



MEMOIRE

Présenté par

LASSOUED Aboubakeur

Pour l'obtention de diplôme de

MASTER

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes Informatiques Intelligents

Thème

Conception et réalisation d'un système de vidéo
surveillance des zones interdites

Soutenu le : 25 / 06 / 2022

Devant le Jury composé de :

Qualité	Nom et Prénom	Grade	Université
Président	Mr. Djeddai Ala	MCA	Chadli Bendjedid El-Tarf
Rapporteur	Mr. Touahri Djamel Eddine	MAA	Chadli Bendjedid El-Tarf
Examineur	Mme. Bouguerne Imen	MCA	Chadli Bendjedid El-Tarf

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout nous remercions ALLAH le tout puissant pour son aide et le courage

qui

nous a donné pour surmonter toutes les difficultés durant nos études.

*Notre gratitude, nos sincères remerciements et nos salutations à notre encadrant,
Dr. Djamal Eddine Touahri, pour tous ses conseils avisés, et le temps qu'il nous a
consacré, et pour son orientation constante vers un esprit purement scientifique.*

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury pour avoir

accepté

d'examiner et d'évaluer notre travail.

Un grand merci à tous les enseignants du département informatique qui ont été

impliqués

d'une manière ou d'une autre dans la formation en master et en licence.

Nous adressons également nos remerciements à notre famille, nos amis et tous

ceux qui

ont contribué de près ou de loin à la cristallisation de ces souvenirs, ainsi qu'à la

réussite

de cette belle année universitaire...

Dédicace

*En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce travail avec
une grande fierté*

*À mes parents qui ont été d'un dévouement exemplaire et
d'un réconfort inestimable.*

*À mes frères, mes sœurs et toute ma famille en
reconnaissance de leurs encouragements.*

*A tous mes amis pour leur sympathie, leur amitié et leur
solidarité envers moi. J'espère que vous acceptez mes*

hautes

salutations et considérations.

Que Dieu puisse vous protéger

Table des matières

Remerciements	2
Dédicace	3
Table des matières	4
Liste des figures	6
Liste des tableaux	7
Introduction Générale	8
Chapitre 1 : Etat de l' Art	10
Introduction	10
Vidéo surveillance	10
1. Définition de la vidéo surveillance.....	10
2. Vidéo surveillance intelligente.....	11
3. Structure d'un système de vidéo surveillance.....	11
Détection du mouvement	12
1. Définition.....	12
2. Représentation d'une vidéo.....	12
3. Nature de la scène.....	13
4. Détection des objets en mouvement.....	14
Localisation d'un objet en mouvement	18
1. Définition.....	18
2. Défis de localisation d'un objet en mouvement.....	18
3. Méthodes de localisation d'un objet en mouvement.....	19
Suivi d'un objet en mouvement	21
1. Définition.....	21
2. Défis du suivi d'objet.....	22
3. Caractéristiques visuelles pour le suivi d'objets.....	22
4. Méthodes de suivi d'objets.....	23
4.2. Suivi de Noyau :.....	27
4.3. Suivi de silhouette :.....	28

Conclusion	29
Chapitre 2 : Etude de Projet	30
Introduction	30
Conception et Architecture du système	30
1. Acquisition de la vidéo :.....	31
2. Traitement initial de l'image vidéo :.....	31
3. Soustraction d'arrière-plan :.....	31
4. Détection d'objet :.....	32
5. Déclenchement d'alarme :.....	32
6. Gestion du stockage :.....	32
Développement du système	33
1. Pré-traitement de la séquence d'images.....	33
2. Méthodes utilisées pour détecter le mouvement.....	33
3. Les défis du système de vidéosurveillance.....	35
Conclusion	36
Chapitre 3 : Réalisation	37
Introduction	37
Représentation des outils de développement	37
1. Environnement physique.....	37
2. Logiciels et bibliothèques utilisés dans la mise en œuvre.....	38
Test et Résultat Obtenu	39
1. Test et résultat.....	40
2. Discussion.....	41
Interface Système	42
Test	44
Conclusion	45
Conclusion et Perspectives	46
Références	48

Liste des figures

Figure 1: Vidéosurveillance intelligente [1]	11
Figure 2: Système de vidéo-surveillance.	11
Figure 3: Représentation compacte d'une vidéo. t représente l'axe temporel. [4]	13
Figure 4:Exemple d'une séquence d'images [5]	13
Figure 5:Processus de détection du mouvement par la mise à jour de l'arrière-plan [7]	14
Figure 6:Soustraction de fond en utilisant des mixtures de Gaussiennes [11]	16
Figure 7:Détection de mouvement par différence temporelle [12]	17
Figure 8:Flux optique. (a et b) Région de la bouche sur deux images consécutives. [13]	17
Figure 9:Localiser un objet en état de vitesse [11]	19
Figure 10:localisation d'un objet en mouvement basée sur le filtre de Gabor [15]	19
Figure 11:Schéma générique de fonctionnement d'un tracker [16]	20
Figure 12:Localisation des objets	21
Figure 13:suivi d'objets [19]	22
Figure 14: les méthodes de suivi d'objets.	24
Figure 15:Différentes contraintes de mouvement [4]	25
Figure 16:Suivi basée sur le filtre de Kalman [35]	26
Figure 17:La représentation d'objet par la silhouette [45]	28
Figure 18:Suivi de voiture en utilisant la méthode de contour [11]	29
Figure 19: Architecture générale du Systèmes.	31
Figure 20: Soustraction d'arrière-plan [49]	32
Figure 21:Partie du code réalise les étapes essentielles du prétraitement de l'image	33
Figure 22: Partie du code utilise la méthode MOG2 pour effectuer la soustraction de l'arrière-plan et obtenir un masque binaire indiquant les pixels correspondant aux objets en mouvement.	34
Figure 23:Page d'accueil	42
Figure 24:Page d'accueil	44
Figure 25: Tester le système en l'absence de mouvement dans la zone	44
Figure 26: Testez le système si un mouvement est détecté dans la zone	45

Liste des tableaux

Tableau 1: Environnement physique	39
Tableau 2: Test et résultat	42

Introduction Générale

La vidéo surveillance est devenue un outil essentiel pour améliorer la sécurité et la sûreté dans divers contextes, allant des espaces publics aux locaux privés. L'utilisation de caméras de télévision en circuit fermé (CCTV) pour surveiller et enregistrer des informations visuelles s'est avérée efficace pour dissuader et prévenir les activités criminelles. Dans cette introduction, nous approfondirons l'application spécifique de la vidéo surveillance dans une zone restreinte, explorerons les défis et les limites des approches actuelles et discuterons des facteurs de motivation qui motivent le besoin d'une solution.

La vidéo surveillance d'une zone restreinte englobe les activités de surveillance et d'enregistrement dans un lieu défini et contrôlé, comme les installations gouvernementales, les installations militaires, les sites d'infrastructures critiques, les sièges sociaux, les laboratoires de recherche et d'autres endroits qui nécessitent des mesures de sécurité renforcées. Cela peut s'étendre à divers secteurs, notamment le gouvernement, la défense, les transports, l'énergie et la sécurité des entreprises, entre autres.

Le problème que cette recherche cherche à résoudre est la nécessité d'une surveillance efficace des zones réglementées pour assurer la sécurité et la sûreté. Les approches actuelles, telles que les systèmes de vidéosurveillance traditionnels, peuvent être confrontées à des limitations en termes de couverture, de précision et de capacités de surveillance en temps réel. De plus, la complexité et la sophistication croissantes des menaces de sécurité, telles que l'accès non autorisé, l'intrusion, le vol, le vandalisme et d'autres failles de sécurité, nécessitent des solutions plus avancées et plus complètes.

Les facteurs de motivation qui nous poussent à rechercher une solution à ce problème sont l'importance croissante de la sauvegarde des actifs critiques, de la protection des informations sensibles et de la sécurité du personnel dans les zones restreintes. Les failles de sécurité peuvent entraîner de graves conséquences, notamment des pertes de vie, des dommages matériels, des perturbations des opérations et des pertes financières. Par conséquent, il existe un besoin impérieux de solutions de vidéosurveillance innovantes et efficaces adaptées aux exigences uniques des zones restreintes.

Cette thèse se concentrera sur l'étude et la proposition de solutions pour la vidéosurveillance d'une zone réglementée. Les objectifs de la recherche seront d'identifier les limites des approches actuelles, d'explorer les technologies émergentes et les meilleures pratiques, et de proposer une solution complète et efficace pour améliorer la sécurité et la sûreté dans les zones réglementées.

Le contenu de chaque chapitre sera organisé comme suit :

Dans le premier chapitre, nous parlerons des moyens de détecter et de localiser l'emplacement d'un objet en mouvement et de le suivre en temps réel.

Dans le deuxième chapitre, nous parlerons de la conception de la structure générale du système de surveillance et de la façon de développer le système avec une explication des parties importantes du code.

Dans le troisième chapitre, nous parlerons de l'environnement de travail et des outils utilisés dans le développement du système, ainsi que nous testerons le système dans différentes circonstances et cas et discuterons des résultats, puis nous expliquerons l'interface du système.

Cette thèse explorera les défis et les limites des approches actuelles en vidéosurveillance d'une zone réglementée et proposera une solution globale pour renforcer la sécurité et la sûreté dans ces environnements sensibles. La recherche vise à contribuer au domaine de la vidéo surveillance en fournissant des informations, des recommandations et des conseils pratiques pour une surveillance efficace des zones réglementées dans divers secteurs.

-

Introduction

La vidéo surveillance est un domaine important pour la sécurité des personnes et des biens. Les caméras de surveillance sont couramment utilisées pour surveiller les zones à risque, les bâtiments, les rues, les parcs, etc. Afin de détecter les activités suspectes et les comportements dangereux, il est essentiel de pouvoir détecter, localiser et suivre les objets en mouvement dans les séquences vidéo. Les algorithmes de détection, de localisation et de suivi d'objets en mouvement sont des outils clés pour réaliser ces tâches dans le domaine de la vidéosurveillance.

Cependant, la détection, la localisation et le suivi d'objets en mouvement dans la vidéo surveillance sont des tâches complexes et difficiles en raison de nombreux facteurs tels que la variabilité de l'apparence des objets, les occlusions, les mouvements non-rigides, les changements de fond, etc. Les algorithmes de détection, de localisation et de suivi d'objets en mouvement doivent être capables de faire face à ces défis pour fournir une surveillance efficace.

Dans cette section, nous discuterons des différents aspects de la détection, la localisation et le suivi d'objets en mouvement dans le domaine de la vidéosurveillance. Nous examinerons les défis spécifiques de la détection, la localisation et le suivi d'objets en mouvement dans la vidéo surveillance, ainsi que les différentes techniques utilisées pour surmonter ces défis. Nous discuterons également de l'importance de la détection, la localisation et le suivi d'objets en mouvement dans la vidéosurveillance pour assurer la sécurité des personnes et des biens. En fin de compte, cette section fournira une vue d'ensemble des enjeux clés dans la détection, la localisation et le suivi d'objets en mouvement dans le domaine de la vidéo surveillance et des techniques utilisées pour relever ces défis.

Vidéo surveillance

1. Définition de la vidéo surveillance

La vidéo surveillance est un système de caméras qui sont placées dans un endroit à surveiller. Ces caméras sont connectées à un système informatique qui permet le traitement et l'analyse des données entrantes.

2. Vidéo surveillance intelligente

La vidéosurveillance intelligente est une technologie qui utilise des logiciels pour identifier automatiquement certains objets, comportements ou situations dans une séquence vidéo. Les systèmes de vidéosurveillance intelligente implémentent des algorithmes mathématiques sophistiqués pour détecter les objets en mouvement dans l'image et pour filtrer les mouvements non pertinents. Ces algorithmes permettent de limiter les fausses alertes et de détecter rapidement les objets en mouvement pertinents. Les systèmes de vidéosurveillance intelligente sont utilisés dans de nombreux domaines, notamment la sécurité, la surveillance du trafic et la gestion des espaces publics pour améliorer la sécurité et le confort des utilisateurs.



Figure 1: Vidéosurveillance intelligente [1]

3. Structure d'un système de vidéo surveillance

Un système de vidéo surveillance est composé de 3 modules comme indiqué sur (Figure 2)

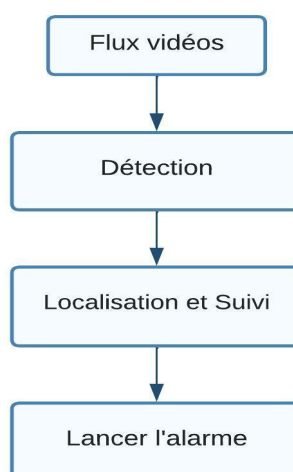


Figure 2: Système de vidéo-surveillance.

