République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

Universitaire Yahia FARES de Médéa

Faculté De Technologie

Département de Génie mécanique



Projet de fin d'étude

Pour l'obtention du diplome de Master en

Filière : éléctromécanique

Spicialité : mécatronique

Thème :

Conception d'un scanner 3D Pour la retro conception des pièces

Préparé et Présenté par :

Mansouri mohamed amine

Encadré par :

Dr. OULD CHARCHALI. N

Pf. ABDEALLAH EL-HADJ. A

Remerciement

Louange à Dieu Créateur des univers, l’Omniscient, Qui m’a donné la force, le courage et l’endurance jusqu'à l’accomplissement de ce travail.

Au terme de ce travail, Nous souhaitons remercier en premier lieu

Dr. Ould charchali et Pf. ABDEALLAH EL-HADJ. pour avoir dirigé ce travail, leur encadrement, leurs précieux conseils ont été d’une aide précieuse.

Un grand merci pour:

les professeurs de la branche génie mécanique.

Merci à tous ceux qui ont participé directement ou indirectement aux résultats de ce travail.

Enfin, je souhaite remercier ma famille, Celui qui m'a aidé et ce travail ne se serait pas passé sans eux.

Dédicace

C’est avec profonde gratitude et sincères mots,

que nous dédions ce modeste travail fin d’étude à nos très chers parents; qui ont sacriez leur vie pour notre réussite et nous ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux. Nous dédions aussi ce travail à nos frères, sœurs et leurs époux. Nos grands-parents. Nos tantes, nos oncles et leurs familles. Nos cousins et cousines. Tous nos adorables amis. Ainsi qu’à toute personne qui nous ont soutenus.

ملخص:

يتمحور هذا المشروع حول إنشاء لماسح ثلاثي الأبعاد من اجل استخدامه في الهندسة العكسية . وهو يعتمد على تقنية انكسار الضوء

يعتمد هذا الماسح على النموذج الرياضي لكاميرا ذات الثقب من اجل تحديث إحداثيات الصور الملتقط في العالم الحقيقي وهو يتكون من كاميرا وليزر خطي و وحدة قياس الممانعة حيث تقوم الكاميرا بالالتقاط انكسار خط الليزر وتقوم وحدة قياس بالقصور الذاتي بقياس زاوية الدوران والتسارع هذا الأخير نحسب منه مقدار الحركة حيث يكون القياس على المحاور الثلاثة(X,Y,Z) وعن طريق لغة البرمجة بايثون نقوم بتحويل هذه المعطيات إلى نموذج ثلاثي الأبعاد.

الكلمات المفتحة :الماسح ثلاثي الأبعاد , ليزر , الانكسار الضوئية, وحدة قياس بالقصور الذاتي ,آلة تصوير

Résumé:

La contribution de ce projet est la conception du scanner 3D pour la conception inversée qui utilise la technique de la lumière structurée.

Ce scanner est basé sur le modèle mathématique de la caméra sténopé pour obtenir les cordons de l'image à capturer dans le monde réel. Il est composé d'une caméra, d'un liner laser et d'une unité de mesure inertielle où la caméra pour capturer la lumière structurée est avec le unité de la mesure inertielle nous avons obtenu la rotation et l'accélération cette dernière nous permettons de calculer le déplacement cette mesure est dans les trois axes (X, Y, Z) avec le langage python nous transférons c'est pour donner un modèle 3D.

Mots clés: Scanner 3D, Laser, lumière structurée, Unité de mesure inertielle, caméra

Abstract:

The contribution of this project is the design of the 3D scanner for the reverse design that uses the structured light technique.

This scanner is based on the mathematical model of the pinhole camera to obtain the cords of the image to be captured in the real world it is composed of a camera, laser liner and inertial measurement unit where the camera to capture the structured light is with the unit from the inertial measurement we obtained rotation and acceleration the latter we allow to calculate the displacement this measurement is in the three axes (X, Y, Z) with python language we transfer it is to give a 3D model.

Keywords: 3D Scanner, Laser, structured light , Inertial Measurement Unit, camera

Liste de figure

Figure I-1 sonde de contact 2
Figure I-2les trois type de capteur optiques 3
Figure I-3 Cyberware scanner 3d de tête....3
Figure I-4 Cyberware scanner 3d corps complet....3
Figure I-5 REPLICA 3
Figure I-6 scanner de Digibotics 4
Figure I-7 bras à commande manuelle et scanner avec bande laser....4
Figure I-8 : sonde de contacte est lié avec....5
Figure I-9 sonde de contacte est lié avec CNC 5
Figure I-10 image d'âpre un TDM on 2D et 3D....6
Figure I-11 scanner TDM....6
Figure I-12 scanner IRM....6
Figure I-13 image d'âpre un IRM On 3D et 2D 6
Figure I-14 démonstration pour technique du Temps de vol....6
Figure I-15 radar de sole 3D....7
Figure I-16 image d'âpre un radar de sole 3d 7
Figure I-17 scanner LDIR 7
Figure I-18 model 3d d'un scanner LDIR....7
Figure I-19 SONAR SOUS MARIN 7
Figure I-20 vu 3d de sous marine 7
Figure I-21 exemple d'un acquisition 8
Figure I-22 motif codage biner....8
Figure I-23 motif codage de gris....8
Figure I-24 exemple d'utilisation motif de Déphasage....8
Figure I-25 résultat du nuage des points avec déphasage 8
Figure I-26 technique de triangulation....9
Figure I-27 motif de déphasage 9
Figure I-28 exemple du photométrique....9
F Figure I-29 démonstration du technique Photométrique 9
Figure I-30 forment un motif de couleur variant en continu 9
Figure I-31 exemple de caméra arc-en-ciel....10
Figure I-32 des motifs de segment....10
Figure I-33 motif d'échelle de gris répété....10
Figure I-34 Indexation des bandes à l'aide de couleurs....11
Figure I-35 exemple d'un motif avec la technique De Bruijn 11
Figure I-36 exemple d'un model 3D avec la technique De Bruijn....11
Figure I-37 un model 3d avec grille d'un Réseau binaire pseudo-aléatoire....11
Figure I-38 grille d'un Réseau binaire pseudo-aléatoire....12
Figure I-39 exemple d'un Mini-modèles utilisés comme mots de code 12

Figure I-40 motif Grilles à code couleur....12
Figure I-41 exemple d'un Grilles à code Couleur plus résulta en 3D....12
Figure I-42 tableau pseudo-aléatoire....13
Figure I-43 exemple d'un model 3d Avec tableau pseudo-aléatoire....13
Figure I-44 exemple des motif pour méthode hybride....13
Figure I-45 montage de système stéréoscopique....13
Figure I-46 la géométrie épipolaire....13
Figure I-47 Structure 3d à partir d'un mouvement....14
Figure II-1 la carte Arduino UNO....15
Figure II-2 unité de mesure inertielle mpu-9250....16
Figure II-3 le principe de fonctionnement d'un laser agas....17
Figure II-4 le principe de fonctionnement d'un laser a électrons libres....17
Figure II-5 laser a colorants....17
Figure II-6 laser a fibre....18
Figure II-7 le principe de fonctionnement d'un laser a solide....18
Figure II-8 le principe de fonctionnement d'une diode laser....18
Figure II-9 camera CCD....19
Figure II-10 camera CMOS....20
Figure II-11 logo du python....20
Figure II-12 logo pour OpenCV....22
Figure II-13 logo pour Matplotlib....22
Figure II-14 logo pour Numpy....23
Figure II-15 logo pour Pyserial....23
Figure II-16 Les boutons dans l'interface arduino IDE....24
Figure II-17 interface arduino IDE....24
Figure II-18 exemple d'un programme arduino....25
Figure III-1 schéma pour dispositif optique qui s'appelé sténopé....26
Figure III-2 représentation des trois repaire (monde, image et camera)....28
Figure III-3 motifs en damier....29
Figure III-4 dispositif utilise en Solideworks avec deux vu déférentes....32
Figure III-5 dispositif utilise avec deux vu déférentes....32
Figure III-6 exemples des image pris avant l'étalonnage....34
Figure III-7 exemples des image pris après l'étalonnage....34
Figure III-8 capture de résulta obtenir dans python....35
Figure III-9 résulta avant et après appliquer le coefficient de distorsion. 36
Figure III-10 l'extraction du fiscaux laser dans un environnement Sombre....36
Figure III-11 image du fiscaux laser avant et apre filtrage dans un environnement lumineux. 37
Figure III-12 image du fiscaux laser avant(droit) et apre(gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object noir....37
Figure III-13 image du fiscaux laser avant(droit) et apre(gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object noir....38

Figure III-14 image du fiscaux laser avant(droit) et apre(gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object blanc....38
Figure III-15 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object blanc....39
Figure III-16 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object semi réflecteur....39
Figure III-17 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object semi réflecteur....40
Figure III-18 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object transparent....40
Figure III-19 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object transparent....41
Figure III-20 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object réflecteur....41
Figure III-21 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object réflecteur....42
Figure III-22 image du fiscaux laser avant(gauche) et apre (droit) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object en couleur....42
Figure III-23 image du fiscaux laser avant(gauche) et apre (droit) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object en couleur....43
Figure III-24 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage avec distance proche....43
Figure III-25 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage avec longue distance....44
Figure III-26 Résulta de rotation yaw(rotation sur Z),pitch(rotation sur Y),roll(rotation sur X)et accélération ax (sur x),ay(sur y),az(sur z) dans moniteur série....44
Figure III-27 Résulta de rotation yaw (rotation sur Z),pitch(rotation sur Y),roll(rotation sur X)et accélération ax (sur x),ay(sur y),az(sur z) dans python....45
Figure III-28 Fiscaux laser projecter sur fenètre avant (droit) et aprés filtrage....45
Figure III-29 graphe avec trois vu déférentes pour résultat obtenir....46

Table des matières

Remerciement .....

Dédicace 3

Résumé: 4

Liste de figure.....

Table des matières 5

Introduction générale 1

I Chapitre 1 : Généralité sur scanner 3D 2

I.1 Introduction 2

I.2 historique 2

I.3 Les types 5

I.3.1 Reconstruction basée sur contact 5

I.3.2 Reconstruction sans contact 5

I.3.3 Active 5

I.3.3.1 Pénétrant 5

I.3.3.2 Reflétant 6

I.3.3.3 passive 13

I.4 Domaines d'utilisation 14

I.5 Conclusion 14

II Chapitre 2 : composant électriques et langages de programmation 15

II.1 introduction 15

II.2 composant électroniques 15

II.2.1 carte Arduino UNO 15

II.2.2 unité de mesure inertielle MPU-9250 15

II.2.2.1 Généralité sur MPU-9250 15

II.2.3 laser 16

II.2.3.1 type de laser 16

II.2.4 camera 19
II.2.4.1 type de camera 19
II.3 programmes 20
II.3.1 python 20
II.3.1.1 environnement de programmation 20
II.3.1.2 libraires utiliser pour python 21
II.3.2 arduino partie programme 24
II.3.2.1 Présentation de interface d'utilisateur d'IDE 24
II.3.2.2 langage Arduino 25
II.4 Conclusion 25
III Chapitre 3 : mathématique, méthode et réalisation 26
III.1 introduction 26
III.2 Mathématique 26
III.2.1 Camera sténopé 26
III.2.1.1 Model mathématique 27
III.2.1.2 l'étalonnage de caméra 29
III.2.2 autre méthode pour obtenir les paramètre externe 31
III.3 Méthode utilisée 31
III.4 Réalisation 32
III.4.1 Algorithme de fonctionnement du programme 33
III.4.2 l'étalonnage de caméra 34
III.4.3 mesure angle et accélération avec mpu-9250 44
III.4.4 Obtenir les coordonné dans le monde du fiscaux laser structurer 45
III.5 Conclusion 46
Conclusion général 47
RÉFÉRENCES .....

Introduction générale

Introduction générale

L'évolution de la construction de pièces a ouvert de nombreux autres domaines pour recréer des objets à l'aide de logiciels CAD / CAM (Computer Aided Design and Manufacturing)

mais parfois, ces parties sont beaucoup plus compliquées pour la modélisation manuelle, et avec le développement de la technologie de traitement d'image, une nouvelle technique est apparue appelée scanner 3D.

Le monde qui nous entoure est tridimensionnel, les caméras traditionnelles ne peuvent acquérir que deux dimensions; Cela limite notre capacité à traiter et à transformer des objets réels en modèles numériques, c'est pourquoi nous utilisons des scanners 3D.

Les scanners 3D est une technologie qui est développée dans le but de construire des modèles numériques d'objets qui repose sur plusieurs techniques, la variance de ces dernières est liée aux domaines d'utilisation mais chaque domaine présente des inconvénients de l'environnement sur l'acquisition 3D.

Il est beaucoup plus utilisé dans l'industrie pour contrôler le calibre du produit, la conception inversée et d'autres domaines.

Les scanners 3D utilisent des modèles mathématiques sous forme matricielle afin que l'ordinateur puisse faire les calculs rapidement afin que l'acquisition 3D se fasse en temps réel avec un débit de données élevé.

Le scanner 3D le plus simple est basé sur le modèle mathématique du sténopé et de la caméra lumineuse structuré pour obtenir un modèle 3D.

But de l'étude Réalisation d'un scanner 3d avec matériel simple et faible coute .

Contenu de la mémoire est devise en trios chapitre suivent :

- Dans le premier chapitre : nous parlerons sur historique de scanners 3D et leurs classifications qui permettent de connaitre les principaux types du méthode utiliser ensuite nous avons donnés leurs Domaines d'utilisation.
- Dans le deuxième chapitre **:** Nous expliquons les déférents composants électroniques du scanner 3d que nous avons utilisé et leur principe de fonctionnement et les critères de choix de ces composants.

  Apre nous parlerons sur partie logicielle est explique sans utilisation dans notre étude
- Dans le troisième chapitre :faire Étude des équations mathématique utiliser pour l'acquisition 3d et méthode de lumière structure .

  En fin de compte, la réalisation du scanner 3d avec quelque essai .

Chapitre 1 : Généralité sur scanner 3D

I Chapitre 1 : Généralité sur scanner 3D

I.1 Introduction

Le monde qui nous entoure est en trois dimensions les caméras traditionnelles et capteurs d'imagerie ne peuvent acquérir que deux dimensions c'est a dire sans informations de profondeur. Cette fondamentale restriction limite considérablement notre capacité d'étudier et de modéliser la complexité des objets du monde réel dans le monde numérique pour cela on utilise les scanners 3d qui nous permette d'obtenue des modèles à trois démontions. dans ce chapitre on va parler de son historique et comment il s'est développé, puis nous parlerons de ses types et enfin Domaines d'utilisation.

I.2 historique

La première utilisation de scanner 3d a été dans les années 80, Quand l'industrie de l'outillage a développé une sonde de contact figure(I.1) cela a permis de créer un modèle précis Mais ce processus est lent pour ce la, les experts ont commencé à développer la technologie optique [1].

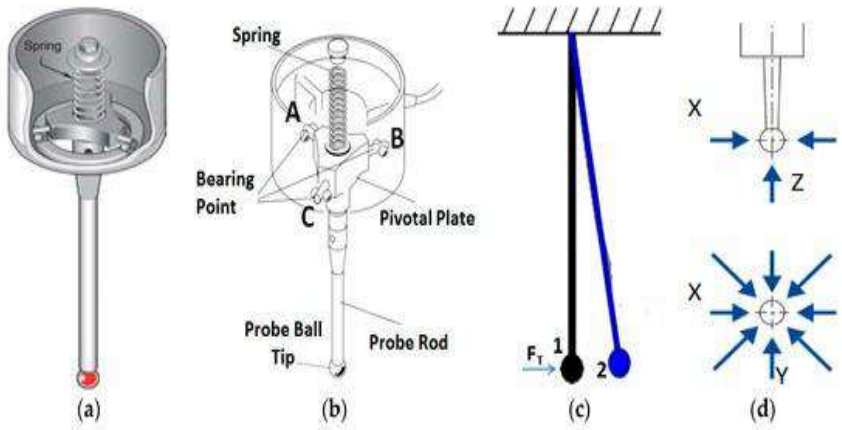


Figure I-1 sonde de contact

Dans 1985, ils ont utilisé cette technologie des scanners qui pourraient utiliser la lumière blanche ou lasers pour capturer une donnée

A cette époque, trois types de technologie de capteur optique étaient disponibles figure (I.2):

- Point : qui est similaire à une sonde physique en ce qu'il utilise un seul point de référence

-Zone :qui est techniquement difficile. Cela est démontré par le manque de zone robuste

-Bande : le troisième système plus rapide que utilise un seul point car il utilisait une bande de nombreux points pour passer sur l'objet à la fois, Cela correspondait donc à la double exigence de vitesse et de précision [1].

