

**Université de Kasdi Merbah Ouargla**  
**Faculté des Nouvelles Technologies de l'Information et de la**  
**Communication**



**Une thèse présentée au Département de**  
**Informatique et technologies de l'information**

**Pour le Diplôme de Master LMD**

**Domaine : Informatique**

**Filière : Informatique**

**Spécialité : Informatique Fondamentale**

**Présenté par : Sadamou Mohamed Belkhir**

**Tinamri Toufik**

**Thème**

**Développer un système intelligent de contrôle des**  
**feux de signalisation**

**Soutenu publiquement le : 17/06/23**

**Devant le jury composé de :**

<b>Benhbirach Halima</b>	<b>MAA</b>	<b>Président</b>	<b>UKM Ouargla</b>
<b>Rouagat Wahab</b>	<b>MAA</b>	<b>superviseur</b>	<b>UKM Ouargla</b>
<b>Saadi Wafa</b>	<b>MCB</b>	<b>Examineur</b>	<b>UKM Ouargla</b>

**Année Universitaire : 2022/2023**

## Remerciements

*Après avoir remercié Dieu pour cela, je voudrais exprimer ma profonde gratitude à mon superviseur, M. Rouagat Wahab, pour ses conseils, son soutien et son expérience, qu'il n'a pas hésité à nous apporter.*

*Je présente également mes respects au jury pour son intérêt pour notre travail et pour avoir pris le temps de l'évaluer.*

*Je tiens également à remercier mes parents qui m'ont soutenu tout au long de mes études ainsi que toute ma famille et mes amis pour leur soutien et leurs encouragements indéfectibles tout au long de ce parcours.*

*Je remercie également mon ami et frère **AOUARIB Houssam Eddine**. Je tiens également à remercier tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près.*

**Belkhir**

# **DÉDICACE**

*Cet humble travail est dédié à :*

*La lumière de ma vie, la source de mes efforts, ma force, mon soutien et mon bonheur, qui vous sacrifiez toujours pour me voir réussir, mes chers parents, que Dieu les protège pour moi et leur donne santé et longue vie.*

*A mes frères et ma famille, que Dieu les protège et les protège*

*Toute la famille pour leur soutien moral et financier et leurs encouragements.*

*À tous mes professeurs du Département d'informatique et de technologie de l'information.*

*A tous mes chers amis et collègues d'études, en particulier mes partenaires **Toufik Tinamri et chetti Rayan***

**Belkhir**

# **DÉDICACE**

*Je dédie ce travail*

*A ma chère mère,*

*A mon cher père,*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse*

*Atteindre mes objectifs.*

*Particulièrement à mon adorable femme **Oum kalthoum** et ma jolie fille **Djoumana** et mon précieux fils **Loai**.*

*A vous mes frère et sœurs.*

*Merci pour leurs amours et leurs encouragements*

*Sans oublier mon binôme **SADAMOU Mohammed Belkhir** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

**TINAMRI TOUFIK**

## *Table des matières*

<b>Table des matières.....</b>	<b>I</b>
<i>Liste des figures.....</i>	<b>III</b>
<i>Liste des abréviations .....</i>	<b>IV</b>
<b>Introduction général .....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1.....</b>	<b>2</b>
<b>Etat de l'art.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Problématique .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Le trafic routier.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. Contraintes et Normes de circulation.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Les intersections.....</b>	<b>4</b>
<b>5. la congestion du trafic.....</b>	<b>4</b>
<b>5.1. Impacts négatifs.....</b>	<b>5</b>
<b>6. Généralités sur les feux de circulation .....</b>	<b>6</b>
<b>7. les travaux précédents .....</b>	<b>6</b>
<b>8. Conclusion .....</b>	<b>7</b>
<b>Chapitre 2 L'intelligence artificielle (IA) &amp; la vision par ordinateur (VO) .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>9</b>
<b>2. L'intelligence artificielle.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Principe de l'intelligence artificielle .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. Domain de IA .....</b>	<b>12</b>
<b>2.5. Les limites d'IA .....</b>	<b>13</b>
<b>3. la vision par ordinateur (VO).....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Vision par ordinateur vs vision humaine .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Principe de la vision par ordinateur .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3. Analyse d'image par la VO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.4. Apprentissage profond et vision par ordinateur.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.1. Classification des objets .....</b>	<b>16</b>
<b>3.4.2. Identification d'objet .....</b>	<b>17</b>

3.4.3. Suivi d'objet.....	17
3.5. Utilité de la VO .....	18
4. Conclusion .....	19
<b>Chapitre 3 Contribution .....</b>	<b>20</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>21</b>
<b>2. La conception .....</b>	<b>21</b>
2.1. Les Solutions .....	22
2.2. Système et architecture proposés.....	22
2.3. Cas d'utilisation du système .....	23
2.4. Principe de fonctionnement du Système .....	24
2.5. Gestion des intersections.....	25
2.6. Diagramme de séquence général.....	26
2.7. Pseudocode du system :.....	27
<b>3. Implémentation .....</b>	<b>28</b>
3.1. Modèle réelle.....	28
3.2. Composants et équipements utilise.....	28
3.2.1. Les cameras .....	28
3.2.2. Raspberry Pi .....	29
3.2.3. Les LED .....	30
3.3. Exigences fonctionnelles.....	31
3.4. Les éléments composants du système .....	31
3.5. Algorithmes et modèles:.....	31
3.5.1. L'algorithme You Only Look Once (YOLO).....	31
3.5.2. La bibliothèque OpenCV .....	32
3.6. Le choix de Raspberry Pi au lieu d'Arduino ? .....	33
3.7. System circuit.....	34
3.8. Prototypage .....	35
<b>4. Conclusion .....</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>35</b>
<b>Références.....</b>	<b>37</b>

## *Liste des figures*

Figure 1: Les intersections .....	4
Figure 2: la congestion.....	5
Figure 3: Types de feux de circulation .....	6
Figure 4: Les composants les plus importants de l'intelligence artificielle .....	11
Figure 5: Apprentissage automatique vs L'apprentissage en profondeur .....	12
Figure 6: Vision par ordinateur vs vision humaine .....	15
Figure 7: Comment fonctionne la vision par ordinateur .....	16
Figure 8: identification d'objet .....	17
Figure 9: suivi d'objet .....	18
Figure 10: Emplacement des caméras et des feux de circulation .....	23
Figure 11: diagramme cas d'utilisation .....	23
Figure 12: Scénarios du système.....	25
Figure 13: diagramme de séquence général.....	26
Figure 14: Webcam utilisée dans le projet.....	28
Figure 15: Caméra de surveillance réellement utilisée .....	29
Figure 16: Raspberry pi .....	30
Figure 17: LED .....	31
Figure 18: Comparaison des caractéristiques d'Arduino et de Raspberry Pi.....	34
Figure 19: System circuit .....	34
Figure 20: prototype de système .....	35

## *Liste des abbreviations*

**YOLO:** You Only Look Once

**IA :** Intelligence Artificielle

**IOT :** internet of things

**OV :** vision par ordinateur

**RNC :** réseaux de neurones convolutifs

**LED:** Light Emitting Diode

**OPENCV:** Open Source Computer Vision Library

**BSD:** Berkeley software distribution

**USB:** universal serial bus

**DL:** deep learning

**STI:** Systèmes de transport intelligents

**AGI :** artificiel général intelligence

**ASI:** Superior artificial intelligence



## **Abstract**

Recently, traffic congestion has been a significant problem for modern societies (or what is known as smart cities). Among the most used tools for managing the traffic network, we find traffic lights.

Unfortunately, these lights do not adapt to the amount of vast and rapid increase in the number of vehicles and traffic (fixed time for each traffic light). The evolution of new technologies, such as IoT and artificial intelligence tools, made it possible to solve this problem and to make traffic lights smart.

In this work, we propose an intelligent traffic light management system based on YOLO deep learning model that can dynamically adapt traffic lights with traffic flow in different conditions to reduce city traffic congestion.

**Keywords:** Smart traffic lights, artificial intelligence, YOLO, Deep learning, IoT.

## **Résumé**

Récemment, la congestion du trafic a été un problème important pour les sociétés modernes (ou ce que l'on appelle les villes intelligentes). Parmi les outils les plus utilisés pour gérer le réseau de trafic, on retrouve les feux tricolores. Malheureusement, ces feux ne s'adaptent pas à la quantité d'augmentation importante et rapide du nombre de véhicules et du trafic (heure fixe pour chaque feu). L'évolution des nouvelles technologies, telles que l'IoT et les outils d'intelligence artificielle, a permis de résoudre ce problème et de rendre les feux de circulation intelligents. Dans ce travail, nous proposons un système intelligent de gestion des feux tricolores basé sur le modèle d'apprentissage en profondeur (deep Learning) YOLO qui peut adapter dynamiquement les feux tricolores avec le flux de trafic dans différentes conditions pour réduire la congestion du trafic urbain.

**Mots-clés :** système intelligent de gestion des feux, intelligence artificielle, YOLO, Deep Learning, IoT

## الملخص

في الآونة الأخيرة، أصبح الازدحام المروري مشكلة كبيرة للمجتمعات الحديثة (أو ما يعرف باسم المدن الذكية). من بين أكثر الأدوات استخدامًا لإدارة شبكة المرور، نجد إشارات المرور. لسوء الحظ، لا تتكيف هذه الأضواء مع كمية الزيادة الواسعة والسريعة في عدد المركبات وحركة المرور (وقت ثابت لكل إشارة مرور). نظر تطور المشهود في التقنيات الجديدة والحديثة، مثل إنترنت الأشياء وأدوات الذكاء الاصطناعي، فقد أصبح من الممكن حل هذه المشكلة وجعل إشارات المرور ذكية. في هذا العمل، نقترح نظامًا ذكيًا لإدارة إشارة لحركة المرور يعتمد على نموذج التعلم العميق في YOLO والذي يمكنه تكيف إشارات المرور ديناميكيًا مع تدفق حركة المرور في ظروف مختلفة لتقليل ازدحام المرور في المدينة.

**الكلمات الرئيسية:** إشارات المرور الذكية، الذكاء الاصطناعي، Yolo، التعلم العميق، إنترنت الأشياء

# **Introduction Générale**

## **Introduction général**

L'augmentation du trafic et la croissance démographique sont les deux principales causes d'un certain nombre de problèmes. Par exemple, un conducteur qui rencontre fréquemment des embouteillages et perd du temps, est constamment exposé à des tensions, ce qui peut provoquer à la fois des accidents directs et des problèmes de santé indirects. De plus, les émissions de gaz et la pollution causées par les embouteillages menacent la vie des usagers. Par conséquent, le principal problème est la congestion, qui est devenue une préoccupation importante pour les experts en transport. Les méthodes actuelles de gestion, de surveillance et de contrôle du trafic sont les feux de signalisation traditionnels qui utilisent un temps fixe pour chaque feu de signalisation, ce temps réglé une seule fois n'est pas assez efficace en termes de performances et de coût. De plus, cette augmentation de l'urbanisation et de la congestion crée un besoin d'exploiter efficacement les systèmes de transport. L'heure fixée ne tient pas en compte des conditions de circulation. Cela montre clairement le besoin de systèmes plus dynamiques appelés systèmes de transport intelligents. Ces systèmes permettent un contrôle adaptatif du trafic en utilisant les informations fournies par les capteurs. Le développement récent des approches d'IA, telles que l'apprentissage automatique, les réseaux de neurones artificiels et la vision par ordinateur, peut être utilisé pour construire des systèmes de transport dynamiques et intelligents. Ce travail vise à développer un système intelligent de contrôle des feux tricolores pour aider à résoudre le problème.

Ce mémoire est structuré en trois chapitres : dans le premier on présente la problématique et les concepts clés dans le domaine la gestion du trafic routier et les travaux existants. Le deuxième chapitre présente le background de la solution et les concepts en relation. Ensuite, dans le chapitre trois on discute notre solution. Enfin, nous clôturons ce mémoire par une conclusion générale, ainsi les travaux futurs sont aussi présentés.

# Chapitre 1

## Etat de l'art

## 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons en apprendre davantage sur les problèmes de routes et de congestion du trafic, sur les problèmes d'intersections qui causent des accidents, et quels sont les systèmes antérieurs utilisés pour résoudre ce problème.