- **Détection :**
La détection est la première étape d'un système de vidéo surveillance, elle a pour but d'identifier les objets en mouvement et les individus présents dans la séquence vidéo pour une analyse ultérieure.
- **Localisation et suivi :**
Permet la localisation et le suivi d'un objet spécifique dans la zone de surveillance
- **Lancer l'alarme :**
Après avoir localisé et suivi l'objet, le système émet une alerte d'avertissement

Détection du mouvement

1. Définition

Au cours des dernières années, la détection et le suivi d'objets sont devenus des problèmes majeurs et étudiés dans de nombreuses applications de vision par ordinateur, telles que la robotique et la vidéo surveillance. La détection d'objet est la tâche consistant à localiser un objet dans chaque trame d'une séquence vidéo, tandis que le suivi d'objet est le processus de localisation spatiotemporelle d'un objet en mouvement au cours d'une séquence vidéo. Chaque méthode de suivi d'objet nécessite un mécanisme de détection d'objet, soit dans chaque trame, soit lorsque l'objet apparaît pour la première fois dans la vidéo. Dans ce chapitre, nous présentons les différentes méthodes existantes pour détecter un objet en mouvement, ainsi que les méthodes de suivi d'objet. Ces méthodes sont essentielles pour améliorer les performances de la vision par ordinateur dans de nombreuses applications, notamment la surveillance. [2] [3]

2. Représentation d'une vidéo

Une vidéo est généralement composée d'une succession d'images (voir Figure 3), chacune représentant une vue figée des scènes filmées.

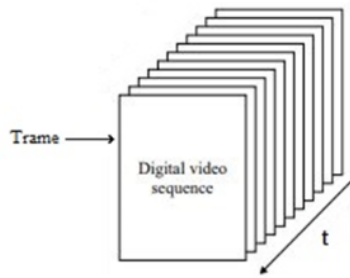


Figure 3: Représentation compacte d'une vidéo. t représente l'axe temporel. [4]

Une séquence d'images : est une suite d'images bidimensionnelles, également appelées trames, qui permettent de visualiser l'évolution d'une scène dans le temps. Ces images sont capturées à des intervalles réguliers et très courts, généralement à une fréquence de 30 images par seconde. Les trames sont des images en deux dimensions, représentées par les coordonnées $X=(x,y)$, tandis que l'axe temporel T constitue la troisième dimension.

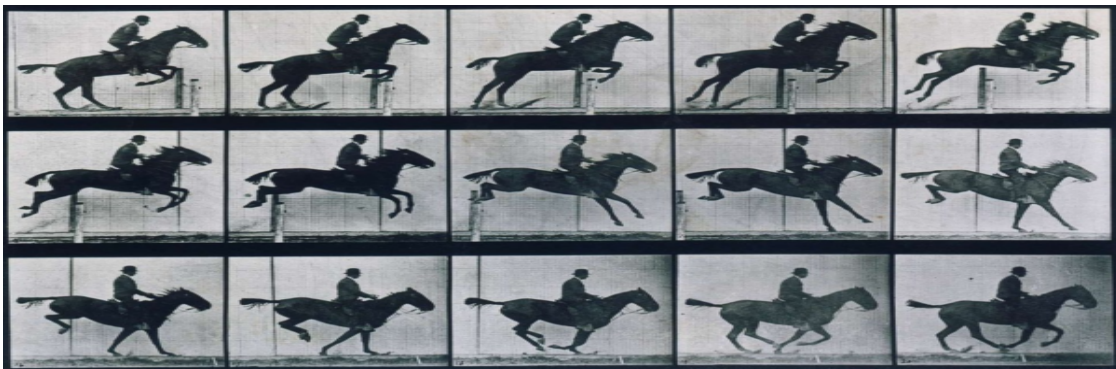


Figure 4: Exemple d'une séquence d'images [5]

3. Nature de la scène

Il existe deux types [6] :

3.1. Séquences à caméra fixe (Scène statique)

Les séquences vidéo obtenues à partir d'une caméra fixe sont généralement assez stables, c'est-à-dire que les changements observés dans l'image correspondent généralement aux mouvements des objets d'intérêt. La plupart des systèmes de vidéosurveillance utilisent ce type de caméra pour surveiller une scène donnée.

3.2. Séquences à caméra mobile (Scène dynamique)

Lorsqu'une caméra est en mouvement, la stabilité de la scène est perturbée, ce qui rend difficile la modélisation des différences entre les images. Le mouvement global de la caméra est

considéré comme le mouvement dominant de la scène, appliqué à tous les pixels, tandis que les pixels qui ne suivent pas ce mouvement global représentent les objets en mouvement.

4. Détection des objets en mouvement

La détection du mouvement est une étape clé dans un système de vidéo-surveillance, car elle permet de repérer les objets mobiles présents dans la scène. Cependant, cette étape est souvent difficile à réaliser car elle doit être capable de résister aux variations de luminosité et à la présence d'ombres. Il existe différentes méthodes de détection de mouvement, que nous allons aborder par la suite.

4.1. Méthodes pour distinguer et détecter les objets en mouvement

Les méthodes de détection du mouvement sont couramment utilisées comme étape de prétraitement pour réduire la quantité d'informations à analyser dans une séquence vidéo. Un objet en mouvement peut être détecté s'il se déplace par rapport à un ensemble d'objets statiques, ou s'il est localisé à une position différente dans l'image par rapport à l'image précédente. Pour mettre en évidence le mouvement d'un objet dans une séquence d'images, il est nécessaire de comparer le contenu d'au moins deux images successives. Il existe plusieurs méthodes de détection du mouvement, que nous allons décrire ci-dessous :

4.1.1. Méthodes basées sur la modélisation de l'arrière-plan

L'image de l'arrière-plan d'une scène représente les éléments statiques présents dans cette scène, c'est-à-dire l'environnement dans lequel les objets mobiles évoluent. Cette image est utilisée comme référence pour soustraire chaque image de la séquence, afin de détecter les objets en mouvement. Plusieurs méthodes de détection de mouvement par soustraction de l'arrière-plan ont été proposées, la plupart d'entre elles reposant sur un modèle de l'arrière-plan qui est régulièrement mis à jour.

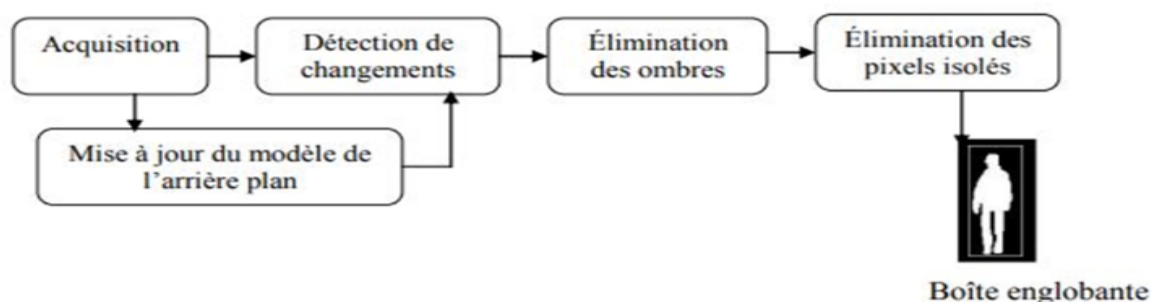


Figure 5: Processus de détection du mouvement par la mise à jour de l'arrière-plan [7]

La méthode de soustraction d'arrière-plan consiste, dans sa version la plus simple, à calculer la différence entre les intensités de chaque pixel $I(x,y,t)$ dans une image prise à l'instant T et les intensités correspondantes $B(x,y)$ dans une image de référence d'arrière-plan B . Si la différence absolue entre ces intensités est supérieure à un seuil fixé manuellement τ , le pixel (x,y) dans l'image I à l'instant T est considéré comme étant en mouvement. Sinon, le pixel (x,y) est considéré comme appartenant à l'arrière-plan.

Cependant, l'arrière-plan peut ne pas être uniforme à travers la séquence d'images en raison du bruit du capteur, des petits mouvements dans l'arrière-plan et des changements graduels de luminosité. Pour remédier à cette non-uniformité, plusieurs méthodes de modélisation de l'arrière-plan ont été proposées.

- a. **Méthode de la moyenne temporelle** : La méthode de modélisation de l'arrière-plan consiste à calculer un modèle de l'arrière-plan qui est régulièrement mis à jour. Pour commencer, on calcule l'image moyenne temporelle à partir des M premières images de la séquence. Cette image moyenne est considérée comme l'arrière-plan initial de la scène :

$$B(x, y, M) = \frac{1}{M} \sum I(x, y, t) \quad [4]$$

ci, $I(x,y,t)$ correspond à la valeur du pixel (x,y) dans l'image I à l'instant t , tandis que $B(x,y,t)$ représente la valeur du pixel (x,y) dans l'image de l'arrière-plan à l'instant t . L'arrière-plan est régulièrement mis à jour pour les pixels qui appartiennent à l'arrière-plan dans l'image courante. Chaque image de la séquence contribue à la mise à jour de l'arrière-plan :

$$B(x, y, t) = \frac{(t-1)B(x, y, t-1) + I(x, y, t)}{t} \quad [4]$$

On considère qu'il y a du mouvement si : $|I(x, y, t) - B(x, y, t)| > \tau$

Où τ est un seuil fixé manuellement.

- b. **Méthode de Gaussiens** :

La technique de soustraction de fond est devenue populaire ces dernières années dans la communauté de la vision par ordinateur, grâce aux travaux de Wren et al [8]. Ils ont proposé de modéliser l'intensité de la couleur de chaque pixel par une distribution gaussienne unique, représentée par une densité de probabilité gaussienne définie par la couleur moyenne du pixel et une covariance liée à cette couleur. Cette approche est très performante en termes de besoins en mémoire et de temps de traitement, mais elle

présente des limites dans les scènes extérieures. Stauffer et Grimson ont amélioré la modélisation du fond en utilisant des modèles statistiques multimodaux [9]. Ils ont proposé d'utiliser un mélange de gaussiennes (MoG) pour modéliser la couleur des pixels, au lieu d'une seule gaussienne. Les régions en mouvement, détectées à l'aide de cette approche, avec les modèles de base, sont illustrées dans la figure 1.6. Cependant, cette technique est sensible aux changements dans les scènes dynamiques tels que les changements d'éclairage. De nombreuses variantes de la modélisation par mélange de gaussiennes ont été présentées ces dernières années [10].



Figure 6: Soustraction de fond en utilisant des mixtures de Gaussiennes [11]

(a) Image courante, (b) Modèle de fond utilisant les moyennes des gaussiennes de poids, (c) Moyenne des gaussiennes de poids minimal représentant l'objet en mouvement, (d) Résultat de la soustraction de fond

4.1.2. Méthodes basées sur la mesure de mouvement :

Il existe plusieurs méthodes basées sur la mesure de mouvement. Parmi celles-ci, on peut citer :

- a. **Méthode différentielle** : Le mouvement dans une image peut être défini comme un changement d'au moins un pixel dans la valeur d'intensité entre deux images consécutives dans une séquence vidéo. La différence entre deux images successives peut être utilisée pour détecter un mouvement. Collins et al. [12] Ont proposé d'utiliser la différence temporelle entre deux images successives pour cette tâche. La valeur d'intensité du pixel (x, y) à l'instant t est notée $I(x, y, t)$, tandis que la valeur du seuil assignée au pixel (x, y) à l'instant t est notée $\tau(x, y, t)$. Un pixel est considéré en mouvement si :

$$|I(x, y, t) - I(x, y, t - 1)| \geq \tau(x, y, z) \quad [4]$$

Cependant, cette méthode ne fonctionne pas dans plusieurs scénarios pour différentes raisons telles que la présence de bruit du capteur et les changements de luminosité de la scène qui modifient les intensités des pixels. Elle ne permet pas non plus de détecter le mouvement dans les zones uniformes à l'intérieur d'un objet, comme illustré dans la figure 6 .

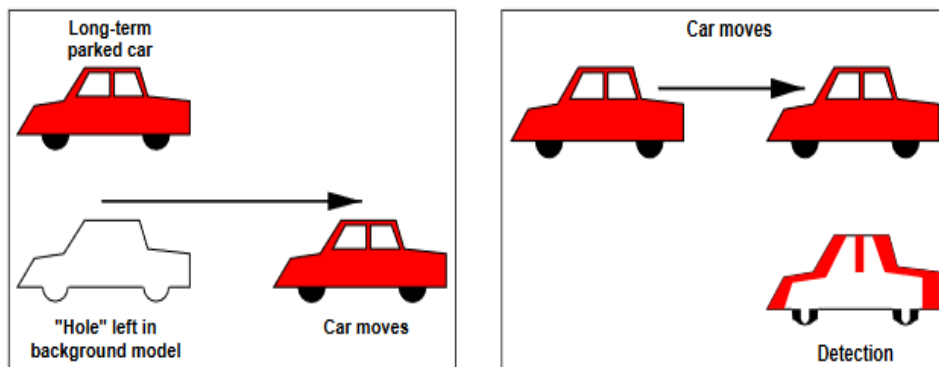


Figure 7: Détection de mouvement par différence temporelle [12]

- b. **Flux optique** : Le flux optique est un champ de vecteurs de vitesses apparentes des objets de la scène sur le plan image (comme illustré dans la figure 7). Il permet de déterminer le mouvement de chaque pixel appartenant à une image dans une séquence d'images.



