



Projet de Fin d'Etudes



Sous le thème

Classification des fruits en utilisant l'AI avec supervision à l'aide de l'AR



Encadré par :

Mr.ELIHSSINI Hossine

Année Universitaire 2021-2022.

Remerciements :

Nous avons le plaisir de remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont attribué à l'élaboration de Notre projet.

Nous voulons exprimer notre grande estime et nos profondes gratitudee en général aux corps enseignant de l'EST d'Agadir pour leurs efforts pour nous fournir une formation d'une bonne qualité et en particulier à notre encadrant ELIHSSINI Hossine pour son encadrement, son orientation et ses précieux conseils.

Nous voulons également exprimer nos vifs remerciements au chef de département du génie Electrique Mr AJAAMOUM Mohamed et le directeur de l'EST d'Agadir Mr MEDIOUNI Mohamed. Ainsi que, Les membres du jury.

Table des matières :

Introduction générale :	1
Chapitre 1 : Processus de tri des fruits et des légumes.....	2
Introduction :	3
Procédure de triage des fruits et des légumes :	3
Méthode manuelle (classique) :	3
Méthode avancé (nouvelles technologies) :	4
Avantages de classification par AI :	5
Conclusion :	5
Chapitre 2 : Tri à l'aide de l'intelligence artificielle.....	6
Introduction :	7
Classification en utilisant l'AI :	7
Introduction à l'intelligence artificielle :	7
Réseau de neurones de convolution :	7
Préparation du model :	8
La détection d'objet :	8
Prototype d'exploitation de l'AI dans le tri :	8
Organigramme :	9
Conclusion :	10
Chapitre 3 : La supervision pour l'intégrité du système.....	11
Introduction :	12
La supervision :	12
Application de supervision :	12
Communication via le protocole Modbus TCP :	13
Modbus TCP/IP :	13
Exploitation du protocole :	13
Conclusion :	13
Conclusion générale :	14

Introduction générale :

Le monde a connu une croissance démographique exponentielle depuis la fin de la seconde guerre mondiale, particulièrement dans les pays en développement. Ce qui a accru les besoins alimentaires et entrainer l'expansion de la production mondiale.

Parallèlement à cette augmentation en population, les technologies de production deviennent de plus en plus efficaces et répondent à la demande massive des consommateurs, surtout au niveau de l'alimentation. Grace à l'évolution du domaine électronique-informatique, l'intelligence artificielle a vu le jour comme étant la dernière tendance dans l'industrie qui a surgie avec le phénomène du big data, ouvrant la voie à la nouvelle révolution industrielle des objets connectés (industrie 4.0).

Ces technologies à grand potentiel sont applicables dans vastes domaines, surtout dans tout ce qui est classification, reconnaissance et simulation d'intelligence humaine, d'où le nom intelligence artificiel.

Dans ce projet nous allons réaliser un bloc de classification des fruits selon le critère de la fraîcheur, en essayant de limiter les besoins en termes de main d'œuvre et en termes de temps pour compléter cette tâche.

Pour accompagner cette technologie de classification automatique, on a conçu un système de supervision, une ligne de production autonome et assez compliquée comme celle du triage des fruits et des légumes nécessite un système permettant la visualisation permanente et le contrôle du champ de production pour assurer sa continuité et sécurité. Alors on a développé une application pour la supervision, basée sur la réalité augmentée qui permet le superviseur d'observer en temps réel l'évolution de la production et de prendre des actions rapides dans les cas nécessitant l'intervention de l'être humain.

Le rapport est structuré, en 3 chapitres, comme suit :

- + Le premier discute le processus de tri des fruits et légumes où nous avons discuté les problématiques et possibles solution dans cette industrie.
- + Le deuxième chapitre est une exploitation de l'intelligence artificiel dans les lignes de tri ou nous avons proposé un prototype répondant aux problématiques précédentes.
- + Le troisième chapitre est dédié à l'exploitation de la réalité augmenté pour la supervision de la conditionneuse réalisée à l'aide de l'AI.