## 2. Problématique

Nous parlerons des problèmes causés par les embouteillages, qui sont :

- Les embouteillages obligent un automobiliste à perdre son temps sur la route dans un manière productive et augmentent la tension entre les conducteurs et les agents de la circulation surtout aux heures de pointe ou lors du passage de grandes personnalités politiques.
- La congestion de la circulation peut également entraver la trajectoire des véhicules d'urgence.
- Les embouteillages sont l'une des principales causes de pollution de l'environnement en raison du grand nombre de moteurs en fonctionnement. Ce qui conduit à la pollution de l'air par les gaz émis par les véhicules.
- Gaspillage d'argent car les moteurs continuent de tourner en attendant.

## 3. Le trafic routier

Le réseau routier a été développé pour répondre aux demandes de déplacements des personnes d'une part et pour le transport des marchandises d'autre part. Il fait intervenir un ensemble très hétéroclite d'utilisateurs de la route, à savoir les automobilistes, les piétons, les cyclistes, l'agent de circulation, le conducteur de l'ambulance, ... Tous ces acteurs interagissent ensemble, avec une obligation de respecter une réglementation routière, dans le but de rendre fluide la circulation et réduire au maximum les risques d'accidents.

### 3.1. Contraintes et Normes de circulation

Les réseaux routiers dans les villes sont créés en respectant un ensemble d'exigences pour leur bon fonctionnement en milieu urbain. Ce faisant, il est important de veiller à respecter :

- Les caractéristiques géométriques des routes. En effet, celles-ci doivent être adaptées à la vitesse des voitures et à la densité éventuelle des véhicules en ces endroits.
- Le message sur les panneaux de signalisation est destiné aux conducteurs. Toute information confuse ou mauvaise interprétation de l'utilisateur (comme une vitesse inappropriée ou une mauvaise

interaction avec les piétons) est susceptible de produire un comportement à risque et, par conséquent, une agitation sur la route. [1]

#### 4. Les intersections

Le lieu de rencontre de plusieurs rues est une intersection. Chaque rue contient deux couloirs (deux sens) : un couloir réservé pour le passage des véhicules dans un sens : couloir d'entrée et l'autre couloir étant réservé pour le sens inverse : couloir de sortie.

Les couloirs se distinguent par leur largeur et leur nombre de voies, figure [1]

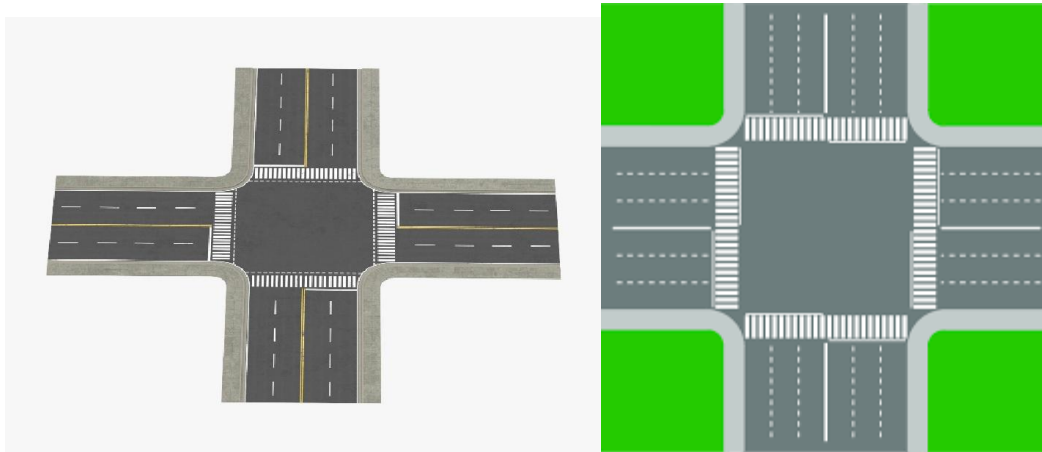


Figure 1: Les intersections

Dans le même registre, ces couloirs sont eux-mêmes constitués de deux ou trois allées : une allée menant à des flux de mouvement tout droit, ou bien à gauche, ou bien à droite.

L'implantation d'un feu de carrefour dans ces voies permet une séparation des courants de véhicules. Pour simplifier le problème de l'implantation dans des carrefours complexes, un carrefour peut être décomposé en plusieurs carrefours simples.

La portée de l'utilisation des STI en milieu urbain est assez large. Pour commencer, ils agissent aux carrefours en mettant en œuvre une technique de changement de feux tricolores. De nombreux auteurs ont abordé la question sous différents angles, tant théoriques (à partir d'exemples comme la logique floue, les réseaux de neurones ou les algorithmes génétiques) que pratiques (à partir d'exemples comme la contextualisation avec le placement de détecteurs), dans le but d'améliorer la gestion des feux tricolores).[2]

#### 5. la congestion du trafic

Lorsque l'infrastructure ne peut pas répondre à la demande de déplacements, il en résulte une congestion urbaine. Ce dernier est décrit comme un mal important et en expansion dans les villes.

Bien que la gravité et la fréquence des embouteillages et des embouteillages varient d'un endroit à l'autre, de nombreux conducteurs en font l'expérience chaque jour. Les autorités de transport urbaines, régionales et provinciales utilisent diverses stratégies pour résoudre ce problème. Individuellement, chaque conducteur a une compréhension différente de ce que signifie la congestion et une perception différente de celle-ci. C'est un véritable embouteillage avec des arrêts complets et de longs retards pour certaines personnes. D'autres y voient plus une instance de déplacement lent, ou plus généralement, un déplacement à une vitesse inférieure à la limite autorisée.[3]



**Figure 2: la congestion**

### 5.1. Impacts négatifs

Parmi les inconvénients de la congestion du trafic figurent les suivants :

- Les embouteillages consomment du temps aux conducteurs.
- Les embouteillages sont l'une des causes de la pollution de l'air et du bruit dans une région, et ils causent également des dommages à la santé des conducteurs.
- Les maisons situées à proximité des routes ont besoin de plus d'électricité pour rester au frais, car les embouteillages aggravent l'effet de serre dans la région.



- Usure des véhicules due au ralenti dans la circulation et aux accélérations fréquentes et le freinage, ce qui entraîne des réparations et des remplacements plus fréquents.
- Les embouteillages peuvent également entraîner des pertes humaines ou matérielles lorsque les véhicules d'urgence sont bloqués.

## 6. Généralités sur les feux de circulation

Un feu de circulation est un dispositif qui permet de réguler le trafic routier occasionné par les différents usagers de la route : les véhicules et les piétons ; tout en assurant leur sécurité.

On distingue les feux tricolores destinés aux conducteurs des véhicules, les feux bicolores pour les piétons symbolisés par une silhouette humaine ou encore les feux bicolores pour les cyclistes symbolisés par un vélo. Ces lumières sont contrôlés automatiquement par un système programmable. Les couleurs couramment utilisées pour les feux de circulation à l'intersection sont le jaune, le vert et le rouge.



Figure 3: Types de feux de circulation

## 7. les travaux précédents

Plusieurs tentatives de résoudre ce problème de trafic routière ont été mené par des chercheurs. Dans ce qui suit nous présentons les travaux les plus proches de notre proposition.

Dans son travail A. Vogel et al [4] on proposé un système basé sur Arduino-UNO qui vise à réduire les embouteillages et les temps d'attente. Le système proposé acquiert des images via la caméra, puis traite l'image dans MATLAB, où l'image est convertie en une image de seuil en supprimant la saturation et les teintes, puis la densité du trafic est calculée. Ils ont connecté Arduino et MATLAB sont connectés à l'aide de packages USB et de simulation, qui sont préinstallés. En fonction du nombre de trafic et de son intensité À partir du trafic, l'Arduino détermine quand le feu vert est allumé pour chaque voie. Malheureusement cette solution a quelques limites ; les voitures se chevauchent souvent et il est difficile d'obtenir un décompte exact du nombre de véhicules sur la route. De plus, comme des éléments distincts avaient été réduits en noir et blanc, ils gênaient la détection. Les articles ordinaires comme les poteaux, les arbres et les panneaux d'affichage ne pouvaient pas être distingués des automobiles en mouvement.

Ce système L.M Et al[5] adopte la prise de photos de la route, puis il est converti par le sous-système RVB en niveaux de gris, cette image est comparée à une image de référence à l'aide de l'algorithme SURF, en utilisant le microcontrôleur Arduino pour contrôler un signal, et le temps est attribué au processus de trafic. Un des inconvénients de ce système est que la conversion des images en noir et blanc rend difficile la distinction des objets et la comparaison des images avec les images de référence, ce qui prend du temps dans la recherche, en plus que les images de référence sont limitées, ce qui rend le système non dynamique.

Dans ce système, puis l'utilisation d'Arduino pour contrôler le feu tricolore en temps fixe, et l'utilisation d'une caméra pour filmer la pénétration des véhicules, en fonction du capteur de distance pour détecter les véhicules lors de l'allumage du feu rouge sur la route. L'un des inconvénients de ce système est qu'il se concentre sur le tournage des intrusions de véhicules, et non sur la réduction des embouteillages. [6]

## **8. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons parlé des problèmes d'extrêmes et de congestion du trafic aux carrefours, et de l'implantation d'un feu tricolore comme l'une des solutions .Dans le deuxième chapitre, nous parlerons de l'intelligence artificielle, qui est utilisée comme solution dans systèmes de circulation modernes.

# Chapitre 2

L'intelligence  
artificielle (IA) & la  
vision par ordinateur  
(VO)

## 1. Introduction

La vision par ordinateur et l'intelligence artificielle sont des technologies interdépendantes qui ont considérablement progressé ces dernières années.

La création d'ordinateurs intelligents capables d'effectuer des tâches qui nécessitent traditionnellement l'intelligence humaine est appelée intelligence artificielle. Cela comprend le développement d'algorithmes et de modèles qui donnent aux ordinateurs la capacité d'analyser des données, de raisonner, de tirer des conclusions et de résoudre des problèmes difficiles.

Au contraire, la vision par ordinateur cherche à permettre aux ordinateurs d'extraire des informations utiles à partir d'entrées visuelles, telles que des images ou des films. Cela implique la création d'algorithmes et de méthodes qui permettent aux machines de comprendre, d'examiner et d'interpréter le contenu visuel de la même manière que les humains.

La fusion de l'IA et de la vision par ordinateur a produit des développements et des applications révolutionnaires dans de nombreux secteurs.

L'intelligence artificielle et la vision par ordinateur devraient devenir plus répandues à mesure que la technologie se développe, transformant une variété d'industries et améliorant notre vie quotidienne.

## 2. L'intelligence artificielle

Père de l'IA, John McCarthy a décrit l'IA comme suit : "L'intelligence artificielle est la science et l'ingénierie permettant de fabriquer des machines intelligentes, en particulier des programmes informatiques intelligents".

L'intelligence artificielle fonctionne de la même manière que l'intelligence humaine comme apprendre, s'adapter, identifier et corriger. John McCarthy, qui a inventé le terme en 1956, le définit comme "la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes". Il s'agit d'un système informatisé, disons un système robotique, conçu pour traiter les informations afin de fournir des résultats similaires à ceux de la main-d'œuvre de l'organisation en utilisant leur capacité à apprendre, à prendre des décisions et à résoudre les problèmes. L'IA est la science qui consiste à imiter l'intelligence humaine à l'aide d'ordinateurs.

L'Encyclopedia Britannica déclare "l'intelligence artificielle (IA), la capacité d'un ordinateur numérique ou d'un robot contrôlé par ordinateur à effectuer des tâches généralement associées à des êtres intelligents".[7]

### **Composants clés de l'IA**

Les principales composantes de l'intelligence artificielle sont ;

- Apprentissage automatique
- Apprentissage en
- Réseau de neurones .
- Informatique cognitive
- Traitement du langage naturel (NLP)
- Vision par ordinateur

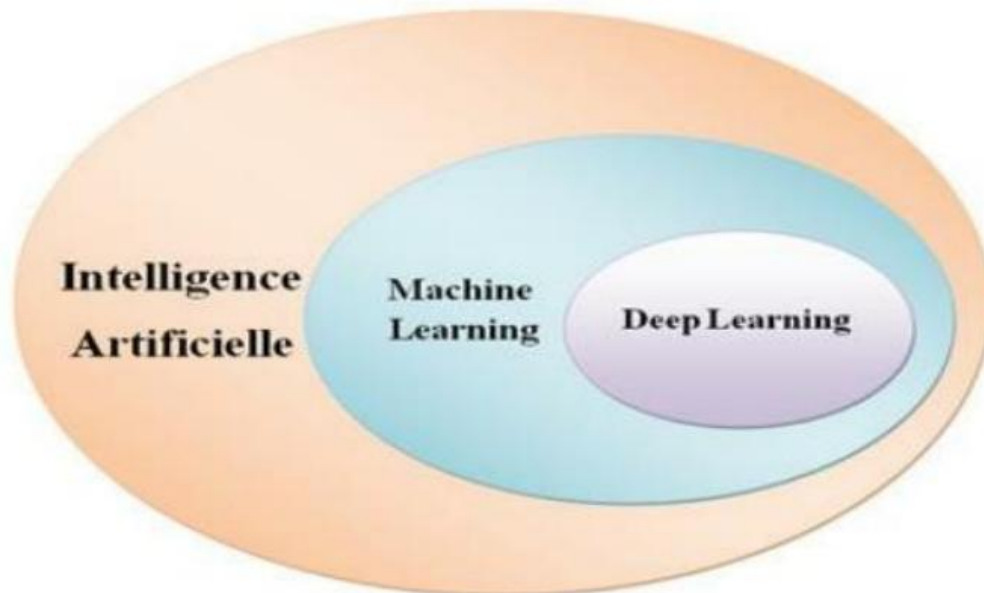
### **2.1. Types d'intelligence artificielle - IA faible contre IA forte**

L'IA faible, également appelée Narrow AI ou Artificiel Narrow Intelligence (ANI), est une IA entraînée et ciblée pour effectuer des tâches spécifiques. Une IA faible pilote la plupart de l'IA qui nous entoure aujourd'hui. "Étroit" pourrait être un descripteur plus précis pour ce type d'IA car il est tout sauf faible ; il permet certaines applications très robustes, telles que Siri d'Apple, Alexa d'Amazon, IBM Watson et les véhicules autonomes.

