

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Sciences Appliquées
Département de Génie Electrique



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : Electrotechnique Industrielle

Présenté par :

HACHANI YACINE

BAGHDADI DHILLAL EL ISLAM

Thème :

Détection et Suivi d'objets Par Vision Omnidirectionnelle

Soumis au jury composé de :

Mr REZOUG MOHAMED REDHA	MCA	Président	UKM Ouargla
Mr DJARAH DJALAL	MAA	Encadreur/rapporteur	UKM Ouargla
Mr BEN MAKHLOUF ABDESSALAM	MAA	Co-Encadreur	UKM Ouargla
Mr KOURAS SID ALI	MAA	Examineur	UKM Ouargla

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Nous remercions tout d'abord notre ALLAH qui nous a donné la force et la volonté pour élaborer ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadreur

Mr. Djarah Djallal et Mr. Benmakhlouf abdelssalam

qui nous a aidés durant notre travail et par sa patience et ses précieux conseils dont Il nous a entourés.

Sans son aide, notre travail n'aurait pas vu la lumière.

Nous remercions vivement les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.

*Notre reconnaissance va aussi à tous ceux qui ont collaboré à notre formation en particulier les enseignants du département de **GENIE ELECTRIQUE**, de l'université d'Ouargla et toute la promotion 2022 d'électrotechnique.*

Enfin, nous remercions tout particulièrement nos parents, pour leur soutien inconditionnel durant ces longues années d'études.

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher **père**.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux : mon adorable **mère**.*

*A mes chères **sœurs** et mes chers **frères** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A ma grande **famille**, mes **oncles** et mes **tantes**. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A tous les **cousins**, les **voisins** et les **amis** que j'ai connu jusqu'à maintenant. Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*Sans oublier mon binôme **Hachani Yacine** Pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Dédicace

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher **père**.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureux : mon adorable **mère**.*

*A mes chères **sœurs** et mes chers **frères** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A ma grande **famille**, mes **oncles** et mes **tantes**. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant.
Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*Sans oublier mon binôme **Baghdadi Dhillal El Islam** Pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Résumé :

Le suivi et la détection des objets constituent la première étape d'applications telles que la vidéosurveillance. L'objectif principal du suivi des objets a été développé pour estimer les paramètres de localisation, de vitesse et de distance des objets en mouvement à l'aide d'une caméra statique. Le suivi des objets nécessite une segmentation précise des objets de l'arrière-plan pour un suivi efficace. La segmentation du mouvement ou le flux optique peut être utilisé pour segmenter les images entrantes. Le flux optique permet de séparer plusieurs cibles mobiles en fonction de leurs vitesses individuelles. Les techniques de flux optique sont sujettes aux erreurs causées par la modification de la foudre et des occlusions, deux phénomènes courants dans l'environnement de surveillance. Dans ce mémoire, nous proposons un algorithme combiné de segmentation de mouvement/flux optique pour le suivi des objets. Le flux optique est calculé à la résolution des pixels et le suivi des vecteurs de flux sont utilisés pour améliorer les performances et détecter les discontinuités, qui peuvent indiquer le lieu des objets.

Mots clés : Suivi d'objet, Flux optique, Détection de mouvement

Abstract:

Object tracking, and detection is first step in applications such as video surveillance. The main aim of object tracking has been developed to estimate location, velocity, and distance parameters of moving objects with the help of static camera. Object tracking requires an accurate segmentation of objects from the background for effective tracking. Motion segmentation or optical flow can be used to segment incoming images. Optical flow allows multiple moving targets to be separated based on their individual velocities, optical flow techniques are prone to errors caused by changing lightning and occlusions, both common in surveillance environment. In this memoire, we propose a combined motion segmentation/optical flow algorithm for used in object tracking. Optical flow is calculated at pixel resolution and tracking of flow vectors is employed to improve the performance and detect the discontinuities, which can indicate the location of objects.

Keywords: Object tracking, Optical Flow, Motion Detection.

ملخص

تتبع الكائنات والكشف عنها هي الخطوة الأولى في تطبيقات مثل المراقبة بالفيديو. الهدف الرئيسي لتتبع الأجسام هو تقدير موقع وسرعة ومعلومات المساحة للأجسام المتحركة بمساعدة الكاميرا الثابتة. يتطلب نظام تتبع الكائنات تجزئة دقيقة للأجسام من الخلفية للتتبع الفعال. يمكن استخدام تجزئة الحركة أو التدفق البصري لتقسيم الصور الواردة. يسمح التدفق البصري بربط الأهداف المتحركة المتعددة بزوايا على سرعاتها الفردية، وتكون تفرقات التدفق البصري عرضة للأخطاء الزاحمة عن تغيير الإضاءة والانسداد، وكلاهما شائع في بيئة المراقبة. في هذه المذكرة نذكر خوارزمية تجزئة الحركة / التدفق البصري المستخدمة في تتبع الجسم. يتم حساب التدفق البصري بدقة بكسل ويتم استخدامها لتتبع اتجاهات التدفق لتحسين الأداء والكشف عن التغيرات. والذي يمكن أن يشير إلى موقع الأجسام

الكلمات المفتاحية : تتبع الكائن. التدفق البصري. كشف الحركة.

Table des matières

Introduction Générale	02
Chapitre I : Détection d'objet en mouvement	
I.1. Introduction	05
I.2. Concepts généraux	05
I.2.1. Vidéo	05
I.2.2. Image	05
I.2.2.1. Image binaire	06
I.2.2.2. Image d'intensité	06
I.2.2.3. Image couleur RVB	06
I.3.1. Objets.....	07
Les objets de contexte	07
Les objets mobiles	07
I.3.2. Objet abandonné	07
I.3.3. La détection de l'objet	07
I.3.3.1. Un seul objet dans la scène	07
I.3.3.2. Plusieurs objets dans la scène	08
I.4. La vidéosurveillance.....	08
I.4.1. Définition.....	08
I.4.2. La vidéosurveillance intelligente	08
I.5. Structure d'un système de vidéosurveillance	09
I.5.1. Détection	09
I.5.2. Suivi	09
I.5.3. Reconnaissance.....	09
I.6. Domaines d'utilisation	09
I.7. Les avantages	10
I.8. Les inconvénients	10
I.9. Autres façons de détection et suivi des objets	10
I.9.1. La détection par des capteurs actifs	10
I.9.2. La détection par télémètre laser	11
I.9.3. La détection par radar	11
I.9.4. La détection par capteur de vision infrarouge (IR)	12
I.10. Conclusion	13
Chapitre II : Suivi d'objet en mouvement	
II.1. Introduction	15
II.2. Séquence d'images	15
II.3. Détection du mouvement	15
II.4. Détection sans modélisation de l'arrière-plan	16
II.4.1. Le flux optique	16
II.4.2. La dérivée temporelle	16
II.4.3. La soustraction de l'arrière-plan	17
II.4.4. Modélisation locale de l'arrière-plan	17
II.4.5. Modélisation semilocale de l'arrière-plan	17
II.4.6. Modélisation globale de l'arrière-plan	17
II.5. Suivi d'objet	18

II.5.1. Représentation par points	18
II. 5.1.1. L'approche déterministe	18
II.5.1.2. L'approche probabiliste	19
II.5.2. Représentation par silhouettes	19
II.5.2.1. Les approches explicites	19
II.5.2.2. Les approches implicites	19
II.6. Suivi d'objets par le flux optique	20
II.6.1. Définition	20
II.6.2. Quelques méthodes pour déterminer le flux optique	20
II.6.3. Méthode de Horn et Schunck	21
II.6.4. Méthode de Lucas et Kanade	22
II.7. Conclusion	23

Chapitre III : Conception, Implémentation et résultats

III.1. Introduction	25
III.2. Filtrage	25
III.3. Segmentation de l'image	25
III.4. Clôture (morphologie)	26
III.5. Organigramme globale du projet.....	26
III.6. Logiciel de boîte à outils de système de vision par ordinateurs	27
III.7. Différentes étapes d'implémentation de l'algorithme et résultats	27
III.7.1. Conversion de vidéo RVB en intensité	27
III.7.2. Calcul de flux optique.....	28
III.7.3. Filtration de bruit.....	30
III.7.4. Détection et suivi d'objets.....	31
III.8. Performance qualitative	33
III.8.1. Performances qualitatives avec camera fixe	36
III.8.2. Performances qualitatives avec caméra mobile	38
III.8.3. Détection des objets non-rigides (personnes)	40
III.8.4. Détection des objets rigides (véhicules)	40
III.9. Conclusion	40
Conclusion générale	42
Bibliographies	43

Liste des figures

Chapitre I : Détection d'objet en mouvement

Figure I.1 : Un flux de vidéo.....	05
Figure I.2 : Sur l'image binaire, en blanc : espace trouvé comme navigable, en noir : obstacles.....	06
Figure I.3 : (a) L'image RGB acquise par la caméra, (b) L'image après correction.....	06
Figure I.4 : Un seul objet dans la scène	07
Figure I.5 : Plusieurs objets dans la scène	08
Figure I.6 : Vidéosurveillance intelligente.....	08
Figure I.7 : Structure de vidéosurveillance	09
Figure I.8 : : (a) Télémètre laser de haute résolution de la compagnie Ibeo (b) Capteur LMS200 de Sick Inc. en Allemagne ; ce capteur est fréquemment utilisé sur les robots pour la navigation à vitesse modérée (c) Capteur Velodyne	11
Figure I.9 : Exemple des images acquises par une caméra Infrarouge Raytheon Thermal-eye 2000B.....	12

Chapitre II : Suivi d'objet en mouvement

Figure II.1 : Méthodes de détection de mouvements	15
Figure II.2 : Exemple de champ de mouvement	16
Figure II.3 : Soustraction de fond	17
Figure II.4 : Représentation d'objet. (a) centroïde, (b) ensemble de points, (c) fenêtre englobante rectangulaire, (d) fenêtre englobante elliptique, (e) contour....	18
Figure II.5 : (a) Une boule en rotation (b) Ses vecteurs de mouvement	20

Chapitre III : Conception, implémentation et résultats

Figure III.1 : Organigramme globale	26
Figure III.2 : Modèle Simulink pour la conversion RVB en intensité.....	28
Figure III.3 : La figure à gauche affiche la vidéo originale ; La figure à droite affiche la vidéo d'intensité (Niveaux de gris)	28
Figure III.4 : Modèle Simulink pour le calcul de flux optique (Lucas-Kanade)	29
Figure III.5 : Modèle Simulink pour le calcul de flux optique (Horn-Schunck)	29
Figure III.6 : Configuration du bloc de flux optique.....	29
Figure III.7 : (a) Vidéo originale. (b) Les vecteurs de mouvement représentés par des lignes. (c) Image avec seuil.....	30
Figure III.8 : Modèle Simulink pour la filtration du bruit.....	30
Figure III.9 : (a) Image avec seuil. (b) Image après filtre médian. (c) Image après morphologie fermée.....	31
Figure III.10 : Modèle Simulink pour l'analyse de blob.....	31
Figure III.11 : Statistiques du bloc d'analyse Blob.	32
Figure III.12 : Propriétés des objets blob.	32
Figure III.13 : Sortie vidéo avec cadres de délimitation.	33
Figure III.14 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-Kanade sur la séquence vidéo viptraffic.....	34
Figure III.15 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-kanade sur la séquence vidéo handshake.....	34

Figure III.16 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur la séquence vidéo viptraffic.....	35
Figure III.17 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur la séquence vidéo handshake.....	35
Figure III.18 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-kanade sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'intérieur (indoor)	36
Figure III.19 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'intérieur (indoor)	36
Figure III.20 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-kanade sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'extérieur (outdoor). (A)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boite.....	37
Figure III.21 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'extérieur (outdoor). (A)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boite.....	37
Figure III.22 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur une séquence vidéo avec une caméra mobile dans un environnement extérieur (outdoor). (A)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boite.....	38
Figure III.23 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas Kanade sur une séquence vidéo avec une caméra mobile dans un environnement extérieur (outdoor). (A)image Originale; (b) binaire (c) flux optique (d) boite.....	39

Introduction générale

Introduction générale :

L'immense croissance dans le domaine des systèmes de vision par ordinateur a fait de la détection et du suivi des mouvements un sujet de recherche attrayant. Il s'agit d'un domaine de recherche important avec des applications dans une grande variété de tâches telles que la surveillance automatisée, le suivi des véhicules, la détection des accidents de la circulation et la robotique. De nombreuses technologies émergentes telles que la voiture autonome de Google et les drones de livraison reposent sur le suivi visuel pour fonctionner. Le suivi est un processus qui peut prendre beaucoup de temps en raison des informations volumineuses contenues dans la vidéo, en plus de la nécessité d'utiliser des algorithmes complexes pour identifier, distinguer et suivre les objets.

