la plaque d'immatriculation à l'aide d'une caméra connectée au Raspberry Pi. Ensuite, l'image est prétraitée pour améliorer la qualité de l'image en effectuant une conversion de format, un filtrage et une binarisation d'image.

La troisième étape est la détection des bords de la plaque d'immatriculation en utilisant l'algorithme de détection de contours Canny. Après la détection des bords, les contours de la plaque d'immatriculation sont extraits en utilisant l'algorithme de détection de contours de l'image.

La cinquième étape consiste à extraire la région d'intérêt contenant la plaque d'immatriculation à partir de l'image en utilisant les contours détectés précédemment. Ensuite, l'image de la ROI est traitée pour extraire les caractères de la plaque d'immatriculation. La reconnaissance des caractères est effectuée à l'aide d'un algorithme de reconnaissance de caractères (OCR).

Après la reconnaissance de caractères, la plaque d'immatriculation reconnue est vérifiée avec une liste de plaques d'immatriculation autorisées pour déterminer si l'accès est autorisé ou non. Enfin, en fonction du résultat de la vérification, le système peut déclencher une action, Si la plaque d'immatriculation est autorisée, le système envoie un signal pour ouvrir la barrière et permettre au véhicule d'entrer. Si la plaque d'immatriculation n'est pas autorisée, la barrière reste fermée.

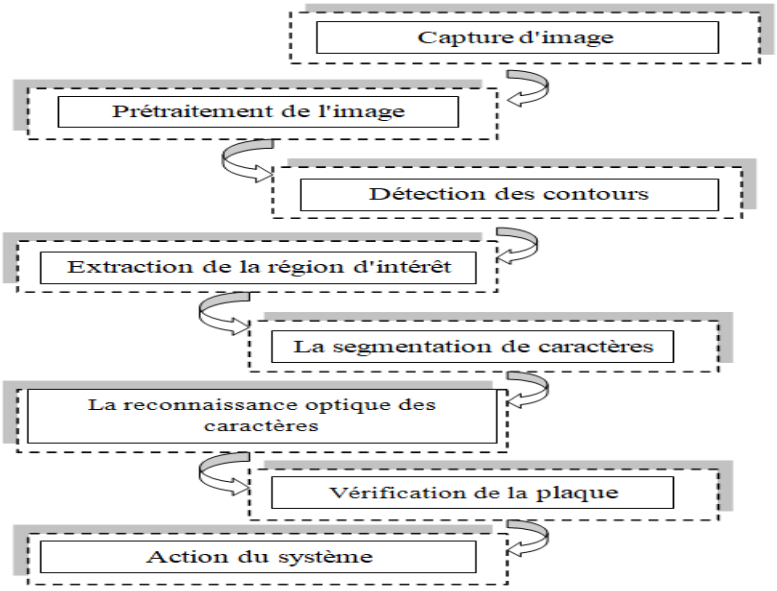


Figure 30 : Organigramme du système de RAPI proposé

III.3.1.Capture d'image :

La première étape du système RAPI est la capture d'image. Durant cette étape, il est prévu de saisir une image de la plaque d'identification d'un véhicule en utilisant une caméra qui est connectée au Raspberry Pi. La caméra doit être placée de manière à pouvoir capturer l'image de la plaque d'immatriculation dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire avec une bonne résolution, une bonne luminosité et une bonne mise au point. La qualité de l'image capturée est cruciale pour garantir un traitement correct et une reconnaissance précise des caractères de la plaque d'immatriculation lors des étapes suivantes.

Ces images seront prises et stockées au format JPEG de taille 640 x 480.



Figure 31 : Image originale de véhicule

III.3.2.prétraitement de l'image

L'étape de prétraitement de l'image est importante pour améliorer la qualité de l'image capturée avant de procéder à l'analyse et la reconnaissance de la plaque d'immatriculation. Elle comprend plusieurs opérations de traitement d'image telles que :

-La conversion de l'image couleur en image en niveaux de gris : Cette opération simplifie l'analyse de l'image en ne prenant en compte qu'une seule valeur de luminance pour chaque pixel.

Pour convertir une image infographique couleur en niveau de gris il faut remplacer, pour chaque pixel les trois valeurs représentant les niveaux de rouge, de vert et de bleu, par une seule valeur représentant la luminosité, à enregistrer dans le fichier ou à envoyer à un terminal en noir et blanc (écran ou imprimante). Si l'écran ou le fichier prend un format d'image en couleurs, les trois valeurs (rouge, vert, bleu) sont égales.[35]

Cela facilite la détection des contours importants et d'autres caractéristiques de l'image qui peuvent être très utiles pour retrouver la plaque d'immatriculation et extraire et reconnaître les caractères de l'image.