Les deux piliers d'une IA puissante sont l'intelligence artificielle générale (AGI) et la super intelligence artificielle (ASI). Un ordinateur doté d'une intelligence générale artificielle (AGI), parfois appelée IA générale, aurait théoriquement une intelligence comparable à celle des humains. Il serait conscient de lui-même et capable de résoudre des problèmes, d'apprendre de son expérience et de faire des projets futurs. La super intelligence, également connue sous le nom de super intelligence artificielle (ASI), est considérée comme plus intelligente et capable que le cerveau humain. Bien qu'il n'existe actuellement aucun exemple concret d'IA forte, l'IA forte est encore totalement théorique, mais cela ne signifie pas que les universitaires ne se penchent pas également sur son développement futur. Dans l'intervalle, des œuvres de science-fiction comme HAL de 2001, l'assistant informatique surhumain et renégat, pourraient fournir les meilleures illustrations des ASI. Odyssée dans l'espace.[8]

### **2.2. Principe de l'intelligence artificielle**

En termes simples, des algorithmes de traitement itératifs intelligents et des systèmes d'IA se combinent pour fournir des résultats utiles. L'IA peut apprendre des modèles et des traits à partir des données étudiées grâce à cette combinaison. Un système d'IA teste et évalue ses performances après chaque cycle de traitement des données, en utilisant les données pour acquérir de nouvelles connaissances.



**Figure 4:** Les composants les plus importants de l'intelligence artificielle [9]

### 2.3. Apprentissage en profondeur contre apprentissage automatique

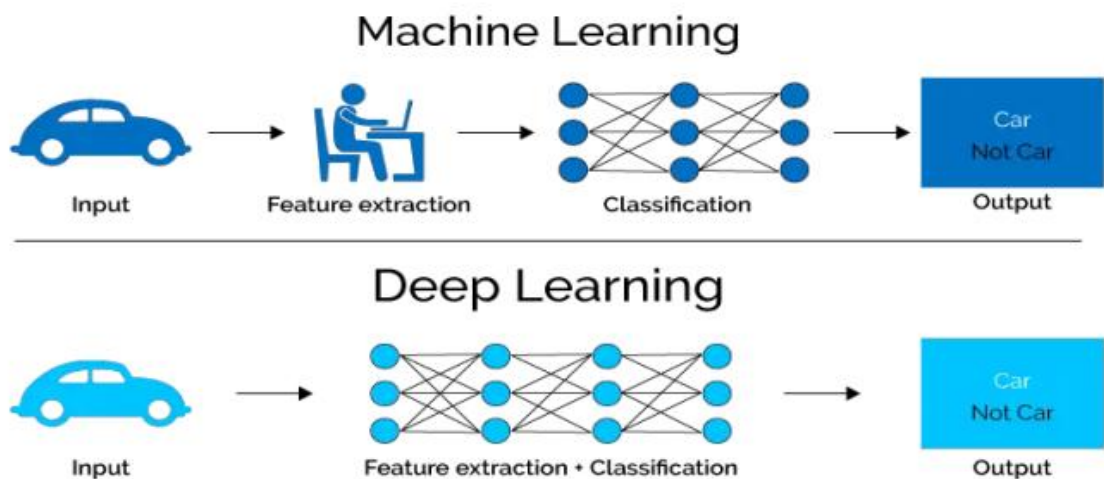
Comprendre les distinctions entre l'apprentissage en profondeur et l'apprentissage automatique est crucial car ils sont souvent utilisés de manière interchangeable.

L'apprentissage en profondeur et l'apprentissage automatique sont des sous-domaines de l'intelligence artificielle ainsi que l'un de l'autre.

En réalité, l'apprentissage en profondeur repose sur des réseaux de neurones. Les algorithmes d'apprentissage en profondeur peuvent être considérés comme des réseaux de neurones ayant plus de trois couches, qui comprendraient des entrées et des sorties. Ces réseaux sont appelés "profonds" dans l'apprentissage en profondeur. Ceci est généralement illustré dans le diagramme ci-dessous.

La façon dont l'apprentissage automatique et l'apprentissage en profondeur apprennent l'un de l'autre est différente. L'apprentissage en profondeur réduit considérablement la quantité d'interaction humaine manuelle nécessaire pendant le processus d'extraction de caractéristiques, permettant l'utilisation d'ensembles de données plus volumineux. Selon Lex Fridman dans la conférence du MIT susmentionnée, "l'apprentissage automatique évolutif" est

un bon moyen de décrire l'apprentissage en profondeur. L'apprentissage automatique traditionnel ou "non approfondi" dépend davantage de l'apport humain. Pour saisir les différences entre les différentes entrées de données, les professionnels humains construisent la hiérarchie des fonctionnalités, en apprenant généralement à partir de données plus structurées. Bien que l'apprentissage supervisé, parfois appelé ensembles de données étiquetés, puisse être utilisé pour prendre en charge l'apprentissage automatique "profond", ce n'est pas nécessaire. Il peut consommer des données non structurées sous leur forme brute (comme du texte et des photos) et identifier automatiquement la hiérarchie des caractéristiques qui séparent les différents types de données les unes des autres. Nous pouvons faire évoluer l'apprentissage automatique de manière plus intéressante, car il ne nécessite aucune intervention humaine pour traiter les données, contrairement à l'apprentissage automatique.



**Figure 5:** Apprentissage automatique vs L'apprentissage en profondeur [10]

#### 2.4. Domain de IA

- **Apprentissage et adaptation :** L'intelligence artificielle a la capacité d'acquérir des connaissances à partir de données, d'évoluer avec le temps et de s'améliorer avec le temps. Les modèles intelligents sont capables d'interpréter et d'analyser des données, de trouver des modèles et de découvrir de nouvelles informations.
- **Automatisation et amélioration de l'efficacité :** L'automatisation activée par l'intelligence artificielle peut améliorer les procédures et les systèmes. Il augmente l'efficacité du travail et économise du temps et des efforts car il peut effectuer des tâches plus rapidement et correctement que les gens.
- **Prévision et anticipation :** L'intelligence artificielle analyse les données et extrapole l'avenir à l'aide de méthodes de prévision. Les modèles intelligents

peuvent prévoir les événements futurs, identifier les tendances et les modèles et porter des jugements.

- **Traitement du langage naturel :** l'intelligence artificielle est capable de comprendre et de gérer le langage naturel de la même manière que les humains. Il est utilisé dans la création de programmes pour la gestion automatisée des conversations, l'extraction d'informations et la traduction linguistique.
- **Gestion des données massives :** L'intelligence artificielle est capable de traiter et d'analyser un grand nombre de données. Elle a la capacité de gérer d'énormes ensembles de données et de glaner des informations et des tendances perspicaces.
- **Raisonnement et prise de décision :** Les problèmes complexes peuvent être résolus par l'intelligence artificielle en utilisant le raisonnement et la prise de décision. Elle est capable d'analyser plusieurs options, d'en peser les avantages et les inconvénients et de faire des choix judicieux.[11]

### 2.5. Les limites d'IA

Le domaine de l'intelligence artificielle n'est pas infini, il est soumis à des limites. On compte trois limites principales :

**Les limites matérielles :** Il fonctionne en utilisant un réseau de transistors qui interagissent entre eux à une vitesse de  $3,00 \times 10^{-8}$  m / s, presque aussi rapidement que la lumière, par rapport aux taux de communication du cerveau humain mais à une densité plus élevée des neurones.

**Les limites émotionnelles :** Deuxièmement, il est extrêmement difficile de recréer la capacité d'un homme à ressentir les émotions et les objets. Les émotions sont provoquées par la nature, pas par un logiciel.

**Les limites cognitives :** bien que les machines s'améliorent dans le traitement des données, ce traitement a des limites. En fait, les ordinateurs fonctionnent en utilisant un système binaire, ou ce qu'on appelle des octets, qui sont 1 et 0. C'est un peu comme leur langage. Contrairement au cerveau humain, qui réfléchit en demandant des informations à son réseau de neurones, qui est d'une complexité inégalée et extrêmement énorme.[9]

### 3. la vision par ordinateur (VO)

L'objectif de la science informatique connue sous le nom de vision par ordinateur est de permettre aux ordinateurs de reconnaître et de comparer des personnes et des objets dans des images et des vidéos. La vision par ordinateur vise à effectuer et à automatiser



des tâches qui imitent les capacités humaines, comme d'autres formes d'IA. Dans ce cas, la vision par ordinateur vise à imiter à la fois la façon dont les humains perçoivent et comment ils interprètent ce qu'ils voient.

L'une des solutions aux développements contemporains est la vision par ordinateur. L'informatique sur site et l'informatique en nuage pour la vision par ordinateur sont des options. [12]

### **3.1. Vision par ordinateur vs vision humaine**

La vision par ordinateur et la vision humaine sont deux systèmes distincts qui perçoivent et interprètent les informations visuelles de différentes manières. Alors que le processus biologique sous-jacent à la vision humaine est complexe et difficile, c'est pourquoi la vision par ordinateur est un sous-domaine de l'IA et de l'informatique qui tente de donner aux machines la capacité de comprendre et d'interpréter les données visuelles.

La vision humaine repose sur les yeux et le cerveau travaillant ensemble pour percevoir et donner un sens à l'environnement environnant. L'œil humain capte la lumière et forme une image sur la rétine, qui contient des cellules spécialisées appelées photorécepteurs. Ces photorécepteurs convertissent la lumière en signaux électriques, qui sont ensuite transmis au cerveau via le nerf optique. Le cerveau traite ces signaux pour former une perception visuelle, reconnaissant les objets, les formes, les couleurs et d'autres attributs visuels.

D'autre part, la vision par ordinateur implique le développement et la mise en œuvre d'algorithmes et de modèles qui permettent aux machines d'analyser et de comprendre les données visuelles. Il vise à reproduire ou à imiter la perception visuelle humaine dans une certaine mesure. Les systèmes de vision par ordinateur utilisent des images numériques ou des flux vidéo en entrée, qui sont ensuite traités à l'aide de diverses techniques telles que le filtrage d'images, l'extraction de caractéristiques, la reconnaissance de formes et les algorithmes d'apprentissage automatique. Ces algorithmes peuvent identifier et classer des objets, détecter et suivre les mouvements, estimer la profondeur et la distance et effectuer diverses autres tâches visuelles.