Le but du suivi est de détecter un objet cible dans une série d'images consécutives. Le suivi d'objet est une tâche difficile surtout lorsque l'objet suivi se déplace plus rapidement que ces images successives sont capturées. Et ce qui rend les choses plus difficiles lorsque cet objet change de direction en se déplaçant. C'est pourquoi les systèmes de suivi appliquent un modèle de mouvement qui explique comment l'image de cet objet changera avec différents mouvements et directions.

Dans ce travail, nous nous intéressons aux traitements nécessaires à la détection et le suivi d'objets cibles dans les séquences d'images d'une vidéo, afin d'estimer leurs positions et vitesses.

La vision par ordinateur peut être utilisée uniquement pour la détection, soit pour détecter et identifier, soit pour détecter et suivre des objets, par exemple, analyse comportement ou trajectoire de cet objet.

Suivre un objet nécessite un algorithme qui analyse une série d'images successives afin d'extraire le mouvement de l'objet à suivre. Il existe de nombreux algorithmes différents et ils ont tous des forces et des faiblesses. Le but de l'utilisation de l'algorithme est la chose la plus importante pour choisir l'algorithme approprié, et il y a deux points de base dans le système de suivi : représenter la cible et déterminer son emplacement, et filtrer l'image et les informations contenues dans l'image, parmi ces algorithmes on cite le flux optique, le filtre particule et le filtre de Kalman.

L'objectif principal de ce travail est de développer une solution algorithmique fiable et performante qui permette de suivre des objets en mouvements dans une séquence vidéo. Cette solution doit faire face aux différentes difficultés. Afin d'aborder l'objectif général, il faut établir les objectifs spécifiques suivants :

Le présent manuscrit s'articulera autour de trois chapitres, à savoir ;

Chapitre 1 : Le premier chapitre sera consacré aux quelques concepts de base liés au traitement d'image et vidéo et aux techniques de détection des objets en mouvement dans la vidéosurveillance.

Chapitre 2 : Le suivi d'un objet en mouvement dans une scène perçue par une caméra statique basée sur un flux visuel est un concept permettant d'estimer le mouvement des objets dans une visualisation, ça sera l'objectif envisagé du deuxième chapitre. Nous exposerons l'algorithme flux optique qui permettra de l'exécution du suivi.

Chapitre 3 : Le dernier chapitre sera destiné à l'ensemble des résultats obtenus pour la détection et le suivi d'objet en mouvement, après le l'implémentation de l'algorithme à savoir Lucas-Kanade et Horn-Shunck.

Nous terminerons ce travail par une conclusion et quelques perspectives.

Chapitre I :

Détection d'objet en mouvement

I.1. Introduction :

La détection de mouvements représente une tâche importante pour tout systèmes de vidéosurveillance intelligente, de son résultat dépend tous les autres traitements. Le but du module de détection de mouvements est d'extraire à partir d'une séquence les pixels qui contiennent des objets en mouvement de la scène observée par une ou plusieurs caméras. Le résultat de la détection dépend de plusieurs variables, on peut citer par exemple : la variation de la luminosité, la présence d'ombre d'objets, etc... Dans la littérature d'innombrables stratégies de détection de mouvements plus ou moins robustes sont proposées.

I.2. Concepts généraux :

I.2.1. Vidéo :

Nous considérons un flux de vidéo comme une suite d'images 2D. La résolution de la vidéo, exprimée en nombre de pixels, définit la dimension de ces images.

La durée du temps entre deux images (Δt) est très petite parce que nous savons que la vitesse de film, en général, est de 24 à 60 images par seconde [2].

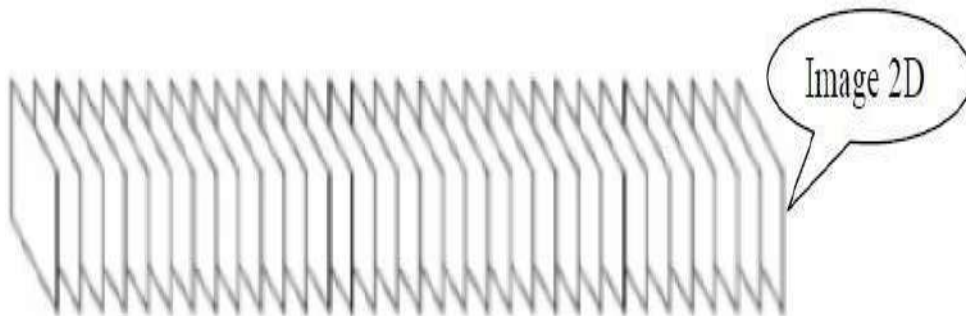


Figure I.1 : Un flux de vidéo

I.2.2. Image :

L'image d'un objet peut alors être interprétée comme un ensemble des points sur une surface plane.

L'image est une fonction de deux variables, Elle présente les éléments d'une scène qui a été captée par une caméra [1].

Il y'a trois types d'image :

I.2.2.1. Image binaire :

Une image binaire est une matrice rectangulaire dont les éléments valent zéro ou un. Lorsque l'on visualise une telle image, les zéros sont représentés par des points noirs et les uns par des points blancs.

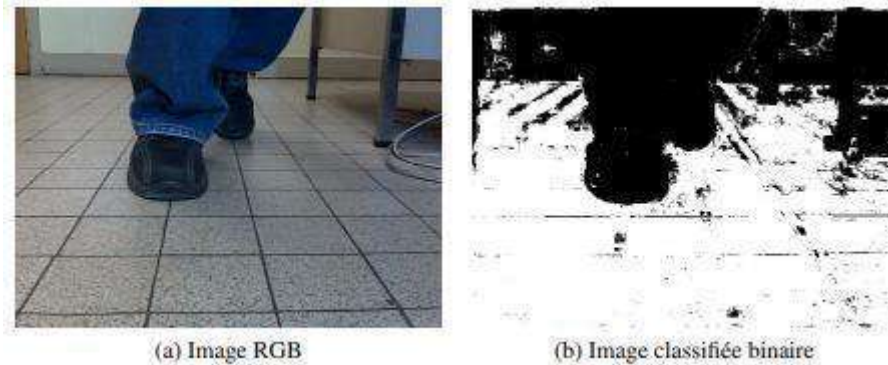


Figure I.2 : Sur l'image binaire, en blanc : espace trouvé comme navigable, en noir : obstacles [3].

I.2.2.2. Image d'intensité :

Une image d'intensité est une matrice dont laquelle chaque élément est un réel compris entre zéro et un. On parle aussi d'image en niveaux de gris car les valeurs comprises entre 0 et 1 représentent les différents niveaux de gris.

I.2.2.3. Image couleur RVB :

Pour représenter la couleur d'un pixel, il faut donner trois nombres qui correspondent au dosage des trois couleurs de base : rouge, verte, bleu (RVB). On peut ainsi représenter une image couleur par trois matrices, chaque matrice correspondant à une couleur de base [1]. La figure ci-dessus illustre la correction d'une image pour une meilleure distribution de couleur.



Figure I.3 : (a) L'image RGB acquise par la caméra, (b) L'image après correction.

I.3.1. Objets :

Les objets physiques sont les objets du monde réel qui apparaissent dans les scènes observées par les caméras. Ils sont divisés en deux types : les objets de contexte et les objets mobiles.

- **Les objets de contexte** : Sont des objets physiques qui sont habituellement statiques (par exemple : les murs). Dans le cas où ils ne sont pas statiques, leurs mouvements peuvent être prédits par les informations contextuelles comme les chaises, les portes [4].
- **Les objets mobiles** : Sont des objets physiques qui peuvent être perçus dans les scènes par leurs mouvements [4]. Il est cependant difficile de prédire leurs mouvements par exemple : les personnes, les véhicules.

Les objets dans les vidéos sont des objets mobiles. Ils sont habituellement détectés et suivis dans plusieurs cadres.

I.3.2. Objet abandonné :

Un objet abandonné est un objet immobile qui n'a pas été en contact avec une personne pendant un certain seuil de temps, cet objet est abandonné par un « **humain** ».

I.3.3. La détection de l'objet :

La détection de l'objet comprend la détection d'objets et la reconnaissance de formes dans le cadre d'une séquence vidéo. Un mécanisme de détection d'objet est nécessaire dans n'importe quel procédé de suivi soit dans chaque trame ou lorsque l'objet apparaît en premier dans la vidéo[5].

La détection d'objet est l'identification des objets dans le flux vidéo et le regroupement des pixels de ces objets. Il existe de nombreuses méthodes et techniques qui ont été proposées et développées.

I.3.3.1. Un seul objet dans la scène : En prend comme exemple la détection d'un objet présent dans une scène du mouvement par MATLAB.



Figure I.4 : Un seul objet dans la scène

I.3.3.2. Plusieurs objets dans la scène : Ce logiciel (MATLAB) peut détecter plusieurs objets retrouvés aux mêmes temps dans une scène du mouvement.

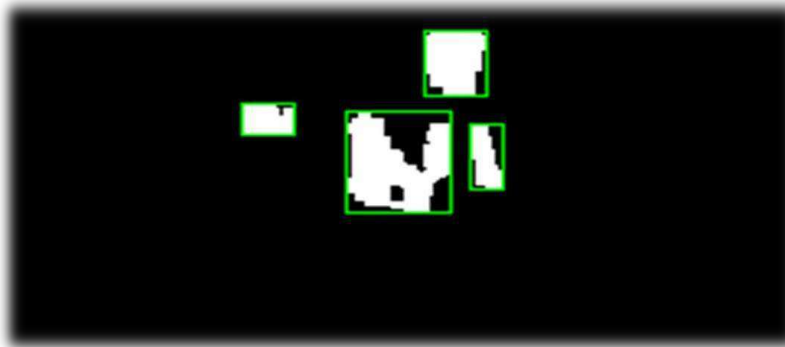


Figure I.5 : Plusieurs objets dans la scène

I.4. La vidéosurveillance :

I.4.1. Définition : La vidéosurveillance est un système de caméras disposées dans un espace à surveiller [6]. Ces caméras sont reliées à un système informatique qui permet le traitement et l'analyse des données reçues. Le premier système de vidéosurveillance a été conçu en Allemagne en 1942, par Siemens AG pour des fins d'observations de fusées [7].

I.4.2. La vidéosurveillance intelligente : L'analytique vidéo (video analytics) aussi appelée vidéosurveillance intelligente, est une technologie qui permet au moyen de logiciels d'identifier automatiquement dans des séquences vidéo, objets et comportements ou des attitudes spécifiques. Elle transforme la vidéo en données qui seront transmises ou archivées pour permettre au système de vidéosurveillance d'agir en conséquence [8].

Les systèmes de vidéosurveillance intelligente utilisent des algorithmes mathématiques pour détecter des objets en mouvements dans l'image et filtrer les mouvements non pertinents.



Figure I.6 : vidéosurveillance intelligente

I.5. Structure d'un système de vidéosurveillance :

Un système de vidéosurveillance est en général composé de trois modules :

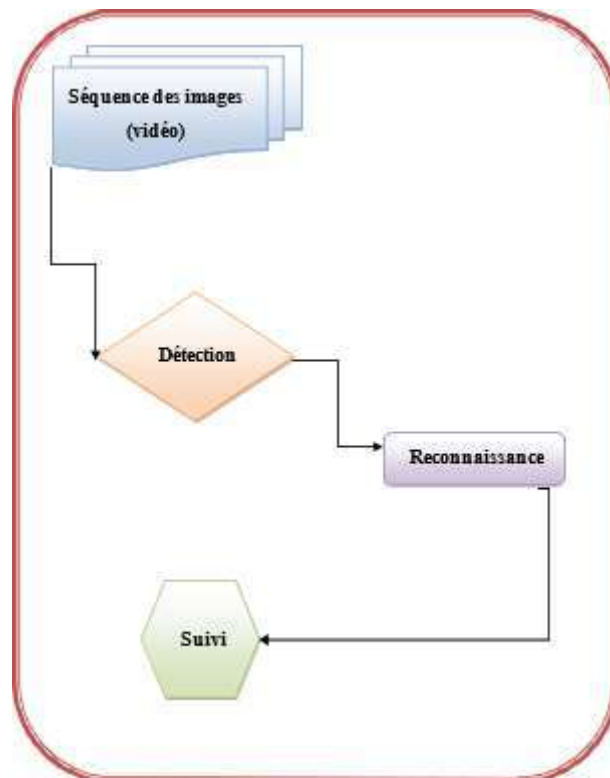


Figure I.7 : Structure de vidéosurveillance

I.5.1. Détection : A chaque nouvelle image de la séquence vidéo, la personne en mouvement doit être détectée et segmenté en régions.

I.5.2. Suivi : Il s'agit alors de suivre une personne ou un chemin tout au long de la séquence vidéo.

