

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi
Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département de Génie Electrique



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention
Du Diplôme de Master

Spécialité : Informatique Industrielle

Thème :

Exploitation Automatique de la Signalisation routière

Soutenu le : 07 /Juin/2016

Proposé et Dirigé par :

M.KHAMADJA

Présenté Par :

Abdelkarim.CHOHRA

Année universitaire : 2015/2016

Remerciement

Merci à Dieu tout puissant de nous donner la force, la volonté, santé, et la patience, qu'il m'a donnée durant toutes ces années d'étude.

J'exprime ma profonde gratitude à mes parents pour leur encouragements, leur soutien et pour les sacrifices qu'ils ont enduré. Ainsi, je tiens également à exprimer mes vifs remerciements à mon promoteur le Professeur M. M.KHAMADJA pour avoir d'abord proposé ce thème, pour le suivi continué tout au long de la réalisation de ce mémoire, et qui n'a pas cessé de me donner ses conseils et ses remarques.

Ma profonde gratitude aux membres de jury qui me font l'honneur de juger mon travail de fin d'étude.

Un grand merci à toutes les personnes, qui m'ont toujours poussé à continuer mes études et à aller jusqu'au bout des choses. Je remercie aussi à tous les enseignants du département de génie Électrique qui ont contribué à ma formation.

Enfin, je tiens à exprimer ma reconnaissance à tous mes amis et collègues pour leur soutien moral et matériel...

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en premier à : Mes très chers parents qui m'ont aidé tout au long de cette carrière d'étudiant et qui ont tant attendus de voir ce jour.

Je dédie également ce travail du fond de mon cœur :

A ma très chère copine, à savoir ma grand-mère

A mon grand père« Elhaj »

A mes précieux frères : Lotfi et Haidar

A mes chères soeurs : Kanza , Soumaia, Nesrine, Yasmine

A mes cousins et ma grande famille

A mes collègues de la promotion et aussi à tous mes amis de l'université.

A Tous ceux qui sont présents dans mon cœur et absents entre ces lignes.

A tous mes collègues.

Résumé

Dans ce travail on a proposé une application, qui permet d'assister un conducteur dans la conduite de son véhicule. Il s'agit d'un système d'interprétation automatique des plaques de la signalisation routière. En d'autres termes permettre au conducteur d'adapter la vitesse du véhicule en fonction des conditions de trafic et des caractéristiques de la route. Pour cela trois étapes sont nécessaires, à savoir : identifier l'image acquise pour voir s'il s'agit d'une plaque de signalisation ou non, le cas échéant reconnaître le contenu de la plaque, enfin agir en délivrant une alarme sonore ou vocal.

Abstract

In this work we proposed an application which allows you to attend a driver in driving the vehicle. This is an automatic interpretation system of road signs. In other terms, it helps the driver to adjust the vehicle speed depending on traffic conditions and road characteristics. For this, three steps are required, namely: identify the acquired image to see if there is a warning sign or not, as appropriate recognize the contents of the plate, finally act by issuing an audible alarm or voice .

TABLE DES MATIERES :

Remerciement.....	i
Dédicace.....	ii
Résumé.....	iii
Table des matières.....	iv
List des figures.....	v
List des tableaux.....	vi
Introduction générale.....	1

CHAPITRE 1 : ETATS DE L'ART

I.	Introduction.....	4
II.	Véhicule connecté.....	4
	II .1 Les systèmes de transport intelligents.....	5
	II .1.1 la prévention des accidents.....	6
	II.1.2 les STI dans le monde.....	8
	II.1.3 les STI en Algérie.....	8
III.	La signalisation routière.....	8
	III.1 la signalisation routière horizontale.....	9
	III.2 la signalisation routière verticale.....	10
IV.	Exploitation automatique des signaux routiers.....	10
	IV.1 signalisation intelligente.....	11
	IV.2 Les contraintes de la « lecture » de la signalisation routière.....	12
V.	Conclusion.....	13

CHAPITRE 2 : CONTRIBUTION

I.	Introduction.....	15
II.	Principe de la méthode.....	15
III.	Environnement.....	16
IV.	Acquisition de l'image.....	17
V.	Identification de l'image.....	17
VI.	Reconnaissance le contenu de la plaque	20
	VI.1 Méthode pixels par pixels.....	21

VI.2	méthode transformée.....	21
VI.3	Problème d'occultation d'une plaque.....	22
VII.	Conclusion.....	23

CHAPITRE 3 : RESULTATS

I.	Introduction.....	25
II.	Image de synthèse.....	25
III.	Identification.....	26
IV.	La reconnaissance	28
V.	Problème d'occultation.....	29
VI.	Généralisation.....	30
VII.	Conclusion.....	30
	Conclusion générale.....	31
	Bibliographie.....	32

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

Figure I.1 : type de signalisation horizontale [3].....9

Figure I.2 : exemple de plaque de signalisation verticale.....10

Chapitre II

Figure II.1 : déroulement du processus.....16

Figure II. 2 : exemple de panneaux longeant la route.....18

Figure II.3 : stratégie développée pour identifier une plaque.....19

Figure II.4 : organigramme pour la reconnaissance du contenu de la plaque.....20

Figure II.5 : organigramme de la méthode pixel par pixel.....21

Figure II.6 : organigramme de la méthode transformée.....22

Figure II.7 : organigramme pour une image occulté.....23

Chapitre III

Figure III.1: l'image de synthèse réalisée avec 'Paint'25

Figure III.2: les images de la base de données26

Figure III.3 :l'image en Niveau de gris.....26

Figure III.4 : division de l'image en 4 blocs.....28

Figure III.5 : l'image acquise occultée.....29

Figure III.6 : division l'image acquise en 4 blocs.....30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau III.1: résultat des paramètres de 4 objets de couleur rouge.....	27
Tableau III.2: résultat des paramètres de l'image de couleur Blue.....	27
Tableau III.3 : résultat des paramètres de l'image de couleur jaune.....	27

INTRODUCTION GENERALE

« Accidents de la route : L'Algérie occupe la première place avec 1 mort toutes les 3 heures, l'Algérie est classée en tête de liste des pays en matière du nombre de décès dus aux accidents de la circulation où elle occupe la troisième place ».

Selon une source de la gendarmerie, il y aurait eu en 2015, quelques 39000 accidents de la route, ayant entraîné environ 5000 morts et quelques 79000 blessés. Et cette hécatombe n'est pas prête de s'arrêter. Toujours selon la même source, 90% de ces accidents sont dû au facteur humain. Connaissant le comportement au volant de nos concitoyens, on peut affirmer sans trop nous tromper que les deux éléments essentiels de ce facteur humain sont dus à l'inattention et l'irrespect de la signalisation routière : que de fois n'avons-nous vus des chauffards déboulés à 150 Km/h sur des tronçons routiers où la vitesse est limitée à 80 Km et en deuxième position alors que la voie est à double sens. La mise en place de ralentisseurs (les fameux dos d'âne) n'a contribué en rien à la diminution de ce nombre d'accidents, tout au contraire parfois ils y ont contribué. A notre sens nous pensons que ce sont de mauvaises solutions pour un problème mal posé. Nous pensons qu'une des solutions à ce problème serait plutôt d'amener le conducteur à respecter malgré lui ou sa bonne volonté la signalisation routière et cela par l'utilisation des systèmes de transports intelligents (STI).