Figure 8: Flux optique. (a et b) Région de la bouche sur deux images consécutives. [13]

L'estimation du flux optique repose sur l'hypothèse d'une intensité constante, c'est-à-dire que l'intensité observée d'un objet ne change pas lorsqu'il est en mouvement. Cette hypothèse est valable pour les objets avec un modèle de réflectance lambertienne et un mouvement faible et instantané entre deux images. La méthode suppose donc que les changements observés entre deux images sont uniquement causés par le mouvement. [13]

En raison de cette caractéristique, le flux optique est sensible au bruit dans l'image, ce qui, ajouté à la complexité de son calcul, augmente le temps de traitement. C'est pourquoi il est peu utilisé en vidéo surveillance [12].

1. Définition

La localisation d'un objet en mouvement est une tâche importante dans le domaine de la vision par ordinateur et de la surveillance vidéo. Elle consiste à déterminer la position et la trajectoire d'un objet en mouvement dans une séquence d'images vidéo. La localisation d'un objet en mouvement est utilisée dans de nombreuses applications telles que la surveillance de la sécurité, la supervision du trafic, la navigation autonome et la réalité augmentée. Elle peut être réalisée en utilisant des techniques telles que la détection de mouvement, le suivi d'objets, l'estimation de mouvement et l'analyse de données. Les méthodes de localisation d'un objet en mouvement sont souvent confrontées à des défis tels que le bruit, les occlusions, les changements d'éclairage et les mouvements de la caméra. Il est donc important de choisir des méthodes adaptées aux contraintes spécifiques de la tâche et de valider les résultats pour garantir leur précision [14].

2. Défis de localisation d'un objet en mouvement

La localisation d'un objet en mouvement est une tâche complexe qui peut être confrontée à plusieurs défis, notamment :

- **Variabilité de l'objet en mouvement** : Les objets en mouvement peuvent varier en termes de taille, de forme, de couleur et de texture, ce qui peut rendre difficile leur détection et leur suivi.
- **Occlusions** : Les objets en mouvement peuvent être partiellement ou complètement cachés par d'autres objets, ce qui peut rendre difficile la détection et le suivi de l'objet.
- **Changements d'illumination** : Les changements d'éclairage peuvent affecter la qualité des images vidéo, ce qui peut rendre difficile la détection et le suivi de l'objet.
- **Mouvements de la caméra** : Les mouvements de la caméra peuvent rendre difficile la détection et le suivi de l'objet, car l'objet peut apparaître à des emplacements différents dans chaque image de la séquence.
- **Changements de fond** : Les changements de fond dans la séquence d'images peuvent rendre difficile la détection et le suivi de l'objet, car l'objet peut se confondre avec le contexte.
- **Bruit** : Les images vidéo peuvent contenir du bruit, ce qui peut rendre difficile la détection et le suivi de l'objet.
- **Vitesse de l'objet** : Les objets en mouvement peuvent se déplacer rapidement, ce qui peut rendre difficile leur suivi précis.



Figure 9: Localiser un objet en état de vitesse [11]

- **Complexité de la scène :** La complexité de la scène peut rendre difficile la détection et le suivi de l'objet, car il peut y avoir plusieurs objets en mouvement dans la même séquence d'images.

Pour surmonter ces défis, les chercheurs utilisent des techniques avancées telles que des algorithmes de détection et de suivi d'objets robustes, des modèles de mouvement, des filtres de Kalman, des réseaux de neurones et des techniques de traitement d'image avancées. La sélection de la méthode appropriée dépend des contraintes spécifiques de la tâche et des conditions environnementales.

3. Méthodes de localisation d'un objet en mouvement

La localisation d'un objet en mouvement consiste à déterminer la position et la trajectoire d'un objet en mouvement à partir d'une séquence d'images. Une fois que l'objet en mouvement a été détecté dans chaque image de la séquence d'images, il est nécessaire d'estimer sa position et sa trajectoire dans la séquence d'images. Voici les étapes et les méthodes couramment utilisées pour réaliser la localisation d'un objet en mouvement :

3.1. Extraction de caractéristiques : La première étape consiste à extraire les caractéristiques de l'objet en mouvement à partir de chaque image de la séquence d'images. Les caractéristiques peuvent inclure la forme de l'objet, la couleur, la texture, la taille ou la vitesse de déplacement. Les méthodes d'extraction de caractéristiques peuvent inclure des descripteurs de forme, des histogrammes de couleurs, des filtres de Gabor ou des descripteurs de mouvement.

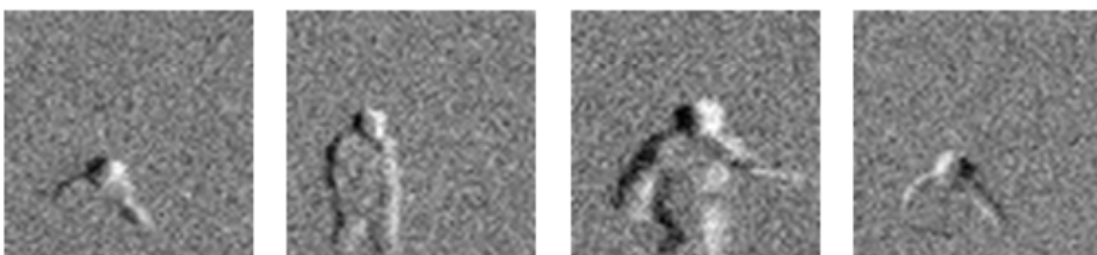


Figure 10:localisation d'un objet en mouvement basée sur le filtre de Gabor [15]

3.2. Association des objets : L'étape suivante consiste à associer les objets détectés dans chaque image de la séquence d'images pour déterminer la trajectoire de l'objet en mouvement. Cette étape peut être réalisée en utilisant des algorithmes de suivi d'objets, qui permettent de suivre l'objet en mouvement à travers les images en utilisant des informations telles que la forme, la couleur ou la texture de l'objet en mouvement. Les algorithmes de suivi d'objets peuvent être basés sur des techniques telles que la corrélation des formes, les filtres de Kalman, les réseaux de neurones ou les graphes de suivi.

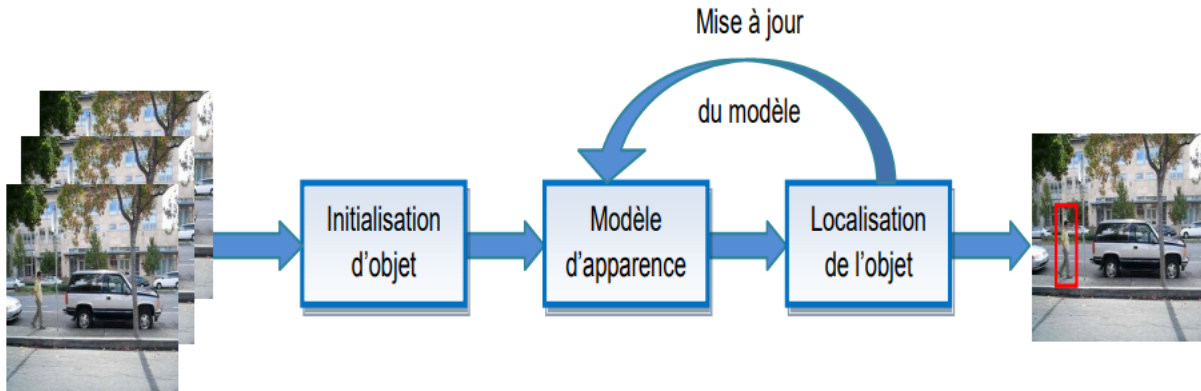


Figure 11:Schéma générique de fonctionnement d'un tracker [16]

3.3. Estimation de la position et de la trajectoire : Une fois que les objets ont été associés dans chaque image de la séquence d'images, il est possible d'estimer la position et la trajectoire de l'objet en mouvement. Cette étape peut être réalisée en utilisant des algorithmes d'estimation de mouvement, qui permettent de prédire la position et la trajectoire de l'objet en mouvement à partir des données de suivi et des caractéristiques extraites. Les algorithmes d'estimation de mouvement peuvent être basés sur des techniques telles que la régression linéaire, la régression polynomiale ou les modèles de mouvement.

3.4. Validation et évaluation : Enfin, il est important de valider les résultats de la localisation de l'objet en mouvement et d'évaluer la précision de la méthode utilisée. La validation peut consister à comparer les résultats de la localisation avec des données de référence ou à réaliser des tests en conditions réelles. L'évaluation peut quant à elle être réalisée en utilisant des métriques telles que l'erreur de localisation ou la précision de la trajectoire.



Figure 12: Localisation des objets

Il est important de noter que la localisation d'un objet en mouvement peut être affectée par plusieurs facteurs tels que le bruit, les occlusions, les changements d'illumination, les mouvements de la caméra ou les changements de fond. Il est donc nécessaire de prendre en compte ces facteurs lors de la conception de la méthode de localisation et de choisir les méthodes les plus adaptées en fonction du contexte et des contraintes spécifiques de la tâche.

En résumé, la localisation d'un objet en mouvement consiste à déterminer la position et la trajectoire d'un objet en mouvement à partir d'une séquence d'images. Les étapes clés de cette méthode sont l'extraction de caractéristiques, l'association des objets, l'estimation de la position et de la trajectoire, et la validation et l'évaluation des résultats. Les méthodes couramment utilisées pour réaliser la localisation d'un objet en mouvement incluent des algorithmes de suivi d'objets, des algorithmes d'estimation de mouvement, et des techniques d'extraction de caractéristiques telles que des descripteurs de forme, des histogrammes de couleurs, des filtres de Gabor ou des descripteurs de mouvement.

Suivi d'un objet en mouvement

1. Définition

Une fois que les objets en mouvement ont été détectés dans une séquence vidéo, leurs déplacements sont suivis tout au long de cette séquence. Le suivi consiste à estimer la trajectoire d'un objet dans le plan image alors qu'il se déplace dans la scène. Cette tâche nécessite de

localiser chaque objet d'une image à l'autre. Le suivi peut être effectué en 2D à partir d'une seule caméra, ou en 3D en combinant deux vues ayant une relation géométrique connue.

2. Défis du suivi d'objet

Malgré des décennies de recherche et des progrès significatifs réalisés ces dernières années [17], [18], le suivi d'objets reste un problème très complexe [14]. En effet, de nombreux facteurs peuvent affecter les performances de l'algorithme de suivi d'objet. Parmi ces facteurs, on peut citer:

- Changements d'illumination
- Occultations partielles ou totales
- Similarité de couleur entre l'objet cible et le fond
- Mouvement de caméra
- Rotation dans le plan de l'image
- Objets non-rigides et/ou articulés
- Objet de petite taille
- Objet en mouvement rapide
- Présence de bruit dans les images
- Nécessité d'un suivi en temps réel.

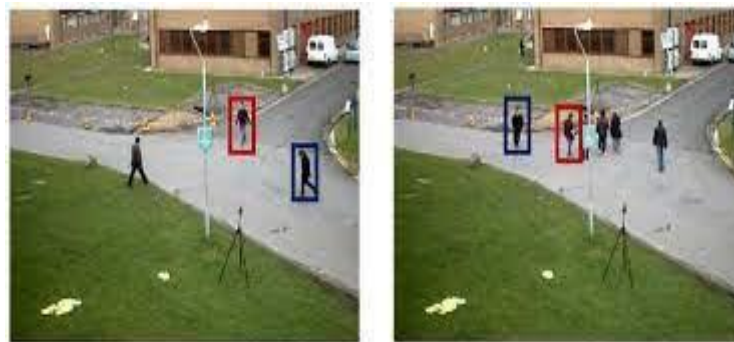


Figure 13: suivi d'objets [19]

3. Caractéristiques visuelles pour le suivi d'objets

La sélection de bonnes fonctionnalités est cruciale pour le suivi d'objets. En général, les fonctionnalités qui permettent de mieux distinguer plusieurs objets et de différencier un objet de l'arrière-plan sont plus efficaces pour le suivi d'objet. Les caractéristiques visuelles les plus connues et les plus utilisées dans ce contexte sont les suivantes :

3.1. Caractéristique de couleur

Les couleurs sont les repères les plus facilement visibles pour l'œil humain, c'est pourquoi elles sont couramment utilisées pour représenter des objets. En traitement d'image, l'espace colorimétrique RVB (rouge, vert, bleu) est généralement utilisé pour représenter la couleur. Cependant, l'espace RVB n'est pas uniforme perpétuellement, c'est-à-dire que les différences entre les couleurs dans l'espace RVB ne correspondent pas aux différences de couleur perçues par les êtres humains [20]. La transformation de l'information de l'espace RVB à un espace couleur différent a pour objectif de séparer l'information dans les canaux pertinents.

