

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 01



**Faculté de Technologie
Département automatique**

Mémoire de Projet de Fin d'Études

Pour l'obtention du diplôme de Master

Option : Automatique Appliquée

Thème

L'Utilisation De L'IA Dans Un Système D'Emballage

Dirigé par :

Mme. AIT MESSAOUD LYSA

M. MOSBAH RAMZI

Réalisé par :

M. HAMIDI KHALED

Mme. SLIMANI WISSAM YOUSRA

BLIDA Juillet 2023

Remercîments

Tout d'abords nous remercions Le dieu Tout puissant dont toute sa sainte miséricorde de nous avoir ouvert la voie du savoir et qui nous a donné le courage de pouvoir terminer cet humble travail

On remercie notre PROMOTEUR M. Mosbah Ramzi pour son aide précieuse ainsi ces orientations efficaces et bien sur ces conseils avisés qu'il nous a fourni pour L'élaboration de ce Travail

On remercie également notre Co-PROMOTRICE Mme. Ait

Messaoud Lysa tout le soutien et la disponibilité dont ELLE a su faire preuve

On tient à remercier et témoigner notre gratitude à tous les professeurs ayant contribué de près ou de loin pour leurs aides directes ou indirecte finalement à Tous nos frère et sœurs amis proches en particulier ceux de tous les jours on tient à vous remercier pour votre soutien moral inconditionnel et inestimable.



Dédicace

Je tiens à exprimer ma gratitude à Allah tout-puissant pour Sa guidance, Sa miséricorde et Sa bénédiction tout au long de la rédaction de mon mémoire. C'est grâce à sa volonté et à sa grâce que j'ai pu accomplir ce travail.

Mes plus sincères remerciements vont

À mes parents, pour leurs nombreux sacrifices et soutiens inconditionnels tout au long de mon cursus scolaire. Leurs confiances ainsi que leurs amours fut une source de détermination pour aboutir à cette réussite

À mes frères et sœurs « Hanna, Sarah, Ryad » pour leurs présence constante et encouragements

À toute ma famille, amis et toute personne chère a mon cœur qui ont contribué de façon indirecte à la réalisation de ce mémoire et qui ont joué un rôle important dans ma motivation à mener ce projet

KHALID





Dédicace

Au nom d'Allah, Le Clément, Le Miséricordieux Louange et Gloire

*À Dieu, le Tout Puissant, qui nous a permis de mener à bien
notre modeste travail. Prière et bénédictions d'Allah sur le prophète
Mohamed Paix et Salut sur lui.*

Je dédie ce travail

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur
tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs, Nour elhouda et Imene pour leurs encouragements
permanents, et leur soutien moral,*

*A mes chers frères, Abdennour et Abd el wahab pour leur appui et leur
encouragement,*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours
universitaire,*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de
votre soutien infallible,*

*A tous mes amis qui m'aime de près ou de loin Merci d'être toujours là
pour moi.*

WISSAM

يستخدم البشر رؤيتهم لتحليل أي معلومات واردة من الطبيعة والتحكم فيها. مع التقدم التكنولوجي الكبير، يتم استخدام أجهزة الكمبيوتر لإنجاز هذه المهمة، وذلك بطريقة تلقائية ومن ثم ولدت رؤية الكمبيوتر. في هذا العمل قمنا بتلخيص المعلومات العامة عن الذكاء الاصطناعي ثم التعريفات والمفاهيم الأساسية المتعلقة برؤية الكمبيوتر، ثم الدخول في معالجة الصور. في النهاية،

نطبق معالجتنا لاستخراج المعلومات من الصورة ومن ثم نقوم بتخزينها في قاعدة بيانات.

الكلمات المفتاحية: طريقة تلقائية، رؤية الكمبيوتر، الذكاء الاصطناعي، معالجة الصور، استخراج المعلومات من الصورة.

Résumé

L'être humain utilise sa vision pour analyser et contrôler toute information reçue de la nature. Avec la grande avancée technologique, les ordinateurs sont ainsi utilisés pour accomplir cette tâche, et cela de façon automatique et c'est alors que la vision par ordinateur a vu le jour. Dans ce travail nous avons récapitulé des généralités sur l'intelligence artificielle puis les définitions et les notions élémentaires liée à la vision par ordinateur, pour entrer ensuite au traitement d'image. A La fin on a appliqué ses traitements pour extraire des informations d'une image et les stocker dans une base de données (fichier PDF).

Mot clés : automatique, vision par ordinateur, intelligence artificielle, traitement d'image, extraire des informations d'une image.

Abstract

Human beings use their vision to analyze and control any information received from nature. With the great technological advance, computers are thus used to accomplish this task, and that in an automatic way and it is then that computer vision was born. In this work we have summarized general information on artificial intelligence then the definitions and basic notions related to computer vision, to then enter image processing. At the end, we apply our processing to extract information from an image then store it in a database (pdf file).

Keywords : automatic, computer vision, artificial intelligence, image processing, extract information from an image.

Table des matières

<i>Introduction générale</i> :	1
<i>Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise (BOMARE COMPANY)</i>	
1.1 <i>Introduction</i> :	3
1.2 <i>Activité de l'entreprise</i> :	4
1.3 <i>Chiffres clés</i> :	5
1.4 <i>Unités de productions</i> :	6
1.4.1 <i>Unité de production des cartes électroniques (UPCE)</i> :	6
1.4.3 <i>Unité de production des smartphones</i> :	9
1.5 <i>Engagement de BOMARE COMPANY</i> :	10
1.6 <i>Conclusion</i> :	12
<i>Chapitre 2 : L'intelligence artificielle dans le contrôle industrielle</i>	
2.1 <i>Introduction</i> :	14
2.2 <i>L'intelligence artificielle</i> :	14
2.2.1 <i>Principe de l'intelligence artificielle</i> :	14
2.2.2 <i>Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?</i>	14
2.2.3 <i>Les domaines d'application de l'IA</i> :	15
<input type="checkbox"/> <i>L'IA dans l'industrie</i> :	15
<input type="checkbox"/> <i>L'IA dans la cybersécurité</i> :	15
<input type="checkbox"/> <i>L'IA dans la santé</i> :	15
<input type="checkbox"/> <i>L'IA dans le commerce</i> :	16
<input type="checkbox"/> <i>L'IA dans la recherche</i> :	16
2.2.4 <i>Avantages et inconvénients de l'intelligence artificielle</i> :	16
2.2.4.1 <i>Les avantages</i> :	16
2.2.4.2 <i>Les inconvénients</i> :	17
2.3 <i>L'IA dans l'industrie</i> :	18
2.3.1 <i>Intelligence artificielle et industries : quel rapport ?</i>	18
2.3.2 <i>Comment l'intelligence artificielle peut aider les opérateurs en production ?</i>	18
<i>Maintenance prédictive</i> :	18
<i>Contrôle de la qualité</i> :	19
<i>Optimisation des processus</i> :	19
<i>Sécurité</i> :	20

Table des matières

2.4	Conclusion :	20
	<i>Chapitre 3 : l'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur</i>	
3.1	Introduction :	22
3.2	La vision par ordinateur :	22
3.3	Les applications de la vision par ordinateur :	22
3.4	La différence entre La reconnaissance d'image et la Machine Vision :	23
3.5	L'extraction des caractères en utilisant la méthode OCR :	25
3.5.1	Qu'est-ce que la reconnaissance optique de caractères ?	25
3.5.2	Comment fonctionne l'OCR ?	25
	<i>Étape 1 : Pré-traitement de l'image</i>	26
	<i>Étape 2 : Segmentation</i>	28
	<i>Étape 3 : Reconnaissance de caractères</i>	29
	<i>Étape 4 : Post-traitement du résultat</i>	29
3.6	Conclusion :	30
	<i>Chapitre 4 : Étude pratique et résultats</i>	
4.1	Introduction :	32
4.2.1	Python :	32
4.2.2	La bibliothèque Open CV :	33
4.2.3	La bibliothèque Pillow :	33
4.2.4	La bibliothèque Tesseract OCR :	34
4.2.5	Pytesseract :	35
4.3	Description de la mise en place expérimentale (Matérielles utilisés) :	36
4.3.1	Raspberry :	36
4.3.2	Camera :	38
4.3.3	Bouton poussoir :	39
4.4	Configuration logicielle :	40
4.4.1	Système d'exploitation : Raspbian	40
4.4.2	OpenCV sur Raspberry :	43
4.4.3	Pillow sur Raspberry Pi :	44
4.4.4	Pytesseract sur Raspberry Pi :	45
4.5	Acquisition d'images des téléviseurs :	45

Table des matières

<i>4.5.1 Initialisation de la caméra :</i>	<i>46</i>
<i>4.5.2 Capture d'image :</i>	<i>47</i>
<i>4.5.3 Traitement de l'image :</i>	<i>48</i>
<i>4.5.4 Extraction du texte :</i>	<i>50</i>
<i>4.5.5 Enregistrement des informations :</i>	<i>50</i>
<i>4.6 Analyse et interprétation des résultats :</i>	<i>51</i>
<i>4.7 Aspects organisationnels :</i>	<i>52</i>
<i>4.8 Limitations et défis rencontrés :</i>	<i>53</i>
<i>4.9 Applications et implications industrielles :</i>	<i>54</i>
<i>4.10 Conclusion :</i>	<i>54</i>
<i>Conclusion générale :</i>	<i>57</i>
<i>Bibliographie :</i>	<i>58</i>

Liste des figures

Figure 1 : logo de l'entreprise.....	3
Figure 2 : logo de la marque commerciale	4
Figure 3 : unité de production des cartes électroniques	7
Figure 4 : unité de production des cartes électroniques	8
Figure 5 : unité de production des smartphones	9
Figure 6 : unité d'assemblage des téléviseurs	9
Figure 7 : unité de production des cartes électroniques	10
Figure 8 : Exemple de redressement.....	26
Figure 9 : Exemple de binarisation.....	27
Figure 10 : Exemple de zonage.....	27
Figure 11: Exemple de la normalisation.....	28
Figure 12: Exemple de la Détection des mots et des lignes de texte.....	28
Figure 13: Un exemple de la phase de post-traitement de l'OCR, où la sortie est fixée.	29
Figure 14:logo de python	32
Figure 15:Logo de OpenCV	33
Figure 16:logo de tesseract-ocr	35
Figure 17 : fonctionnement de Pytesseract	36
Figure 18: Raspberry Pi 3 Model B.....	37
Figure 19: ports GPIO de Raspberry Pi 3	38
Figure 20: Camera USB.....	39
Figure 21: bouton poussoir.....	40
Figure 22: La configuration logicielle.....	40
Figure 23: Installation de Raspberry Pi Imager	42
Figure 24: installation de Raspbian à partir Pi Imager	42
Figure 25: Interface de Raspbian	43
Figure 26: commande pour mettre à jour le système.....	44
Figure 27: commande pour installer python	44
Figure 28: commande pour installer pillow	44
Figure 29: commande pour installer tesseract-ocr.....	45
Figure 30: commande pour installer pytesseract	45
Figure 31: Schéma d'acquisition d'images.....	46
Figure 32: image capturée au bon moment	48
Figure 33: image capturée au mauvais moment.....	48
Figure 34: La zone rectangulaire autour de la zone d'intérêt TV1.....	49
Figure 35: La zone rectangulaire autour de la zone d'intérêt TV2.....	49
Figure 36: résultat final de l'extraction.....	51
Figure 37: Solution organisationnelle de notre travail	52

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Chiffres clés de BOMARE COMPANY	5
Tableau 2 : Liste d'exportation de BOMARE COMPANY	6

Liste des abréviations

IA: Intelligence artificielle.

DL: deep learning.

ML: machine learning.

GAN : générative adversal networks.

RNA : réseaux de neurones artificiels.

GPU: *graphical processing unit*.

CNN: Convolutional Neural Network.

RGB: red,green,blue.

CONV: convolution.

POOL: pooling.

IT: Information Technology.

SRA : la surveillance du rendement des applications.

SDRR : la surveillance et le diagnostic du rendement des réseaux.

TMR : le temps moyen de réparation.

TIC : technologies de l'information et de la communication

OASI : Orchestration et automatisation de la sécurité et intervention.

ACUE : Analyse du comportement des utilisateurs et des entités.

V.A.O : vision assistée par ordinateur.

ID : identification.

Introduction Général

Introduction générale :

Aujourd'hui dans le monde, de plus en plus d'entreprises cherchent activement à utiliser l'intelligence artificielle (IA) dans leur secteur industriel pour améliorer leurs performances et leur compétitivité. L'IA offre des opportunités uniques pour résoudre des problèmes complexes, prendre des décisions plus éclairées et innover dans les processus de production et de gestion. Les entreprises reconnaissent le potentiel de l'IA pour améliorer leur efficacité opérationnelle. Les systèmes d'IA peuvent automatiser des tâches répétitives et laborieuses, ce qui libère du temps pour les employés afin qu'ils se concentrent sur des tâches à plus forte valeur ajoutée.

L'emballage joue un rôle crucial dans l'industrie en garantissant la protection et la traçabilité des produits tout au long de la chaîne de production, en assurant leur présentation esthétique et en facilitant leur transport et leur distribution. Cependant, le processus d'emballage est souvent sujet à des défis tels que la nécessité d'une intervention humaine intensive.

L'évolution rapide des technologies et l'émergence de l'intelligence artificielle (IA) ont ouvert de nouvelles perspectives et opportunités dans de nombreux domaines. L'industrie manufacturière en particulier a bénéficié des avancées de l'IA, offrant des solutions innovantes pour améliorer les processus de production et accroître l'efficacité globale des entreprises. Cependant, les méthodes traditionnelles d'emballage peuvent être sujettes à des erreurs humaines, entraînant des problèmes de qualité et une perte de temps. C'est ici que l'intégration de l'IA peut apporter des améliorations significatives en automatisant le processus d'emballage.