En effet, si de nombreux aspects de notre vie sont devenus plus agréables grâce à l'utilisation de technologies avancées, il a fallu longtemps au secteur du transport pour combler son retard en la matière. Ces technologies, qui visent à accroître la sécurité, le rendement et la commodité de la conduite, sont actuellement en cours de conception et de développement. Ces systèmes doivent fonctionner en étroite collaboration avec le conducteur. Le concepteur d'un véhicule intelligent doit intégrer des technologies et des systèmes disparates pour créer une machine cohérente qui complète efficacement le conducteur humain. Ainsi, le pari des chercheurs et des constructeurs automobiles est le développement d'un « véhicule intelligent », utilisant les avancées récentes en électronique et en informatique.

Le véhicule intelligent doit pouvoir, notamment :

- Suivre la route.
- Se tenir dans la file correcte.
- Détecter les piétons.
- Gérer les inter-distances avec les autres véhicules.
- Adapter sa vitesse en fonction des conditions du trafic et des caractéristiques de la route.
- Changer la file pour suivre les véhicules et éviter les obstacles.
- Trouver l'itinéraire le plus court dans l'environnement urbain.
- Echanger les informations avec l'infrastructure et les autres véhicules.

L'objet de notre projet de fin d'études s'insère dans ce cadre puisqu'il se propose de réaliser un système d'exploitation automatique de la signalisation routière : dans un premier par l'interprétation automatique des plaques de signalisation et en émettant un signal sonore ou vocal pour attirer l'attention du chauffeur et, en absence de réactions de ce dernier, dans un deuxième temps d'intervenir « mécaniquement » sur la voiture pour faire respecter la signalisation. Le travail réalisé ne s'est intéressé qu'à la première partie de la question.

Dans ce manuscrit, nous avons consacré le chapitre 1 à dresser un état de l'art sur les « véhicules intelligents ». Dans le deuxième chapitre nous développons la solution proposée. Un dernier chapitre est consacré aux tâches concrètes que nous avons traitées pendant notre travail sur ce projet.

CHAPITRE 1 : ETATS DE L'ART

I- Introduction

Actuellement, l'automatisation de la conduite automobile est sujette à un grand intérêt. En effet, ses potentialités sont nombreuses et séduisantes, en particulier quand il s'agit de la minimisation des risques et la préservation de l'intégrité humaine et du matériel. Dans ce chapitre on va donner quelques définitions et un aperçu de ce qui est actuellement fait dans ce domaine.

II- Véhicule connecté

Le « véhicule connecté » n'est pas un véhicule doté de gadgets électroniques supplémentaires. Certes, jusqu'à ces dernières années, l'exploration des progrès technologiques s'est faite au profit du véhicule et de ses attributs. Les constructeurs automobiles ont apporté sur le marché des voitures plus équipées que jamais, les rendant plus sûres, plus économiques, plus confortables. Ils ont exploité une partie de la révolution des technologies pour faciliter l'usage du véhicule, par exemple par le biais de la navigation embarquée (le « GPS »). Mais les occupants des automobiles évoluaient dans un monde clos.

A présent, le « véhicule connecté » (on devrait plutôt parler de « véhicule coopératif ») permet de pénétrer dans une autre dimension de la mobilité. C'est un véhicule « ouvert », qui permet aux occupants du véhicule (le conducteur et les passagers) de communiquer en temps réel avec l'extérieur.

La mobilité connectée est un concept nouveau, né de la convergence de trois révolutions. La révolution des transports tout d'abord. Jamais l'homme ne s'est autant déplacé qu'aujourd'hui. Révolution des technologies de l'information ensuite. L'avènement de l'ère informatique a ouvert des horizons inimaginables il y a encore trente ans, rendant la collecte, le traitement et le stockage de l'information toujours plus faciles, plus rapides et plus économiques. Pour la première fois depuis le début de l'humanité, on peut avoir accès à des informations sur presque tout, presque immédiatement, presque gratuitement. Enfin, troisième révolution : la communication sans fil. Téléphones portables, connexions internet wifi, ondes infrarouges, liaisons satellitaires : toutes ces innovations technologiques spectaculaires font déjà partie de notre quotidien. Prises séparément, ces trois révolutions modifient en profondeur notre mode de vie. Articulées entre elles, elles nous permettent d'envisager une nouvelle révolution : celle de notre façon de nous déplacer individuellement et collectivement.

Au cours des dernières décennies une grande importance a été donnée aux systèmes de transport afin d'améliorer les conditions de sécurité, d'optimiser l'exploitation des réseaux routiers, de diminuer la consommation d'énergie et de préserver l'environnement. Les efforts consentis pour résoudre ces problèmes ont ouvert un nouveau domaine de recherche et d'application, à savoir, *la conduite automatisée de véhicule*, dans lequel des nouvelles techniques sont exploitées pour automatiser entièrement ou partiellement les tâches de la conduite. Les différentes tâches en question sont reprises dans la liste ci-dessous (qui n'a pas prétention à l'exhaustivité) :

- Suivre la route.
- Se tenir dans la file correcte.
- Se maintenir une distance sûre des autres véhicules.
- Détecter les piétons.
- Adapter la vitesse du véhicule en fonction des conditions de trafic et des caractéristiques de la route.
- Changer de file pour suivre les véhicules et éviter les obstacles.
- Trouver l'itinéraire le plus court vers une destination donnée.
- Se déplacer et stationner dans l'environnement urbain.

L'intérêt pour les technologies des systèmes de transport intelligents (STI) est apparu depuis une vingtaine d'années quand le problème de la mobilité des personnes et des marchandises commençait à se poser avec une plus grande acuité, favorisant ainsi la recherche de solutions alternatives.

II-1 Les systèmes de transport intelligents

Les Systèmes de transport intelligents (STI) est une expression générique utilisée pour décrire l'application intégrée des technologies de communication, de contrôle, et de traitement de l'information au système de transport. Leur développement repose donc, sur des fonctions généralement associées à l'intelligence (capacités sensorielles, mémoire, communication, comportement adaptatif...etc)

Les STI interviennent dans un contexte de sécurité et de gestion du trafic routier d'une part et de développement des nouvelles technologies de l'information d'autre part, en particulier dans les domaines de la simulation, du contrôle en temps-réel et des réseaux de télécommunication.

Les STI, à plus ou moins long terme, ont vocation à équiper la quasi-totalité des véhicules en circulation, ainsi que toutes les infrastructures. L'efficacité d'un système de transport coopératif est proportionnelle au nombre de véhicules et d'infrastructures équipés. On ne pourra pas continuer à construire des routes et des équipements à l'infini. Seul le développement des STI permettra d'absorber l'accroissement du trafic, d'améliorer sa sécurité et sa performance énergétique. En outre, les STI ne concernent pas que les automobiles ; ils facilitent la mobilité de tous les voyageurs, y compris les piétons. Certes, l'installation des STI coûte cher. Mais il faut comparer ce coût aux économies réalisées dans le domaine de la sécurité routière, dans la rapidité et la fluidité des transports, et dans les économies d'énergie. Au total, on estime que les STI pourraient permettre de réduire de 10% la mortalité sur les routes, et de 25% la durée et le coût des transports [2].

Les STI sont l'une des réponses technique et économique au défi des transports du XXI^e siècle. Elles devraient permettre à une population de plus en plus nombreuse de se déplacer de plus en plus souvent, sans risque d'accident, avec des ressources en énergie limitées, et en réduisant les nuisances environnementales.

II-1.1 la prévention des accidents

En 2010, plus d'un million de personnes sont mortes sur les routes dans le monde entier, et 50 millions ont été blessées, souvent handicapées à vie. L'insécurité routière est la principale cause de mortalité des jeunes âgés de 15 à 24 ans. Dans les pays émergents et les pays du tiers monde, la situation ne cesse de se dégrader à mesure que le trafic se densifie : si rien n'est fait, en 2030, ce sont plus de 2,5 millions de personnes qui mourront chaque année d'accidents de la circulation.