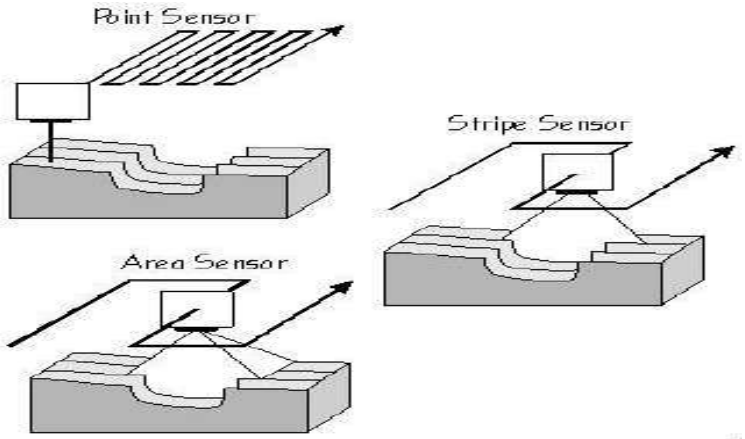


Figure I-2les trois type de capteur optiques

L'une des premières applications de technologie optique par Les laboratoires de Cyberware dans Los Angeles.ils ont développé ce domaine dans les années 80 avec leur Scanner de Tête figure (I.3) ; Au milieu des années 90, ils étaient capable pour scanne un corps complet figure(1.4) [1].



Figure I-3 Cyberware scanner 3d de tête



Figure I-4 Cyberware scanner 3d corps complet

En 1994, ils ont lancé REPLICA figure (I.5) qui permettait d'une numérisation rapide et très précise de objets très détaillés. REPLICA a marqué de sérieux progrès dans le balayage avec bandes laser [1].



Figure I-5 REPLICA

Pendant ce temps, Cyberware développait ses propres scanners très détaillés, dont certains pouvaient capturer la couleur des objets aussi, mais malgré ces progrès, une véritable numérisation en trois dimensions avec vitesse et de précision restaient insaisissables.

Une entreprise Digibotics a introduit une machine à 4 axes figure(I.6), qui pourrait fournir un modèle entièrement 3D à partir d'un seul balayage, mais cela était basé sur un point laser pas une bande laser et était donc lent. Il n'avait pas non plus les six degrés de liberté nécessaires pour couvrir toute la surface d'un objet, ni numériser la surface en couleur [1].



Figure I-6 scanner de Digibotics

Par ce que ces scanners optiques étaient chers, Immersion et Faro Technologies ont introduit scanner 3d à faible coût. Celles-ci pouvaient en effet produire des modèles complets, mais elles étaient lent et ils ne pouvaient pas numériser la surface en couleur

À cette époque, les scanners 3D ils ont été :

-précis

-rapide

-vraiment tridimensionnel

-capable de capturer la surface de couleur

-et à un prix cher [1].

En 1996, les scanners 3D ont pris la technologie du bras à commande manuelle et scanner avec bande laser et les a combinés dans «ModelMaker » figure(I.7) C'est incroyablement rapide produit des modèles complexes et textures ces modèles avec couleur [1].



Figure I-7 bras à commande manuelle et scanner avec bande laser

I.3 Les types

Dans Cette section Nous classifions les types du scanners 3d selon deux catégories avec contact et son contact dans cette deux dernier il ya des autre catégories C'est ce que nous verrons en détail plus tard

I.3.1 Reconstruction basée sur contact

Cette type c'est la premier technologie qui utiliser dans le scanne en trois démontions est Composé dune sonde de contact Où il est lié avec un machine CNC figure (I.9) ou une bras à commande manuelle figure (I.8) a une haute degré de liberté pour mesurer plusieurs points sur la surface d'un objet par rapport à un système de coordonnées universelles fournit des informations détaillées sur la géométrie et la forme de l'objet Où obtenir un nuage de points qui permette la reconstruction du model en trois démontions[2].



Figure I-8 : sonde de contacte est lié avec



Figure I-9 sonde de contacte est lié avec CNC

I.3.2 Reconstruction sans contact

Ce type est la nouvel technologie et le plus utilisable dans tout les domaines

I.3.3 Active

Ce méthode est basée sur l'utilisation d'un émetteur et un récepteur pour permettre a faire un modèle a 3 démontions

I.3.3.1 Pénétrant

est une technique d'imagerie permettant d'obtenir des vues en deux ou en trois dimensions de l'intérieur du corps on peut définir deux technologie :

- TDM (tomodensitométrie)

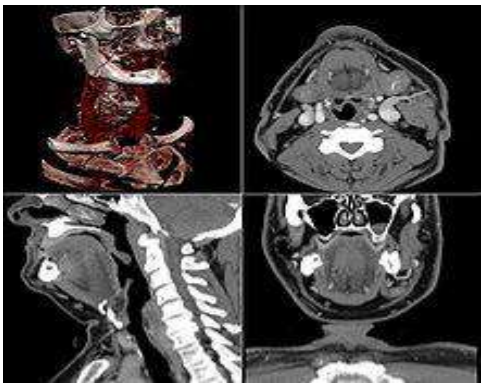


Figure I-10 image d'âpre un TDM on 2D et 3D



Figure I-11 scanner TDM

- IRM (imagerie par résonance magnétique)



Figure I-12 scanner IRM

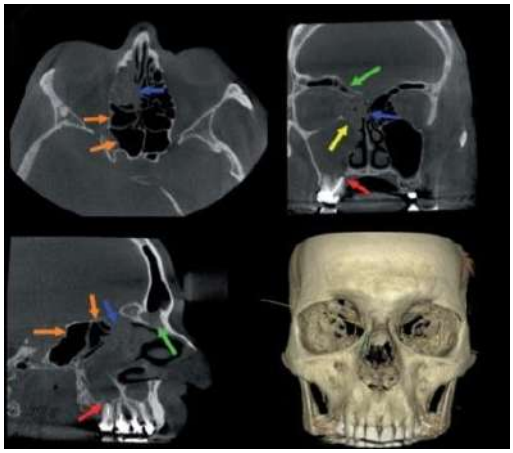


Figure I-13 image d'âpre un IRM On 3D et 2D

I.3.3.2 Reflétant

Ce technologie est basé sur la réflexion d'émission de l'émetteur Où il est capturé par le récepteur ce qui nous pouvons obtenir une model a trois démontions

- Temps de vol

Temps de vol les systèmes utilisent soit des ondes sonores (SONAR) figure(I.19), les ondes radio (RADAR) figure (I.15) ou lumière (visible et invisible) (LIDAR) figure(I.17) pour irradier des surfaces et mesurer le temps entre l'émission et la détection de la réflexion d'un signal pour calculer les informations de profondeur figure(I.14).

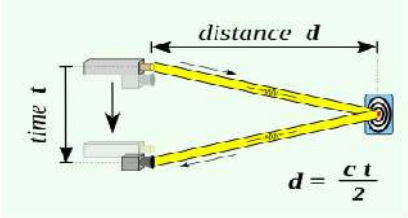


Figure I-14 démonstration pour technique du Temps de vol



Figure I-15 radar de sole 3D

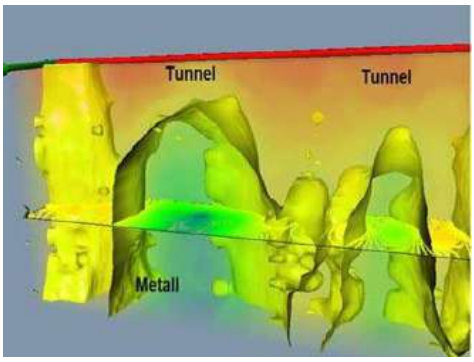


Figure I-16 image d'âpre un radar de sole 3d



Figure I-17 scanner LDIR



Figure I-18 model 3d d'un scanner LDIR



Figure I-19 SONAR SOUS MARINE



Figure I-20 vu 3d de sous marine

- lumière structure

imagerie de surface 3D qui basée sur l'utilisation de la «lumière structurée», c'est-à-dire faire un projection d'un source d'éclairage sur l'objet et Un capteur d'imagerie est utilisé pour acquérir une image 2D de lumière structurée après plisseur balayage aux Toure de l'objet on peut faire une model 3d ; pour le faire on utiliser différente méthode:

- ✓ Codage binaire

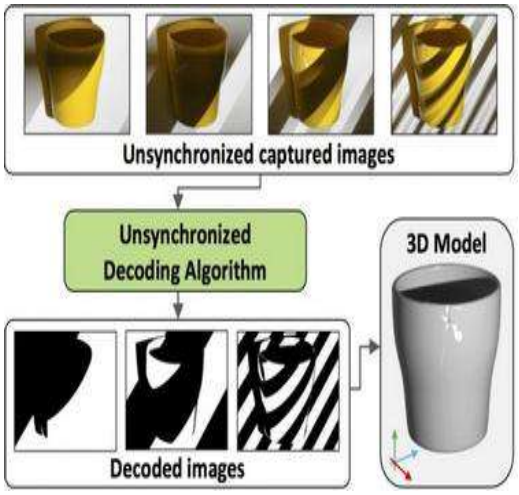


Figure I-21 exemple d'un acquisition

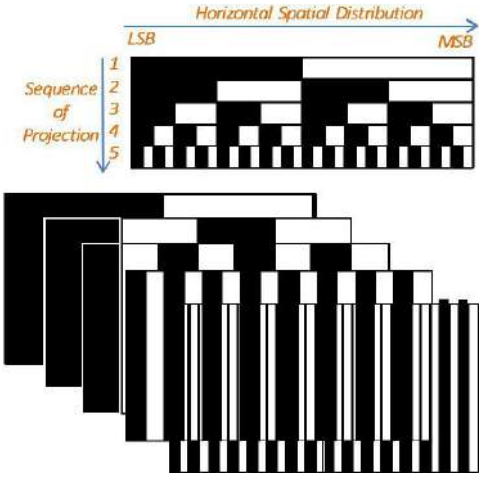


Figure I-22 motif codage biner

Avec motif codage biner

✓ Codage gris

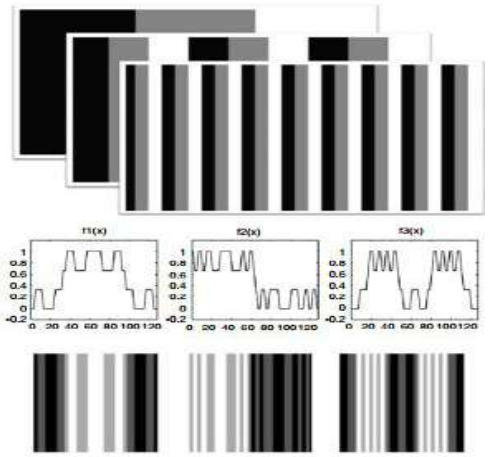


Figure I-23 motif codage de gris

✓ Déphasage

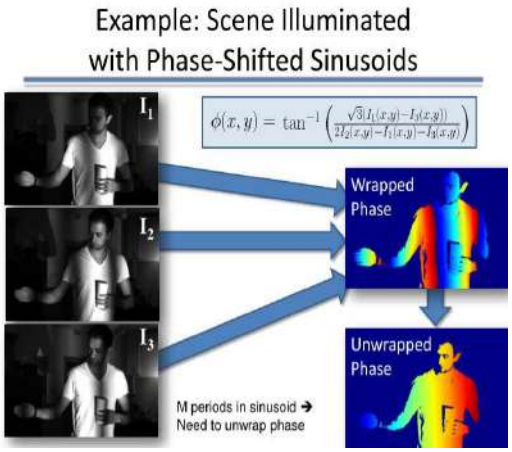


Figure I-24 exemple d'utilisation motif de Déphasage

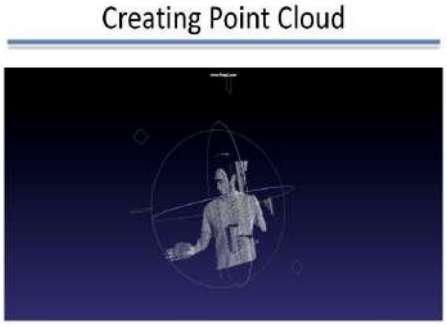


Figure I-25 résultat du nuage des points avec déphasage

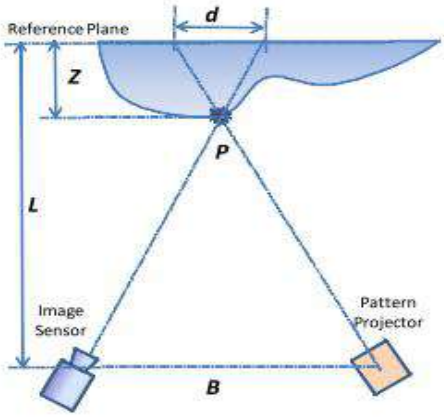


Figure I-26 technique de triangulation

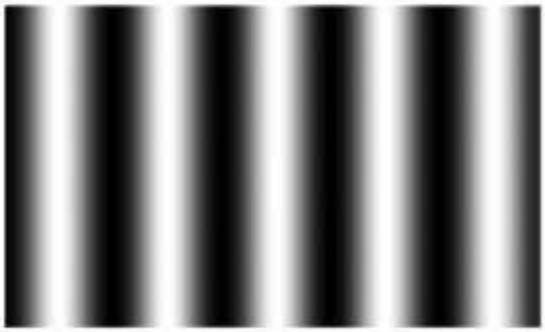


Figure I-27 motif de déphasage

✓ Photométrie

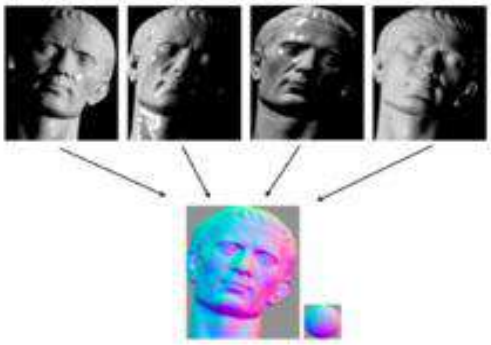


Figure I-28 exemple du photométrique

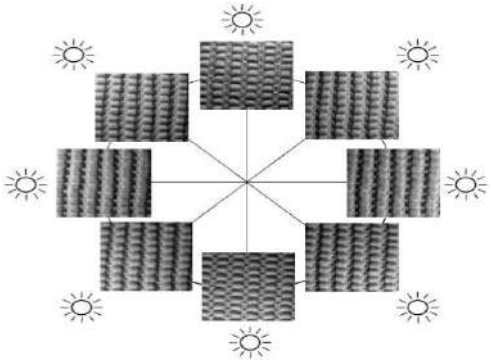


Figure I-29 démonstration du technique Photométrique

✓ Codage couleur à variation continue

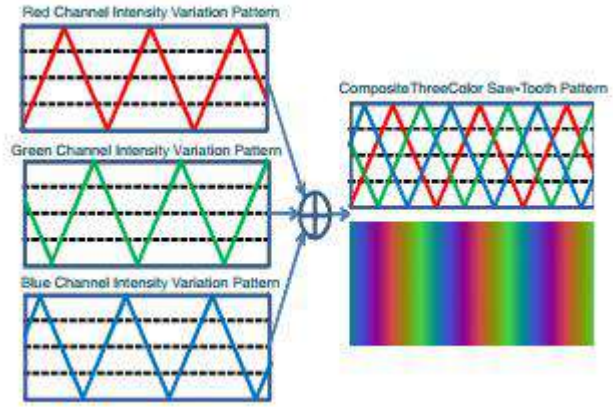


Figure I-30 forment un motif de couleur variant en continu

✓ Caméra arc-en-ciel

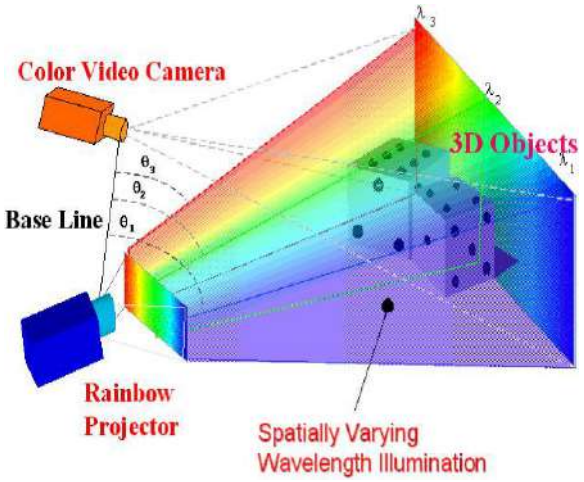


Figure I-31 exemple de caméra arc-en-ciel

✓ Indexation par bandes à l'aide d'un modèle de segment

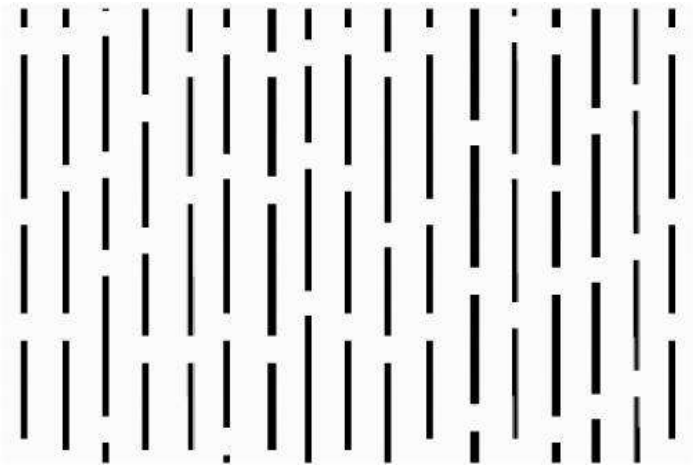


Figure I-32 des motifs de segment

✓ Indexation des bandes à l'aide d'un motif d'échelle de gris

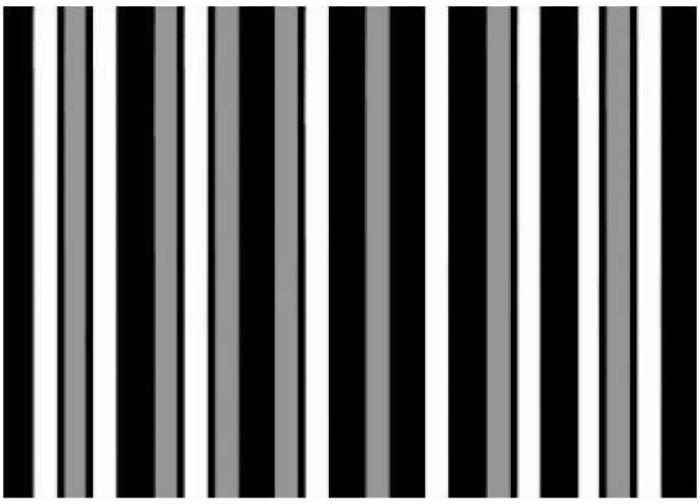


Figure I-33 motif d'échelle de gris répété

✓ Indexation des bandes à l'aide de couleurs

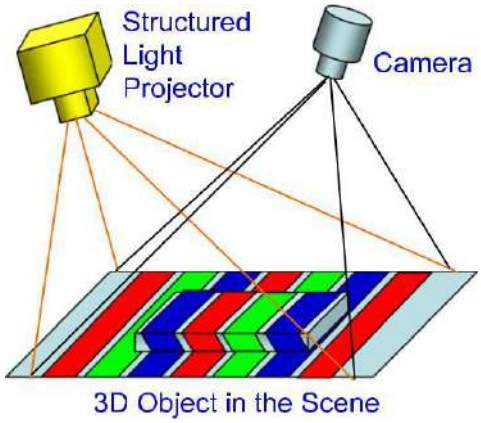


Figure I-34 Indexation des bandes à l'aide de couleurs

- ✓ Indexation par bandes basée sur la séquence de Bruijn



Figure I-35 exemple d'un motif avec la technique De Bruijn

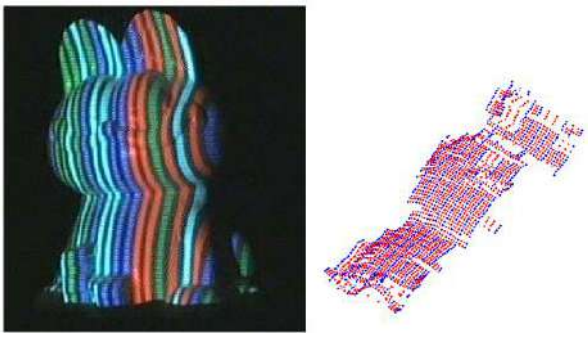


Figure I-36 exemple d'un model 3D avec la technique De Bruijn

- ✓ Réseau binaire pseudo-aléatoire

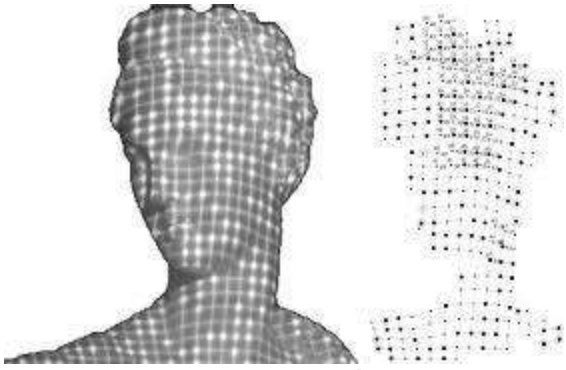


Figure I-37 un model 3d avec grille d'un Réseau binaire pseudo-aléatoire

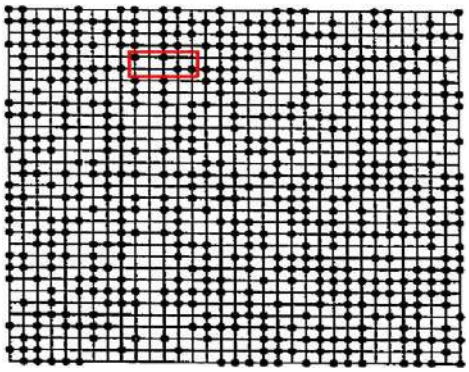


Figure I-38 grille d'un Réseau binaire pseudo-aléatoire

- ✓ Mini-modèles utilisés comme mots de code

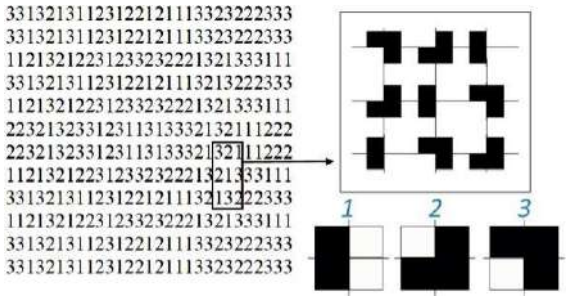


Figure I-39 exemple d'un Mini-modèles utilisés comme mots de code

- ✓ Grilles à code couleur

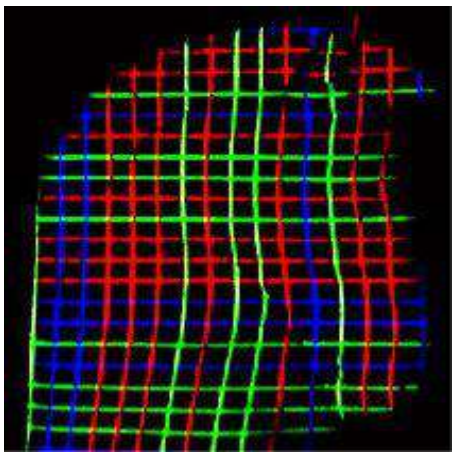


Figure I-40 motif Grilles à code couleur

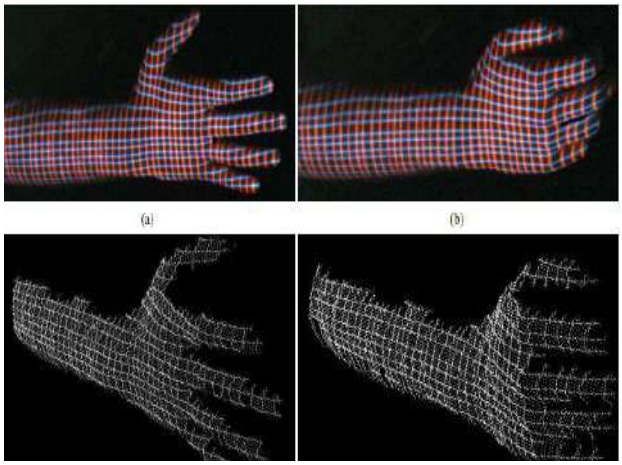


Figure I-41 exemple d'un Grilles à code Couleur plus résulta en 3D

- ✓ Tableau 2D de points codés par couleur

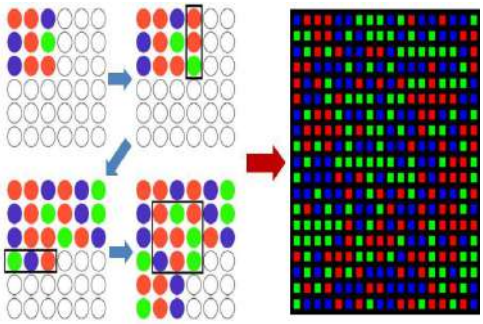


Figure I-42 tableau pseudo-aléatoire

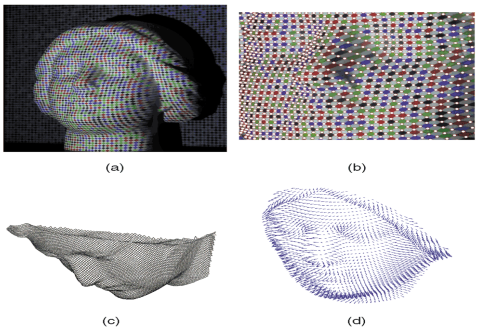


Figure I-43 exemple d'un model 3d Avec tableau pseudo-aléatoire

- ✓ Méthodes hybrides

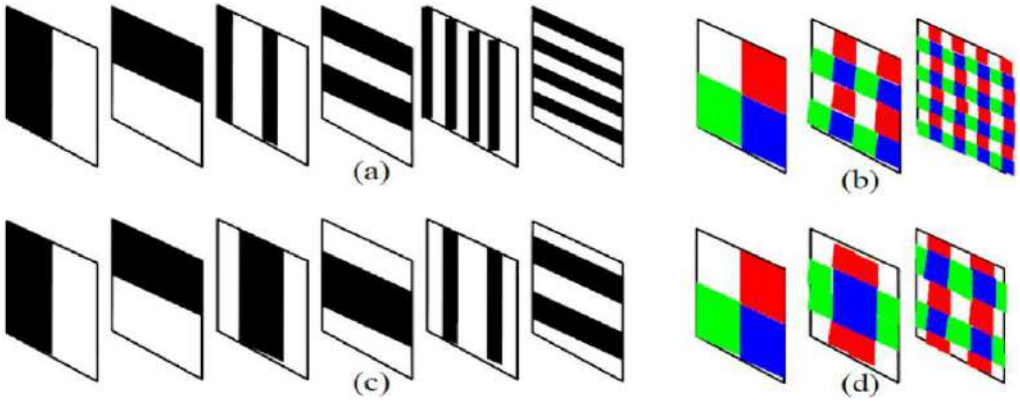


Figure I-44 exemple des motif pour méthode hybride

I.3.3.3 passive

Pour catégorie passive on peut utiliser deux méthodes suivant :

- ➢ méthode stéréoscopique



Figure I-45 montage de système stéréoscopique

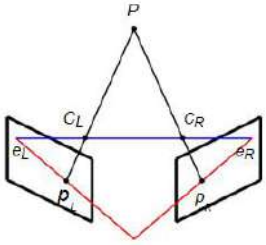


Figure I-46 la géométrie épipolaire

- Structure 3d à partir d'un mouvement

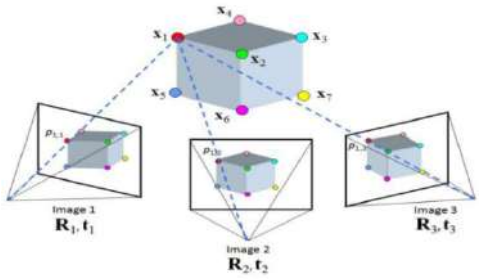


Figure I-47 Structure 3d à partir d'un mouvement

I.4 Domaines d'utilisation

- Conception industrielle et ingénierie
- Industrie médicale
- Forensique
- Conception d'art

I.5 Conclusion

Après avoir étudié les technologies du scanner 3D Nous avons décidé de choisir la technique du lumière structurée Pour une manipulation simple et rapide .

Chapitre 2

Composant électroniques et langages de programmation

II Chapitre 2 : composant électriques et langages de programmation

II.1 introduction

Un système électronique est une connexion physique de composants, et pour communiquer avec ce système on a besoin d'un langage machine (0ou1). Il est très compliqué d'écrire des programmes en langage machine pour cela on utiliser un langage de programmation beaucoup plus compréhensible pour les humains pour exprimer leurs ordres mais qu'on peut toujours traduire en langage machine ce chapitre présente la description électrique et la programmation, du scanner que nous allons réaliser.

II.2 composant électroniques

Pour faire la réalisation du scanner 3d nous avons choisi les pièces électroniques suivantes :

II.2.1 carte Arduino UNO

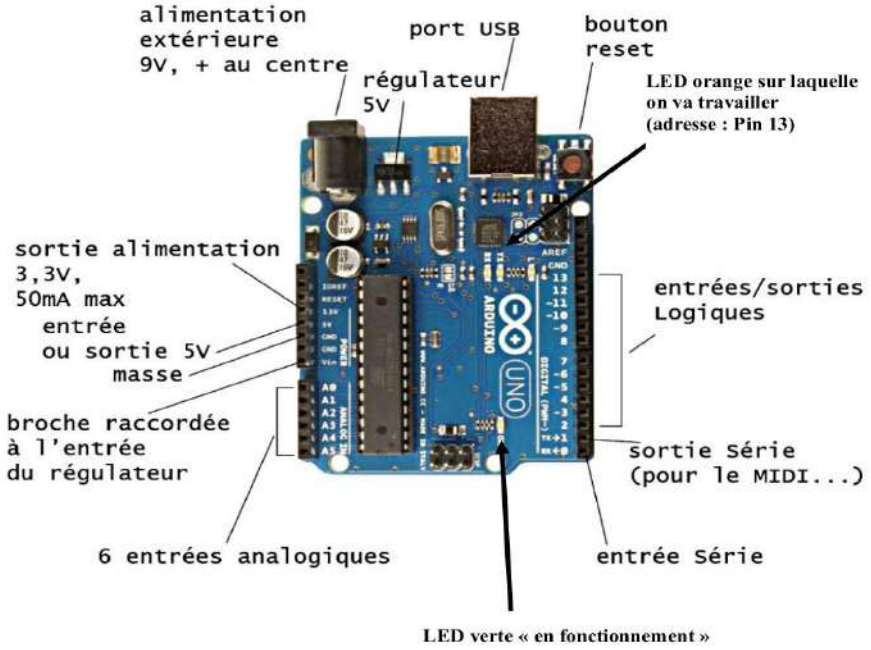


Figure II-1 la carte Arduino UNO

II.2.2 unité de mesure inertielle MPU-9250

Une unité de mesure inertielle est un dispositif électronique qui mesure des rapports d'un corps force spécifique , la vitesse angulaire, et parfois le champ magnétique qui entourant le corps, en utilisant une combinaison des accéléromètres et des gyroscopes , parfois aussi des magnétomètres[3].

II.2.2.1 Généralité sur MPU-9250

Le MPU-9250 est un système en package qui combine deux puces: le MPU-6500, qui contient un gyroscope à 3 axes, un accéléromètre à 3 axes et l'AK8963, la boussole numérique 3 axes[4].

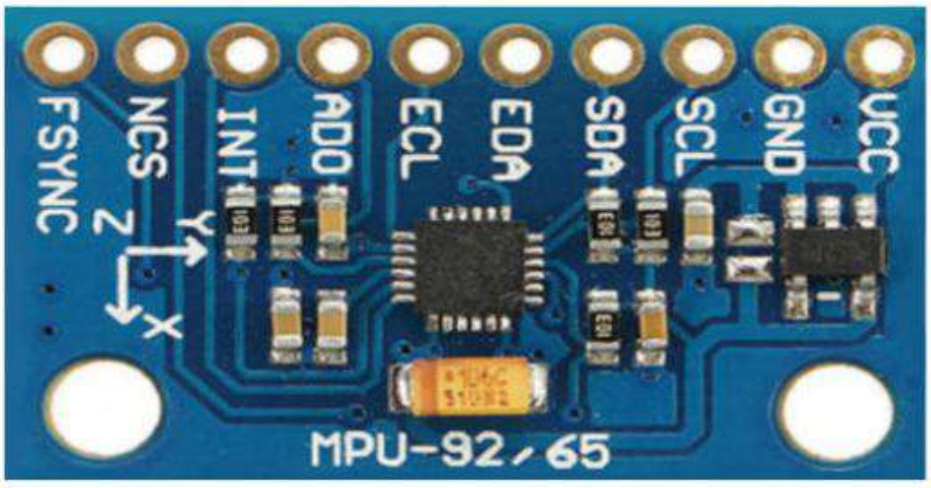


Figure II-2 unité de mesure inertielle mpu-9250

- **VCC**: alimentation (5v)
- **GND**: Ground
- **SCL**: Clock (SCL / SCK) for I^2C and SPI
- **SDA**: Data (SDA / SDI) for I^2C and SPI
- **EDA**: Auxiliary I2C bus (SDA) for connecting external sensors
- **ECL**: Auxiliary I2C bus (SCL) for connecting external sensors
- **ADO**: Address select for I^2C / SDO for SPI interface
- **INT**: Interrupt Output
- **NCS**: SPI Chip Select
- **FSYNC**: Frame Sync

II.2.3 laser

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)qui signifie (amplification de la lumière par émission stimulée de radiation) est un système photonique. Il s'agit d'un appareil qui produit un rayonnement lumineux spatialement et temporellement cohérent reposant sur le processus d'émission stimulée. Descendant du maser, le laser s'est d'abord appelé « maser optique »[5].