Chapitre 1 : Processus de tri des fruits et des légumes

Introduction :

Dans plusieurs régions du monde, La production des fruits et des légumes est fortement affectée par les conditions naturelles non convenables, (les ravageurs et les conditions météorologiques défavorables) Ce qui nécessite des étapes de triage et de classification qui font perdre du temps et augmenter le coût.



1-Pommes endommagées par des ravageurs

Procédure de triage des fruits et des légumes :

Méthode manuelle (classique) :

Avant leur commercialisation, les fruits passent par une phase très importante nommée le conditionnement, cette phase comporte de nombreuses étapes telles que le nettoyage, l'application de cire, le calibrage ou le triage selon la qualité et la couleur.

La tâche qui concerne le triage des fruits et des légumes est parmi les tâches qui coûtent beaucoup au niveau de budget et du temps aussi. Nécessitant un nombre énorme de main œuvre qui est proportionnel à la quantité des fruits à classer, elle prend également beaucoup de temps pour être bien précise, car chaque fruit doit être trié individuellement. Sinon, on sera confrontés au problème des bons fruits jetés par erreur ou des fruits pourris livrés au client.



2- Ligne de production des pommes

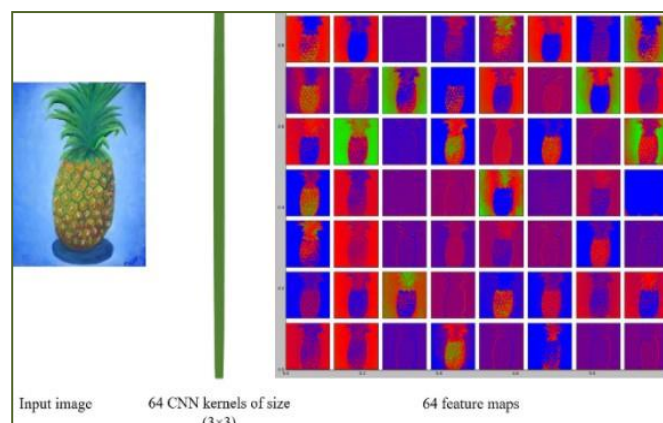


3- triage manuel des Pommes

Méthode avancé (nouvelles technologies) :

Le domaine de l'intelligence artificielle a connu beaucoup d'avancement ces dernières années, simultanément avec l'apparition du phénomène du big data puisque les modèles de machine learning sont gourmands au niveau des données.

Cette évolution la pose comme une option pour les applications de traitement, Reconnaissance et classification des images. La classification des fruits et des légumes utilisant la ML est l'une des méthodes les plus optimales dans les systèmes commerciaux et agricoles.



4- Classification automatique des fruits à l'aide du Deep Learning pour les applications industrielles

Avantages de classification par AI :

La catégorisation automatisée des fruits et des légumes à l'aide du machine Learning joue un rôle important dans l'agriculture, parce qu'elle permet de dépasser les problèmes que l'on trouve souvent dans la méthode classique, qui est coûteuse et lente, facilement influencé par des facteurs externes, en plus d'atteindre des valeurs de précision très élevées. Et parmi les autres nombreux avantages de cette manière de classification est qu'elle peut être évaluée, et améliorée (upgradable), elle peut également sauvegarder des données et des statistiques précis des produits classifiés pour les réutiliser après dans l'analyse de la qualité, ainsi qu'elle peut donner une idée sur l'état du système de triage et plusieurs autres informations nécessaires pour la supervision.

Conclusion :

En vue de la demande de plus en plus croissante au niveau des produits alimentaires, il est nécessaire de bien considérer d'autres solutions techniquement bien plus avancées que les méthodes traditionnelles et manuelles dans la production. Avec les nouvelles percées dans le domaine, les options disponibles sont vagues, et la classification en utilisant l'intelligence artificielle reste un des meilleurs choix.