Figure 32 : Conversion l'image originale en niveaux de gris

-Le filtrage de l'image : Après avoir converti l'image en niveaux de gris, elle est soumise à un processus de lissage pour éliminer le bruit et les perturbations indésirables. Pour ce faire, différents types de filtres peuvent être utilisés, tels que les filtres gaussiens ou médians, en fonction des caractéristiques de l'image. Dans le cas du système RAPI, le filtrage médian a été utilisé avec un voisinage de 5 × 5. Ce processus permet d'obtenir une image plus lisse et avec moins de bruit, ce qui facilite les étapes suivantes du traitement de l'image, telles que la détection des bords et la reconnaissance des caractères de la plaque d'immatriculation. En utilisant le filtrage médian avec la bonne taille de voisinage, on peut obtenir une image plus claire et plus nette pour une reconnaissance plus précise de la plaque d'immatriculation**.**



Figure 33 : le filtrage de l'image

- La binarisation de l'image

La binarisation de l'image est une étape importante qui consiste à transformer l'image en noir et blanc en ne gardant que les pixels les plus significatifs. Cette opération permet de faciliter la détection des contours et la reconnaissance des caractères. La binarisation de l'image est réalisée en utilisant une méthode seuillage, qui consiste à diviser les pixels de l'image en deux catégories : les pixels noirs et les pixels blancs. Les pixels noirs correspondent aux parties de l'image qui ont une intensité inférieure au seuil de binarisation, tandis que les pixels blancs correspondent aux parties de l'image qui ont une intensité supérieure au seuil de binarisation. Le choix du seuil de binarisation dépend des caractéristiques de l'image, telles que le niveau de contraste et la luminosité de l'image. En binarisant l'image on obtient une image avec des contours plus nets et plus visibles, ce qui facilite la détection des contours de la plaque d'immatriculation.

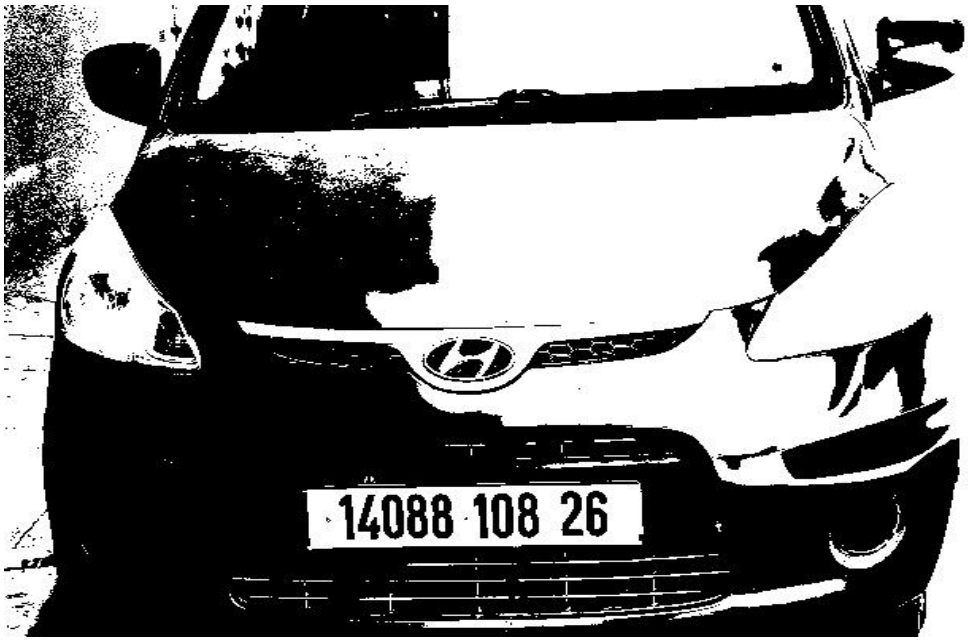


Figure 34 : la binarisation de l'image

III.3.3. Détection des contours

Dans ce cas du système RAPI, les bords de la plaque d'immatriculation sont détectés à l'aide de l'algorithme de détection de contours Canny. Il consiste en plusieurs étapes, notamment la réduction du bruit, la recherche de gradients, la suppression du non-maxima local et l'hystérésis de seuillage. Le résultat est une carte des contours qui met en évidence les bords de l'image et permet de les localiser avec précision.

L'algorithme Canny est un opérateur de détection de bord Conçu en 1986 par John F. Canny. Utiliser une méthode de calcul à étapes multiples pour la détection de contours de la plupart des types normalement présents dans des images réelles. Canny a également produit un théorie de la détection de bord qui vise à expliquer les bases de cette technique. [36]