II.2.3.1 type de laser

- Lasers à gaz

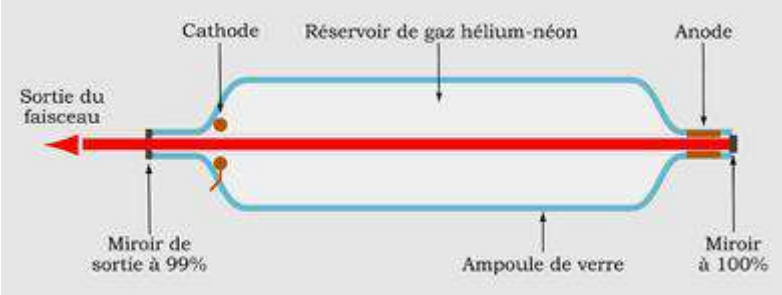


Figure II-3 le principe de fonctionnement d'un laser agas

- Lasers a électrons libres

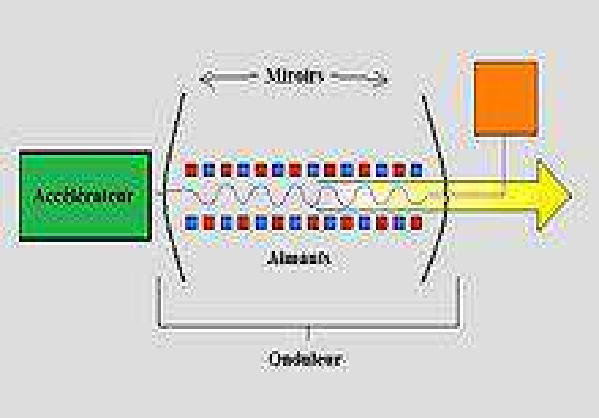


Figure II-4 le principe de fonctionnement d'un laser a électrons libres

- Lasers à colorants

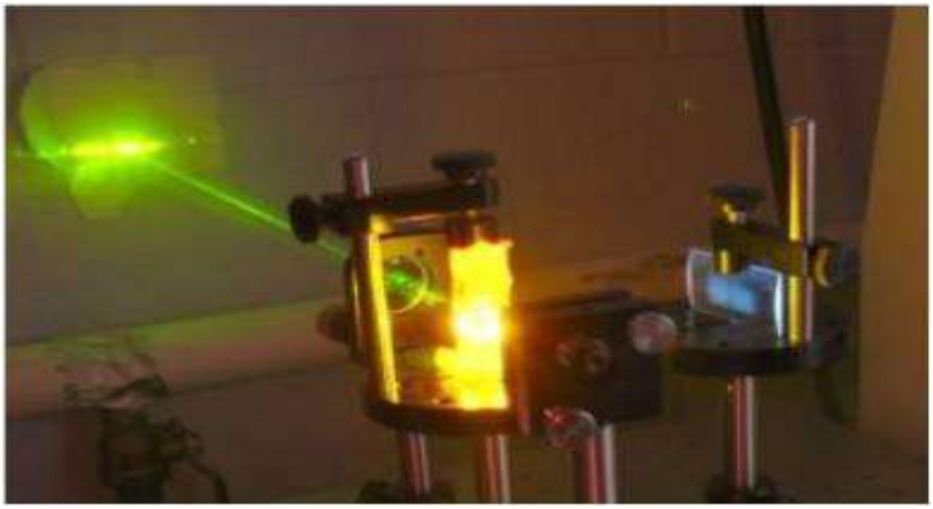


Figure II-5 laser a colorants

- Lasers à fibre



Figure II-6 laser a fibre

- Lasers à solide

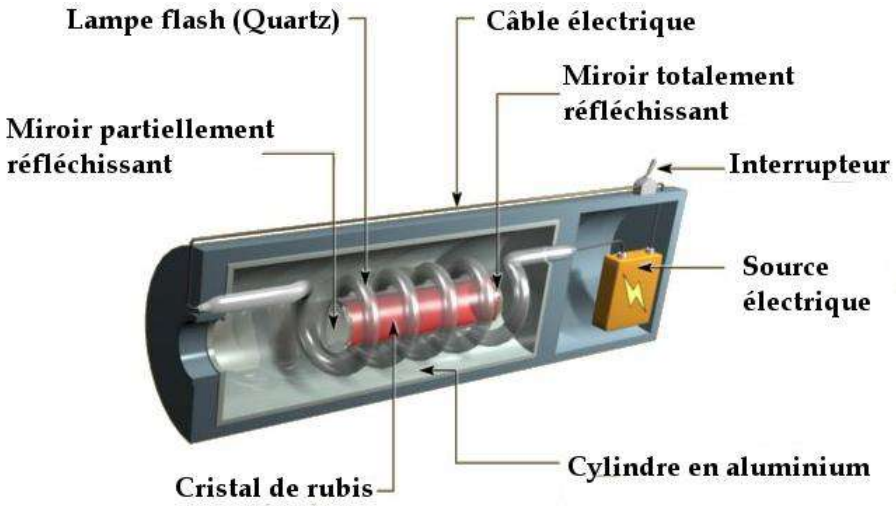


Figure II-7 le principe de fonctionnement d'un laser a solide

- Lasers à semi–conducteur

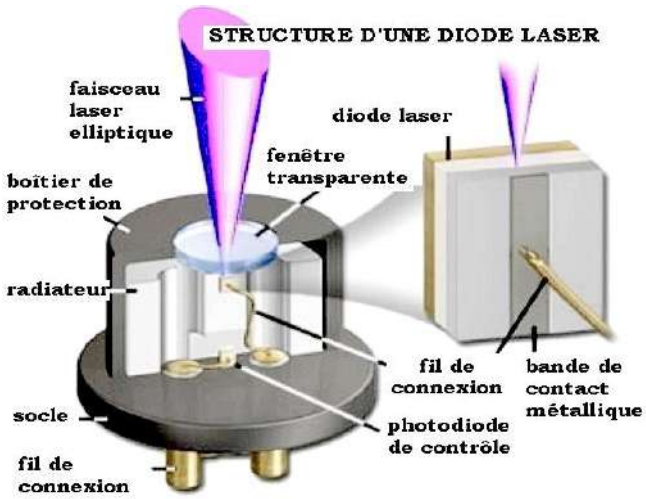


Figure II-8 le principe de fonctionnement d'une diode laser

II.2.4 camera

Une caméra est un appareil de prise de vues destiné à enregistrer ou à transmettre des images photographiques successives afin de restituer l'impression de mouvement pour le cinéma, la télévision, la recherche, la télésurveillance, l'imagerie industrielle et médicale, ou bien pour d'autres applications, professionnelles ou domestiques[6].

II.2.4.1 type de camera

Les caméras sont divisées en deux types :

- **type CCD (**charge-coupled device**)**

Un capteur photographique CCD est un capteur photographique basé sur un dispositif à transfert de charges. L'élément photosensible charge chacun des éléments du CCD, qui les transfère selon le signal d'horloge. Dans les scanners de documents et beaucoup d'autres applications similaires, les dispositifs sont linéaires, et passent sur l'objet à explorer. Dans les appareils photographiques et les caméras vidéo numériques, les capteurs sont regroupés sur une surface rectangulaire, où chaque CCD forme une ligne, souvent dans la plus petite dimension de l'image[7].



Figure II-9 camera CCD

- type CMOS (*complementary metal-oxide-semiconductor*)

Un capteur CMOS est composé de photodiodes, à l'instar d'un CCD, où chaque porosité possède son propre convertisseur charge/tension et amplificateur (dans le cas d'un capteur APS).Leur consommation électrique, beaucoup plus faible que celle des capteurs CCD, leur vitesse de lecture et le plus faible coût de production sont les principales raisons de leur grande utilisation. De la même façon que beaucoup de CCD, les capteurs CMOS pour image couleur sont associés à un filtre coloré et un réseau de lentilles, encore plus nécessaire vu la faible surface relative de la photodiode, seule zone sensible[7].



Figure II-10 camera CMOS

II.3 programmes

Notre scanner il besoin une programme informatique pour se la on a utiliser les choix suivant :

II.3.1 python

Python est le langage de programmation open source le plus employé par les informaticiens. Ce langage s'est propulsé en tête de la gestion d'infrastructure, d'analyse de données ou dans le domaine du développement de logiciels. En effet, parmi ses qualités, Python permet notamment aux développeurs de se concentrer sur ce qu'ils font plutôt que sur la manière dont ils le font. Il a libéré les développeurs des contraintes de formes qui occupaient leur temps avec les langages plus anciens. Ainsi, développer du code avec Python est plus rapide qu'avec d'autres langages.

Il reste aussi accessible pour les débutants, à condition de lui consacrer un peu de temps pour la prise en main. De nombreux tutoriels sont d'ailleurs disponibles pour l'étudier sur des sites Internet spécialisés ou sur des comptes You tube. Sur les forums d'informatique, il est toujours possible de trouver des réponses à ses questions, puisque beaucoup de professionnels l'utilisent[8].



Figure II-11 logo du python

II.3.1.1 environnement de programmation

Dans le domaine du développement informatique, l'IDE (ou Integrated Development Environment) regroupe un ensemble d'outils spécifiques. Ceux-ci sont dédiés aux programmeurs

afin qu'ils puissent optimiser leur temps de travail et améliorer leur productivité. Autrement dit, l'IDE facilite la mise en œuvre de projets tels que le développement de logiciels ou d'applications. Pour cela, il assure l'automatisation de certaines tâches et peut éventuellement réaliser des opérations de simplification du langage, comme Java ou Python. De nombreux IDE proposent aussi des services annexes, comme la gestion de projet, la création de prototypes ou encore l'organisation et la planification des travaux. On peut donc considérer l'IDE comme une trousse à outils. Certains d'entre eux sont utilisables individuellement. D'autres, en revanche, offrent une complémentarité bienvenue afin de pouvoir disposer de leurs fonctionnalités respectives sur un même projet[9].

- IDE pour python

icône de IDE	**Nom de IDE**	**Domaines d'utilisation**
	IDLE	- Développement Web et Internet -Développement de logiciels -Applications commerciales
	PyCharm	-Développement web -Outils scientifiques
	Spyder	-Utilisation pou Applications scientifique
	**Jupyter**	-science des données

Tableau II.1 IDE pour Python

II.3.1.2 libraires utiliser pour python

Pour le programmation devine facile avec python on a utiliser les libraires suivant :

- OpenCV

Openecv (Open Source Computer Vision) est une bibliothèque open-source sous licence BSD qui comprend plusieurs centaines d'algorithmes de vision par ordinateur

Openecv a une structure modulaire, ce qui signifie que le package comprend plusieurs bibliothèques partagées ou statiques[10].

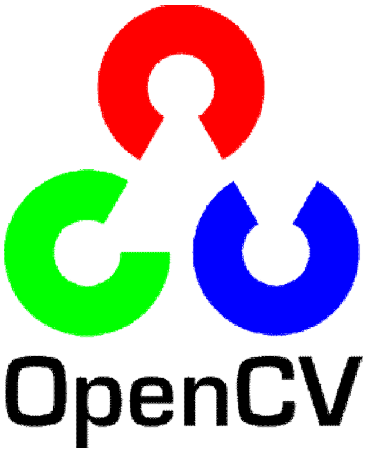


Figure II-12 logo pour OpenCV

- matplotlib

Matplotlib est une bibliothèque du langage de programmation Python destinée à tracer et visualiser des données sous formes de graphiques[5]. Elle peut être combinée avec les bibliothèques python de calcul scientifique Numpy et SciPy. Matplotlib est distribuée librement et gratuitement sous une licence de style[11].



Figure II-13 logo pour Matplotlib

- numpy

Numpy est une extension du langage de programmation Python, destinée à manipuler des matrices ou tableaux multidimensionnels ainsi que des fonctions mathématiques opérant sur ces tableaux[12].



Figure II-14 logo pour Numpy

- glob

Le module glob recherche tous les chemins correspondant à un motif particulier selon les règles utilisées par le Shell Unix, les résultats sont renvoyés dans un ordre arbitraire. Aucun remplacement du tilde n'est réalisé, mais les caractères *, ?, et les caractères [ ] exprimant un intervalle sont correctement renvoyés[13].

- Pyserial

Ce module encapsule l'accès pour le port série. Il fournit des backends pour Python fonctionnant sous Windows, OSX, Linux, BSD (éventuellement tout système compatible POSIX) et IronPython. Le module nommé «série» sélectionne automatiquement le backends approprié[14].



Figure II-15 logo pour Pyserial

- math

Ce module est toujours disponible. Il donne accès aux fonctions mathématiques définies par le standard C.

Ces fonctions ne peuvent pas être utilisées avec des nombres complexes; utilisez les fonctions du même nom du module cmath si vous avez besoin de la prise en charge des nombres complexes. La distinction entre les fonctions qui prennent en charge les nombres complexes et celles qui ne le sont pas est faite car la plupart des utilisateurs ne veulent pas apprendre autant de mathématiques que nécessaire pour comprendre les nombres complexes.

Recevoirune exception au lieu d'un résultat complexe permet une détection plus précoce du nombre complexe inattendu utilisé comme paramètre, de sorte que le programmeur puisse déterminer comment et pourquoi il a été généré en premier lieu[15].

- Pymatrix

Pymatrix est une bibliothèque de matrices légère construite en Python. elle prend en charge une gamme d'opérations d'algèbre linéaire de base[16].

II.3.2 arduino partie programme

Pour utiliser l'Arduino nous besoin d'un IDE :

II.3.2.1 Présentation de interface d'utilisateur d'IDE

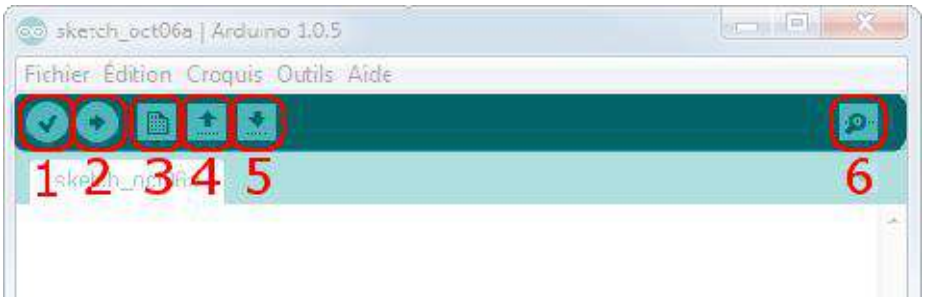


Figure II-16 Les boutons dans l'interface arduino IDE

Bouton 1 : Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme

Bouton 2 : Charge le programme dans la carte Arduino.

Bouton 3 : Crée un nouveau fichier.

Bouton 4 : Ouvre un fichier.

Bouton 5 : Enregistre le fichier.

Bouton 6 : Ouvre le moniteur série[17].

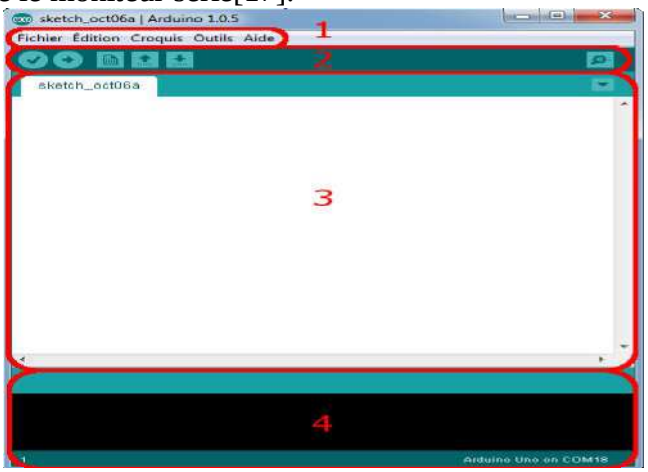


Figure II-17 interface arduino IDE

Le cadre numéro 1 : ce sont les options de configuration du logiciel

Le cadre numéro 2 : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes

Le cadre numéro 3 : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer

Le cadre numéro 4 : celui-là est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme[17].

II.3.2.2 langage Arduino

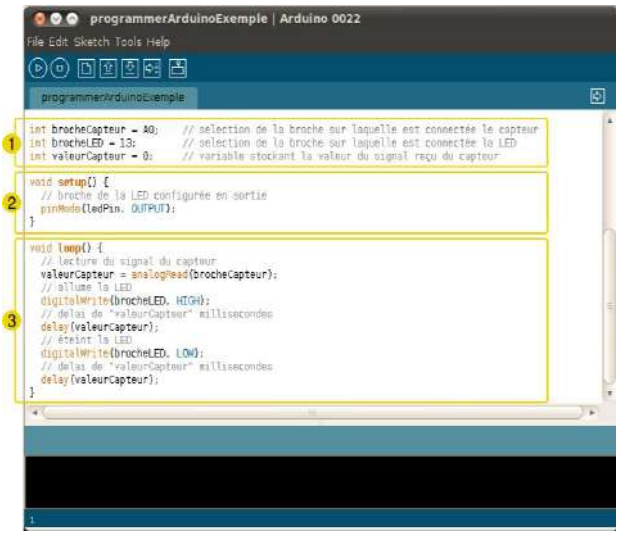


Figure II-18 exemple d'un programme arduino

(1)-la partie déclaration des variables (optionnelle)

(2)-la partie initialisation et configuration des entrées/sorties : la fonction setup ()

(3)-la partie principale qui s'exécute en boucle : la fonction loop ()[17] .

II.4 Conclusion

Apres l'étude du besoin de nous projet nous avons fait le choix pour les deux côtés :

le côté électroniques :

-Arduino UNO parce que nous n'avons pas besoin de nombreuses entrées et sorties.

-laser pour appliqué la méthode du lumière structurer.

- unité de mesure inertielle MPU-925 pour obtenir l'angle et l'accélération.

-camera CMOS en raison de sa disponibilité et de son prix bas.

le côté programme :

-l'utilisation du python pour le traitement d'image ,les calcule mathématiques et la Créer une model 3D

Chapitre 3

mathématique méthode et réalisation

III Chapitre 3 : mathématique, méthode et réalisation

III.1 introduction

Pour réaliser une scanner 3d en besoin des formules mathématiques et des méthodes qui nous permette de transformer Les cordonner 2d de l'image capturer en cordonner 3d qui nous permet de construire model 3d .

dans cette chapitre nous parlerons les formules que nous utiliserons et les méthode que nous avons choisi et âpre on utiliser les résulta dans petite réalisation

III.2 Mathématique

Le scanner qui on va réaliser est baser sur le model mathématique du camera sténopé.

