
DESCRIPTION DE PROJET

pour

Détection de la couleur des sacs
de ciment

Préparé par BENSAID
MOHAMED

Ciments du Maroc

December 26, 2023

Contents

I.	Introduction	3
II.	les objectifs	3
III.	Portée et Limitations	4
III.1.	Portée de l'installation	4
III.2.	Portée opérationnelle	5
III.3.	Limites	5
III.4.	Stratégies d'atténuation	6
IV.	Présentation du système	6
IV.1.	Composants	6
IV.2.	Composants du système et intégration	8
IV.3.	Collaboration fonctionnelle	9
IV.4.	L'automatisation	9
V.	Spécifications techniques : Détecteur de couleurs	9
V.1.	Processus de détection des couleurs	9
V.2.	Capture par intervalles	10
V.3.	Modularité et amélioration	10
V.4.	Précision et fiabilité	10
VI.	Stratégies de conception et de déploiement	10
VI.1.	Configuration du matériel et des logiciels	10
VI.2.	Processus de traitement des images	11
VI.3.	Génération et sortie du signal	11
VI.4.	Intégration et compatibilité	11
VI.5.	Traitement des erreurs et système d'alarme	11
VI.6.	Test et validation	12
VI.7.	Documentation et maintenance	12
VII.	Budget et ressources	12
VII.1.	Hardware	12
VII.2.	Software	12
VIII.	Conclusion	13

I. Introduction

Il est primordial de garantir une qualité constante dans la production de ciment. Dans les usines de Ciments du Maroc, la détection de la couleur correcte des sacs de ciment est cruciale, car elle est directement liée au maintien de l'intégrité du produit et des normes de qualité. Des variations dans la couleur des sacs peuvent potentiellement indiquer une inadéquation entre le contenu du sac et le grade de qualité désigné, ce qui peut entraîner une perte de confiance de la part des clients, comme par exemple un ciment de qualité inférieure dans un sac de ciment de qualité supérieure.

L'objectif principal de ce projet est de créer un système précis de détection des couleurs, destiné à identifier les variations de couleur des sacs de ciment sur la ligne de production. Ce système permettra d'éviter les erreurs entre la couleur des sacs et la qualité du ciment qu'ils contiennent.

Le présent document expose les spécifications techniques, les stratégies de conception et l'impact attendu de ce système de détection des couleurs. En intégrant une technologie de pointe, cette initiative vise à renforcer nos mesures de contrôle de la qualité et à maintenir notre engagement à fournir des produits de ciment cohérents et de haute qualité.

II. les objectifs

Lors de l'élaboration de ce projet, certains objectifs doivent être atteints

- Développer un système de détection des couleurs de haute précision adapté aux sacs de ciment afin d'assurer l'identification précise des variations de couleur correspondant aux différentes catégories de qualité.
- Concevoir le système de manière à ce qu'il soit rentable, en optimisant les composants matériels et logiciels sans compromettre la précision.
- Faciliter l'adaptation et l'extension du système de détection des couleurs pour tenir compte des variations futures des couleurs des sacs de ciment et des normes de qualité sans reconfiguration importante.
- Assurer la compatibilité et l'intégration aisée du système de détection des couleurs avec les systèmes d'automatisation existants de l'usine, afin de faciliter l'intégration dans la chaîne de production sans perturber le flux de travail ou nécessiter des révisions importantes du système.

III. Portée et Limitations

III.1. Portée de l'installation

- **Emplacement** : Le détecteur de couleur sera positionné le long de la bande transporteuse juste avant que les sacs n'entrent dans la section de remplissage de l'ensacheuse.
- **Point d'intégration** : L'installation assurera une intégration transparente dans le processus d'ensachage, permettant une détection des couleurs en temps réel juste avant les opérations de remplissage.