Dans ce contexte, le présent mémoire de fin d'études se concentre sur l'utilisation de l'IA dans un système d'emballage des téléviseurs. L'étude est réalisée au sein d'une entreprise spécialisée dans l'industrie des téléviseurs (BOMARE COMPANY), dont l'objectif est d'optimiser une partie de processus d'emballage en exploitant les avancées de l'IA. L'objectif principal de cette recherche est d'explorer comment l'IA peut être utilisée pour capturer et extraire les informations affichées sur les écrans des téléviseurs, afin de faciliter leur enregistrement et leur utilisation ultérieure dans le processus d'emballage.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise « BOMARE COMPANY »

1.1 Introduction :

BOMARE COMPANY est une entreprise algérienne spécialisée dans les technologies de l'information et de la communication (TIC). Fondée en 2001 par M. AHMED BOUMAARA, l'entreprise a connu une croissance rapide et est devenue l'un des leaders nationaux dans le domaine des solutions technologiques. [1]



Figure 1 : logo de l'entreprise

L'histoire de BOMARE COMPANY commence avec une petite équipe d'ingénieurs et de passionnés de la technologie qui partageaient la vision commune de développer des produits innovants et de haute qualité. Au fil des années, l'entreprise a su développer son expertise et étendre ses activités pour répondre aux besoins du marché algérien et international.

L'une des principales activités de BOMARE COMPANY est la fabrication de produits électroniques grand public tels que les téléviseurs, les téléphones mobiles, les tablettes et les équipements de réseau. L'entreprise met l'accent sur la recherche et le développement pour offrir des produits de pointe avec des fonctionnalités avancées.

BOMARE COMPANY s'est également diversifiée dans d'autres domaines des TIC, notamment les solutions informatiques, les systèmes de sécurité, les services de cloud computing et les solutions de connectivité. L'entreprise s'engage à fournir des produits et des services fiables, sécurisés et adaptés aux besoins de ses clients.

Avec son siège social basé à Birtouta (Alger), en Algérie, BOMARE COMPANY dispose d'une infrastructure solide qui comprend des installations de production modernes, des laboratoires de recherche et développement ainsi qu'un réseau de distribution étendu. L'entreprise emploie une équipe talentueuse d'ingénieurs, de chercheurs, de professionnels des

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise « BOMARE COMPANY »

ventes et de support technique, qui travaillent ensemble pour offrir des solutions technologiques innovantes.

BOMARE COMPANY s'est également engagée dans la responsabilité sociale des entreprises, en soutenant des initiatives locales et en contribuant au développement de la communauté. Elle encourage l'innovation, la créativité et l'excellence au sein de son équipe et vise à être un acteur majeur de l'industrie technologique en Algérie et à l'échelle internationale.

Avec une vision axée sur l'avenir et une solide expertise technologique, BOMARE COMPANY continue de se positionner comme un leader dans le secteur des TIC en offrant des produits et des services de qualité supérieure, tout en contribuant au développement de l'écosystème technologique en Algérie.



Les produits électroniques fabriqués par BOMARE

COMPANY sont commercialisés sous la marque commerciale Stream System qui a été déposée en 2003.

Figure 2 : logo de la marque commerciale

1.2 Activité de l'entreprise :

BOMARE COMPANY est une entreprise algérienne active dans plusieurs domaines d'activités liés aux technologies de l'information et de la communication (TIC). Voici un aperçu des principales activités de l'entreprise :

Fabrication de produits électroniques grand public : BOMARE COMPANY est connue pour sa production de téléviseurs, de téléphones mobiles, de tablettes et d'autres appareils électroniques grand public. L'entreprise met l'accent sur la qualité, l'innovation et l'intégration de fonctionnalités avancées dans ses produits.

Solutions informatiques : BOMARE COMPANY propose des solutions informatiques pour les particuliers et les entreprises. Cela comprend la vente de matériel informatique, le développement de logiciels, l'intégration de systèmes et la fourniture de services de support technique.

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise « BOMARE COMPANY »

Systèmes de sécurité : L'entreprise propose des solutions de sécurité avancées, telles que des systèmes de vidéosurveillance, des systèmes de contrôle d'accès, des systèmes d'alarme et d'autres produits et services liés à la sécurité.

Services de cloud computing : BOMARE COMPANY offre des services de cloud computing, permettant aux clients de stocker, gérer et accéder à leurs données et applications à distance via Internet. Ces services comprennent le stockage en nuage, la sauvegarde en ligne, l'hébergement web et d'autres solutions de cloud computing.

Solutions de connectivité : L'entreprise fournit des solutions de connectivité pour les réseaux informatiques et de communication. Cela comprend la fourniture d'équipements réseau tels que les routeurs, les commutateurs et les points d'accès sans fil, ainsi que des services de configuration et de maintenance des réseaux.

Recherche et développement : BOMARE COMPANY investit dans la recherche et le développement pour continuer à innover et à proposer des produits et des solutions technologiques avancés. L'entreprise met l'accent sur l'exploration de nouvelles technologies, l'amélioration des produits existants et le développement de solutions adaptées aux besoins du marché.

Il convient de noter que les activités de BOMARE COMPANY peuvent évoluer avec le temps, en fonction des besoins du marché et des avancées technologiques. L'entreprise cherche constamment à rester à la pointe de l'innovation et à offrir des produits et des services de haute qualité pour répondre aux attentes de ses clients.

1.3 Chiffres clés :

Tableau 1 : Chiffres clés de BOMARE COMPANY

CHIFFRE D'AFFAIRES	42 Millions de Dollars réalisé en 2020
COLLABORATEURS	620 (en 2020)
SITE DE PRODUCTION	1
SUPERFICIE DU SITE DE PRODUCTION	15.000 m ²

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise « BOMARE COMPANY »

UNITÉS DE PRODUCTION	3
UNITÉS DE DISTRIBUTION	Plates-formes de distribution propres à BOMARE COMPANY au (Centre, Est, Ouest et Sud de l'Algérie)
SERVICES APRÈS-VENTE	10, plus de 39 agents agréés
PRÉSENCE À L'INTERNATIONAL	Espagne/Portugal/Italie/ Afrique du Sud/ Gabon/Allemagne en cours de négociation
SERVICES APRÈS-VENTE À L'INTERNATIONAL	(2 ans de garantie) Espagne/Portugal/Italie/ Afrique du Sud/ Gabon / Allemagne en cours de négociation.

Exportation :

Tableau 2 : Liste d'exportation de BOMARE COMPANY

2007	Commence à exporter vers l'Europe : 1ère opération d'exportation
2016	Contrat de 50 millions USD pour une durée de 5 ans : vers le marché espagnole et le marché portugais.
2019	Contrat de 23 millions de USD par ans : vers le marché italien.
2020	1ère opération d'exportation des TV LG fabriquées par BOMARE COMPANY vers l'Europe.

1.4 Unités de productions :

1.4.1 Unité de production des cartes électroniques (UPCE) :

Grâce à l'adoption de technologies de pointe, BOMARE COMPANY dispose désormais de capacités de production étendues dans divers domaines, tels que la radiodiffusion, les télécommunications, les équipements médicaux, les téléphones mobiles et les ordinateurs. L'entreprise s'est équipée de machines automatiques de renommée mondiale, telles que "UNIVERSAL INSTRUMENTS" basé aux États-Unis, "DEK" en Europe et "SAKI" au Japon.

L'unité de production de cartes électroniques (UPCE) comprend plusieurs lignes de fabrication. Deux lignes SMT haute vitesse, équipées de machines d'insertion "UNIVERSAL

INSTRUMENTS", sont capables d'insérer jusqu'à 398 000 composants par heure, prenant en charge des composants allant de la taille minimale de 01005 à une taille maximale de 30 x 30 x 6. De plus, des équipements de contrôle qualité professionnels 3D de "SAKI" sont utilisés pour garantir la qualité des produits. [1]

En plus des lignes de production SMT, l'entreprise dispose de deux lignes de test de fonctionnement pour assurer le bon fonctionnement des cartes électroniques. Une ligne d'insertion manuelle (DIP) avec un procédé de soudage à la vague est également utilisée. Enfin, BOMARE COMPANY est en train de finaliser l'acquisition d'une machine à rayons X dédiée au contrôle qualité.

Cette infrastructure technologique de pointe permet à BOMARE COMPANY de répondre aux exigences de fabrication les plus élevées et de produire une large gamme de cartes électroniques pour divers secteurs.



Figure 3 : unité de production des cartes électroniques

1.4.2 Unité d'assemblage des téléviseurs :

Grâce à l'adoption de technologies de pointe, BOMARE COMPANY dispose désormais de capacités de production étendues dans divers domaines, tels que la radiodiffusion, les télécommunications, les équipements médicaux, les téléphones mobiles et les ordinateurs. L'entreprise s'est équipée de machines automatiques de renommée mondiale, telles que "UNIVERSAL INSTRUMENTS" basé aux États-Unis, "DEK" en Europe et "SAKI" au Japon.

L'unité de production de cartes électroniques (UPCE) comprend plusieurs lignes de fabrication. Deux lignes SMT haute vitesse, équipées de machines d'insertion "UNIVERSAL INSTRUMENTS", sont capables d'insérer jusqu'à 398 000 composants par heure, prenant en

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise « BOMARE COMPANY »

charge des composants allant de la taille minimale de 01005 à une taille maximale de 30 x 30 x 6. De plus, des équipements de contrôle qualité professionnels 3D de "SAKI" sont utilisés pour garantir la qualité des produits.

En plus des lignes de production SMT, l'entreprise dispose de deux lignes de test de fonctionnement pour assurer le bon fonctionnement des cartes électroniques. Une ligne d'insertion manuelle (DIP) avec un procédé de soudage à la vague est également utilisée. Enfin, BOMARE COMPANY est en train de finaliser l'acquisition d'une machine à rayons X dédiée au contrôle qualité.

Cette infrastructure technologique de pointe permet à BOMARE COMPANY de répondre aux exigences de fabrication les plus élevées et de produire une large gamme de cartes électroniques pour divers secteurs.



Figure 4 : unité de production des cartes électroniques

BOMARE COMPANY possède deux lignes d'assemblage dédiées à la production de smartphones et de tablettes. Ces lignes sont équipées de dispositifs de test de conformité de renommée tels que « Rohde et Schwarz ». De plus, elles sont installées dans une salle blanche certifiée ISO6. Cette configuration garantit un environnement de production contrôlé et exempt de particules indésirables, ce qui permet d'assurer la qualité et la fiabilité des smartphones et des tablettes fabriqués par l'entreprise.



Figure 5 : unité de production des smartphones

BOMARE COMPANY dispose de trois lignes d'assemblage dédiées à la production de téléviseurs, couvrant toutes les dimensions, allant des modèles de 19 pouces jusqu'aux plus grands écrans de 86 pouces. Ces lignes d'assemblage sont capables de fabriquer des téléviseurs utilisant différentes technologies, telles que LED, DLED et OLED. Ainsi, l'entreprise peut répondre à une variété de besoins et offrir des téléviseurs de haute qualité avec des tailles et des technologies adaptées aux préférences des consommateurs.



Figure 6 : unité d'assemblage des téléviseurs

1.4.3 Unité de production des smartphones :

Grâce à l'adoption de technologies de pointe, BOMARE COMPANY dispose désormais de capacités de production étendues dans divers domaines, tels que la radiodiffusion, les télécommunications, les équipements médicaux, les téléphones mobiles et les ordinateurs. L'entreprise s'est équipée de machines automatiques de renommée mondiale, telles que "UNIVERSAL INSTRUMENTS" basé aux États-Unis, "DEK" en Europe et "SAKI" au Japon.

L'unité de production de cartes électroniques (UPCE) comprend plusieurs lignes de fabrication. Deux lignes SMT haute vitesse, équipées de machines d'insertion "UNIVERSAL

INSTRUMENTS", sont capables d'insérer jusqu'à 398 000 composants par heure, prenant en charge des composants allant de la taille minimale de 01005 à une taille maximale de 30 x 30 x 6. De plus, des équipements de contrôle qualité professionnels 3D de "SAKI" sont utilisés pour garantir la qualité des produits.

En plus des lignes de production SMT, l'entreprise dispose de deux lignes de test de fonctionnement pour assurer le bon fonctionnement des cartes électroniques. Une ligne d'insertion manuelle (DIP) avec un procédé de soudage à la vague est également utilisée. Enfin, BOMARE COMPANY est en train de finaliser l'acquisition d'une machine à rayons X dédiée au contrôle qualité.

Cette infrastructure technologique de pointe permet à BOMARE COMPANY de répondre aux exigences de fabrication les plus élevées et de produire une large gamme de cartes électroniques pour divers secteurs.



Figure 7 : unité de production des cartes électroniques

1.5 Engagement de BOMARE COMPANY :

Depuis sa création, BOMARE COMPANY s'engage activement à préserver sa position de leader dans l'industrie électronique à l'échelle nationale et à maintenir sa performance à l'export. L'entreprise investit continuellement dans l'amélioration de ses produits pour répondre aux exigences du marché et adopte une stratégie commerciale adaptée pour consolider ses positions acquises.

Dans un contexte économique concurrentiel, BOMARE COMPANY accorde une grande importance au développement de ses activités d'exportation et à l'expansion de son réseau de service après-vente à l'international. Elle adopte une vision stratégique axée sur la qualité de ses

Chapitre 01 : présentation de l'entreprise « BOMARE COMPANY »

produits, une gestion opérationnelle efficace et l'acquisition de technologies de pointe. Cette vision lui permet de maintenir sa position de pionnier dans l'exportation des produits électroniques algériens vers l'Europe, tout en contribuant à définir une nouvelle approche économique pour le pays.

Les objectifs de BOMARE COMPANY se concentrent sur quatre axes principaux : fidéliser les clients et satisfaire les parties prenantes internes et externes, développer le capital humain de l'entreprise, maintenir et renforcer la présence de la marque Stream System à l'échelle nationale et internationale, et diversifier les activités de l'entreprise tout en obtenant l'accréditation du laboratoire selon la norme ISO/CEI 17025.

Conformément au système de management de la qualité de BOMARE COMPANY et à la norme ISO 9001/2015, chaque processus est mobilisé pour atteindre les objectifs fixés. L'entreprise adopte une approche basée sur l'évaluation des forces, des faiblesses, des risques et des opportunités, en mettant en avant l'amélioration continue et la satisfaction des clients et des parties prenantes au cœur de sa stratégie.

BOMARE COMPANY réaffirme son engagement à développer et améliorer en permanence son système de management de la qualité en fournissant les ressources nécessaires. Elle compte sur la collaboration du responsable du management de la qualité, des responsables de processus et de l'ensemble du personnel pour promouvoir cette politique qualité.