Les systèmes de transport intelligents ne peuvent pas à eux seuls résoudre ce problème qui a des causes multiples. Mais ils peuvent contribuer à réduire les risques de façon significative en agissant simultanément sur quatre leviers : la prévention des accidents ; la réduction des dégâts en cas de collision ; la gestion des secours ; et enfin la protection des usagers les plus vulnérables

Les STI permettent au conducteur de mieux maîtriser son véhicule, mais aussi d'évaluer sa propre capacité à le conduire. De très nombreuses applications technologiques sont déjà entrées depuis longtemps dans l'usage courant. Sans même y penser, par un simple coup d'œil sur le tableau de bord, le conducteur vérifie de multiples indicateurs essentiels à la sécurité ou au bon fonctionnement du véhicule qu'il conduit : niveau de carburant et d'huile,

température du moteur, vitesse, kilométrage effectué, allumage des phares... Les véhicules haut de gamme offrent des indicateurs plus précis et plus spécialisés : pression des pneumatiques, accrochage des ceintures de sécurité, radar anticollision, température extérieure, signal sonore d'un risque de verglas ou de brouillard... Toutes ces technologies mises en place au cours de ces vingt dernières années renforcent la sécurité et le confort du voyage. Mais elles reposent sur un postulat : le conducteur sera capable de comprendre les informations; il saura les interpréter et il prendra les bonnes décisions pour ajuster sa conduite. Or, les statistiques le prouvent, ce postulat est erroné : 90% des accidents de la route résultent d'une défaillance humaine. Les STI sont une réponse à ce paradoxe. Il ne s'agit plus seulement d'accroître le nombre, la nature ou la précision des indicateurs de bord, mais de compenser les limites ou les défaillances humaines, en d'autres termes de contrôler l'aptitude du conducteur à piloter son véhicule.

En effet, pour des raisons culturelles et par habitude, le conducteur a tendance à surestimer ses capacités et à minimiser les risques auxquels il s'expose. La nervosité, le stress, la dépression, ou au contraire une excitation excessive ou une joie euphorique perturbent le discernement et peuvent être à l'origine d'accidents. Tout comme l'abus d'alcool, ainsi que le prouvent les tests d'alcoolémie : les chauffeurs sous-estiment systématiquement la quantité d'alcool consommée et peinent à admettre leur incapacité à réagir rapidement et correctement à des situations inattendues. Les nouvelles générations d'équipements embarqués vont déceler cette faiblesse en mesurant différents paramètres et pourront alerter le conducteur avant qu'il ne prenne la route, ou éventuellement bloquer le véhicule en cas de comportement incohérent. Il en va de même pour ce qui concerne le manque de sommeil. La somnolence au volant est la cause de nombreux accidents. Des capteurs situés sur le tableau de bord ou dans les équipements (volant, fauteuil, bord extérieur du véhicule) vont en déceler les symptômes les plus caractéristiques (clignements fréquents et prolongés des paupières ; raideur de la nuque ; bâillements répétitifs ; trajectoire déviante du véhicule par rapport aux repères de la chaussée ; vitesse inadaptée, inconstante ou incohérente) et donneront l'alerte. Non seulement les STI pourront déclencher une alarme (un message sonore, une sonnette dans la voiture, à l'intention du pilote), mais encore pourront-ils prévenir du danger les autres usagers de la route.

II-1.2 les STI dans le monde

De nombreux programmes de STI sont déjà en cours de développement aux Etats-Unis (Intellidrive), au Japon (Advanced Security Vehicle), en Allemagne (INVENT, SimTD), en France (PREDIT), au Royaume-Uni (CHVS), en Suède (IVSS), ou encore au niveau européen (CVIS, SAFESPOT, Coopers). Des mégapoles comme Londres, Singapour ou Tokyo ont déjà adopté et mis en œuvre des programmes opérationnels de STI. Pour autant, l'essentiel reste à penser et à construire. Certains des systèmes de TSI directement issus de travaux de laboratoire sont désormais disponibles sur les véhicules actuels. Parmi les plus célèbres, nous pouvons citer, l'airbag, l'ABS (Anti Bloking System), le régulateur de vitesse ou encore le système d'aide à la vision nocturne. D'autres dispositifs plus récents sont en cours de tests et concernent le concept des véhicules intelligents pour la ville appelés communément «Cybercars ».

II-1.3 les STI en Algérie

En Algérie le réseau routier demeure l'un des plus denses du continent africain, il n'a pas encore abouti aux mesures d'intelligence mais il est en développement. En 2013, l'état Algérien et l'Union internationale des télécommunications (UIT) ont élaboré des normes relatives aux systèmes de transport intelligents et à la sécurité des conducteurs. Ces systèmes utilisent aussi bien l'informatique que les technologies de communication, de positionnement et d'automatisation, y compris les radars à bord de véhicules pour éviter les collisions. En décembre 2014, le bureau UBIFRANCE Algérie a organisé une mission collective dans le secteur des transports. 11 entreprises françaises ont pris part à une rencontre avec des sociétés publiques et privées Algériennes. Ce qui a permis aux entreprises françaises participantes de s'informer des programmes de développement en cours et de discuter des possibilités de partenariats sur différents types de projets.

III- La signalisation routière

La signalisation routière [2] désigne l'ensemble des signaux conventionnels implantés sur le domaine routier et destinés à assurer la sécurité des usagers de la route, soit en les informant des dangers et des prescriptions relatifs à la circulation ainsi que des éléments utiles à la prise de décisions, soit en leur indiquant les repères et équipements utiles à leurs déplacements. L'importance du rôle de la signalisation routière s'accroît avec le développement de la circulation. Bien conçue et réalisée, elle réduit les causes d'accident et facilite la circulation. En effet elle a pour objectif de :

- rendre plus sûre la circulation routière.
- faciliter cette circulation.
- indiqué ou de rappeler diverses prescriptions particulières de police.
- donné des informations relatives à l'usage de la route. Elle comprend deux grands ensembles :

III-1 la signalisation routière horizontale

La signalisation routière horizontale regroupe, dans le cadre de la signalisation routière, l'ensemble des marques sur chaussées utilisées pour matérialiser les règles d'utilisation des voies ouvertes à la circulation publique. Elle constitue une aide importante à la conduite, en canalisant les flux de circulation, en précisant des règles de prescription, en matérialisant le stationnement et en guidant visuellement l'usager, en particulier la nuit en rase campagne.

La signalisation horizontale peut être utilisée à différentes fins, dont :

- la définition des voies;
- la séparation des flux de circulation inverse;
- la séparation de la circulation dans le même sens;
- les zones de dépassement;
- l'utilisation et la désignation des voies;
- les passages pour piétons;
- les lignes d'arrêt;
- les espaces de stationnement;
- les messages textuels ou symboliques.

Dans certains cas, elle est utilisée pour appuyer des feux ou autres signaux de circulation.



Figure I.1 : type de signalisation horizontale [3]

III-2 la signalisation routière verticale

La Signalisation Verticale est composée de ce que l'on appelle communément les « panneaux de signalisation routière » implantés verticalement directement aux abords des chaussées. Celle-ci a pour but de guider les conducteurs sur la route en délivrant un message intelligible par tous pour assurer le confort et la sécurité des usagers.

Les panneaux de signalisation verticale ont des formes et des couleurs différentes selon le signal qu'ils veulent émettre. Ils indiquent un règlement de circulation en vigueur à un moment donné et à un endroit précis. Ils indiquent ce qu'il faut faire et ne pas faire. Par exemple, Les types de panneaux appartenant à cette catégorie incluent :

- la priorité pour les conducteurs,
- des panneaux de contrôle qui permettent ou interdisent l'utilisation d'une route donnée,
- la régulation de la vitesse,
- les virages,
- la direction de la circulation,
- les dépassements,
- l'utilisation des voies de circulation,
- le stationnement,
- les passages pour piétons,
- ...