3.2. Caractéristique de flux optique

Le flux optique est un champ dense de vecteurs de déplacement décrivant le mouvement de chaque pixel dans une région d'image. En supposant une luminosité constante pour le même pixel entre des images successives, le flux optique est calculé à partir de l'extraction d'un champ de vitesse dense à partir d'une séquence d'images. Le flux optique est fréquemment utilisé comme caractéristique dans les applications de segmentation spatiotemporelle et de suivi basées sur le mouvement [21].

3.3. Caractéristique de texture

La texture est une mesure du changement de densité de surface qui détermine des propriétés telles que la régularité et l'uniformité. Contrairement à la couleur, la texture nécessite une étape de traitement pour créer des descripteurs. Il existe de nombreux descripteurs de texture, mais l'un des plus étudiés est le filtre de Gabor [22].

3.4. Caractéristique de gradient

Les caractéristiques de gradient ont été prouvées utiles dans la détection d'humains. Il existe deux catégories de ces caractéristiques [23]. La catégorie principale des méthodes basées sur l'information de gradient consiste à utiliser la forme et le contour pour représenter les objets tels que le corps humain. Cette information est extraite de l'analyse spatiale de l'intensité lumineuse de l'image. Une propriété importante du gradient est sa sensibilité moindre aux changements d'illumination comparée aux caractéristiques de couleur.

4. Méthodes de suivi d'objets

Plusieurs méthodes de suivi d'objets ont été proposées, et la différence entre ces méthodes réside dans le choix de la représentation et de la forme des objets, les caractéristiques de l'image utilisée, la nature du mouvement estimé, etc. Dans une étude [24], les algorithmes de suivi d'objets ont été classés en quatre catégories : les algorithmes basés sur des régions, les

algorithmes basés sur des contours actifs, les algorithmes basés sur des caractéristiques et les algorithmes basés sur un modèle.

Dans une étude [25], les algorithmes de suivi sont classés en fonction de la représentation de l'objet cible. Cette classification comprend trois classes de méthodes : le suivi par points, le suivi par noyau et le suivi par silhouette. Bien qu'il existe d'autres classifications du suivi d'objets [26] et [27], nous aborderons ici la classification des algorithmes de suivi proposée dans [25]. Cette étude présente les méthodologies de suivi d'objets modernes de manière claire et compréhensible.

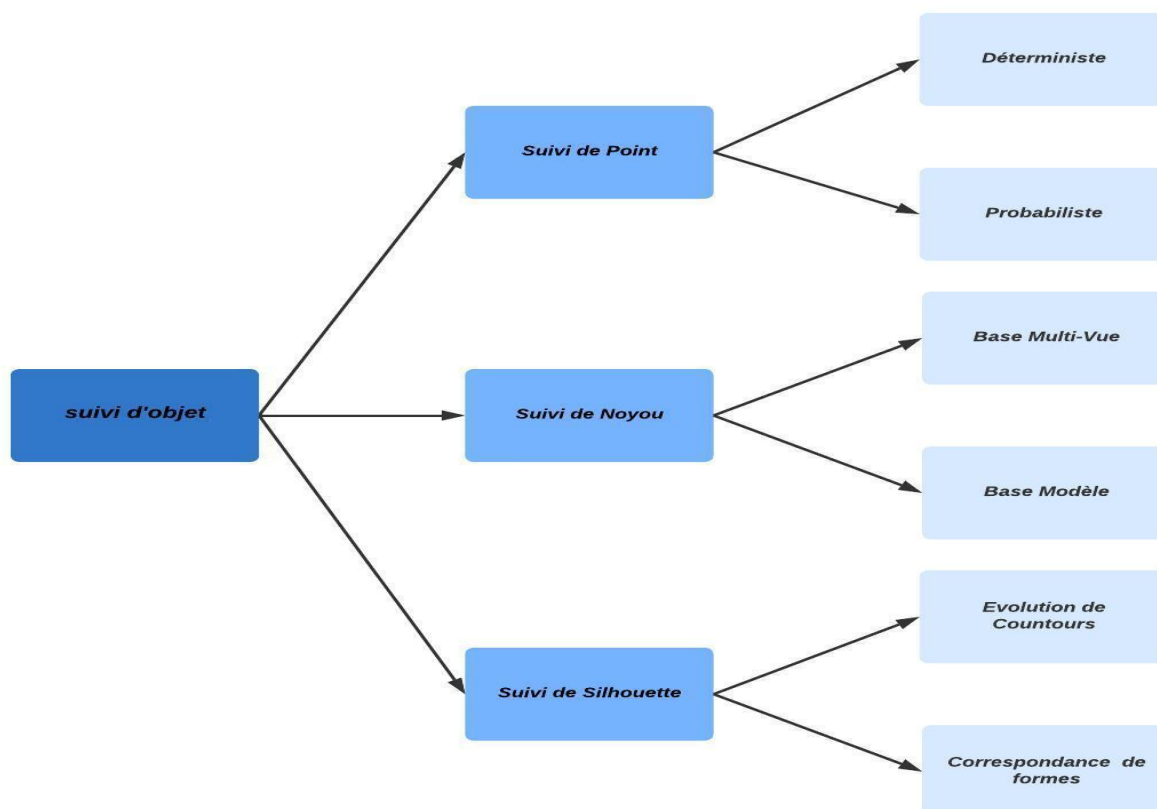


Figure 14: les méthodes de suivi d'objets.

4.1. Suivi de points :

Le suivi d'objet peut être considéré comme un problème de mise en correspondance d'objets représentés par des points d'une trame à l'autre. La correspondance de points est un problème complexe, en particulier en présence de bruit dans les images, d'occlusions partielles ou totales, d'erreurs de détection de points, etc. Les méthodes de correspondance de points peuvent être divisées en deux grandes catégories :

4.1.1. Méthodes déterministes

Dans les méthodes déterministes, la traçabilité est assurée en réduisant le coût d'association entre les objets de la trame précédente et chaque objet unique de la trame courante. Le coût est un ensemble de contraintes, parmi lesquelles on trouve :

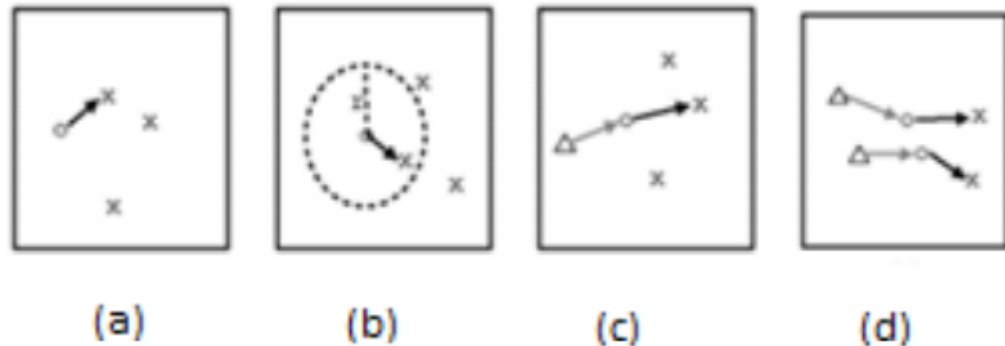


Figure 15: Différentes contraintes de mouvement [4]

Les contraintes de mouvement dans le suivi d'objets peuvent être variées. Quelques exemples de contraintes sont les suivants :

(a) Proximité : l'emplacement de l'objet ne doit pas changer de manière significative d'une image à l'autre.

(b) Vitesse maximale : la vitesse de l'objet ne doit pas dépasser une limite supérieure définie, limitant ainsi les correspondances possibles à un voisinage circulaire de l'objet.

(c) Changement de vitesse du centre : la direction et la vitesse de l'objet ne doivent pas changer radicalement.

(d) Contraintes de rigidité : les objets du monde 3D sont supposés rigides, et la distance entre deux points de l'objet réel reste donc inchangée.

Il existe plusieurs algorithmes pour résoudre le problème d'appariement. Sethi et Jain [28] ont résolu le problème de mise en correspondance en utilisant une approche gloutonne (greedy) basée sur les contraintes de proximité et de rigidité. L'algorithme glouton considère deux trames consécutives et est initialisé par une recherche des plus proches voisins. Les correspondances sont échangées itérativement pour minimiser le coût. D'autres solutions existent pour le problème d'appariement [29], [30], [31].

4.1.2. Méthodes probabilistes

Les méthodes de correspondance statistique résolvent des problèmes de suivi tels que le bruit causé par l'acquisition de données à partir de capteurs vidéo, ainsi que la possibilité de mouvements d'objets soumis à des perturbations aléatoires, par exemple lors de la manœuvre de véhicules. Ces méthodes prennent en compte les incertitudes de modèle et de mesure lors de l'estimation de l'état de l'objet. Les méthodes de correspondance statistique utilisent l'approche de l'espace d'état pour modéliser les propriétés de l'objet telles que la position, la vitesse et l'accélération. Les mesures consistent généralement en la position de l'objet dans l'image, qui est obtenue par un mécanisme de détection. Le filtre de Kalman et le filtre à particules sont deux des méthodes couramment utilisées pour l'estimation de l'état dans le contexte du suivi de points [11].

- a. **Filtre de kalman :** Le filtre de Kalman est un outil utile pour suivre différents types d'objets en mouvement [32]. Il a été développé par Rudolf Kalman pour la NASA et est utilisé pour estimer l'état d'un système linéaire distribué selon une distribution gaussienne [11]. Il s'agit d'un estimateur optimal de processus aléatoires. Le filtre de Kalman est un filtre récursif à deux étapes : la prédiction et la mise à jour [33]. Dans la phase de prédiction, la position actuelle de l'objet en mouvement est estimée ou prédite en fonction de l'observation précédente. Par exemple, si un objet se déplace de manière cohérente, sa position actuelle à X_t peut être basée sur sa position précédente à X_{t-1} . Dans la phase de mise à jour, la position actuelle de l'objet est combinée avec la position prédite pour obtenir la position postérieure actuelle de l'objet [34].



Figure 16: Suivi basé sur le filtre de Kalman [35]

Le filtre de Kalman a été largement utilisé dans les algorithmes de suivi d'objets. Par exemple, Broida et Chellappa [36] ont utilisé le filtre de Kalman pour suivre les points dans des images bruyantes, tandis que Beymer et Konolige [37] ont utilisé le filtre de Kalman pour prédire la position et la vitesse de l'objet dans les dimensions x-z dans le suivi d'objet par caméra stéréo. Cependant, le filtre de Kalman présente des limites,

notamment l'hypothèse selon laquelle les variables d'état suivent une distribution normale (gaussienne). Ainsi, le filtre de Kalman peut fournir des estimations erronées des variables d'état qui ne suivent pas cette distribution [25].

b. Filtre de Bayes : Le suivi multi-objets nécessite une méthode d'association pour relier les observations fournies par le détecteur aux trajectoires des objets (pistes). Parmi les méthodes statistiques d'association, le PDAF est utilisé par Chang et Aggarwal [38] pour effectuer une reconstruction de structure 3D à partir d'une séquence vidéo, tandis que Rasmussen et Hager [39] utilisent un filtre JPDAF contraint pour suivre les régions. La principale limite de l'algorithme JPDAF est son incapacité à gérer les nouveaux objets entrant dans le champ de vision ou les objets déjà suivis sortant du champ de vision. Pour remédier à cette limitation, la technique MHT est a été développée par Reid et al. [40]. Cette technique a la capacité de créer de nouvelles pistes pour les objets entrant dans le champ de vision et de terminer les pistes pour les objets sortant.

4.2. Suivi de Noyau :

Dans le contexte du suivi d'objets en utilisant des méthodes de noyau, il existe deux approches principales : l'approche basée sur le Multi-Vue et l'approche basée sur le modèle.

4.2.1. L'approche basée sur le Multi-Vue : consiste à représenter l'objet suivi en utilisant plusieurs vues, telles que différentes orientations ou échelles. L'apparence de l'objet est ensuite modélisée comme une combinaison de ces vues. Le suivi est effectué en comparant l'apparence de l'objet dans l'image actuelle avec l'apparence modélisée de l'objet dans les images précédentes. Cette approche est souvent utilisée pour suivre des objets ayant des apparences complexes ou des formes déformables, car elle permet une représentation plus flexible de l'objet [41] [42].