En outre, BOMARE COMPANY s'engage à obtenir l'accréditation de son laboratoire d'étalonnage conformément à la norme ISO/IEC 17025 :2017. Cet engagement vise à garantir l'impartialité et la confidentialité des activités du laboratoire, ainsi que la compétence de son personnel et la fiabilité des résultats fournis, conformément aux exigences de la norme ISO/IEC 17025 :2017. [1]

Certification CE
cours



RoHS



ISO 9001 : 2015



ISO 17025 en



Problématique :

Quelles solutions techniques et organisationnelles peuvent être mises en place au sein de l'entreprise BOMARE COMPANY pour automatiser la saisie des informations des téléviseurs (numéro de série, adresse MAC, ...) lors de l'emballage, afin d'améliorer la traçabilité et réduire les erreurs humaines ?

1.6 Conclusion :

BOMARE COMPANY est une entreprise algérienne dynamique et innovante qui se distingue par son expertise technologique, son engagement envers la qualité et sa vision axée sur l'avenir. Avec sa présence nationale et internationale, l'entreprise est bien positionnée pour continuer à prospérer et à contribuer au développement de l'écosystème technologique en Algérie.

Chapitre 2 : L'intelligence artificielle dans le contrôle industrielle

2.1 Introduction :

[2] L'intelligence artificielle - IA - fait référence à la technologie permettant d'imiter, sur des machines, des aptitudes d'intelligence humaine (expression, raisonnement, exécution...). On parle aussi de « machines pensantes ». L'IA occupe aujourd'hui une place de plus en plus importante au sein de nombreux secteurs d'activité, et notamment d'industries (agroalimentaire, automobile, construction...). L'intelligence artificielle, alliée à d'autres outils digitaux et innovations technologiques (IoT - Internet des Objets ; MES ; WMS ; ERP ; Big Data ; objets connectés ; robotique ; capteurs...), contribue ainsi à l'émergence d'entrepôts connectés et d'usines du futur, qui font le lien entre les hommes et les machines.

2.2 L'intelligence artificielle :

2.2.1 Principe de l'intelligence artificielle :

[3] L'intelligence artificielle est présente partout, nous nous en servons déjà dans notre vie de tous les jours mais sans s'en rendre compte, que ce soit en utilisant une application de commande vocale, des jeux sur un ordinateur ou encore des outils de domotique. Son principe est de viser à reproduire le fonctionnement du cerveau humain sur les machines, et cela en utilisant un ensemble d'algorithmes d'apprentissage, qui permettent d'apporter à ces machines une sorte d'intelligence.

2.2.2 Qu'est-ce que l'intelligence artificielle ?

[3] Les progrès des neurosciences et l'exploration du cerveau humain soulèvent une question remplie à la fois d'espoir et de crainte : serait-il possible un jour de reproduire l'intégralité du cerveau humain ? Aujourd'hui déjà, les ordinateurs sont supérieurs par rapport au cerveau humain en ce qui concerne la puissance de calcul, bien que le degré de complexité présenté par le cerveau humain soit bien plus élevé. Ces doutes soulèvent la question de l'intelligence artificielle.

Définition : L'intelligence artificielle ou IA est une discipline scientifique et technologique qui vise à exécuter par machines (ordinateurs et programmes informatiques) des processus cognitifs réservés aux capacités du cerveau humain, dans les domaines de :

- La compréhension.
- La communication (dialogue entre machines et avec l'humain).
- L'adaptation.
- L'apprentissage en autonomie (*Deep Learning*).

Dans la langue courante, l'IA désigne également les dispositifs informatiques ou robotiques mettant en œuvre ces fonctions.

2.2.3 Les domaines d'application de l'IA :

✓ L'IA dans l'industrie :

[4] Dans l'industrie, l'exemple qui nous vient directement en tête est le système de préparation de commande basé sur des flottes de robots de la startup française Exo tec. Mais les cas d'usages dans l'industrie sont beaucoup plus vastes : optimisation de la supply chain, gestion et prévision des stocks, prédiction des manutentions, automatisation du contrôle qualité, etc...

✓ L'IA dans la cybersécurité :

Côté sécurité, pendant le confinement les cyberattaques enregistrées ont été quatre fois plus intenses, c'est un secteur stratégique dans lequel il faut continuer à investir. L'IA est depuis quelques années incontournable pour identifier les relations entre les différentes menaces : fichiers malveillants, adresses IP suspectes, menaces internes, etc. Cette analyse ne prend que quelques secondes, et permet aux analystes de la sécurité de répondre jusqu'à 60 fois plus rapidement aux menaces. La startup CybelAngel propose des solutions pour aider les entreprises à détecter les fuites de données ainsi que les différentes menaces du dark web grâce à l'intelligence artificielle. Vade Secure se concentre quant à elle sur la protection contre les attaques avancées et sophistiquées déployées par email.

✓ L'IA dans la santé :

Dans un monde où médecine et data sont de plus en plus liées, les innovations dans le secteur de la santé ne connaissent pas la crise. De l'aide au diagnostic à partir de l'imagerie médicale au parcours patient, suivi de l'efficacité du traitement, de nombreuses startups de l'IA

œuvrent pour une amélioration du système de santé. Certaines startups comme Owkin, qui utilise une architecture de *Federated Learning* (ou apprentissage fédéré) non centralisée et plus sûre pour protéger les données personnelles des patients, Withings (objets connectés), Implicity (télésurveillance des prothèses cardiaques connectées), Incepto Medical (imagerie médicale) ou Cardiologs (l'interprétation des électrocardiogrammes) se distinguent.

✓ **L'IA dans le commerce :**

L'IA dans le secteur du commerce regorge de startups B2B moins connues du grand public. Les deux dernières méga-levées réalisées en France concernent notamment l'amélioration de l'expérience client. Contentsquare édite un logiciel en SaaS d'optimisation de l'expérience client et d'augmentation du taux de conversion pour les sites d'e-commerce. Elle a obtenu le statut de licorne en mai dernier, suite à l'annonce de sa Série D de 175 millions d'euros. AB Tasty, spécialisée dans l'optimisation de l'expérience client, a réussi à lever 37 millions d'euros en Série C en juillet 2020. Les cas d'usage sont nombreux par ailleurs, il suffit de consulter notre [mapping des 453 startups de l'IA en France](#) pour le comprendre : marketing prédictif, optimisation de la performance web, agents conversationnels (bots), etc. Les entrepreneurs français ne manquent pas de créativité !

✓ **L'IA dans la recherche :**

Bien sûr, on ne peut avoir d'innovations en IA sans recherche. Beaucoup de startups, qui cartonnent aujourd'hui en France, sont des *spin off* issues de centres de recherche. Par exemple, la startup Prophesee, spécialiste de la vision artificielle, trouve ses racines dans l'Institut de la Vision (CNRS, Université Pierre et Marie Curie, INSERM).

2.2.4 Avantages et inconvénients de l'intelligence artificielle :

2.2.4.1 Les avantages :

[5] L'utilisation de l'intelligence artificielle comporte des avantages sur lesquels la plupart s'accordent :

✓ L'intelligence artificielle limite le risque d'erreurs humaines, elle serait donc capable de corriger voir même de remplacer l'homme, Le remplacer dans des métiers à risques comme pompier ou militaires pourrait s'avérer bénéfiques, lui évité ainsi les travaux trop durs et pénibles.

- ✓ L'IA pourrait aussi être un gain de temps et d'argent dans les entreprises ou elle remplacerait les employés qui ont des travaux à répétition.
- ✓ Elle peut apporter une grande précision lors d'interventions médicales, par exemple ou lors de déminages.
- ✓ L'apprentissage pourrait aussi être bien plus rapide.
- ✓ L'intelligence artificielle permet aussi une analyse plus objective et critique des données.

2.2.4.2 Les inconvénients :

L'intelligence artificielle comme elle a des avantages, elle a des inconvénients : L'inconvénient le plus envisageable est la présence d'une erreur dans la programmation d'un robot, ce qui pourrait être fatal au bon fonctionnement de celui-ci. Cet inconvénient est présent dans tous les domaines sans exceptions, les ordinateurs (ou autres robots, bras mécaniques, robots domestiques, véhicules intelligents...), ne savent pas déceler les erreurs de programmation. Les conséquences d'une telle erreur pourraient être catastrophiques à grande échelle, néanmoins le risque que cela se produise reste très faible.

Dans les entreprises notamment, l'IA et les nouveaux robots mécanisés entraînent des suppressions de poste. En effet l'homme est de plus en plus remplacé par la machine, car celle-ci ne se fatigue pas et n'a pas de besoins essentiels si ce n'est qu'une maintenance de temps en temps, ainsi cela fait augmenter le taux de chômage déjà élevé. Les entreprises possédant ces nouveaux robots, en deviennent principalement dépendantes, elles font en sorte que les machines répondent aux besoins de l'entreprise et donc ils ne font plus rien par eux-mêmes.

Le prix des recherches pour l'IA est très élevé, si l'on veut fabriquer des robots capables d'être autonomes dans la vie quotidienne, cela coûterait extrêmement cher, ce qui pour le moment limiterait les recherches.

En résumé, l'IA ne présente pas beaucoup d'inconvénients face aux nombreux avantages mais il faut savoir rester vigilant car aujourd'hui, les progrès militaires s'étendent dans de nombreux domaines, ce qui pourrait entraîner un scénario catastrophique où les robots pourraient prendre le contrôle du monde.

2.3 L'IA dans l'industrie :

2.3.1 Intelligence artificielle et industries : quel rapport ?

[6] Avant de rentrer dans le vif du sujet, il est essentiel de présenter les différentes formes que revêt l'intelligence artificielle dans le secteur industriel. En effet, lorsqu'on parle d'industrie, nous pouvons trouver 3 types d'intelligence artificielle :

- L'intelligence artificielle dite descriptive permet réellement de traiter une grande quantité d'informations ou de données. Cela a pour but de simplifier et présenter les informations sous forme de tableaux (performances, KPI). Les analyses effectuées sont, ainsi, plus rapides et donc moins coûteuses.
- Prédictive : toujours en partant de ces données, l'intelligence artificielle permet de donner des probabilités (prédictions ou projections). Ce qui aide à anticiper et prévoir les risques, les besoins ou défauts des équipements.
- Prescriptive : l'intelligence artificielle permet également de traiter l'ensemble des données afin d'effectuer une prescription d'un meilleur usage. Elle est en mesure de fournir des recommandations quant à la meilleure façon d'encadrer une fabrication ou de produire.

2.3.2 Comment l'intelligence artificielle peut aider les opérateurs en production ?

[6] L'intelligence artificielle (IA) est en mesure d'aider les opérateurs en production de nombreuses manières, notamment :

Maintenance prédictive :

L'IA s'utilise pour étudier et analyser les données provenant directement de capteurs et d'autres sources. Cela a pour objectif de prédire lorsque l'équipement est susceptible de tomber en panne. Cette méthode permet aux opérateurs de résoudre les problèmes de manière proactive avant qu'ils n'entraînent des temps d'arrêt.

Il faut savoir que l'entretien des équipements et des machines représente dans le secteur industriel une dépense importante. Selon les dernières études, les temps d'arrêts de production non planifiés engendrent des coûts élevés. C'est pour cette raison que le caractère prédictif de

l'intelligence artificielle est essentiel. Aujourd'hui, on parle de maintenance prédictive ou intelligente.

Les informations collectées et analysées permettent aux technologies utilisées de détecter les signes avant-coureurs d'une panne avant qu'elle ne survienne. De ce fait, les opérateurs sont au courant, les pannes sont, ainsi, évitées. Les informations renseignées dans les algorithmes permettent d'évaluer l'état des outils, machines et équipements en prévision. Ainsi, avec l'intelligence artificielle, il y a un gain de temps et d'argent.

Contrôle de la qualité :

L'IA s'utilise également pour déterminer les défauts des produits durant le processus de fabrication. Ce qui permet aux opérateurs de prendre des mesures correctives avant que le produit ne soit expédié aux clients.

Il faut dire que l'intelligence artificielle a pour but de prévenir les défaillances des machines générant des défauts de fabrication. De plus, elle s'utilise pour détecter les défauts directement dans la ligne de production.

La vision par ordinateur se présente comme une technologie permettant de détecter les défauts sur une chaîne de production. Elle s'effectue via des caméras à haute résolution. Ces dernières sont plus performantes que l'œil humain. L'utilisation de cette technologie permet également de garantir la satisfaction et le respect de normes et réglementations. Il faut avouer que ces dernières sont de plus en plus précises en matière de qualité produit.

Optimisation des processus :

Autre avantage de l'intelligence artificielle descriptive, c'est qu'elle est en mesure de distinguer quelles sont les tâches pouvant être améliorées. En effet, l'IA peut être utilisée pour étudier les données des processus de production pour identifier les inefficacités et de suggérer des améliorations. Cette opération peut aider les opérateurs à augmenter leur productivité et à diminuer les déchets.

Intégrée aux machines et logiciels de planification, elle définit les différentes tâches répétitives à faible valeur ajoutée pouvant être automatisées. Ces tâches peuvent ainsi être confiées à des robots. L'intelligence artificielle détermine également les tâches à plus haute

valeur ajoutée (ou encore plus complexes) qui seront traitées par l'homme. Taux d'occupation des machines, cadence, gestion de stocks : l'IA permet aussi d'aider les opérateurs dans les calculs des meilleures pratiques pour augmenter la productivité.

Sécurité :

L'IA s'utilise pour surveiller l'environnement de travail. En effet, elle permet de détecter les dangers potentiels, d'alerter les opérateurs des risques potentiels et d'aider à prévenir les accidents.

D'autre part, grâce à l'intelligence artificielle, les opérateurs peuvent profiter de conseils ainsi que d'une assistance en temps réel. Cela leur permet ainsi d'acquérir plus rapidement de nouvelles compétences et procédures.

Dans l'ensemble, nous pouvons dire que l'utilisation de l'IA dans la production aide les opérateurs à travailler plus efficacement. Elle joue également un rôle important pour améliorer la qualité des produits et diminuer les risques d'accident.

2.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons parlé de l'intelligence artificielle Mentionnant certains de ses domaines d'application, et enfin nous avons parlé de sa relation avec le domaine industriel.

Pour le chapitre à suivre on va s'intéresser à, l'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur ou computer vision en anglais.

Chapitre 3 : l'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur

3.1 Introduction :

La vision par ordinateur est un domaine scientifique à part entière, mais une partie de ses applications est en lien étroit avec l'apprentissage statistique. Elle est d'ailleurs parfois nommée reconnaissance des formes.

