

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM



Faculté des Sciences Exactes et d'Informatique

Département de Mathématiques et informatique

Filière : Informatique

RAPPORT DE PROJET FIN DE D'ETUDES

Option : Ingénierie des Systèmes d'Information

THEME :

**SYSTEME DE DETECTION DE LA SOMNOLENCE DU
CONDUCTEUR**

Etudiant(e) : « TOUIL Imed »

Encadrant(e) : « MOUMENE Mohammed Elamine »

Année Universitaire 2021-2022

Liste des figures

Figure N°	Titre de la figure	Page
Figure 1	Les composants d'une voiture autonome	4
Figure 2	Pixel	8
Figure 3	Image de différentes résolutions	8
Figure 4	Palette de niveau de gris	9
Figure 5	Palette RGB.	9
Figure 6	68 facial Landmark	10
Figure 7	Les 4 types de caractéristique utilisés par Viola & Jones	11
Figure 8	Image intégrale et image normale	11
Figure 9	Image qui montre le calcul des pixels	12
Figure 10	Architecture des techniques de la détection de somnolence	16
Figure 11	Algorithme de détection de somnolence	21
Figure 12	Facial Landmark	22
Figure 13	Détection des contours des yeux	23
Figure 14	Détection et la mesure de l'aspect ratio de l'oeil.	23
Figure 15	Calcul de l'EAR	24
Figure 16	Déclenchement et l'arrêt de l'alarme	25
Figure 17	Les points de repères	26
Figure 18	Détection de somnolence sans lunettes	30
Figure 19	Détection de somnolence avec lunettes	32

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre du tableau	Page
Tableau 1	Comparaison entre les techniques de détection de somnolence	19

Liste des abréviations

Abréviation	Expression Complète
GPS	Global Positioning System
IRM	L'imagerie par résonance magnétique
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
ACC	Adaptive Cruise control
AEB	Freinage automatique d'urgence
IA	Intelligence Artificielle
RGB	Rouge, Vert, Bleu
DSM	Driver state monitoring
EAR	Eye aspect ratio
SAE	Society of Automotive Engineers
HOG	Histogram of oriented gradients
SVM	Support Vector Machine
KNN	K-nearest neighbors
DSLDP	Standard Deviation of Lane Position
ECG	Rythme cardiaque
EOG	Mouvement des yeux
EEG	L'état du cerveau
PNN	Prototype Nearest Neighbors
MLP	Multi-Layer perceptron

Table of Contents

Introduction Générale.....	- 1 -
Chapitre 1 Systèmes de détection de la somnolence : principe, les systèmes d'aide à la conduite les avantages et les inconvénients de cette technologie	- 2 -
1.1 Introduction	- 2 -
1.2 Système d'aide à la conduite :	- 2 -
1.2.1 Définition :	- 2 -
1.2.1 Les différents systèmes d'aide à la conduite :	- 2 -
1.2.2 La sécurité du conducteur :	- 3 -
1.3 Les véhicules autonomes :	- 3 -
1.3.1 Définition :	- 3 -
1.3.2 Comment fonctionne un véhicule autonome :	- 4 -
1.3.3 Avantages et inconvénients d'une voiture autonome :	- 4 -
1.4 Système de détection de la somnolence chez le conducteur :	- 6 -
1.5 La vision par ordinateur et les systèmes d'aide à la conduite :	- 6 -
1.5.1 La vision par ordinateur :	- 6 -
1.5.2 Le traitement d'image :	- 7 -
1.6 Définition de la détection faciale :	- 9 -
1.6.1 Les algorithmes et méthodes de la détection faciale :	- 10 -
1.7 Conclusion :	- 12 -
Chapitre 2 L'état de l'art de la détection de somnolence chez le conducteur.-	- 13 -
2.1 Introduction	- 13 -
2.2 Apprentissage automatique :	- 13 -
2.3 Apprentissage profond :	- 13 -
2.4 HOG & Linear SVM :	- 14 -
2.5 Les techniques de détection de la somnolence :	- 16 -
2.5.1 Approche comportementale :	- 17 -
2.5.2 Approche véhiculaire :	- 17 -
2.5.3 Approche physiologique :	- 18 -
2.6 Etudes comparative des différentes techniques de détection :	- 18 -
2.7 Détection de somnolence basé sur le traitement d'image :	- 19 -

2.8	La somnolence et la méthode Facial Landmark :	- 20 -
2.9	Algorithme de détection de la somnolence :	- 20 -
2.9.1	Le prétraitement :	- 21 -
2.9.2	Détection de visage :	- 21 -
2.9.3	Facial Landmark (repère faciaux) :	- 21 -
2.9.4	Eye aspect ratio (EAR) :	- 24 -
2.9.5	Système d'alarme :	- 24 -
2.10	Conclusion :	- 25 -
Chapitre 3 :		- 26 -
3.1	Méthode d'implémentation :	- 26 -
3.2	Quels sont les facials Landmark détectée par Dlib :	- 26 -
3.2.1	Eye aspect ratio (EAR) :	- 27 -
3.3	Le code de la détection de somnolence de notre projet :	- 27 -
3.4	Résultat du projet :	- 31 -
3.4.1	Détection sans lunettes :	- 32 -
3.4.2	Détection avec lunettes :	- 32 -
3.5	Conclusion :	- 32 -
Conclusion Générale		- 33 -
Bibliographie		- 34 -

Introduction Générale

Le monde chaque année enregistre environ 1,35 million de décès à cause des accidents de la route et 20 à 50 millions de blessés. Parmi les causes de ces accidents on a la fatigue qui cause une difficulté pour rester concentré et la somnolence qui fait perdre le matériel avec ses conducteurs, pour priver les accidents et réduire le nombre de morts et de blessés, plusieurs recherches ont été lancées et plusieurs technologies ont été développées par exemple : (les airbags, les ceintures, le système abs...etc.) et dans les dernières années une nouvelle technique a été proposée et utilisée dans les voitures populaires comme (Mercedes-Benz, Audi, Volvo, BMW...etc.). Cette technique est appelée "Système de détection de la somnolence au volant du conducteur".

Dans notre projet nous intéressons à l'état du conducteur et plus particulièrement à la détection et prédiction d'un état « dégradé » tel que la somnolence lors de la conduite automobile.

L'objectif principal de notre projet est de développer un programme de détection de la somnolence du conducteur afin d'aider ce dernier à éviter les accidents routiers à causes des collisions, cette détection se fait en fonction d'état des yeux.

Le premier chapitre intitulé « Système de détection de la somnolence : principe, les systèmes d'aide à la conduite les avantages et les inconvénients de cette technologie » expliquera les inventions d'aide à la conduite. Enfin les notions de base sur le traitement d'image et vidéo.

Le deuxième chapitre intitulé « Etat de l'art sur la détection de la somnolence du conducteur » mettra en évidence les différentes approches de détection de la somnolence, le système de surveillance de l'état du conducteur, les différentes recherches proposées par des différents chercheurs et une étude comparative sur les différentes approches de détection de la fatigue.

Le troisième chapitre intitulé Etapes d'implémentation qui explique les techniques que nous avons utilisées avec des captures sur le code python pour chaque technique et des captures qui montrent les résultats de notre système.

Enfin, nous achèverons notre rapport par une conclusion générale qui résume l'ensemble de nos contributions du travail présent.

Chapitre 1

Systèmes de détection de la somnolence : principe, les systèmes d'aide à la conduite les avantages et les inconvénients de cette technologie

1.1 Introduction

En premier lieu nous allons voir les courantes inventions qui ont réduit le taux des risques dans la route, en deuxième lieu les avantages et les inconvénients de ces inventions sur la vie quotidienne, ainsi la détection de la somnolence du conducteur et en dernier lieux nous allons voir la révolution de la vision par ordinateur, le traitement d'image et les algorithmes qui ont changé plusieurs spécialités dans leurs domaines tel que la médecine et la sécurité des lieux publics.

1.2 Système d'aide à la conduite :

1.2.1 Définition :

Une aide à la conduite est un système de sécurité qui a été développé dans les voitures modernes afin d'assurer la sécurité du conducteur et des passagers. En l'espace de 100 ans les constructeurs automobiles ont beaucoup évolué leurs constructions dans le domaine d'automobile [1] et de la sécurité des conducteurs, dans nos jours la plupart des voitures contiennent des équipements technologiques dans la principale mission est d'aider le conducteur tout au long de son trajet.

1.2.1 Les différents systèmes d'aide à la conduite :

- **La navigation GPS :**

C'est un système de guidage qui permet de se déplacer partout dans le monde sans difficulté avec une aide vocal complète qui l'accompagne dans tout le trajet et c'est un système qui détecte l'état de la circulation de la route.

- **Le détecteur des panneaux routiers :**

La reconnaissance des panneaux de signalisation permet d'afficher sur le tableau de bord la limitation de vitesse grâce à la reconnaissance des différents panneaux installés sur tout au long de la route.

- **Les régulateurs et les limiteurs de vitesse :**

C'est un système de limitation de vitesse qui permet au conducteur de programmer une vitesse maximale afin d'éviter le risque d'excès de vitesse.

- **Radar de recul :**

Le radar de recul est un système de stationnement qui permet au conducteur d'estimer la distance séparant son véhicule d'un obstacle.

- **Détecteur de pluie :**

Le capteur de pluie est un système d'assistance à la conduite qui soulage le conducteur en activant automatiquement le système d'essuie-glace en cas de pluie ce qui augmente considérablement la sécurité et le confort dans le véhicule.

- **Freinage automatique d'urgence :**

C'est un système qui permet à la voiture de freiner automatiquement lorsqu'elle détecte une collision imminente avec un véhicule, un piéton ou un autre obstacle détecté.

1.2.2 La sécurité du conducteur :

Les systèmes d'aide à la conduite ne peuvent pas renforcer la sécurité totale, les conducteurs doivent rester concentrés sur la route. Ces derniers sont les premiers responsables à la conduite et ils doivent rester toujours prudents d'intervenir et de focaliser toute leur attention sur la circulation.