4.2.2. L'approche basée sur le modèle : quant à elle, consiste à créer un modèle mathématique de l'objet suivi. Ce modèle prend en compte la forme, l'apparence et le mouvement de l'objet. Le suivi est effectué en estimant les paramètres du modèle qui correspondent le mieux à l'apparence de l'objet dans l'image actuelle [43]. Cette approche est souvent utilisée pour suivre des objets ayant des formes simples, tels que

des véhicules ou des piétons, où l'apparence de l'objet peut être modélisée avec précision [44].

Les deux approches ont leurs avantages et leurs inconvénients, et le choix de l'approche dépend du scénario de suivi spécifique et des caractéristiques de l'objet suivi. Les approches basées sur le Multi-Vue sont plus flexibles et peuvent gérer des objets plus complexes, mais peuvent être plus coûteuses en termes de calculs. Les approches basées sur le modèle sont plus précises et plus efficaces en termes de calculs, mais peuvent ne pas convenir pour des objets ayant des formes ou des apparences complexes.

4.3. Suivi de silhouette :

Le suivi de silhouette est une méthode de suivi d'objets qui repose sur l'utilisation de la silhouette de l'objet pour suivre sa trajectoire dans une séquence d'images. Cette méthode est souvent utilisée pour suivre des objets ayant des formes simples ou des mouvements relativement réguliers, tels que des véhicules ou des piétons. On distingue deux catégories de ces méthodes :



Figure 17: La représentation d'objet par la silhouette [45]

- 4.3.1. **Méthodes de correspondance de formes :** L'approche de correspondance de forme consiste à représenter l'objet en utilisant sa forme et son apparence. La forme de l'objet est modélisée comme un modèle ou un ensemble de modèles, et l'apparence est représentée par sa texture. Le suivi est effectué en trouvant la correspondance entre le modèle et la silhouette observée. Cette approche est souvent utilisée pour suivre des objets ayant des formes complexes ou des structures déformables, tels que des animaux ou des humains [46] [47].
- 4.3.2. **Méthodes d'évolution du contour :** L'approche d'évolution de contour consiste à représenter l'objet en utilisant sa silhouette ou sa bordure. La bordure est ensuite modélisée comme un contour et le suivi est effectué en faisant évoluer le contour dans le temps. Cette approche est souvent utilisée pour suivre des objets ayant des formes

simples [48], tels que des véhicules ou des piétons. L'évolution de contour peut être réalisée en utilisant diverses techniques telles que les contours actifs, les ensembles de niveaux ou les modèles déformables géométriques.



Figure 18: Suivi de voiture en utilisant la méthode de contour [11]

Les deux approches ont leurs avantages et leurs inconvénients, et le choix de l'approche dépend du scénario de suivi spécifique et des caractéristiques de l'objet suivi. L'approche d'évolution de contour est simple et efficace en termes de calculs, mais peut ne pas convenir pour des objets ayant des formes complexes ou des structures déformables. L'approche de correspondance de forme est plus flexible et peut gérer des objets complexes, mais peut être plus coûteuse en termes de calculs.

Conclusion

Ce chapitre présente un état de l'art sur la détection d'objets, qui est la base de tout algorithme de suivi. Chaque méthode de suivi nécessite un mécanisme de détection d'objet, qui peut être effectué sur toutes les images ou seulement lors de la première apparition de l'objet dans la vidéo. Ensuite, les caractéristiques visuelles pour le suivi d'objets sont abordées, et un état de l'art est présenté pour montrer la diversité des approches proposées dans ce domaine. Les différences entre ces approches résident en partie dans le choix de la représentation des objets, des caractéristiques de l'image utilisées et de la nature du mouvement estimé. Ce choix dépend de l'application et de la vidéo traitée.

Chapitre 2 : Etude de Projet

Introduction

Le chapitre deux de ce mémoire se concentre sur le développement d'une architecture de détection d'intrusion pour la sécurité des zones interdites. Dans ce chapitre, nous explorerons en détail les différentes étapes de notre système de vidéosurveillance, en mettant l'accent sur les techniques de vision par ordinateur utilisées pour détecter les objets en mouvement dans la vidéo en direct. Nous discuterons également des algorithmes et des méthodes spécifiques utilisés, ainsi que des défis potentiels auxquels le système pourrait être confronté. En comprenant ces concepts clés, nous serons en mesure de concevoir une solution robuste et efficace pour la surveillance et la détection des intrusions dans les zones sensibles.

Conception et Architecture du système

Cette sous-section décrit l'architecture générale de notre système de détection d'intrusions, qui comprend quatre étapes distinctes. La première étape consiste à placer un CCTV (système de vidéosurveillance) dans une zone interdite pour détecter les intrusions, qu'il s'agisse de personnes, d'animaux ou de véhicules.

Pour expliquer ces étapes plus en détail, il convient d'abord de souligner l'importance de la vidéo-surveillance dans la détection des intrusions. Les systèmes de vidéo-surveillance modernes utilisent des caméras haute résolution et des logiciels avancés pour capturer des images et des vidéos de haute qualité, ce qui permet une détection précise des intrusions.

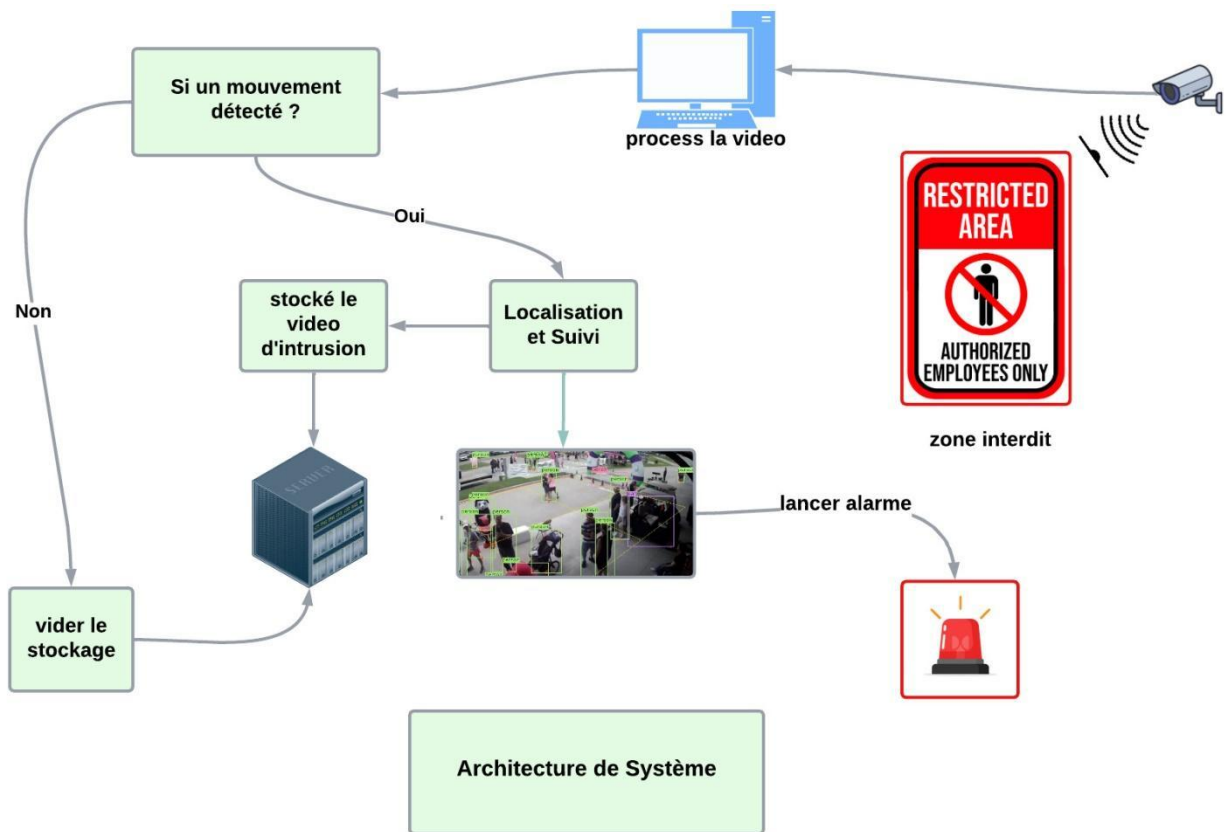


Figure 19: Architecture générale du Systèmes.

1. Acquisition de la vidéo : La première étape consiste à installer une caméra de surveillance dans la zone interdite pour surveiller en permanence la zone. Cette caméra envoie la vidéo en temps réel à la base de traitement pour effectuer le traitement initial des images vidéo.

2. Traitement initial de l'image vidéo : La vidéo en temps réel est prétraitée pour améliorer la qualité de l'image, ce qui permet d'obtenir une image plus nette et plus claire. Des techniques telles que la suppression du bruit et l'égalisation de l'histogramme sont utilisées pour améliorer la qualité de l'image.

3. Soustraction d'arrière-plan : Dans la troisième étape, la méthode de soustraction d'arrière-plan est appliquée pour détecter les objets en mouvement dans la vidéo en direct. Cette méthode utilise une image d'arrière-plan pour identifier les pixels qui ont changé entre les frames de la vidéo. Les pixels qui ont changé sont considérés comme des objets en mouvement et sont extraits de l'image. L'algorithme MOG2 est utilisé pour effectuer cette soustraction en arrière-plan.

La formule mathématique pour la soustraction d'arrière-plan peut être représentée comme suit :

$$\text{Nouvelle image } (x, y) = \text{Image originale } (x, y) - \text{Image arrière-plan } (x, y)$$

Où :

- Nouvelle image (x, y) représente la valeur du pixel à la position (x, y) dans l'image résultante après soustraction de l'arrière-plan.
- Image originale (x, y) représente la valeur du pixel à la position (x, y) dans l'image originale.
- Image arrière-plan (x, y) représente la valeur du pixel à la position (x, y) dans l'image d'arrière-plan.

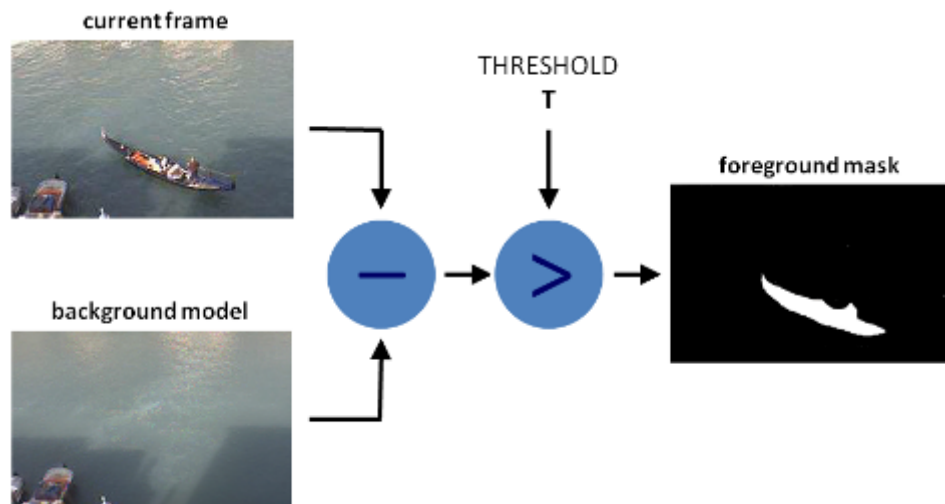


Figure 20: Soustraction d'arrière-plan [49]

4. Détection d'objet : Si un objet en mouvement est détecté, le système localise et suivi automatiquement cet objet en temps réel à l'aide de techniques de vision par ordinateur. L'application dessine automatiquement un rectangle autour de l'objet pour le mettre en évidence.

5. Déclenchement d'alarme : En même temps que la détection et le suivi de l'objet, le système déclenche automatiquement une alarme pour alerter les gardes de sécurité ou d'autres personnes concernées.

6. Gestion du stockage : Enfin, le système gère efficacement le stockage de la base de données vidéo pour garantir une utilisation efficace des ressources de stockage. Seules les vidéos dans lesquelles un mouvement a été détecté sont stockées. Cette fonctionnalité permet de garantir que le stockage de la base de données est utilisé de manière optimale tout en minimisant les coûts associés à l'utilisation du stockage.

Si aucun mouvement n'est détecté, le processus de surveillance se poursuit et aucune vidéo n'est stockée dans la base de données. En utilisant cette architecture de détection d'intrusion basée sur la méthode de soustraction d'arrière-plan et l'algorithme MOG2, les organisations peuvent surveiller efficacement leurs propriétés, réagir rapidement aux intrusions en cours et assurer la sécurité et de leurs clients dans les zones interdites.