En vision par ordinateur, l'extraction de caractéristiques visuelles (ou visual features extraction en anglais) consiste en des transformations mathématiques calculées sur les pixels d'une image numérique.

L'objectif principal de la vision par ordinateur est le développement d'un système informatique capable de doter l'ordinateur du sens de vision.

3.2 La vision par ordinateur :

[7] Est un domaine scientifique interdisciplinaire qui traite de la façon dont les ordinateurs peuvent acquérir une compréhension de haut niveau à partir d'images ou de vidéos numériques. Du point de vue de l'ingénierie, il cherche à comprendre et à automatiser les tâches que le système visuel humain peut effectuer.

La discipline scientifique de la vision par ordinateur s'intéresse à la théorie des systèmes artificiels qui extraient des informations à partir d'images. Les données d'image peuvent prendre de nombreuses formes, telles que des séquences vidéo, des vues de plusieurs caméras, des données multidimensionnelles à partir d'un scanner 3D ou d'un appareil de numérisation médical. La discipline technologique de la vision par ordinateur cherche à appliquer les modèles théoriques développés à la construction de systèmes de vision par ordinateur.

Les sous-domaines de la vision par ordinateur comprennent la détection d'événements, le suivi vidéo, la reconnaissance d'objets, l'apprentissage, l'indexation, l'estimation de mouvement, la modélisation de scènes 3D et la restauration d'image.

3.3 Les applications de la vision par ordinateur :

[7] Des exemples d'applications de la vision par ordinateur comprennent des systèmes pour :

- Inspection automatique, par exemple dans les applications de fabrication ;

Chapitre 03 : L'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur

- Aider les humains dans les tâches d'identification, par exemple, un système d'identification des espèces¹⁹.
- Contrôle des processus, par exemple, un robot industriel.
- Détection d'événements, par exemple pour la surveillance visuelle ou le comptage de personnes, par exemple dans l'industrie de la restauration.
- Interaction, par exemple en tant qu'entrée d'un dispositif d'interaction ordinateur-homme.
- Modélisation d'objets ou d'environnements, par exemple, analyse d'images médicales ou modélisation topographique.
- Navigation, par exemple par un véhicule autonome ou un robot mobile.
- Organisation des informations, par exemple pour l'indexation de bases de données d'images et de séquences d'images.
- L'apprentissage des formes 3D a été une tâche difficile en vision par ordinateur.
- Les progrès récents de l'apprentissage en profondeur ont permis aux chercheurs de créer des modèles capables de générer et de reconstruire des formes 3D à partir de cartes de profondeur ou de silhouettes à une ou plusieurs vues de manière transparente et efficace.

3.4 La différence entre La reconnaissance d'image et la Machine Vision :

[7] La reconnaissance d'image et la Machine Vision, deux techniques de Computer Vision avec leurs avantages et inconvénients :

La Computer Vision et la reconnaissance d'images sont deux termes souvent associés et même confondus, alors qu'il existe bien une différence (subtile, mais existante !). Nous avons donc décidé de vous expliquer la nuance entre ces deux notions.

La vision industrielle ou Machine Vision :

Est une technique différente de la reconnaissance d'image, mais qui reste issue de la Computer Vision. Il s'agit d'une technique utilisée principalement dans le secteur industriel, pour la standardisation de la découpe du métal par exemple. Cette pratique utilise l'identification de points d'intérêts définis à l'avance et de la géométrie dans un algorithme complexe afin de déterminer la forme de l'objet à identifier.

La différence fondamentale entre les techniques de reconnaissance d'image et de vision industrielle est l'utilisation du Machine Learning pour la première, tandis que la seconde ne

Chapitre 03 : L'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur

l'utilise pas Le Machine Learning permet à un ordinateur "d'apprendre" à partir de données, c'est-à-dire de résoudre des tâches sans avoir été explicitement programmé pour le faire.

Commençons par la vision industrielle. Elle possède de nombreux avantages :

Contrairement à la reconnaissance d'image, son système n'a pas besoin d'être entraîné. La solution peut donc être mise en place sans collecte de données d'entraînement au préalable.

La solution utilise des principes géométriques. Elle peut donc s'adapter à de nombreux sujets.

Le fait d'utiliser des principes géométriques rend la solution très fiable, car ce sont des principes immuables.

La vision par ordinateur :

Cependant, cette technique présente aussi des inconvénients. Tout d'abord, il s'agit d'un système compliqué à mettre en place. En effet, il nécessite la création d'algorithmes géométriques complexes dont l'élaboration ne peut se faire sans un expert. De plus, les principes immuables de la géométrie et la rigidité des algorithmes rend cette technique peu adaptable. Pour chaque évolution du sujet à analyser, un nouvel algorithme doit être créé.

La reconnaissance d'image, utilisant le Machine Learning donc, possède des avantages très différents :

Cette solution est très flexible et peut donc servir dans tout type de secteur. Les réseaux de neurones s'adaptent rapidement aux changements.

Il n'est pas nécessaire d'être un expert pour bénéficier de la reconnaissance d'image, il suffit de collecter des images ou des vidéos qui serviront d'exemples de situations à reconnaître. Cette solution permet donc d'être indépendant tout au long de sa mise en place.

Il s'agit d'une technique très fiable si les réseaux de neurones sont bien entraînés, et les données d'entraînement bien annotées.

Cependant, comme pour la Machine Vision, la reconnaissance d'image a aussi quelques inconvénients. En effet, afin d'être efficace, elle nécessite une moyenne de 1000 images par type d'objet à reconnaître pour être entraînée correctement. Cela veut dire que les entreprises

souhaitant mettre en place une solution de reconnaissance d'image doivent déjà avoir en leur possession un gros jeu de données dès le début du projet ou à minima un plan d'action pour les collecter. De manière générale, la mise en place d'une telle solution nécessite un important travail en amont de sa mise en production, mais permet ensuite de s'adapter facilement aux évolutions des conditions de production, contrairement à la vision industrielle.

3.5 L'extraction des caractères en utilisant la méthode OCR :

3.5.1 Qu'est-ce que la reconnaissance optique de caractères ?

[8] La reconnaissance optique des caractères, ou Optical Character Recognition -OCR- en anglais, est une conversion électronique d'images textuelles dactylographiées, manuscrites ou imprimées. Ce texte est encodé par une machine dans un fichier de format texte.

Avec l'OCR, un grand nombre de documents papier peuvent être numérisés en texte lisible à la machine, peu importe la langue et le format dans lesquels ils sont rédigés. Cette technique facilite non seulement le stockage, mais rend disponibles des données qui auparavant étaient difficilement accessibles.

Il suffit simplement de penser à la quantité de données qui dorment dans des boîtes d'archives papier d'une ville ou d'un gouvernement par exemple.

Ces images et documents peuvent être numérisés sous forme de document texte, de photo de document ou de photo de scène (par exemple pour décoder le texte sur un panneau d'affichage).

3.5.2 Comment fonctionne l'OCR ?

[9] L'OCR fonctionne comme la capacité humaine à lire un texte et à reconnaître des modèles et des caractères. Normalement, l'homme lit le texte, puis extrait les informations nécessaires en saisissant manuellement les données dans un système, un fichier de données ou une base de données.

L'OCR procède de manière un peu différente. La technologie améliore la qualité d'un texte ou d'une image scannée et suit plusieurs étapes pour extraire les données qui ont été capturées. La différence est que le travail manuel prend plus de temps et est plus sujet aux erreurs humaines.

Chapitre 03 : L'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur

Examinons en détail les étapes suivantes du processus d'OCR :

- Étape 1 : prétraitement de l'image
- Étape 2 : Segmentation
- Étape 3 : Reconnaissance des caractères
- Étape 4 : Post-traitement de la sortie

Étape 1 : Pré-traitement de l'image

Pour que l'extraction des données soit précise, la qualité de l'image doit être améliorée. Le processus d'amélioration des images est également connu sous le nom de phase de pré-traitement des images. Plus l'image ou le document numérisé est clair et de bonne qualité, plus la sortie de données est précise.

Lors de l'étape de pré-traitement, le moteur OCR recherche automatiquement les erreurs et corrige les problèmes. Les techniques souvent utilisées pour améliorer les images ou les documents numérisés sont les suivantes :

- **Redressement** – Processus par lequel une photo ou un document numérisé est redressé et l'angle corrigé.



Figure 8 : Exemple de redressement

- **Binarisation** – Processus par lequel une image ou un document numérisé est converti en noir et blanc. La binarisation permet de séparer plus précisément le texte de l'arrière-plan.

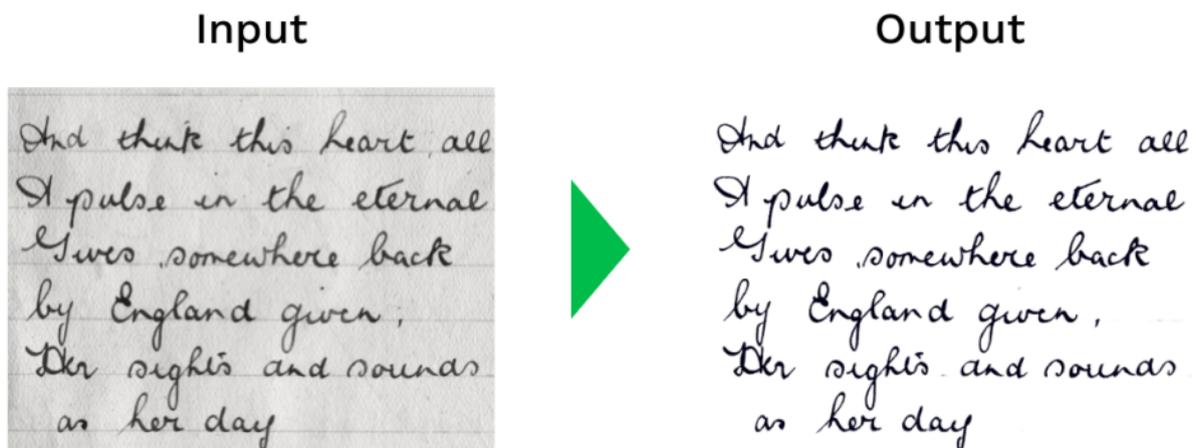


Figure 9 : Exemple de binarisation

- **Zonage** – Également connu sous le nom d'analyse de la mise en page, utilisé pour identifier les colonnes, les rangées, les blocs, les légendes, les paragraphes, les tableaux et autres éléments.

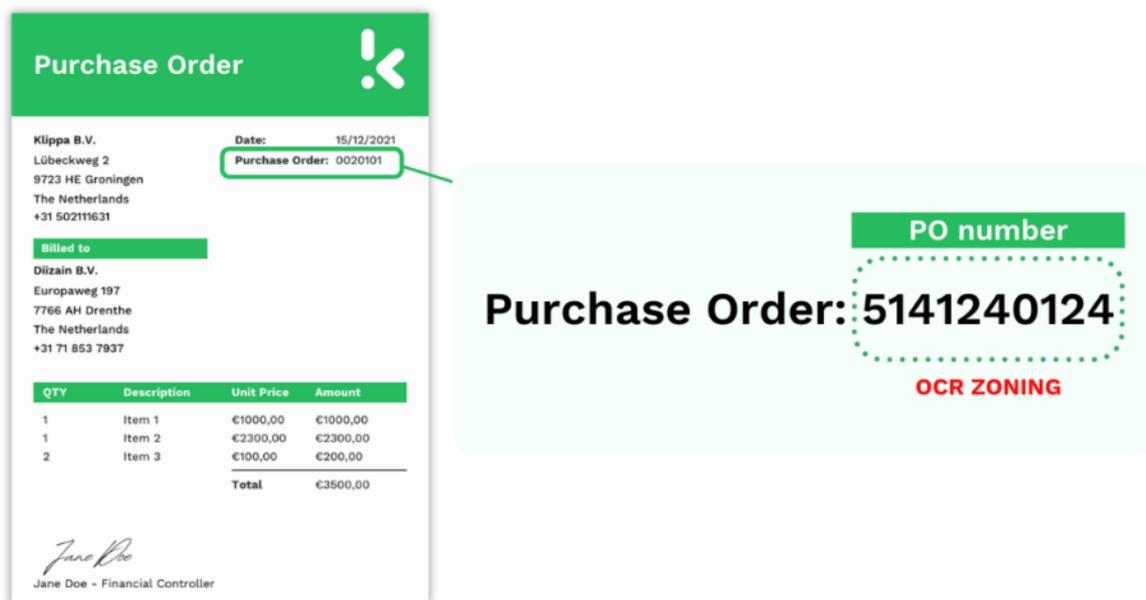


Figure 10 : Exemple de zonage

- **Normalisation** – Le processus de réduction du bruit en ajustant la valeur de l'intensité des pixels aux valeurs moyennes des pixels environnants.



Figure 11: Exemple de la normalisation

Étape 2 : Segmentation

La segmentation est le processus de reconnaissance d'une ligne de texte à la fois. La segmentation comprend les étapes suivantes :

- **Détection des mots et des lignes de texte** – Il s'agit de l'identification des lignes de texte et des mots qui leur appartiennent.

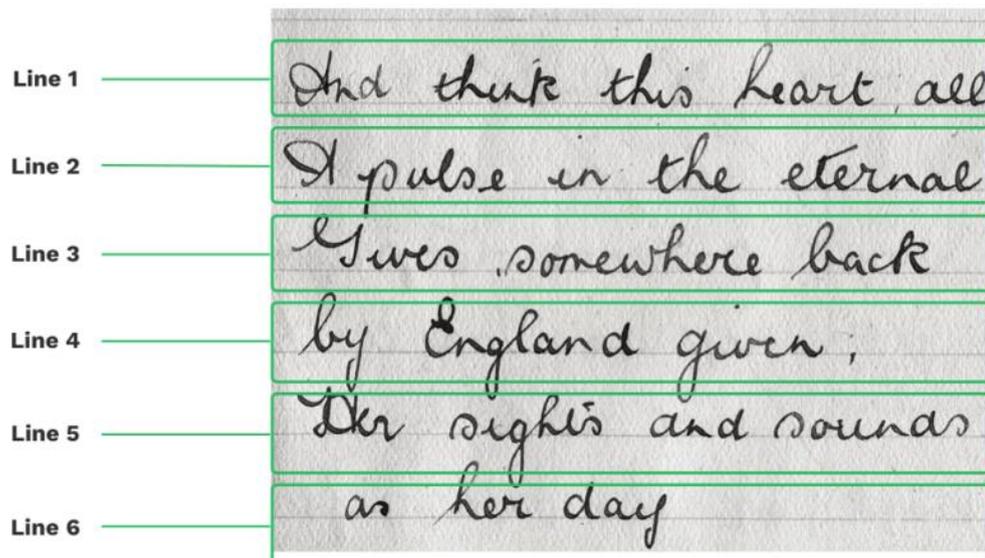


Figure 12: Exemple de la Détection des mots et des lignes de texte

- **Reconnaissance du script** – Processus d'identification du script à partir de documents, de pages, de lignes de texte, de paragraphes, de mots et de caractères.