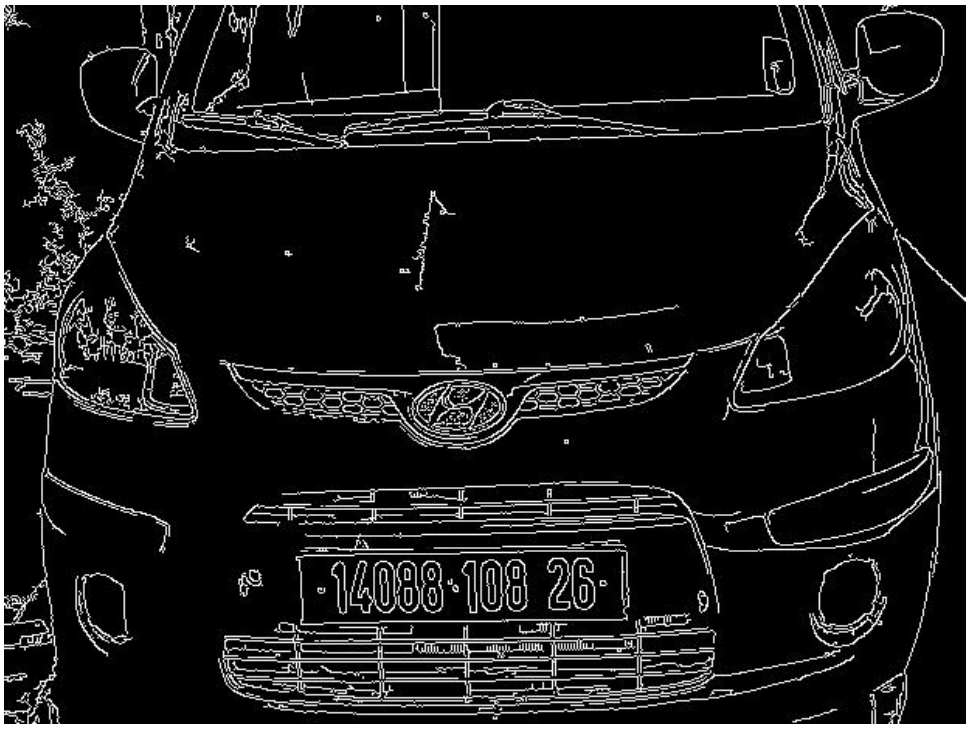


Figure 35 : Détection des contours

III.3.4.Extraction de la région d'intérêt (ROI)

L'extraction de la région d'intérêt (ROI) est une étape importante dans la reconnaissance de la plaque d'immatriculation. Une fois que les contours de la plaque d'immatriculation ont été détectés, la région d'intérêt peut être extraite à partir de l'image d'origine.

La première étape de cette extraction est de déterminer le rectangle englobant (bounding box) des contours détectés. Le rectangle englobant est un rectangle qui entoure les contours détectés et qui est aligné avec les axes x et y de l'image. Cette opération peut être réalisée à l'aide de la bibliothèque OpenCV.

Une fois que le rectangle englobant a été déterminé, la région d'intérêt peut être extraite à partir de l'image d'origine en utilisant les coordonnées du rectangle englobant. Cela peut être réalisé à l'aide de l'opération de découpage (slicing) en Python.



Figure 36 : Localisation de la plaque



Figure 37 : l'opération de découpage

III.3.5.La segmentation de caractères

Après avoir localisé la région de la plaque d'immatriculation, la segmentation de caractères est la prochaine étape dans la reconnaissance de plaque d'immatriculation. Cette étape consiste à extraire la plaque d'immatriculation de l'image en la recadrant et en la sauvegardant en tant que nouvelle image. La nouvelle image extraite ne contient que la plaque d'immatriculation, ce qui facilite la détection des caractères.

Pour ce faire, on cherche les points où la plaque d'immatriculation se trouve dans l'image principale en utilisant un masque. Ensuite, on recadre l'image en se basant sur ces points pour extraire la région d'intérêt de l'image. Il est également possible de rendre l'image extraite en niveaux de gris ou d'appliquer un traitement de détection de bord pour améliorer la reconnaissance des caractères. Cependant, il a été constaté que la reconnaissance de caractères fonctionne également correctement avec l'image originale.



Figure 38 : La segmentation de caractères

III.3.6.La reconnaissance optique des caractères

La reconnaissance de caractères ou OCR (Optical Character Recognition) est une étape essentielle dans le processus de reconnaissance de plaques d'immatriculation. Elle consiste à identifier et à extraire les caractères de la plaque d'immatriculation à partir de l'image segmentée de la région d'intérêt (ROI).

Cette étape utilise le package pytesseract qui utilise le moteur Tesseract OCR pour lire le texte de l'image et extraire les caractères de la plaque d'immatriculation.

Après l'OCR les caractères détectés sont affichés sur la console ou stockés dans une variable pour une utilisation ultérieure.