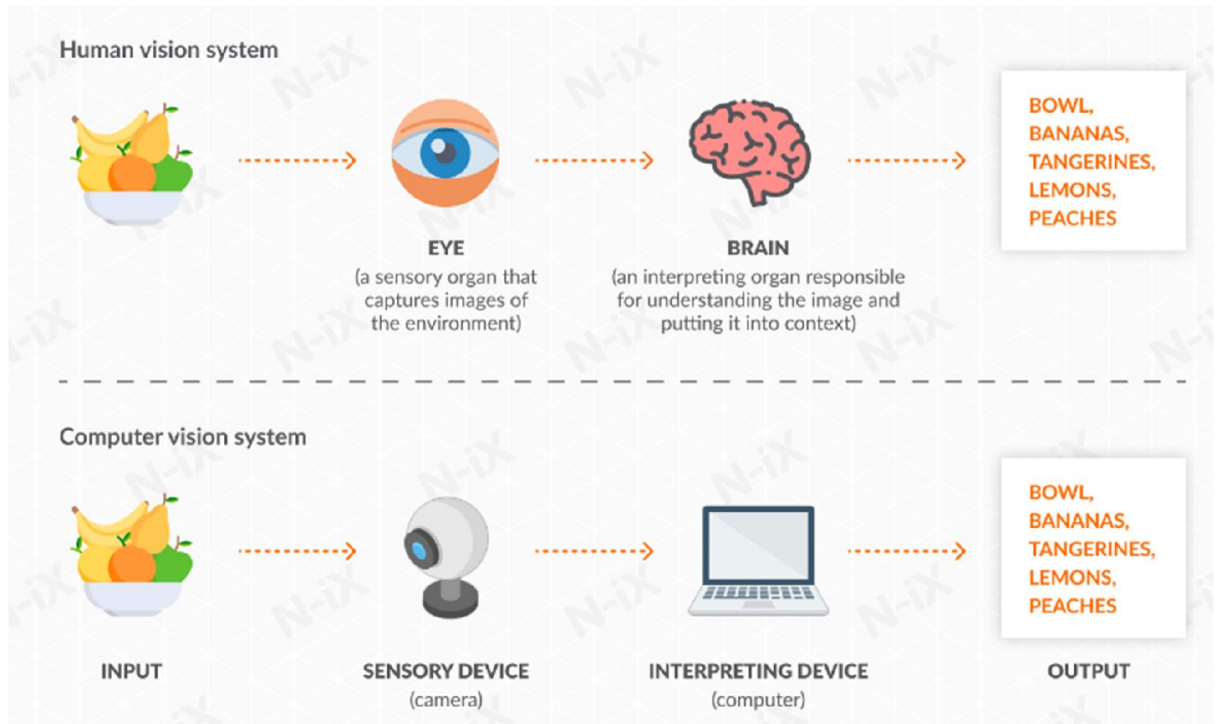


Figure 6: Vision par ordinateur vs vision humaine [13]

### 3.2. Principe de la vision par ordinateur

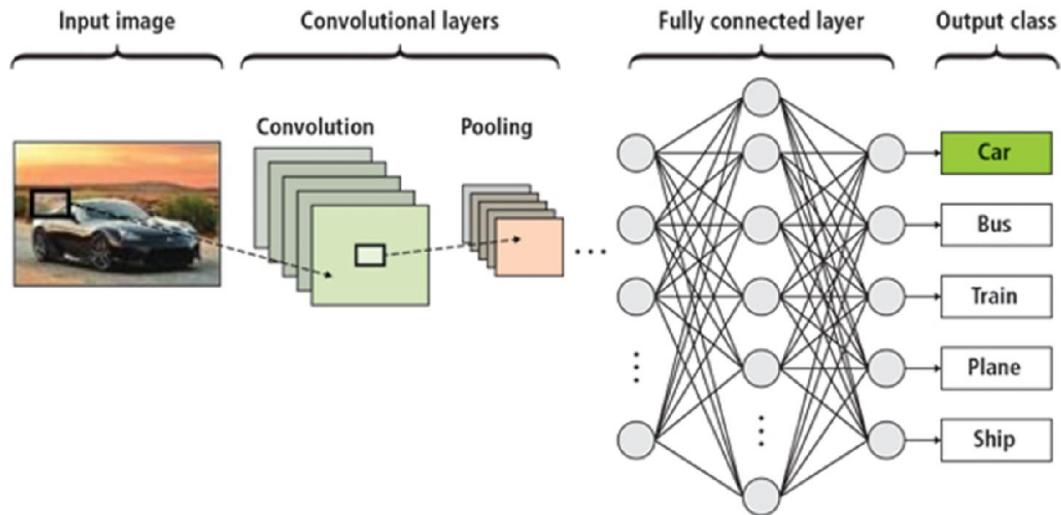
Les applications de vision par ordinateur utilisent les données des dispositifs de détection, de l'intelligence artificielle, de l'apprentissage automatique et de l'apprentissage en profondeur pour reproduire le fonctionnement du système de vision humaine. Les applications de vision par ordinateur s'exécutent sur des algorithmes formés sur des quantités massives de données visuelles ou d'images dans le Cloud. Ils reconnaissent des modèles dans ces données visuelles et utilisent ces modèles pour déterminer le contenu d'autres images. [12]

### 3.3. Analyse d'image par la VO

Un dispositif de détection capture une image. Le dispositif de détection n'est souvent qu'une caméra, mais il peut s'agir d'une caméra vidéo, d'un appareil d'imagerie médicale ou de tout autre type d'appareil qui capture une image à des fins d'analyse.

L'image est ensuite envoyée à un dispositif d'interprétation. Le dispositif d'interprétation utilise la reconnaissance de motifs pour décomposer l'image, comparer les motifs de l'image à sa bibliothèque de motifs connus et déterminer si l'un des contenus de l'image correspond. Le modèle peut être quelque chose de général, comme l'apparence d'un certain type d'objet, ou il peut être basé sur des identifiants uniques tels que les traits du visage.

Un utilisateur demande des informations spécifiques sur une image, et le dispositif d'interprétation fournit les informations demandées sur la base de son analyse de l'image. [12]



**Figure 7:** Comment fonctionne la vision par ordinateur [14]

### 3.4. Apprentissage profond et vision par ordinateur

Les applications modernes de vision par ordinateur s'éloignent des méthodes statistiques d'analyse d'images et s'appuient de plus en plus sur ce que l'on appelle l'apprentissage en profondeur. Avec l'apprentissage en profondeur, une application de vision par ordinateur s'exécute sur un type d'algorithme appelé réseau de neurones, ce qui lui permet de fournir des analyses d'images encore plus précises. De plus, l'apprentissage en profondeur permet à un programme de vision par ordinateur de conserver les informations de chaque image qu'il analyse, de sorte qu'elles deviennent de plus en plus précises au fur et à mesure qu'elles sont utilisées. [12]

Il existe trois fonctions principales pour la façon dont les programmes de vision par ordinateur traitent les images et renvoient des informations :

#### 3.4.1. Classification des objets

Le système affecte chaque objet d'une image à une certaine catégorie. Par exemple, en utilisant la classification des objets, un ordinateur pourrait distinguer les individus des autres éléments d'une image et compter le nombre de personnes présentes.[12]

### 3.4.2. Identification d'objet

Le système peut reconnaître un objet spécifique dans une photo ou une vidéo ou image. Par exemple, avec l'identification d'objets, le système pourra non seulement distinguer les personnes sur une photo, mais aussi analyser leur apparence pour déterminer l'identité ou les attributs de ces personnes.[12]

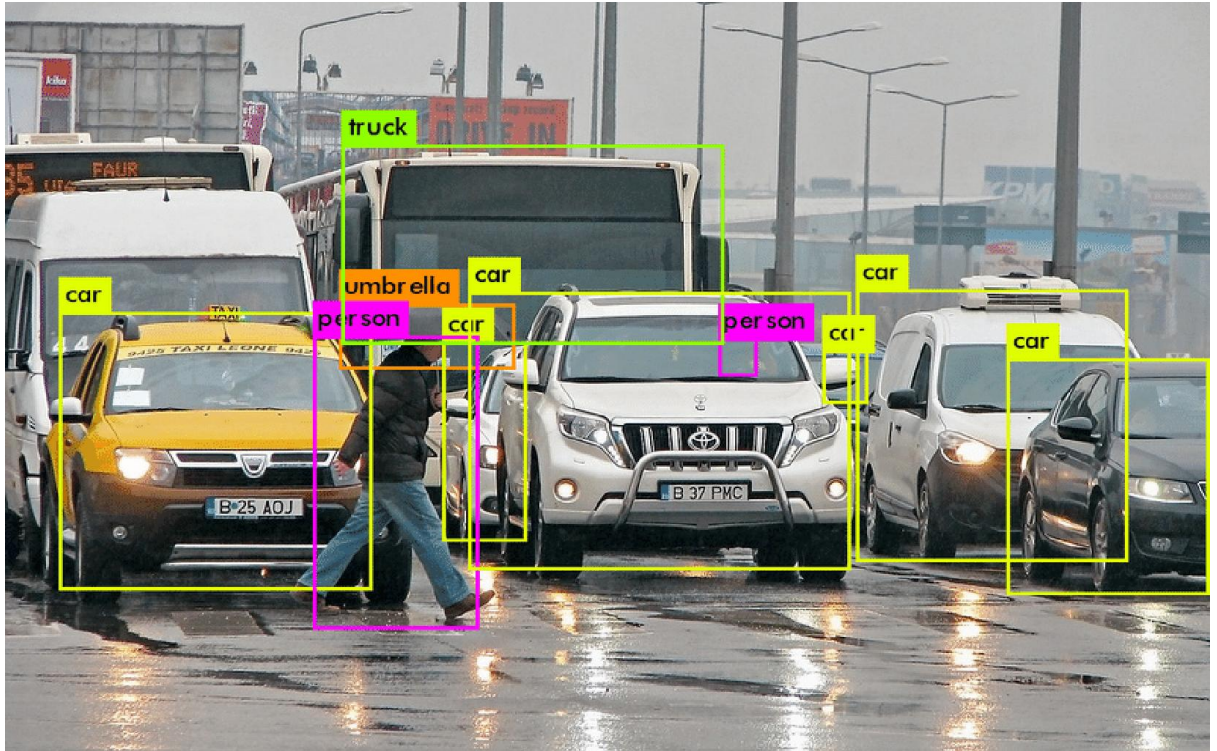


Figure 8: identification d'objet [15]

### 3.4.3. Suivi d'objet

Pour déterminer l'emplacement d'un objet en mouvement dans le temps, le système traite l'analyse vidéo. Par exemple, en utilisant le suivi d'objets, une caméra de surveillance dans un parking peut reconnaître les voitures qui s'y trouvent et offrir des détails sur leurs allées et venues et leurs mouvements au fil du temps. [12]

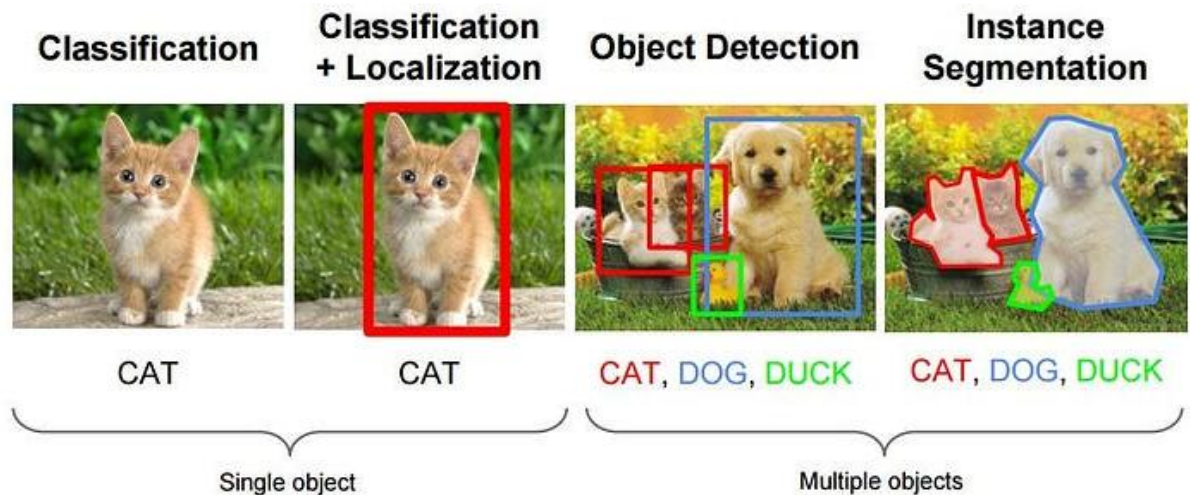


Figure 9 : suivi d'objet

### 3.5. Utilité de la VO

La vision par ordinateur est une capacité puissante et elle peut être combinée avec de nombreux types d'applications et de dispositifs de détection pour prendre en charge un certain nombre de cas d'utilisation pratiques. Voici quelques types d'applications de vision par ordinateur: [14]

- **Organisation du contenu**

Les photographies peuvent être organisées en fonction de la reconnaissance de personnes ou d'objets à l'aide de la vision par ordinateur. Les applications pour les médias sociaux et le stockage de photos utilisent fréquemment des outils de reconnaissance de photos comme ceux-ci.