Chapitre 03 : L'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur

Étape 3 : Reconnaissance de caractères

Au cours de cette étape, une image ou un document est décomposé en parties, sections ou zones. Une fois la séparation effectuée, les caractères qui s'y trouvent sont reconnus.

Deux approches sont utilisées dans l'étape de reconnaissance des caractères :

- **La mise en correspondance de matrices** – Le processus dans lequel chaque caractère est comparé à une bibliothèque de matrices de caractères. Le modèle OCR effectue une comparaison pixel par pixel afin d'étiqueter l'image d'un caractère au caractère correspondant.
- **Reconnaissance des caractéristiques** – Le processus de reconnaissance des modèles de texte et des caractéristiques des caractères à partir d'images. Par exemple, la taille, la hauteur, la forme, les lignes et la structure d'un caractère sont comparées à celles de la bibliothèque existante.

Étape 4 : Post-traitement du résultat

Cette étape concerne les techniques et les algorithmes qui améliorent la précision de l'extraction des données pour un résultat optimal. Tout d'abord, les données sont détectées, puis corrigées si nécessaire.

Les données extraites sont comparées à un vocabulaire ou à une bibliothèque de caractères pour des vérifications grammaticales et des considérations contextuelles afin de compléter la phase de post-traitement.

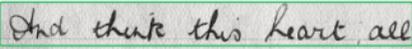
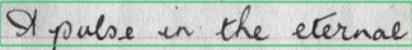
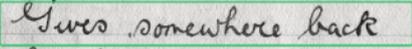
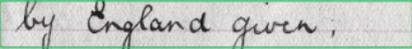
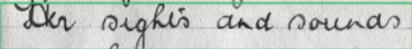
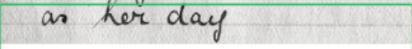
	And thik this heart all	And think this heart all
	A pulse in the elernal	A pulse in the eternal
	Yives somewhere back	Gives somewhere back
	by England given,	by England given,
	Her sighis and sounds	Her sights and sounds
	on her day	on her day

Figure 13: Un exemple de la phase de post-traitement de l'OCR, où la sortie est fixée.

Chapitre 03 : l'extraction des caractères en utilisant la vision par ordinateur

Si l'OCR traditionnelle est exceptionnellement efficace pour convertir des images en texte lisible par une machine et en données précieuses, elle présente également quelques limites. Nous allons maintenant aborder les plus importantes d'entre elles.

3.6 Conclusion :

Ce chapitre, nous l'avons voulu à ce qu'il soit la définition de la vision par ordinateur plus quelques applications de la vision par ordinateur peut. Puis on a donné quelques informations concernant l'extraction des caractères avec la méthode OCR.

Pour le chapitre suivant on va montrer notre implémentation avec toutes les outils et technologies pour le traitement d'images et l'extraction des caractères.

CHAPITRE 4 : Étude pratique et résultats

4.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur l'exploration des outils et technologies clés utilisées dans le traitement d'images. Nous examinerons en particulier quatre éléments essentiels qui ont joué un rôle majeur ce travail, Python, la bibliothèque Open CV, la bibliothèque Pillow et Tesseract OCR, ensuite on va monter notre étude pratique et nos résultats.

4.2 L'exploration des outils et technologies clés utilisées dans le traitement d'images et l'extraction des caractères :

4.2.1 Python :

[10] Python est un langage de programmation polyvalent et populaire qui est largement utilisé dans le domaine du traitement d'images. Sa syntaxe claire et concise en fait un choix idéal pour développer des applications de vision par ordinateur. Python possède une vaste collection de bibliothèques et de modules spécialisés, ce qui facilite le développement de solutions de traitement d'images robustes et efficaces.

L'une des principales raisons de la popularité de Python dans le domaine du traitement d'images est sa facilité d'utilisation et sa grande communauté de développeurs. Il offre une grande flexibilité et permet d'implémenter rapidement des algorithmes complexes grâce à ses nombreuses bibliothèques spécialisées telles que NumPy, SciPy et Pandas. Ces bibliothèques offrent des fonctions et des outils avancés pour le traitement numérique des images, la manipulation de tableaux multidimensionnels et l'analyse des données.

Pour un débutant ou un développeur expérimenté, Python offre une courbe d'apprentissage douce et une documentation abondante. Sa syntaxe lisible et sa flexibilité font de Python un choix privilégié pour développer des solutions de traitement d'images, que ce soit pour des projets personnels, des recherches académiques ou des applications industrielles.



Figure 14:logo de python

4.2.2. La bibliothèque Open CV :

[10] OpenCV (Open Source Computer Vision Library) est une bibliothèque de logiciels open source de vision par ordinateur et d'apprentissage automatique. OpenCV a été conçu pour fournir une infrastructure commune pour les applications de vision par ordinateur et pour accélérer l'utilisation de la perception par machine dans les produits commerciaux. En tant que produit sous licence Apache 2, OpenCV permet aux entreprises d'utiliser et de modifier facilement le code.

La bibliothèque contient plus de 2500 algorithmes optimisés, qui comprennent un ensemble complet d'algorithmes de vision par ordinateur et d'apprentissage automatique classiques et à la pointe de la technologie. Ces algorithmes peuvent être utilisés pour détecter et reconnaître des visages, identifier des objets, classer des actions humaines dans des vidéos, suivre des mouvements de caméra, etc. OpenCV compte plus de 47 000 utilisateurs communauté et nombre estimé de téléchargements dépassant 18 millions. La bibliothèque est largement utilisée dans les entreprises, les groupes de recherche et les organismes gouvernementaux.

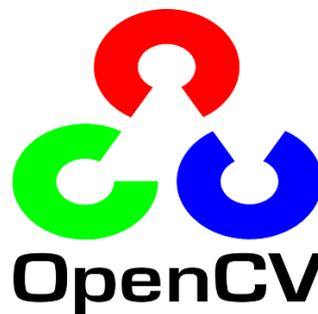


Figure 15: Logo de OpenCV

4.2.3. La bibliothèque Pillow :

La bibliothèque Pillow est une puissante bibliothèque de traitement d'images en Python. Elle offre un ensemble complet d'outils et de fonctionnalités permettant de charger, manipuler, modifier et sauvegarder des images dans divers formats couramment utilisés. Grâce à son interface simple et intuitive, Pillow facilite grandement le travail avec des images, que ce soit pour des tâches de base telles que le redimensionnement et le recadrage, ou des opérations plus avancées comme la conversion de modes de couleur, l'ajustement des contrastes, la suppression du bruit et bien d'autres encore. En outre, Pillow est compatible avec de nombreuses versions de Python et prend en charge une grande variété de formats d'image, ce qui en fait un choix

populaire parmi les développeurs, les chercheurs et les passionnés de traitement d'images. Que nous avons besoin de manipuler des images dans le cadre d'un projet personnel ou professionnel, la bibliothèque Pillow est un outil essentiel offrant des fonctionnalités puissantes et une flexibilité remarquable.

4.2.4. La bibliothèque Tesseract OCR :

Tesseract OCR est une bibliothèque open-source très populaire pour la reconnaissance optique de caractères (OCR). Développée à l'origine par Hewlett-Packard dans les années 1980, elle est maintenant maintenue par Google. Tesseract OCR est capable de convertir des images contenant du texte en texte éditable et exploitable par les ordinateurs.

Le nom "Tesseract" fait référence à un concept de la science-fiction, désignant un hypercube à quatre dimensions. Cela souligne la capacité de la bibliothèque à travailler avec des images en 2D (les pixels de l'image) et à les transformer en informations textuelles en 1D (les caractères).

Tesseract OCR utilise des algorithmes avancés pour analyser les images et reconnaître les caractères. Il peut détecter et interpréter les formes, les contours et les variations de couleur pour identifier les caractères individuels. Grâce à son modèle de langage et à ses dictionnaires, il peut également effectuer une analyse contextuelle pour améliorer la précision de la reconnaissance. L'un des avantages majeurs de Tesseract OCR est sa polyvalence. Il prend en charge un large éventail de langues, ce qui en fait un outil utilisable dans des contextes multilingues. De plus, Tesseract OCR est disponible sous une licence open-source, ce qui permet aux développeurs de l'utiliser gratuitement et de contribuer à son amélioration.

Tesseract OCR est souvent utilisé dans des applications telles que la conversion de documents numérisés en fichiers texte, l'automatisation de la saisie de données, la reconnaissance de plaques d'immatriculation, la numérisation de livres et bien plus encore. Sa précision, sa fiabilité et sa communauté de développeurs actifs en font un choix populaire pour les tâches de reconnaissance de caractères.



Figure 16: logo de tesseract-ocr

4.2.5. Pytesseract :

Pytesseract est une interface Python qui offre des fonctionnalités supplémentaires et des avantages spécifiques par rapport à Tesseract OCR. Tout d'abord, Pytesseract facilite grandement l'utilisation de Tesseract OCR en fournissant une API simple et conviviale spécifiquement conçue pour les développeurs Python. Cela permet d'intégrer facilement la reconnaissance de texte dans des projets Python existants ou de créer de nouvelles applications.

Une particularité de Pytesseract est sa capacité à travailler avec des images au format PIL (Python Imaging Library). Cela signifie que vous pouvez utiliser des images dans des formats courants tels que JPEG, PNG, BMP, etc., sans avoir à les convertir au format spécifique de Tesseract OCR. Cela facilite l'interopérabilité avec d'autres bibliothèques de traitement d'images et vous permet d'exploiter la flexibilité offerte par PIL.

De plus, Pytesseract offre également la possibilité de spécifier des paramètres supplémentaires lors de la reconnaissance de texte, tels que la langue de texte attendue, les dictionnaires de mots personnalisés, les configurations de segmentation des caractères, etc. Cela permet d'adapter le processus de reconnaissance de texte à des besoins spécifiques et d'améliorer la précision des résultats.

Un autre avantage de Pytesseract est sa prise en charge de la reconnaissance de texte en temps réel à partir de flux vidéo. Cela peut être particulièrement utile dans des applications telles que la reconnaissance de texte sur des vidéos en direct ou des flux de caméra. Pytesseract facilite la capture des images de chaque trame vidéo et l'application de la reconnaissance de texte en temps réel.

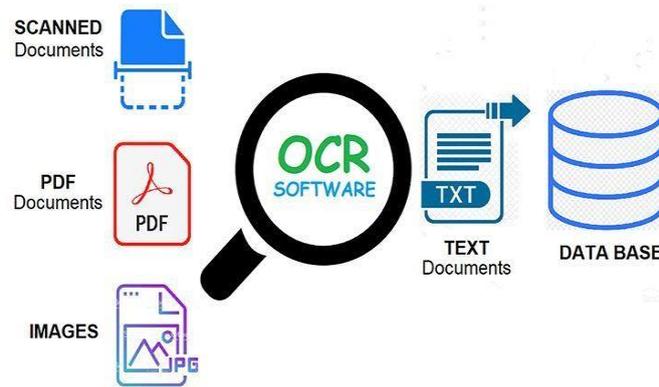


Figure 17 : *fonctionnement de Pytesseract*

4.3 Description de la mise en place expérimentale (Matérielles utilisés) :

4.3.1 Raspberry :

Dans notre étude pratique, nous avons choisi d'utiliser le Raspberry Pi 3 Model B en tant que plateforme matérielle pour notre système d'acquisition d'images et d'extraction d'informations. Le Raspberry Pi 3 Model B est un ordinateur monocarte polyvalent et abordable, largement utilisé dans des projets impliquant l'Internet des objets (IoT), l'informatique embarquée et l'apprentissage automatique.

Le Raspberry Pi 3 Model B est doté d'un processeur quadricœur ARM Cortex-A53 cadencé à 1,2 GHz, ce qui offre une puissance de calcul suffisante pour exécuter notre programme d'acquisition d'images en temps réel. De plus, il est équipé de 1 Go de mémoire vive (RAM), ce qui permet de traiter efficacement les images capturées et d'exécuter les algorithmes de traitement d'image.

Ce modèle de Raspberry Pi est également équipé de connectivité sans fil, notamment le Wi-Fi intégré et le Bluetooth, ce qui facilite la communication avec d'autres dispositifs et la transmission des données.

De plus, le Raspberry Pi 3 Model B dispose de ports d'entrée/sortie polyvalents, tels que des ports USB, un port Ethernet et des broches GPIO (General-Purpose Input/Output), offrant ainsi une grande flexibilité pour connecter différents périphériques et capteurs. Dans notre cas, nous avons utilisé un port USB pour connecter la caméra et exploiter ses fonctionnalités d'acquisition d'images.

En utilisant le Raspberry Pi 3 Model B, nous avons bénéficié d'une plateforme compacte, puissante et économique pour la mise en place de notre système d'acquisition d'images et d'extraction d'informations. Ce choix nous a permis de réaliser notre étude pratique de manière efficace et de garantir une intégration aisée avec les autres composants matériels et logiciels de notre environnement expérimental.



Figure 18: Raspberry Pi 3 Model B

a. Les ports GPIO de Raspberry Pi 3

Le Raspberry Pi 3 est équipé de 40 broches GPIO (General-Purpose Input/Output), qui offrent une grande flexibilité pour contrôler et interagir avec différents composants électroniques. Ces broches GPIO permettent de créer des connexions avec des capteurs, des actionneurs, des écrans, des LED et d'autres périphériques externes. Elles offrent une interface polyvalente pour étendre les fonctionnalités du Raspberry Pi et réaliser une variété de projets.