Chapitre 2 : Tri à l'aide de l'intelligence artificielle

Introduction :

Les systèmes de classification des fruits intelligents retiennent de plus en plus l'attention de la recherche à cause de leur importance croissante et leur potentiel dans le développement et l'amélioration des systèmes industriels. Dans ce chapitre on va présenter un système de catégorisation autonome des fruits selon leur fraîcheur à l'aide d'un système intelligent.

Classification en utilisant l'AI :

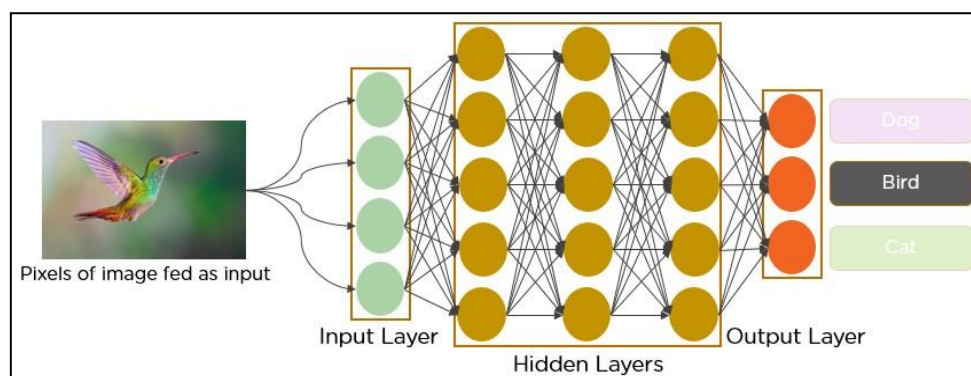
Introduction à l'intelligence artificielle :

Avant de présenter notre modèle de classification, on doit d'abord clarifier certaines notions relatives à la l'intelligence artificielle.

L'intelligence artificielle consiste à développer des techniques dans le but de permettre aux machines d'imiter une forme d'intelligence réelle, parmi ces techniques on trouve le deep Learning et machine Learning (ML) qui sert généralement à extraire les caractéristiques des images pour les classer, ceci est basé sur la notion des CNN (convolutional neural networks).

Réseau de neurones de convolution :

Un CNN est un algorithme mathématique du deep Learning qui peut prendre des photos, sous forme des pixels, les attribuer des poids et des biais, et les passer par des filtres (convolutional layers) pour extraire leurs caractéristiques.



5- Un CNN classifiant l'image d'input comme un chat, un chien. Ou un oiseau

Préparation du model :

Afin d'élaborer un modèle de classification on passe par deux phases fondamentales qui sont successivement l'entraînement et le test. Dans la première phase (training), nous alimentons le modèle avec une grande quantité d'images étiquetées ou labélisées qui seront traité par un algorithme convenable qui va extraire les points communs entre une variété d'images prédéfinis (notre data). Alors que la partie test sera un fast check du model avec de nouvelles images jamais vu (simulation d'un déploiement en temps réel).

La détection d'objet :

La détection d'objet (Object détection) est une tâche importante De la vision artificielle utilisée pour détecter des instances d'objets visuels de certaines classes, dans des images numériques telles que des photos ou des images vidéo ou dans la capture vidéo en temps réel. Comme son nom l'indique elle permet de développer des modèles informatiques capable de détecter un ou des Objets cibles.

Prototype d'exploitation de l'AI dans le tri :

« Notre prototype est basé sur le traitement de pomme comme exemple. Ceci ne l'empêche pas d'être utilisé pour d'autres cas »

Pour le traitement en temps réel des inputs (les images des pommes passantes) il est nécessaire d'avoir un système informatique. Dans notre cas on utilisera le Raspberry pi quoiqu'il soit une ressource limitée il est largement suffisant.