Figure I.2 : exemple de plaque de signalisation verticale

IV- Exploitation automatique des signaux routiers

Ce qu'on entend par exploitation automatique des signaux routiers c'est la détection et la reconnaissance automatique de panneaux de signalisation. Ces deux points font l'objet d'un intérêt soutenu depuis plusieurs années, en relation avec l'alimentation de bases de données d'images routières que les gestionnaires d'infrastructures utilisent en particulier pour l'inventaire de signalisation et les études de sécurité. Les systèmes d'aide à la conduite sont un autre domaine d'application.

En effet, avec le développement de la société et de l'économie, les contraintes du trafic routier deviennent de plus en plus un problème aigu. En particulier les accidents de la route, avec leurs lots de morts et d'handicapés, retiennent l'attention de tous les gouvernements du monde. La signalisation routière est donc une source d'informations très importantes dans la gestion des trafics routiers et la prévention des risques. La détection des signaux routiers, leur reconnaissance a retenu beaucoup d'attention, de la part des décideurs ces dernières années. Ceci implique les techniques de :

- La reconnaissance des formes
- Le traitement de l'image
- La vision par ordinateur
- L'intelligence artificielle
- Etc...

Cependant, la reconnaissance des signaux de la circulation est encore un problème non résolu, car l'interprétation peut être facilement biaisée par l'emplacement et l'angle de vue de la plaque relativement à la caméra ou par l'environnement et les conditions météorologiques et même le moment de la journée.

A ce jour, beaucoup de recherches [4-6] ont été réalisées dans le domaine, mais beaucoup reste à faire.

IV-1 signalisation intelligente

C'est une autre conception avancée de la signalisation routière, en ce sens qu'on cherche à établir une communication entre la source de Signalisation et le véhicules.

Les signaux sont captés par des récepteurs installés à l'intérieur des véhicules. Leur traitement et leur interprétation déclenche automatiquement un nombre d'options programmées dans le système embarqué.

- l'information vocale.
- l'alarme sonore.
- la régulation automatique de la vitesse.
- correction volant.

Cela assure l'application rigoureuse des instructions du code de la route par les conducteurs, et cela malgré eux.

En effet, La conduite est un processus qui comprend le traitement visuel de l'information. Le conducteur doit à tout moment surveiller le trafic routier, afin d'accomplir toutes les tâches nécessaires à une conduite sans accident. Pour lutter contre le manque d'inattention, ou la lenteur de la prise de décision devant une situation donnée, suite à de la fatigue, du manque d'attention, il faut concevoir des systèmes d'aides à la conduite automatique qui au besoin peuvent réagir à la place du conducteur, donc suppléer à sa défaillance devant un danger quelconque.

IV-2 Les contraintes de la « lecture » de la signalisation routière

L'information transmise par les panneaux aux usagers de la route doit être comprise clairement et rapidement, de jour comme de nuit, par tous les usagers : moins de temps pour « lire » un signal, c'est plus de temps pour réagir.

De nuit, de nombreux facteurs peuvent perturber la perception de la signalisation verticale :

- l'implantation des panneaux,
- le vieillissement de la population
- l'environnement urbain et périurbain lumineux
- la salissure des panneaux réduisant leur capacité de rétro-réflexion
- etc...

L'utilisation de l'acquisition et le traitement de l'image peut pallier à ces contraintes. Cependant, un certain nombre de contraintes en limite l'utilisation et qu'il faudrait solutionner :

- le relevé d'image sur le terrain n'est possible que de jour, les matières de prise de vue nécessitent de bonnes conditions climatiques pour réaliser des images de bonne qualité, en particulier le brouillard et la pluie rend très difficile voir impossible le relevé d'image.
- Les objets et événements visibles doivent être proches de la chaussée.
- Actuellement dans le cadre d'acquisition mono-camera, les mesures ne sont pertinentes que dans le plan de la chaussée.
- la signalisation routière contient des centaines voire des milliers de panneaux d'illustration alors que les formes et les couleurs possibles pour ces derniers sont limitées et assez simple (bleu, jaune, rouge - cercle, triangle, carré ou Octogone) cela signifie un taux de ressemblance très élevé ce qui augmente la vraisemblance à l'échec de reconnaissance de l'image et les cas de fausse alarme.

V- Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait un tour d'horizon sur la question des véhicules intelligents, les contraintes du trafic routier, et l'information fournie par la signalisation routière. Notre objectif est de développer un système qui permettrait d'automatiser ce processus, c'est à dire l'exploitation automatique de la signalisation routière. La technique développée fera l'objet du prochain chapitre.

CHAPITRE 2 : CONTRIBUTION

I- Introduction

Au cours des dernières années, le développement et l'application des systèmes de transport intelligent a attiré largement l'attention des gouvernements et des milieux universitaires, notamment le système de reconnaissance automatique des panneaux de signalisation à tel point que c'est devenu un axe de recherche. Le but est de fournir les informations nécessaires au conducteur pour appréhender son environnement et le cas échéant lui fournir l'assistance nécessaire pour une conduite sécurisée.

Dans ce chapitre, on va développer l'application que nous avons réalisée, dans le cadre de ce projet à savoir l'acquisition d'une image, son identification et la reconnaissance du contenu de l'image acquise.

II- Principe de la méthode

Pour automatiser le processus d'interprétation des plaques de la signalisation routière, le système développé comprend les quatre étapes suivantes :

- l'acquisition d'une image
- l'identification de l'image
- la reconnaissance de l'image
- l'action

Le déroulement de ce processus est donné par l'organigramme de la figure II.1. Pour atteindre notre objectif, un programme de reconnaissance des panneaux de signalisation a été développé en environnement MATLAB / Simulink.



Figure II.1 : déroulement du processus

Le principe de fonctionnement est le suivant : une caméra vidéo installée à bord de la voiture prend des images en continu de l'environnement de la voiture. Ces dernières sont envoyées au bloc identification pour déterminer si l'image prise à l'instant t est une plaque ou non. Si c'est ce dernier cas elle est rejetée, sinon elle est envoyée au bloc reconnaissance qui permet d'interpréter le contenu de la plaque et donc activer en conséquence la réaction du système par un signal sonore ou vocal et en absence de réaction du conducteur d'agir sur les organes de la voiture pour éviter le danger.

Dans ce qui suit nous allons expliciter chacune de ces étapes.

III- Environnement

L'environnement, c'est tout l'espace qui entoure la voiture en mouvement, à savoir la route sur laquelle se trouve certains types de plaques de signalisation (essentiellement des plaques de direction), les bas-côtés de la route où sont implantés les plaques de signalisation (notamment les plaques d'interdiction, les plaques de signalement de danger, etc...), les panneaux de publicité (qui constituent une pollution pour notre application) et en plus de tout cela se trouve la nature (les arbres, dont l'ombre peut masquer ou brouiller les plaques, les maisons, etc...). L'ensemble de tous ces éléments et d'autres qui peuvent surgir de manière intempestive se trouvent dans le champ de la caméra, alors que seules les plaques de signalisation nous intéressent.

Donc, la quantité d'informations acquise par le système est grande, de plus les images réelles prises dans des conditions naturelles sont généralement affectées par de nombreux autres facteurs tels que l'illumination imprévisible ou l'angle et la vitesse de prise de vue des images, qui peuvent provoquer des interférences considérables sur le traitement et l'identification, de l'objet de la plaque.