III.2.1 Camera sténopé

Les camera de nous jour est base sur la dispositif optique qui s'appelé sténopé un appareil photographique à sténopé se présente sous la forme d'une boîte dont l'une des faces est percée d'un trou minuscule qui laisse entrer la lumière. Sur la surface opposée à cette ouverture vient se former l'image inversée de la réalité extérieure, que l'on peut capturer sur un support photosensible, tel que du papier photographique. Comme l'œil, le sténopé capture des images inversées du visible.

Du fait de la petite taille de l'orifice permettant à la lumière de pénétrer à l'intérieur de l'appareil, le temps nécessaire pour impressionner la surface photosensible est très long. Selon la taille de l'appareil et de l'ouverture, il peut se chiffrer en secondes ou en heures. Le trou minuscule du sténopé permet une très grande profondeur de champ (pratiquement infinie)[18].

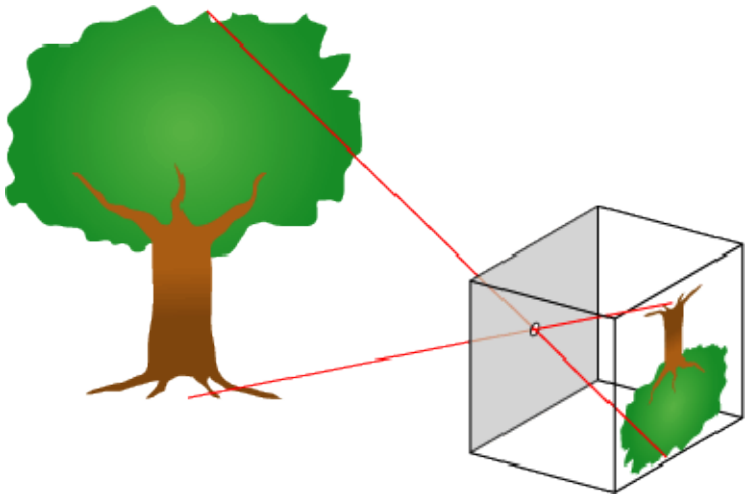


Figure III-1 schéma pour dispositif optique qui s'appelé sténopé

III.2.1.1 Model mathématique

la formule (1) représente une transformation entre le repère du monde et le repère caméra (dont l'origine est située au centre optique de la caméra). Cette transformation rigide peut se décomposer en une rotation [R] et une translation $[T]$. Les paramètres de cette transformation sont appelés paramètres extrinsèques de la caméra[19].

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = [R] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} + [T] \qquad \text{(III.1)}$$

avec :

$$[T] = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}$$

$$[R] = Rx(\alpha).Ry(\beta).Rz(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 \\ \sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\beta & 0 & sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & cos\beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\gamma & -sin\gamma \\ 0 & \sin\gamma & cos\gamma \end{bmatrix}$$

sur la formule(2). C'est une Transfer point 3D (xc,yc,zc) en un point-image (x,y) [3.2] .

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = [P] \begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \text{(III.2)}$$

où F désigne la focale de l'objectif utilisé.

Formule (3), décrit l'opération de conversion des coordonnées images (x,y) en en unité métrique en coordonnées images(u,v) en unité pixels.

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_x & K_x.cot\theta & C_X + C_Y.cot\theta \\ 0 & K_Y/sin\theta & C_Y/sin\theta \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \qquad \text{(III.3)}$$

où :

-Cx et C_y (en pixels) désignent les coordonnées de l'intersection de l'axe optique avec le plan image (théoriquement au centre de l'image).

-K_x et Ky désignent le nombre de pixels par unité de longueur suivant les directions x et y du capteur respectivement (Kx =Ky dans le cas de pixels carrés).

-θ traduit la non orthogonalité éventuelle des lignes et colonnes de l'image. En pratique, θ est très proche de π/2. Ce paramètre est désigné par « skew factor » en anglais.

On considère souvent que le « skew factor » est négligeable (θ=π/2) et l'équation 1 se simplifie alors de la façon suivante [19]:

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_x & 0 & C_X \\ 0 & K_Y & C_Y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = [A \text{ simplifié }] \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{(III.4)}$$

Formule 4 c'est la formule (3) avec A simplifié .

De (1),(2),(3)et(4) on obtenir (5)

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_x & 0 & C_X \\ 0 & K_Y & C_Y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \left([R] \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} + [T] \right) \quad \text{(III.5)}$$

Remarque : Les coordonnées homogènes sont largement utilisées en vision par ordinateur pour la représentation de scènes en trois dimensions (3D) car elles sont adaptées à la géométrie projective et elles permettent de caractériser les transformations de l'espace. La notation sous forme matricielle est plus particulièrement employée dans les bibliothèques de programmation graphique 3D[20].

Exemple pour les coordonnées homogènes :

les coordonnées euclidiennes $\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$ les coordonnées homogènes

les coordonnées euclidiennes $\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$ les coordonnées homogènes

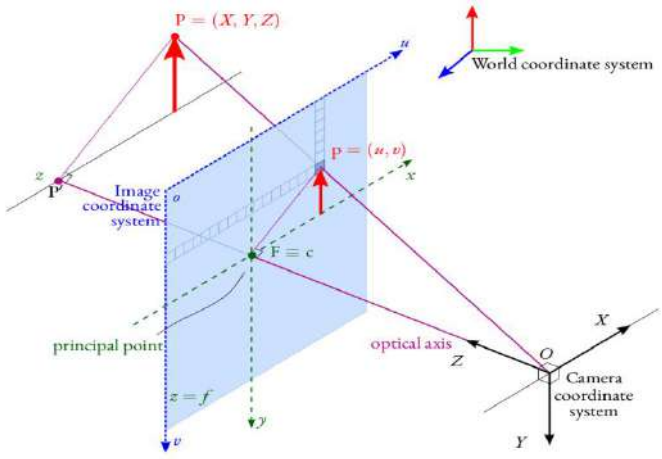


Figure III-2 représentation des trois repaire (monde, image et camera)

Pour notre cas on transfère les coordonnées images (u,v)au coordonnées du monde(x,y,z) formule (6).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \left(\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_x & 0 & C_X \\ 0 & K_Y & C_Y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f & 0 & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} - [T] \right) [R]^{-1} \quad \text{(III.6)}$$

$[]^{-1}$:matrice inverse

Le modèle sténopé modélise une camera idéale et ne prend pas en compte les éventuelles Distorsions géométriques induites par le système optique utiliser montre que pour des application de métrologie dimensionnelle, il était indispensable de prendre en compte ces distorsions afin de pouvoir les corriger[20].

Alor le transfère devine :

III.2.1.2 l'étalonnage de caméra

Le processus d'estimation des paramètres d'une caméra s'appelle l'étalonnage du caméra. Cela signifie que nous avons toutes les informations sur la caméra nécessaires pour déterminer une relation précise entre un point 3D dans le monde réel et sa projection 2D correspondante (pixel) dans l'image capturée par cette caméra calibrée.

Généralement, cela signifie récupérer deux types de paramètres

-Paramètres internes du système caméra. Par exemple, la distance focale, le centre optique et les coefficients de distorsion(D,[$A_{simplifiée}$],[P]).

-Paramètres externes : il s'agit de l'orientation (rotation [R] et translation [T]) de la caméra par rapport à un système de coordonnées dans le monde réel,pour ce la on utiliser motif d'étalonnage lorsque nous avons un contrôle total sur le processus d'imagerie, la meilleure façon d'effectuer l'étalonnage est de capturer plusieurs images d'un motif de dimensions connues à partir de différents points de vue [21].

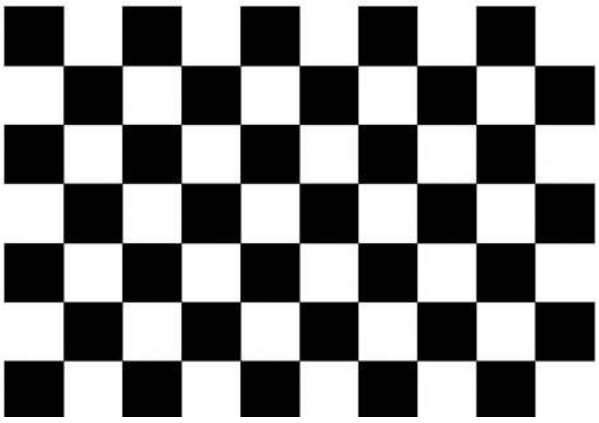


Figure III-3 motifs en damier

- Calibration de caméra étape par étape

Étape 1: Définissez les coordonnées du monde réel avec un motif en damier

nos coordonnées du monde réel sont fixées par ce motif en damier nos points 3D sont les coins des carrés du damier. N'importe quel coin du motif la être choisi à l'origine du système de coordonnées du monde réel, Les axes X_w et Y_w sont les longeur du plaque au motif Coller et l' Z_w axe est perpendiculaire au plaque au motif Coller . Tous les points du damier sont donc sur le plan XY ($Z_w = 0$).

Dans le processus de calibrage, nous calculons les paramètres de la caméra par un ensemble de points 3D connus (X_w, Y_w, Z_w)et leur emplacement de pixel correspondant (u,v) dans l'image.

Pour les points 3D, nous obtenirp des photos du motif en damier avec des dimensions connues à de nombreuses orientations différentes. La coordonnée du monde réel est attachée au damier et comme tous les points d'angle se trouvent sur un plan, nous pouvons choisir arbitrairement Z_w pour chaque point d'être 0. Puisque les points sont également espacés dans le damier, les (X_w, Y_w) coordonnées de chaque point 3D sont facilement définies en prenant un point comme référence (0, 0) et définissant le reste par rapport à ce point de référence.

Les motifs en damier sont distincts et faciles à détecter dans une image. Non seulement cela, les coins des carrés sur le damier sont idéaux pour les localiser car ils ont des dégradés nets dans deux directions. De plus, ces coins sont également liés par le fait qu'ils sont à l'intersection de lignes en damier. Tous ces faits sont utilisés pour localiser de manière robuste les coins des carrés dans un motif en damier[3.4].

Étape 2: Capturez plusieurs images du damier à partir de différents points de vue

Ensuite, nous gardons la caméra statique et prenons plusieurs images du damier en déplaçant le damier alternativement

Étape 3: Trouver les coordonnées 2D du damier nous avons maintenant plusieurs images du damier. Nous connaissons également la localisation 3D des points sur le damier en coordonnées mondiales. La dernière chose dont nous avons besoin, ce sont les emplacements de pixels 2D de ces coins en damier dans les images[3.4].

Étape4 : La dernière étape de l'étalonnage est utiliser les cordonner du points 3D en coordonnées du monde réel et leurs emplacements 2D dans toutes les images dans des formule est basée sur un article de Zhengyou Zhang[3.5]. Les mathématiques sont un peu compliquées et nécessitent une formation en algèbre linéaire[3.4].

III.2.2 autre méthode pour obtenir les paramètre externe

Les paramètre interne de camera sont fixe mais les paramètre externe ([R],[T]) ce sont variable Afin d'éviter d'utiliser motifs en damier pour gagner la liberté du mouvement avec le Scanner nous avons utilisé unité de mesure inertielle pour obtenir c'est paramètre C'est comme suit :

-utilisation de libraire arduino de kriswiner[3.6] pour obtenir les angles de rotation et l'accélération Liner dans les 3axs (X,Y,Z)

-calcule de translation a partir de l'accélération avec cette formule :

Remarque :l'unité de mesure inertielle donne l'accélération avec unité de gravité (g)

1 g = 9.81 m/s^2 donc on multiplier par résulta par 9.81

Formule pour obtenir le translation est :

$$v(t)=v_0+at \tag{III.7}$$

$$x(t)=x_0+v_0t+\frac{1}{2}at^2 \tag{III.8}$$

avec :
v : vitesse
t : temps
a : accélération
x : translation
v_0 : vitesse dans t=0
x_0 : translation dans t=0

III.3 Méthode utilisée

On a utiliser comme source de lumière une laser liner couler rouge on appliqué des filtre sur limage pour obtenir seulement le fiscaux laser structurée plus de détail dans le chapitre1

III.4 Réalisation



Figure III-4 dispositif utilise en Solideworks avec deux vu déférentes

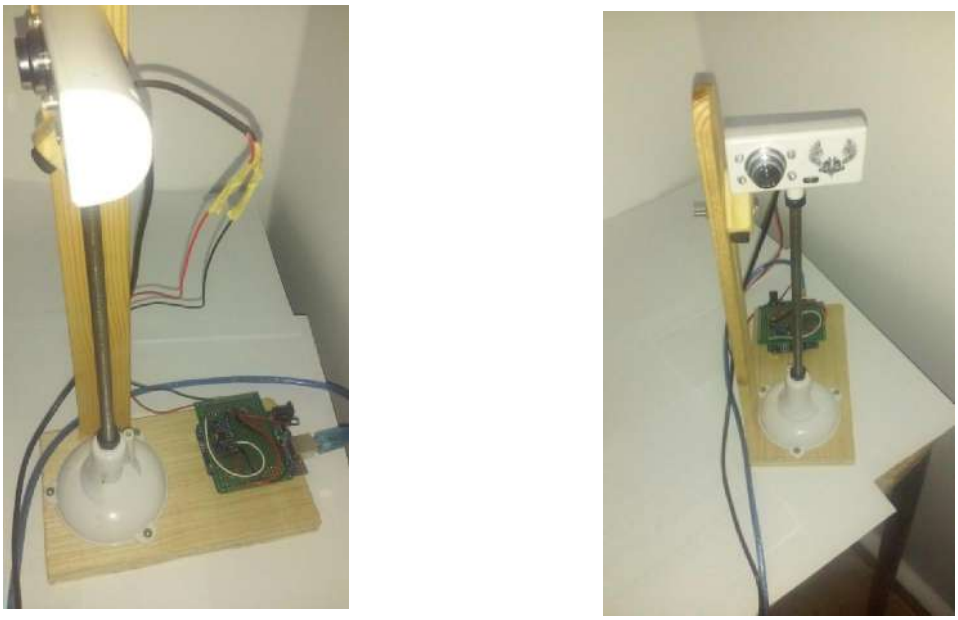
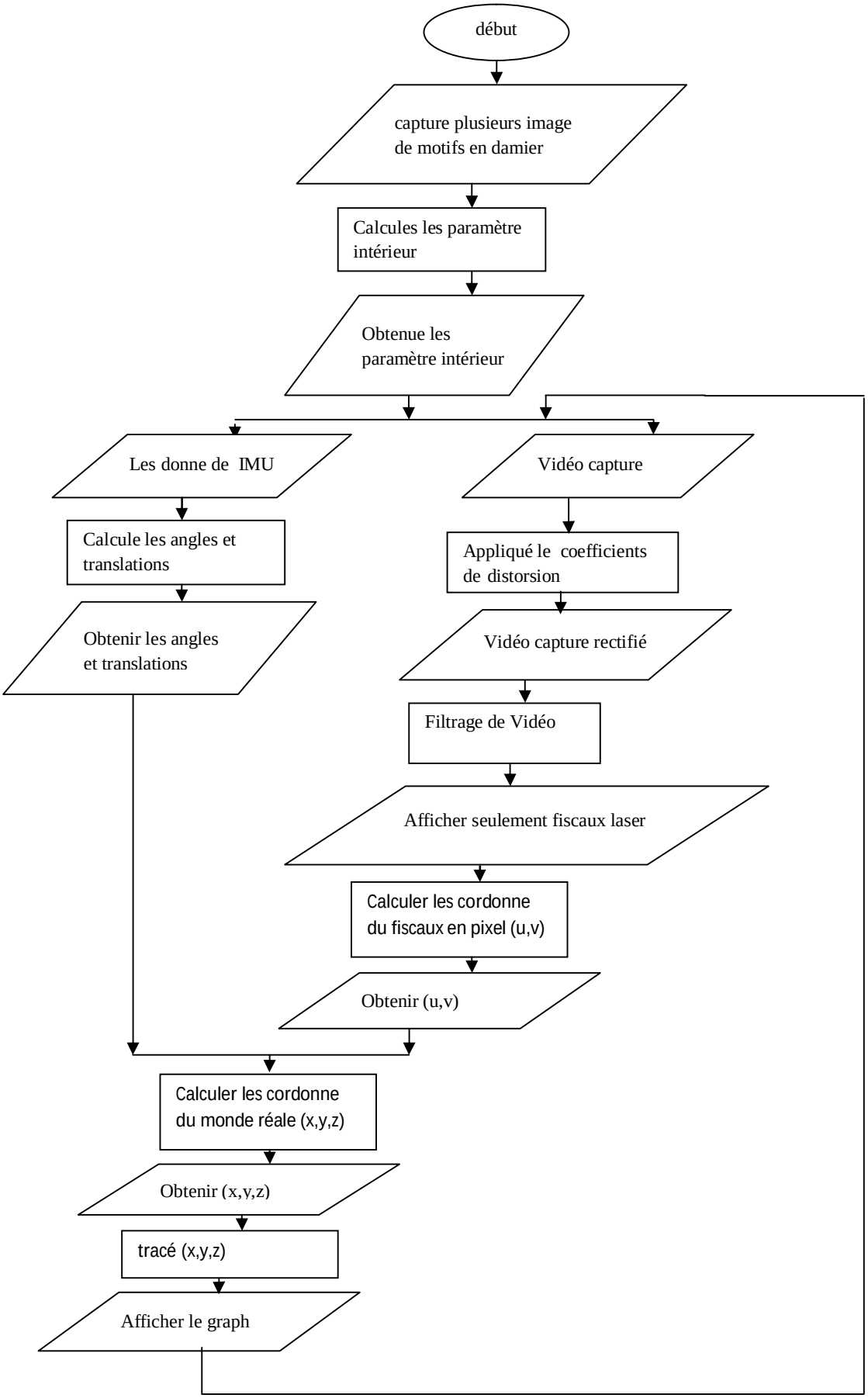