Figure 1.: Applicateur



Figure 2.: Ensacheuse

III.2. Portée opérationnelle

- **Détection en temps réel** : Le détecteur saisit les couleurs des sacs en continu pendant qu'ils se déplacent sur le convoyeur, ce qui permet d'identifier immédiatement les variations de couleur.
- **Intégration au remplissage des sacs** : L'intégration à ce stade permet d'effectuer des contrôles de qualité juste avant le remplissage du sac, ce qui garantit la précision du respect de la qualité du ciment.

III.3. Limites

- **Facteurs environnementaux** : Des conditions telles que l'obscurité ou un mauvais éclairage peuvent affecter la précision du détecteur.
- **Accumulation de poussière** : L'accumulation de poussière sur la lentille du détecteur peut avoir un impact sur la clarté de l'image et donc sur la précision de

la détection des couleurs.

- **Alignement optimal de la caméra** : Il peut être difficile de trouver un endroit parfait pour l'alignement correct de la caméra.

III.4. Stratégies d'atténuation

- **Amélioration de l'éclairage** : Mettre en place des sources d'éclairage supplémentaires pour surmonter les limitations liées à l'obscurité.
- **Maintenance régulier** : Appliquer des protocoles de nettoyage périodique pour éviter l'accumulation de poussière et maintenir la fonctionnalité optimale du détecteur.
- **Étalonnage de l'alignement** : Effectuer des contrôles précis de l'alignement de la caméra lors de l'installation et mettre en place des routines d'étalonnage régulières pour maintenir la précision.

IV. Présentation du système

Le système de détection des couleurs est mis en œuvre par le intermédiaire d'un script Python utilisant la bibliothèque OpenCV, fonctionnant en temps réel avec une caméra connectée. Le script capture des images en direct à l'aide du module PiCam sur un micro-ordinateur Raspberry Pi.

IV.1. Composants

Hardware

Raspberry Pi

- **Description**: Le Raspberry Pi est un ordinateur monocarte de la taille d'une carte bancaire, développé pour promouvoir l'enseignement de l'informatique et faciliter les projets de bricolage.
- **Caractéristiques**: Il comprend différents modèles, chacun avec ses propres capacités, mais inclut généralement des broches GPIO (General Purpose Input Output), des ports USB, une sortie HDMI, le Wi-Fi, le Bluetooth et un emplacement pour carte microSD pour le stockage.
- **Objectif**: utilisé pour diverses applications telles que la programmation, les projets électroniques, l'IoT (Internet des objets), et comme plateforme informatique à faible coût pour diverses tâches.



Figure 3.: Micro-ordinateur Raspberry Pi 4 B

Picam

- **Description:** Le module PiCam est un accessoire de caméra conçu spécifiquement pour les cartes Raspberry Pi.
- **Caractéristiques:** Il est disponible en différentes versions, offrant des résolutions variées et des fonctionnalités telles que la mise au point réglable, les capacités de faible luminosité et la capture d'images et de vidéos haute définition.
- **Objectif:** Idéal pour les projets nécessitant la capture d'images ou de vidéos, la surveillance, la vision par ordinateur et d'autres applications pour lesquelles une caméra compacte et dédiée est nécessaire aux côtés de la carte Raspberry Pi.

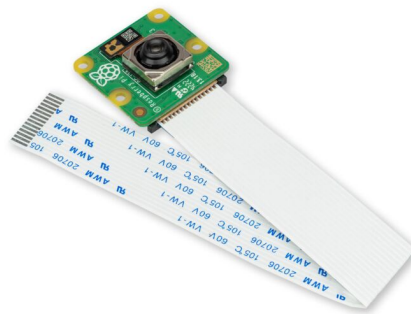


Figure 4.: Module Camera Raspberry Pi Picam

Software

Python : Un langage de programmation largement utilisé et convivial, connu pour sa lisibilité et sa polyvalence.

OpenCV : bibliothèque de vision par ordinateur à code source ouvert comprenant des outils d'analyse d'images et de vidéos, de détection d'objets et autres, souvent utilisés pour des tâches telles que le traitement d'images et les applications d'apprentissage automatique.