« Pour un résultat plus efficace le système peut être amélioré avec des machines plus puissantes, ce qui fait de la solution un projet flexible selon les besoins »

Une caméra est nécessaire pour la prise de données en temps réel, cette dernière est liée au Raspberry pi qui traitera les données à l'aide du model de classification et donne des outputs (fraiche - pourris) capables d'être exploités pour prendre des actions automatiques à l'aide des vérins

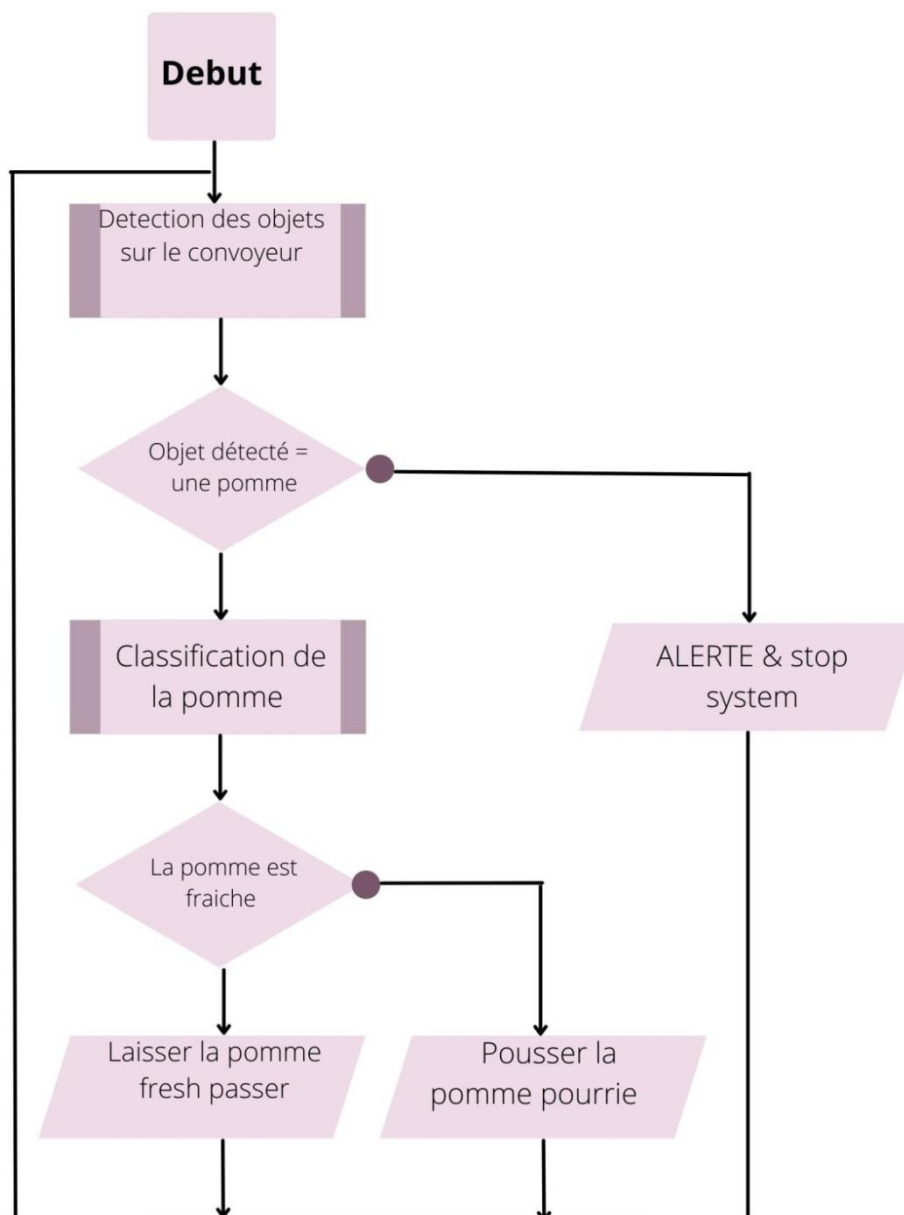
« La présence des caméras haute gamme est un plus pour augmenter l'efficacité »

On a pris en compte les différents cas exceptionnels possible, la présence d'un Object intrus (sac, clefs ...). Pour cela en plus de la réalisation d'un algorithme de classification on a prévu un algorithme pour la détection de l'Object cible (pomme). La présence d'une pomme donne le feu vert pour sa classification, Alors qu'une détection d'un intrus quelconque déclenchera une alarme pour alerter l'utilisateur pour éviter d'obstruer la tâche de triage principal (classifier les pommes).