1.3 Les véhicules autonomes :

1.3.1 Définition :

La notion d'une voiture autonome, désigne un véhicule capable de rouler sans conducteur. Il existe plusieurs degrés d'autonomie des véhicules autonomes. Certaines d'entre elles se contentent d'assister le conducteur au tableau de bord de son véhicule pour programmer et limiter la vitesse...etc. tandis que d'autres sont pleinement autonomes, Le véhicule n'a plus besoin de conducteur. Il suit un programme informatique prédéfini.

1.3.2 Comment fonctionne un véhicule autonome :

Le principe de fonctionnement d'une voiture autonome est similaire à celui du corps humain, nous avons des oreilles, un nez et des yeux pour analyser des informations et réagir, de même que la voiture autonome est équipée de capteur radar et de caméra, au fil du temps ils deviennent de plus en plus fiables, il y'a quelques années ces voitures ne pouvaient pas s'arrêter ou remarquer un objet sous la pluie mais maintenant elles peuvent voir et rouler seule même en cas de chute de neige.

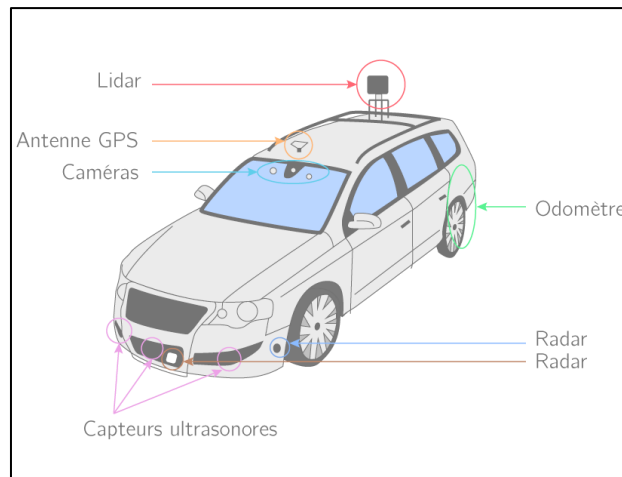


Figure 1 les composants d'une voiture autonome.

1.3.3 Avantages et inconvénients d'une voiture autonome :

Les voitures sans chauffeur font encore l'objet de nombreuses interrogations à l'heure actuelle parmi les avantages d'un véhicule autonome on trouve les suivants :

- **Plus de bouchons :**

Dans les grandes villes lorsque les véhicules autonomes circuleront dans les routes les embouteillages disparaîtront. Pour de nombreuses personnes cela permettra d'économiser environ 40 heures par an.

- **Plus d'accident :**

Le nombre d'accident diminuera d'environ 90%, tu n'auras plus peur que quelqu'un grille un feu rouge dans le dernier instant lorsque tu traverses la rue.

- **Réduction du taux de criminalité routière :**

Les criminelles ne pourront plus échapper aux poursuites policières avec les voitures autonomes au contraire la police pourra les suivre et les arrêter à distance.

- **Le meilleur taxi du monde :**

Dans les grandes villes se sera beaucoup moins cher pour les gens d'utiliser un taxi que d'avoir sa propre voiture. De nombreuses compagnies de taxis se réjouissent de pouvoir bientôt utiliser des voitures autonomes, le temps d'attente pour avoir un taxi sera d'environ 38 secondes et le cout d'une course sera moins élever.

- **Livraison rapide :**

En temps normal quel est la durée pour se faire livrer une pizza ? Dans les grandes villes le temps d'attente moyen est d'environ entre 40 à 80 minutes, si la pizza est livré par une voiture autonome le temps se réduira à moitié et cela s'applique sur toute sorte de livraison.

- **Un avenir radieux :**

Si les seules voitures qui roulent en ville sont des taxis et les transports publics on aura plus besoin de garage et de parking et les surfaces habitables augmenteront donc toute les voitures deviendront électriques ce qui est bon pour l'écologie.

- **Livraison à longue distance :**

Les camionneurs n'auront pas besoin de passer des jours voir des semaines dans la route, toutes les voitures destinées au transport de marchandise seront équipé d'un pilote automatique.

On pourrait penser que ces voitures peuvent parfaitement circuler en ville mais en effet c'est ça le problème principal car ces voitures roulent très parfaitement, parmi les inconvénients des véhicules autonomes sont :

- **Difficulté de réparation :**

Dans la plupart des cas ce n'est pas difficile de réparer une voiture normale tu peux même parfois le faire toi même sans l'aide d'un mécanicien. Mais si une voiture autonome a des problèmes, c'est autre chose même a disfonctionnement mineur peut entrainer un grave accident le conducteur expérimenté peut conduire avec un pneu crevé mais avec une voiture autonome c'est impossible de faire ça.

- **Cybercriminel :**

Une voiture entièrement électronique peut devenir un véritable régal pour les criminels connaisseurs d'informatique, imaginez-vous montez dans un taxi autonome et que vous lui donnez une destination mais la voiture vous emmène vers une destination complètement différente, dans ce cas le criminel peut changer la destination en piratant le véhicule.

- **Surveillance permanente :**

Dans une voiture normale tu peux aller n'importe où sans que personne ne sache où tu vas mais dès que t'installes dans une voiture autonome celle-ci signale immédiatement ta position au serveur de l'entreprise, tout mouvement est visible et connu.

- **Perte d'emploi :**

Non seulement les chauffeurs mais aussi les concepteurs des voitures conventionnelles peuvent perdre leurs emplois, les grandes entreprises automobiles devront s'adapter ou faire faillite et plusieurs millions des postes de travail pourraient disparaître.

- **Plaisir de la conduite :**

Beaucoup de gens aiment conduire, la sensation de vitesse et le contrôle total de la voiture avec les voitures autonomes cette sensation va disparaître.

1.4 Système de détection de la somnolence chez le conducteur :

C'est une nouvelle technologie pour lutter contre la somnolence au volant, les constructeurs automobiles ont intégré des alarmes ou des alertes pour tenter de prévenir la somnolence du conducteur pour assurer sa sécurité dans la route et diminuer le nombre d'accidents routiers. La conduite a besoin d'attention totale du conducteur afin de pouvoir se focaliser sur les risques routiers pour éviter les problèmes d'accident.

L'un des systèmes d'aide à la conduite qui nous intéresse dans ce projet est celui de la détection de la somnolence, le système est basé sur une caméra montée dans le rétroviseur du véhicule intégré par des algorithmes de la vision par ordinateur.

1.5 La vision par ordinateur et les systèmes d'aide à la conduite :

1.5.1 La vision par ordinateur :

La vision par ordinateur désigne toutes les différentes techniques qui permettent aux ordinateurs de voir, de comprendre et d'extraire des informations, des images et des vidéos et donc aujourd'hui on a pleins d'applications de la vision par ordinateur par exemple la détection d'objet d'intérêt va permettre aux voitures autonomes de se situer dans l'espace elle va ainsi pouvoir détecter les différents obstacles qui arrivent dont les piétons ou les autres voitures, elle permet aussi de détecter la signalisation du code de la route. Avec la vision par ordinateur nous pouvons reconnaître du texte

et des personnes, pour changer de domaine on utilise aussi la vision par ordinateur et l'intelligence artificielle pour faire des diagnostics médicaux comme avec la vision par ordinateur on peut détecter si une personne a une tumeur ou non avec une imagerie IRM...etc.

1.5.1.1 Les systèmes d'aide à la conduite (ADAS) basé sur la vision par ordinateur :

- **Adaptive Cruise control (ACC) :**

Est un système qui détecte la distance entre votre voiture et celle des autres qui marche dans la route. Votre voiture reste donc à une distance sécurisée ce qui réduit le risque de collision.

- **Freinage automatique d'urgence (AEB) :**

C'est un système qui permet aux véhicules de freiner automatiquement lorsqu'il détecte un risque de collision.

- **Reconnaissance des panneaux de signalisation :**

Ce système fonctionne grâce à une caméra positionnée au niveau du pare-brise qui capte des images, ces derniers seront visualisés par un logiciel de reconnaissance de ces éléments après l'information sera transmise au tableau de bord ou le conducteur peut voir la vitesse maximale autorisée dans cette route.

1.5.2 Le traitement d'image :

Le traitement d'image est un sous ensemble de la vision par ordinateur, il utilise certaines méthodes permettant d'effectuer des opérations afin d'obtenir une image améliorée. Le traitement d'image est un domaine très vaste qui a aidé au développement de plusieurs spécialités dans le monde tel que la photographie et l'informatique, pour comprendre le traitement d'image il faut bien comprendre l'image numérique.

1.5.2.1 Définition d'une image numérique :

L'image numérique est un ensemble de pixels ou chaque pixel est codé par un nombre binaire pour un niveau de gris et trois nombres binaire pour le rouge, vert, bleu (RGB) [4].

1.5.2.2 Les caractéristiques d'une image numérique :

1.5.2.2.1 Pixel :

Le pixel est le plus petit élément contrôlable d'une image. La valeur de pixel est représentée sous forme entier entre 0 et 255 ce qui fait 256 valeurs possible pour chaque pixel. La valeur 0 correspond au noir et la valeur 255 [4].

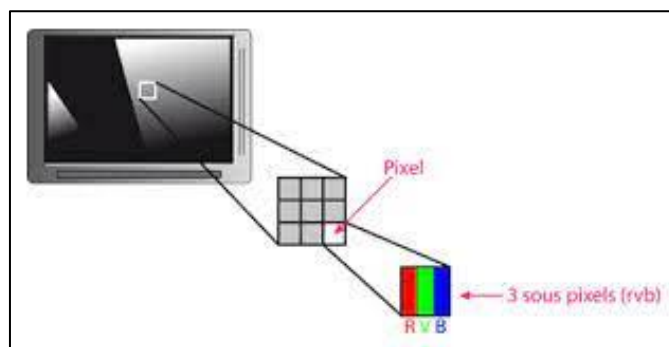


Figure 2 - Pixel

1.5.2.2.2 Résolution d'une image :

La résolution d'une image est définie par le nombre de pixel dans un pouce, cela signifie que l'image avec une haute qualité a un grand nombre de pixels.