IV.2. Composants du système et intégration

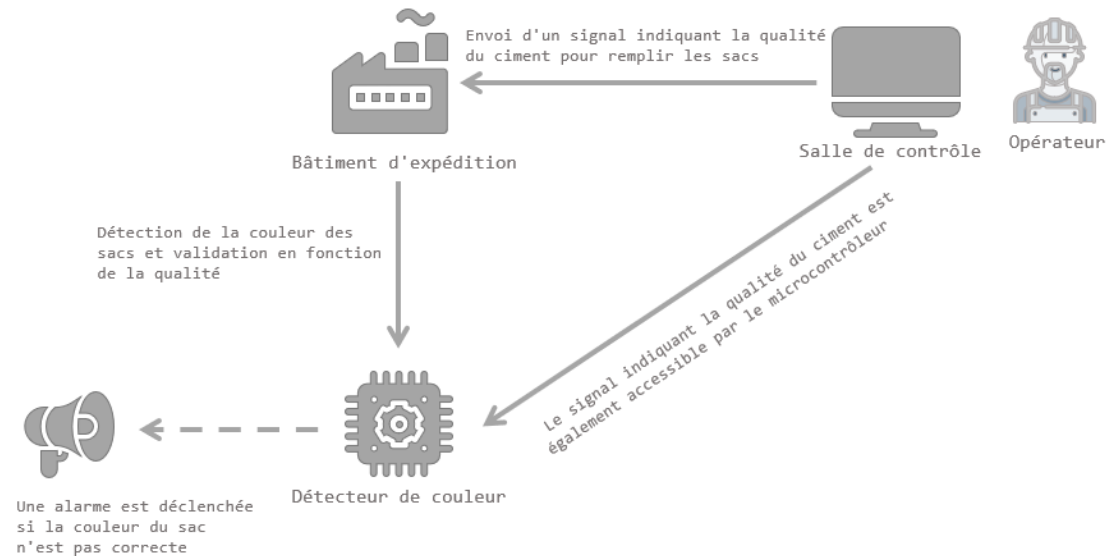


Figure 5.: Architecture du système

- **Communication des signaux** : La salle de contrôle transmet à la zone d'expédition des signaux correspondant à des exigences spécifiques en matière de qualité du ciment.
- **Intégration du microcontrôleur** : Le microcontrôleur, qui abrite le système de détection des couleurs, s'interface avec les signaux de commande reçus, ce qui permet une synchronisation avec les spécifications de qualité.
- **Détection et comparaison des couleurs** : Le détecteur de couleur du microcontrôleur analyse la couleur du sac de ciment en temps réel et la compare au signal de qualité reçu du système d'automatisation de la salle de contrôle.
- **Mécanisme de déclenchement d'alarme** : en cas de non-concordance entre la couleur et la qualité, le système déclenche une alarme, signalant une anomalie dans le contenu du sac par rapport au niveau de qualité spécifié.

IV.3. Collaboration fonctionnelle

- **Contrôle de qualité rationalisé** : L'intégration du système garantit un processus cohérent dans lequel les spécifications de qualité de la salle de contrôle s'alignent sur la détection des couleurs en temps réel, ce qui favorise la précision dans l'identification des qualités de ciment correctes.
- **Système d'alerte en cas d'erreur** : Le mécanisme d'alarme avertit rapidement le personnel en cas d'anomalie détectée, ce qui permet de prendre rapidement des mesures correctives pour maintenir les normes de qualité au sein de la chaîne de production.

IV.4. L'automatisation

- **Fonctionnement autonome** : Le système fonctionne de manière autonome au sein de la chaîne de production, intégrant les mesures de contrôle de la qualité de manière transparente sans perturber le flux de travail.
- **Précision améliorée** : En automatisant les processus de détection et de comparaison, le système optimise l'efficacité, en réduisant la supervision manuelle et les erreurs potentielles dans la vérification de la qualité du ciment.