Notre solution est Donc capable de :

- 1- La détection de l'Object cible
- 2- Éliminé les intrus
- 3- Classifié les bonnes et mauvaises pommes
- 4- Éliminé les pommes pourris à l'aide d'un vérin
- 5- Alerte l'utilisateur lors de la présence d'un intrus
- 6- Capable également à acquérir ou bien récupérer des données nécessaires pour la supervision.

Organigramme :



Conclusion :

En s'inspirant des avancements technologiques connus dans le monde de production des fruits et de l'automatisation total des lignes de production on a réalisé une machine basée sur l'intelligence artificielle qui a pour rôle de classer les pommes. Celle-ci a été réalisée en utilisant un modèle de classification qui rend possible d'aboutir à une précision tellement élevée, en plus d'une augmentation du rapport production/temps. Avec nos ressources limitées durant le test du prototype il n'est pas évident de voir des résultats importants, mais avec la flexibilité de l'idée il est possible donc d'avoir des résultats désirés lors du déploiement avec des équipements de traitement plus performants.

Chapitre 3 : La supervision pour l'intégrité du système

Introduction :

Depuis le début de l'industrialisation la supervision a joué un rôle majeur dans le secteur de production. Au fur et à mesure commençant par des personnels superviseurs, cette dernière a connu plusieurs changements et développement dans chaque révolution industriel, arrivant de nos jours aux systèmes automatiques intelligents. L'industrie 4.0 « IOT » se basant sur les objets connectés et l'implémentation de l'intelligence artificiel et la réalité augmenté, celle-ci permet d'ajouté une dimension imaginaire sur la réalité vue comme son nom l'indique, donnant alors un boost de possibilité et créativité en ce qui concerne la supervision.

La supervision :

La supervision joue un grand rôle dans l'industrie depuis la naissance des grandes installations industrielles, Cette dernière dépendait du personnel et des tableaux de bord localisé dans des cabinet bien spécialisé loin du champ de production ou l'action prend lieu, ce qui limite le superviseur de percevoir les actualités avec vision réel loin des systèmes a bouton et voyant, ou bien la possibilité de vérifier de l'état des machines en cas de maintenance. Une application mobile est donc la meilleur pour ce genre de problèmes. L'utilisation comme exemple de la réalité augmenté comme étant une superposition du champ visuel de l'utilisateur et des objets dynamiques virtuels, dans une application mobile répond donc aux problèmes de la supervision classique.

Application de supervision :

Dans ce chapitre en parlera de la réalisation d'une application mobile de supervision pour le Project de classification des fruits et des légumes. En utilisant le programme de développement Unity et l'extension Vuforia. On a abouti à développer une application de la supervision, qui va permettre de visualiser l'état du système, donner les statistiques nécessaires et déclencher une alerte dans le cas de présence de danger.

Parallèlement au système autonome de classification, Nous avons conçu cette application permettant de prendre des actions en plus de recevoir des statistiques en temps réel. Tout ceci en utilisant la réalité augmentée donnant donc une expérience approfondie a l'utilisateur au cours des actions en temps réel de notre système de classification.

Notre solution consiste donc à :

- Recevoir des données statistiques (nombre de pommes...)
- Prendre des actions à l'aide des boutons virtuels faciles à accès
- Facile à utiliser
- Fournir l'habilité aux superviseurs de prendre des actions rapides en cas de danger.
- L'Applications mobile peut être utilisée partout (condition= présence de l'image cible), et n'est pas limite dans un cabinet de supervision.