I.5.3. Reconnaissance : La reconnaissance de comportement permet de détecter un objet suspect et fournit en sortie un résultat correspondant à une prise de décision à savoir si le comportement est normal ou anormal [9].

I.6. Domaines d'utilisation :

La vidéosurveillance, est un champ de plusieurs d'applications :

- **L'industrie :** Salle de contrôle, zones de stockage.
- Le transport privé ou collectif.
- Le commerce et la distribution.
- Les administrations et les services publics : les banques.
- **Les lieux publics :** Cabinets médicaux et cliniques.

- **L'enseignement** : Les écoles et les établissements d'enseignement.
- **Les loisirs** : Parc d'attraction, cinéma et les clubs.

I.7. Les avantages :

- Surveillance de déplacements des objets et possibilité de prévenir des actions concernées.
- Éléments de preuves pour poursuivre en justice les auteurs de crimes ou de délits.
- Sentiment de sécurisation dans la population (c'est à la fois un avantage et un inconvénient).

I.8. Les inconvénients :

- Création d'un faux sentiment de sécurité (Une caméra n'empêchera pratiquement jamais une agression).
- Déplacement de la criminalité vers des zones non protégées.
- Une fois l'installation effectuée, possibilité de détourner son utilisation à

D'autres fins que la sécurité.

- Classement possible de la population sur des aspects physiques (surtout avec l'arrivée de la biométrie).
- Possibilité de couplage avec d'autres techniques de surveillance.
- Le coût.
- Toujours il y a une personne qui surveille le système.

I.9. Autres façons de détection et suivi des objets :**I.9.1. La détection par des capteurs actifs :**

Un capteur est dit "actif" s'il produit une énergie envoyée sur la scène ; les obstacles sont détectés par l'énergie réfléchi par leur surface. Un capteur actif possède donc à la fois un émetteur et un récepteur. Nous décrivons rapidement les méthodes fondées sur la télémétrie laser et le radar. Ces deux capteurs actifs sont les plus utilisés sur des véhicules ou sur des robots d'extérieur, parce qu'ils sont robustes aux variations des conditions atmosphériques (pluie, neige) ou à des conditions dégradées d'illumination.

Les méthodes visuelles connaissent beaucoup de défaillances dans ces situations. Sur les robots de service évoluant en milieu intérieur, les capteurs ultrasonores ou infrarouges sont également très souvent exploités pour détecter des obstacles proches pendant les mouvements, ils sont intégrés sous la forme de ceintures de capteurs disposés tout autour du robot. Depuis quelques années, des proximateurs ultra-sons sont également intégrés dans les pare-chocs des véhicules grand public, en tant

que capteur de recul. Nous ne détaillerons pas ces méthodes, car généralement, les informations qu'ils fournissent peuvent être peu précises et très pauvres.

Ce paragraphe décrit rapidement les méthodes de détection d'objets qui utilisent le télémètre laser et le radar. Il présente brièvement de façon séparée les stratégies utilisées pour chaque capteur et ensuite des approches qui utilisent les deux capteurs simultanément ont été expliquées.

I.9.2. La détection par télémètre Laser :

La télémétrie laser combine un système électronique pour la mesure ponctuelle de distance à partir d'un faisceau laser réfléchi par l'obstacle, et un mécanisme de déviation du faisceau émis et de balayage pour acquérir des coupes ou des images de distance dans une région d'intérêt quelconque. La lumière réfléchie par un obstacle quelconque se trouvant dans l'axe du tir revient vers le capteur et est perçue par un récepteur ; la distance capteur-obstacle est obtenue de manière classique par le temps de vol d'une impulsion laser, ou par le déphasage d'un signal modulé en amplitude ou en fréquence.

Tous les impacts laser sont dans un plan si le balayage est seulement en azimut, ou sont dans l'espace 3D si le balayage est en site et azimut [10].



Figure I.8 : (a) Télémètre laser de haute résolution de la compagnie Ibeo (b) Capteur LMS200 de Sick Inc. en Allemagne ; ce capteur est fréquemment utilisé sur les robots pour la navigation à vitesse modérée (c) Capteur Velodyne [11].

I.9.3. La détection par radar :

Le radar (Radio Detection And Ranging) consiste à mesurer les ondes radio (ondes millimétriques, 24GHz ou 77GHz) réfléchies par les objets métalliques, en exploitant la théorie de Doppler pour détecter leurs déplacements en fréquence. Le radar peut être exploité pour détecter des objets avec de très grandes portées ; il peut être utilisé en statique (par exemple, détection d'intrusion dans un environnement sensible) ou mobile (par exemple, détection d'obstacles depuis un véhicule).

Cependant, comme pour les signaux lumineux émis par un télémètre laser, la portée de détection maximale d'une cible réfléchissant des signaux hyperfréquences, dépend de la texture de la cible et de la spécularité, ou angle entre rayon incident et normale à la surface. Concernant les applications Robotique, le radar est resté longtemps peu exploité à cause de son coût, et surtout, de la difficulté pour acquérir un capteur, car cette technologie était principalement réservée aux applications de défense ; cette situation a changé depuis l'introduction du radar dans les véhicules intelligents. On voit se multiplier des travaux sur le radar dans la communauté robotique [12].

I.9.4. La détection par capteur de vision infrarouge (IR) :

Malgré leurs faible résolution et le mauvais contraste des images qu'elles fournissent, les caméras infrarouges sont exploitées pour la navigation des véhicules dans des conditions de visibilité difficiles, soit la nuit, soit en cas de mauvaises conditions météo par exemple avec du brouillard ou de la neige.

On trouve dans la littérature de nombreux travaux sur la détection d'objets depuis des caméras IR de nuit[13] ou avec de la fumée[14]. La bande de fréquence de l'infrarouge est divisée en 3 : bande I (1-1,7 mm), bande II (3-5 mm) et bande III (8-12 mm). Les caméras IR correspondantes ont différentes capacités et propriétés. Par exemple l'eau absorbe plus ou moins les ondes infrarouges selon la fréquence. En plus, les images infrarouges ne sont pas très texturées, ce qui empêche l'utilisation des techniques traditionnelles pour la détection de texture ou d'indices visuels. Deux images acquises par une caméra infrarouge sont montrées dans la figure (I.9)

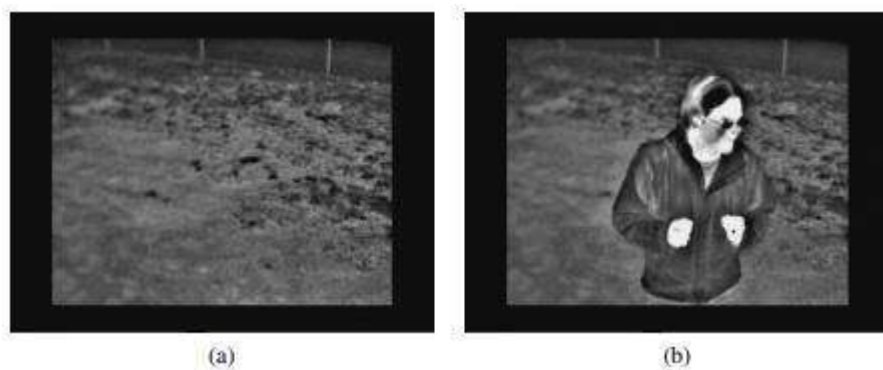


Figure I.9 : Exemple des images acquises par une caméra Infrarouge Raytheon Thermal-eye 2000B.

Les caméras infrarouges présentent donc un intérêt certain pour la détection d'obstacles : leurs coûts encore élevés empêchent leur diffusion massive sur les véhicules grand public, mais ils sont exploités, souvent en fusion avec des caméras dans le visible, dans des applications spécifiques comme la sécurité civile, les transports aériens ou la défense.

I.10. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons défini qu'est-ce qu'une vidéosurveillance, ensuite domaines d'applications et on a présenté quelques avantages et inconvénients et aussi des autres façons de la détection et suivi des objets.

Il existe plusieurs méthodes de suivi de mouvement qui seront l'objet du prochain chapitre.

Chapitre *II* :

Suivi d'objet en mouvement

II.1. Introduction :

Le suivi d'objets en temps réel, prend un rôle important dans des nombreux domaines d'applications comme la vidéosurveillance civile et militaire qu'elle soit terrestre, aérienne ou marine, la biologie ou encore la robotique mobile. Ce domaine a été très actif depuis les années 1970s et grâce à la puissance des ordinateurs. Ce domaine s'améliore depuis les années 1990s. La problématique proposée dans ce chapitre consiste à détecter puis suivre en temps réel un objet de taille et de texture quelconque, pour ce faire nous allons présenter les différentes méthodes de détection et de suivi utilisées dans ce type de problème.

II.2. Séquence d'images :

Une séquence d'images est une succession d'images bidimensionnelles qui montre l'évolution temporelle d'une scène. La cadence est de 25 images par seconde, ce qui correspond au seuil à partir duquel l'œil humaine perçoit la séquence comme un stimulus continu, grâce à la persistance rétinienne [15]. On appelle ces images « un plan ».

II.3. Détection du mouvement :

C'est l'étape initiale pour chaque algorithme de suivi d'objets. Il s'agit de déterminer parmi les pixels de l'image courantes lesquels appartiennent de l'arrière-plan de la scène et lesquels représentent des objets en mouvement.

C'est une étape difficile car elle doit être robuste aux variations de la luminosité de la scène ainsi que la présence des ombres [16]. Pour ce faire, plusieurs méthodes ont été proposées. Elles sont classées selon le schéma de la figure (II.1) [17]

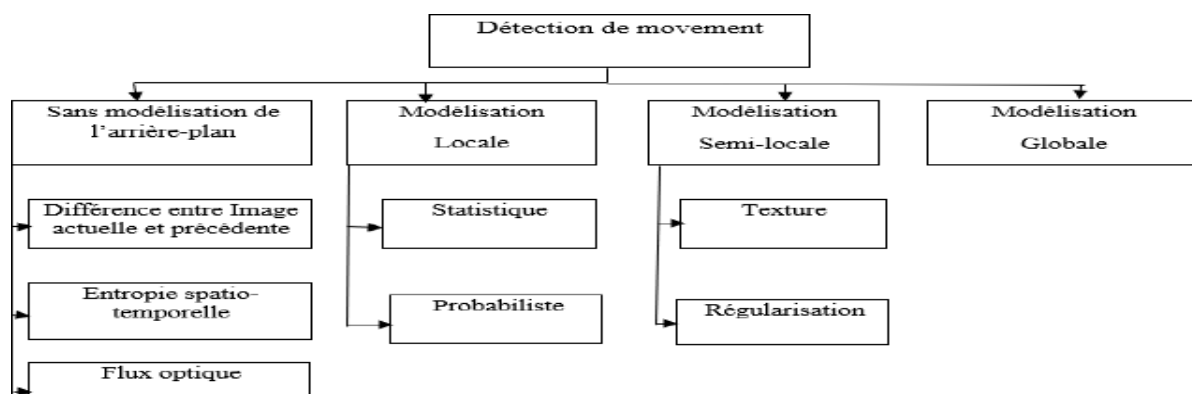


Figure II.1: Méthodes de détection de mouvements [17]

II.4. Détection sans modélisation de l'arrière plan :

Il s'agit de calculer une quantité mathématique en tout point de l'image fonction de l'intensité ou de la couleur de l'ensemble des pixels qui reflètent l'importance du mouvement visible dans la scène sans prendre en considération aucune information de l'arrière-plan. Comme exemple on peut citer : la dérivée temporelle, l'entropie spatio-temporelle et le flux optique [17].

II.4.1. Le flux optique :

Le flux optique est un champ de vecteur à deux dimensions représentées par la projection de mouvement réel sur le plan image. Cette méthode est très coûteuse en temps de calcul ce qui nécessite d'adopter des algorithmes plus rapides. Parmi les algorithmes de base du flux optique, on peut citer celui de Lucas-Kanade [18] et Horn-Schunck qui sont fondées sur l'hypothèse de conservation de l'intensité lumineuse de la scène figure (II.2).

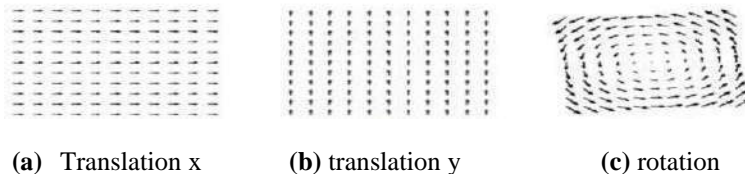


Figure II.2 : Exemple de champ de mouvement

II.4.2. La dérivée temporelle :

Le principe de cette méthode consiste à mesurer le changement d'apparence des pixels entre deux trames consécutives dans un flux vidéo. La première utilisation de cette méthode dans l'analyse de séquences vidéo est généralement attribuée à Jain et Nagel [19]. L'estimation de la dérivée temporelle instantanée du signal au temps (t) est donnée par :

$$\forall (x, y) \in E \forall t > 0 \quad I_t(x, y, t) \approx \frac{I(x, y, t) - I(x, y, t - \Delta t)}{\Delta t} \quad (\text{II.1})$$

Si $I_t(x, y, t) \neq 0$,

Alors le pixel a bougé sinon pas de mouvement.