Figure III-5 dispositif utilise avec deux vu déférentes

III.4.1 Organigramme de fonctionnement du programme



III.4.2 l'étalonnage de caméra

Nous avons pris 30 photos pour l'étalonnage les figure en bas montre des exemples

Des photos avant et après étalonnage figure3.4 et figure3.5

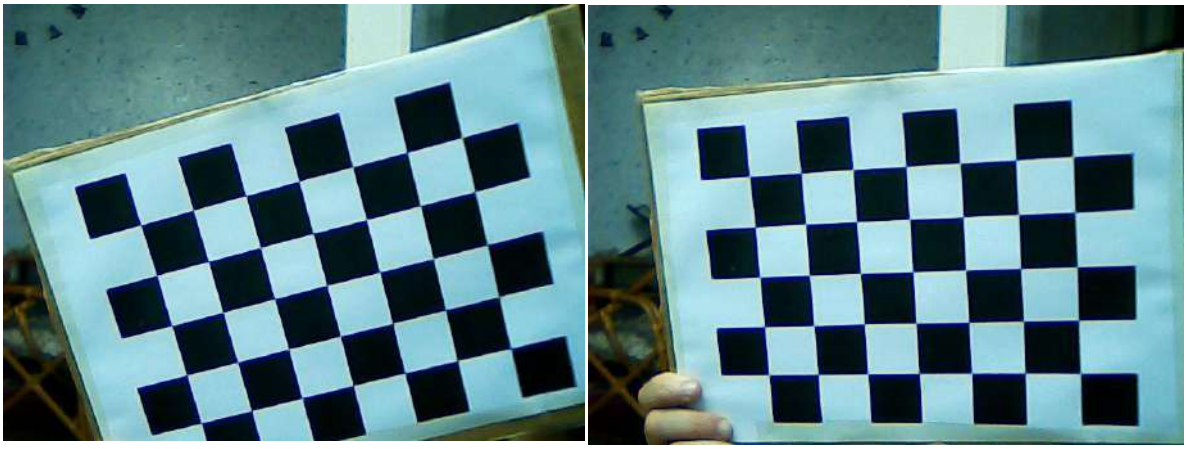


Figure III-4 exemples des image pris avant l'étalonnage

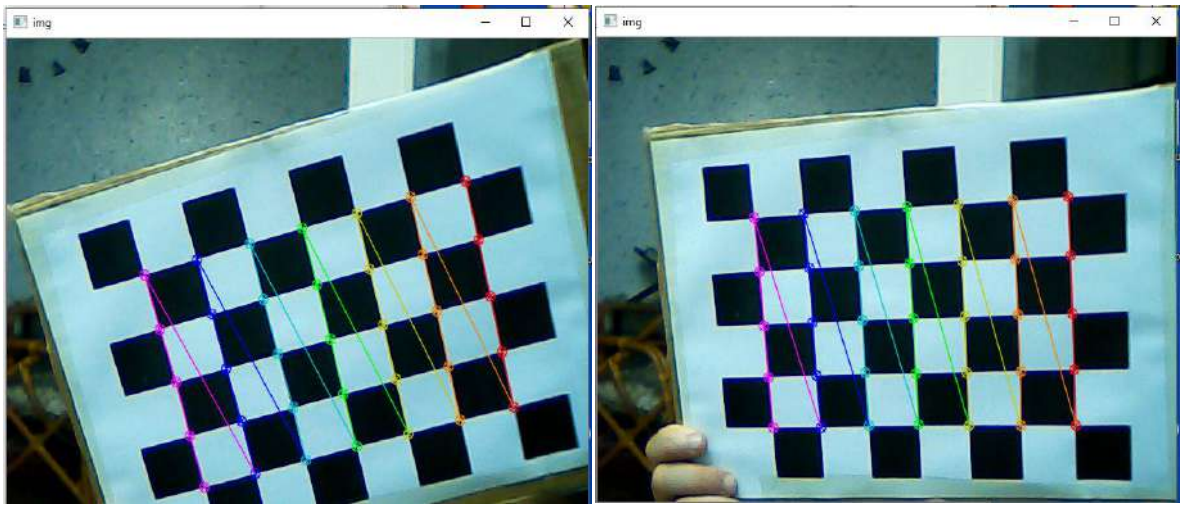


Figure III-5 exemples des image pris après l'étalonnage

résultats obtenue pour les paramètres internes figure III.8 :

coefficients de distorsion= [[-2.14321050e-01 2.66128081e+00 2.50455121e-03

-7.45911552e-03 -1.37503198e+01]]

[A simplifiée]*[P]= [[1.03287898e+03 0.00000000e+00 2.35464512e+02]

[0.00000000e+00 1.03194891e+03 3.10008853e+02]

[0.00000000e+00 0.00000000e+00 1.00000000e+00]]

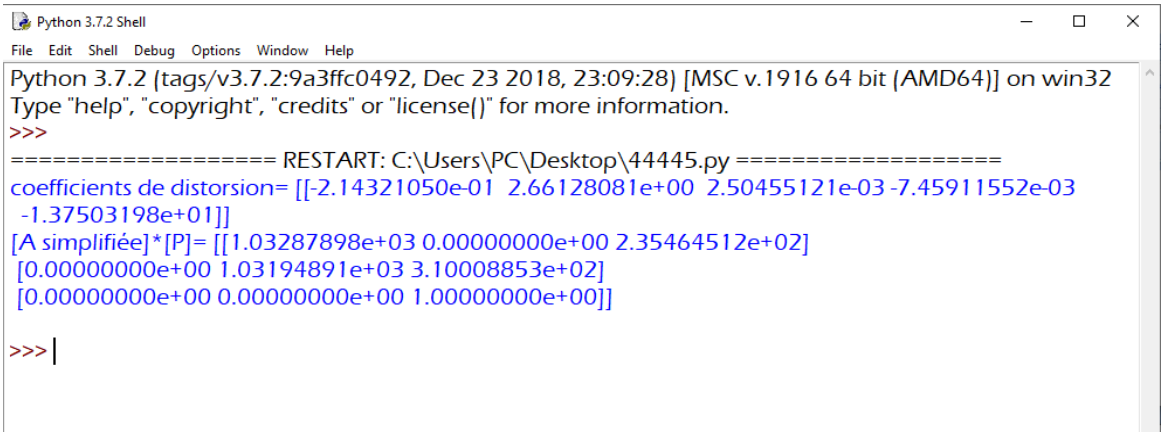


Figure III-6 capture de résulta obtenir dans python

coefficients de distorsion :

- Distorsion radiale

K_1=-2.14321050e-01

K2=2.66128081e+00

K_3=-1.37503198e+01

- Distorsion tangentielle

P_1=2.50455121e-03

P_2=-7.45911552e-03

[A simplifiée]*[P] :

-longueurs focales de la caméra

F_X=1.03287898e+03

F_Y=1.03194891e+03

-centres optiques exprimés en pixels

C_X=2.35464512e+02

C_Y=3.10008853e+02

4.3.Filtrage d'image

On appliquer le coefficient de distorsion :

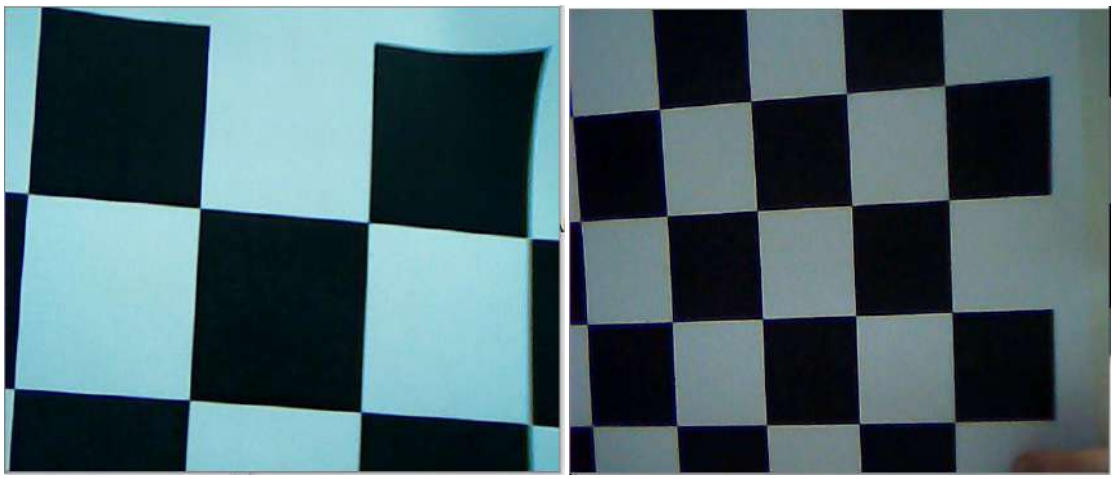


Figure III-7 résulta avant et après appliquer le coefficient de distorsion.

Les résultats de filtrage pour l'extraction du fiscaux laser avec quelque facteurs dévernirent surface d'Object :

Dans un environnement Sombre :

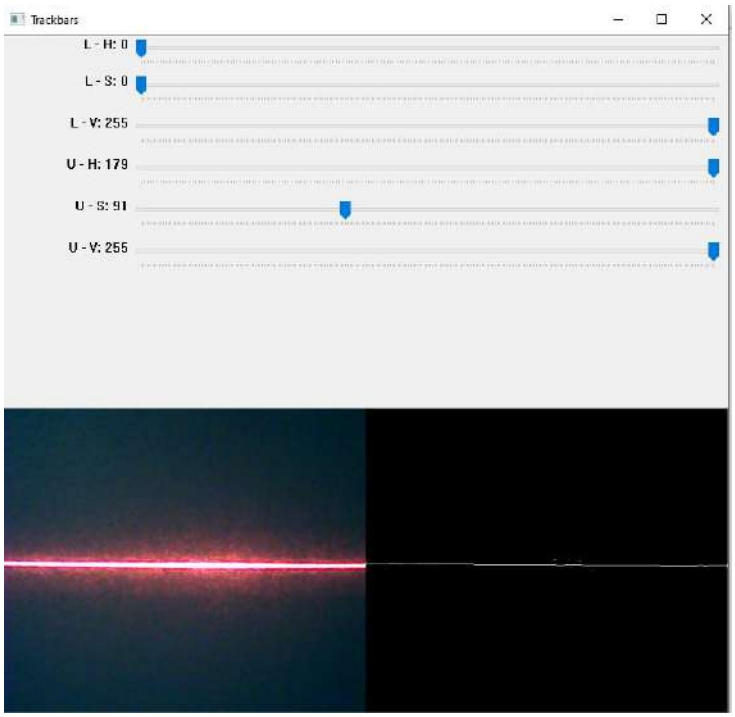


Figure III-8 l'extraction du fiscaux laser dans un environnement Sombre.

Dans un environnement lumineux :

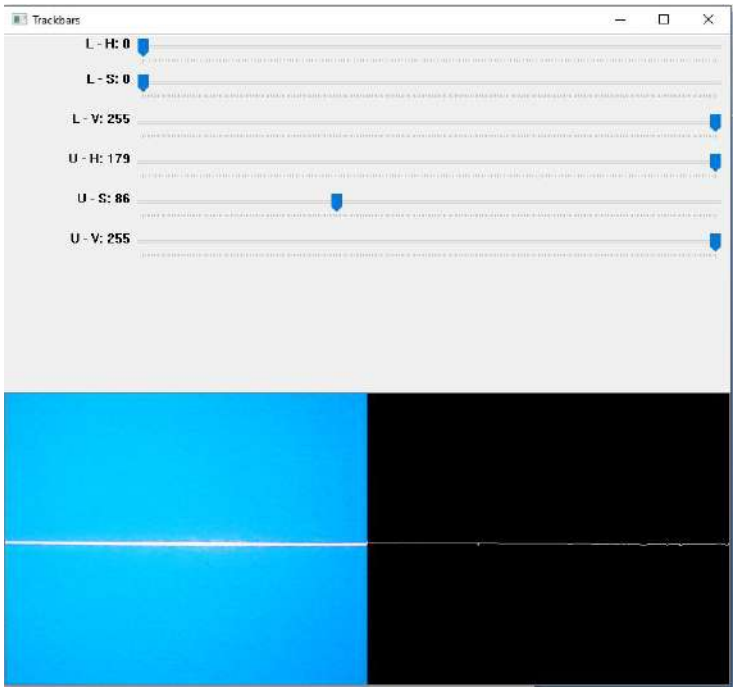


Figure III-9 image du fiscaux laser avant et apre filtrage dans un environnement lumineux.

Dans un environnement Sombre avec Object noir :

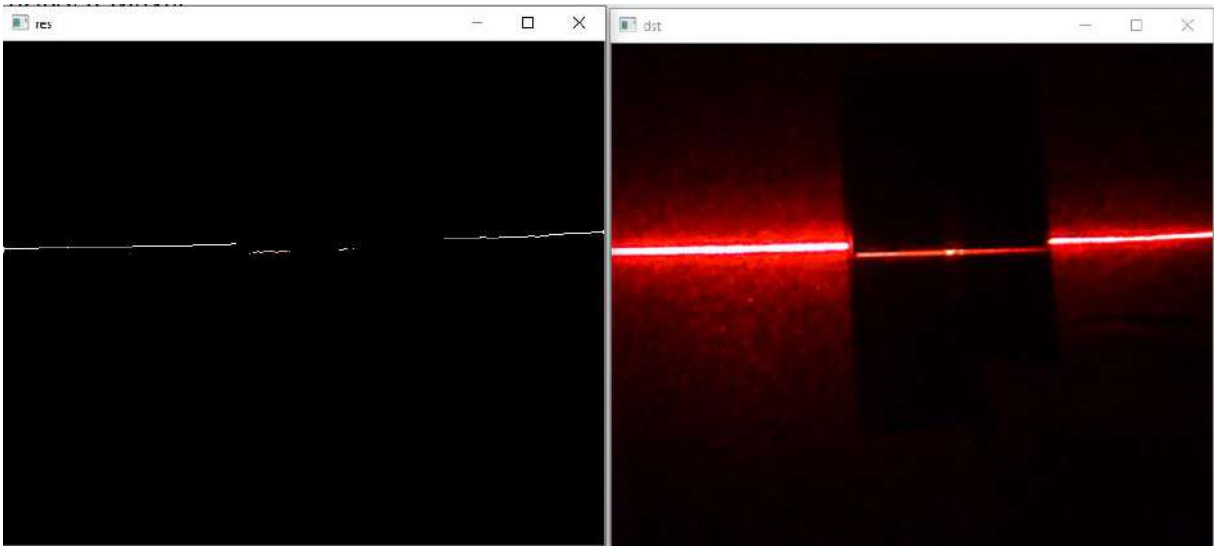


Figure III-10 image du fiscaux laser avant(droit) et apre(gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object noir

Dans un environnement lumineux avec Object noir :

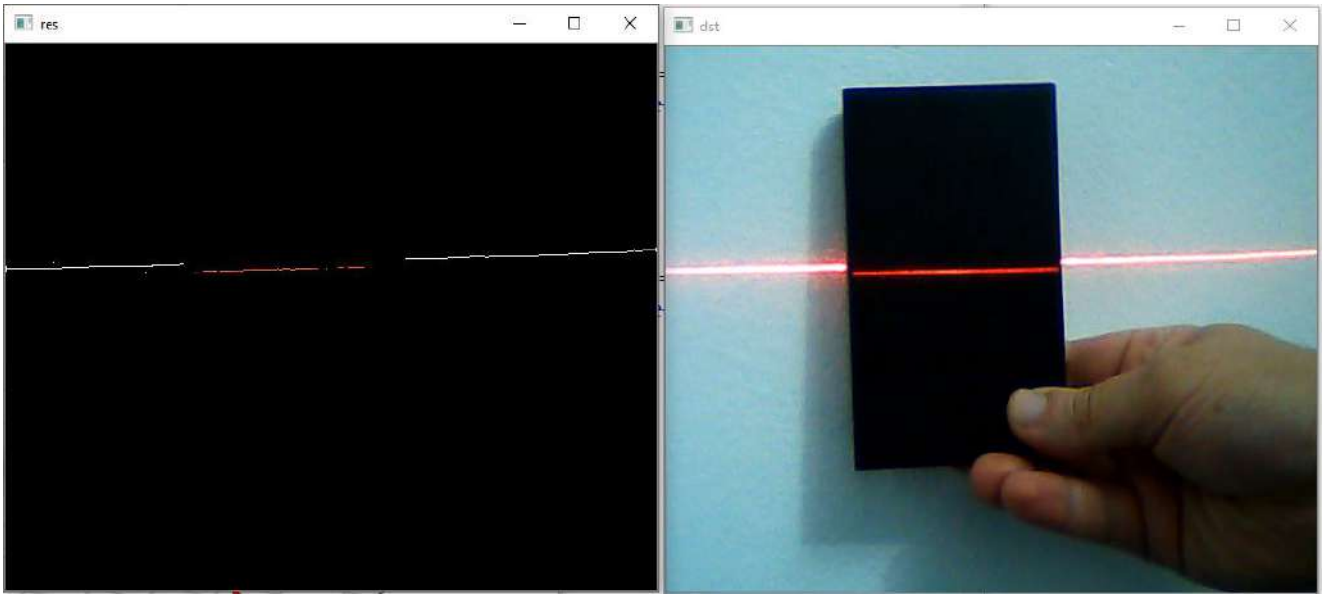


Figure III-11 image du fiscaux laser avant(droit) et apre(gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object noir