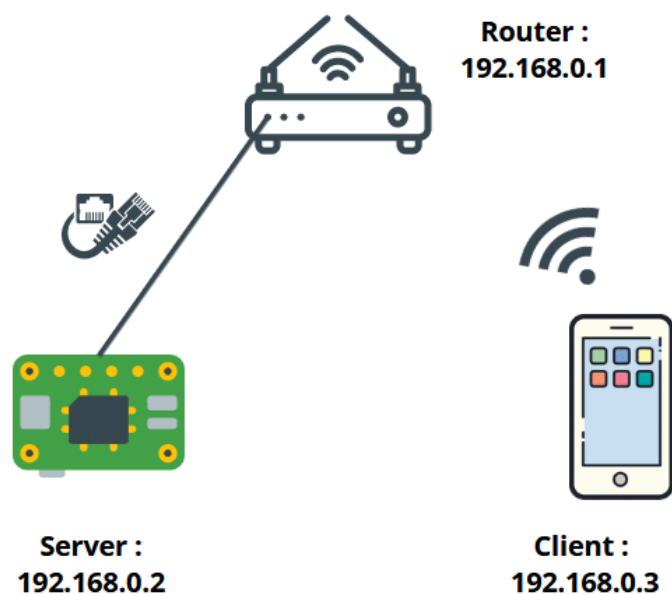
Communication via le protocole Modbus TCP :

Modbus TCP/IP :

Le protocole de communication Modbus TCP/IP devient plus en plus dominant dans l'infrastructure de transmission des données dans industries, grâce à la flexibilité de sa connexion qui peut être câblé ou sans fil. Ce protocole permet de transmettre les données sous forme des registres de taille $n \times \text{Bytes}$ entre un serveur qui reçoit des commandes imposées par le client et envoie des données qui répond aux ordres du client.

Exploitation du protocole :

Notre application est connectée au Raspberry pi via wifi pour transférer des données, ce dernier étant un serveur de données, cette opération est assurée en utilisant le Protocole de transmission des données Modbus TCP/IP, ceci est accompli par les convenables bibliothèques. L'appareil de supervision comme étant client pourra donc commander et recevoir les données nécessaires pour la supervision en temps réel. Cela permettra à l'utilisateur d'avoir une accessibilité au déroulement de l'opération de classification.



6- Modèle simplifié de notre réseau

Conclusion :

L'application qu'on a développée pour la supervision de notre bloc de triage est capable d'informer l'utilisateur de plusieurs statistiques et recevoir les ordres nécessaires pour assurer la sécurité du système. Mais le plus essentiel est qu'elle est distincte des applications standard de son genre puisqu'elle est portable et basée sur la réalité augmentée, ce qui l'a rendue plus flexible et facile à utiliser.

Conclusion générale :

Depuis le début de l'Age de l'industrialisation la production des biens avait été en augmentation jamais vu en paravent, un bon taux de production est un indice de succès de l'industrie, marquant la première préoccupation des entreprises. Les méthodes traditionnelles simples, par exemple manuel dans les lignes de tri des fruits, ont été considérés comme solution accepté mais a plein de désavantage, un temps limité par le cycle jour et nuit, les inconsistances de la précision des ouvriers. Une solution automatique est supérieure pour améliorer la production avec le gain du temps et la précision. En appliquant cette idée on a réalisé un prototype qui imite le même rôle (la classification). Avec un algorithme de classification et de détection, nous avons abouti à une idée applicable et flexible selon le matériel disponible. Il n'est pas évidant de voir des résultats importants avec nos ressources limitées durant le test du prototype, mais avec la flexibilité de l'idée il est possible donc d'avoir des résultats désirés lors du déploiement avec des équipements de traitement plus performants. On a accompagné la conditionneuse intelligente autonome avec un système de supervision qui se manifeste dans notre application mobile utilisant la Réalité augmenté. Le mix de la réalité et des éléments descriptifs virtuelles ajoute une flexibilité selon les besoins de l'utilisateur par exemple : affiché les données et des statistiques etc... Ce couple de l'AI et AR est une simulation du concept des Object connecté, applicable aujourd'hui dans l'industrie formant donc la nouvelle révolution nommée l'industrie 4.0.