Les broches GPIO du Raspberry Pi 3 sont disposées le long des bords de la carte et sont numérotées de manière à faciliter leur utilisation. Chaque broche possède une fonction spécifique et peut être configurée en entrée ou en sortie numérique, ainsi que pour prendre en charge des protocoles de communication tels que I2C, SPI ou UART. Certaines broches ont également des fonctions dédiées, telles que la gestion de l'alimentation ou la prise en charge des interfaces caméra et d'affichage.

Il est important de prendre en compte les spécifications électriques des broches GPIO, telles que les niveaux de tension et les courants maximaux supportés, afin de garantir un fonctionnement sûr et fiable. De plus, il est recommandé de se référer à la documentation officielle de Raspberry Pi et à des ressources en ligne pour obtenir des informations détaillées sur l'utilisation des broches GPIO spécifiques et les bonnes pratiques de conception.

En utilisant les broches GPIO du Raspberry Pi 3, les utilisateurs peuvent exploiter la puissance de ce mini-ordinateur pour créer des projets électroniques et des systèmes embarqués personnalisés. Que ce soit pour la domotique, l'automatisation, les robots, les appareils IoT ou d'autres applications, les broches GPIO offrent une interface polyvalente et accessible, ouvrant ainsi de nombreuses possibilités créatives pour les utilisateurs du Raspberry Pi 3.

Dans notre cas on a utilisé les broches GND et GPIO 18 pour connecter le bouton poussoir avec le Raspberry.

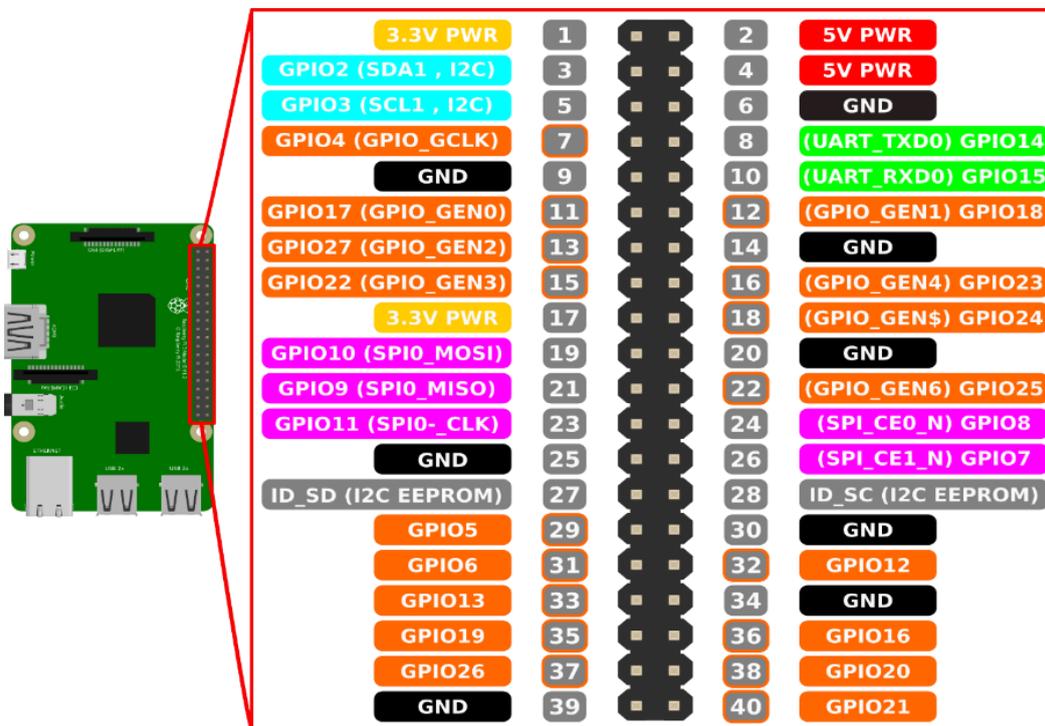


Figure 19: ports GPIO de Raspberry Pi 3

4.3.2 Camera :

Pour notre système d'acquisition d'images, nous avons utilisé une caméra USB dotée des caractéristiques suivantes : un format HDMI 1080p, un capteur CMOS, une lentille à focale fixe, une résolution maximale de 1920x1080 pixels, un taux de rafraîchissement de 30 images par seconde (fps) et un champ de vision (FOV) de 130 degrés.

La caméra USB choisie offrait une résolution élevée de 1920x1080 pixels, ce qui nous permettait de capturer des images détaillées des écrans des téléviseurs. Le capteur CMOS garantissait une bonne sensibilité à la lumière, ce qui était essentiel pour obtenir des images claires et bien exposées, même dans des conditions d'éclairage variables.

La lentille à focale fixe de la caméra nous a permis de maintenir une distance focale constante, assurant ainsi une mise au point optimale sur l'écran des téléviseurs. Cela nous a permis de capturer des images nettes et précises, sans compromettre la qualité ou la résolution.

Avec un taux de rafraîchissement de 30 fps, la caméra nous a offert une capture fluide des images en temps réel. Cela était essentiel pour obtenir des flux vidéo continus, permettant ainsi une surveillance en direct et une extraction en temps réel.

Le champ de vision de 130 degrés de la caméra était également un avantage important. Il nous a permis de couvrir une zone plus large de l'écran du téléviseur, capturant ainsi plus d'informations et de détails. Cela a été particulièrement bénéfique pour les téléviseurs de grande taille ou pour les informations d'emballage situées dans les coins ou les bords de l'écran.



Figure 20: Camera USB

4.3.3 Bouton poussoir :

Dans notre prototype, nous avons utilisé un bouton poussoir de type Kacon K16-371-B-6V pour déclencher la capture des images à chaque pression. Cette approche nous a permis de remplacer l'utilisation d'un capteur de détection de la présence des téléviseurs et de rendre notre système fonctionnel.

Ce bouton poussoir est doté d'une fonction de contact momentané, ce qui signifie que l'image est capturée uniquement lorsqu'on appuie sur le bouton, évitant ainsi les captures indésirables.

Pour mettre en œuvre cette fonctionnalité, nous avons connecté le bouton poussoir au Raspberry Pi. Lorsque le bouton est enfoncé, il envoie un signal au Raspberry Pi, qui déclenche

instantanément la capture de l'image en cours. Cette approche nous a offert un contrôle précis sur le moment de capture des images, permettant ainsi d'obtenir des captures ciblées et pertinentes.

En intégrant le bouton poussoir à notre prototype, nous avons pu remplacer efficacement l'utilisation d'un capteur de détection de la présence des téléviseurs. Cette solution pratique et fonctionnelle a permis de réaliser notre étude et d'obtenir les images nécessaires à l'extraction des informations.



Figure 21: bouton poussoir

4.4 Configuration logicielle :

La configuration logicielle montée sur l'équipement Raspberry Pi 3 peut être synthétisée comme suit

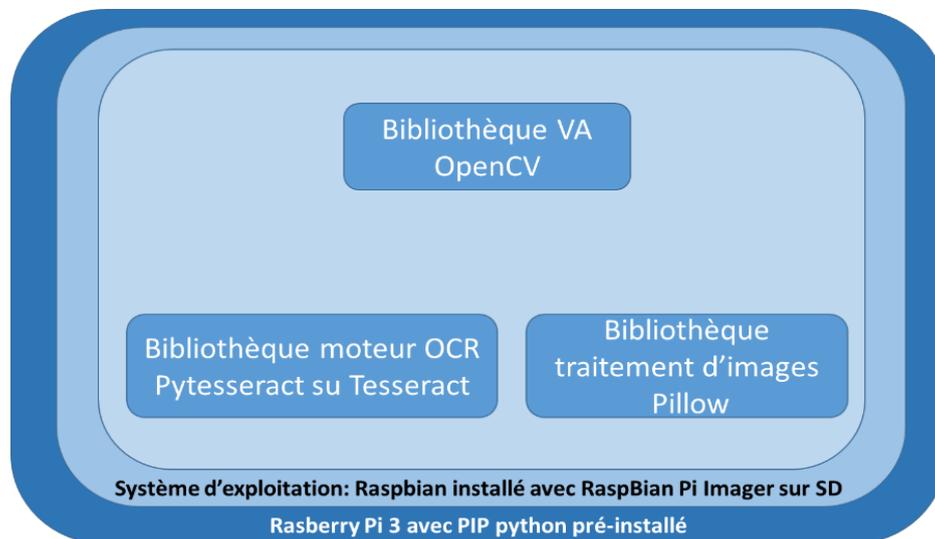


Figure 22: La configuration logicielle

4.4.1 Système d'exploitation : Raspbian

Dans notre étude, nous avons utilisé le système d'exploitation Raspbian pour notre prototype basé sur Raspberry Pi. Raspbian est une distribution Linux spécialement conçue pour les cartes Raspberry Pi. Il est dérivé de Debian, l'une des distributions Linux les plus populaires et stables.

Raspbian est optimisé pour le matériel et les fonctionnalités spécifiques des Raspberry Pi, offrant ainsi une expérience fluide et optimale. Voici quelques caractéristiques importantes de Raspbian

:

- **Version :** Nous avons utilisé la dernière version stable de Raspbian disponible à l'époque de notre étude. Il est recommandé de maintenir le système d'exploitation à jour pour bénéficier des améliorations de performance, des nouvelles fonctionnalités et des correctifs de sécurité.
- **Interface utilisateur :** Raspbian propose une interface graphique conviviale basée sur l'environnement de bureau LXDE (Lightweight X11 Desktop Environment). Cette interface intuitive facilite la navigation dans le système, l'accès aux applications et la configuration des paramètres.
- **Installation :** L'installation de Raspbian est relativement simple. Nous avons téléchargé l'image du système d'exploitation Raspbian à partir du site officiel de la Raspberry Pi Foundation. Ensuite, nous avons utilisé l'outil Raspberry Pi Imager pour écrire cette image sur une carte microSD. Le processus d'installation sera détaillé ci-dessous.
- **Configuration initiale :** Après avoir démarré le Raspberry Pi avec la carte microSD contenant Raspbian, nous avons été guidés à travers une procédure de configuration initiale. Cela inclut la sélection de la langue, la configuration du réseau, la définition du mot de passe de l'utilisateur et d'autres paramètres système essentiels.
- **Gestion des paquets :** Raspbian utilise le système de gestion des paquets APT (Advanced Package Tool), qui permet d'installer, de mettre à jour et de supprimer des logiciels de manière simple et efficace. APT facilite également l'installation de bibliothèques et d'outils nécessaires pour notre projet.

L'installation du système d'exploitation Raspbian sur notre Raspberry Pi a été réalisée en suivant les étapes suivantes.

Tout d'abord, nous avons téléchargé l'image officielle de Raspbian à partir du site de la Raspberry Pi Foundation.

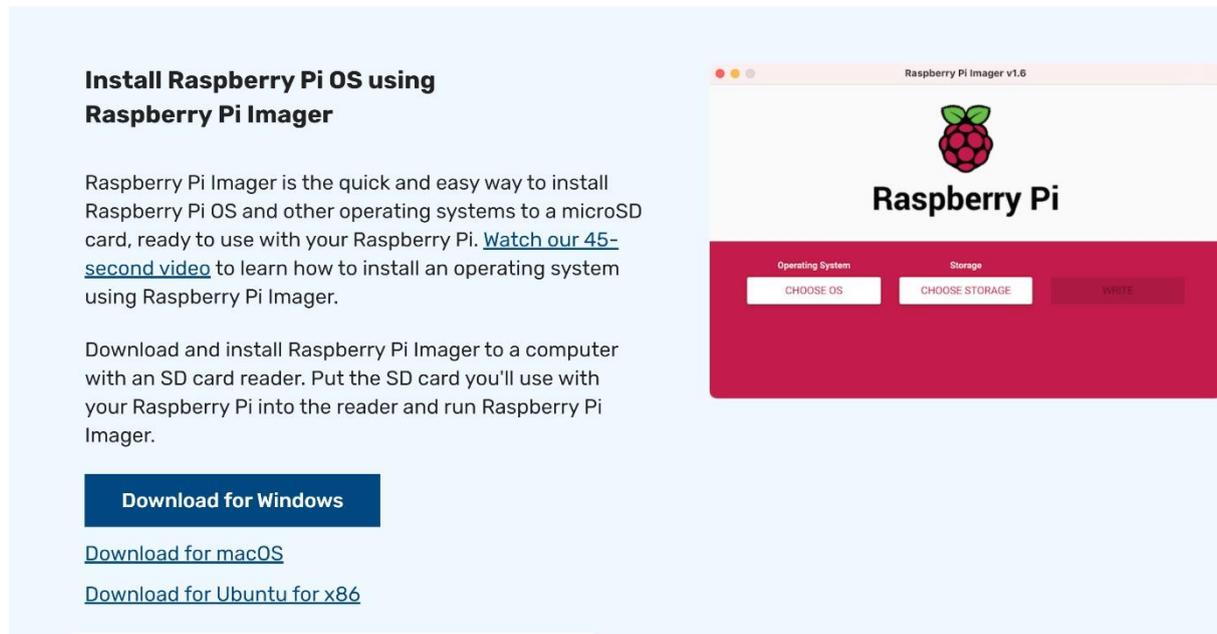


Figure 23: Installation de Raspberry Pi Imager

Ensuite, nous avons inséré une carte microSD dans un lecteur de carte connecté à notre ordinateur. À l'aide de l'outil Raspberry Pi Imager, nous avons sélectionné l'image de Raspbian que nous avons téléchargée, puis nous avons choisi la carte microSD comme support de stockage cible. Une fois les paramètres vérifiés, nous avons lancé le processus d'écriture de l'image sur la carte microSD.



Figure 24: installation de Raspbian à partir Pi Imager

Une fois l'écriture terminée, nous avons retiré en toute sécurité la carte microSD du lecteur de carte. Par la suite, nous avons inséré la carte microSD dans le slot dédié du Raspberry Pi. En connectant les périphériques nécessaires, tels que l'alimentation, l'écran et le clavier, nous avons démarré le Raspberry Pi. Raspbian s'est alors initialisé et nous a guidé à travers une procédure de

configuration initiale pour sélectionner la langue, configurer le réseau et définir les paramètres système essentiels.