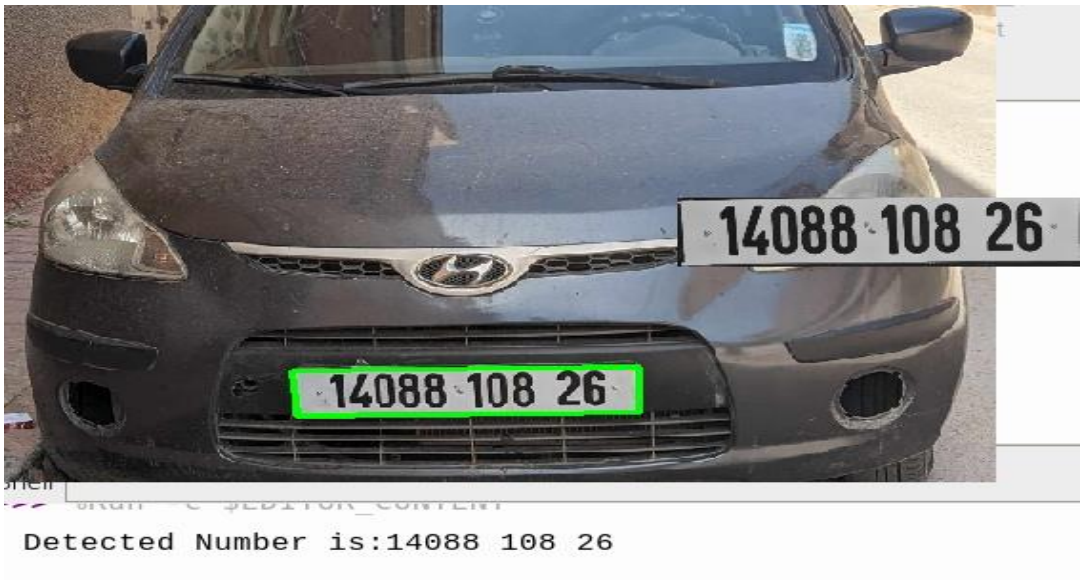


Figure 39 : Résultat de reconnaissance de caractère :

III.3.7. Vérification de la plaque d'immatriculation

Après avoir reconnu et extrait les caractères de la plaque d'immatriculation à partir de l'image segmentée de la ROI à l'aide de l'OCR, la prochaine étape consiste à vérifier si la plaque d'immatriculation reconnue est autorisée ou non. Pour cela, une liste de plaques d'immatriculation autorisées est nécessaire, et elle doit être préalablement enregistrée dans une base de données ou un fichier.

Le processus de vérification de la plaque d'immatriculation consiste à comparer la plaque d'immatriculation reconnue avec les plaques d'immatriculation autorisées stockées dans la liste. Si la plaque d'immatriculation reconnue correspond à une plaque d'immatriculation autorisée, l'accès est autorisé. Sinon, l'accès est refusé.

Il existe plusieurs méthodes pour effectuer cette comparaison, mais la méthode la plus simple consiste à comparer directement les chaînes de caractères de la plaque d'immatriculation reconnue et celles de la liste des plaques autorisées. Si les chaînes de caractères correspondent, alors l'accès est autorisé.

```
Vehicules_autorises = [
 "14088 108 26",
 "02172 305 26",
 "03103 314 26",
 "56789 120 34",
 "07450 311 26",
 ]
```

Figure 40 : Exemple de liste de matricules autorisés

III.3.8. Action du système

Lorsque le système de reconnaissance de plaque d'immatriculation vérifie la plaque reconnue avec la liste des plaques autorisées, il peut y avoir deux résultats possibles :

- La plaque est autorisée : dans ce cas, le système déclenche une action pour permettre l'accès au véhicule, et cela c'est l'ouverture d'une barrière.
- La plaque n'est pas autorisée : dans ce cas, le système peut déclencher une action pour refuser l'accès au véhicule, et cela c'est la fermeture de la barrière.

Il convient de noter que dans certaines situations spécifiques, l'ouverture manuelle de la barrière être requise. En résumé l'action entreprise par le système dépendra du résultat de la vérification de la plaque d'immatriculation, et sera personnalisée en fonction des exigences de l'application.

- Voici ci-dessous un organigramme expliquant la logique de fonctionnement du système RAPI:

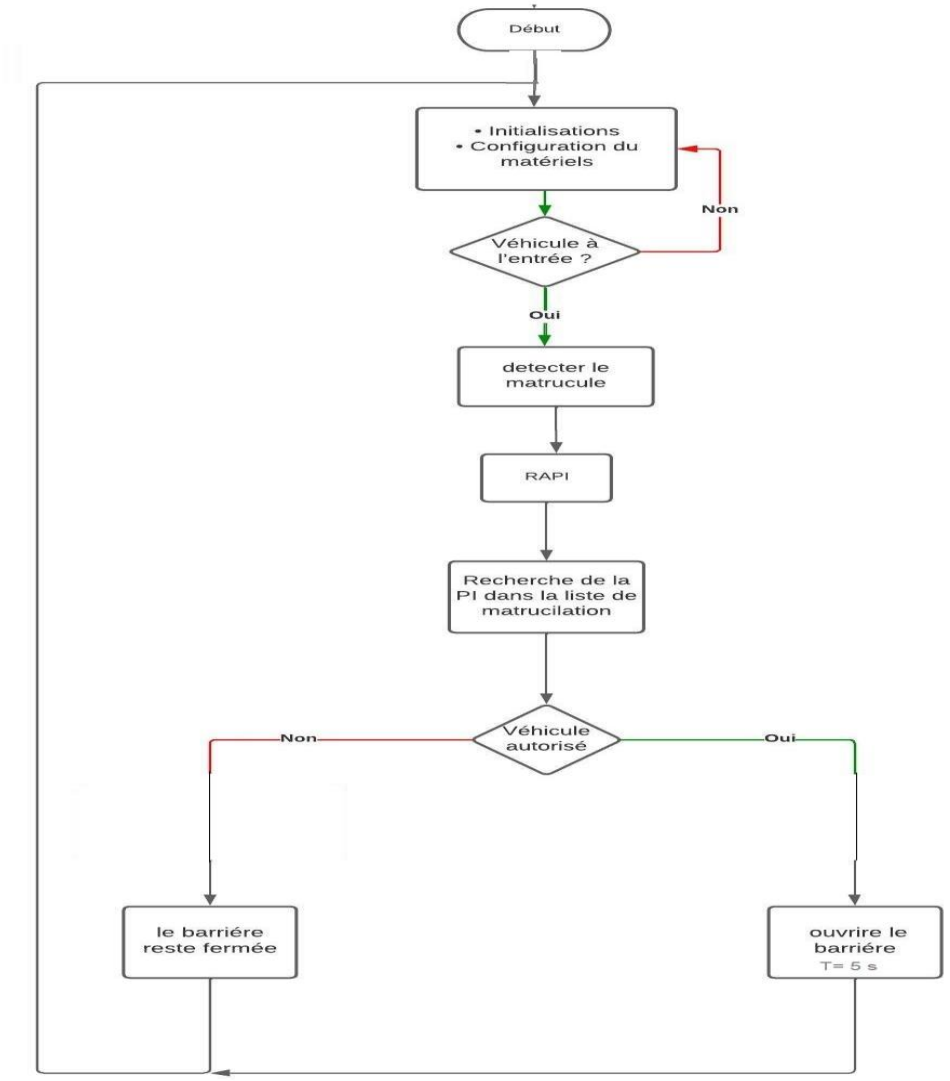


Figure 41: Organigramme de fonctionnement du Système RAPI

III.4. Expériences et Résultats

Dans notre projet de reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation, nous établissons les connexions de la manière suivante :

- Alimentation : alimentation électrique standard de 220 volts .
- Raspberry Pi 3 et Servo-moteur :
- Connectez le fil VCC du servo-moteur au GPIO 4 du Raspberry Pi.
- Connectez le fil de mise à la terre) du servo-moteur au GPIO 6 (GND) du Raspberry Pi.
- Connectez le fil de signal du servo-moteur au GPIO 11 du Raspberry pi
- Module caméra Raspberry Pi :
- Connectez le module caméra Raspberry Pi au port CSI (Camera Serial Interface) du Raspberry Pi.
- Écran de PC (moniteur) :
- Connectez l'écran de PC au Raspberry Pi en utilisant un câble HDMI et un adaptateur HDMI approprié.

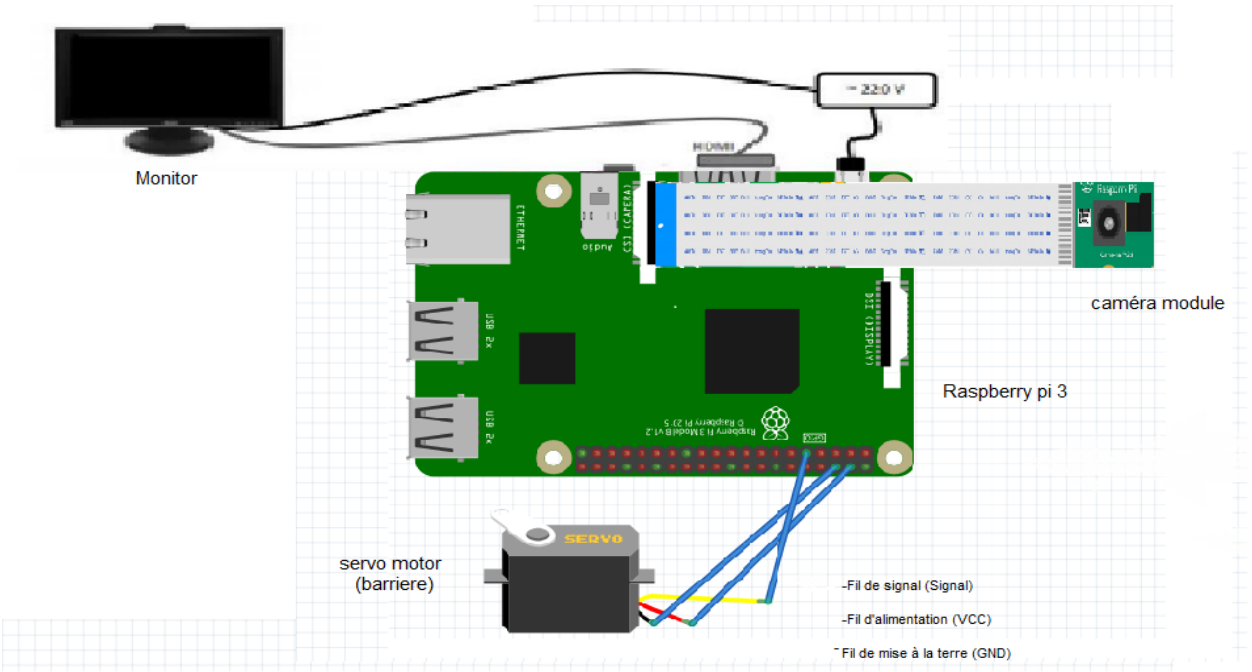


Figure 42 : Schéma électronique du système RAPI proposé

En utilisant ces widgets de Tkinter et en organisant les éléments de manière appropriée dans Notre interface graphique pour visualiser l'image, le numéro de plaque détecté, le temps d'entrée du véhicule et sélectionner l'autorisation d'accès et contrôler la barrière manuelle.