- **Extraction de texte**

La reconnaissance optique de caractères peut être utilisée pour traiter des documents dans des situations d'automatisation de processus robotiques et pour améliorer la découverte de contenu pour les données trouvées dans des quantités importantes de texte.

- **Réalité virtuelle**

Grâce à la vision par ordinateur, les objets physiques sont reconnus et suivis en temps réel. Le placement de choses virtuelles dans un environnement physique peut alors être fait de façon réaliste en utilisant ces connaissances.

- **Agriculture**  
la surveillance agricole, la détection de l'émergence des mauvaises herbes et les déficits en nutriments agricoles peuvent tous être déterminés à l'aide de photos de cultures capturées par des satellites, des drones ou des avions.
- **Voitures autonomes**  
Les voitures autonomes recueillent des informations sur leur environnement et ajustent leur trajectoire en conséquence grâce à l'identification et au suivi d'objets en temps réel.
- **Soins de santé**  
Il est possible d'examiner des photos ou des images prises par divers dispositifs médicaux pour aider les médecins à diagnostiquer les patients plus rapidement et plus précisément.
- **Des sports**  
Pour le jeu et l'analyse de stratégie dans le sport, l'identification et le suivi d'objets sont utilisés.
- **Fabrication**  
Pour les besoins de maintenance, les équipements de fabrication peuvent être surveillés par vision par ordinateur. Sur une chaîne de production, il peut également être utilisé pour surveiller l'emballage et la qualité des produits.
- **Analyse spatiale**  
Le système reconnaît les individus ou les objets inanimés, comme les voitures, dans une certaine zone et garde une trace de leurs mouvements là-bas.
- **Reconnaissance de visage**  
Vous pouvez utiliser la vision par ordinateur pour reconnaître les gens.

#### 4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons parlé de l'intelligence artificielle et de la vision informatique qui sera utilisée dans le système de contrôle du trafic qui se précipite vers le processus de découverte de véhicules. Dans le chapitre suivant, nous parlerons de la façon de concevoir ce système et de l'appliquer pour apparaître en réalité.

# Chapitre 3

## Contribution

## 1. Introduction

Le système proposé vise à réduire la congestion du trafic en utilisant l'intelligence artificielle. Ce chapitre traite des étapes de développement du système. Nous nous concentrerons sur la conception du système et son mode de fonctionnement, en plus du scénario applicable, des composants du projet et des algorithmes. Utilisé dans la construction de ce projet, et quelles sont les lacunes qui seront ajoutées dans un proche avenir.

## 2. La conception

La classe de conception d'un projet de contrôle du trafic comprend généralement trois composants principaux : un logiciel de contrôle du trafic, un microcontrôleur (dans ce cas, un Raspberry Pi), des caméras et un feu de signalisation.

Le cerveau du contrôleur de trafic chargé d'analyser les flux vidéo des caméras, de détecter les véhicules et de prendre des décisions sur la manière de contrôler le trafic est le Raspberry. Ce système utilise généralement des techniques de vision par ordinateur pour analyser le flux vidéo, telles que la détection, le suivi et la classification d'objets. Une fois les véhicules détectés et suivis, le système peut prendre des décisions concernant le flux de la circulation, comme modifier la synchronisation des feux de circulation ou activer les panneaux de signalisation.

Le Raspberry Pi est une plate-forme matérielle populaire pour les projets de contrôle du trafic car il est petit, peu coûteux, puissant et ne consomme pas d'énergie. Comme la montre la figure [17].

Les caméras sont un élément important du système car elles fournissent l'entrée au programme de contrôle de la circulation. Ils doivent être stratégiquement placés pour capturer les zones pertinentes de la route, et ils ont besoin d'une précision et d'une qualité suffisante pour permettre une détection et un suivi précis des véhicules.

Quant au feu tricolore, son rôle est d'exécuter les ordres qu'il reçoit du Raspberry Pi.

En général, le chapitre de conception d'un projet de contrôle du trafic utilisant le Raspberry Pi et des caméras implique le développement d'un système spécialisé pour analyser les images capturées par les caméras, et sélectionner et positionner soigneusement les caméras pour assurer une détection précise et fiable du trafic.

De plus, ce système fonctionne sur une intersection et non sur un réseau d'intersections interconnectées, ce qui permet son utilisation dans de petite ville.



## 2.1. Les Solutions

Dans ce système, les composants de base suivants ont été utilisés :

Caméra : elle est utilisée pour détecter les véhicules, contrairement aux systèmes précédents qui utilisent des capteurs et des micros qui ne peuvent pas reconnaître les véhicules, car elle simule l'œil humain et elle est peu coûteuse.

Framboise : Il est considéré comme le cerveau qui traite les données qui lui sont envoyées, c'est-à-dire les images qui sont traitées, classant les véhicules et prenant des décisions pour contrôler le feu de signalisation et déterminer l'heure d'allumage du signal vert. Nous nous appuyons également sur lui contrairement à Arduino, qui est un microcontrôleur et ses capacités sont moindres que le Raspberry, dont le processeur de données est également meilleur. Les différences entre eux apparaissent sous la forme "", comme si nous n'étions pas habitués à l'ordinateur car il n'a pas l'avantage de automatisation et est plus cher que le Raspberry, et nous ne dépendons pas du serveur, qui est de grande taille, a un coût important et consomme plus d'énergie que lui.

De plus, ce système fonctionne sur un seul carrefour, contrairement aux autres systèmes qui sont un réseau relié entre eux, ce qui nous permet de l'utiliser dans des zones isolées ou de petites villes.

## 2.2. Système et architecture proposés

Ce système se compose de caméras de surveillance qui photographient la ligne de route et envoient des informations au processeur. Ces caméras sont connectées au microprocesseur, qui est le cerveau qui pilote le système pour recevoir des informations et les traiter, puis donner des ordres à exécuter pour commander l'éclairage des signaux d'une manière qui convient aux informations reçues.

La figure [11] représente la façon dont les caméras sont positionnées sur la route et les feux de circulation pour surveiller et détecter les véhicules sur la ligne de route.

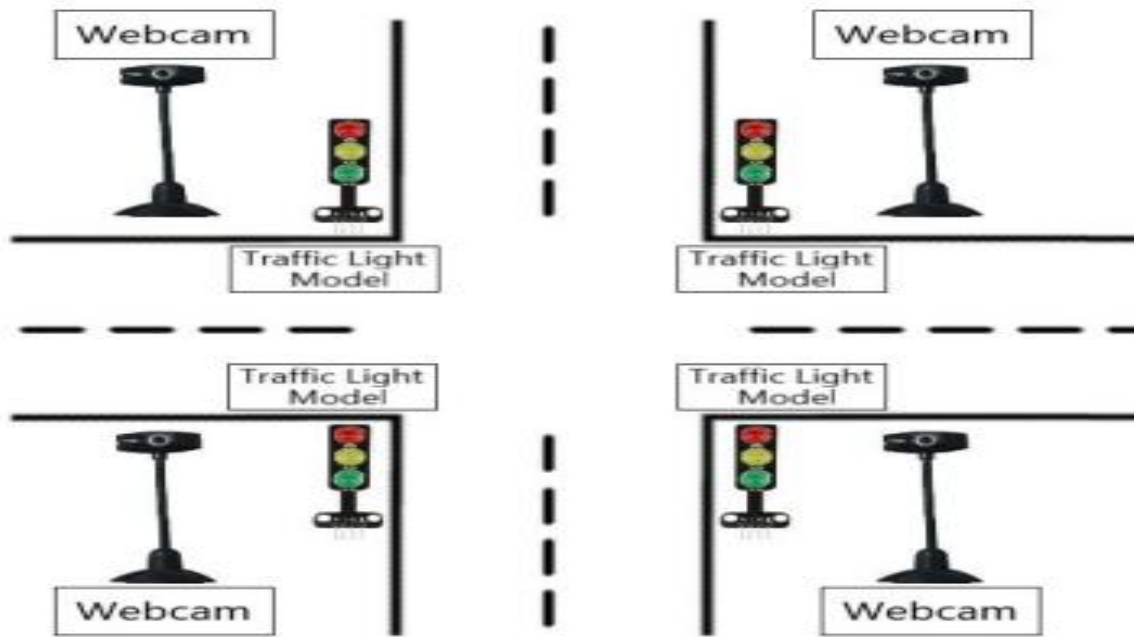


Figure 10 : Emplacement des caméras et des feux de circulation

### 2.3. Cas d'utilisation du système

Contrôle des feux tricolores Nous avons fourni un schéma de cas d'utilisation.

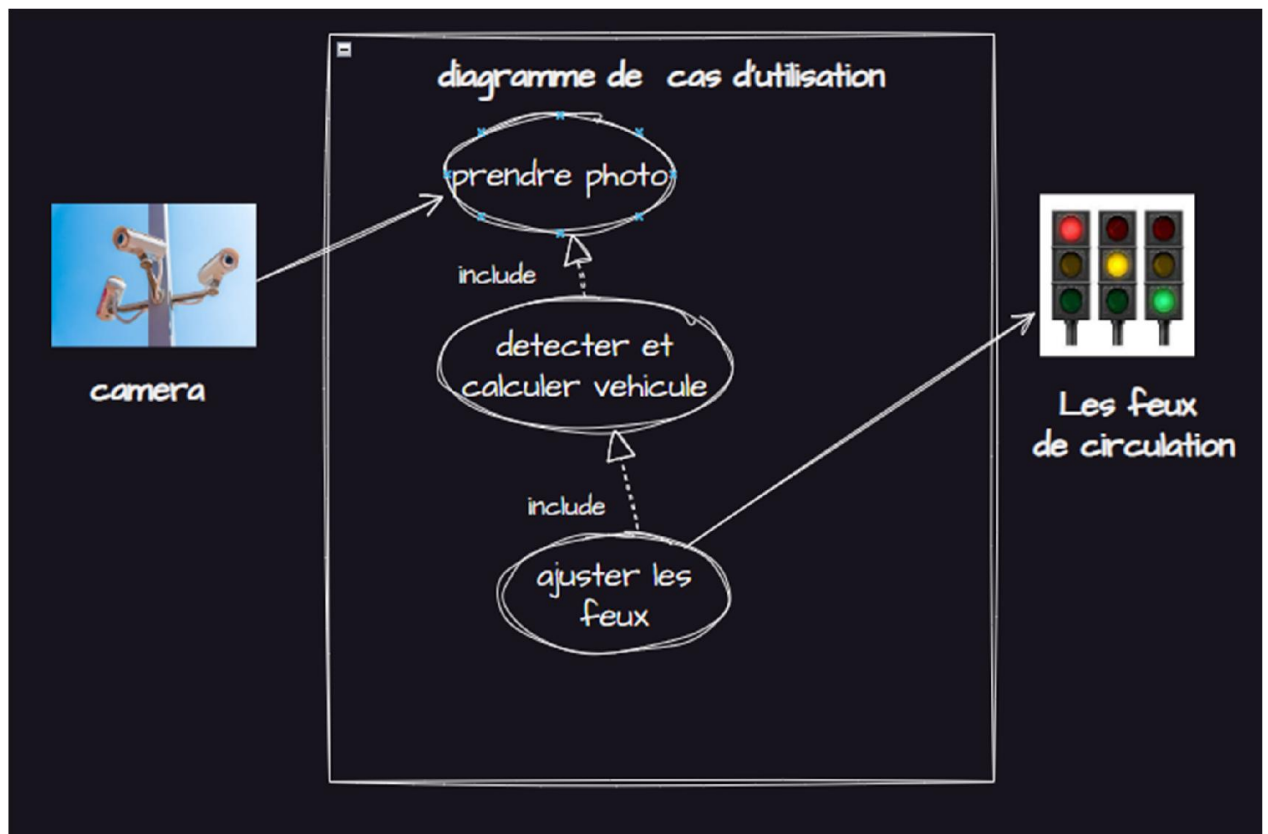


Figure 11 : diagramme cas d'utilisation

#### **2.4. Principe de fonctionnement du Système**

La figure 12 montre les scénarios de travail du système. En premier, les caméras de surveillance installées sur la ligne de route, capture des images de véhicules Ensuite, La catégorie de véhicules est déterminée à l'aide de l'algorithme YOLO. En cas de détection d'un véhicule d'urgence parmi les véhicules (ambulance, police, camion de pompiers), le signal vert s'allume pour la route qui contient le véhicule d'urgence.

Les véhicules d'urgence ne sont pas détectés parmi les véhicules, le nombre de véhicules dans chaque véhicule est calculé, la voie et la route les plus denses reçoivent le signal vert proportionnel au nombre de véhicules, c'est-à-dire que le temps nécessaire pour croiser ces véhicules est calculé.