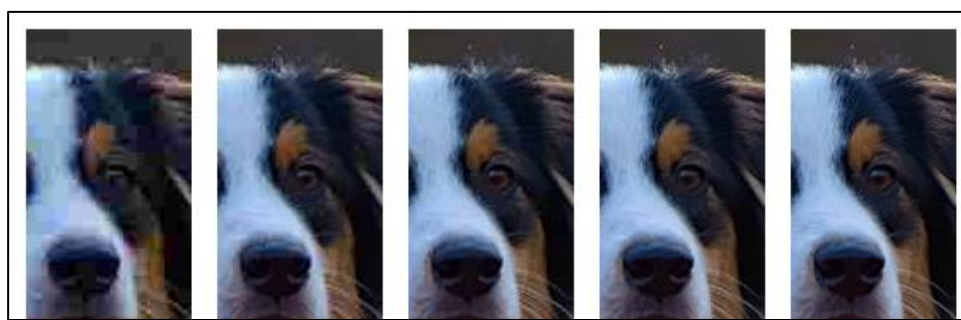


Figure 3 - Image de différentes resolutions

1.5.2.2.3 Dimension d'une image :

Il s'agit de la taille d'une image, qui représente le nombre des pixels de l'image avec une matrice bidimensionnelle ($C \times R$) ou le C est le nombre des colonnes et le R le nombre des lignes [5].

1.5.2.2.4 Espace de couleur :

Chaque image numérique contient un ou plusieurs canaux qui représentent le rouge, vert, bleu. Il existe des palettes de couleur et les plus connus sont les niveaux de gris et les **RGB**.

- **Image a niveau de gris** : c'est un système de codage informatique des couleurs avec un seul canal ou chaque valeur de ce canal est compris entre le 0 et 255 [4].

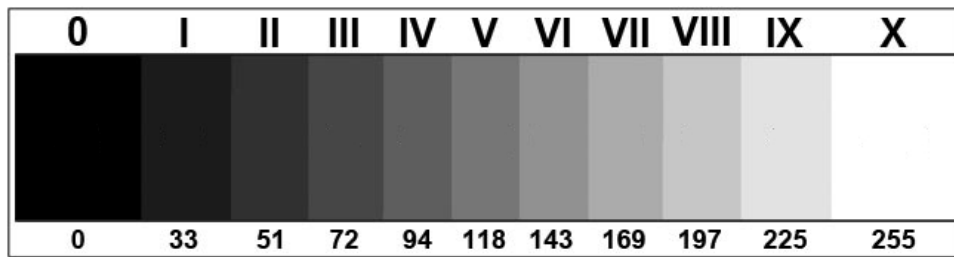


Figure 4 - Palette de niveau de gris

- **RGB (rouge, vert, bleu) :** c'est un système de codage informatique de couleurs avec trois canaux ou le premier représente le rouge, le deuxième représente le vert et le dernier représente le bleu, chaque canal obtient une valeur comprise entre le 0 et 255 [4].

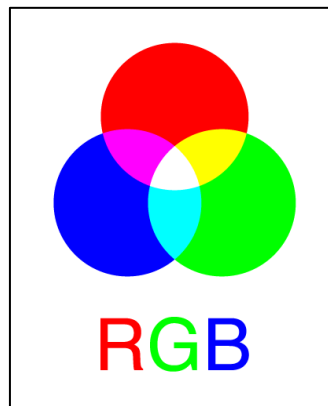


Figure 5 - Palette RGB

1.6 Définition de la détection faciale :

La détection de visage se fait par l'identification des visages d'une image ou d'une vidéo en fonction de plusieurs caractéristiques tel que les yeux, le nez, la bouche et même la couleur de la peau...etc. Cette détection est facile pour l'être humain mais un ordinateur détecte le visage comme une image bidimensionnel, image au niveau de gris et image couleur (RGB).

Et pour faciliter l'opération aux ordinateurs plusieurs techniques ont été inventé pour que l'ordinateur vois certaines caractéristiques importantes comme le détecteur facial Landmark de 68 points et plusieurs d'autres.

1.6.1 Les algorithmes et méthodes de la détection faciale :

1.6.1.1 68 Facial Landmark :

Le détecteur facial détecte le visage à l'aide des repères des 68 points sur le visage qui localisent la région autour des yeux, des sourcils, du nez, de la bouche, du menton et de la mâchoire c'est une technique efficace et robuste, il est utilisé dans la reconstitution virtuelle du visage, la reconnaissance des émotions, le suivi de l'état du conducteur, etc.

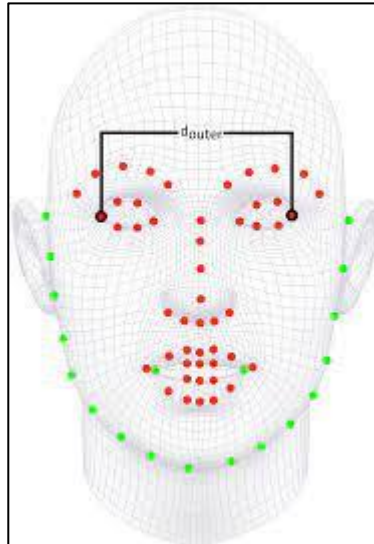


Figure 6 - 68 facial Landmark

1.6.1.2 Viola & Jones :

L'algorithme Viola & Jones porte le nom de deux chercheurs en vision par ordinateur qui ont proposé la méthode en 2001, Paul Viola et Michael Jones. La méthode de Viola & Jones a été inventée à l'origine pour détecter des visages, elle peut également être utilisée pour détecter d'autres types d'objets en temps réel avec une vitesse impressionnante. Viola et Jones ont utilisé des fonctionnalités de type Haar [6] pour détecter les visages dans cet algorithme et ce dernier fonctionne sur une image en niveaux de gris.

1.6.1.2.1 Les fonctionnalités de type Haar :

Viola & Jones utilisent certaines caractéristiques de Haar qui sont les différences sommes des pixels calculées dans des zones rectangulaires, la valeur d'une caractéristique de deux rectangles est la différence entre la somme de pixel dans deux rectangles, cela est utile pour détecter respectivement les contours et les lignes, une caractéristique à trois rectangles utilise les deux rectangles extérieurs soustrait dans un rectangle central et enfin la caractéristique à quatre rectangles qui calcule la différence entre les paires diagonales de rectangles [6].

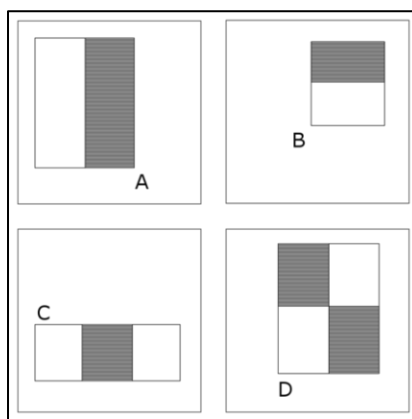


Figure 7 - Les 4 types de caractéristiques utilisé par Viola & Jones

1.6.1.2.2 Image intégrale :

L'image intégrale permet d'effectuer des calculs sur les valeurs des pixels dans une image ou une partie rectangulaire d'une image dans un temps très court ce qui nous permet de gagner beaucoup de temps dans ce calcul.

Dans une image intégrale, la valeur de chaque point est la somme de tous les pixels au-dessus et à gauche, y compris le pixel ciblé :

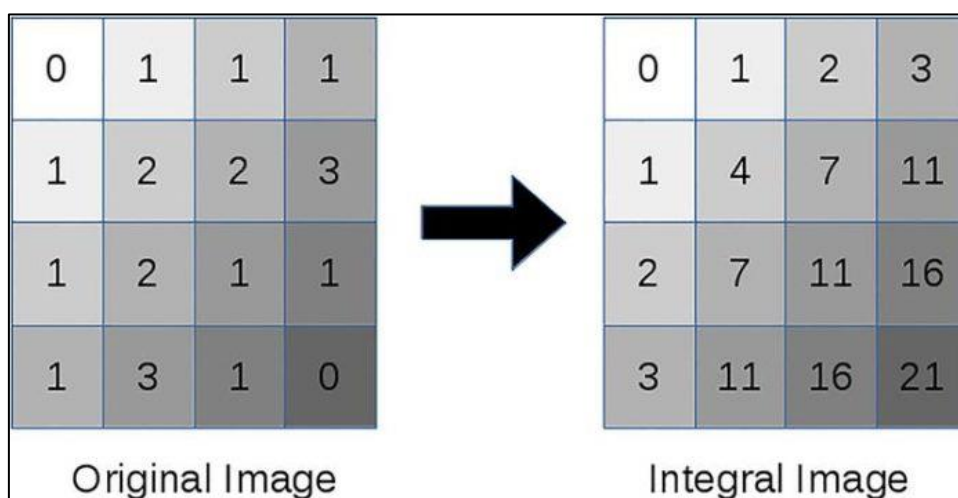


Figure 8 - Image intégrale et image normale

Et comme nécessite une étirassions sur toutes les caractéristiques, celle-ci doivent être calculées de manière très efficace. Viola & Jones introduisent l'image intégrale, cette image qui doit être calculer d'une manière très efficace avec la formule suivante [6] :

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y')$$

Ou $ii(x, y)$ est l'image intégrale et $i(x', y')$ l'image principale. Avec l'image principale toute somme rectangulaire peut être calculer en quatre références de tableau (figure 9).