Figure 43 : interface graphique du système RAPI proposé

Après que la vérification et la comparaison est faite, on peut tomber sur deux cas :

•Soit le NI existe dans la liste d'immatriculation, donc le véhicule est autorisé à entrer.

•Soit le NI n'existe pas dans la liste d'immatriculation, donc le véhicule n'est pas autorisé à entrer.

-Exemple de véhicule n'est pas d'accès

Le véhicule avec le numéro de plaque d'immatriculation "20722 308 26" n'est pas autorisé à enter :

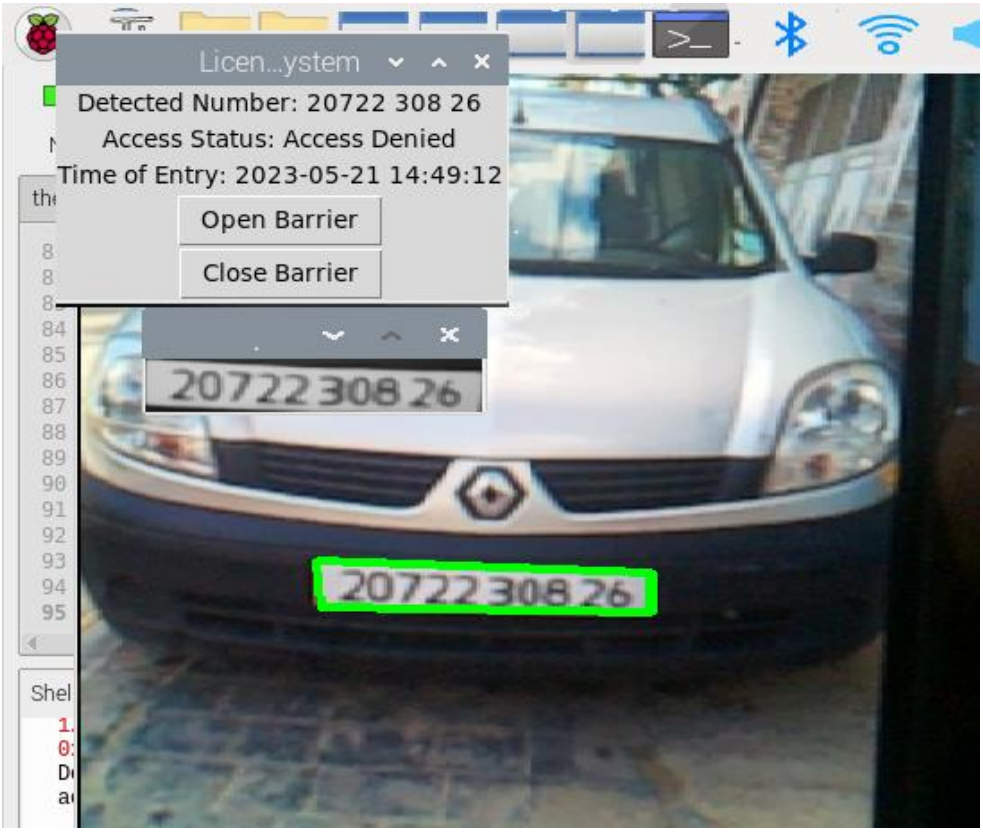


Figure 44 : Exemple de véhicule non autoriséà entrer

Exemple de véhicule accès

Le véhicule avec le numéro de plaque d'immatriculation "00004 120 19" autorisé à entrer:



Figure 45 : Exemple de véhicule autoriséà entrer

Problématique

- Précision de la reconnaissance de plaques minéralogiques : La précision de la reconnaissance de plaques minéralogiques peut varier en fonction de la qualité des images capturées, des conditions d'éclairage et de la qualité de la caméra .

- Vitesse de traitement : Le temps de traitement pour capturer une image, détecter la plaque minéralogique, effectuer la reconnaissance de caractères

- Tolérance aux variations de plaques minéralogiques : Les difficultés peuvent survenir en raison de plusieurs facteurs, tels que les différences de taille, de style de caractères, de positionnement des caractères, d'obstructions ou de distorsions.



Figure 46 : Fausse détection de plaque d'immatriculation

Solution proposée

Pour résoudre les problématiques liées à la reconnaissance de plaques minéralogiques on propose :

-Pour améliorer la précision, choisir une caméra de haute qualité afin de capturer des images plus nettes et détaillées, et optimisé les conditions d'éclairage.