Le signal vert est transmis entre les voies, de la route la plus dense à la moins dense.

Dans le cas où le nombre de véhicules est égal sur une ou toutes les deux routes, le signal vert est donné selon l'ordre des désignations de la ligne routière, telles que (voie 1, voie 2,...etc.)

Dans le cas de toutes les routes vides, la méthode traditionnelle est retournée.

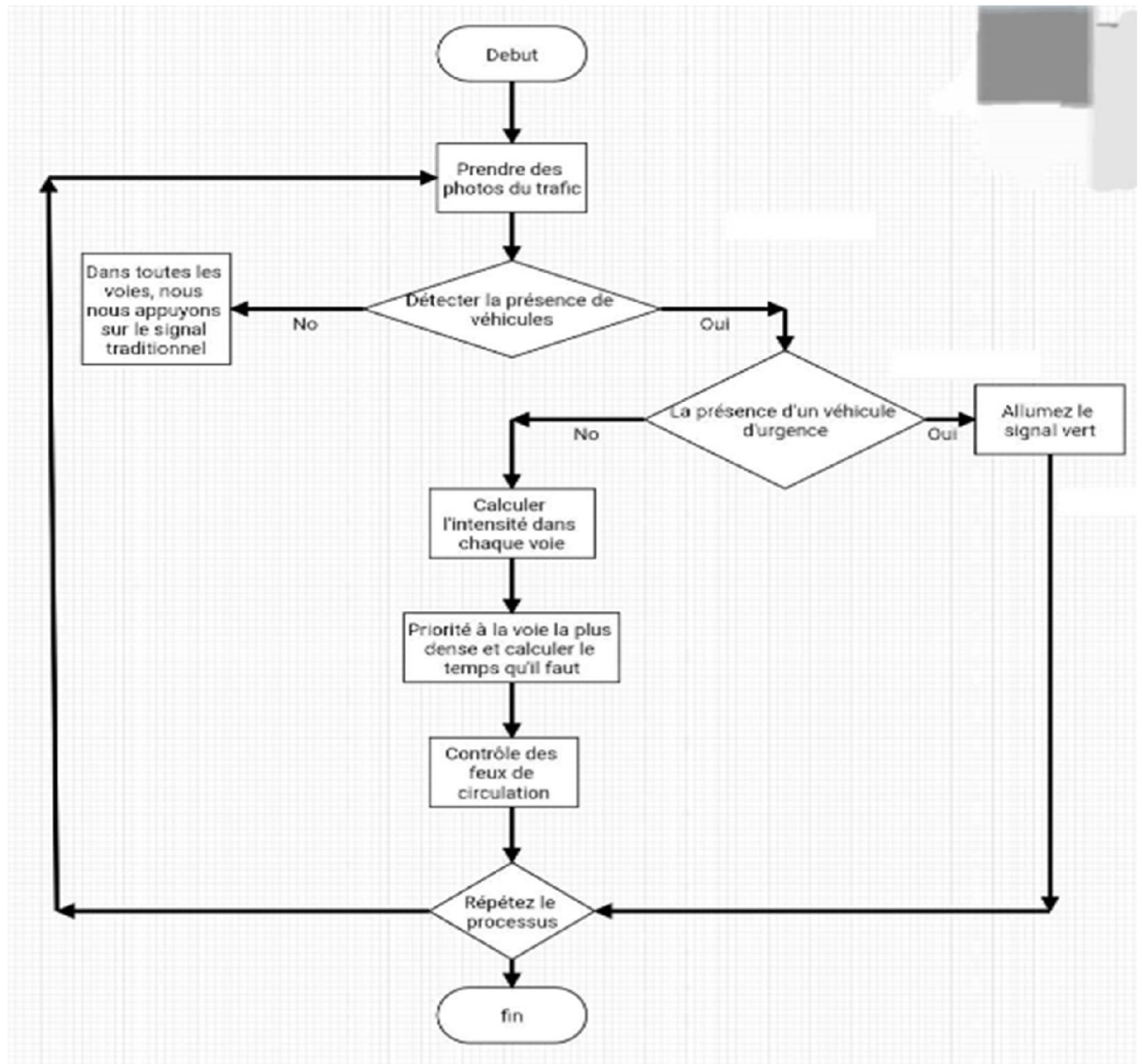


Figure 12 : Scénarios du système

## 2.5. Gestion des intersections

Le nombre de véhicules sur la route est calculé à l'aide d'un algorithme et la route la plus dense est déterminée afin de recevoir le feu vert, puis elle se déplace vers la route la moins dense, c'est-à-dire que le trafic est en ordre décroissant.

### Système de priorité

Un système qui permet à la route la plus dense d'obtenir un signal vert lorsqu'une ambulance ou un camion de pompiers est détecté sur la route est annulé afin de lui donner la priorité afin de sauver des vies.

## Surveillance du trafic

Utilisation de caméras d'observation et utilisation d'algorithmes pour détecter la catégorie de véhicules, en plus de la position de la caméra sur la route, ce qui nous permet de voir un plus grand nombre de véhicules.

### 2.6. Diagramme de séquence général

Le diagramme de séquence ci-dessous représente le scénario général du système

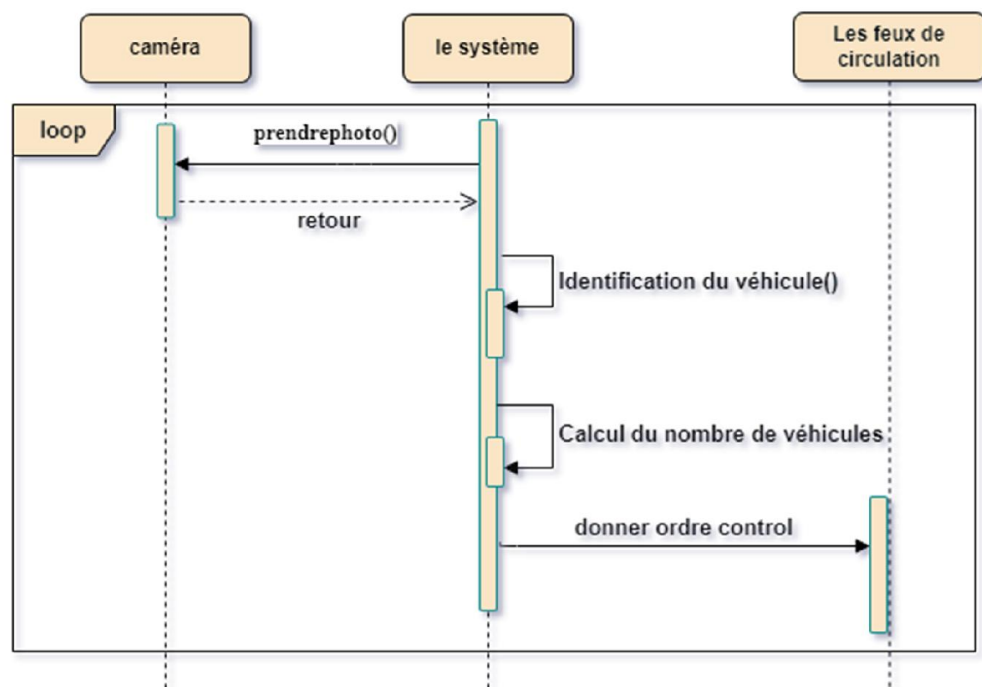


Figure 13 : diagramme de séquence général

#### 2.6.1. Flux d'événements :

- La caméra prend des photos et les envoie au système.
- Le système traite les images et détermine l'ordre des commandes.
- Le feu tricolore reçoit des ordres pour contrôler le trafic.

## 2.7. Pseudocode du system :

. Le pseudocode fournit une vue d'ensemble de haut niveau du flux logique. Les détails de mise en œuvre dépendront du langage de programmation ou de l'environnement spécifique que vous utilisez.

```
Algorithme control feux de signalisation
#Prendre des photos
cap = cv2.imageCapture()
# Telechage des photo
img = cv2.imread(cap)
#Utilisez Yolo pour identifier les véhicules
model = torch.hub.load(img)
#Si des véhicules sont détectés
Si nombre de véhicules >0
#En cas de recherche de véhicules d'urgence
    Si véhicules d'urgence > 0
        #Donner des ordres au signal vert pour la voie contenant le véhicule
        d'urgence
            #Si aucun véhicule d'urgence n'est trouvé
    Si non
        # Calcul du nombre de véhicules
        num_vehicles = len(vehicles)
        #Calcul du temps de passage des véhicules
        T=num_vehicles*temp
La priorité est le cas le plus intense
#En cas de voies vides sur la route
Adoptez le système traditionnel
```

### 3. Implémentation

Pour mener à bien le projet de contrôle intelligent des feux de circulation, nous avons besoin de composants pour l'incarner : d'appareils et de plates-formes dont le but de créer un modèle approximatif qui simule la réalité.

La structure générale du système de feux tricolores est centrée sur des caméras qui sont placées sur la ligne de route et sont reliées par un câble au Raspberry Pi, qui reçoit des informations, les traite et donne des commandes pour contrôler l'éclairage du feu tricolore, qui est simulé par des diodes électroluminescentes LED.

#### 3.1. Modèle réelle

Des caméras de bonne qualité sont utilisées qui sont placées en haut de la route comme indiqué sur la figure [16], et le Raspberry Pi est utilisé, qui à son tour est le cerveau du traitement d'image, du contrôle et de l'envoi de commandes pour la mise en œuvre comme indiqué sur la figure [17], et le feu de signalisation qui est l'élément de mise en œuvre car le feu de signalisation apparaît sous la figure [3].

#### 3.2. Composants et équipements utilise

Pour simuler ce système, nous avons utilisé les composants suivants:

##### 3.2.1. Les cameras



**Figure 14 : Webcam utilisée dans le projet**

Webcam (en anglais : Webcam), est une caméra conçue pour être utilisée côté ordinateur, et diffuser de la vidéo numérique sur le Web et Internet en transférant des images instantanées, et c'est généralement une caméra numérique qui envoie des images sur Internet. Serveur, en

continu ou par intermittence. Ceci peut être réalisé en connectant l'appareil photo à un ordinateur ou à un appareil spécialisé. Comme la montre la figure [15].

Nous avons utilisé une simulation de webcam des caméras de surveillance réelles illustrées sur la figure [16].



**Figure 15 :** Caméra de surveillance réellement utilisée

### 3.2.2. Raspberry Pi

Raspberry Pi est le nom d'une série d'ordinateurs à carte unique fabriqués par la Raspberry Pi Fondation, une organisation caritative britannique qui vise à éduquer les gens à l'informatique et à faciliter l'accès à l'enseignement de l'informatique.

Le Raspberry Pi a été lancé en 2012, et depuis lors, d'autres révisions et variations ont été publiées. Le Raspberry Pi initial n'avait qu'un seul cœur de 700 MHz et seulement 256 Mo de RAM, et le dernier modèle a un processeur quadri cœur cadencé à plus de 1,5 GHz et 4 Go de RAM.

Partout dans le monde, Les gens utilisent le Raspberry Pi pour développer des projets matériels, apprendre la programmation, automatiser leur maison et configurer des clusters informatiques Kubernetes et Edge, et même les utiliser dans des applications industrielles.

Le Raspberry Pi est un ordinateur extrêmement abordable alimenté par Linux qui possède également un certain nombre de ports GPIO (entrée/sortie à usage général), vous permettant de contrôler les composants électroniques pour l'informatique physique et d'explorer l'Internet des objets (IoT). [16]



Depuis que nous avons utilisé le langage Python pour programmer le Raspberry Pi car c'est le langage le plus courant et le plus utilisé dans le domaine de l'intelligence artificielle.