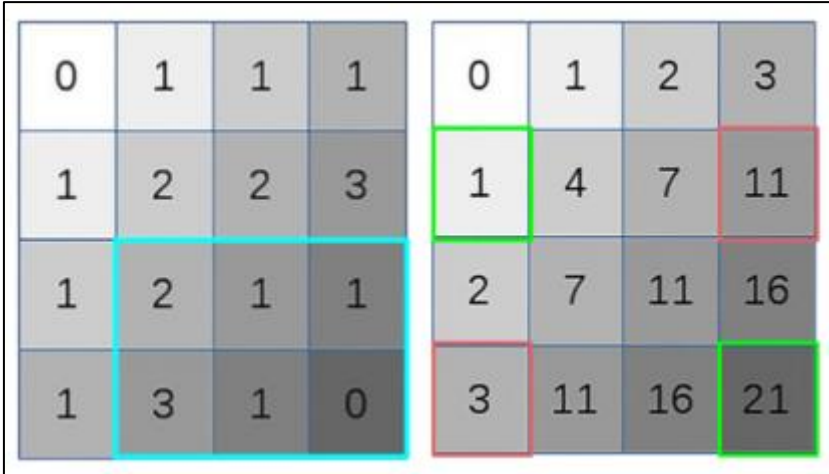


Figure 9 - Image qui montre le calcul de l'image intégrale

1.7 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons abordé quelques notions de base et certaine définitions élémentaires concernant les systèmes d'aide à la conduite, la vision par ordinateur et les traitements d'image ou nous avons défini l'image numérique puis nous avons cité leurs caractéristiques (résolution, pixel...etc.) et enfin quelques algorithmes de la détection faciale.

Chapitre 2

L'état de l'art de la détection de somnolence chez le conducteur.

2.1 Introduction

En raison des risques que la fatigue provoque sur la route. Les chercheurs ont développé plusieurs méthodes pour détecter la somnolence du conducteur en alertant ce dernier avant l'arrivée de toute menace grave sur la route. On va voir dans ce chapitre les différentes techniques utilisées pour la détection de la somnolence, leurs avantages, inconvénients et les différentes recherches proposées.

2.2 Apprentissage automatique :

L'apprentissage automatique « machine Learning » est une technique de programmation informatique qui utilise des probabilités statistiques pour permettre aux ordinateurs d'apprendre par eux-mêmes sans programmation explicite. En ce qui concerne son objectif fondamental, l'apprentissage automatique apprend aux machines à apprendre, pour agir et réagir comme des humains, et améliorant de manière autonome leur style d'apprentissage et leurs connaissances au fil du temps. [22].

L'apprentissage automatique est utilisé lorsque les données sont abondantes (relativement) mais que les connaissances ne sont pas facilement disponibles ou sous-développées. Ainsi, l'apprentissage automatique peut également aider les humains à apprendre : les algorithmes d'apprentissage créent des modèles qui révèlent l'importance relative de certaines informations ou la manière dont elles interagissent pour résoudre un problème particulier. [23]

2.3 Apprentissage profond :

L'apprentissage profond (Des techniques sont utilisées dans les domaines informatiques des NTIC (reconnaissance visuelle - comme les panneaux routiers pour robots ou véhicules

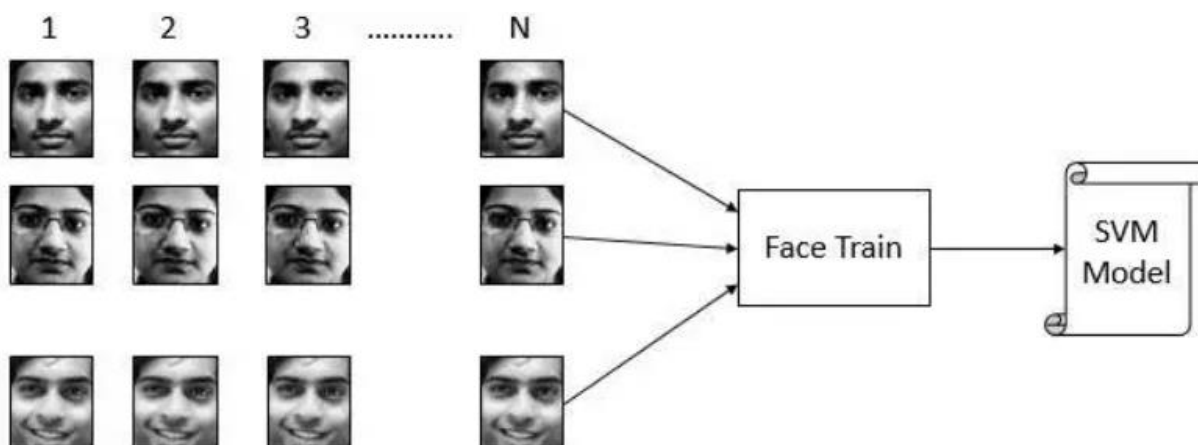
autonomes - notamment reconnaissance de la parole), robotique, bio-informatique, reconnaissance ou comparaison de formes, sécurité, santé, etc. pédagogie assistée par ordinateur, et plus encore. Le plus répandu est l'intelligence artificielle « l'apprentissage en profondeur ». (Deep learning) est l'une des principales technologies du Machine learning. Avec le Deep Learning, nous parlons d'algorithmes capables de mimer les actions du cerveau humain grâce à des réseaux de neurones, Le deep learning, quant à lui, fonctionne à partir de données non structurées. En effet, ces algorithmes s'appuient sur un réseau neuronal de plusieurs couches, similaire au cerveau humain. Un système avec un apprentissage profond est capable d'effectuer des tâches complexes alors qu'avec le machine learning il est plutôt question d'actions de routine.

Un IA à apprentissage profond possède également la capacité à apprendre en toute autonomie, contrairement à un IA à apprentissage automatique, qui nécessite l'intervention humaine [24].

Par exemple, des ordinateurs peuvent être faits pour mieux identifier et analyser des objets hautement déformables, des émotions révélées par un visage photographié ou photographié, ou pour analyser le mouvement et la position des doigts d'une main, ce qui est utile pour traduire des symboles dans le langage, améliorer le positionnement automatique des caméras, etc. Ils sont utilisés dans certaines formes d'aides au diagnostic médical (ex : reconnaissance automatique d'un cancer en imagerie médicale), ou de prospective ou de prédiction (ex : Prédire les propriétés du sol capturées par un robot).

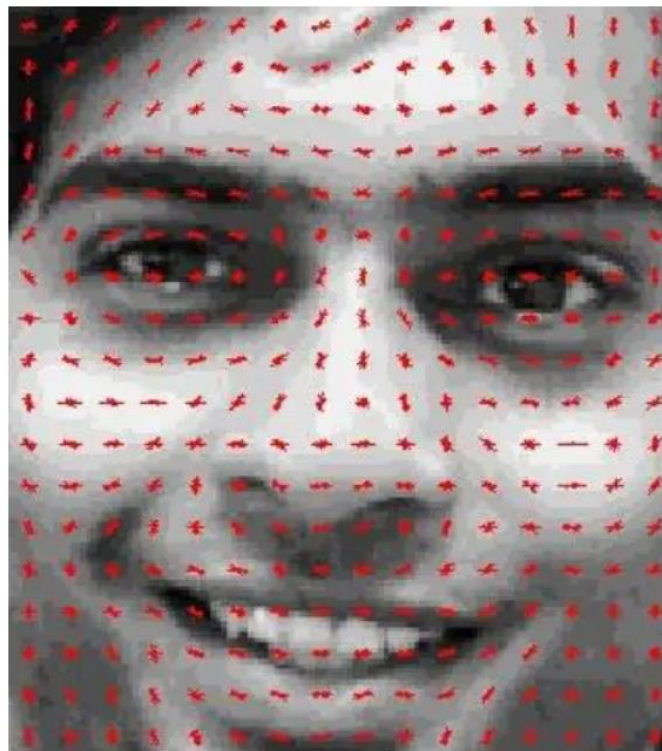
2.4 HOG & Linear SVM :

Que sont les machines à vecteurs de support (SVM) ? Les machines à vecteurs de support (SVM) sont des modèles d'apprentissage automatique supervisés qui divisent et classent les données.



Les machines à vecteurs de support sont largement utilisées dans la détection des visages, la classification des images, la reconnaissance de l'écriture manuscrite et d'autres applications. Le modèle SVM peut être considéré comme un espace de points où plusieurs classes sont séparées à l'aide d'hyperplans.

Qu'est-ce qu'un histogramme de gradients orientés (HOG) ? HOG est un descripteur de fonctionnalité couramment utilisé pour la détection d'objets. HOG est bien connu pour son application dans la détection des piétons. HOG s'appuie sur les propriétés des objets dans une image pour saisir la distribution des gradients d'intensité ou des orientations des bords. Les dégradés sont calculés à raison d'une image par bloc. Un bloc est considéré comme une grille de pixels, où le gradient est constitué de l'amplitude et de la direction des changements d'intensité des pixels dans le bloc.



Dans l'exemple actuel, toutes les images d'échantillons de visage sont transmises à l'algorithme d'extraction de descripteur de caractéristique (**HOG**). Les descripteurs sont des vecteurs de gradient générés pour chaque pixel de l'image. Le gradient de chaque pixel se compose de la magnitude et de la direction, calculées à l'aide de la formule suivante :

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}$$

$$\theta = \arctan \frac{g_y}{g_x}$$

Dans l'exemple actuel, Gx et Gy sont respectivement les composantes horizontale et verticale du changement d'intensité de pixel. Une taille de fenêtre de 128 x 144 est utilisée pour les images de visage car elle correspond au rapport d'aspect général des visages. Les descripteurs sont calculés sur des blocs de pixels de taille 8 x 8. Les valeurs de descripteur pour chaque pixel sur ces blocs 8 x 8 sont quantifiées dans 9 cases, où chaque case représente l'angle d'orientation du gradient et la valeur dans cette case, c'est-à-dire la somme des magnitudes de tous les pixels avec le même angle. De plus, l'histogramme est ensuite normalisé à une taille de bloc de 16 x 16, ce qui signifie que les quatre blocs 8 x 8 sont normalisés ensemble pour minimiser les conditions d'éclairage. Ce mécanisme atténue la baisse de précision due aux changements de lumière. Le modèle SVM est entraîné à l'aide de plusieurs vecteurs HOG de plusieurs visages.

2.5 Les techniques de détection de la somnolence :

Il existe plusieurs techniques de détection à la somnolence, après plusieurs études qui ont été fait afin de limiter la mortalité liée par la fatigue sur la route. Des nouvelles technologies sur différents types ont été étudié. Première étude définie le comportement du conducteur, ce qui permet d'analyser son état de fatigue. Deuxièmement le comportement du véhicule sur la route et finalement l'étude physiologique sur l'état du conducteur.