Dans un environnement Sombre avec Object blanc :

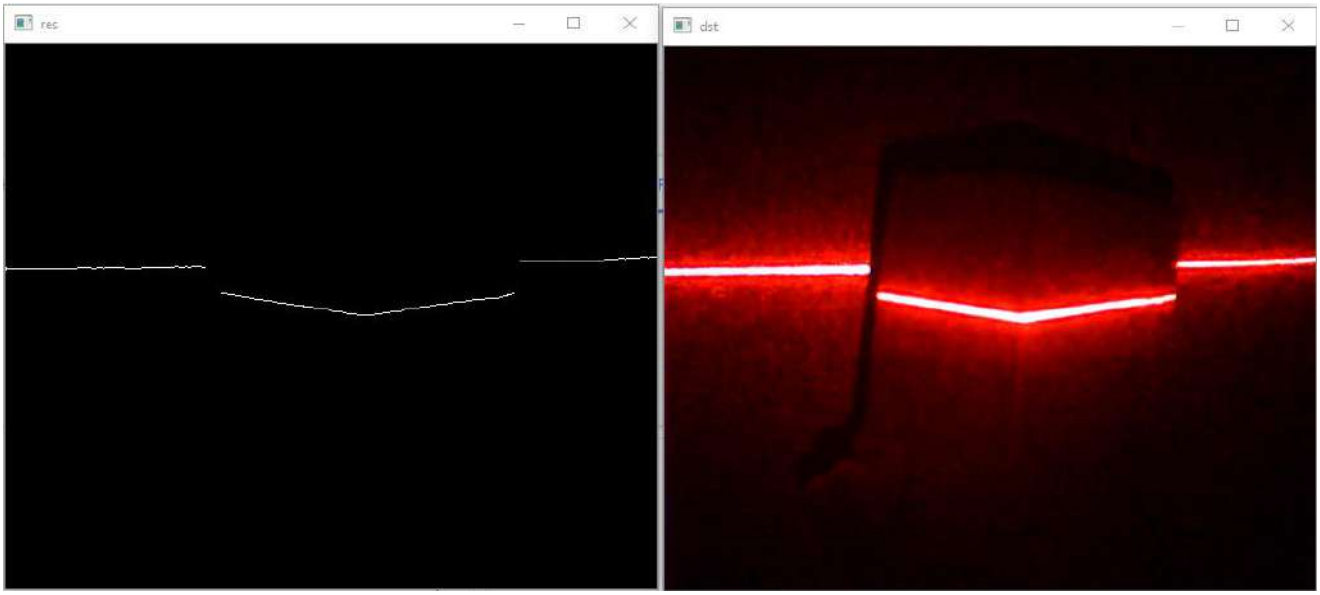


Figure III-12 image du fiscaux laser avant(droit) et apre(gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object blanc

Dans un environnement lumineux avec Object blanc :

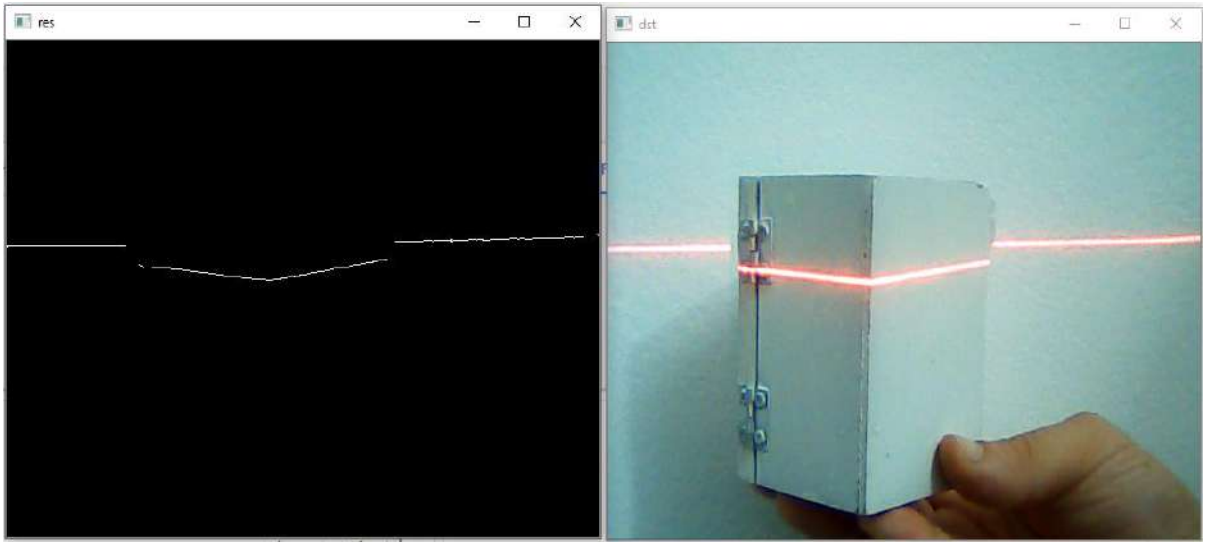


Figure III-13 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object blanc

Dans un environnement Sombre avec Object semi réflecteur :

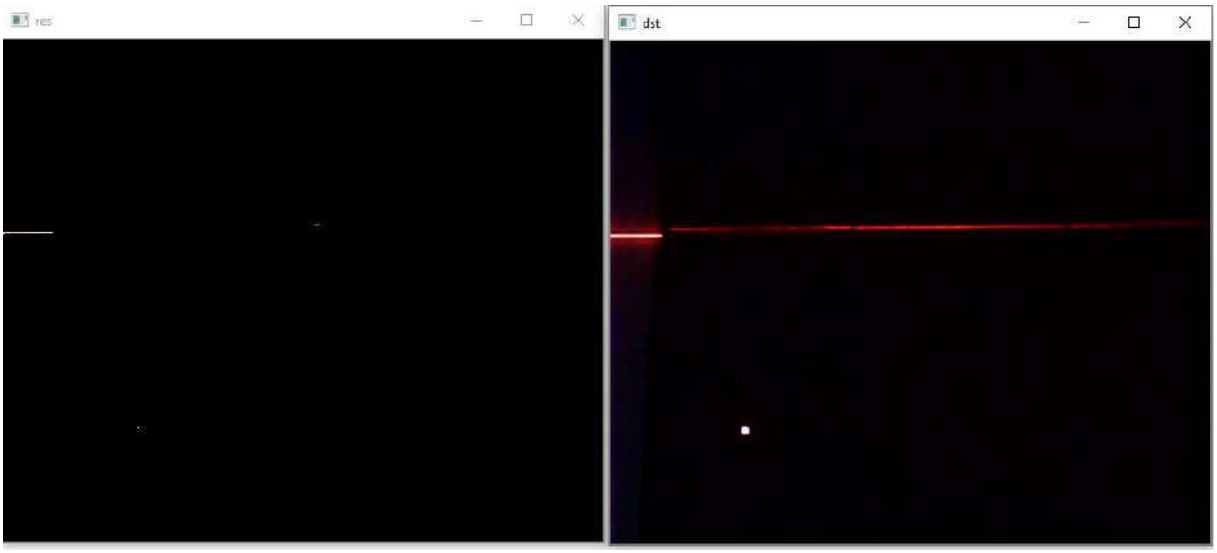


Figure III-14 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object semi réflecteur

Dans un environnement lumineux avec Object semi réflecteur :

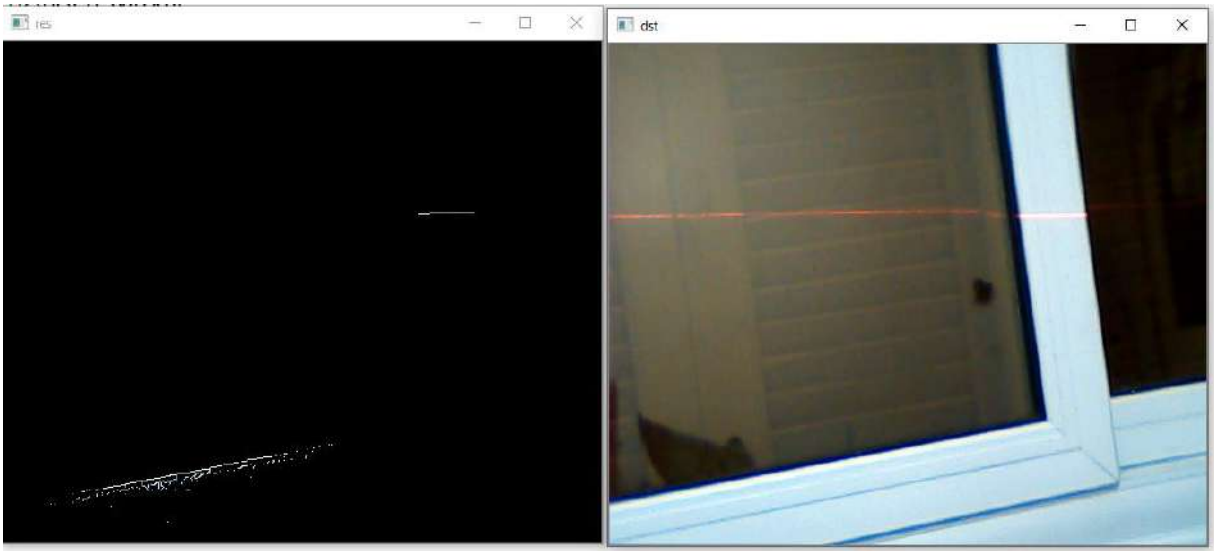


Figure III-15 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object semi réflecteur

Dans un environnement Sombre avec Object transparent :



Figure III-16 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object transparent

Dans un environnement lumineux avec Object transparent :

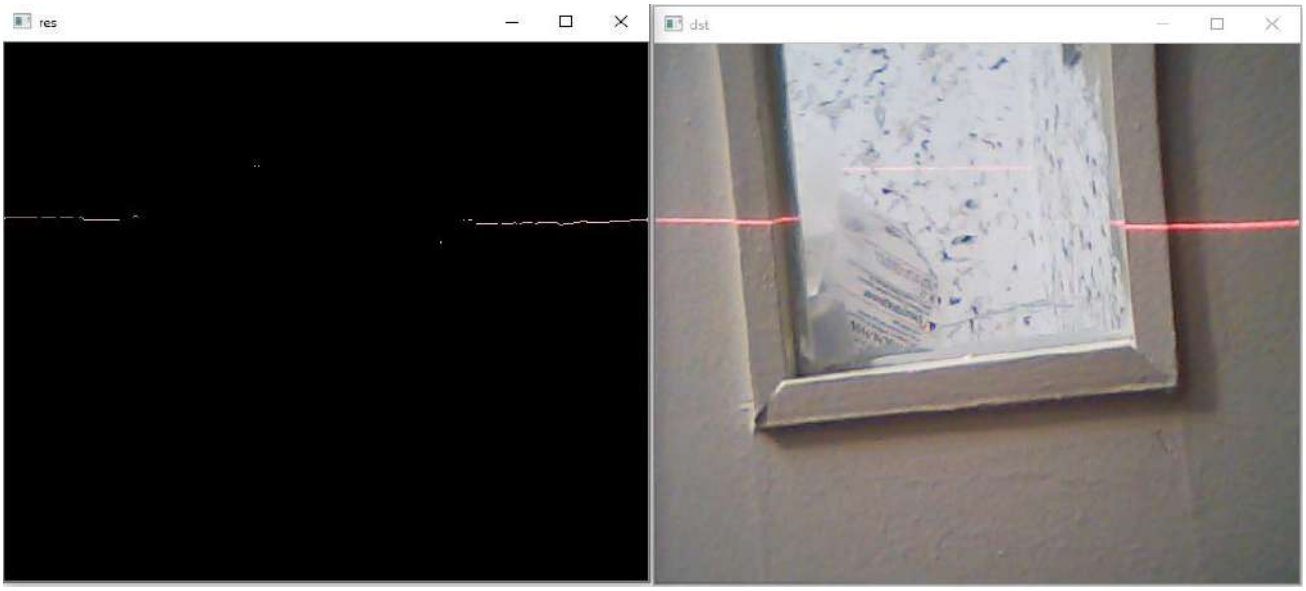


Figure III-17 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object transparent

Dans un environnement lumineux avec Object réflecteur :

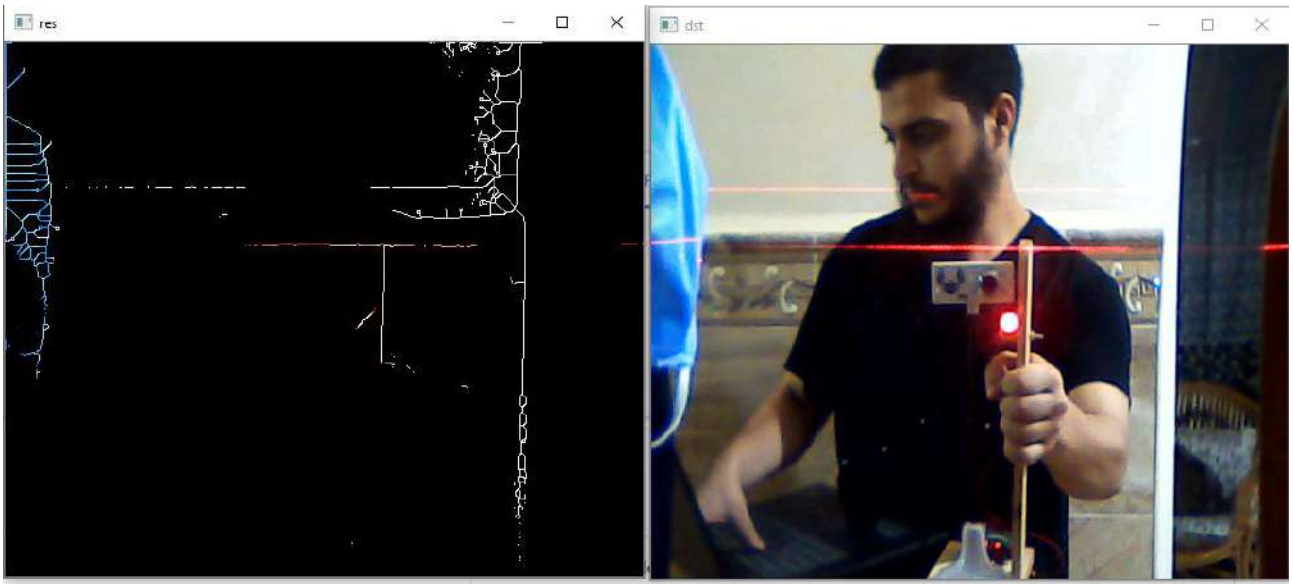


Figure III-18 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object réflecteur

Dans un environnement Sombre avec Object réflecteur :

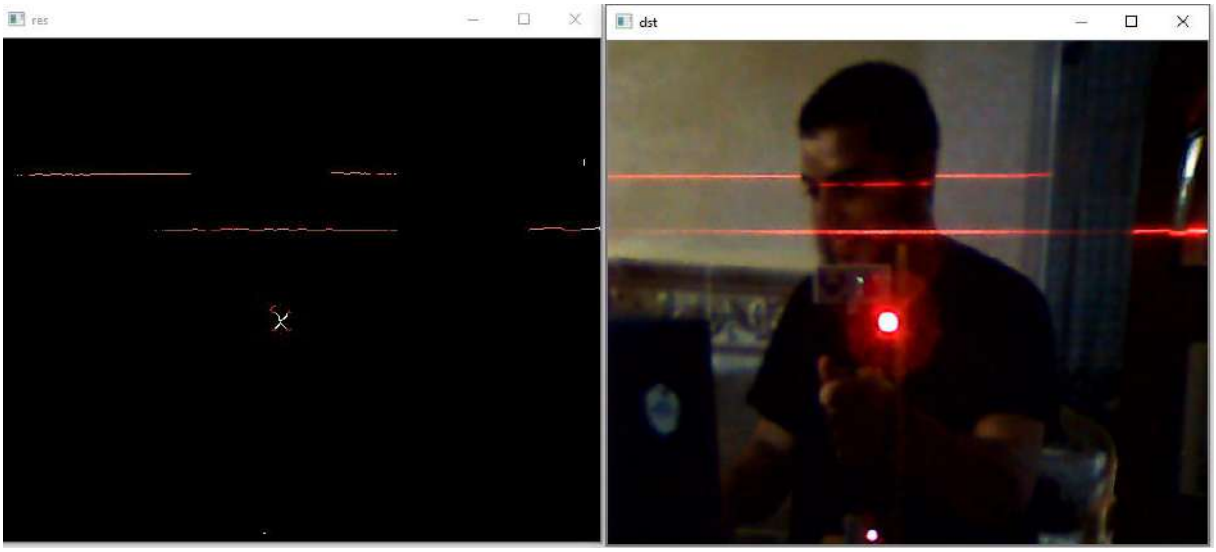


Figure III-19 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object réflecteur