Les panneaux de signalisation, qui nous intéressent pour notre projet sont de 3 types :

- Les signaux triangulaires à fond jaune et pourtour rouge, avec un indicateur en bleu à l'intérieur. Ce sont des plaques d'avertissement jaune,
- Les signaux circulaires ou hexagonaux à fond rouge avec un indicateur en blanc. Ce sont des plaques d'interdiction,
- Les signaux rectangulaires à fond bleu avec un indicateur en blanc. Ce sont des plaques de direction.

L'exploitation de ces différentes propriétés des plaques (la couleur et la forme) vont nous permettre d'extraire les signaux contenus dans ces panneaux.

IV- Acquisition de l'image

L'acquisition de l'image est faite en continu par une caméra vidéo installée à bord de la voiture. La position de la caméra à bord de la voiture joue un rôle important puisqu'elle détermine l'angle de prise de vue et par-delà la netteté de l'image et donc influe sur le processus d'identification. La vitesse de prise de vue est aussi un paramètre important. En effet, elle doit être suffisante par rapport à la vitesse du véhicule pour que dès qu'une plaque est identifiée la prise de décision ne vienne pas en retard.

V- Identification de l'image

Les panneaux sont souvent circulaires, rectangulaires ou triangulaires. La détection de ces formes dans les images peut donner de très bons indices pour la détection de panneaux. Cela est utilisé pour détecter les panneaux circulaires [7], triangulaires [8] et polygonales [9]. Une méthode intéressante proposée dans [10] permet de calculer pour un objet donné, des mesures de ressemblances aux formes de types cercle, rectangle et triangle.

Par ailleurs, La couleur dominante de la majorité des panneaux est rouge ou bleue et les idéogrammes sont souvent peints en noir sur un fond blanc. Un grand nombre d'auteurs utilisent cette propriété pour détecter les panneaux à travers la détection des régions des couleurs, rouges et bleues dans l'image.

Dans ce genre de méthode, l'enjeu principal est dans la robustesse des algorithmes utilisés aux conditions d'éclaircements qui peuvent être très variables. Différents espaces de colorimétrie sont utilisés. Par exemple, utilisant l'espace de RVB standard, les ratios de V et B sur R sont utilisés pour classifier les pixels rouges [11].

Notre approche est basée sur un appariement avec des modèles grâce à des connaissances a priori issues d'un document de référence qui spécifie précisément la forme géométrique et les idéogrammes des panneaux de signalisation routière. La Figure II-2 montre des exemples de ces panneaux de référence.



Figure II. 2 : exemple de panneaux longeant la route

Notre stratégie générale est montrée sur la Figure II.3. Elle est composée d'un enchaînement en cascade de trois grandes étapes. La première d'entre elles détecte les pixels d'une couleur donnée. Elle permet d'obtenir des régions d'intérêt dans l'image. La seconde étape consiste à calculer des attributs de ces régions d'intérêt. La dernière étape cherche à apparier par corrélation d'images, chaque candidat avec le bon panneau parmi l'ensemble des panneaux de références de même catégorie, cette étape agit comme une validation permettant de rejeter ou d'accepter le panneau candidat.

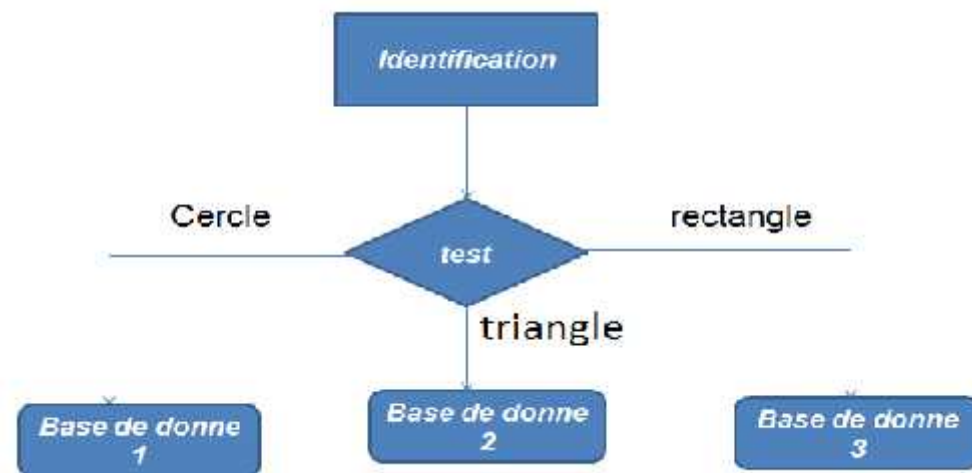


Figure II.3 : stratégie développée pour identifier une plaque

On rappelle qu'à ce niveau de notre stratégie, on cherche à identifier parmi le lot des images reçues, celles qui correspondent à une plaque. Pour cela on va utiliser les attributs couleur et forme pour discriminer entre les images utiles et les autres. Les formes, les couleurs et les dimensions des plaques étant standardisées, on va calculer pour chaque forme deux paramètres, à savoir la surface et le périmètre. Avec la couleur, ces deux paramètres vont servir comme référence pour détecter dans l'ensemble des objets constituant une image donnée les régions qui correspondent à une plaque :

Pour chaque image acquise, on détecte chaque objet constituant l'image ayant une des trois couleurs standard des plaques, on calcule pour chaque objet les deux paramètres surface et périmètre et on les compare à ceux de la base de données. On ne retient que ceux qui correspondent à une catégorie donnée.

Déroulement de la stratégie :

1. On lit l'image acquise
2. On segmente l'image en se basant sur le paramètre couleur pour ne retenir que les objets ayant une couleur rouge, jaune ou bleu.
3. L'image résultat est transformée en niveau de gris
4. Calculer les paramètres surface et périmètre pour chaque objet de l'image retenu
5. Comparer pour chaque objet les deux paramètres avec ceux de la base de données. Si il y a égalité cela voudra dire que c'est une plaque on passe alors à l'étape de reconnaissance, sinon l'objet est rejeté comme ne faisant pas partie des plaques de la signalisation routière.

Remarque : le choix des paramètres à mesurer joue un rôle très important puisqu'il s'agit de choisir les plus discriminants qui éviteront que le taux de fausse alerte soit élevé.

VI- Reconnaissance le contenu de la plaque

Lors de cette étape, il s'agit de reconnaître le type de panneaux. Les significations des panneaux sont exprimées par leurs illustrations. La reconnaissance des panneaux est donc faite en comparant leurs illustrations avec une base de données de référence. Généralement, on utilise des descripteurs pour appairer les idéogrammes d'un panneau candidat avec ceux des bons panneaux dans la base de référence.

Dans notre travail, nous avons utilisés deux méthodes d'appariement des idéogrammes des plaques :

- La première travaille dans l'espace pixel.
- La deuxième travaille dans le domaine transformé.

Dans les deux la mesure de ressemblance utilisée est la différence : en cas de résultat nul on conclue que l'appariement est total est donc le contenu de la plaque est reconnu comme tel, sinon on passe à la prochaine plaque de la base, ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les plaques de la base soient épuisées.

Dans chacune des méthodes on a mesuré le temps de calcul nécessaire pour reconnaître le contenu d'une plaque. En effet, le temps est un paramètre déterminant dans ce cas : il ne faut pas que l'information parvienne au conducteur ou aux organes de la voiture une fois que le danger signalé ne survienne.

La figure II.4 donne l'organigramme de cette technique.