V. Spécifications techniques : Détecteur de couleurs

V.1. Processus de détection des couleurs

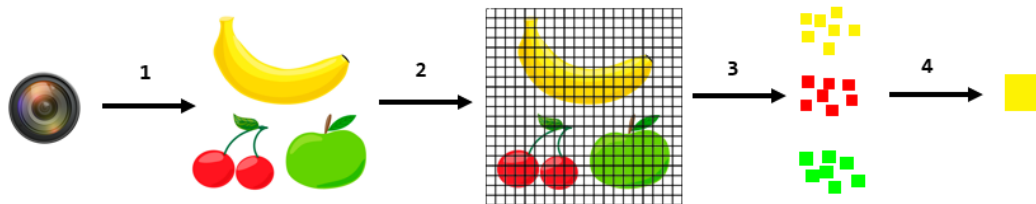


Figure 6.: Processus de détection des couleurs

1. **Capture d'images** : Le programme, qui utilise les fonctionnalités d'OpenCV, capture des images à des intervalles prédéfinis à partir de l'endroit désigné où les sacs de ciment arrivent à l'usine.
2. **Analyse des pixels** : OpenCV traite les images capturées, en analysant les données des pixels pour quantifier la présence des couleurs rouge, bleue et verte dans l'image.
3. **Référence à la gamme de couleurs HSV** : Le programme fait référence à des plages de couleurs HSV (teinte, saturation, valeur) prédéfinies dans la bibliothèque OpenCV, ce qui permet d'identifier des spectres de couleurs spécifiques dans les images capturées.
4. **Identification de la couleur dominante** : En comparant le nombre de pixels dans les plages HSV spécifiées, OpenCV aide à déterminer la couleur dominante présente dans l'image capturée.
5. **Adaptabilité et ajustement** : Le programme, écrit en Python avec l'intégration d'OpenCV, permet d'ajuster facilement les plages de couleurs HSV, offrant ainsi une adaptabilité à l'évolution des exigences de production ou des normes de couleur.

V.2. Capture par intervalles

S'appuyant sur les capacités de planification de Python et les fonctions de capture d'images d'OpenCV, le programme facilite la capture d'images en continu à des intervalles prédéfinis, garantissant un flux de données cohérent pour l'analyse des couleurs sans perturber les opérations de l'usine.

V.3. Modularité et amélioration

La modularité et la simplicité inhérentes à Python permettent de modifier et d'améliorer facilement le programme, garantissant ainsi son adaptabilité future à l'évolution des normes de couleur ou aux ajustements de la chaîne de production.

V.4. Précision et fiabilité

En utilisant les fonctionnalités robustes de traitement d'images d'OpenCV, le programme garantit une analyse précise des couleurs et une identification fiable des couleurs dominantes, améliorant ainsi les mesures de contrôle de la qualité au sein de la chaîne de production.

VI. Stratégies de conception et de déploiement

VI.1. Configuration du matériel et des logiciels

- **Sélection du microcontrôleur** : Choisir un micro-ordinateur Raspberry Pi pour sa polyvalence et sa compatibilité avec le module PiCam.

- **Sélection du microcontrôleur** : Choisir un micro-ordinateur Raspberry Pi pour sa polyvalence et sa compatibilité avec le module PiCam.
- **Intégration de la caméra** : Configurer le module PiCam pour la capture et le traitement d'images.
- **Cadre logiciel** : Implémenter le système de détection des couleurs en utilisant le langage de programmation Python et la bibliothèque OpenCV pour l'analyse d'images.

VI.2. Processus de traitement des images

- **Configuration de la capture d'images** : Définir des intervalles pour la capture continue d'images au point d'arrivée du sac.
- **Méthodologie d'analyse des pixels** : Développement d'algorithmes pour l'analyse des couleurs basée sur les pixels dans les images capturées.
- **Ajustement de la plage HSV** : Établir un mécanisme permettant de modifier facilement les plages de couleurs HSV sur la base de normes de couleurs spécifiques.