Si cette méthode a été implémentée en cas où il y a des phénomènes tels que les mouvements lents ou saccadés, les arrêts brefs d'un objet en mouvement, ou encore la présence de trames redondantes dans certaines séquences vidéo, ce qui nécessite d'effectuer un lissage temporel de la séquence.

II.4.3. La soustraction de l'arrière-plan :

Il s'agit de détecter la région de mouvement en soustraction pixel par pixel de l'image courante à l'image de fond [16]. Cette dernière est créée de plusieurs manières comme:

- La moyenne des N premières trame du flux vidéo.
- L'image de fond qui a peu le changement ou qu'il n'y a pas de mouvement pendant une durée longue.
- La première image dans le flux vidéo.

Quelle que soit la façon utilisée pour créer l'image de fond, la méthode de soustraction de l'arrière-plan reste très avantageuse car elle détecte l'objet complètement et elle est utilisées dans plusieurs applications (figure II.3).

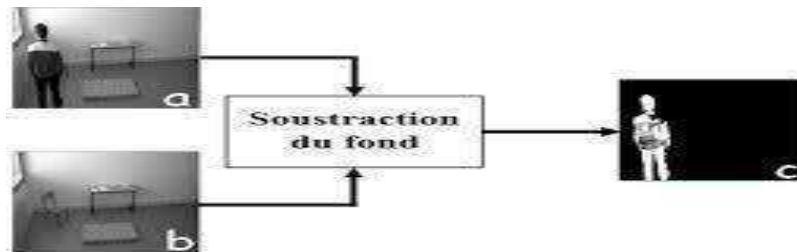


Figure II.3 : Soustraction de fond

II.4.4. Modélisation locale de l'arrière-plan :

C'est une méthode qui consiste à associer, à tout pixel de l'image, une valeur ou une fonction permettant de modéliser l'apparence de l'arrière-plan en ce pixel. Le modèle d'apparence de l'arrière-plan en un point ne dépend que des observations qui ont eu lieu en ce point [20]. Les autres pixels de l'image n'interviennent pas. La modélisation peut être statistique (ensemble de paramètres d'une loi, ou ensemble d'échantillons) ou probabiliste.

II.4.5. Modélisation semilocale de l'arrière-plan :

Cette méthode est très semblable à celle de la catégorie précédente à la différence près que la modélisation de l'arrière-plan en un point dépend des observations qui ont eu lieu dans un certain voisinage de ce point, ou dans la région de l'image à laquelle il appartient [17].

II.4.6. Modélisation globale de l'arrière-plan :

Ces méthodes utilisent à chaque instant l'ensemble des observations pour construire un modèle de l'ensemble de l'arrière-plan [17].

II.5. Suivi d'objet :

Dans la littérature, de nombreuses méthodes ont été proposées pour résoudre le problème de suivi qui a pour but d'estimer au fil du temps la localisation d'un ou plusieurs objets en mouvement dans une séquence d'image. C'est une étape très délicate surtout quand l'objet est non rigide et le fond n'est pas fixe [21]. Ces méthodes se distinguent par la représentation de la forme et de l'apparence de l'objet. Les représentations par forme sont classées en trois familles [22] : représentation par points, représentation par silhouettes et représentation par fenêtres englobantes (figure II.4).

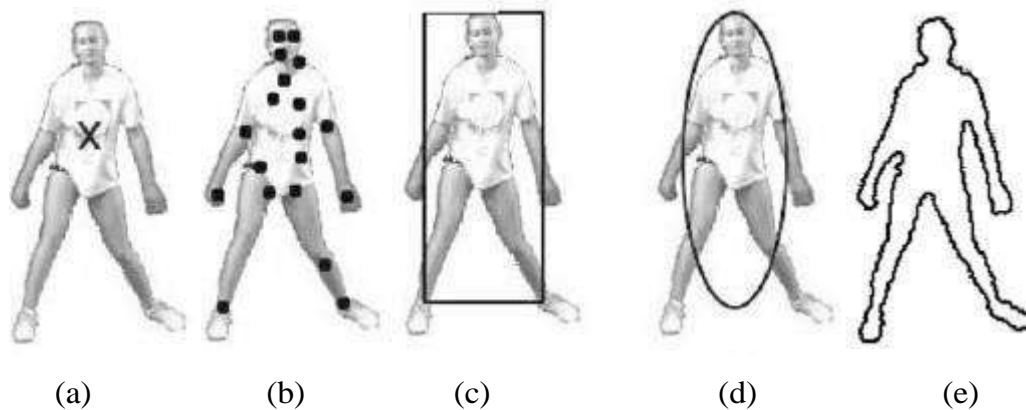


Figure II.4 : Représentation d'objet. (a) centroïde, (b) ensemble de points, (c) fenêtre englobante rectangulaire, (d) fenêtre englobante elliptique, (e) contour.

II.5.1. Représentation par points :

On représente un objet par un point sauf si ce point est son centroïde (figure II.4. (a)) [23], ou par un ensemble des points (figure II.4. (b)) [24]. Cette représentation convient pour suivre des objets qui occupent des petites régions dans une image. Dans cette famille, les approches peuvent être déterministes ou probabilistes.

II.5.1.1. L'approche déterministe :

Dans l'approche déterministe, le suivi s'effectue en minimisant une distance calculée sur certaines caractéristiques de l'objet. Ces caractéristiques sont l'apparence (Similarité de forme ou de contenu photométrique ou de mouvement). Les modèles d'objet basés sur l'apparence peuvent être des densités (histogrammes de couleur ou de contour), une carte de contours (contour ouvert ou fermé de l'objet) ou une combinaison de ces modèles [25].

II.5.1.2. L'approche probabiliste :

Les méthodes probabilistes permettent de gérer les fluctuations causées par des variations de mouvement et d'apparence des objets au fil du temps et les cibles candidates qui sont souvent corrompues par le bruit, en ajoutant une incertitude au modèle de l'objet et aux modèles des cibles candidates. Ces méthodes ont un faible coût calculatoire, mais elles ont un inconvénient majeur parce qu'elles dépendent exclusivement de la qualité de la détection. En cas de fausse détection, le suivi est détérioré [26].

II.5.2. Représentation par silhouettes :

Un contour définit les frontières d'un objet, la région à l'intérieur du contour représente sa silhouette. Les méthodes basées sur le contour et la silhouette modélisent de manière efficace les objets à la forme complexe en utilisant l'information encodée à l'intérieur de la région d'objet. Le but est de déterminer la région occupée par l'objet au moyen d'un modèle généré en utilisant les images précédentes. Elles sont utilisées lorsque l'on souhaite extraire la silhouette de l'objet et que celle-ci se déforme au cours du temps. Ce type de suivi peut se réaliser avec des méthodes utilisant des modèles d'état ou avec des méthodes minimisantes des fonctions d'énergie sur le contour dont le terme d'attache aux données favorise le positionnement du contour estimé le long des zones à fort gradient dans l'image [26].

II.5.2.1. Les approches explicites :

La plupart des méthodes de suivi par contour cherchent à représenter celui-ci par un ensemble de paramètres et à le suivre par une méthode de filtrage appropriée. Ces paramètres jouent le rôle du modèle d'état de l'algorithme de filtrage. Ces méthodes peuvent être mises en œuvre avec un coût calculatoire assez faible, mais elles suivent plus difficilement les changements topologiques, la division ou la fusion des régions [26].

II.5.2.2. Les approches implicites :

Contrairement aux méthodes précédentes, les méthodes fondées sur une représentation implicite sont robustes aux changements de topologie des objets grâce à la minimisation d'une fonctionnelle d'énergie qui permet de suivre un contour ou une région malgré des changements de topologie [27]. Mais la minimisation de ces fonctions est généralement plus coûteuse et la convergence vers un minimum globale n'est pas nécessairement assuré.

II.6. Suivi d'objet par le flux optique :

II.6.1 Définition :

Le Flux Optique ou écoulement optique est un concept pour estimer le mouvement des objets dans une représentation visuelle. Typiquement le mouvement est représenté par des vecteurs commençant ou se terminant aux Pixels dans l'image numérique [28]. L'écoulement optique est utile dans l'identification de modèle, la vision par ordinateur, et d'autres applications de traitement d'image. On le lie étroitement à l'évaluation de mouvement et à la compensation de mouvement. Souvent l'écoulement optique de limite est employé pour décrire un champ dense de mouvement avec des vecteurs à chaque Pixel, par opposition à l'évaluation de mouvement ou à la compensation qui emploie des vecteurs pour des blocs de Pixels, comme dans les méthodes visuelles de compression telles que le MPEG. Certains considèrent employer l'écoulement optique pour les systèmes d'évitement de collision et d'acquisition d'altitude pour les véhicules micro d'air.

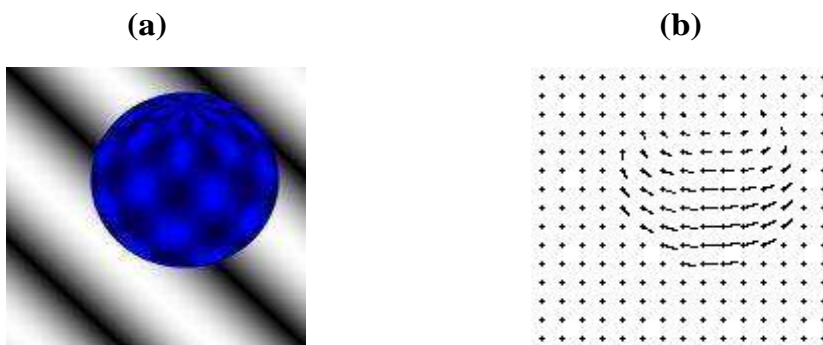


Figure II.5 : (a) Une boule en rotation (b) Ses vecteurs de mouvement

II.6.2. Quelques méthodes pour déterminer le flux optique :

- Corrélation de phase (inverse de spectre normal de croix-puissance).
- Corrélation de bloc (somme des différences absolues, de corrélation croisée normale).
- Méthode de Lucas-Kanade.
- Méthode de Horn-Schunck.

II.6.3. Méthode de Horn-Schunck :

La méthode de Horn-Schunck d'estimation de flux optique est une méthode globale qui présente une contrainte globale de la douceur pour résoudre le problème d'ouverture [29]. Une fonction globale d'énergie doit être minimisée, cette fonction est donnée comme suit :

$$f = \int ((\nabla I \cdot \vec{V} + I_t)^2 + \alpha(|\nabla V_x|^2 + |\nabla V_y|^2 + |\nabla V_z|^2)) dx dy dz \quad (\text{II.2})$$

Là où

$$\nabla I = \begin{bmatrix} I_x \\ I_y \\ I_z \end{bmatrix} \quad (\text{II.3})$$

Sont les dérivés des valeurs d'intensité d'image le long des dimensions de x, y et z.

V Est le vecteur flux optique d'écoulement avec les composants V_x , V_y , V_z . Le α paramètre est une constante de régularisation. De plus grandes valeurs de α mènent à un écoulement plus régulier. Cette fonction peut être résolue en calculant les équations d'Euler-Lagrange correspondant à la solution de l'équation ci-dessus. Celles-ci sont données comme suit:

$$\Delta V_x - \frac{1}{\alpha} I_x (I_x V_x + I_y V_y + I_z V_z) = 0 \quad (\text{II.4})$$

$$\Delta V_y - \frac{1}{\alpha} I_y (I_x V_x + I_y V_y + I_z V_z) = 0 \quad (\text{II.5})$$

$$\Delta V_z - \frac{1}{\alpha} I_z (I_x V_x + I_y V_y + I_z V_z) = 0 \quad (\text{II.6})$$

Où Δ dénote l'opérateur de Laplace de sorte que :

$$\Delta V_x = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial}{\partial x}, \quad \Delta V_z = \frac{\partial}{\partial z} \frac{\partial}{\partial z}, \quad \Delta V_y = \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial}{\partial y} \quad (\text{II.7})$$

Résolvant ces équations par la méthode de Gauss-Seidel pour les composantes d'écoulement V_x , V_y , V_z on obtient un système itératif :

$$V_x^{k+1} = \frac{\Delta V_x^k - \frac{1}{\alpha} I_x (I_y V_y^k + I_z V_z^k)}{\frac{1}{\alpha} I_x^2} \quad (\text{II.8})$$

$$V_y^{k+1} = \frac{\Delta V_y^k - \frac{1}{\alpha} I_y (I_x V_x^k + I_z V_z^k)}{\frac{1}{\alpha} I_y^2} \quad (\text{II.9})$$

$$V_z^{k+1} = \frac{\Delta V_z - \frac{1}{\alpha} I_z (I_y V_y + I_x V_x)}{\frac{1}{\alpha} I_z^2} \quad (II.10)$$

L'indice supérieur $k+1$ dénote la prochaine itération, qui doit être calculée et k est le Dernier résultat calculé. ΔV_i peut être obtenu comme : $\Delta V_i = \sum_{N(p)} V_i(N(p)) - V_i(p)$

Avec $N(p)$ sont les six voisins du Pixel P

Une exécution algorithmique alternative basée sur la méthode de Jacobi est donnée par :

$$V_x^{k+1} = \frac{\Delta V_x - \frac{1}{\alpha} I_x (I_y V_y + I_z V_z)}{\frac{1}{\alpha} I_x^2} \quad (II.11)$$

$$V_y^{k+1} = \frac{\Delta V_y - \frac{1}{\alpha} I_y (I_x V_x + I_z V_z)}{\frac{1}{\alpha} I_y^2} \quad (II.12)$$

$$V_z^{k+1} = \frac{\Delta V_z - \frac{1}{\alpha} I_z (I_x V_x + I_y V_y)}{\frac{1}{\alpha} I_z^2} \quad (II.13)$$

Ou V_i^k Se rapporte à la moyenne Dans le voisinage de la position actuelle du Les avantages de l'algorithme de Horn-Schunck incluent qu'il apporte une densité des vecteurs d'écoulement, c'est à dire l'information d'écoulement manquant dans les parties intérieures d'objets homogènes est complétée à partir des frontières de mouvement. Du côté négatif, cet algorithme est plus sensible au bruit que des méthodes locales.