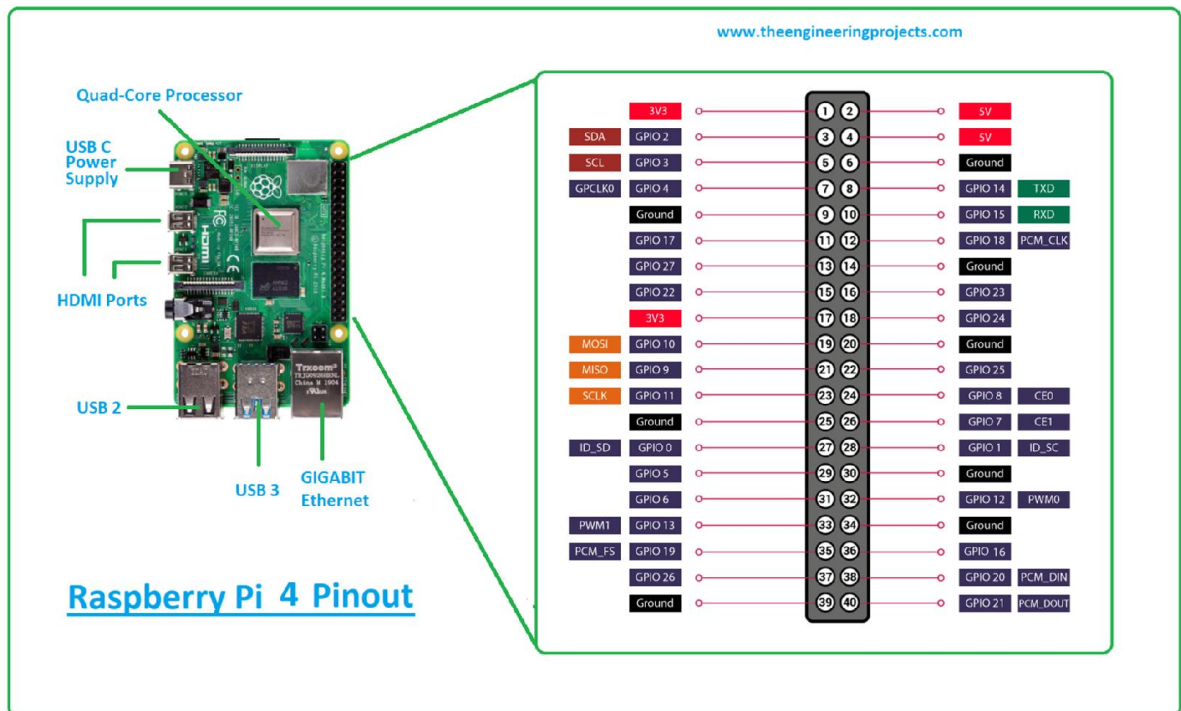


Figure 16: Raspberry pi [17]

### 3.2.3. Les LED

LED est l'acronyme de "Light Emitting Diode" en anglais, ce qui se traduit en français par "diode électroluminescente". Une LED est un composant électronique capable de produire de la lumière lorsqu'un courant électrique le traverse. Contrairement aux ampoules traditionnelles, les LED sont plus économes en énergie, plus durables et offrent une grande variété de couleurs. Elles sont utilisées dans de nombreux domaines tels que l'éclairage, les écrans d'affichage, les panneaux de signalisation et les dispositifs électroniques.

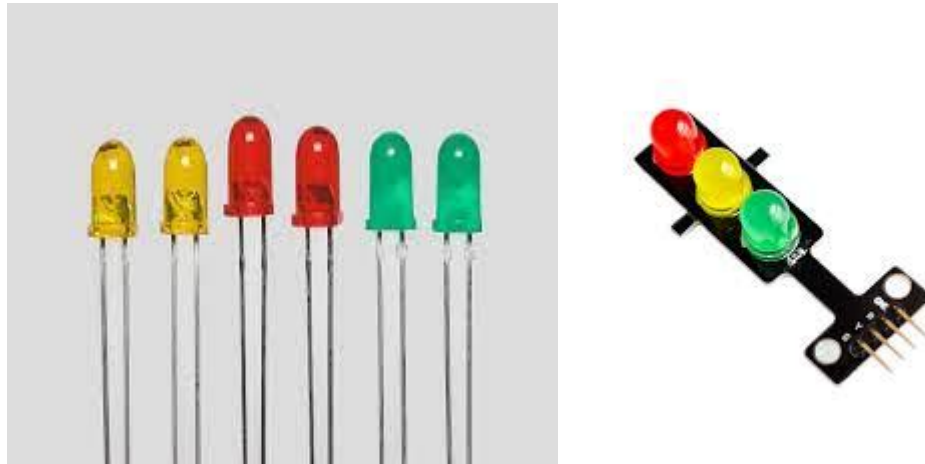


Figure 17 : LED

### 3.3. Exigences fonctionnelles

#### Contrôle des feux de signalisation

Le feu de signalisation est contrôlé en fonction du nombre de véhicules, c'est-à-dire que l'heure d'allumage du signal vert est déterminée en fonction du nombre de véhicules, car l'heure fixe est abandonnée.

### 3.4. Les éléments composants du système

nous avons utilisé des caméras sur la route pour prendre des photos, puis utilisé le Raspberry Pi pour traiter les informations obtenues (images) à l'aide d'algorithmes qui déterminent le temps qu'il faudra pour allumer le signal vert en fonction du nombre de véhicules et de la catégorie des véhicules sur la route. Pour simuler, Le Raspberry Pi donne des commandes pour allumer les feux à LED. La communication entre ces composants se fait avec des câbles.

### 3.5. Algorithmes et modèles:

#### 3.5.1. L'algorithme You Only Look Once (YOLO)

Le détecteur YOLO ne nécessite qu'un passage sur le réseau pour gérer à la fois la reconnaissance et la classification des objets. La confiance indique la précision de la boîte englobante et si elle contient réellement un objet (indépendamment de la classe) en traitant la tâche de détection comme une approche de régression unique pour détecter les boîtes englobantes et la confiance. De plus, YOLO prévoit le score de classement pour chaque box dans chaque classe d'entraînement. Pour déterminer la probabilité que chaque classe soit présente dans une boîte prédite, vous pouvez mélanger les deux classes. Les modèles YOLO

sont souvent rapides et petits, ce qui les rend plus rapides à apprendre et plus simples à utiliser, en particulier pour les périphériques aux faibles capacités de traitement.[18]

Nous avons utilisé YOLOv5, un membre de la famille des modèles de vision assistée par ordinateur.

YOLOv5 est couramment utilisé pour détecter des objets. YOLOv5 se décline en quatre versions principales : petite (s), moyenne (m), grande (l) et très grande (x), chacune offrant des taux de précision progressivement plus élevés. Chaque variante prend également un temps différent pour s'entraîner.

### 3.5.2. La bibliothèque OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) est une bibliothèque de logiciels open source de vision par ordinateur et d'apprentissage automatique. Il fournit une large gamme d'outils et de fonctions pour le traitement d'images et de vidéos, y compris divers algorithmes pour la détection de caractéristiques, la reconnaissance d'objets, l'étalonnage de la caméra, l'assemblage d'images, etc.

OpenCV est écrit en C++ et possède des interfaces pour divers langages de programmation, notamment Python, Java et MATLAB. Il est largement utilisé dans les universités et l'industrie pour des tâches telles que la robotique, la réalité augmentée, la reconnaissance faciale, l'imagerie médicale et les systèmes de surveillance. [19]

Nous avons utilisé la bibliothèque OpenCV pour capturer des images de la vidéo et lire l'image obtenue à partir de la caméra.

Certaines des fonctionnalités et capacités clés d'OpenCV incluent :

- E/S image et video
- Treatment image
- Detection et extraction de caractéristiques
- Detection et reconnaissance d'objets
- Calibrage de la camera
- Detection et reconnaissance d'objets
- GUI et visualisation

OpenCV est distribué sous une licence BSD, ce qui signifie qu'il est gratuit pour une utilisation académique et commerciale. Il a une communauté importante et active, avec une documentation complète, des tutoriels et des exemples de code disponibles en ligne.

### 3.6. Le choix de Raspberry Pi au lieu d'Arduino ?

Arduino et Raspberry Pi peuvent tous deux être utilisés pour un système de contrôle intelligent des feux de circulation, mais ils présentent certaines différences en termes de capacités et d'utilisations prévues.


Simple à utiliser et offrant un contrôle en temps réel sur le matériel tel que les capteurs et les actionneurs, Arduino est une carte à microcontrôleur conçue pour les tâches de contrôle matériel de bas niveau. Les cartes Arduino peuvent être programmées à l'aide du langage simplifié C/C++. Ils conviennent mieux aux projets à petite échelle qui nécessitent un contrôle matériel de bas niveau, comme le contrôle du mouvement d'un robot ou le suivi des conditions environnementales telles que la température et l'humidité.

D'autre part, Raspberry Pi est une ordinateur monocarte capable d'exécuter un système d'exploitation à part entière comme Linux. Il a plus de puissance de traitement qu'un Arduino et peut exécuter des applications logicielles plus complexes. Raspberry Pi peut être programmé dans différents langages, notamment Python, C/C++ et Java, et il peut être utilisé pour un large éventail de projets, des centres multimédias et des consoles de jeu aux systèmes de contrôle industriels et aux appareils IoT.

Dans le cadre d'un système de contrôle intelligent des feux de circulation, Arduino peut être utilisé pour des tâches de contrôle de bas niveau telles que la lecture de données à partir de capteurs et le contrôle des feux de circulation, tandis que Raspberry Pi peut être utilisé pour des tâches de niveau supérieur telles que le traitement d'images et la machine. Détection de véhicules basée sur l'apprentissage à l'aide de YOLOv5. Raspberry Pi peut également fournir une interface utilisateur pour le système, permettant aux utilisateurs de surveiller et de contrôler les feux de circulation à l'aide d'une application Web ou mobile.

En conclusion, le Raspberry Pi est une ordinateur monocarte capable d'exécuter des logiciels plus sophistiqués, alors qu'Arduino est une carte à microcontrôleur destinée au contrôle matériel de bas niveau. Les deux peuvent être utilisés pour créer un système intelligent de gestion des feux de circulation, bien que le Raspberry Pi puisse être plus efficace pour les travaux nécessitant un traitement et des logiciels avancés.

# Arduino vs Raspberry Pi

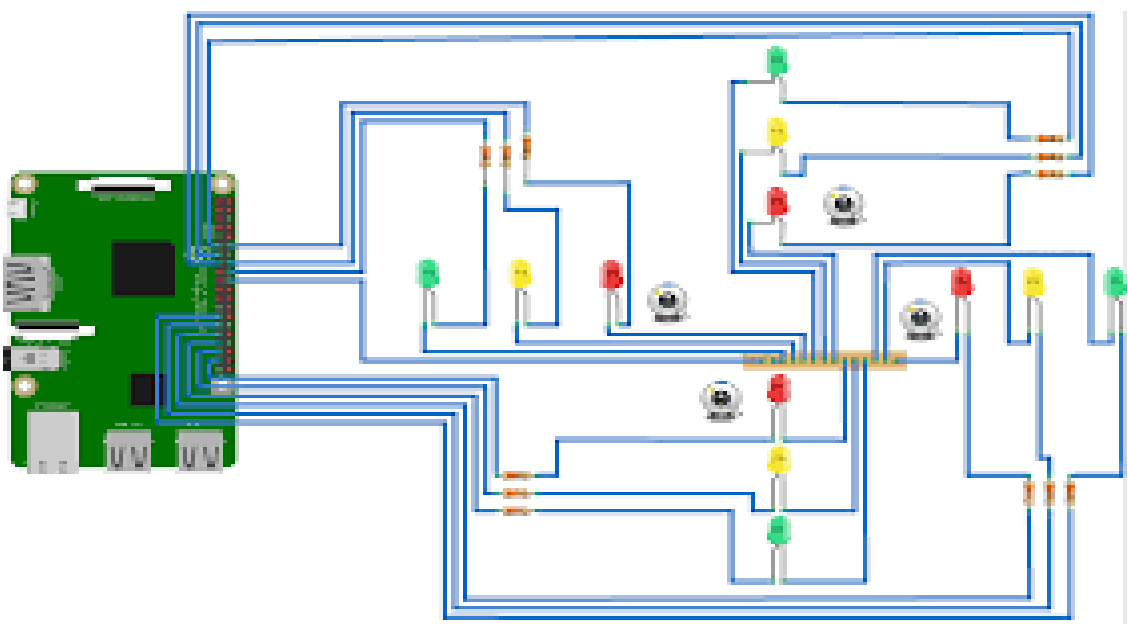
Specs	Arduino Uno 	Raspberry Pi 3 Model B 
CPU type	Microcontroller	Microprocessor
Operating System	None	Linux (usually Raspbian) or Win 10
Speed	16 Mhz	1.2Ghz
RAM	2KB	1GB
GPU/Display	None	VideoCore IV GPU
Disk	32KB	Depends on SD card
GPIO pins	14 digital pins (includes 6 analog)	26 digital pins
Other connectivity	None	USB, Ethernet, HDMI, audio
Power consumption	0.25W	6W