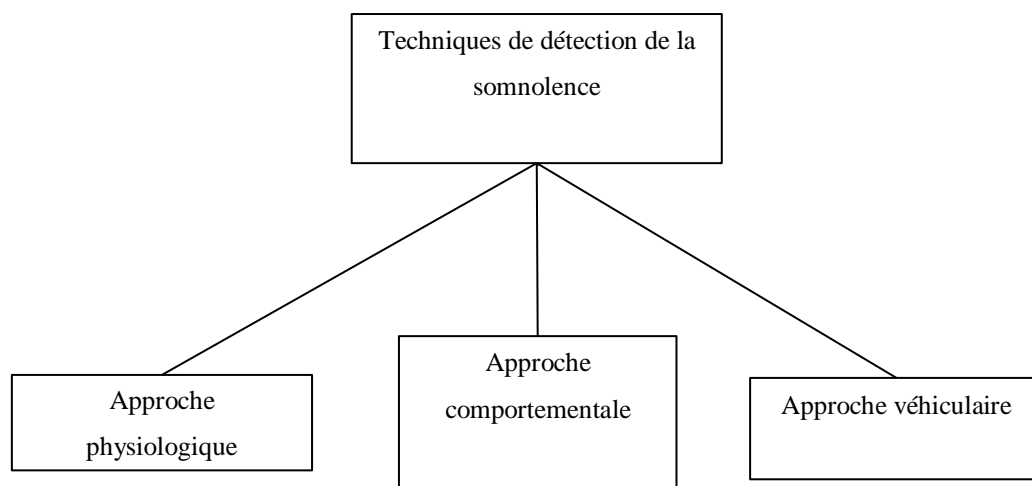


Figure 10 - Architecture des techniques de la détection de somnolence

2.5.1 Approche comportementale :

Cette technique mesure la fatigue du conducteur par son comportement comme la fermeture de ses yeux, le clignotement des yeux, la position de sa tête, son expression du visage et le bâillement. Le pourcentage de la fermeture des yeux est un des métriques les plus utilisés dans la détection de la somnolence basée sur l'observation de l'état de l'œil, le bâillement est basé sur la détection géométrique de la bouche d'un conducteur somnolent comme l'ouverture plus large de la bouche. Cette technique utilise la caméra et la vision par ordinateur pour extraire le comportement du conducteur.

Sarada Devi et Bajaj [7] ont proposé une méthode de détection de la somnolence à partir d'analyse de la bouche et bâillement, premièrement le système localise et suit la bouche d'un conducteur en utilisant les images entrées. Ensuite les images de la bouche et de bâillement sont formés à l'aide de SVM, ce dernier est utilisé pour classifier les régions de la bouche et détecter le bâillement et alerte la fatigue. Avec quelques expériences ils ont collecté quelques vidéos et ils ont sélectionné 20 images de bâillement et plus de 100 vidéos, les résultats ont montré que le système a donné des résultats pas mal en utilisant les caractéristiques géométriques. Le système proposé détecte le bâillement et alerte la fatigue rapidement et facilite le sauvetage de vie du conducteur.

2.5.2 Approche véhiculaire :

Cette technique essaie de détecter la fatigue du conducteur en basant sur les caractéristiques du véhicule comme les changements de voie aléatoirement, fluctuation de la vitesse du véhicule, angle du volant, force de prise du volant...etc. Ces mesures nécessitent un capteur placé par exemple dans le volant, la pédale du frein et celle de l'accélération, le signal reçu par ces capteurs est utilisé pour détecter la somnolence du conducteur. Le but principal de cette technique est d'observer les habitudes de la conduite et détecter un malaise de conduite ou une baisse de performance de conduite causé par la fatigue.

Krajawski et al [8] ont développer une recherche basée sur l'extraction des caractéristiques du mouvement du volant, qui a une relation avec l'environnement, la fréquence et le temps, ils ont utilisé les algorithmes d'apprentissage comme SVM (Support Vector machine) [9] et l'algorithme KNN (K-Nearest Neighbors) [10] pour hiérarchiser ces caractéristiques. Cette recherche atteint une précision de 86%. Il y a une autre étude qui a été proposé c'est la détection de la voie qui nous permet d'évaluer les niveaux de somnolence chez le conducteur elle s'appelle Standard Deviation of Lane Position (DSLPP). Généralement on utilise une caméra pour détecter la voie. Cette approche affectée par plusieurs paramètres comme l'état de la route, le modèle de la voiture et même par l'expériences du conducteur.

2.5.3 Approche physiologique :

Quand une personne se sent somnolente ou fatigué, plusieurs changements apparaissent sur son corps. Ces changements incluent le rythme cardiaque, les muscles et l'état du cerveau...etc. Plusieurs recherches ont été fait à base de ces changements, nous trouvons des capteurs qui permettent de capter plusieurs types d'indices comme par exemple ECG (rythme cardiaque), EOG (mouvement des yeux) et EEG (l'état du cerveau), En utilisant des algorithmes de l'apprentissage SVM [11], PNN (Prototype Nearest Neighbors) et MLP (Multi-Layer perceptron) [12].

Les chercheurs ont utilisé l'EOG pour la surveillance de l'état du conducteur a l'aide de la classification des mouvements des yeux par des signaux vertical et horizontal de l'EOG obtenu par des capteurs.

Hossan et al [21] ont proposé un système intelligent pour la détection de la fatigue du conducteur, en utilisant les détecteurs d'électroencéphalogramme (EEG) pour obtenir les signaux du cerveau du conducteur afin de pouvoir détecter la somnolence. Quand la somnolence du conducteur est détectée, une alerte est utilisée pour avertir le conducteur a l'aide d'un avertisseur sonore.

2.6 Etudes comparative des différentes techniques de détection :

Chaque technique de détection de somnolence a ses propres avantages et inconvénients. Ces techniques de détection sont simples d'utilisation mais ne fournissent pas de résultats précis. Les techniques basées sur le comportement du conducteur sont affectées par les effets d'éclairage tandis que les techniques basées sur les comportements des véhicules dépendent des conditions climatiques, l'état des routes et l'expérience du conducteur et deviennent donc parfois peu fiables. Les techniques basées sur la physiologie du conducteur, donnent des résultats précis. Les chercheurs travaillent à utiliser des mesures physiologiques avec des appareils sans fil, comme l'emplacement des capteurs sur le siège du conducteur ou au niveau de volant et même sur le corps du conducteur et les signaux sont obtenus sans fil. Mais cette méthode dérange le conducteur en portant des capteurs.

Les circonstances des techniques de détection discutées ici sont un éclairage insuffisant, l'état de la route et des conducteurs portant des lunettes de soleil et des conducteurs ayant une moustache. Cette analyse montre que les paramètres biologiques donnent des résultats stables et bons dans de telles conditions, tandis que les performances des techniques basées sur les paramètres comportementaux diminuent en cas de faible éclaircissement.

Tableau 1 – Comparaison entre les techniques de détection de somnolence

Techniques	Mesures	Avantages	Inconvénients
Approche comportementale	Fermeture des yeux et position de tête, bâillement et analyse de la bouche et l'expression faciale	Non-intrusifs, facile à utiliser	Dépend des conditions extérieures
Approche véhiculaire	Angle du volant, détection de voie et clignement des yeux	Non-intrusifs	Conditions climatique, l'état des routes
Approche physiologique	ECG, EOG, EEG	Détection anticipée, fiable	Intrusive, faible qualité de signal dans les solutions non-intrusives

2.7 Détection de somnolence basé sur le traitement d'image :

En raison de développement de la technologie, les recherches ont développé des méthodes basées sur les traitements d'image comme nous avons vu dans le premier chapitre. À partir d'une caméra ils peuvent extraire les symptômes de somnolence du conducteur. L'entrée de système de détection est une séquence de trames (Vidéo) qui est acquis à partir d'une caméra, puis le système analyse chaque image séparément. Ce processus se fait sur 4 étapes principales : premièrement on détecte le visage dans chaque image. Après on détecte les deux yeux (gauche et droite) du visage. Par la suite, on détecte l'état des yeux. Finalement on détecte l'état du conducteur avec le calcul de moyenne de PERCLOSE des deux yeux.

$$PERCLOSE = \frac{\text{nombre des yeux fermé}}{\text{nombre des yeux fermé} + \text{nombre des yeux ouvert}}$$

Gracia et al [14] ont proposé un système en 3 étapes principale, la première est le prétraitement ou ils ont détecté le visage humain et les yeux avec l'algorithme Viola & Jones, la deuxième est la détection des pupilles des yeux avec la méthode de projection intégrale et la dernière étape est là prédiction de l'état du conducteur avec la méthode de PERCLOSE.

Adrian [15] a proposé une autre méthode après la détection du visage, le calcul de l'EAR (Eyes aspect ratio) pour la détection d'état des yeux (Ouvertes ou fermées) et si les yeux sont fermés une alarme sera déclencher afin de prévenir le conducteur.

Le traitement d'image devient plus fiable avec les méthodes et techniques pour la détection de somnolence et de prédiction.

2.8 La somnolence et la méthode Facial Landmark :

Les caractéristiques d'extraction par Facial Landmark (repère faciaux) sont l'approche principale de la détection de n'importe quelle image. Facial Landmark est connu comme l'un des sous-ensembles du problème de prédiction de forme ou il est utilisé pour localiser les composants du visage comme les yeux, le nez et la bouche. Mohsen et al [16] et [17] ont travaillé et analysé sur le cadre de traitement des yeux comme le changement du rapport des pixels noirs et blancs dans les parties supérieure et inférieure pour reconnaître l'activité des clignotements. D'autres chercheurs [18] et [19] comptent sur les informations du clignotement pour donner une haute précision de détection de l'état de somnolence (jusqu'à 90.74%).

Des études ont montré que les mouvements des yeux sont la méthode fiable pour la détection de la somnolence. Et nous avons choisis la méthode de **Facial Landmark** afin de pouvoir donner des meilleurs résultats de la détection du somnolence en basant sur l'état des yeux.

