

## Choix de la caméra

Les robots collaboratifs sont de plus en plus présents dans nos vies quotidiennes. En milieu industriel, ils sont une solution privilégiée pour rendre les chaînes de montage plus flexibles, rentables et diminuer la pénibilité du travail des opérateurs.

Pour permettre une collaboration fluide et efficace, les robots doivent être capables de comprendre leur environnement, en particulier les actions humaines.

Dans cette optique, nous avons décidé d'étudier les caractéristiques de différents types de caméras afin que le robot puisse se synchroniser avec l'opérateur, adapter son allure et comprendre si quelque chose d'inattendu survient.

Pour cela, nous avons considéré 3 types de caméras ; Stereolabs Zed 2, Intel Realsense D455 et Microsoft Azure Kinect.

### 1- Stereolabs Zed 2:



- Composé d'une **caméra 3D**, d'un boîtier informatique et d'une enceinte sans fil Wi-Fi ;
- Dimensions du boîtier (l x L x H) 15 x 10 x 5 cm ;
- Combine l'IA pour détecter les personnes et la vision 3D pour les localiser précisément ;
- La caméra stéréoscopique utilise deux capteurs RGB de haute résolution pour détecter véhicules et objets ;
- Propose une détection améliorée de la **profondeur jusqu'à 20 m** avec un **champ de vision de 120 degrés** et une **portée de 40 mètres** ;
- Les données sont analysées par le boîtier auquel la caméra est raccordée en USB3 ;
- La caméra peut être **pilotée à distance** grâce au cloud dédié permettant de contrôler le streaming, collecter et analyser des données 3D ou encore déployer des applications ;
- Traitées en local, « les données respectent l'anonymat » ;
- Prix : **339 £** ;
- Spécifications de la caméra:

#### A: Profondeur :

- Résolution : vidéo native (en mode ultra)

- **FPS : jusqu'à 100 Hz**
- **Plage de profondeur : 20 cm à 20 m**
- **Champ de vision : 110° à l'horizontale, 70° à la verticale, 120° à la diagonale max.**
- Technologie : Neural Stereo Depth Sensing

B : Mouvement :

- Capteurs de mouvement : accéléromètre, gyroscope (débit de données : 400 Hz)
- **Taux de rafraîchissement de la pose : jusqu'à 100 Hz**
- Capteurs de position : baromètre, magnétomètre (débit de données : 25/50 Hz)
- Technologie : cartographie et localisation simultanées (SLAM) stéréo, visuelles et inertielles, avec 6 degrés de liberté, fusion des capteurs et compensation thermique
- Dérive de la pose : 0,35 % de translation, 0,005°/m de rotation (sans correction de boucle)

C : Lentilles :

- Type de lentilles : **doubles lentilles grand angle en verre 8 éléments** avec distorsion corrigée optiquement
- **Ouverture : f/1.8**

D : Détection d'objets :

- **Types d'objets : personnes, véhicules**
- **Traçage d'objets**
- Sorties de détection : boîte d'encombrement 2D/3D ; localisation ; vitesse ; ID unique ; masques de segmentation
- **Plage de détection : jusqu'à 20 m (3D) ; jusqu'à 40 m (2D)**
- **Traçage de squelettes : 18 points-clés corporels** ; boîte d'encombrement de la tête ; jusqu'à 10 m de portée
- Capteurs : accéléromètre, gyroscope, baromètre, magnétomètre, température

E : Connectivité :

- Connecteur USB 3.0 avec câble d'1m20 intégré
- Options de montage : 1 trou de montage fileté 1/4" 20 UNC ; 2 trous de montage filetés M3
- Alimentation : via USB 5 V / 380 mA
- Température de fonctionnement : -10°C à 50°C

F : Sortie vidéo :

Video Mode	Frames per second	Output Resolution (side by side)
2.2K	15	4416x1242
1080p	30	3840x1080
720p	60	2560x720
WVGA	100	1344x376

G : Dans la boîte :