Développement du système

1. Pré-traitement de la séquence d'images

Après que la caméra envoie la vidéo à l'unité de traitement sous la forme d'une séquence d'images Le système utilise des techniques de réduction du bruit en appliquant des opérations de filtrage spatial. Il utilise des filtres morphologiques tels que l'ouverture et la fermeture pour supprimer le bruit et lisser le contour des objets en mouvement. Ces opérations permettent d'éliminer les pixels isolés et de remplir les lacunes dans les objets détectés.

```
# apply background subtraction to the current frame
fgmask = fgbg.apply(frame)

# threshold the foreground mask to obtain a binary image
thresh = cv2.threshold(fgmask, 50, 255, cv2.THRESH_BINARY)[1]

# perform morphological operations to remove noise and fill in gaps
kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_ELLIPSE, (5, 5))
thresh = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_OPEN, kernel)
thresh = cv2.morphologyEx(thresh, cv2.MORPH_CLOSE, kernel)
```

Figure 21:Partie du code réalise les étapes essentielles du prétraitement de l'image

Cette partie du code réalise les étapes essentielles du prétraitement de l'image, notamment la soustraction de l'arrière-plan, la binarisation et les opérations morphologiques, afin de préparer l'image pour la détection et le suivi des objets en mouvement.

2. Méthodes utilisées pour détecter le mouvement

Dans notre système, nous avons adopté La méthode de soustraction de l'arrière-plan avec MOG2. La méthode MOG2 utilise un modèle statistique de l'arrière-plan de la scène pour

identifier les pixels qui ont changé dans les images consécutives, ce qui permet de détecter les objets en mouvement. Elle est efficace pour la détection de mouvement dans des scénarios de vidéosurveillance, offrant une bonne adaptabilité aux variations de l'environnement et une bonne résistance au bruit.

```
# initialize the background subtractor object
fgbg = cv2.createBackgroundSubtractorMOG2()

# ...

# loop through each frame of the video stream
while True:
    ret, frame = cap.read()

    # apply background subtraction to the current frame
    fgmask = fgbg.apply(frame)

# ...
```

Figure 22: Partie du code utilise la méthode MOG2 pour effectuer la soustraction de l'arrière-plan et obtenir un masque binaire indiquant les pixels correspondant aux objets en mouvement.

Voici une explication détaillée du fonctionnement de cette méthode :

2.1. Modélisation de l'arrière-plan : L'algorithme MOG2 commence par modéliser l'arrière-plan de la scène en analysant un certain nombre d'images consécutives. Il maintient un modèle statistique de chaque pixel de l'image en utilisant une combinaison de Gaussiennes. Chaque Gaussienne représente une composante de l'arrière-plan.

2.2. Soustraction de l'arrière-plan : Une fois que le modèle de l'arrière-plan est construit, l'algorithme compare chaque pixel de l'image courante avec le modèle statistique pour déterminer s'il s'agit d'un pixel appartenant à l'arrière-plan ou à un objet en mouvement. Si la différence entre la valeur du pixel et les Gaussiennes du modèle est supérieure à un seuil prédéfini, le pixel est considéré comme appartenant à un objet en mouvement.

2.3. Mise à jour du modèle : À mesure que de nouvelles images arrivent, le modèle statistique de chaque pixel est mis à jour pour s'adapter aux changements dans l'arrière-plan de la scène. Cela permet à l'algorithme de s'adapter aux variations de l'éclairage, aux changements lents de l'arrière-plan, etc.

2.4. Filtrage et seuillage : Après la soustraction de l'arrière-plan, un masque binaire est obtenu, où les pixels correspondant aux objets en mouvement sont mis en évidence (valeur 255) et les pixels de l'arrière-plan sont mis à zéro (valeur 0). Pour réduire le bruit et améliorer la précision

de la détection, des opérations morphologiques comme l'ouverture et la fermeture peuvent être appliquées pour supprimer les pixels isolés ou les petites régions.

2.5. Détection des contours : Une fois que le masque binaire est obtenu, la détection des contours est réalisée en utilisant l'algorithme de détection de contours de OpenCV. Les contours correspondent aux contours des objets en mouvement dans l'image.

3. Les défis du système de vidéosurveillance

Bien que notre architecture de détection d'intrusion présente de nombreux avantages, il existe également certains défis potentiels auxquels le système pourrait être confronté. Il est important de les identifier et de les prendre en compte lors de la mise en œuvre et de l'utilisation du système. Voici quelques défis possibles :

- a) **Sensibilité aux conditions d'éclairage :** Les changements de luminosité et les variations dans les conditions d'éclairage peuvent affecter la précision de la détection d'intrusion. Des ajustements constants des paramètres du système peuvent être nécessaires pour compenser ces variations et garantir une détection fiable.
- b) **Prévention des fausses alarmes :** Les mouvements non pertinents, tels que les changements d'éclairage naturels, les mouvements de feuilles d'arbre, les animaux, etc., peuvent déclencher des fausses alarmes. Il est essentiel de mettre en place des mécanismes de filtrage et de validation pour réduire au minimum les fausses alarmes et maintenir la confiance dans le système.
- c) **Adaptation aux scénarios complexes :** Dans certaines situations, telle que la présence de foules ou de scènes encombrées, la détection précise des objets en mouvement peut être plus difficile. Des techniques avancées, telles que la modélisation du mouvement des foules ou l'utilisation de l'apprentissage automatique, peuvent être nécessaires pour gérer ces scénarios complexes.
- d) **Traitement en temps réel :** Le traitement en temps réel des flux vidéo peut nécessiter une puissance de calcul significative. Il est crucial d'optimiser les performances du système pour garantir des temps de réponse rapides et une détection en temps réel, en tenant compte des contraintes matérielles et des capacités de traitement disponibles.
- e) **Intégration avec d'autres systèmes de sécurité :** Pour une sécurité complète des zones interdites, il peut être nécessaire d'intégrer notre système de détection d'intrusion avec d'autres systèmes de sécurité, tels que les systèmes d'alarme, les systèmes de contrôle d'accès, etc. La coordination et la communication entre ces systèmes peuvent présenter des défis d'interopérabilité et de compatibilité

Je ferai plusieurs expériences dans différentes conditions pour améliorer l'efficacité du système, dont je parlerai plus en détail dans le troisième chapitre.

Conclusion

En conclusion de ce deuxième chapitre, nous avons présenté une architecture de détection d'intrusion pour la vidéosurveillance des zones interdites. Cette architecture repose sur des techniques de vision par ordinateur, en utilisant spécifiquement la méthode de soustraction d'arrière-plan avec l'algorithme MOG2. Nous avons détaillé les différentes étapes du système, notamment l'acquisition de la vidéo, le prétraitement de l'image, la soustraction d'arrière-plan, la détection d'objet, le déclenchement d'alarme et la gestion du stockage.

Nous avons discuté en profondeur des algorithmes et des techniques utilisés à chaque étape, ainsi que de leurs avantages et de leurs limites. Nous avons également abordé des considérations de performances et les défis rencontrés lors de la mise en œuvre du système.

Cette architecture offre de nombreux avantages, tels qu'une détection précise des mouvements, un suivi en temps réel des objets, une réactivité rapide aux intrusions et une utilisation efficace des ressources de stockage. Elle permet aux organisations de surveiller efficacement leurs propriétés, de garantir la sécurité des zones interdites et d'assurer la tranquillité d'esprit de leurs employés et de leurs clients.

Ce chapitre a posé les bases de notre système de vidéosurveillance des zones interdites, en mettant en évidence l'importance de la détection d'intrusion et en présentant une architecture solide basée sur des techniques de vision par ordinateur. Nous sommes maintenant prêts à approfondir ces concepts dans le chapitre suivant, en explorant des aspects plus avancés et en proposant des améliorations supplémentaires à notre système.

Dans le prochain chapitre, nous aborderons en détail des sujets connexes, tels que la prévention des fausses alarmes, l'intégration avec d'autres systèmes de sécurité, l'analyse des canaux vidéo en temps réel, etc. Ces sujets complémentaires viendront enrichir notre architecture de détection d'intrusion, en offrant une solution plus complète et adaptée aux besoins spécifiques des zones interdites.

Chapitre 3 : Réalisation

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons examiner les outils d'ergonomie et de développement que nous avons utilisés pour mettre en place notre système de vidéosurveillance dans une zone restreinte. Nous allons également évaluer l'efficacité de notre système, présenter et discuter des résultats obtenus en tenant compte de ses performances et fonctionnalités. Enfin, nous allons expliquer l'interface utilisateur de notre système et partager quelques captures d'écran de la phase de test en temps réel. Cette approche nous permettra de mieux appréhender les aspects pratiques de la mise en œuvre d'un système de vidéosurveillance et ses applications potentielles.

Représentation des outils de développement

1. Environnement physique

Afin de mettre en œuvre notre système, nous avons utilisé les ressources matérielles suivantes. Nous avons mené des expériences sur un ordinateur personnel portable (PC) et une caméra de téléphone portable avec les spécifications suivantes :

Ordinateur (PC)	HP Pavilion x360 convertible 14
Processeur	Intel(R)Core (TM) i5-8250U CPU @1.60 GHz
RAM	8,00 Go DDR4
System	Windows 11 Professionnel
Disque dur	128 SSD / 1 To HDD
Smartphone	Redmi note 11
Caméra	50 Mp 4 capteurs
Processeur	Qualcomm Snapdragon 680

Tableau 1: Environnement physique

Pour l'environnement de programmation utilisé : nous avons utilisé l'environnement virtuel Anaconda



ANACONDA Anaconda est une plateforme open source populaire pour la science des données et l'apprentissage automatique. Il permet de créer des environnements virtuels isolés pour chaque projet, avec des bibliothèques et des versions spécifiques des langages de programmation Python et R. Ces environnements virtuels sont utiles pour garantir la reproductibilité des résultats et la gestion des dépendances. Anaconda est également livré avec une suite d'outils pour la gestion des paquets, l'analyse de données, et la visualisation. En bref, Anaconda fournit une solution complète pour le développement de projets de science des données et d'apprentissage automatique [50].

2. Logiciels et bibliothèques utilisés dans la mise en œuvre

Nous avons soigneusement sélectionné les outils qui correspondent aux exigences de notre projet pour obtenir des performances optimales. Les outils suivants ont été choisis pour leur grande efficacité et leur adéquation à la tâche à accomplir :



Visual Studio Code (VS Code) un éditeur de code gratuit et open-source développé par Microsoft. Il offre aux développeurs une variété de fonctionnalités telles que la coloration syntaxique, la complétion de code, le débogage, l'intégration du contrôle de version et la prise en charge des extensions, ce qui le rend adapté à divers langages de programmation et tâches de développement. VS Code est disponible sur plusieurs plates-formes, notamment Windows, macOS et Linux. Il est devenu un choix populaire parmi les développeurs en raison de sa facilité d'utilisation, de sa flexibilité et de son extensibilité [51].



Python est un langage de programmation interprété, de haut niveau et multiplateforme. Il est largement utilisé dans les domaines de la science des données, de l'apprentissage automatique, de la finance, de la recherche scientifique, et bien d'autres encore. Les caractéristiques clés de Python sont sa simplicité, sa lisibilité, sa facilité d'apprentissage et d'utilisation, ainsi que sa grande communauté de développeurs. Python dispose également d'une large gamme de bibliothèques et de frameworks pour la réalisation de diverses tâches, ce qui en fait un choix populaire pour le développement de projets de toutes tailles [52].



NumPy : est une bibliothèque open source pour Python qui est utilisée pour le calcul scientifique et numérique. Elle fournit des structures de données pour les tableaux multidimensionnels ainsi que des fonctions mathématiques pour manipuler ces tableaux. NumPy est largement utilisé dans le domaine de l'apprentissage automatique et de l'analyse de données, car il permet de manipuler efficacement de grandes quantités de données numériques [53].



OpenCV (Open Source Computer Vision) : OpenCV est une bibliothèque open-source de traitement d'image et de vision par ordinateur, créée en 1999 par Intel. Elle offre des fonctionnalités pour la manipulation d'images et de vidéos en temps réel, la détection d'objets, la reconnaissance faciale, la calibration de caméra, la stéréovision, et bien plus encore. OpenCV est largement utilisée dans l'industrie, la recherche et l'éducation [54].

PyQt5 : est une bibliothèque open source pour Python qui fournit des outils pour la création d'interfaces graphiques utilisateur (GUI). Elle permet de créer des applications avec des fenêtres, des boutons, des zones de texte, des tableaux, etc. PyQt5 est basé sur la bibliothèque C++ Qt et permet de créer des interfaces graphiques multiplateformes pour Windows, Mac OS, et Linux [55].

Playsound : est une bibliothèque Python open source qui permet de jouer des fichiers audios en utilisant des méthodes simples et rapides. Elle permet de jouer des fichiers audios en utilisant les capacités audio natives du système d'exploitation, et peut être utilisée pour jouer des fichiers WAV, MP3, ou autres types de fichiers audios. La bibliothèque playsound est facile à utiliser et ne nécessite pas d'installation de logiciels tiers [56].