II.6.4. La méthode de Lucas-Kanadé :

Une séquence d'images peut être représentée par sa fonction de luminance. L'hypothèse de conservation de la luminance stipule que la luminance d'un point physique de la séquence d'image ne varie pas au cours du temps, c'est-à-dire :

$$I(p, t) = I(p + V(p)dt, t + dt) \quad (II.14)$$

Avec $p = (x, y)^T$ et $V(p) = (u, v)^T$ le vecteur vitesse associé au point à l'instant t. Les composantes sont respectivement la vitesse selon les directions x et y. Comme cette équation n'a pas une solution unique, nous devons faire l'hypothèse que l'intensité varie lentement avec (x, y) et (t). Si cette

hypothèse est respectée, nous pouvons développer le premier membre de l'équation (1) en séries de Taylor à l'ordre un autour de (x, y et t)

$$I(x + dx, y + dy, t + dt) = I(x, y, t) + \frac{\partial I}{\partial x} dx + \frac{\partial I}{\partial y} dy + \frac{\partial I}{\partial t} dt + e \quad (\text{II. 15})$$

La variable contient les termes d'ordres plus élevés. Puisque :

$$I(x + dx, y + dy, t + dt) = I + dI \quad (\text{II. 16})$$

En divisant par dt et en négligeant les termes d'ordre supérieurs, l'équation (2) peut être réduite à :

$$\frac{dI}{dt} = \frac{dx}{dt} \frac{\partial I}{\partial x} + \frac{dy}{dt} \frac{\partial I}{\partial y} + \frac{\partial I}{\partial t} \quad (\text{II. 17})$$

Par l'hypothèse que l'intensité lumineuse ne varie pas avec le temps, qui conduit à $dI/dt = 0$

L'équation du flux optique se résume alors à la formulation suivante :

$$\frac{dx}{dt} \frac{\partial I}{\partial x} + \frac{dy}{dt} \frac{\partial I}{\partial y} + \frac{\partial I}{\partial t} = 0 \quad (\text{II. 18})$$

Si on note :

$$\frac{\partial I}{\partial t} = I_t, \quad \frac{\partial I}{\partial y} = I_y, \quad \frac{\partial I}{\partial x} = I_x, \quad \frac{dy}{dt} = v, \quad \frac{dx}{dt} = u \quad (\text{II. 19})$$

L'équation devient :

$$I_x u + I_y v + I_t = 0 \quad (\text{II. 20})$$

Cette équation est appelée l'équation de contrainte du flux optique. Afin de trouver une solution unique pour u et v, nous avons besoin de deux équations indépendantes, ce qui n'est pas le cas, car l'équation (5) ne permet pas de déterminer de manière unique le flux optique. En effet, on se trouve en présence d'un problème mal-posé d'où la nécessité de l'utilisation. Des contraintes supplémentaires pour estimer le mouvement [30]. Selon le type de la contrainte utilisée, on obtient différentes méthodes dont la principale est celle de Lucas-Kanade [31].

II Conclusion :

Nous avons détaillé dans ce chapitre les différentes méthodes de détection et suivi des objets et les méthodes que nous allons utiliser dans notre travail. Nous allons implémenter la méthode de flux optique en utilisant la méthode de Lucas-Kanade et Horn-Schunck dans le chapitre suivant pour la réalisation d'une application de détection de mouvement avec une caméra fixe et mobile dans des différents environnements soit des scènes d'intérieure ou d'extérieure.

Chapitre III:

Conception, implémentation et résultats

III.1. Introduction :

Notre objectif dans ce chapitre est de concevoir un système qui suit les objets. Un objet suivi produira un point central (centroïde) qui contient la valeur des coordonnées médianes d'objet. En utilisant ces coordonnées, nous pouvons déterminer le déplacement, la vitesse, ...etc.

La fréquence d'échantillonnage des images, les résolutions géométriques et radiométriques et les quantités de distorsion du système optique de la caméra affectent la précision des vitesses estimées. Il existe plusieurs systèmes d'estimation de la vitesse. Chacun était différent et unique à sa manière. Cela signifie que le suivi d'objet (par exemple véhicule) et l'estimation de la vitesse peuvent avoir plusieurs façons d'être déterminés. Le flux optique est utilisé dans notre cas parce qu'il fait parti des systèmes qui se spécialise dans le suivi des objets en mouvement

III.2. Filtrage :

Dans le traitement d'image, des filtres sont appliqués pour réduire le bruit et / ou pour préparer les images pour un traitement ultérieur tel qu'une segmentation. Certaines distributions de bruit sont très gênantes lorsqu'elles sont impliquées dans des changements d'intensité dans les images vidéo. Ils corrompent les pixels de manière aléatoire et éparse. Par conséquent, il existe un besoin de moyens pour mettre en œuvre des techniques de lissage pour éliminer différents types de bruit. Les algorithmes de filtrage d'images ont plusieurs objectifs principaux tels que :

- 1 - Suppression du bruit ;
- 2 - Préservation des bords ;
- 3 - Suppression des impulsions.

Une classe de filtres qui remplit ces conditions est ce qu'on appelle le filtre de signal. Certains filtres de signal couramment utilisés sont le lissage gaussien, le filtre moyen et le filtre médian.

III.3. Segmentation d'image :

Pour détecter un objet, l'image est normalement segmentée en taches ou régions en utilisant certaines techniques de segmentation courantes telles que la soustraction d'arrière-plan, le regroupement par décalage moyen et les coupes de graphique. Les régions segmentées sont ensuite regroupées pour représenter un objet en fonction de certaines règles déterministes.

Dans l'algorithme de suivi, le contenu de chaque image est lu et l'arrière-plan est estimé. Les objets indésirables / intéressés sont étiquetés en éliminant l'arrière-plan. La fonction de seuillage est utilisée pour convertir l'image en niveaux de gris en binaire afin que les objets d'intérêt puissent être mis en évidence en fixant une limite de seuil.

III.4. Clôture (morphologie) :

La fermeture se définit simplement comme une dilatation suivie d'une érosion utilisant le même élément structurant pour les deux opérations. C'est un opérateur important du domaine de la morphologie mathématique. Comme son ouverture à double opérateur, il peut être dérivé des opérations fondamentales d'érosion et de dilatation. Comme ces opérateurs, il est normalement appliqué aux images binaires.

La fermeture est similaire à certains égards à la dilatation en ce qu'elle a tendance à agrandir les limites des régions lumineuses dans une image, mais elle est moins destructrice de la forme de limite d'origine. Comme pour les autres opérateurs morphologiques, l'opération exacte est déterminée par un élément structurant.

L'effet de l'opérateur est de conserver les régions d'arrière-plan qui ont une forme similaire à cet élément structurant, ou qui peuvent contenir complètement l'élément structurant, tout en éliminant toutes les autres régions de pixels d'arrière-plan.

III.5. Organigramme global du projet :

L'algorithme ci-dessous montre l'ordre chronologique dans lequel ce projet a été achevé. Chaque étape est complétée en utilisant des blocs fournis dans la boîte à outils de traitement d'image.

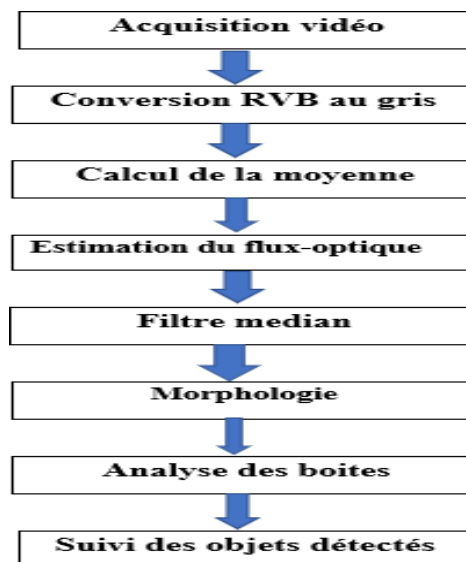


Figure III.1: L'organigramme globale

III.6. Logiciel de boîte à outils du système de vision par ordinateur :

Simulink est une extension graphique de MATLAB pour la modélisation et la simulation de systèmes. L'un des principaux avantages de Simulink est la possibilité de modéliser un système non linéaire, ce qu'une fonction de transfert est incapable de faire. Un autre avantage de Simulink est la capacité à prendre les conditions initiales. Lorsqu'une fonction de transfert est construite, les conditions initiales sont supposées être nulles.

Simulink dispose d'une boîte à outils de système de vision par ordinateur intégrée qui prend en charge une architecture de traitement de flux via des blocs. Il permet l'utilisation de techniques clés de traitement de flux / image qui sont cruciales pour surmonter le bruit et différencier un objet de son arrière-plan.

Certains des outils fournis dans la boîte à outils du système de vision par ordinateur sont :

- 1)- Analyse et amélioration ;
- 2)- Conversions ;
- 3)- Filtrage ;
- 4)- Transformation géométrique ;
- 5)- Opérations morphologiques ;
- 6)- Éviers ;
- 7)- Source ;
- 8)- Statistiques ;
- 9)- Texte et graphiques ;
- 10)- Transforme ;

III.7. Différentes étapes d'implémentation de l'algorithme et résultats :

Les étapes nécessaires afin d'estimer la dynamique d'un objet dans son environnement sont indiquées dans les sections suivantes avec les résultats de chaque étape de l'algorithme général.

III.7.1. Conversion de vidéo RVB en intensité :

La première étape de ce projet est de convertir la vidéo que nous avons l'intention de simuler de RVB en intensité. RVB (Rouge, Vert, Bleu) sont les trois couleurs qui peuvent être mélangées pour obtenir toutes les autres couleurs du spectre de couleurs. Dans une vidéo RVB, chaque pixel est représenté par une combinaison de ces couleurs.

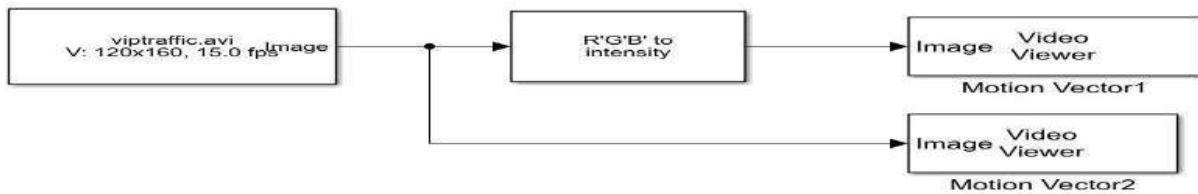


Figure III.2 : Modèle Simulink pour la conversion RVB EN Intensité

Bien que cela fournisse une représentation visuelle plus précise de ou des objets enregistrés, il est redondant de devoir détecter trois couleurs dans chaque pixel. Par conséquent, le moyen le plus simple consiste à convertir la vidéo RVB en intensité. La conversion de la vidéo en intensité représente chaque pixel de la vidéo avec une valeur comprise entre 0 et 255. La valeur 0 étant la couleur noire et la valeur 255 représente la couleur blanche. Toutes les valeurs intermédiaires sont des nuances de gris.



Figure III.3 : La figure à gauche affiche la vidéo originale ; la figure à droite affiche la vidéo d'intensité (Niveaux de gris).