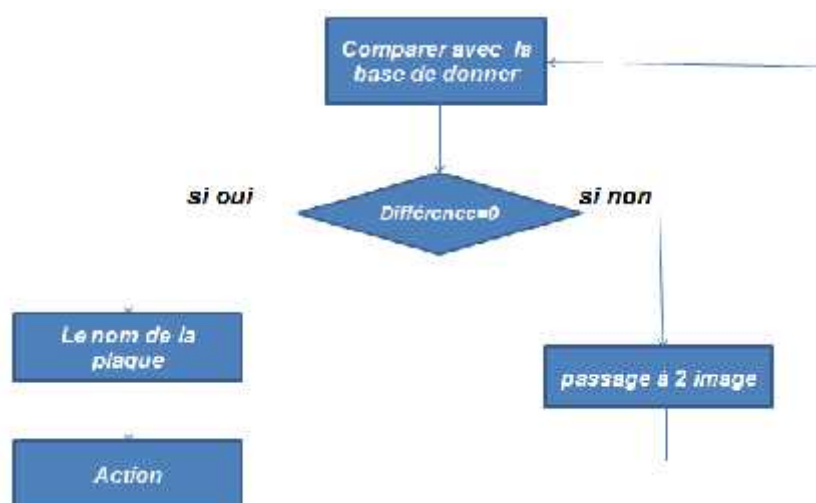


Figure II.4 : organigramme pour la reconnaissance du contenu de la plaque

VI-1 Méthode pixels par pixels

Elle consiste à faire la différence pixel par pixel entre les images acquises et celles de la base de données. On a utilisé comme support de traitement dans un premier temps l'image globale, puis dans un second temps un partitionnement de l'image en blocs 128x128, sachant que l'image est de dimensions 256x256.

Dans cette méthode de reconnaissance le paramètre temps peut être excessif car il s'agit de comparer pixel à pixel chaque image de la base de données avec l'image acquise.

La figure II.5 donne l'organigramme de cette première variante.

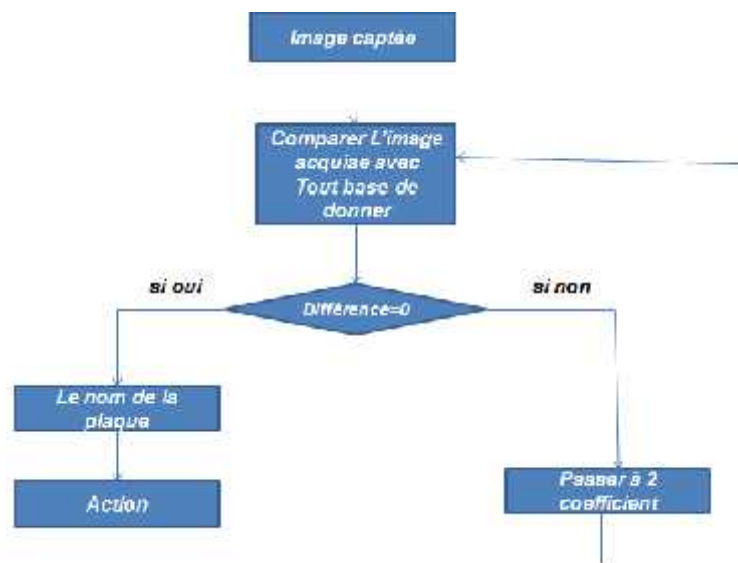


Figure II.5 : organigramme de la méthode pixel par pixel

VI-2 Méthode transformée (la transformée en cosinus discrète (DCT))

Elle consiste à comparer ici uniquement le coefficient DC de l'image transformée. De la même manière que précédemment on a utilisé comme support de traitement l'image globale puis l'image partitionnée en blocs 128x128.

On rappelle que la transformée en cosinus discrète ou TCD (de l'anglais : DCT ou *Discrete Cosine Transform*) est une transformation proche de la transformée de Fourier discrète (DFT). Le noyau de projection est un cosinus et crée donc des coefficients réels, contrairement à la DFT, dont le noyau est une exponentielle complexe et qui crée donc des coefficients complexes. On peut cependant exprimer la DCT en fonction de la DFT, qui est alors appliquée sur le signal symétrisé.

La figure II.6 donne l'organigramme de cette deuxième variante.

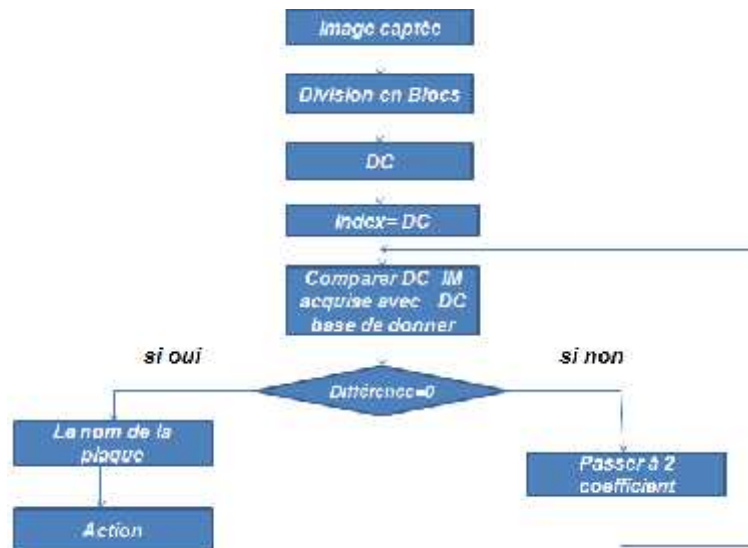


Figure II.6 : organigramme de la méthode transformée

VI-3 Problème d'occultation d'une plaque

Ce cas se présente quand une partie de la plaque est occultée par de la neige ou des saletés. Nous avons voulu tester notre méthode dans ce cas, pour voir dans quelle mesure il est toujours possible de reconnaître le contenu de la plaque.

Pour régler ce problème d'occultation on propose la démarche suivante : les images acquises sont systématiquement partitionnées en quatre blocs de 128x128 pixels. Lors de la comparaison avec les différents blocs des images de la base de données, les deux blocs verticaux de gauche sont pondérés avec des coefficients supérieurs à 1 de manière à ce qu'ils soient favorisés dans les résultats de la comparaison.

Si au moins 2 blocs ou plus de l'image acquise sont identiques à ceux de l'image de la base de données alors l'objet est reconnu comme plaque et son contenu est reconnu implicitement.

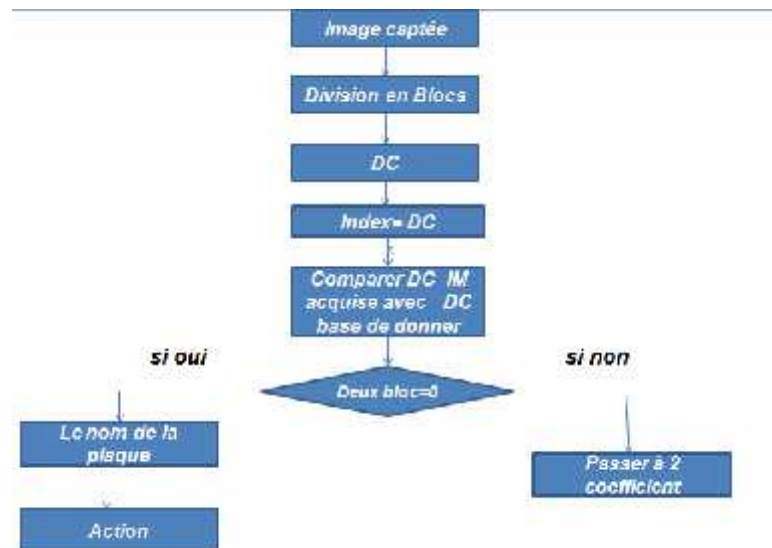


Figure II.7 : organigramme pour une image occulté

VII- Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons développé les différentes péripéties de la méthode proposée pour identifier des plaques et reconnaître leur contenu.