Iriun Webcam : est une application logicielle polyvalente qui transforme votre smartphone en webcam pour votre ordinateur. Avec cette application, vous pouvez utiliser l'appareil photo de haute qualité sur votre smartphone comme alternative à une webcam traditionnelle, éliminant ainsi le besoin d'acheter du matériel supplémentaire. [57]

Test et Résultat Obtenu

Dans cette partie de notre étude sur le système de vidéosurveillance, nous procéderons à une série de tests pour évaluer les performances et les fonctionnalités du système dans divers

scénarios et conditions. Notre objectif est de mesurer l'efficacité du système de vidéosurveillance dans la détection, la surveillance et l'enregistrement des activités dans des situations réelles.

Nous allons examiner différentes variables telles que la qualité vidéo, la sensibilité de détection, la précision des alertes, la stabilité du système, la capacité de stockage et d'autres caractéristiques pertinentes. Ces tests seront effectués dans des environnements variés, notamment des conditions de faible luminosité, des mouvements rapides, des angles de vue différents et des scénarios de surveillance en temps réel.

Cette partie de l'étude joue un rôle essentiel dans l'évaluation globale de la performance du système de vidéosurveillance et dans la détermination de sa pertinence et de son adéquation aux besoins de surveillance spécifiques. Les résultats de ces tests guideront les décisions futures concernant l'optimisation du système et l'amélioration de sa fiabilité.

Passons maintenant à la réalisation de ces tests afin de mieux comprendre les capacités et les performances de notre système de vidéosurveillance.

1. Test et résultat

Flux vidéo	Durée	Condition	Nbr succès	Nbr échec	Nbr réel	Nbr détect
Vid_01	4 min	Bon éclairage	05	00	05	05
Vid_02	3 min	Faible éclairage	04	00	04	04
Vid_03	8 min	Partie de la zone où il n'y a pas d'éclairage	03	00	04	03
Vid_04	17 min	Une zone avec des arbres	01	00	01	00
Vid_05	6 min	Très faible luminosité	01	00	04	01
Vid_06	10 min	Objet rapide Petite zone $100m^2$	04	00	06	04
Vid_07	15 min	Objet rapide Grand zone $500m^2$	04	00	04	04
Vid_08	5 min	Coupe d'éclairage Allumez l'éclairage	00	08	08	08

Tableau 2: Test et résultat

2. Discussion

Nous avons réalisé plusieurs tests sur le système de vidéosurveillance :

1. Lors du premier test, effectué dans des conditions d'éclairage optimales, le système a obtenu d'excellents résultats.
2. Dans le deuxième test, réalisé dans des conditions d'éclairage faible, le système a également obtenu d'excellents résultats.
3. Lors du troisième test, malgré des conditions d'éclairage adéquates, une partie de la zone présentait un éclairage inexistant. Le système n'a pas détecté de mouvement dans cette zone non éclairée en raison de la similitude de couleur entre les vêtements de la personne et l'arrière-plan de la zone.
4. Dans le quatrième test, effectué dans des conditions d'éclairage optimales avec des arbres présents dans la zone, le système a donné d'excellents résultats.
5. Lors du cinquième test, réalisé dans des conditions d'éclairage très faible, le système a obtenu de mauvais résultats en raison de la faible qualité de la caméra.
6. Dans le sixième test, réalisé dans des conditions d'éclairage optimales, nous avons tenté de détecter un objet traversant rapidement une zone de surveillance de 100 mètres carrés. Le système n'a pas réussi à le détecter. Après avoir réduit le délai de réponse du système à une seconde, au lieu de cinq secondes, le système a obtenu d'excellents résultats.
7. Lors du septième test, réalisé dans des conditions d'éclairage optimales et dans une zone de surveillance de 500 mètres carrés, nous avons reproduit le même scénario que lors du sixième test, et le système a une fois de plus obtenu d'excellents résultats.
8. Lors du huitième test, nous avons éteint les lumières. Le système a détecté un mouvement malgré l'absence réelle de tout mouvement. Le même problème s'est produit lors de la réactivation des lumières. Tous les résultats étaient négatifs en raison du principe de soustraction d'arrière-plan utilisé par le système.

Ces tests nous ont permis d'évaluer les performances du système de vidéosurveillance dans différentes conditions et de prendre en compte les limitations liées à la détection des mouvements et à la qualité de l'éclairage et de la caméra.

Interface Système

Le système que nous avons développé intègre une interface intuitive qui permet aux utilisateurs d'interagir avec le système de surveillance. L'interface fournit des commandes pour démarrer et arrêter la caméra, ainsi que pour lancer le processus de détection d'objets. En outre, elle offre un retour d'information visuel sur les objets détectés et affiche des notifications pertinentes si nécessaire. Cette section vise à fournir une vue d'ensemble de l'interface du système et de ses fonctionnalités.



Figure 23:Page d'accueil

Aperçu de l'interface du système :

L'interface du système consiste en une interface utilisateur graphique (GUI) qui fournit aux utilisateurs des commandes faciles à utiliser pour gérer le système de surveillance. Elle propose deux boutons principaux, à savoir "On" et "Off", qui permettent aux utilisateurs de démarrer et d'arrêter l'alimentation de la caméra, respectivement. En outre, l'interface prend en charge les raccourcis clavier, ce qui permet aux utilisateurs d'activer des fonctions spécifiques en appuyant sur les touches désignées. La touche "S" permet de lancer et d'arrêter le flux de la caméra, tandis que la touche "D" contrôle le processus de détection des objets.

Fonctionnalité des boutons :

Bouton "On" :

Le bouton "On" active l'alimentation de la caméra et commence à capturer des vidéos en temps réel. Lorsqu'il est cliqué, il initialise la caméra et commence à afficher le flux en direct à l'écran. Les utilisateurs peuvent surveiller les environs à travers le flux vidéo et effectuer d'autres actions si nécessaire.

Bouton "Off" :

Le bouton "Off" arrête le flux de la caméra et met fin au processus de capture vidéo. En cliquant sur ce bouton, les utilisateurs peuvent arrêter le flux vidéo et désactiver la caméra. L'interface n'affichera plus le flux en direct et tous les processus en cours associés à la caméra seront interrompus.

Raccourci clavier : "S" :

La touche "S" du clavier sert de raccourci pour démarrer et arrêter le flux de la caméra. Cette fonctionnalité équivaut à cliquer sur les boutons "On" et "Off", respectivement. Les utilisateurs peuvent facilement basculer l'état de la caméra en appuyant sur la touche "S" sans avoir recours aux boutons de l'interface graphique.

Raccourci clavier : "D" :

En appuyant sur la touche "D" du clavier, les utilisateurs peuvent lancer le processus de détection d'objets. Cette action active l'algorithme de détection, qui se concentre sur l'identification des mouvements dans le champ de vision de la caméra en utilisant la soustraction de l'arrière-plan. Le système analyse en permanence chaque image du flux vidéo en temps réel et alerte les utilisateurs lorsqu'il détecte des mouvements significatifs. Cette fonction permet aux utilisateurs de rester informés des événements ou activités potentiels dans la zone surveillée.

L'interface du système offre un moyen facile à utiliser et intuitif de contrôler le système de surveillance. Les boutons « On » et « Off », ainsi que les raccourcis claviers correspondants, permettent aux utilisateurs de gérer en douceur le flux de la caméra. La détection de mouvement en temps réel et l'intégration de la rétroaction améliorent l'efficacité du système dans la détection et la réaction aux événements critiques.

Test

Dans la section test, nous discutons du processus d'évaluation de notre système de vidéosurveillance à travers différents scénarios de test. Nous présentons trois cas différents qui illustrent des aspects du processus de test.

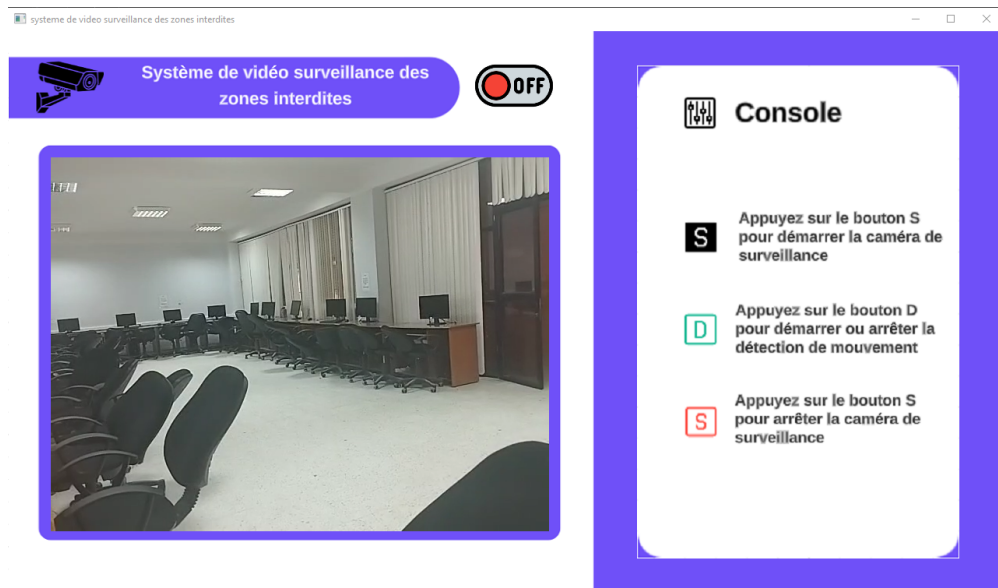


Figure 24: Page d'accueil

Lorsque vous exécutez le programme, la page d'accueil s'affiche comme illustré à la figure 24



Figure 25: Tester le système en l'absence de mouvement dans la zone

Lorsque vous appuyez sur le bouton ON, le processus de détection de mouvement commence, l'interface fournit un retour visuel à l'utilisateur. Une notification apparaît sur le côté droit de l'écran indiquant qu'il n'y a pas de mouvement dans la zone, cette notification visuelle aide les utilisateurs à identifier et à répondre rapidement aux menaces de sécurité potentielles ou à d'autres événements. As connexes illustrées à la figure 25.



Figure 26: Testez le système si un mouvement est détecté dans la zone

Pendant le processus de détection de mouvement, l'interface fournit un retour visuel à l'utilisateur. Lorsqu'un mouvement est détecté dans la zone, une notification apparaît sur le côté droit de l'écran indiquant qu'un mouvement dans la zone a été détecté. Cette notification visuelle aide les utilisateurs à identifier et à répondre rapidement aux menaces de sécurité potentielles ou à d'autres événements connexes. Comme le montre la figure 26.

Conclusion

Ce chapitre a abordé les outils d'ergonomie et de développement utilisés pour mettre en place notre système de vidéosurveillance dans une zone restreinte. Nous avons évalué l'efficacité du système en tenant compte de ses performances et fonctionnalités. Les résultats obtenus ont démontré la capacité de notre système à détecter les mouvements à l'aide de la soustraction d'arrière-plan, offrant ainsi une surveillance en temps réel de la zone. De plus, nous avons présenté l'interface utilisateur du système, mettant en évidence les fonctionnalités des boutons et les raccourcis clavier pour faciliter l'interaction avec le système. Ces aspects pratiques et les

captures d'écran partagées illustrent l'application concrète de notre système de vidéosurveillance et ouvrent des perspectives pour des utilisations variées dans différents contextes.

Conclusion et Perspectives

En conclusion, cette étude s'est focalisée sur la surveillance vidéo dans les zones réglementées afin de détecter les mouvements qui s'y produisent. Nous avons abordé le problème de la sécurité et de la surveillance dans ces environnements sensibles en explorant les approches existantes et en cherchant à proposer une solution efficace.

Au cours de cette étude, nous avons rencontré divers défis pour mener à bien notre travail. La mise en place d'un système de surveillance vidéo dans les zones réglementées a nécessité une compréhension approfondie des techniques de détection de mouvement et de l'utilisation de l'analyse d'images pour détecter les changements dans l'environnement. De plus, nous avons dû développer des algorithmes et des méthodes adaptés à ces contextes spécifiques afin d'obtenir des résultats précis et en temps réel.

Notre expérience dans cette étude a été enrichissante et nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances et compétences dans le domaine de la surveillance vidéo. Nous avons appris à concevoir et à mettre en œuvre un système de détection de mouvement capable de détecter efficacement les activités suspectes dans les zones réglementées. Nous avons également pris conscience des enjeux liés à la sécurité et de l'importance d'une surveillance continue et fiable.

La solution que nous avons développée repose sur l'utilisation de techniques de soustraction de l'arrière-plan pour détecter les mouvements dans la zone réglementée. Nos résultats ont démontré une détection précise et réactive des mouvements, permettant ainsi de signaler rapidement les activités suspectes. Nous avons également intégré des fonctionnalités de stockage et de notification pour une gestion efficace des événements détectés.

Cependant, il est important de noter que notre travail présente certaines limites. La détection de mouvement peut être influencée par des facteurs tels que les conditions d'éclairage, les obstructions visuelles ou les mouvements complexes. Des améliorations supplémentaires sont nécessaires pour garantir une détection plus robuste et précise dans ces situations difficiles.