Cette conversion vise à simplifier une grande partie des calculs dans les étapes à venir. Au lieu d'avoir à placer 3 seuils distincts pour RVB (pour le filtrage d'image), qui utilise plus d'espace de stockage, l'utilisation de l'intensité ne nécessitera que l'utilisation d'un seul seuil.

III.7.2. Calcul du flux optique :

Pour résoudre l'équation de contrainte de flux optique pour v_x et v_y , la méthode de Lucas- Kanade divise l'image d'origine en sections plus petites et suppose une vitesse constante dans chaque section. Ensuite, en effectuant un ajustement pondéré par les moindres carrés de L'équation de contrainte de flux optique à un modèle constant

pour $[u \ v]^T$ de chaque section Ω , en minimisant l'équation suivante :

$$\sum_{xg\Omega} w^2 [I_xu + I_yv + I_t]^2 \tag{III .1}$$

Où, w est une fonction de fenêtre qui met l'accent sur les contraintes au centre de chaque section. La solution du problème de minimisation est donnée par l'équation suivante :

$$\begin{bmatrix} \sum W^2 I_x^2 & \sum W^2 I_x I_y \\ \sum W^2 I_y I_x & \sum W^2 I_y^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} \sum W^2 I_x I_t \\ \sum W^2 I_y I_t \end{bmatrix} \quad (III.2)$$

La méthode Lucas-Kanade est calculée à l'aide d'un filtre de différence ou d'un dérivé d'un filtre gaussien.

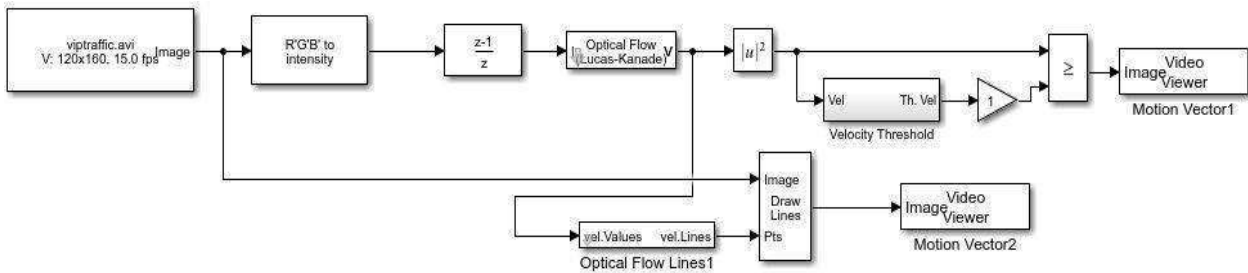


Figure III.4 : Modèle Simulink pour le calcul de flux optique (Lucas-Kanade)

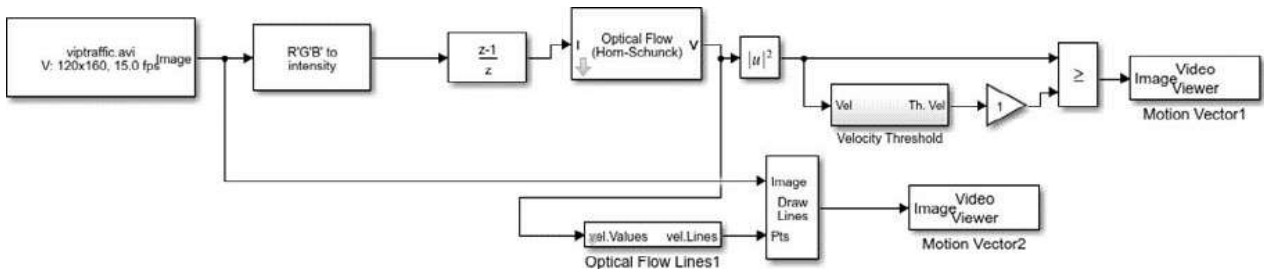


Figure III.5: Modèle Simulink pour le calcul de flux optique (Horn-Schunck)

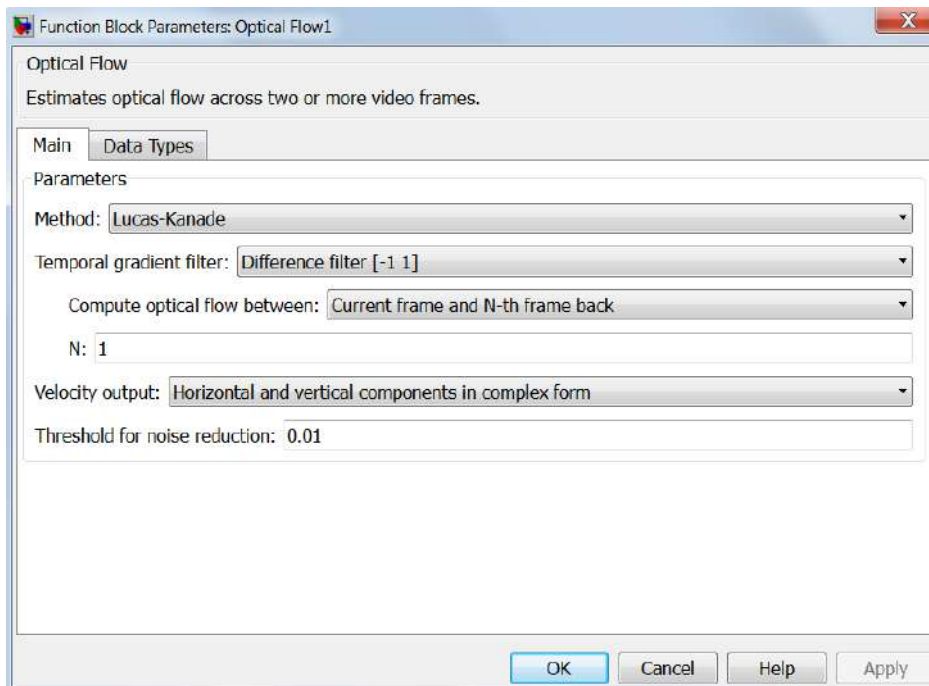


Figure III.6 : Configuration du bloc de flux optique

La figure suivante illustre les résultats de la configuration du bloc de flux optique :

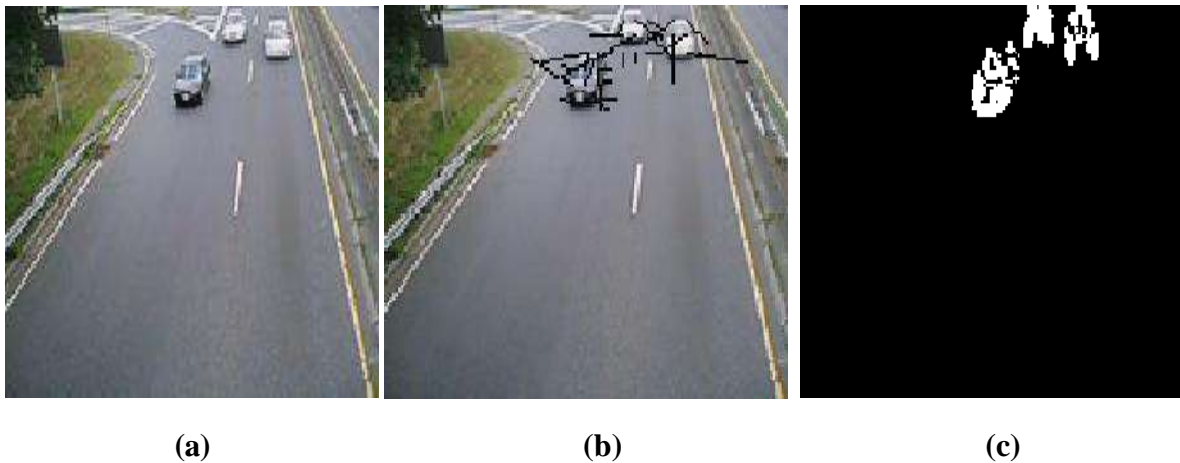


Figure III.7 : (a) Vidéo originale. (b) Les vecteurs de mouvement représentés par des lignes. (c) Image avec seuil

III.7.3. Filtration du bruit :

Le filtrage est généralement appliqué après qu'une image ou une vidéo a été seuillée dans une image binaire. Le filtre médian est une technique de filtrage numérique non linéaire, souvent utilisée pour éliminer le bruit. La raison pour laquelle le filtre médian est si souvent utilisé est qu'il préserve les bords tout en supprimant le bruit.

L'idée principale du filtre médian est de parcourir l'entrée de signal par entrée, en remplaçant chaque entrée par la médiane des entrées voisines. Il est particulièrement efficace pour éliminer les bruits (bruit impulsif).

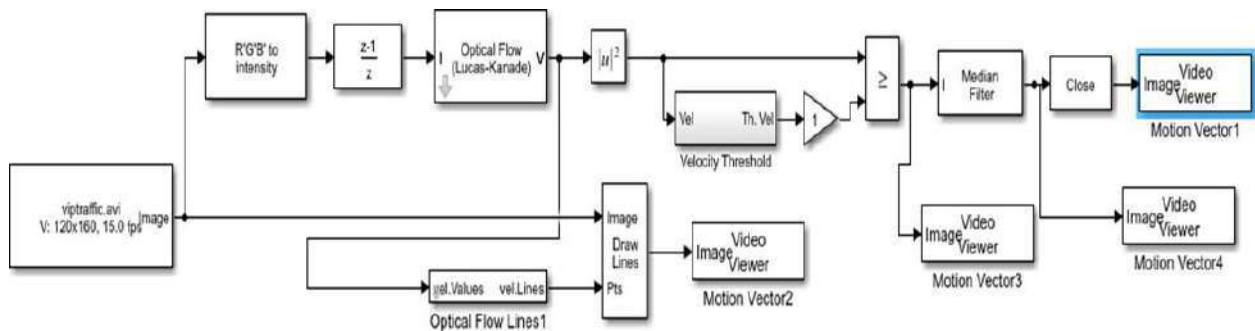


Figure III.8 : Modèle Simulink pour la filtration du bruit

Après le filtre médian, le signal passe par une morphologie fermée, qui est l'érosion et la dilatation. L'érosion est effectuée en premier pour permettre aux taches de bruit qui ont échappé au filtre médian de disparaître. Ensuite, ce qui reste du signal est dilaté.

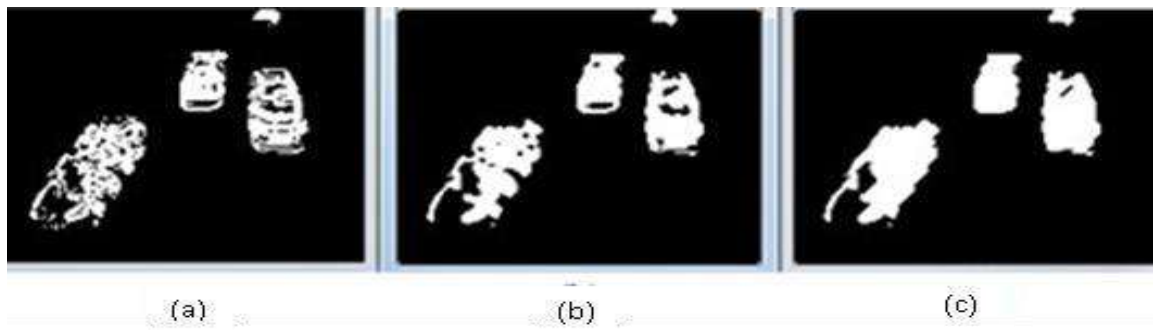


Figure III.9 : (a) Image avec seuil. (b) Image après filtre médian. (c) Image après morphologie fermée

III.7.4. Détection et suivi d'objets :

Une fois que la vidéo d'entrée a franchi toutes les étapes de seuillage et de filtrage, elle est placée dans le bloc d'analyse des taches. L'analyse Blob a la fonctionnalité de produire de nombreuses formes de statistiques, ce qui est crucial pour la détection et le suivi.

