

**Réalisés par :**  
**Moustapha Abdi Ali**  
**Idil Mahamoud Guedi**  
**Filsan Abdoukader Abdourahman**  
**Chafii Abdi Ahmed**

**Tache 1 :**

- **Thème choisie : L'IA peut-elle sécuriser les passages piétons ? détection des piétons en temps réel ?**
- **Revue littéraire**

## 1. Introduction

La détection des piétons est une problématique cruciale dans les systèmes de transport intelligents, particulièrement pour les véhicules autonomes et la gestion des infrastructures urbaines.

L'utilisation des caméras intelligentes couplées à des algorithmes de **vision par ordinateur** et d'**intelligence artificielle** permet une détection en temps réel des piétons, même dans des conditions défavorables comme la nuit, la pluie ou le brouillard. Cela ouvre des perspectives importantes pour la sécurité routière, la gestion du trafic et la réduction des accidents.

## 2. État de l'art en détection des piétons

### 2.1 Technologies de vision par ordinateur

La détection des piétons repose principalement sur les **algorithmes de vision par ordinateur** qui analysent les flux d'images capturées par des caméras intelligentes. Les principales techniques incluent :

**Les réseaux de neurones convolutifs (CNN)** : Ces réseaux ont démontré une grande efficacité dans la reconnaissance des objets, y compris des piétons, grâce à leur capacité à extraire des caractéristiques spatiales complexes des images. Les approches basées sur les CNN, comme **YOLO** (You Only Look Once) et **SSD** (Single Shot Multibox Detector), sont couramment utilisées pour la détection en temps réel dans des vidéos de surveillance.

**Les méthodes de segmentation d'images** : L'utilisation de **segmentation sémantique** et de **segmentation d'instances** permet de distinguer les piétons d'autres objets dans des environnements complexes, en particulier dans des conditions de faible visibilité.

**Apprentissage profond (Deep Learning)** : Les réseaux profonds, comme les **réseaux de neurones récurrents (RNN)** et les **réseaux génératifs adversariaux (GAN)**, sont de plus en plus utilisés pour améliorer la robustesse et la précision des détecteurs, notamment en apprenant à partir de grandes quantités de données vidéo.

### 2.2 Détection en conditions difficiles

La détection des piétons devient particulièrement difficile dans des conditions de faible visibilité (nuit, pluie, neige, brouillard) ou dans des environnements encombrés (zones urbaines avec beaucoup de distractions visuelles). Des recherches récentes ont montré que des techniques comme l'**amélioration de contraste adaptatif** et l'**apprentissage de modèles robustes** permettent de compenser ces conditions. Par exemple :

**L'augmentation de données** (data augmentation) est utilisée pour enrichir les datasets d'apprentissage avec des images synthétiques ou modifiées pour inclure des effets de conditions météorologiques.

**Fusion de capteurs** : L'intégration de caméras avec d'autres capteurs comme les radars et les LiDARs (Light Detection and Ranging) permet de surmonter les limitations de la vision par ordinateur dans des environnements peu éclairés ou brumeux.

### ***2.3 Applications dans les véhicules autonomes***

Les systèmes de détection des piétons par caméras intelligentes sont cruciaux pour la sécurité des véhicules autonomes. Ces systèmes permettent :

**La détection précoce** des piétons sur la trajectoire du véhicule pour activer des actions préventives telles que le freinage automatique ou l'évitement d'obstacles.

**Les systèmes d'alerte** aux conducteurs humains (dans le cas des véhicules non-autonomes) pour augmenter la vigilance, notamment dans les zones urbaines à forte densité piétonnière.

Les véhicules autonomes utilisent des caméras avec des algorithmes de détection des piétons en temps réel pour prendre des décisions en millisecondes et ajuster la trajectoire du véhicule. Des systèmes comme **Tesla Autopilot** et **Waymo** utilisent des techniques avancées de deep learning pour détecter et réagir aux piétons.

### ***2.4 Gestion du trafic et urbanisme intelligent***

Les caméras intelligentes équipées d'IA peuvent également jouer un rôle clé dans l'**optimisation du trafic** et de la gestion des infrastructures urbaines :

**Optimisation des feux tricolores** : L'analyse en temps réel des flux piétons permet d'ajuster dynamiquement la durée des feux de signalisation en fonction du nombre de piétons détectés, minimisant ainsi l'attente et améliorant la fluidité du trafic.

**Gestion des zones à forte densité piétonnière** : Les données collectées par les caméras peuvent être utilisées pour analyser les comportements des piétons et mieux gérer les zones urbaines, en ajustant les horaires de transport public ou en réaménageant les passages piétons.

## **3. Défis de la détection des piétons**

### ***3.1 Problèmes d'éclairage et de visibilité***

L'une des grandes difficultés dans la détection des piétons est la gestion des conditions de faible éclairage, comme la nuit, la pluie, ou le brouillard. Les caméras conventionnelles peuvent avoir des difficultés à détecter les piétons dans ces conditions. Cependant, l'usage de caméras à **vision thermique** ou **infrarouge** commence à être exploré pour améliorer la détection dans des environnements à faible luminosité.

### ***3.2 Biais et diversité des données***

Un autre défi majeur est lié à la **diversité des piétons** (âges, tailles, postures, vêtements) et à la **représentativité des données d'entraînement**. Les modèles peuvent être biaisés si les jeux de données utilisés pour l'entraînement ne sont pas suffisamment diversifiés, ce qui pourrait entraîner une mauvaise performance du modèle pour certaines populations.

### ***3.3 Performance en temps réel***

La détection des piétons doit être effectuée en temps réel, ce qui exige des algorithmes extrêmement rapides et efficaces en termes de calcul. Les modèles doivent être capables de traiter des flux vidéo à haute fréquence (30 images par seconde et plus) tout en garantissant une faible latence pour

permettre une réaction immédiate, ce qui est un défi pour les systèmes embarqués dans des véhicules autonomes.

## 4. Perspectives et innovations futures

### *4.1 Fusion de données multimodales*

L'intégration de données provenant de **différents capteurs** (caméras, radars, LiDARs) va permettre de surmonter les limitations individuelles de chaque technologie. La **fusion multimodale** permettra d'obtenir une vue plus précise et robuste de l'environnement, même dans des conditions difficiles.

### *4.2 Améliorations des modèles de deep learning*

L'usage de **modèles plus sophistiqués**, tels que les **transformers** ou les **réseaux génératifs adversariaux**, peut améliorer les performances des systèmes de détection des piétons, surtout en termes de généralisation et de réduction des erreurs.

### *4.3 Intégration avec l'infrastructure urbaine intelligente*

Les caméras intelligentes, en plus des véhicules autonomes, peuvent être utilisées pour interagir avec d'autres éléments de l'infrastructure urbaine intelligente (feux de circulation, panneaux de signalisation), permettant ainsi une gestion plus fluide et réactive du trafic piéton et automobile.

## 5. Conclusion

La détection des piétons par caméras intelligentes est un domaine clé pour la sécurité routière et la gestion urbaine moderne. Bien que des avancées notables aient été réalisées grâce à l'intelligence artificielle et à la vision par ordinateur, il reste encore des défis à surmonter, notamment dans des conditions extrêmes et pour une détection robuste en temps réel. Toutefois, les perspectives d'évolution, telles que l'intégration multimodale et l'amélioration des modèles d'IA, offrent un potentiel important pour l'avenir des systèmes intelligents dans le domaine de la mobilité.