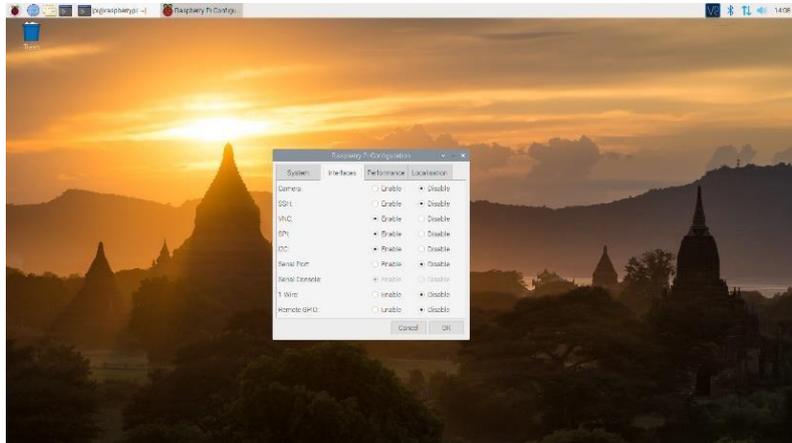


Figure 25: Interface de Raspbian

Une fois ces étapes terminées, Raspbian était installé et opérationnel sur le Raspberry Pi, prêt à être utilisé pour notre étude.

Raspberry Pi est livré avec une version de Python préinstallée. Cependant, il est important de noter que la version préinstallée peut varier en fonction de la distribution du système d'exploitation Raspbian utilisée. Dans les versions plus récentes de Raspbian, Python 3 est préinstallé par défaut.

4.4.2 OpenCV sur Raspberry :

Une fois que Raspbian était installé sur notre Raspberry Pi, nous avons procédé à l'installation de la bibliothèque OpenCV. OpenCV est une bibliothèque open-source largement utilisée dans le domaine de la vision par ordinateur et du traitement d'images. Ce qui en fait un outil précieux pour notre étude. Voici les étapes générales que nous avons suivies pour installer OpenCV sur Raspberry Pi :

- Mise à jour du système : Avant de commencer l'installation d'OpenCV, nous avons procédé à la mise à jour de notre système Raspbian en exécutant les commandes suivantes dans un terminal :

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

Figure 26: commande pour mettre à jour le système

Ces commandes ont permis de mettre à jour les paquets existants du système.

- Installation d'OpenCV : Nous avons utilisé le gestionnaire de paquets APT (Advanced Package Tool) pour installer OpenCV en exécutant la commande suivante :

```
sudo apt install python3-opencv
```

Figure 27: commande pour installer python

Cette commande a automatiquement téléchargé et installé la version compatible d'OpenCV pour Python 3 sur notre Raspberry Pi. Elle a également pris en charge toutes les dépendances nécessaires à l'exécution d'OpenCV.

4.4.3 Pillow sur Raspberry Pi :

Nous avons utilisé le gestionnaire de paquets pip (Package Installer for Python) pour installer Pillow. Nous avons exécuté la commande suivante dans le terminal :

```
pip install pillow
```

Figure 28: commande pour installer pillow

Cette commande a téléchargé et installé la bibliothèque Pillow sur notre Raspberry Pi, la rendant disponible pour une utilisation dans notre programme Python.

4.4.4 Pytesseract sur Raspberry Pi :

Pytesseract repose sur le moteur OCR Tesseract. Nous avons donc d'abord installé Tesseract en exécutant la commande suivante, Cette commande a téléchargé et installé Tesseract, qui est nécessaire pour l'analyse optique des caractères.

```
sudo apt-get install tesseract-ocr
```

Figure 29: commande pour installer tesseract-ocr

Une fois Tesseract installé, nous avons procédé à l'installation de Pytesseract en utilisant le gestionnaire de paquets pip (Package Installer for Python). Nous avons exécuté la commande suivante dans le terminal :

```
pip install pytesseract
```

Figure 30: commande pour installer pytesseract

Cette commande a téléchargé et installé la bibliothèque Pytesseract, permettant ainsi son utilisation dans notre programme Python.

4.5 Acquisition d'images des téléviseurs :

Pour mener à bien notre, il était essentiel de capturer des images des écrans des téléviseurs pour extraire les informations pertinentes. Nous avons mis en place un processus d'acquisition d'images à l'aide de la caméra connectée à notre Raspberry Pi. Les étapes que nous avons suivies pour réaliser cette acquisition sont résumées sur la figure suivante :

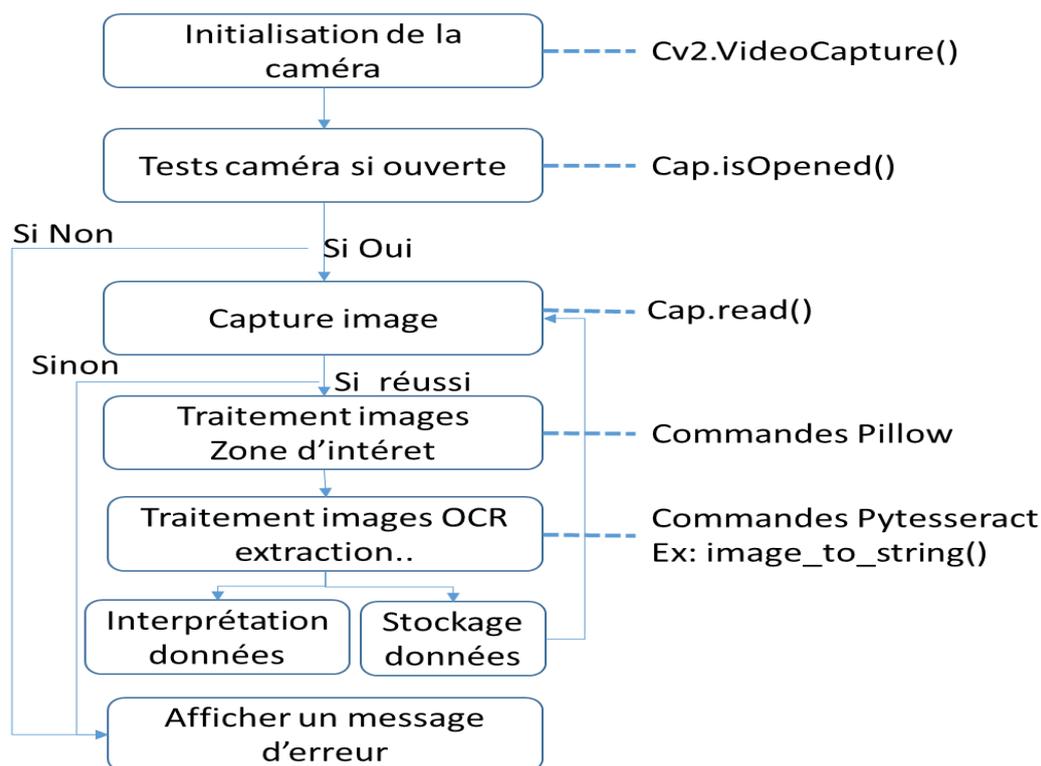


Figure 31: Schéma d'acquisition d'images

4.5.1 Initialisation de la caméra :

Nous avons utilisé la puissante bibliothèque OpenCV. Voici en détail comment nous avons procédé à l'initialisation de la caméra connectée à notre Raspberry Pi.

Tout d'abord, nous avons importé les bibliothèques nécessaires à notre programme, notamment la bibliothèque OpenCV. Nous avons veillé à installer la version appropriée d'OpenCV compatible avec notre Raspberry Pi et son système d'exploitation.

Une fois les bibliothèques importées, nous avons créé une instance de la caméra à l'aide de la fonction `cv2.VideoCapture()`. Dans notre cas, nous avons spécifié l'indice 0 pour utiliser la caméra par défaut connectée (camera USB) à notre Raspberry Pi. Cette fonction a créé un objet de capture vidéo qui nous a permis d'accéder au flux en direct provenant de la caméra.

Après avoir créé l'instance de la caméra, nous avons vérifié si celle-ci était correctement ouverte en utilisant la fonction `cap.isOpened()`. Cette fonction nous a renvoyé un booléen indiquant si la caméra était opérationnelle et prête à être utilisée. En cas de succès, nous avons pu passer à l'étape suivante de notre processus d'acquisition d'images. Toutefois, si la caméra

n'était pas ouverte correctement, nous avons affiché un message d'erreur approprié pour en informer l'utilisateur et nous avons arrêté l'exécution du programme.

4.5.2 Capture d'image :

Nous avons mis en place une boucle principale qui nous a permis de capturer en continu des images en temps réel depuis la caméra connectée à notre Raspberry Pi. Voici en détail comment nous avons procédé à la capture d'images.

À chaque itération de la boucle, nous avons utilisé la fonction `cap.read()` pour lire le flux vidéo provenant de la caméra et récupérer l'image capturée. Cette fonction renvoyait deux valeurs : un booléen indiquant si la capture d'image était réussie et l'image elle-même sous la forme d'un tableau numpy.

Pour nous assurer que la capture d'image était réussie, nous avons vérifié la valeur booléenne renvoyée par `cap.read()`. Si la valeur était `True`, cela signifiait que la capture d'image était réussie et nous pouvions procéder au traitement de cette image. En revanche, si la valeur était `False`, cela indiquait un échec de la capture d'image et nous avons géré cette situation en conséquence, par exemple en affichant un message d'erreur ou en arrêtant l'exécution du programme.

Une fois que nous avons récupéré une image valide, nous avons pu la traiter en fonction de nos besoins. Dans notre cas, nous avons utilisé cette image pour extraire des informations affichées sur l'écran. Pour ce faire, nous avons utilisé des techniques de traitement d'image, telles que le redimensionnement de l'image, le découpage de la zone d'intérêt et l'extraction du texte à l'aide de la bibliothèque `Pytesseract`.

Il est important de noter que la boucle de capture d'image était exécutée en continu, ce qui nous permettait de capturer en temps réel les images des téléviseurs dès qu'un nouvel écran était détecté. Cela nous a permis d'obtenir une acquisition fluide et en temps réel des écrans, garantissant ainsi la fiabilité et la précision de notre étude.

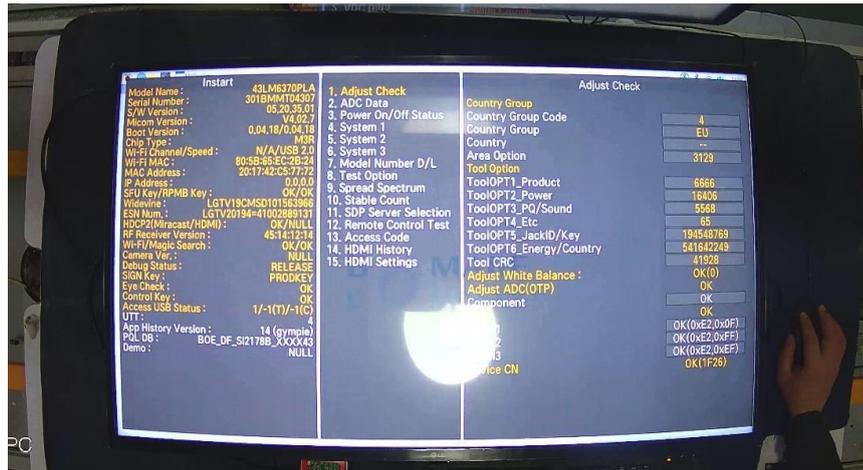


Figure 32: image capturée au bon moment



Figure 33: image capturée au mauvais moment

4.5.3 Traitement de l'image :

Après avoir capturé l'image de l'écran du téléviseur, nous avons entrepris un processus de traitement pour préparer cette image en vue de l'analyse ultérieure. La bibliothèque que nous avons utilisée pour cela était Pillow.

La première étape du traitement consistait à redimensionner l'image capturée. Nous avons redimensionné l'image en utilisant la fonction `resize()` de Pillow, en spécifiant les dimensions souhaitées. Cela nous a permis d'ajuster la taille de l'image à une taille prédéfinie, adaptée à notre analyse ultérieure. En redimensionnant l'image, nous avons pu nous concentrer sur la partie spécifique de l'écran du téléviseur où les informations pertinentes pour l'emballage étaient

affichées. Cette étape était cruciale pour éliminer tout bruit ou distraction inutile dans l'image, nous permettant ainsi de nous concentrer uniquement sur la zone d'intérêt.

Une fois que nous avons redimensionné l'image, nous avons procédé à un découpage de la zone d'intérêt. Pour ce faire, nous avons utilisé les coordonnées des pixels pour définir une zone rectangulaire autour de la zone d'intérêt. Cette zone rectangulaire était déterminée en fonction de la disposition spécifique de l'écran du téléviseur et de l'emplacement où les informations pertinentes étaient affichées. En découpant l'image de cette manière, nous avons pu isoler et extraire précisément la zone d'intérêt, ce qui a facilité l'analyse et l'extraction des informations ultérieures.

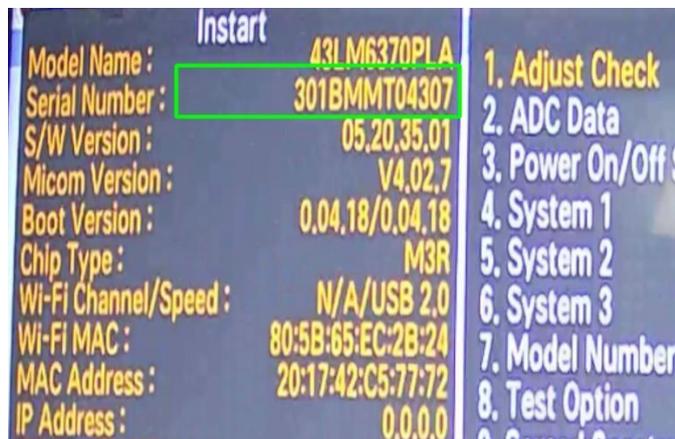


Figure 34: La zone rectangulaire autour de la zone d'intérêt TV1

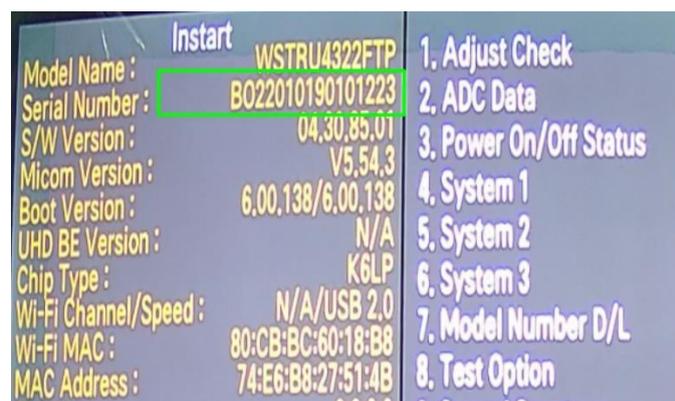


Figure 35: La zone rectangulaire autour de la zone d'intérêt TV2

4.5.4 Extraction du texte :

Une fois que nous avons obtenu l'image traitée, nous avons utilisé la bibliothèque Pytesseract pour extraire le texte contenu dans cette image.