VI.3. Génération et sortie du signal

- **Mécanisme du signal de sortie** : Concevoir un système permettant de générer des signaux électriques représentant les couleurs détectées (rouge, bleu, vert).
- **Configuration du câblage** : Configurez le système de manière à ce que les signaux soient émis par des fils distincts pour chaque couleur.

VI.4. Intégration et compatibilité

- **Intégration au système d'automatisation** : Assurer la compatibilité avec le système d'automatisation de l'usine pour une réception transparente des signaux.
- **Adaptabilité** : Concevoir le système de manière à ce qu'il puisse s'adapter aux changements de normes de couleur ou aux exigences de production sans reconfiguration importante.

VI.5. Traitement des erreurs et système d'alarme

- **Détection des discordances** : Créer des algorithmes pour identifier les divergences entre les couleurs détectées et les signaux de qualité reçus.
- **Déclenchement de l'alarme** : Mettre en œuvre un mécanisme permettant d'activer rapidement une alarme en cas de détection de discordances entre les couleurs et les niveaux de qualité.

VI.6. Test et validation

- **Test fonctionnel** : Développer des cas d'essai pour vérifier la précision de la détection des couleurs et de la génération des signaux.
- **Protocoles de validation** : Établir des procédures de validation pour s'assurer que le système réagit correctement à différents scénarios de couleurs.

VI.7. Documentation et maintenance

- **Documentation complète** : Préparer une documentation détaillée couvrant l'architecture du système, les algorithmes et les lignes directrices opérationnelles.
- **Directives de maintenance** : Fournir des protocoles de maintenance pour assurer la fiabilité et les performances continues du système.

VII. Budget et ressources

VII.1. Hardware

Equipement	Description	Coût
Carte Raspberry pi 5 4GB	la dernière version de la carte Raspberry Pi avec 4GB de RAM.	870 DH
Raspberry Pi Camera Module 3	une caméra spécialement conçue pour les cartes Raspberry Pi.	370 DH
Cable Pi camera (50cm)	Câble pour connecter le module caméra au Raspberry Pi.	30 DH
Raspberry Pi 27W USB-C	Une alimentation pour la carte Raspberry Pi.	160 DH
SD card 64GB class A1	stockage pour le système d'exploitation et les données du Raspberry Pi.	110 DH
Boîtier Raspberry Pi pour Raspberry Pi 5	Un étui de protection pour abriter le Raspberry Pi.	130 DH
Câble Micro HDMI	Pour connecter le Raspberry Pi à un moniteur ou à un écran.	55 DH
Total		1695 DH

VII.2. Software

Les outils logiciels - Python, OpenCV, NumPy et Matplotlib - qui font partie intégrante de ce projet sont des logiciels libres, dont l'utilisation n'entraîne aucune dépense directe. Python est le langage de programmation de base, offrant une grande flexibilité et de nombreuses bibliothèques. OpenCV fournit des capacités de vision par ordinateur, NumPy prend en charge les calculs numériques et Matplotlib permet la visualisation des

données, le tout sans frais associés. L'utilisation de ces outils au sein de l'écosystème Python élimine le besoin de logiciels propriétaires, ce qui garantit un environnement de développement rentable.

VIII. Conclusion

Le système de détection des couleurs, piloté par Python et Raspberry Pi, représente une solution transformatrice pour le contrôle de la qualité de la cimenterie. Positionné stratégiquement et utilisant des outils open-source, il promet une identification précise des couleurs en temps réel, minimisant les erreurs et renforçant l'engagement de l'usine à fournir des produits de ciment cohérents et de haute qualité. Malgré les difficultés, l'adaptabilité de la solution permet de s'adapter à l'évolution des normes, ce qui ouvre la voie à une ère de réduction des erreurs et d'amélioration de l'efficacité, consolidant ainsi la réputation de l'usine en tant que leader de l'industrie de la fabrication axée sur la qualité.