2.9 Algorithme de détection de la somnolence :

L'algorithme de la détection de somnolence se fait sur plusieurs étapes premièrement le prétraitement de l'image en utilisant le niveau de gris sur l'image, deuxièmement la détection du visage par la bibliothèque Dlib qui utilise la détection par HOG & Linear SVM ensuite la méthode Facial Landmark qui structure le visage avec les points de repères ensuite la localisation de l'œil gauche et droit et enfin le calcul de la valeur de EAR (Eye aspect ratio) pour déterminer si les yeux sont ouverts ou fermés.

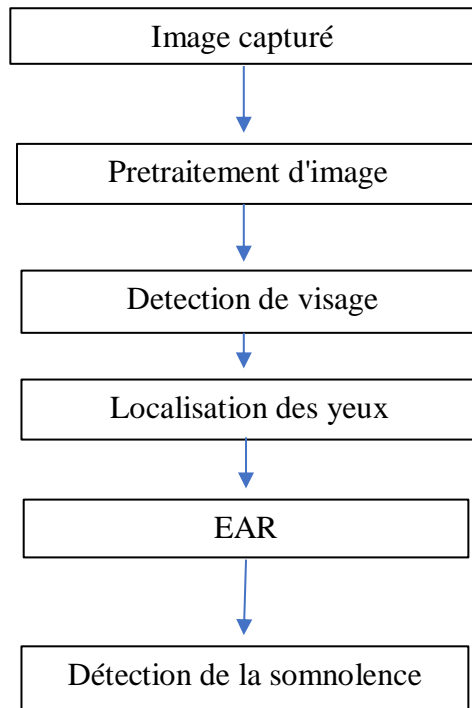


Figure 11 - Algorithme de détection de la somnolence

2.9.1 Le prétraitement :

Le prétraitement est une étape consiste à convertir l'image qui est capturée en format RGB en nuances de gris. Cette étape est intéressante, car elle permet d'accélérer le traitement de toutes les autres fonctions.

2.9.2 Détection de visage :

La détection de visage se fait par la bibliothèque Dlib basé sur HOG & Linear SVM, c'est une étape qui permet au système de trouver le visage de la personne afin de pouvoir terminer toutes autres fonctions.

2.9.3 Facial Landmark (repère faciaux) :

La bibliothèque Dlib contient la méthode de détection de Facial Landmark prédéfini qui est utilisée pour localiser le visage avec 68 points de repères qui nous aide à la détection des yeux.

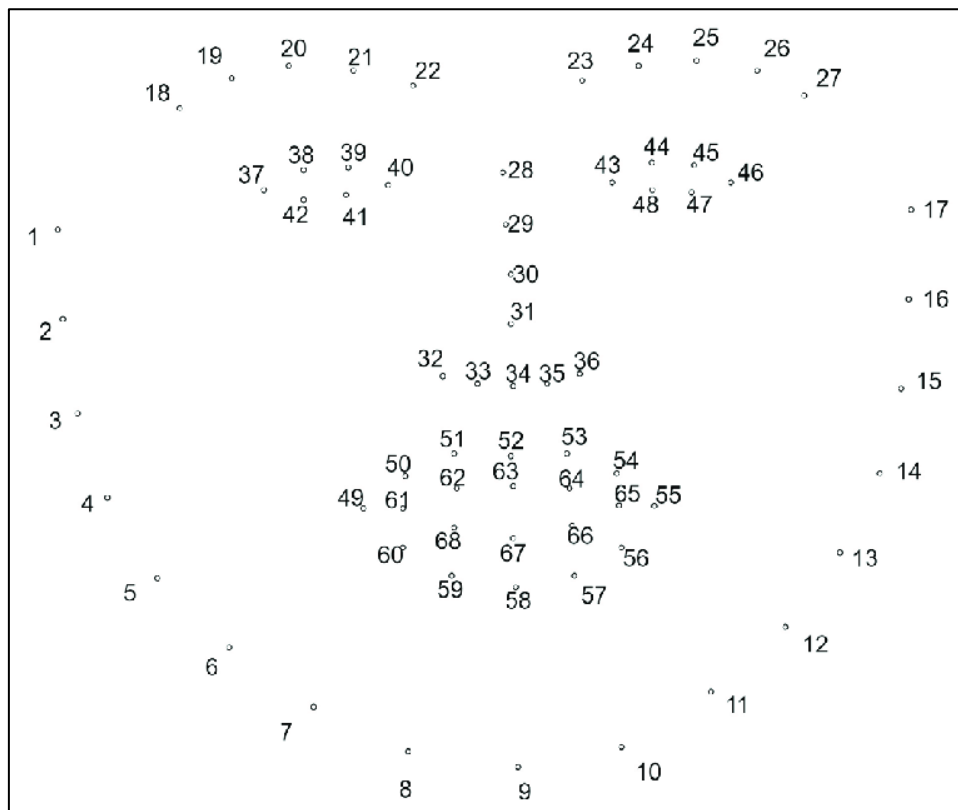


Figure 12 - Facial Landmark.

Une structure de 68 points sera structurée au niveau du visage. L'application de la méthode de repère faciaux permet à la caméra de déterminer la position de l'œil gauche, l'œil droit, le nez et la bouche ainsi que la mâchoire basée sur la forme de tête. Dans la détection de somnolence la position de l'œil est très vitale et elle a besoin d'être détectée précisément pour que le script fonctionne correctement et pouvoir déterminer la somnolence du conducteur. Facial Landmark a été testé sur 10 images de différentes personnes avec de différentes formes de visage et les résultats étaient bien sur les 10 images.

2.7.3 Localisation des yeux :

Dans notre projet nous nous concentrons sur la détection de la somnolence du conducteur en basant sur l'état des yeux. Les données de la région des yeux obtenues à partir de Facial Landmark active le script pour continuer à travailler sur la détection du niveau de la somnolence à partir de l'état des yeux du conducteur. La commande Drawcontour de la bibliothèque OpenCv est utilisé pour dessiner la région des yeux, la figure ci-dessous montre la détection des yeux sans et avec lunettes.



Figure 13 - Détection des contours des yeux

La précision de l'application des repères faciaux a donné à la vision par ordinateur la capacité de détecter et de mesurer l'aspect ratio de l'œil similaire à la méthode des repères faciaux, chaque œil à son repère oculaire représenté par 6 (x,y).

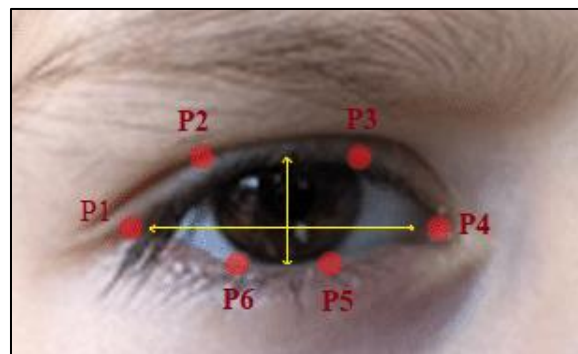


Figure 14 - Détection et mesure de l'aspect ratio de l'œil.

2.9.4 Eye aspect ratio (EAR) :

Après la détection du visage du conducteur par les repère faciaux (Face Landmark), le calcul du niveau de la somnolence a été effectué. La recherche par Soukupuva et cech [3] ont produit une équation dérivée de la relation entre tous les axes visualisés dans le repère oculaire et la relation s'appelle Eye aspect ratio (EAR) montré dans l'équation ci-dessous.

$$\text{EAR} = \frac{\|p_2 - p_6\| + \|p_3 - p_5\|}{2\|p_1 - p_4\|}$$

En utilisant cette équation la valeur de Eye aspect ratio (EAR) va être diminuer lorsqu'on a une personne avec des yeux fermés ou partiellement fermés, car la distance entre les deux verticales sera diminuée suite à la fermeture des yeux de la personne. La définition de fermeture des yeux est le clignotement différent d'un à l'autre, pour dire qu'une personne est somnolente le détecteur doit détecter 10 images (trames) consécutives avec la valeur de l'EAR inférieur au seuil donné, donc si la valeur de EAR reste inférieure à 0,2 pendant 10 trames consécutives, elle considère que le conducteur est fatigué. L'équation est ajoutée au script pour mesurer EAR du conducteur.



Figure 15 - Calcul de l'EAR.

2.9.5 Système d'alarme :

Pour que l'alarme commence à donner une réponse afin de réveiller le conducteur, il faut trouver le seuil minimum. Un seuil est fixé à une valeur de 0.2 EAR ou le compteur commencera à compter le nombre total des trames d'image (**10**) chaque fois que l'EAR d'une personne tombe en

dessous du seuil minimum. L'alarme ne s'arrêtera pas jusqu'à ce que le conducteur soit de nouveau conscient sur la route comme indiquée sur la figure 16 ci-dessous.



Figure 16 - Déclenchement et l'arrêt de l'alarme.

2.10 Conclusion :

En conclusion la technologie de détection de somnolence est une technologie de sécurité routières qui aide à prévenir les accidents causés par le conducteur somnolent. C'est important de détecter et d'alerter le conducteur rapidement parce que n'importe quel accident peut causer un décès. Le système proposé est de détecter le niveau de somnolence en utilisant la technique du traitement d'image. L'idée principale de ce chapitre était de voir l'état de l'art de la détection de somnolence du conducteur, en expliquant les différentes techniques et méthodes de la détection de somnolence, le comportement physique du conducteur, le comportement du véhicule et la physiologie du conducteur. Nous avons vu ainsi l'algorithme basé sur les repères faciaux que nous avons utilisé dans notre projet de fin d'étude.

Chapitre 3 :

Méthodes d'implémentation & Résultat

3.1 Méthode d'implémentation :

Dans notre projet nous avons utilisé la méthode de facial Landmark en utilisant les bibliothèques Dlib et open cv du langage python avec le concept de EAR qui nous a permis de calculer la somnolence du conducteur.

3.2 Quels sont les facials Landmark détectée par Dlib :

La bibliothèque Dlib est utilisée pour détecter le visage en images et de trouver 68 points de repères faciaux qui détectent le visage.