Pour effectuer l'extraction du texte, nous avons utilisé la fonction `image_to_string(image)` de Pytesseract. Cette fonction prend en entrée l'image traitée et retourne le texte extrait de celle-ci.

Pytesseract a la capacité de reconnaître et d'interpréter une grande variété de caractères, y compris les lettres, les chiffres, les symboles et même certains caractères spéciaux.

Lorsque nous avons appliqué la fonction `image_to_string()`, Pytesseract a utilisé des algorithmes de traitement d'images avancés pour analyser l'image pixel par pixel. Il a identifié les contours des caractères, leur a attribué une signification et a reconstitué le texte complet qui était affiché sur l'écran des téléviseurs.

4.5.5 Enregistrement des informations :

Une fois que nous avons extrait le texte à l'aide de Pytesseract, nous avons pris différentes mesures pour enregistrer ces informations. Tout d'abord, nous avons affiché le texte extrait dans le terminal afin de pouvoir le vérifier visuellement. Cela nous a permis de s'assurer que le processus d'extraction fonctionnait correctement et que les informations étaient interprétées avec précision.

Cependant, simplement afficher le texte dans le terminal n'était pas suffisant pour une analyse plus approfondie ou un suivi ultérieur. Par conséquent, nous avons également enregistré le texte extrait dans un fichier PDF dédié. Cette approche nous a offert plusieurs avantages importants.

Tout d'abord, en enregistrant les informations extraites dans un fichier PDF, nous avons pu stocker les données de manière permanente. Cela nous a permis de conserver un enregistrement précis des informations pour référence future ou pour des analyses statistiques.

De plus, l'enregistrement nous a facilité la manipulation et l'analyse ultérieure des données. Nous avons pu utiliser des techniques de traitement de texte ou des scripts personnalisés pour extraire des informations spécifiques, effectuer des calculs ou générer des rapports automatisés.

Enfin, l'enregistrement des informations extraites dans un fichier PDF nous a également permis de partager facilement ces données avec d'autres parties prenantes ou de les intégrer dans d'autres systèmes informatiques. Par exemple, les données d'emballage des téléviseurs pourraient être importées dans un système de gestion des stocks ou dans une base de données plus large pour une analyse globale. Et dans notre cas un fichier PDF qui contient les numéros de série des téléviseurs va être coller sur une palette pour faciliter la traçabilité.

BOMARE COMPANY
DESIGN THE FUTURE

Réf: FOR-UI-10-02
Date d'application 08/03/2014
Page 1 sur 1

Fiche Palette

Date : 2023-06-21
Model : WebOs-55
Palette : 232 Lot : 13

Package:	Details:
2305WH3223SPE01BL00022	301BMMT04307 BO22010190101223

2305WH3223SPE01BL00022

Ce document est la propriété de BOMARE COMPANY, aucune utilisation et/ou reproduction ne peut être faite sans autorisation écrite
STREAM la 1^{ère} marque de téléviseur exportée vers l'Europe www.streamsystem.com

SARL BOMARE COMPANY
RC : 004855 51 01 - NF : 000 118 00 14 18 542 - N.I.S. : 000 118 100 195 064
Al : 1564 079 640 31 - CS : 11003 000 000 00 DA
Siège social : 20 rue Mohamed Oudir, Armelol, El Biar, Alger 16406

ISO 9001
ISO 14001
CE

STREAM SYSTEM
Marque commerciale de BOMARE COMPANY

Figure 36: résultat final de l'extraction

4.6 Analyse et interprétation des résultats :

Nous avons procédé à une analyse approfondie des résultats obtenus dans le cadre de notre étude sur l'utilisation de l'intelligence artificielle dans l'emballage des téléviseurs. Cette analyse a permis d'évaluer les performances du système d'intelligence artificielle que nous avons mis en

place, en fonction des objectifs que nous nous étions fixés. Nous avons examiné attentivement les données collectées et nous avons pu identifier les tendances et les modèles significatifs qui se dégagent. De plus, cette analyse nous a permis de détecter les éventuels problèmes liés aux informations extraites des écrans des téléviseurs. En comprenant ces résultats, nous avons pu nourrir des discussions riches et approfondies sur les avantages, les défis et les opportunités d'amélioration continue de notre système.

4.7 Aspects organisationnels :

Comme il a été déjà décrit au début de ce présent document, la saisie des informations relatives aux téléviseurs lors de l'emballage s'effectuait par une brigade de 03 agents de saisie par chaîne de montage, en alternance par palette. Additivement à la solution technique apportée par la présente étude, la solution organisationnelles correspondante se résume comme suit :

1. Mettre en place un dispositif technique tel que proposé à la fin chaque chaîne de montage
2. Diminuer le nombre d'intervenants pour la saisie des informations des téléviseurs à un (01) par chaîne de montage. Cet agent enclenchera la capture d'images à partir du dispositif.
3. Orienter les agents en surplus vers l'activité d'assurance qualité pour veiller à améliorer le service rendu aux clients

Cette solution organisationnelle est schématisée sur la figure ci-dessous :

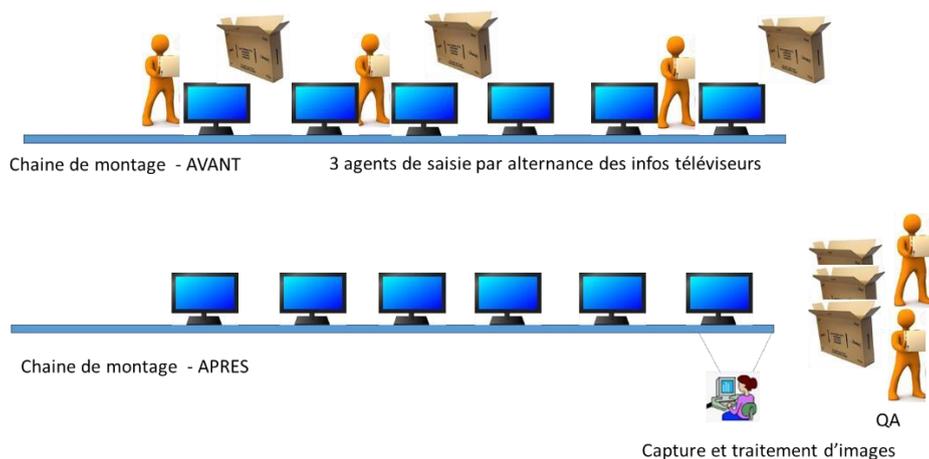


Figure 37: Solution organisationnelle de notre travail

Avec ces recommandations organisationnelles, la traçabilité du processus d'emballage sera garantie par le dispositif technique, et la réduction des erreurs sera de facto assurée puisque la saisie s'effectue par la solution technique (le Raspberry Pi 3).

De plus, une amélioration du service rendu sera perçue par l'introduction des agents vérificateurs en bout de chaîne, qui ont été réorientés de la saisie vers l'assurance qualité.

4.8 Limitations et défis rencontrés :

Tout d'abord, il convient de mentionner les limitations liées à la technologie elle-même. Bien que notre système d'acquisition d'images et de traitement d'images ait donné des résultats satisfaisants, il reste sensible à certaines conditions environnementales telles que la luminosité, les reflets et les variations de contraste. Cela peut entraîner une dégradation de la qualité de l'image et une diminution de la précision de l'extraction des informations.

De plus, notre approche repose sur la reconnaissance optique des caractères (OCR) pour extraire le texte. Bien que les bibliothèques OCR, telles que Pytesseract, aient fait des progrès significatifs, elles peuvent encore rencontrer des difficultés dans la reconnaissance de certains caractères, en particulier dans des situations où la police de caractères est peu courante ou lorsque l'écran présente des distorsions ou des défauts.

Un autre défi majeur auquel nous avons été confrontés est la variabilité des téléviseurs eux-mêmes. Les modèles peuvent différer en termes de taille de l'écran, de résolution, de qualité d'affichage, de police de caractères utilisée, etc. Cette diversité peut rendre la tâche d'extraction des informations plus complexe, car notre système doit être suffisamment flexible pour s'adapter à ces variations.

De plus, notre étude s'est concentrée sur un contexte spécifique, à savoir l'emballage des téléviseurs. Cela signifie que nos résultats et nos conclusions sont spécifiques à cette application et peuvent ne pas être directement généralisables à d'autres domaines ou industries. Des recherches supplémentaires seront nécessaires pour adapter notre approche à d'autres scénarios d'utilisation et évaluer sa pertinence et son efficacité.

Enfin, il convient de noter que notre étude repose sur des ressources matérielles spécifiques, telles que le Raspberry Pi et la caméra USB. Bien que ces composants soient largement

accessibles et abordables, ils peuvent présenter des limitations en termes de puissance de calcul, de capacité de stockage, etc. Dans des environnements plus exigeants, des équipements plus avancés pourraient être nécessaires pour obtenir des performances optimales.

4.9 Applications et implications industrielles :

Tout d'abord, notre approche basée sur la capture et l'analyse des informations affichées sur l'écran des téléviseurs offre une solution automatisée et précise pour extraire les informations pertinentes nécessaires au processus d'emballage. Cela permet de réduire considérablement les erreurs humaines et les inefficacités associées à la saisie manuelle des informations. En automatisant cette tâche, les entreprises peuvent augmenter leur productivité, réduire les coûts et améliorer la qualité globale de l'emballage.

De plus, notre système peut être utilisé dans diverses applications industrielles, notamment la traçabilité des produits, le contrôle de la qualité et la gestion des stocks. En extrayant les informations des écrans des téléviseurs, il devient possible de suivre et de vérifier les détails des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Cela permet d'améliorer la traçabilité, d'identifier les produits défectueux ou les erreurs de fabrication, et de prendre des mesures correctives plus rapidement.

En termes d'implantation industrielle, notre système peut être intégré aux lignes de production existantes avec une configuration minimale. La flexibilité du Raspberry Pi et des composants utilisés permet une intégration facile dans différents environnements de production. De plus, notre approche étant basée sur des logiciels open source, elle offre une solution rentable et personnalisable pour les entreprises qui souhaitent améliorer leur processus d'emballage.

4.10 Conclusion :

En conclusion de cette section, nous avons décrit la mise en place expérimentale de notre projet de reconnaissance de texte sur les téléviseurs à l'aide d'un Raspberry Pi. Nous avons détaillé le matériel utilisé, notamment le Raspberry Pi lui-même, la caméra et le bouton poussoir. Nous avons également présenté la configuration logicielle comprenant le système d'exploitation Raspbian, ainsi que les bibliothèques OpenCV, Pillow et Pytesseract.

Nous avons expliqué les différentes étapes de l'acquisition d'images, du traitement de l'image à l'extraction du texte, et comment les informations ont été enregistrées. Nous avons également abordé l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus.

Nous avons également identifié certaines limitations et défis, tels que la qualité variable de l'image capturée et la complexité de la reconnaissance de certaines polices de caractères. Ces aspects devront être pris en compte pour améliorer la performance et la fiabilité de notre système.

Conclusion général

Conclusion générale

Conclusion générale :

Notre mémoire de fin d'études s'est concentré sur l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA) pour résoudre les difficultés liées au processus d'emballage des téléviseurs au sein de l'entreprise BOMARE COMPANY. Notre objectif principal était de trouver des solutions techniques et organisationnelles pour automatiser la saisie des informations des téléviseurs lors de l'emballage, afin d'améliorer la traçabilité et de réduire les erreurs humaines.

En conclusion de notre mémoire de fin d'étude, nous avons pu démontrer avec succès les avantages et les possibilités offertes par cette technologie. Grâce à l'implémentation d'un programme Python associé à une caméra et à des techniques avancées de traitement d'images, nous avons réussi à capturer les informations affichées sur les écrans des téléviseurs durant la phase de l'emballage.

Cette approche novatrice a permis d'améliorer significativement la précision, l'efficacité et la fiabilité du processus d'emballage, réduisant ainsi les erreurs humaines et les coûts associés. Les résultats obtenus ont démontré la capacité de l'intelligence artificielle à optimiser les opérations industrielles en offrant des solutions plus rapides, plus précises et plus rentables. De plus, cette technologie a ouvert de nouvelles perspectives d'automatisation et d'amélioration continue dans le domaine de l'emballage des téléviseurs.

Cependant, il convient de noter que certaines limitations et défis peuvent se présenter lors de la mise en œuvre de ces solutions. Par exemple, la qualité de l'image capturée et la variabilité des caractéristiques des écrans peuvent affecter la précision de l'extraction des informations. Il sera important de continuer à améliorer notre système en tenant compte de ces aspects et en ajustant les paramètres en conséquence.

Bibliographie

Bibliographie :

- [1] <https://www.bomarecompany.com> juillet 2023.
- [2] <https://www.wayden.fr/lintelligence-artificielle-dans-lindustrie-quels-enjeux/#:~:text=L'intelligence%20artificielle%20au%20service,aussi%20de%20%C2%AB%20machines%20pensantes%20%C2%BB>. Juillet 2023.
- [3] <https://www.ummtto.dz/dspace/bitstream/handle/ummtto/13208/Lounis%20K.%3B%20Mousi%20D..pdf?sequence=1&isAllowed=y> juillet 2023.
- [4] <https://www.blogdumoderateur.com/intelligence-artificielle-5-applications-concretes/> juillet 2023.
- [5] <https://biblio.univ-annaba.dz/ingeniorat/wp-content/uploads/2019/09/Zara-Islem.pdf> juillet 2023.
- [6] <https://www.picomto.com/intelligence-artificielle/> juillet 2023.
- [7] <https://dspace.univouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/29094/1/memoire%20nassima%20yahiaoui%20%281%29.pdf> juillet 2023.
- [8] <https://moov.ai/fr/blog/reconnaissance-optique-de-caracteres-ocr> juillet 2023.
- [9] <https://www.klipa.com/fr/blog/informations/ocr-guide-ultime/> juillet 2023.
- [10] <https://www.raspberrypi-france.fr> juillet 2023.