Dans une perspective future, il serait intéressant d'explorer des approches plus avancées, telles que l'utilisation de techniques de suivi d'objets ou l'intégration de capteurs supplémentaires pour améliorer la détection des mouvements. De plus, l'application de méthodes d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle pourrait permettre une détection encore plus précise et une réduction des fausses alarmes.

En conclusion, cette étude a apporté des contributions significatives à la surveillance vidéo dans les zones réglementées en proposant une solution efficace pour la détection des mouvements. Malgré les limites identifiées, notre travail ouvre des perspectives de recherche et de développement futures, offrant ainsi des opportunités d'améliorer encore davantage la sécurité et la surveillance dans ces environnements sensibles.

Références

- [1] A. Boero, «Vidéosurveillance intelligente pour les Jeux de Paris ? Même les députés européens n'en veulent pas,» 18 mars 2023 .
- [2] O. J. a. M. S. Alper Yilmaz, «Object tracking : A survey acm computing survey,» *CSUR*, vol. 13, p. 38(4), 2002.
- [3] J. L. a. M.-H. Y. Yi Wu, «Online object tracking : A benchmark.,» n° %1 2411–2418, 2013.
- [4] B. Y. BOUDAB Ilhem, «Détection et suivi des objets en mouvement,» UNIVERSITÉ MOHAMMED SEDDIK BENYAHIA, JIJEL, 2022.
- [5] M. Eadward, «La décomposition du mouvement,» 03 2016. [En ligne]. Available: <https://histoire-image.org/etudes/decomposition-mouvement>. [Accès le 15 05 2023].
- [6] Y. Hayat, «Détection de contours et suivi d'objet dans une séquence d'images par les réseaux de neurones impulsionnels,» Université mohamed boudiaf' dessciences et de la technologie, oran, 2010.
- [7] M. Dahmane, «Système de Vidéosurveillance et de Monitoring,» Université de Montréal, Montréal, 2004.
- [8] C. A. A. D. T. e. P. A. P. Wren, «Realtime tracking of the human body,» vol. 19, n° %17, 1997.
- [9] C. G. W. Stauffer, «Adaptive background mixture models for real-time tracking,» vol. 2, p. pages 246–252, 1999.
- [10] Z. Zivkovic, «Improved adaptive gaussian mixture model for background subtraction,» vol. 2, p. 28–31, 2004.
- [11] O. J. a. M. S. Alper Yilmaz, «Object tracking : A survey,» vol. 38(4), n° %113–es, 2006.
- [12] A. J. L. T. K. H. F. D. D. T. D. T. N. E. O. H. P. B. a. Robert T Collins, « A system for video surveillance and monitoring.,» VSAM final report, 2000.
- [13] V. Nicolas., «Suivi d'objets en mouvement dans une séquence vidéo.,» Université Paris Descartes, Paris , 2007.

- [14] J. L. a. M.-H. Y. Yi Wu, «Online object tracking : A benchmark.,» n° %1pages 2411–2418, 2013.
- [15] F.-B. P. D. NDJAMPA, «Reconnaissance d’actions à l’aide d’un imageur infrarouge basse résolution,» UNIVERSITÉ D’ORLÉANS, ORLÉANS, 2020.
- [16] S. MEDOUAKH, «Détection et suivi d’objets,» Université Mohamed Khider, Biskra, 2019.
- [17] V. R. a. P. M. Dorin Comaniciu, « Kernel-based object tracking.,» vol. 25(5), n° %1564–577, 2003.
- [18] M. J. B. a. A. D. Jepson, «Eigentracking : Robust matching and tracking of articulated objects using a view-based representation,» vol. 26(1), n° %163–84, 1998.
- [19] D. Riahi, «Suivi multi-objets par la détection : application à la vidéo,» ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL, MONTRÉAL, SEPTEMBRE 2016.
- [20] G. Paschos., «Perceptually uniform color spaces for color texture analysis : an empirical evaluation.,» vol. 10(6), n° %1932–937, 2001.
- [21] S. R. a. M. J. B. Deqing Sun, «Secrets of optical flow estimation and their principles,» vol. 18(8), n° %1837–842, 1996.
- [22] B. S. M. a. W.-Y. Ma, «Texture features for browsing and retrieval of image data.,» vol. 18(8), n° %1837–842, 1996.
- [23] T. G. a. C. S. Koen Van De Sande, «Evaluating color descriptors for object and scene recognition,» vol. 32(9), n° %11582–1596, 2009.
- [24] T. T. L. W. a. S. M. Weiming Hu, «A survey on visual surveillance of object motion and behaviors,» vol. 34(3), n° %1334–352, 2004.
- [25] O. J. a. M. S. Alper Yilmaz, «Object tracking : A survey,» vol. 38(4), n° %113–es, 2006.
- [26] Q. Y. R. W. L. J. W. a. M.-H. Y. Shengfeng He, «Visual tracking via locality sensitive histograms,» n° %1pages 2427–2434, 2013.
- [27] W. H. C. S. Z. Z. A. D. a. A. V. D. H. Xi Li, «survey of appearance models in visual object tracking,» vol. 4(4), n° %11–48, 2013.
- [28] R. J. a. H.-H. Nagel, «On the analysis of accumulative difference pictures from image sequences of real world scenes,» vol. (2), n° %1206–214, 1979.

- [29] M. J. R. a. E. B. Cor J Veenman, «Resolving motion correspondence for densely moving points,» vol. 23(1), n° %154–72, 2001.
- [30] K. S. a. M. Shah, « A noniterative greedy algorithm for multiframe point correspondence,» vol. 27(1) , n° %151–65, 2005.
- [31] P. S. a. M. F. Tappen, «Learning pedestrian dynamics from the real world.,» n° %1381–388, 2009.
- [32] R. D. e. a. Gandham Sindhuja, « A survey on detection and tracking of objects in video sequence,» vol. 3(2), n° %1418–426, 2015.
- [33] S. B. a. T. Subashini., «Tracking manually selected object in videos using color histogram matching,» vol. 67(3), 2014.
- [34] K. A. J. a. D. G. Thakore, « A survey on moving object detection and tracking in video surveillance system,» vol. 2(3), n° %144–48, 2012.
- [35] A. L. e. A. Yasmine, «Détection et suivi automatiques d’objets en mouvement,» UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU, 2015.
- [36] T. J. B. a. R. Chellappa, «Estimation of object motion parameters from noisy images,» vol. (1), n° %190–99, 1986.
- [37] D. B. a. K. Konolige, «Real-time tracking of multiple people using continuous detection,» pp. 1-8, 1999.
- [38] Y.-L. C. a. J. Aggarwal, «3d structure reconstruction from an ego motion sequence using statistical estimation and detection theory,» p. 268–273, 1991.
- [39] C. R. a. G. D. Hager, «Probabilistic data association methods for tracking complex visual objects,» vol. 23(6), p. 560–576, 2001.
- [40] D. Reid., «An algorithm for tracking multiple targets,» vol. 24(6), p. 843–854, 1979.
- [41] R. C. a. S. S. C. N. Vaswani, «Object tracking using multi-view PCA.,» pp. pages 11-18, 2003.
- [42] M. Y. K. Z. Z. Z. a. Y. W. J. Liu, «Robust visual tracking using multi-view sparse representation,» pp. pages 891-898, 2011.
- [43] V. R. a. P. M. D. Comaniciu, «Kernel-based object tracking.,» vol. 25(5), pp. 564-577, 2003.

- [44] J. L. a. M.-H. Y. Y. Wu, «Online object tracking: A benchmark,» pp. pages 2411-2418, 2013.
- [45] R. AICHA, «Méthode hybride pour le suivi d'objet,» Université Mohamed Khider – BISKRA, BISKRA, 2019.
- [46] S. G. e. M. J. Brooks, «Correspondence of form: A new technique for 3D human motion analysis from 2D data and its application to the estimation of body segment parameters,» vol. 66(2), pp. 163-178, 1997.
- [47] A. H. e. V. K. T. B. Moeslund, «A survey of advances in vision-based human motion capture and analysis,» vol. 104(2), pp. 90-126, 2006.
- [48] M. R. e. R. D. D. Cremers, «A review of statistical approaches to level set segmentation: Integrating color, texture, motion and shape,» vol. 72(2), pp. 195-215, 2007.
- [49] D. D. Bloisi, «How to Use Background Subtraction Methods,» [En ligne]. Available: https://docs.opencv.org/4.x/d1/dc5/tutorial_background_subtraction.html. [Accès le 1 06 2023].
- [50] «Anaconda,» [En ligne]. Available: <https://www.anaconda.com/>. [Accès le 29 mai 2023].
- [51] «Documentations,» [En ligne]. [Accès le 1 6 2023].
- [52] «The Python Language Reference,» 2021. [En ligne]. Available: <https://docs.python.org/3/reference/>. [Accès le 31 mai 2023].
- [53] «NumPy,» 2021. [En ligne]. Available: <https://numpy.org/>. [Accès le 31 mai 2023].
- [54] «About OpenCV,» 2021. [En ligne]. Available: <https://opencv.org/about/>. [Accès le 2023 mai 31].
- [55] «PyQt5,» 2021. [En ligne]. Available: <https://pypi.org/project/PyQt5/>. [Accès le 31 mai 2023].
- [56] «playsound,» 2021. [En ligne]. Available: <https://pypi.org/project/playsound/>. [Accès le 31 mai 2023].
- [57] «support,» [En ligne]. [Accès le 1 6 2023].
- [58] COCO, «Common Objects in Context,» [En ligne]. Available: <https://cocodataset.org/#home>. [Accès le 25 05 2023].
- [59] A. S. M. C. G. e. a. HOWARD, «Searching for mobilenetv3,» pp. 1314-1324, 2019.

- [60] T. M. M. B. S. H. J. P. D. R. .. & Z. C. L. Lin, «Microsoft COCO: Common objects in context,» pp. 740-755, 2014.
- [61] M. P. R. & L. Q. Tan, «Efficientdet: Scalable and efficient object detection.,» pp. 10781-10790, 2020.

Résumé

La note de graduation porte sur le développement d'un système de surveillance vidéo pour les zones interdites, mettant l'accent sur la détection de mouvement. Le système utilise des caméras de surveillance pour détecter tout mouvement dans la zone interdites, ce qui contribue à renforcer la sécurité et la sûreté. Le travail de recherche a permis de surmonter plusieurs difficultés, notamment la mise en œuvre de l'algorithme de détection de mouvement et la conception de l'interface utilisateur. Les résultats obtenus ont démontré l'efficacité du système dans la détection des mouvements et ont souligné son potentiel dans les applications de surveillance. Toutefois, certaines limites ont été identifiées, notamment en ce qui concerne la précision de la détection dans des conditions de faible luminosité. En guise de perspectives, des améliorations sont proposées, telles que l'utilisation de technologies avancées de vision par ordinateur et l'intégration de fonctionnalités supplémentaires pour une surveillance plus complète.

Mots clés : *Caméra de surveillance, Détection de mouvement, Sécurité, Surveillance vidéo, Zones interdites.*

Abstract

The graduation note focuses on the development of a video surveillance system for restricted areas, with an emphasis on motion detection. The system uses surveillance cameras to detect any movement in the restricted area, helping to enhance safety and security. The research work overcame several challenges, including the implementation of the motion detection algorithm and the design of the user interface. The results obtained demonstrated the system's effectiveness in motion detection and underlined its potential in surveillance applications. However, certain limitations were identified, particularly with regard to detection accuracy in low-light conditions. As a way forward, improvements are proposed, such as the use of advanced computer vision technologies and the integration of additional functionalities for more comprehensive surveillance.

Keywords: *Surveillance camera, Motion detection, Security, Video surveillance, restricted areas.*

ملخص

تتناول مذكرة التخرج تطوير نظام مراقبة بالفيديو للمناطق المحظورة، مع التركيز على اكتشاف الحركة. يستخدم النظام كاميرات المراقبة لاكتشاف أي حركة في المنطقة المحظورة، مما يساهم في تعزيز الأمان والسلامة. تم التغلب على العديد من التحديات في البحث، بما في ذلك تنفيذ خوارزمية اكتشاف الحركة وتصميم واجهة المستخدم. أظهرت النتائج الحاصلة فعالية النظام في اكتشاف الحركة وأكدت إمكانياته في تطبيقات المراقبة. ومع ذلك، تم تحديد بعض القيود، بما في ذلك دقة الكشف في ظروف الإضاءة المنخفضة. كمقترحات للتوسع، يتم اقتراح تحسينات مثل استخدام تقنيات متقدمة للرؤية الحاسوبية ودمج ميزات إضافية لمراقبة شاملة.

الكلمات المفتاحية: كاميرا مراقبة، كشف الحركة، أمن، مراقبة بالفيديو، مناطق محظورة.