Dans le prochain chapitre cette méthode va être appliquée à des images de synthèse pour en évaluer les performances

CHAPITRE 3 : RESULTATS

I- Introduction

Dans ce chapitre on va tester notre méthode sur des images de synthèse et on va en évaluer les performances dans l'identification et la reconnaissance du contenu des plaques.

II- Image de synthèse

On a créé une image de synthèse avec le logiciel 'Paint' de Microsoft. C'est une image de dimensions 256x256 pixels. Cette image est composée des objets, de forme, de tailles et de couleurs différentes, suivants : un objet de forme rouge circulaire et de même taille que les plaques circulaires de signalisation routière, une plaque de limitation de vitesse à 50 Km/h, un objet de forme circulaire de couleur rouge, mais de taille quelconque, un objet de forme triangulaire et de couleur jaune, enfin un objet de forme rectangulaire et de couleur bleue. Cette image est donnée sur la figure 1.

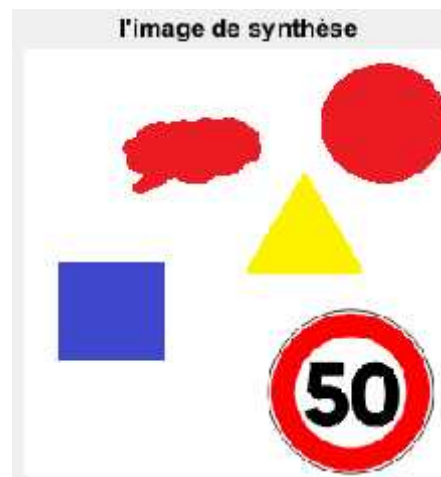


Figure III.1: l'image de synthèse réalisée avec 'Paint'

Ces images seront considérées comme des images acquises par la caméra de la voiture c'est à-dire figurant les scènes du paysage se situant à la bordure droite de la voiture. Ces scènes peuvent être à un moment donné vide de plaque de signalisation et d'autres fois au contraire elles peuvent contenir, en plus du paysage environnant, des plaques de signalisation. Ces dernières doivent être identifiées et interprétées par le système embarqué dans la voiture. Après identification de la plaque celle-ci va être comparée avec les images de la figure III-2 suivantes qui se trouvent dans la base de données.

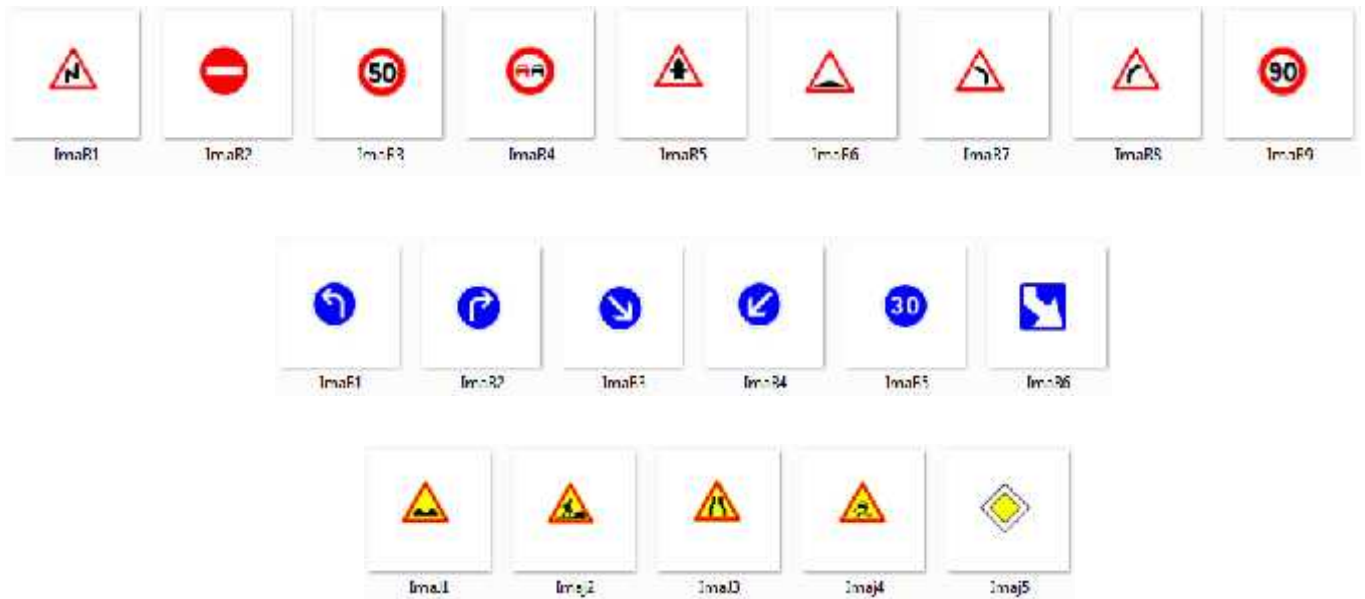


Figure III.2: les images de la base de données

III- Identification

On commence par garder les régions de couleur rouge pour pouvoir calculer la surface et le périmètre pour chaque objet. Pour ce faire, on doit convertir l'image en une image en niveau de gris (figure III-3). Les paramètres obtenus seront, ensuite, comparés avec les paramètres des images de la base de données pour savoir si dans l'image globale acquise il se trouve une plaque.

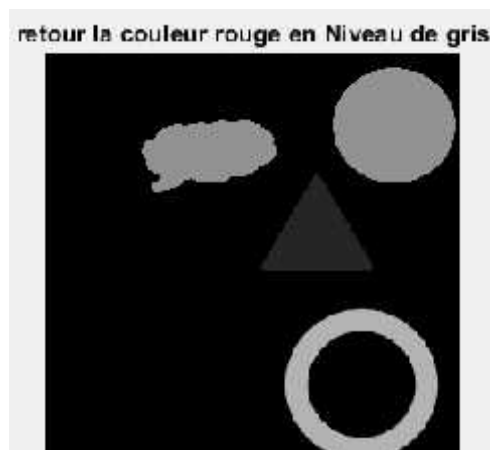


Figure III.3 :l'image en Niveau de gris

Pour l'image de synthèse : dans le tableau III-1 on donne le résultat du calcul de la surface et du périmètre des 4 régions de couleur rouge contenues dans l'image de synthèse pour faire la comparaison avec la surface et le périmètre de chaque catégorie de plaques, à savoir notamment les plaques circulaires, triangulaires et rectangulaires.

stats.redObj		
Fields	Area	Perimeter
1	2618	222.1700
2	2223	200.5520
3	6995	294.3120
4	4215	227.4720

Tableau III.1: résultat des paramètres de 4 objets de couleur rouge

Une région d'intérêt, ou objet, est reconnue comme étant une plaque si ses deux attributs (surface et périmètre) sont égaux à ceux d'une des trois catégories précitées.