6

**Figure 18:** Comparaison des caractéristiques d'Arduino et de Raspberry Pi [20]

## 3.7. System circuit

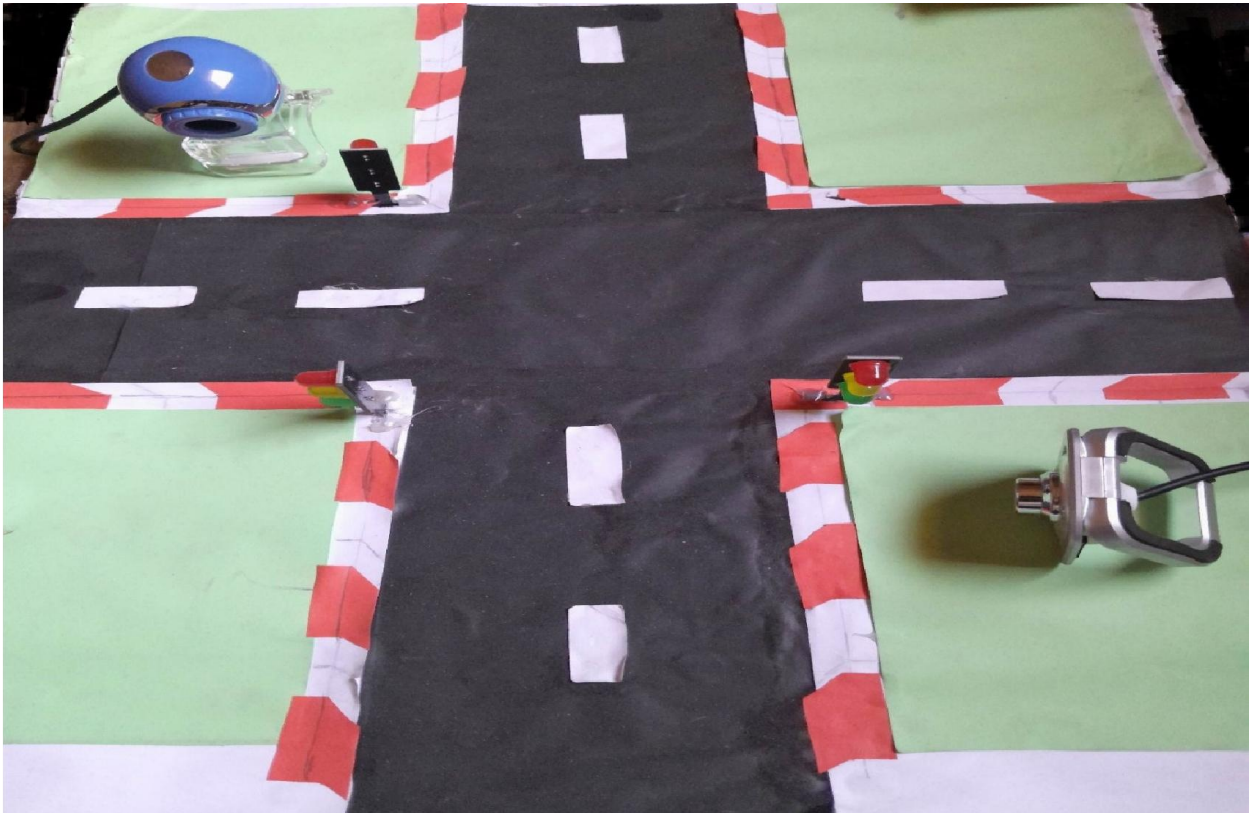
Le système de contrôle des feux de circulation contient des caméras connectées au Raspberry Pi via le port USB, et les signaux lumineux connectés aux ports Raspberry Pi, qui à leur tour reçoivent des informations, les traitent et émettent des commandes.



**Figure 19:** System circuit [21]

### 3.8. Prototypage

Pour émuler les performances du système proposé dans la vie réelle.



**Figure 20 : prototype de système**

## 4. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté la conception adoptée par le système, en plus des solutions qu'elle fournit en utilisant l'intelligence artificielle, et nous avons mis en œuvre le projet proposé en utilisant le processeur et les caméras qui nous ont permis de simuler le système pour effectuer le mode de réalisation de ce projet.

# Conclusion Générale

## Conclusion Générale

En conclusion, la mise en place d'un système intelligent de contrôle des feux tricolores à l'aide d'une caméra et de Raspberry Pi, ainsi que de l'algorithme YOLO (You Only Look Once), peut offrir plusieurs avantages en termes de gestion et d'efficacité du trafic. En tirant parti de la vision par ordinateur et des techniques d'apprentissage en profondeur, ce système peut détecter et suivre avec précision les véhicules, les piétons et d'autres objets en temps réel.

L'algorithme YOLO est particulièrement adapté à cette fin en raison de sa rapidité et de sa précision. Il traite le flux vidéo de la caméra en temps réel, identifiant et classant les objets dans chaque image, y compris les véhicules, les piétons et les cyclistes. Ces informations sont ensuite utilisées pour prendre des décisions intelligentes concernant le contrôle des feux de circulation.

Les principaux avantages de l'utilisation d'un système de contrôle intelligent des feux de circulation avec une caméra et Raspberry Pi avec l'algorithme YOLO incluent :

1. Optimisation du trafic : le système peut analyser les modèles de trafic, la densité et le flux en temps réel, permettant des ajustements dynamiques des horaires des feux de circulation. Cette optimisation permet d'améliorer la fluidité du trafic, de réduire les embouteillages et de minimiser les temps d'attente des véhicules.
2. Sécurité améliorée : À l'avenir, le système pourra détecter des collisions ou des infractions potentielles, telles que des véhicules qui brûlent des feux rouges ou des piétons qui traversent. Il peut réagir en ajustant les horaires des feux de circulation ou en déclenchant des alertes pour prévenir les accidents et assurer la sécurité.
3. Évolutivité et rentabilité : le Raspberry Pi est une plate-forme rentable et facilement évolutive pour la mise en œuvre de ce système. Plusieurs caméras et unités Raspberry Pi peuvent être déployées à différentes intersections, fournissant un réseau distribué de systèmes intelligents de contrôle des feux de circulation sans nécessiter de mises à niveau coûteuses de l'infrastructure.
4. Flexibilité et adaptabilité : L'algorithme YOLO peut être formé pour détecter différents types d'objets, ce qui le rend adaptable à différents scénarios de trafic, tracés de routes et conditions environnementales. Il peut gérer des situations de circulation complexes, y compris des intersections à plusieurs voies et des schémas de circulation non standard.



Cependant, il est important de noter que la mise en œuvre d'un système de contrôle intelligent des feux de circulation basé sur des caméras et l'algorithme YOLO s'accompagne également de certains défis et considérations. Ceux-ci inclus :

1. Traitement en temps réel : l'algorithme YOLO nécessite une puissance de calcul importante, et le traitement du flux vidéo en temps réel peut poser un défi, en particulier avec des ressources matérielles limitées. Des techniques d'optimisation, telles que la compression de modèle ou l'accélération matérielle, peuvent être nécessaires pour garantir des performances en temps réel.

2. Facteurs environnementaux : des conditions météorologiques défavorables, telles que la pluie, le brouillard ou un faible éclairage, peuvent affecter les performances de la caméra et des algorithmes de détection d'objets. La robustesse et l'adaptabilité aux conditions environnementales variables doivent être prises en compte lors de la conception et de la mise en œuvre du système.

3. Problèmes de confidentialité : l'utilisation de caméras pour la surveillance en temps réel soulève des problèmes de confidentialité. Des mesures appropriées doivent être en place pour assurer la sécurité des données, l'anonymisation et le respect des réglementations en matière de confidentialité afin de protéger les droits à la vie privée des individus.

En résumé, la mise en œuvre d'un système de contrôle intelligent des feux de circulation à l'aide d'une caméra, du Raspberry Pi et de l'algorithme YOLO peut améliorer considérablement la gestion du trafic, optimiser le flux de trafic et renforcer la sécurité.

Cependant, une attention particulière doit être accordée aux exigences de calcul, aux facteurs environnementaux et aux problèmes de confidentialité lors de la conception et du déploiement de tels systèmes.

À l'avenir, nous travaillerons à l'amélioration de ce système, dont le plus important est la détection des accidents de la route ou des dangers de la route résultant de catastrophes météorologiques et l'ajustement de la synchronisation des feux de circulation. Il devrait également inclure la sécurité des piétons, la découverte du numéro de la voiture, et prendre des photos du conducteur qui a commis l'infraction.

## Références

- [1] B. Sammoud, “Contribution à la modélisation et à la commande des feux de signalisation par réseaux de Petri hybrides Bassem Sammoud To cite this version : HAL Id : tel-01501909 Docteur en Génie Électrique Automatique Contribution à la modélisation et à la commande des,” 2017.
- [2] S. Faye, “Contrôle du trafic routier urbain par un réseau fixe de capteurs sans fil,” *Département Inform. Réseaux*, p. 41, 2012.
- [3] P. Minist, M. Seddik, and B. Jijel, “Développement d’un système intelligent de gestion des feux de circulation à Base des algorithmes génétiques Encadré,” 2020.
- [4] A. Vogel, I. Oremović, R. Šimić, and E. Ivanjko, “Improving traffic light control by means of fuzzy logic,” *Proc. Elmar - Int. Symp. Electron. Mar.*, vol. 2018-September, pp. 51–56, Nov. 2018, doi: 10.23919/ELMAR.2018.8534692.
- [5] L. M. Et. al., “Traffic Light Controller using Image Processing,” *Turkish J. Comput. Math. Educ.*, vol. 12, no. 2, pp. 405–411, 2021, doi: 10.17762/turcomat.v12i2.824.
- [6] Z. A. Ramadhan, R. hani salman, B. K. Mohammed, and A. H. Alwaily, “Design and implement a smart traffic light controlled by internet of things,” *Period. Eng. Nat. Sci.*, vol. 9, no. 4, pp. 542–548, 2021, doi: 10.21533/pen.v9i4.2351.
- [7] R. Geetha and D. Bhanu Sree Reddy, “Recruitment through artificial intelligence: A conceptual study,” *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 7, pp. 63–70, 2018.
- [8] “What is Artificial Intelligence (AI) ? | IBM.” <https://www.ibm.com/topics/artificial-intelligence> (accessed Jul. 01, 2023).
- [9] L. K. Et and M. Dahbia, “La Classification d’images d’insectes ravageurs en utilisant le Deep Learning,” pp. 2019–2020.
- [10] M. Vineethmohan, P. Hemanth, M. Mounica, and P. Lakshmi Prasanna, “Image classification using deep learning,” *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 12, no. 6, pp. 1–10, 2020, doi: 10.5373/JARDCS/V12I6/S20201001.
- [11] “What Is Artificial Intelligence (AI)? Definition, Types, Goals, Challenges, and Trends in 2022 - Spiceworks.” <https://www.spiceworks.com/tech/artificial-intelligence/articles/what-is-ai/> (accessed Jun. 01, 2023).
- [12] “What Is Computer Vision? | Microsoft Azure.” <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-computer-vision/> (accessed Jun. 03, 2023).
- [13] “The state of computer vision: benefits, challenges, and uses - N-iX.” <https://www.n-ix.com/computer-vision/> (accessed Jun. 01, 2023).
- [14] “Computer Vision for Dummies. Overview: | by Siddharth Das | Medium.” <https://sidereal.medium.com/all-you-need-to-know-about-computer-vision-3997bc6318a6> (accessed Jun. 01, 2023).
- [15] “Object detection in a dense scene. | Download Scientific Diagram.” [https://www.researchgate.net/figure/Object-detection-in-a-dense-scene\\_fig4\\_329217107](https://www.researchgate.net/figure/Object-detection-in-a-dense-scene_fig4_329217107) (accessed Jun. 02, 2023).
- [16] “What is a Raspberry Pi? | Opensource.com.” <https://opensource.com/resources/raspberry-pi> (accessed Jun. 03, 2023).

- [17] “What is Raspberry Pi 4? Pinout, Specs, Projects & Datasheet - The Engineering Projects.” <https://www.theengineeringprojects.com/2021/03/what-is-raspberry-pi-4-pinout-specs-projects-datasheet.html> (accessed Jun. 03, 2023).
- [18] A. Wafa, “Image Captioning,” p. 66, 2019.
- [19] “About - OpenCV.” <https://opencv.org/about/> (accessed Jul. 06, 2023).
- [20] “Raspberry PI Vs Arduino ? – D365 Spartan.” <https://d365spartan.wordpress.com/2019/06/22/raspberry-pi-vs-arduino/> (accessed Jun. 03, 2023).
- [21] “Traffic Density Monitoring using Raspberry Pi and OpenCV | Raspberry Pi Projects.” <https://www.pantechelearning.com/product/traffic-density-monitoring-using-opencv-2/> (accessed Jun. 03, 2023).