-Pour accélérer le temps de traitement et augmenter la tolérance aux variations de plaques minéralogiques,Utiliser du matériel plus performant et des techniques d'apprentissage automatique optimisées.

III.5. conclusion

En conclusion, l'implémentation du système RAPI a permis le développement d'un système de contrôle d'accès pour la reconnaissance des plaques minéralogiques. Les détails concernant le matériel et le logiciel utilisés ont été explorés en profondeur dans ce chapitre. Les résultats obtenus ont démontré la capacité du système à détecter avec succès les plaques d'immatriculation. Cependant, il est essentiel de souligner que les avancées continues dans le domaine du traitement d'image et de l'apprentissage automatique offrent de nouvelles opportunités pour améliorer les performances des systèmes de RAPI.

Conclusion générale :

Notre projet de recherche avait pour objectif de mettre en œuvre un système automatisé de reconnaissance des plaques d'immatriculation. Nous avons étudié différentes approches et sélectionné celles qui étaient les mieux adaptées et simples à intégrer à notre système.

Pendant notre recherche, nous avons approfondi nos connaissances en traitement d'image, en algorithmes et en programmation, tout en les mettant en pratique dans les domaines de l'automatique et de l'informatique. Nous avons présenté une méthode de lecture automatique des caractères et des plaques d'immatriculation à partir d'images numériques, en exploitant plusieurs fonctionnalités de la bibliothèque OpenCV pour la détection, la localisation, le filtrage, la segmentation et l'identification des caractères.

L'implémentation de notre système nous a permis d'accroître nos connaissances théoriques et pratiques en détaillant chaque étape, depuis l'acquisition de l'image jusqu'à la reconnaissance du matricule. Nous avons évalué les performances de notre système en utilisant des images réelles de plaques minéralogiques et avons constaté des résultats satisfaisants.

Il est cependant essentiel de souligner que les avancées technologiques dans le domaine de l'apprentissage automatique continuent d'ouvrir de nouvelles perspectives pour améliorer encore davantage les performances de ces systèmes.

Notre projet de recherche a contribué à renforcer la sécurité et la gestion des accès dans divers domaines d'application. Les connaissances acquises et les résultats obtenus ouvrent la voie à de nouvelles opportunités de développement et d'amélioration dans le domaine de la reconnaissance des plaques d'immatriculation, offrant ainsi un potentiel prometteur pour l'avenir des technologies de sécurité et de gestion des accès.

Bibliographie

[1]*Reconnaissance de plaques d'immatriculation*. (s.d.). Récupéré sur alphanumeric vision: http://www.alphanumeric-vision.com/fr/reconnaissance-plaques-immatriculation/ .Décembre 2019

[2]OuldMammar, Mohammed Elamine.Midoun, Mohamed Essedik .Réalisation d'un système embarqué à base d'un Raspberry pour le contrôle d'accès à un parc automobile. Thèse de master : en électronique des système embarques : Mostaganem, Université Abdelhamid Ibn Badis : 2020.

[3]TOUAMRIA, KHALID. Reconnaissance automatique des plaques d'immatriculation. Thèse de master: Electronique : Guelma, Université 8Mai 1945 :2019

[4]*Journal officiel de la répulique algerienne.* (1988). Récupéré sur joradp: https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/1988/F1988033.PDF

[5]« Normes des plaques d'immatriculation algériennes (MÀJ janvier 2023) », *COCKPIT*, 30 juillet 2021.https://www.cockpitdz.com/post/normes-des-plaques-d-immatriculation-algériennes (consulté le 2 juin 2023).

[6]Le traitement numérique des images en C++ - Implémentation d'algorithmes avec la bibliothèque CImg. (2021). Royaume-Uni:

[7] LINGRAND DIANE, " COURS DE TRAITEMENT D'IMAGES", RAPPORT DE RECHERCHE, LABORATOIRE I3S, UNIVERISTE DE NICE, JANVIER 2004.

[8]Bouthaina, E. G. (s.d.). Représentation d'une image numérique. *2020*. Setif, Université Ferhat Abbas — Sétif l, Algerie .

[9]*Fichier vectoriel définition et guide ultime d'utilisation*. (2023, Février 06). Récupéré sur GETPICTO: https://get-picto.com/vectoriel-definition

[10]Habri, Amira.unsystème d'indexation et recherche d'images par le contenu basée sur la classification. Thèse de Master en informatique : IMAGERIE : Oum El Bouaghi, Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie:2011

[11] STITI Saad, Abdeslam. HAMIDOUCHE, Mohamed Abdelouafi. Mise au point d'un système intelligent pour la détection et la mesure de vitesse des véhicules. Thèse de Master : réseaux et télécommunications: Boumerdes, Faculté des sciences de L'ingénieure : 2022

[12]ZEROUAL, Djazia .implémentation d'un environnement parallèle pour la compression d'images à l'aide des fractales. Thèses Magister en informatique:informatique industrielle: Batna, faculté des sciences de l'ingénieur département d'informatique :2006