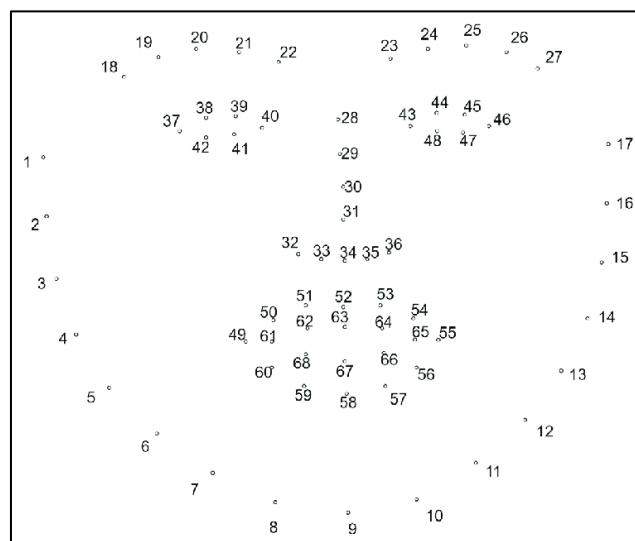
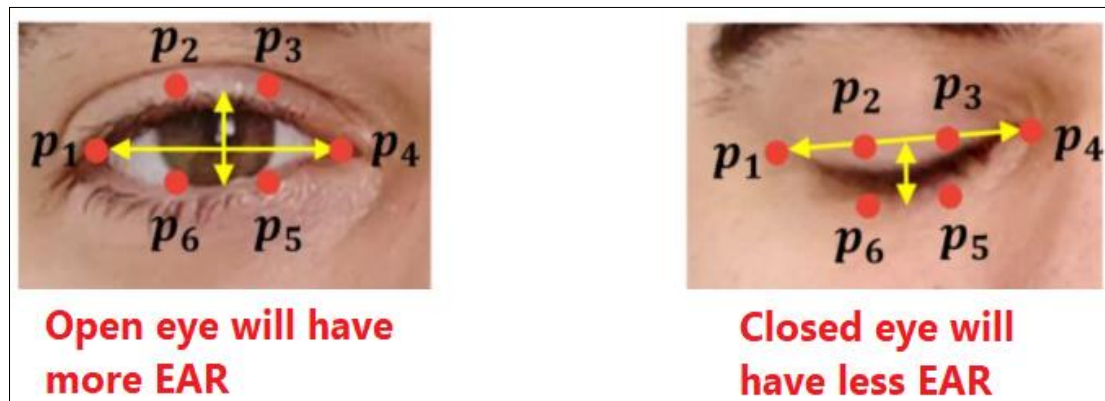


Figure 17 - Les points de repères

L'ordre des repères faciaux est toujours le même quoique ce soit la taille de l'image ou du visage, le contour du visage est détecté par les points ordonnés de 1 à 17. Les points de 37 à 42 représentent la détection de l'œil gauche et 43 à 48 représentent l'œil droit.

3.2.1 Eye aspect ratio (EAR) :

Voici la fonction que nous avons utilisé pour trouver l'EAR d'un seul œil. Le calcul se fait avec la distance euclidienne entre deux point verticale et horizontal afin de conclure le résultat final de l'EAR.



```
28 def eye_aspect_ratio(eye):
29     p2_minus_p6 = dist.euclidean(eye[1], eye[5])
30     p3_minus_p5 = dist.euclidean(eye[2], eye[4])
31     p1_minus_p4 = dist.euclidean(eye[0], eye[3])
32     ear = (p2_minus_p6 + p3_minus_p5) / (2.0 * p1_minus_p4)
33     return ear
34
```

3.3 Le code de la détection de somnolence de notre projet :

Etape 1 : Les bibliothèques

```
1 import cv2
2 import dlib
3 import imutils
4 from imutils import face_utils
5 from scipy.spatial import distance as dist
6 from pygame import mixer
```

- **cv 2** : opencv est la bibliothèque spécialisée dans le traitement d'images en temps réel.
- **scipy** : C'est un package qui nous permet de calculer la distance euclidienne

- **dlib** : La bibliothèque Dlib qui nous a aidé à la détection de visage sur une image.
- **imutils** : Une série de fonctions de confort OpenCV.
- **pygame** : Le package qui permet de lire une alarme.

Etape 2 : Les variables

```

10 facial_landmark = "C:/Users/pc_cam/Downloads/archive/shape_predictor_68_face_landmarks.dat"
11 min_ear = 0.2
12 max_contour = 10

```

- **facial_landmark** : chemin vers le prédicteur de repère facial préformé de Dlib.
- **min_ear** : le seuil ou la valeur minimale de l'EAR à partir de laquelle nous déterminons si l'œil est ouvert ou fermé, on peut régler ce paramètre selon nos besoins. Nous avons donné une valeur de 0.2 EAR.
- **max_contour** : la valeur de l'EAR change très rapidement donc même si vous clignez les yeux la valeur va être diminuée très rapidement et le clignement ne signifie pas la somnolence de la personne, pour dire qu'une personne est somnolente le détecteur doit détecter 10 images consécutives avec la valeur de l'EAR inférieure à la variable (min_contour). Dans ce cas on peut détecter la somnolence sans problème.

Etape 3 : Instanciation

Nous instancions ensuite `Detecteur_visage` de Dlib qui détectera le visage dans une image et `Landmarks` qui trouvera 68 points de repère sur le visage détecté.

```

15 Detecteur_visage = dlib.get_frontal_face_detector()
16 landmarks = dlib.shape_predictor(facial_landmark)
17 webcam = cv2.VideoCapture(0)

```

Etape 4 : Détection des yeux avec les points de repères

On peut détecter l'œil gauche et l'œil droite manuellement avec les points de repères (37 à 42 pour l'œil droit et 43 à 48 pour l'œil gauche).

```
20 (deb_oe_gauche, fin_oe_gauche) = face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS["left_eye"]
21 (deb_oe_droite, fin_oe_droite) = face_utils.FACIAL_LANDMARKS_IDXS["right_eye"]
22
```

Etape 5 : La dernière partie est l'endroit où les choses réelles se passent

```
oe_ferme = 0
try:
    while True:
        (status, image) = webcam.read()
        image = imutils.resize(image, width=1000)
        image_de_gris = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

        visages = Detection_visage(image_de_gris, 0)

        for visage in visages:

            faceLandmarks = landmarks(image_de_gris, visage)
            faceLandmarks = face_utils.shape_to_np(faceLandmarks)

            oe_gauche = faceLandmarks[deb_oe_gauche:fin_oe_gauche]
            oe_droite = faceLandmarks[deb_oe_droite:fin_oe_droite]

            ear_gauche = EAR(oe_gauche)
            ear_droite = EAR(oe_droite)

            ear = (ear_gauche + ear_droite) / 2.0

            oiegaucheHull = cv2.convexHull(oe_gauche)
            oiedroiteHull = cv2.convexHull(oe_droite)

            cv2.drawContours(image, [oiegaucheHull], -1, (52, 201, 36), 2)
            cv2.drawContours(image, [oiedroiteHull], -1, (52, 201, 36), 2)
```

```

    if ear < min_ear:
        oie_ferme += 1
    else:
        oie_ferme = 0

    cv2.putText(image, "EAR: {}".format(round(ear, 1)), (10, 30), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (52, 201, 36), 2)

    if oie_ferme >= max_contour:
        cv2.putText(image, "Alerte ", (10, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
        cv2.putText(image, "Conducteur somnolent", (10, 70), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
        alert()

    cv2.imshow("Frame", image)
    cv2.waitKey(1)
except:
    pass

```

- 1) -Nous déclarons une variable (œil_ferme) qui enregistre le nombre d'images ou le nombre des trames sur lesquels l'EAR était inférieur au (min_ear).
- 2) -Nous redimensionnons l'image et la convertissons en niveaux de gris.
- 3) -Nous détectons le visage de l'image au niveau de gris à l'aide du détecteur_visage de Dlib.

```

43 faces = Detecteur_visage(image_de_gris, 0)

```

```

47 faceLandmarks = landmarkFinder(image_de_gris, face)

```

- 4) -Nous prenons les points de repère de l'œil gauche et droit et on les envoie à la fonction (eye_aspect_ratio()) pour calculer la valeur de l'EAR de l'œil gauche et droit.

```

50 oie_gauche = faceLandmarks[deb_oie_gauche:fin_oie_gauche]
51 oie_droite = faceLandmarks[deb_oie_droite:fin_oie_droite]
52
53 ear_gauche = eye_aspect_ratio(oie_gauche)
54 ear_droite = eye_aspect_ratio(oie_droite)

```

- 5) -Calcule de l'EAR des yeux :

```

56 ear = (ear_gauche + ear_droite) / 2.0

```

- 6) - Nous utilisons les points de repères des yeux pour les montrer dans l'image par un contour :

```

58     oiegaucheHull = cv2.convexHull(oie_gauche)
59     oiedroiteHull = cv2.convexHull(oie_droite)
60
61     cv2.drawContours(image, [oiegaucheHull], -1, (0, 0, 255), 2)
62     cv2.drawContours(image, [oiedroiteHull], -1, (0, 0, 255), 2)
63

```

- 7) -Si l'EAR est inférieur au min_ear, augmentez le compteur des trames des yeux fermés (œil_ferme) sinon réinitialisez le compteur car nous ne nous intéressons qu'aux trames consécutives.

```

64         if ear < min_ear:
65             oie_ferme += 1
66         else:
67             oie_ferme = 0

```

- 8) -Si l'EAR était inférieur au min_ear pour le nombre spécifié de trames consécutives, cela signifie une somnolence et déclenche une alerte de sonore.

```

23     def alert():
24         mixer.init()
25         alert=mixer.Sound('beep-07.wav')
26         alert.play()
27

```

```

71     if oie_ferme >= max_conteur:
72         cv2.putText(image, "Somnolence_detecte", (10, 50), cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.7, (0, 0, 255), 2)
73         alert()

```

3.4 Résultat du projet :

Les résultats de notre projet étaient fiables et robustes nous avons pu détecter les yeux avec des lunettes et sans lunettes, nous avons évité le clignotement naturel de l'œil avec un contour des trames consécutives, les figures ci-dessous montrent les résultats de notre projet.