Dans un environnement lumineux avec Object en couleur :

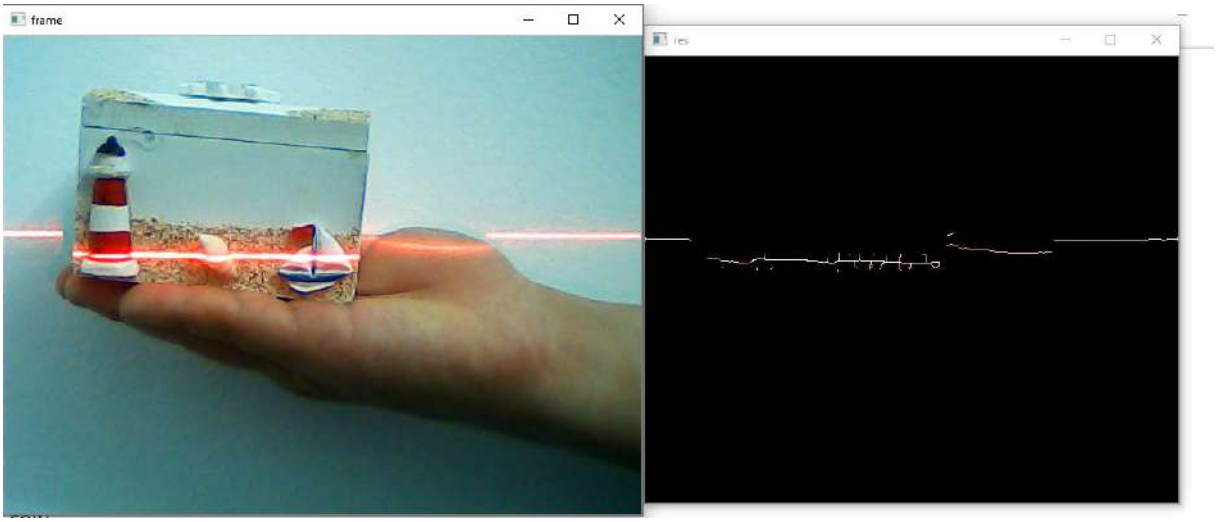


Figure III-20 image du fiscaux laser avant(gauche) et apre (droit) filtrage Dans un environnement lumineux avec Object en couleur

Dans un environnement Sombre avec Object en couleur :

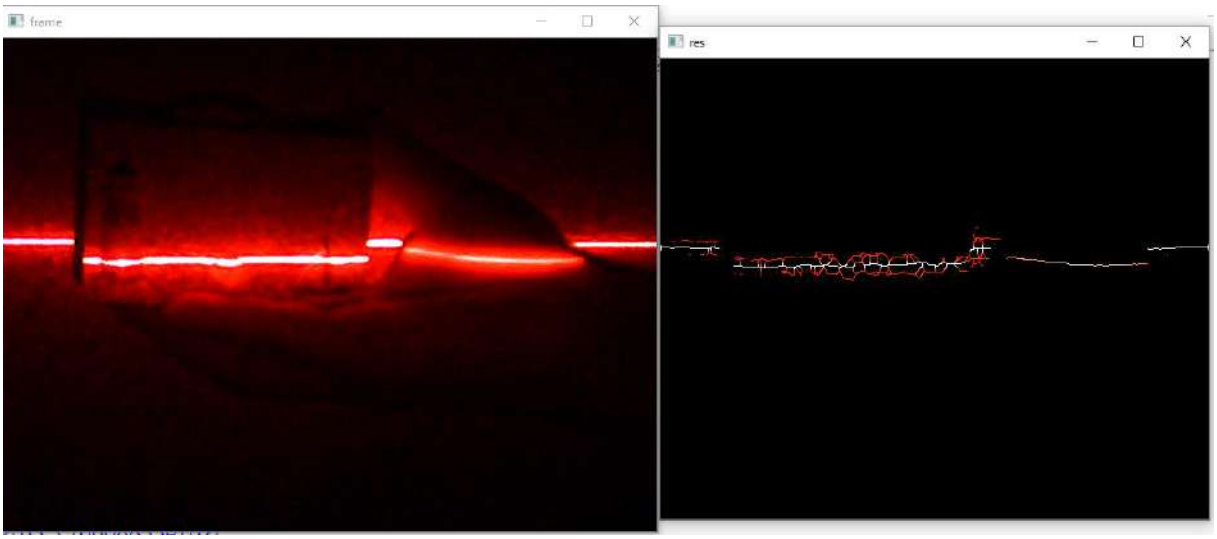


Figure III-21 image du fiscaux laser avant(gauche) et apre (droit) filtrage Dans un environnement Sombre avec Object en couleur

Facteur de distance :

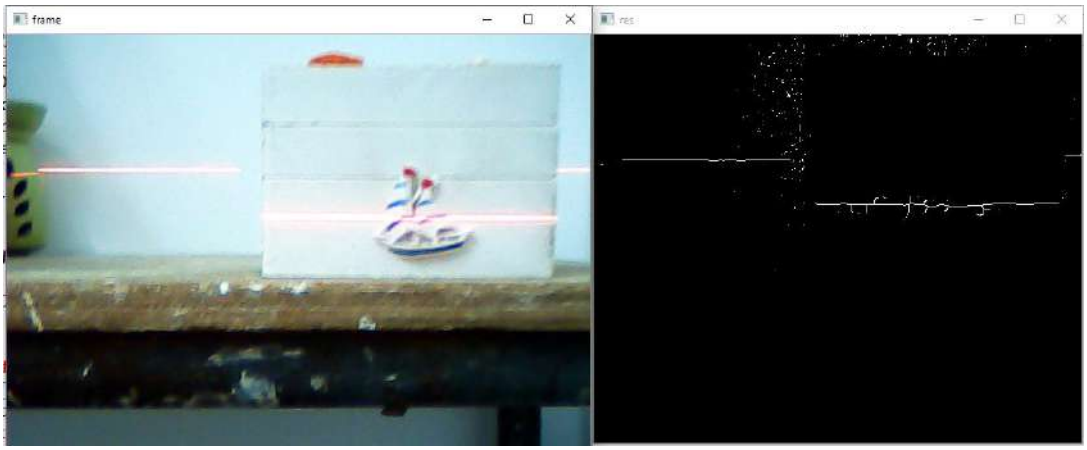


Figure III-22 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage avec distance proche

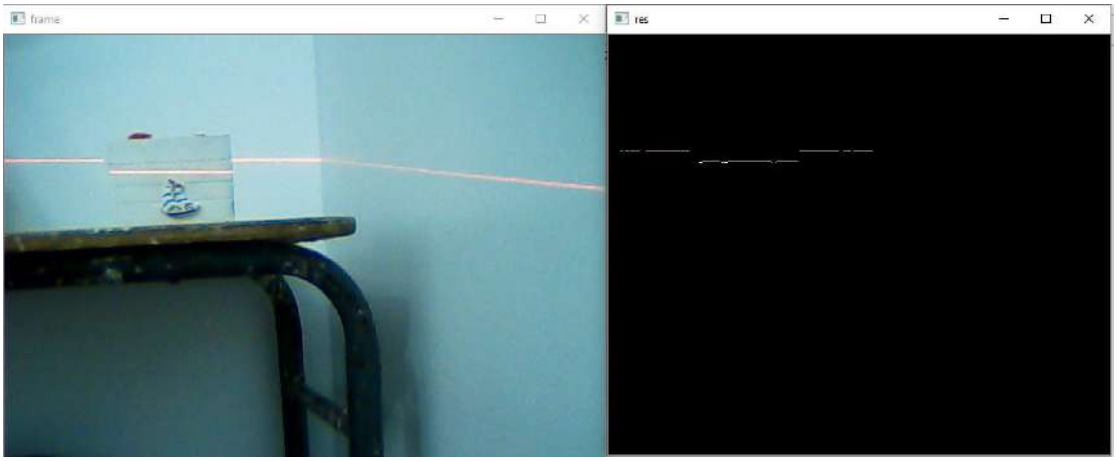


Figure III-23 image du fiscaux laser avant(droit) et apre (gauche) filtrage avec longue distance

III.4.3 mesure angle et accélération avec mpu-9250



Figure III-24 Résulta de rotation yaw(rotation sur Z),pitch(rotation sur Y),roll(rotation sur X)et accélération ax (sur x),ay(sur y),az(sur z) dans moniteur série



Figure III-25 Résulta de rotation yaw (rotation sur Z),pitch(rotation sur Y),roll(rotation sur X)et accélération ax (sur x),ay(sur y),az(sur z) dans python

III.4.4 Obtenir les coordonné dans le monde du fiscaux laser structurer

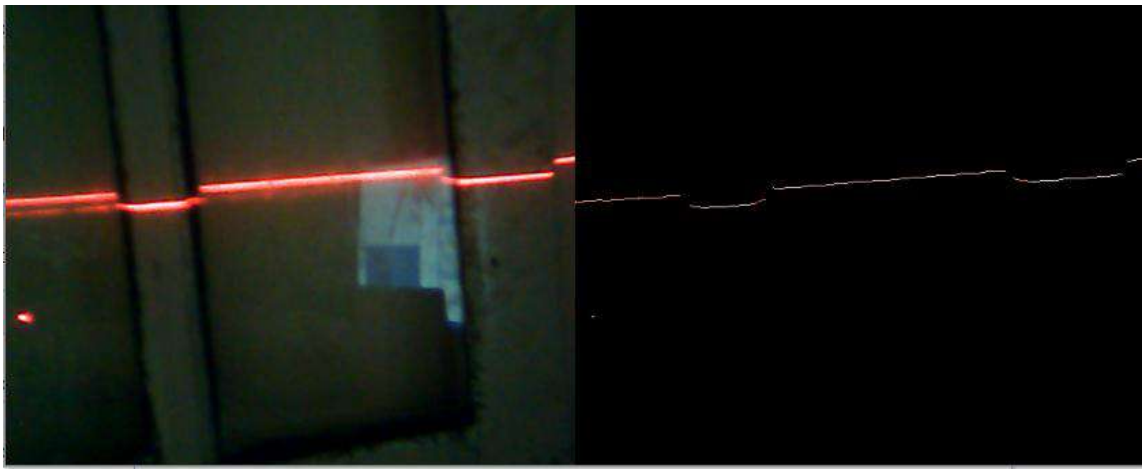


Figure3.28 : fiscaux laser projeter sur' fenêtre avant(droit) et apre (gauche) filtrage

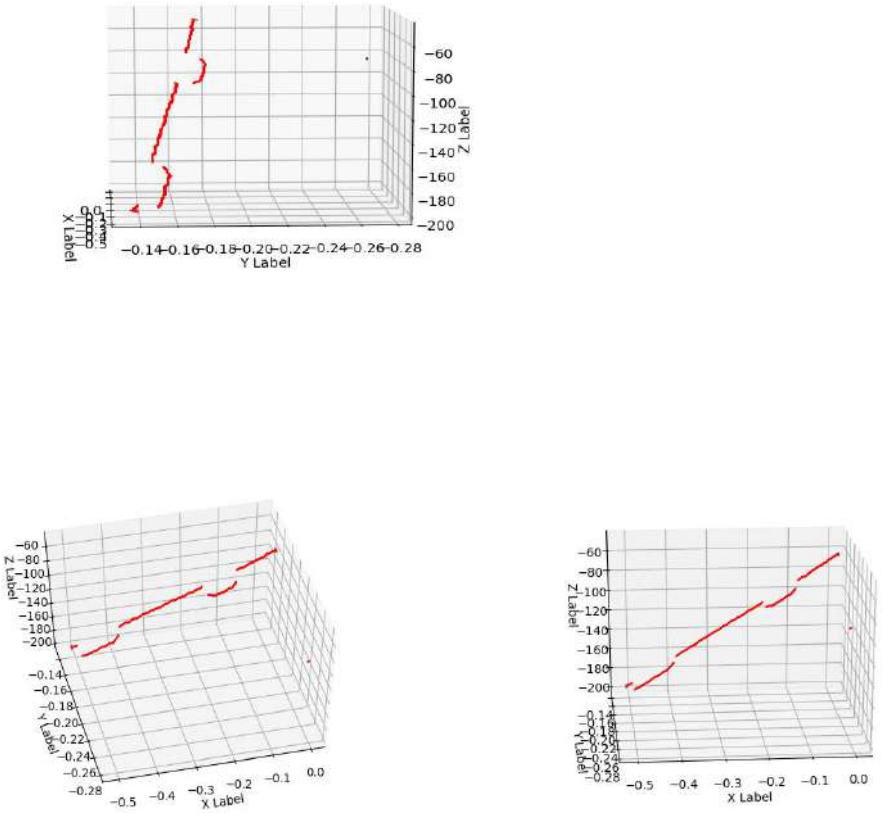


Figure 3.29 : graph avec trois vu déférentes pour résulta obtenir

III.5 Conclusion

Apre le choix de model mathématique pour le system réalisé et un méthode nous avant faire une réalisation cette dernier se ne pas final a cause des problème est lie au facteurs qu'il affectant sur l'acquisition 3d cette facteurs sont l'éclairage, l'état du surface, distance enter l'objecte et le scanner et erreur de matérielle.

Conclusion général

Conclusion générale

La popularité croissante des scanner 3D dans les années récentes en raison de son besoin dans plusieurs domaines pour déférant application exemple dans l'industrie utiliser pour contrôle de qualité et modélisation des pièce veux dire Ingénierie inverse…etc.

Le travail vise à clarifier le modèle mathématique et les différentes méthodes pour réalisation d'un scanner 3d.

Dans ce travail nous avons parlé sur quelques généralité sur les scanner l'étude du fonctionnement de ses différents type et méthode , composent électroniques logiciel utiliser . dans notre travail, nous avons pris en compte les déferlante type d'erreur cherché à le faire dans une zone acceptable mais en raison de certains facteurs, nous n'avons pas atteint l'objectif complètement a présence contraintes de temps et de la complexité du projet après avoir fait les tests avec quelques erreurs, les résultats sont généralement bons.

- Dans le premier chapitre, nous avons discuté sur les scanner 3d leurs historiques, leurs classifications qui permettent de connaitre les principaux types et leurs applications.
- Dans le deuxième chapitre Nous avons fait des explications sur les déférents composants électronique utiliser et leur principe de fonctionnement et les critères de choix de ces composants.

  Apre nous avons parlé sur partie logicielle est explique sans utilisation dans notre étude.
- Dans le troisième chapitre nous avons parlé sur les équations mathématique utiliser pour faire l'acquisition 3d et méthode de lumière structure .

  En fin de compte, la conception du modèle réelle avec quelque essai .

Comme Perspective on peut les point suivent :

-Obtenir une model 3d complet

- Amélioration la partie programmation

- Utilisation des pièces électroniques de bonne qualité

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

[1]review article 3d laser scanner history ,application, future *Dr. Mostafa Abdel-Bary Ebrahim* Civil Engineering Department Faculty of Engineering Assiut University

[2] Master's thesis 3D Real-time Scanning Using a Projector-based Structured Light System Sven J¨orissen university Würzburg, Germany

[3] *"GPS system with IMUs tracks first responders"*. Archived from *the original* on 2012-10-03. *Retrieved 2011-06-16*.

[4] https://invensense.tdk.com/products/motion-tracking/9-axis/mpu-9250/#:~:text=The%20MPU%2D9250%20is%20a,leading%203%2Daxis%20digital%20compass. Vu 9 oct. 2020

[5] Cagnac et Chareyron, 2017, Histoire et principe de fonctionnement du MASER et du LASER

[6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Cam%C3%A9ra

[7] Robert B. Friedman et Rick Kessler, « The Photoelectric Effect & Its Applications »], Yerkes Summer Institute de l'université de Chicago,

[8] https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1445304-python-definition-et-utilisation-de-ce-langage-informatique vu 9 oct. 2020

[9] https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1445230-ide-en-informatique-definition-pratique-et-detaillee vu 11 sept. 2020

[10] https://docs.opencv.org/2.4/modules/core/doc/intro.html vu 11 sept. 2020

[11] https://linuxfr.org/news/deces-de-john-hunter-createur-de-matplotlib

[12] https://fr.wikipedia.org/wiki/NumPy

[13] https://docs.python.org/3/library/glob.html vu 11 sept. 2020

[14] https://pyserial.readthedocs.io/en/latest/pyserial.html vu 14 sept. 2020

[15] https://docs.python.org/3/library/math.html vu 17 sept. 2020

[16]http://www.dmulholl.com/dev/pymatrix.html

[17] https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742_decouverte-de-larduino/3416_le-logiciel/

[18]https://fr.wikipedia.org/wiki/St%C3%A9nop%C3%A9

[19]http://www.optique-ingenieur.org/fr/cours/OPI_fr_M04_C01/co/Contenu08.html vu 16 sept. 2020

[20] https://fr.wikipedia.org/wiki/Coordonn%C3%A9es_homog%C3%A8nes

[21] https://www.learnopencv.com/camera-calibration-using-opencv/#disqus_thread vu 23 juil. 2020
[22] Zhang, Z. “A Flexible New Technique for Camera Calibration.” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.* Vol. 22, No. 11, 2000, pp. 1330–1334.
[23] https://github.com/kriswiner/MPU9250 vu 20 juil. 2020