[13]Berthouly, G. (2023, juin 12). *Le contraste en photo : le comprendre et l'utiliser, guide complet*. Récupéré sur photomaniac: https://photomaniac.fr/qu-est-ce-que-le-contraste-en-photographie-et-comment-l-utiliser-correctement

[14]REZKALLAH, Meriem. YOUSFI, Noura. Compression d'images par transformée en ondelettes. Thèse de Master en ELECTRONIQUE : UNIVERSITE DE MSILA FACULTE DE TECHNOLOGIE : 2020

[15]Mokri, Mohammed Zakaria .Classification des images avec les réseaux de neurones convolutionnels.Thèse de Master : Modèle Intelligent et Décision : Tlemcen: Université Abou BakrBelkaid: 2017

[16]BELDJILALI, Zohra. La détection des objets dans des images. Thèse MASTER : électronique des systèmes embarqués : Mostaganem, Faculté des Sciences et de la Technologie : 2019

[17] BOUCETTA, Youcef. HADDOUCHE, Mohammed. Détection Poursuite et Comptage d'Objets par la Vision Artificielle. Thèse de Master en électronique: système de vision et robotique : BLIDA, Université SAAD DAHLAB: 2017

[18]MOUSSELMEL, ZOHRA. HOUTIA, Cherifa .Détection des changements dans les images satellitaires. Thèse de Master en informatique: Systèmes intelligents: Adrar, Université Ahmed Draia : 2020

[19]« Traitement d'images - Les filtres usuels », *Developpez.com*. https://xphilipp.developpez.com/articles/filtres/ (consulté le 2 juin 2023).

[20]mersaoui, Imane. Fouiri, Mohamed el amine. Etude sur l'imagerie médicale : prétraitement, segmentation et amélioration des exploitations. Thèse de master : Télécommunications: BLIDA, Université SAAD DAHLAB : 2019

[21] « Prétraitement des images de diatomées – Apprendre en ligne ». https://www.clicours.com/pretraitement-des-images-de-diatomees/ (consulté le 2 juin 2023).

[22]

ségmentation d'image. (s.d.). Récupéré sur SlideShare: https://fr.slideshare.net/Wassimbensalem1/sgmentation-dimage

[23] « Qu'est-ce qu'un Raspberry Pi ? - Raspberry Pi France ». https://www.raspberrypi-france.fr/guide/quest-ce-quun-raspberry-pi/ (consulté le 3 juin 2023).

[24] « 10 kits Raspberry Pi pour libérer votre créativité dans les projets à venir ». https://geekflare.com/fr/raspberry-pi-kit/ (consulté le 3 juin 2023).

[25] « Raspberry Pi », *Collège Pierre de Ronsard - LIMOGES*, 6 janvier 2018. https://blogsenclasse.fr/87-limoges-college-ronsard-domo/raspberry-pi/ (consulté le 3 juin 2023).

[26] « CameraPi, une caméra pour le Raspberry Pi. - Framboise 314, le Raspberry Pi à la sauce française.... » https://www.framboise314.fr/camerapi-une-camera-pour-le-raspberry-pi/ (consulté le 3 juin 2023).

[27] « Caméra Raspberry 5MP REV 1.3 », *Tunisian smart innovation*. https://tuni-smart-innovation.com/products/camera-raspberry-5mp-rev-1-3 (consulté le 3 juin 2023).

[28] « Servo SG90, Micro Servo 9G. |Modules et capteurs pour Arduino », *Le Disrupteur Dimensionnel*, 27 novembre 2020. https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/servo-sg90-micro-servo-9g/ (consulté le 3 juin 2023).

[29] « Raspberry Pi OS », *Wikipédia*. 3 novembre 2022. Consulté le: 3 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry_Pi_OS&oldid=198365972

[30]« Python (langage) », *Wikipédia*. 13 mai 2023. Consulté le: 3 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Python_(langage)&oldid=204214555

[31] « OpenCV : tout savoir sur le principal outil de Computer Vision ». https://datascientest.com/opencv (consulté le 3 juin 2023).

[32] « pytesseract · PyPI ». https://pypi.org/project/pytesseract/ (consulté le 3 juin 2023).

[33] « Programmation en Python et utilisation de Thonny - ZoneNSI ». https://www.zonensi.fr/Maths/Seconde/AlgoBases/ProgrammationPythonThonny/ (consulté le 3 juin 2023).

[34] « La bibliothèque GUI Python Tkinter – Très Facile ». https://www.tresfacile.net/la-bibliotheque-gui-python-tkinter/ (consulté le 3 juin 2023).

[35] « Niveau de gris », *Wikipédia*. 6 mars 2023. Consulté le: 3 juin 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Niveau_de_gris&oldid=202044969

[36]« algorithme Canny. Le développement de l'algorithme Canny, les phases de développement de l'algorithme de Canny ». https://boowiki.info/art/intelligence-artificielle/detecteur-de-bord-de-canny.html (consulté le 3 juin 2023).