3.4.1 Détection sans lunettes :

La détection du visage sans lunette nous a permis de détecter la somnolence avec des résultats clairs et robustes à 100%. La figure ci-dessous montre un affichage d'une alerte de somnolence du conducteur.

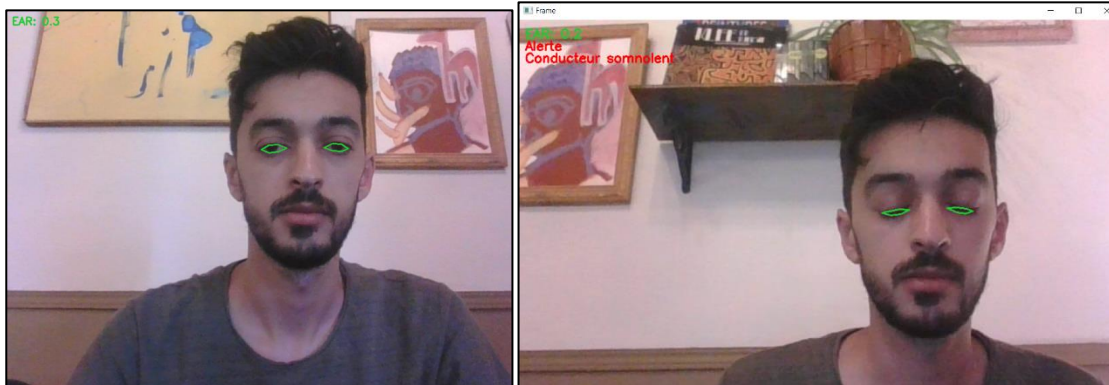


Figure 18 - détection de somnolence sans lunettes

3.4.2 Détection avec lunettes :

La détection avec lunettes médicales d'un verre transparent a donné les mêmes résultats que la détection sans lunettes.

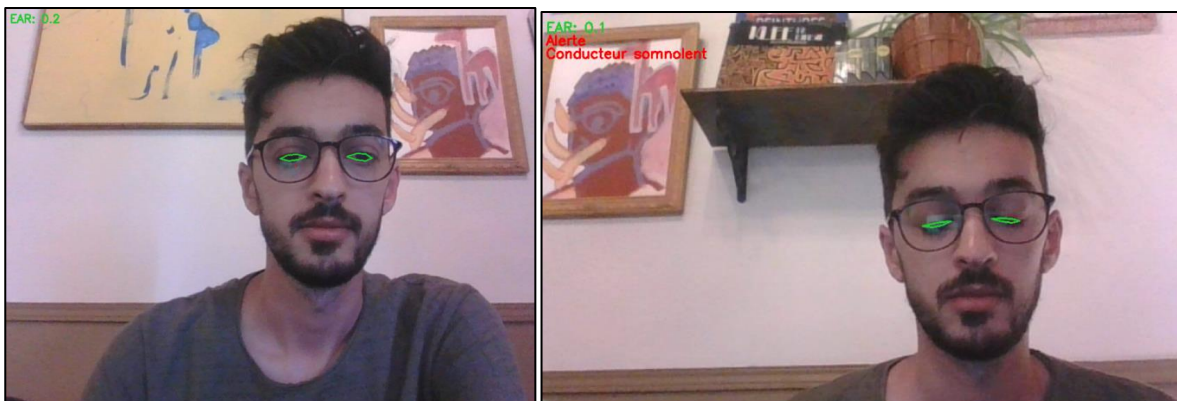


Figure 19 - détection de somnolence avec lunettes

3.5 Conclusion :

Dans notre projet, nous avons utilisé la bibliothèque Dlib pour déterminer les repères faciaux (facial Landmark). Cette bibliothèque est simple d'utilisation elle fonctionne même sans GPU ce qui nous aide à diminuer les coûts du matériel de notre projet. Nous avons vu l'implémentation de code que nous avons utilisé avec les résultats de notre projet.

Conclusion Générale

La fatigue est un facteur important de cause d'accidents mortels, notamment sur les voies rapides. Dans sa globalité, la fatigue joue un rôle d'environ 10% d'accidents mortels.

Au volant, la fatigue se traduit par une attention moins forte, un temps de réaction plus long et une analyse de situations beaucoup plus longue. De fait, la prise de décision face à un danger est beaucoup moins évidente, multipliant les risques d'accident. Dans le pire des cas, la fatigue conduit à la somnolence avec un risque d'accident.

Nous avons vu plusieurs approches et méthodes qui ont été proposées par des différents chercheurs pour la détection de somnolence, mais ces méthodes ont des inconvénients qui diminuent l'efficacité des résultats obtenus.

Notre projet a pour but de proposer un algorithme qui donne des meilleurs résultats sur un système de détection de somnolence. C'est pour cela nous avons choisi la méthode des repères faciaux (Facial Landmark) qui détecte le visage par 68 points sur les différents composants du visage comme les yeux, le nez...etc. Après la détection du contour des yeux et un calcul de Eye aspect ratio (EAR) par une fonction, quand il détecte que l'œil est fermé une alarme se déclenche pour avertir le conducteur somnolent afin d'éviter un accident et sauver des vies. C'est la technique la plus fiable qui donne des résultats simples et robustes.

Nous allons améliorer notre projet de la détection de somnolence en ajoutant d'autres méthodes qui signifient la fatigue des conducteurs jusqu'à que notre système soit fiable à 100%.

Bibliographie

Article d'un ouvrage collectif

- [6] Viola, P., Jones, M.J. Robust Real-Time Face Detection. *International Journal of Computer Vision* vol. 57 pp.137--154, 1 may 2001
- [7] M. Saradadevi & P. Bajaj. "Driver fatigue detection using mouth and yawing analysis." *Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur. Vol. 8, no 6, pp.183-188, jun, 2008.*
- [8] j. krajewski, D. Sommer, U. Trutschul, D. Edwards and M. Golz, "Steering Wheel Behavior Based Estimation of Fatigue", *Driven assessment conference, 2009.*
- [11] S. Hu and G. Zheng, "Driver Drowsiness Detection with Eyelid related Parameters by Support Vector Machine ", *Expert Systems with Application, vol.36, pp. 7651-7658, 2009.*
- [12] P. Antoine, C. Sylvie and A. Caplier, "EOG-based drowsiness detection: comparison between a fuzzy system and two supervised learning classifiers," *the internation federation of automatic control, 2011.*
- [14] I. Gracia, S. Bronte, L. M. Bergasa, J. Almazan and J. Yebes, "vision-based drowsiness detector for real driving conditions" *IEEE Intilligent Vehicles Symposium, pp. 618-623, 2012.*
- [17] M. Poursadeghiyan, A. Mazlumi, G. Nasl Saraji, M. Baneshi, A. Khammar, and M. Ebrahimi, "Using image processing in the proposed drowsniss detection system design," *Iran, j. public Health, vol. 47, no. 9, pp. 1370-1377, 2008.*
- [18] S. Tateno, X. Guan, R. Cao, and Z. Qu, "Developpement of drowsiness detection system based on respiration changes using heart rate monitoring" *Annual conference of the society of instrument and control engineers of Japan (SICE), P. 1664-1669, 2018.*
- [19] C. Jacobé de Naurois, C. Bourdin, A. Stratulat, E. Diaz, And J. L. Vercher, "Detection and Prediction of Driver drowsiness using artificial neural network models," *Accid. Anal. Prev, vol. 126, no. December 2017, pp. 95-104, 2019.*
- [20] M. A. Tanveer, M. J. Khan, M. J. Qureshi, N. Naseer, and K. S. Hong, "Enhanced drowsiness detection using deep learning: An fNIRS Study," *IEEE Access, vol. 7, pp. 137920-137929, 2019.*
- [21] A. Hossan, F. B. Kashem, Md. M. Hassan, S. Naher, and Md. I. Rahman, "A smart system for driver's fatigue detection, remote notification and semi-automatic parking of Vehicules to prevent road accidents," *in 2016 international conference on medical Engineering, Health informatics and Technologie (Meditec), Dec. 2016, pp. 1-6, Doi.*
- [22] Ethem alpaydin: Introduction in Machine learning: Fourth Edition / Cambridge, Massachusetts: the MIT press, 2020.

- [23] Chloé-Agathe Azencott: Introduction au Machine Learning, 2012.
- [24] Corentin Hardy : Contribution au développement de l'apprentissage profond dans les systèmes distribués, 2019.

Livre, monographie

- [4] C. Solomon and T. breckon, fundamentals of digital image processing, Hoboken: wiley blackwell, 2011.
- [10] z. Zhang, "Introduction to Machin learning: k-nearest neighbor, " *Annals of translational Medicine, vol. 4, p. 218-2016.*
- [13] J. May and C. Baldwin, "Driver fatigue: The importance of Identifying causal factors of fatigue when considering detection and countermeasure technologies," *Transportaion Research Part F: Traffic psychology and behaviour, vol, 12, pp. 218-224, 2009.*

Rapport Technique

- [5] L. Diane, cours de traitement d'images, Nice : Laboratoire 13S, 2004, p. 10
- [9] P. Winston, Director, Learning : Support Vector Machine. [Film]. USA : Massachusetts Institute of Technology, 2010.
- [16] J. Murohy, " Introducing easy pulse : A DIY Photoplethysmographic Sensor for Measuring Heart Rate," *Embedded Lab, p. 13, 2012.*

Documents web

- [1] Ornikar. <https://www.ornikar.com/code/cours/mecanique-vehicule/technologie-assistance/reconnaissance-panneaux-routiers>
- [2] Wikipedia. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tesla_\(automobile\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tesla_(automobile))
- [3] Objecteconnecte. <https://www.objetconnecte.com/top-constructeur-voitures-autonomes/>
- [15] A. Rosebrock, "Drowsniss detection with open cv" 08 May 2018. [Online]. Available: <https://pyimagesearch.com/2017/05/08/drowsiness-detection-opencv/>