Exemple de paramètres d'identification :

- Pour les images de plaques rectangulaires d'indication de couleur bleue.

stats.blueObj	
Field	Value
Area	6447
Perimeter	281.2860

Tableau III.2: résultat des paramètres de l'image de couleur bleue

- Pour les images de plaques triangulaires de danger de couleur jaune.

stats.greenObj	
Field	Value
Area	4758
Perimeter	290.7960

Tableau III.3: résultat des paramètres de l'image de couleur jaune

Une fois que le système reconnaît l'objet comme étant une plaque on passe à la prochaine étape, qui est la reconnaissance du contenu de la plaque

IV- La reconnaissance :

Dans cette partie, comme expliquée dans le chapitre deux, on a simulé les expériences suivantes pour la reconnaissance du contenu de la plaque :

- Calcul de la différence pixel à pixel entre l'image acquise globale avec chacune des images de plaques contenues dans la base de données.
- Calcul de la différence pixel à pixel bloc par bloc de l'image acquise avec les blocs des images de chacune des plaques contenues dans la base de données. Dans ce cas l'image a été découpée en quatre blocs 128x128 (cf. exemple sur la figure III-4)
- Calcul de la différence du coefficient DC de l'image globale transformée avec chacun des coefficients DC de chaque image globale de la base de données.
- Calcul de la différence des coefficients DC des quatre blocs de l'image globale transformée avec chacun des coefficients DC des quatre blocs de chaque image globale de la base de données. C'est des blocs de même taille que ci-dessus qui ont été utilisés et pour lesquels on a calculé le coefficient DC.

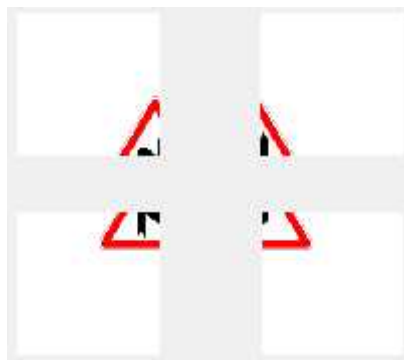


Figure III.4 : division l'image en 4 blocs

Le paramètre temps est très important dans ce cas. En effet, il faut que l'ensemble du temps, d'identification et de reconnaissance du contenu de la plaque, ne doit pas dépasser une certaine valeur. Sinon, le véhicule aurait dépassé le danger signalé et l'alarme ou l'action viendrait trop tard.

Exemple : si un véhicule roule à une vitesse de 90Km/h (c'est-à-dire 25 m/S) et que la plaque de signalisation est acquise à une distance de 50 m. Si elle indique un danger qui se trouve à 50 m en aval, le temps mis par le véhicule pour atteindre la zone de danger est $t = 4S$. Donc il

faut que le temps mis par le système pour identifier et reconnaître le contenu de la plaque soit au moins moitié moins que le temps mis par le véhicule pour parcourir cette distance.

Pour chacune des simulations précédentes, le temps est très inférieur à 4S, et encore le programme de simulation n'est pas optimisé.

V- Problème d'occultation

Dans la réalité les plaques de signalisation peuvent être partiellement recouverte de saleté ou de neige pendant l'hiver, figure III-5. Nous avons voulu savoir dans quelle mesure notre méthode pouvait prendre en charge ce cas.



Figure III.5 : l'image acquise occultée

Comme on peut le remarquer sur la majorité des plaques de signalisation, la plus grande quantité d'information se trouve généralement dans la partie gauche de la plaque. En particulier, on peut constater cela sur les plaques de limitation de vitesse, d'interdiction de dépasser, etc...

Donc, si cette partie n'est pas totalement occultée, on peut penser que la reconnaissance de cette partie peut permettre, si le système est bien réglé, de reconnaître tout le contenu de la plaque. Exemple, il suffit de lire une partie du « 5 », de la plaque de la figure III-5 pour savoir que c'est une limitation de vitesse à 50 Km/h.

Alors, nous avons pris le même principe de découpage de l'image en quatre blocs, figure III-6. On compare alors, chaque bloc de l'image acquise avec le bloc correspondant des images de la base de données.

Les résultats des simulations, avec différentes plaques, montre qu'effectivement tant que la partie gauche de la plaque n'est pas totalement occultée on arrive à reconnaître la plaque.

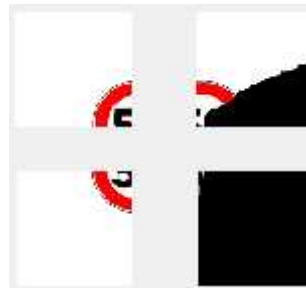


Figure III.6 : division l'image acquise en 4 blocs

Une fois que la plaque est identifiée par la même méthode développée plus haut, l'algorithme de l'opération de reconnaissance peut se résumer comme suit :

1. On fait la transformée cosinus discrète de chaque bloc
2. On compare les coefficients DC de chaque bloc, avec le coefficient DC du bloc correspondant dans l'image de la base de données. Si au moins deux blocs, de toute l'image sont identiques, on conclue que la plaque est reconnue.

VI- Généralisation :

Enfin, cette application a été testée dans le cas des trois types de plaques sus-énumérées. Les résultats obtenus ont été assez satisfaisants.

VII- Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté les résultats auxquels on est parvenu. Globalement on est arrivé à identifier toutes les plaques, y compris celle qui était pratiquement à 50% occultée.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail il s'agissait de développer une application pour une conduite de véhicule assistée automatiquement. Elle permet de suppléer aux défaillances du conducteur, en interprétant en temps réel les plaques de signalisation qui se trouvent au bord de la route et émet un signal sonore ou vocal pour attirer l'attention du conducteur.

Les simulations ont été faites sur des images de synthèse. On aurait aimé faire un test sur des images réelles, c'est-à-dire obtenues à partir d'une caméra montée sur un mobile. Malheureusement à ce niveau de notre travail cela n'a pas été possible

Pour faire l'identification des plaques on a fait appel à des paramètres simples tels que la surface et le périmètre des objets à identifier. Les résultats obtenus montrent que notre choix a été assez judicieux puisque nous sommes arrivés à discriminer les différents objets.

Pour la reconnaissance du contenu de la plaque, nous sommes contents là aussi à utiliser une métrique simple pour la mesure de ressemblance entre les images. On l'a utilisé pour faire la différence pixel à pixel entre les deux images et pour la différence entre les coefficients DC des deux images à comparer. Là aussi les résultats sont assez probants puisque nous arrivons à reconnaître le contenu des plaques y compris celles dont la surface utile est occultée pratiquement à 50%.

Le programme est écrit à l'aide de Matlab, duquel on a emprunté beaucoup de fonctions préexistantes.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Communiqué de la gendarmerie nationale, Novembre 2015
- [2] les cahiers du challenge Bibendum, Berlin 2011
- [3] Florian Pépellin — Travail personnel, CC BY-SA 2.5,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1824160>
- [4] L. Estevez and N. Kehtarnavaz (Kehtarnavaz 1996) presents the
- [5] A de la Escalera (A de la Escalera 1997)
- [6] S. D. Zhu, Y. Zhang, X. F. Lu (S. D. Zhu 2005)
- [7] Y. Ishizuka and Y. Hirai. Segmentation of road sign symbols using opponent-color filters. In ITSWC, Nagoya, Japon, October 2004.
- [8] Rachid Belaroussi and Jean-Philippe Tarel. Modèle géométrique du sommet et de la bissectrice d'un angle pour la détection de panneaux triangulaires. In Actes du 17ème congrès francophone de Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA), Caen, France, Jan 2010.
- [9] A.F. Habib and M.N. Jha. Hypothesis generation of instances of road signs in color imagery captured by mobile mapping systems. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 36 part 5/C55), pages 159–165, 2007.
- [10] Paul L. Rosin. Measuring shape : ellipticity, rectangularity, and triangularity. Machine Vision and Applications, 14(3) :172–184, July 2003.
- [11] [4] Arturo de la Escalera, Luis E. Moreno, Miguel Angel Salichs, and José Maria Armingol. Road traffic sign detection and classification. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 44(6) :848–859, Dec 1997.