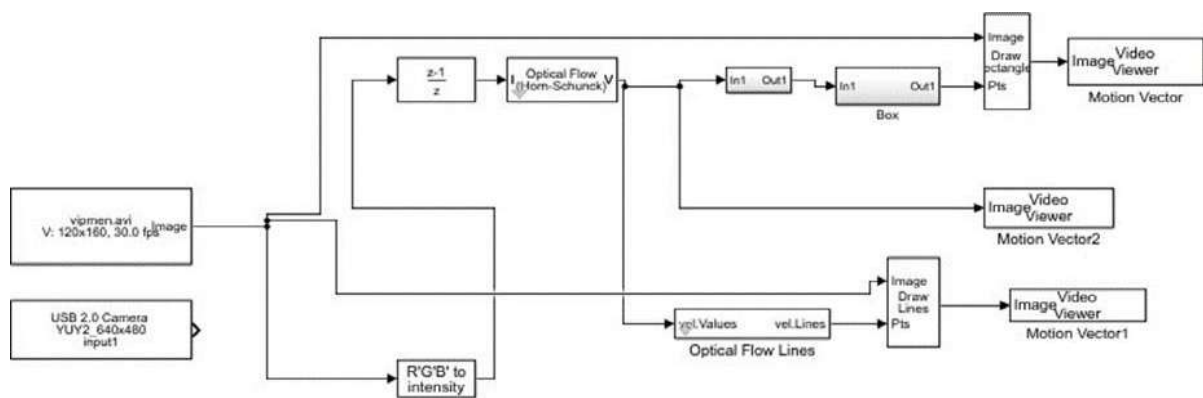


Figure III.10 : Modèle Simulink pour l'analyse de blob

Pour l'instant, l'option de la boîte englobante est cochée. Une boîte englobante est une matrice M par 4 de coordonnées de la boîte englobante [x y hauteur largeur], où M représente le nombre de Blobs et [x y] représente le coin supérieur gauche de la boîte englobante. Au fur et à mesure que le blob se déplace, la boîte englobante suivra. Les caractéristiques du bloc Blob sont réglées comme il est indiqué sur les deux figures suivantes.

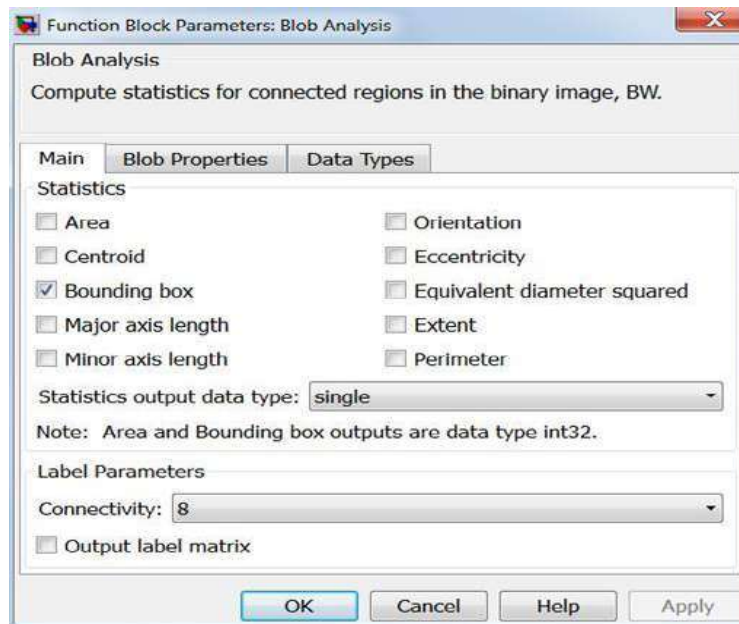


Figure III.11 : Statistiques du bloc d'analyse Blob

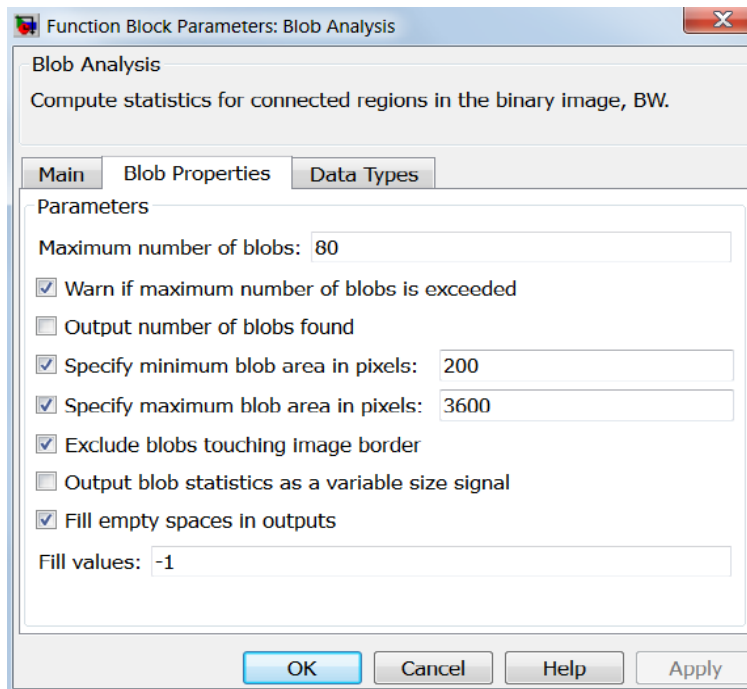


Figure III.12 : Propriétés des objets blob

La figure au-dessus montre la configuration du bloc d'analyse blob. Le nombre maximal d'objets blob pouvant être détectés est défini sur 80. La zone blob minimale en pixels est définie sur 200, car la définition d'une valeur inférieure à celle-ci peut amener le bloc à confondre le bruit avec un objet. La zone blob maximale est définie sur 3600. Enfin, il existe l'option « Remplir les espaces vides dans les sorties ». Il est impératif que cette option soit cochée s'il doit y avoir une multiplication de matrice à faire plus tard. Cette option permet de corriger la sortie du bloc d'analyse d'objets blob pour qu'elle soit complètement remplie par le nombre spécifié par l'utilisateur. Par conséquent, la matrice de la

boîte englobante sera toujours de 80 sur 4. Cela permet des calculs plus faciles.



Figure III.13 : Sortie vidéo avec cadres de délimitation

III.8. Performance qualitative :

Pour démontrer les performances du module de suivi des objets en mouvement et avoir une comparaison un peu crédible entre les deux techniques nous effectuons de multiples tests sur de longues séquences d'images acquises dans des scènes dynamiques extérieures et intérieures à l'aide d'une caméra fixe et d'une autre caméra mobile. Le défi consiste à démontrer l'efficacité du module dans la détection et le suivi de plusieurs objets dynamiques dans divers environnements, où les objets ont des directions de mouvement différentes et variables. Des expérimentations sont réalisées sur des séquences récupérées sur plusieurs sources telles que des séquences vidéo standard sur Matlab, ou réalisées par nous-même à l'aide des caméras, acquérant un environnement intérieur pour des objets rigides (véhicules) et des objets non rigides (piétons) dans un environnement extérieur.

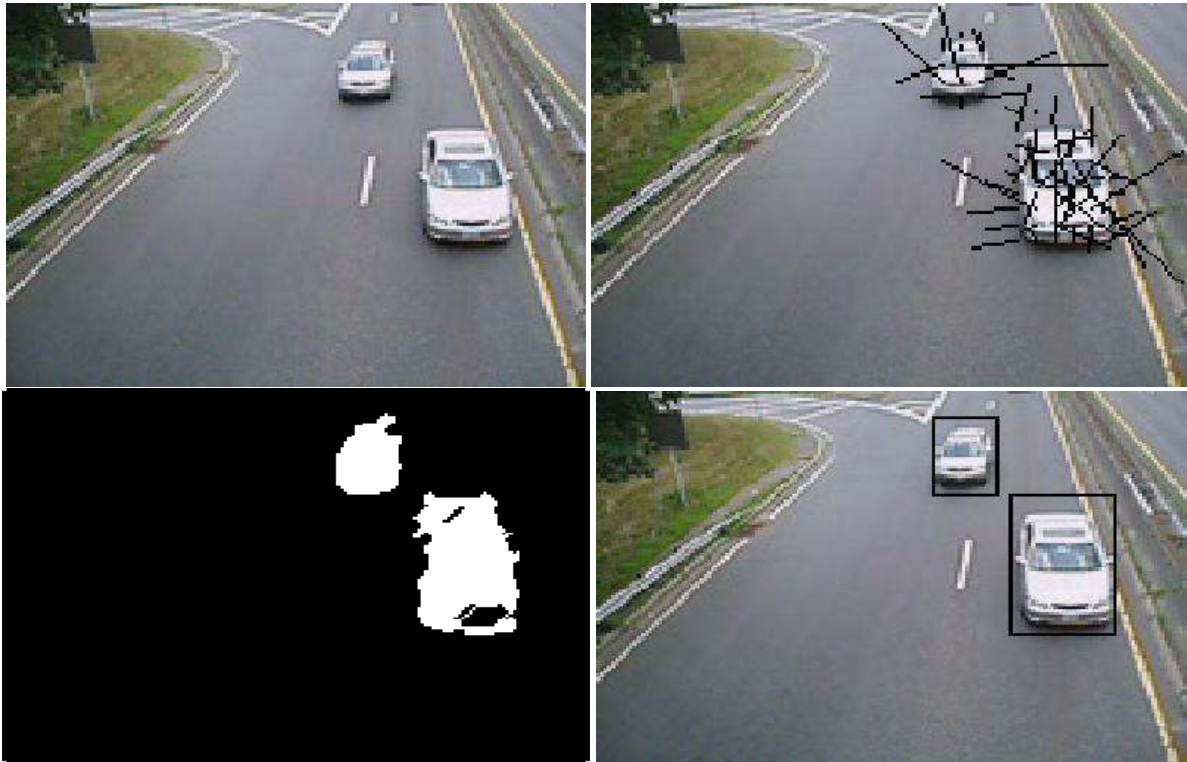


Figure III.14 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-Kanade sur la séquence vidéo viptraffic

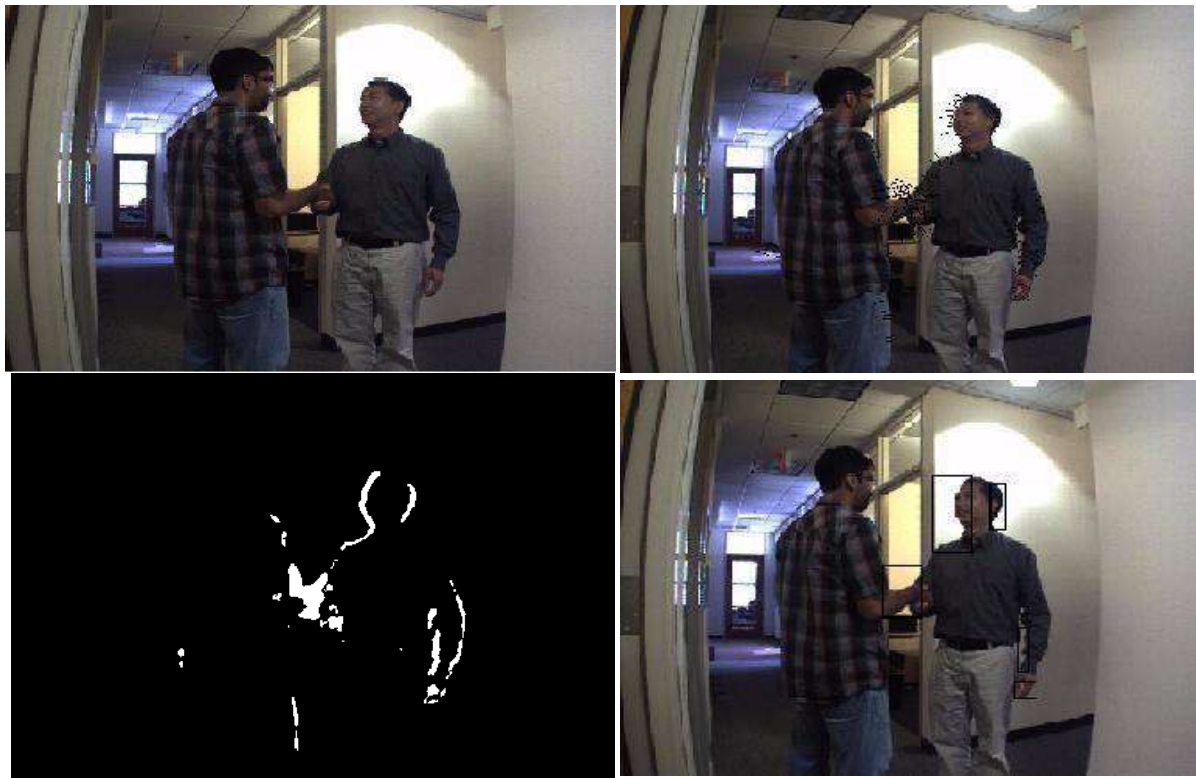


Figure III.15 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-kanade sur la séquence vidéo handshake.

Les Figures (III.14) et (III.15), montrent que les résultats obtenus, en appliquant la méthode Lukas-Kanade sur des différentes séquences vidéo, sont très encourageants, les contours des objets sont très bien respectés, avec une bonne segmentation et le flux est dense.



Figure III.16 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunck sur la séquence vidéo viptraffic



Figure III.17: Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunck sur la séquence vidéo handshake.

Les Figures (III.16) et (III.17) illustrent les résultats de l'application de la méthode de Horn-Schunk. Cette méthode donne une acceptable estimation du mouvement avec un flux optique dense, mais nous remarquons un léger flou dans les zones de discontinuités. Nous pouvons dire que cette méthode est très sensible au bruit. Les résultats sont donc imprécis, néanmoins l'estimation demeure acceptable.

III.8.1. Performances qualitatives avec Caméra fixe :

La caméra utilisée dans tous les exemples de notre travail est une Golden System Webcam avec les caractéristiques suivantes :



Figure III.18: Résultats de la méthode de flux optique Lucas-kanade sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'intérieur (indoor).



Figure III.19: Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'intérieur (indoor).



Figure III.20 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-kanade sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'intérieur (indoor). (a)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boîte

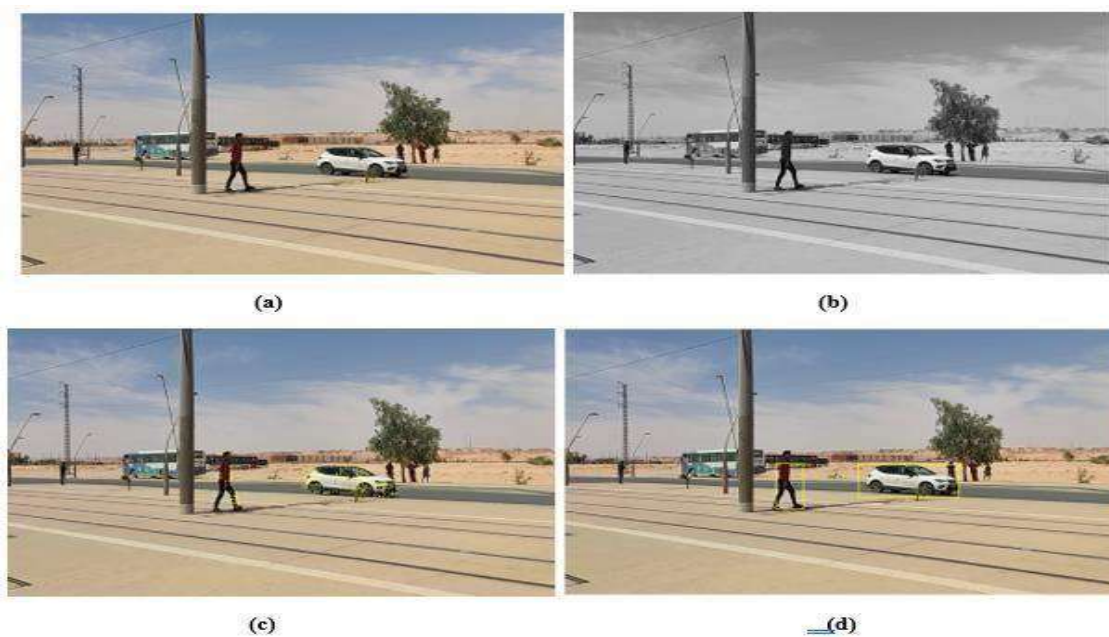


Figure III.21 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunck sur une séquence vidéo avec une caméra Fixe dans un environnement d'intérieur (indoor). (a)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boîte

3.8.2 Performances qualitatives avec caméra mobile :

Dans cette section on a utilisé la même camera mais elle est embarquée dans une voiture, ou on a essayé de garder la même dynamique de la voiture (vitesse environ 30km/h), et on a tout de suite constater que c'est très dur de maintenir une dynamique Constante de la voiture grâce à l'instinct humain. Donc on doit mettre on considération toutes ces problèmes dans les performances des résultats qui suivent.



Figure III.22 : Résultats de la méthode de flux optique Horn-Schunk sur une séquence vidéo avec une caméra Mobile dans un environnement extérieur (outdoor). (a)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boîte



(a)



(b)



(c)



(d)

Figure III.23 : Résultats de la méthode de flux optique Lucas-Kanade sur une séquence vidéo avec une caméra mobile dans un environnement extérieur (outdoor). (a)image Originale ; (b) binaire (c) flux optique (d) boite

III.8.3. Détection des objets non-rigides (personnes) :

Plusieurs tests ont été effectués avec des objets dynamiques non rigides. Pour cette expérience, nous avons choisi un environnement intérieur afin que de fortes variations d'intensité n'interfèrent pas avec le suivi d'objets dynamiques. Les séquences présentées aux figures (III.18) et (III.19) ont été prises à 30 FPS à partir d'une caméra fixe dans un couloir d'un bâtiment universitaire ou des figures (III.20) et (III.21) qui représentent des scènes d'extérieures ou la séquence vidéo est acquise avec les mêmes dispositifs utilisés dans les expériences précédentes. Nous présentons dans ces figures les résultats de la méthode utilisée sur plusieurs images traitées dans ces séquences, à savoir Kanade - Horn.

Au niveau des images la majorité des personnes ont été bien détecté et suivi cela est illustrée par les boites englobantes. Alors que dans d'autres images les régions de détection sont déjà réduites à cause des mouvements de rotations que fait la personne. Malgré cela nous avons une bonne performance dans le cas du suivi des personnes.

III.8.4. Détection des objets rigides (véhicules) :

Pour la détection des objets rigides, on a fait presque les mêmes tests avec les mêmes dispositifs (camera, laptop, ...etc.) mais on a focalisé notre travail sur des scènes beaucoup plus d'extérieure que d'intérieure.

Certains objets en mouvement sur la plupart des séquences utilisées dans cette section sont identifiés par plusieurs boîtes englobantes (rectangles), chacune représentant un objet en mouvement différent. La fusion de ces régions dynamiques, bien qu'elles soient sur le même objet physique, n'est pas possible en raison de la position des vecteurs du flux optique sur le même objet.

III.9. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés à l'estimation du mouvement dans des séquences d'images vidéo par les techniques différentielles du flux optique. On a focalisé notre travail sur la détection et le suivi des objets mobiles (véhicules, personnes), pour cela on a suivi un organigramme bien précis (Figure III.1) afin d'atteindre notre objectif.

Les résultats obtenus sont satisfaisants, l'algorithme de Horn-Schunck et celui de Lucas-Kanade fonctionnent seulement pour les petits mouvements, si l'objet bouge très rapidement, la luminosité se change rapidement, les dérivés de masques n'estiment pas les dérivés spatio-temporels.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Le suivi multi objets (MOT) est un processus important pour de nombreuses applications, telles que la robotique, la vidéosurveillance et la reconnaissance d'activités. Par conséquent, une variété d'algorithmes de suivi multi objet a été proposée dans la littérature.

L'objectif principal de ce travail est de développer une solution algorithmique fiable et performante qui permette de suivre des objets en mouvements dans une séquence vidéo. Parmi les critères cruciaux à prendre en considération concerne la détection et l'estimation de la dynamique des objets ou biens des obstacles en mouvement : détections non fiables et imprécise, changement du modèle d'apparence, apparence similaire des objets cibles, occultation partielle et totale, et nombre des objets cibles inconnu.

Au début de ce travail, nous avons présenté quelques concepts et définitions d'image et vidéo, et au vu de la présence d'un grand nombre de problèmes qui gênent la détection tels que des changements brusques d'éclairage, des ombres corporelles et le bruit des capteurs, nous avons donc proposé différentes méthodes pour détecter des objets, que ce soient des personnes ou des choses solides comme une voiture...etc.

Le développement ou bien la conception de ce système a été fondé sur deux étapes. Il s'agit dans la première de proposer des techniques bien robustes pour la détection des objets en mouvement. La seconde étape consiste à mettre en place un outil performant pour l'estimation de la dynamique des objets, le choix de l'application de flux optique s'est imposé.

En conclusion, l'approche que nous avons présentée permette d'obtenir directement ou indirectement des informations sur le mouvement des objets. Elle pourra donc être insérée dans diverses applications appartenant à des domaines variés.

Bibliographie :

- [1] Benchrife Ali, université Abou Bakar Belkaid- Tlemcen, " traitement d'image ", 2008.
- [2] Cao Tien Dung – Promotion 11, Institut de la Francophonie pour l'Informatique," La vidéosurveillance ", Janvier 2007.
- [3] T. Veit, F. Cao, and P. Bouthemy. Space-time a contrario clustering for detecting coherent motion. In IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2007), pages 33–39, Roma, Italy, april 2007.
- [4] Thi-Lan LE, université de NICE-SOPHIA ANTIPOLIS, " Indexation et recherche de vidéo pour la vidéo surveillance», 3 Février 2009.
- [5] Djamila Mokhtari, Université de Montréal Département d'Informatique et de Recherche Opérationnelle Faculté des Arts et des Sciences, " Détection des chutes par calcul homographique ", Août, 2012.
- [6] HORAUD, Radu, MONGA, Olivier, "Vision par ordinateur", 1995.
- [7]
- [8] Caroline Rougier, Université de Montréal, "Vidéosurveillance intelligente pour la détection de chutes chez les personnes âgées", Mars 2010.
- [9] Djamila Mokhtari, Université de Montréal Département d'Informatique et de Recherche Opérationnelle Faculté des Arts et des Sciences, "Détection des chutes par calcul homographique ", Août 2012.
- [10] A. Ewald and V. Willhoeft. Laser scanners for obstacle detection in automotive applications. Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV2001), June 2001.
- [11] B. Jida, R. Lherbier, J.-C. Noyer, and M. Wahl. Multiple target detection and tracking by interacting joint probabilistic data association filter and bayesian networks : Application to real data. In Proc. 12th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITS 2009), pages 1–8, 2009.
- [12] D.T. Linzmeier, M. Skutek, M. Mekhaïel, and K.C.J. Dietmayer. A pedestrian detection system based on thermopile and radar sensor data fusion. Proc. International Conference on Information Fusion, pages 1272–1279, 2005.
- [13] L. Matthies, T. Litwin, K. Owens, A. Rankin, K. Murphy, D. Coombs, J. Gilsinn, T. Hong, S. Legowik, M. Nashman, and B. Yoshimi. Performance evaluation of ugv obstacle detection with ccd/flir stereo vision and ladar. Proc. ISIC/CIRA/ISAS Joint Conference, pages 658–670, September 1998.
- [14] L. Gond, Q.C. Phanm, Q. Begard, N. Allezard, and P. Sayd. Imagerie infrarouge pour la surveillance de foules. Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle, RFIA, pages 750–758, 2008.

- [15] Medjahed fatiha, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran U.S.T.O.'Détection et Suivi d'Objets en Mouvement Dans Une Séquence d'Images', mémoire de Magister 2011/2012.
- [16] Brougui boumaraf.' Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication de Ouargla Mémoire de Master Académique 2015.
- [17] Verbeke, N. (2007). Suivi d'objet en mouvement dans une séquence vidéo. Thèse de doctorat Université de paris DESCARTES, France.
- [18] Thomas PENNE. "Développement d'un système de tracking vidéo sur caméra robotisée", UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL - CLERMONT-FERRAND II
- [19] Jain, R. et Nagel, H. (1979). On the analysis of accumulative difference pictures from image sequences of real world scenes. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pages 206-214.
- [20] Salim Iratni.' Asservissement visuel : étude et réalisation d'un dispositif de suivi d'un objet en mouvement'. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- [21] Medjahed fatiha. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran U.S.T.O.'Détection et Suivi d'Objets en Mouvement Dans Une Séquence d'Images', mémoire de Magister 2011/2012
- [22] Alper, Y.; Javed, O. & Shah, M. (2006), 'Object Tracking: A Survey', *ACM Journal of Computing Surveys* 38 (4).
- [23] Veenman, C.; Reinders, M. & Backer, E. (2001), 'Resolving motion correspondence for densely moving points', *IEEE Pattern Analysis and Machine Intelligence* 23 (1), 54–72.
- [24] Serby, D.; Koller, M.S. & Gool, L.V. (2004), 'Probabilistic object tracking using multiple features', 'In *IEEE International Conference of Pattern Recognition (ICPR)*', 184–187.
- [25] Koller, D.; Danilidis, K. & Nagel, H. (1993), 'Model-based object tracking in monocular image sequences of road traffic scenes', *International Journal of Computer Vision*, 257-281.
- [26] Mikram Mounia.' Suivi d'objets dans une séquence d'images par modèle d'apparence : conception et évaluation'. Université de BORDEAUX I.
- [27] Paragios, N. & Deriche, R. (1999), 'Geodesic active regions for motion estimation and tracking', 'IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)'.
[28] Wikipedia, Flow Optic, http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_flow
- [29] Wikipedia, Horn and Schunck Algorithm, http://en.wikipedia.org/wiki/Horn_Schunck_Method
- [30] B. K. P. Horn and B. G. Schunck, "Determining optical flow," *Artificial Intelligence*, vol.17(185), pp.185–203, 1981.

[31] B. D. Lucas and T. Kanade, “ An iterative image registration technique with an application to stereo vision,” In Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 674–679,1981.