- Caméra stéréoscopique ZED 2
- 1 mini trépied
- Documentation
- Systèmes d'exploitation compatibles : Windows, Ubuntu, Debian, CentOS, Jetson L4T
- **Garantie : 10 ans sur l'équipement**
- Dimensions : 175 x 30 x 33 mm
- **Poids : 124 g**
- Boîtier en aluminium

**Sources :**

<https://www.generationrobots.com/media/zed2-camera-datasheet.pdf>

<https://www.stereolabs.com/docs/installation/>

<https://www.stereolabs.com/docs/tutorials/>

<https://www.stereolabs.com/docs/code-samples/>

<https://www.stereolabs.com/docs/ros/>

<https://github.com/stereolabs/zed-ros-wrapper>

## 2- Intel Realsense D455:



- La caméra Intel RealSense Depth D455 ressemble à première vue à un Microsoft Kinect, et l'un de ses talents est **le suivi des mouvements**. Cependant, plutôt que dans les jeux, Intel s'attend à ce qu'il soit **utilisé dans la robotique**, la santé et d'autres environnements ;
- Une IMU a été ajoutée, ce qui peut aider à **affiner la prise de conscience de la profondeur** dans les situations où la caméra se déplace. Cela pourrait être utile en robotique, où le D455 pourrait être utilisé pour permettre **l'évitement d'obstacles** ou pour interagir avec des objets en mouvement ;
- Les **capteurs de profondeur** eux-mêmes sont maintenant **espacés de 3,74 pouces**, ce qui contribue à la **précision sur toute la plage étendue**. Ils sont également montés sur le même raidisseur que le capteur RVB, ce qui, selon Intel, aide à l'alignement des couleurs et de la profondeur. Ce capteur RVB a également maintenant le même champ de vision que les capteurs de profondeur ;
- Prix : **239 \$** ;
- Spécifications de la caméra:

### A : Caractéristiques:

- Manufacturer: Intel
- Carte processeur de vision: Processeur Intel RealSense Vision D4
- Type: Housed Camera
- Depth Technology: **Active IR Stereo**
- Modèle: D455
- Système d'exploitation: Linux, Ubuntu \* 16,04, Windows® 10

### B : Profondeur :

- Technologie de profondeur: Stéréo IR actif ;
- Distance de **profondeur minimale (Min-Z): 0,4 mètre** ;
- **Portée maximale: 20 mètres** ;
- **Champ de vision en profondeur (FOV): 86 ° × 57 ° (± 3 °)** ;
- Résolution de sortie de **profondeur: 1280 × 720** ;
  - Résolution horizontale: 1280
  - Résolution verticale: 720
- Fréquence d'images en profondeur: Jusqu'à 90 fps ;

C : Boitier :

- Facteur de forme: Périphérique de la caméra ;
- Longueur × profondeur × hauteur: 124 mm × 26 mm × 29 mm ;
- Connecteurs: USB - C 3.1 de 1re génération ;
- Mécanisme de montage:
  - Un point de fixation fileté 1 / 4-20 UNC.
  - Deux points de fixation filetés M4.
  - Trépied.

**Sources :**

<https://www.slashgear.com/intel-realsense-d455-doubles-depth-camera-accuracy-16625015/>  
<https://www.intelrealsense.com/depth-camera-d455/>

**3- Microsoft Azure Kinect:**



- Cet appareil combine les **technologies du Cloud Azure**, les **capteurs d'IA** de Microsoft, et la **détection de mouvements** du Kinect dans un seul appareil ;
- Le Kit se dote d'un **capteur de champ de profondeur** développé pour l'HoloLens 2 de champ de **1 million de pixels**, la **caméra RGB** haute définition de **12 millions de pixels** et un réseau circulaire de **7 microphones** permettra de développer des solutions avancées de computer vision et de reconnaissance vocale avec Azure et d'un **connecteur pour synchroniser plusieurs Azure Kinect DK** ;
- Le système regroupe également des **capteurs d'inertie pour le tracking spatial** et le tracking **d'orientation**. Il pourra fonctionner avec différents types d'appareil électroniques, et il sera **possible de synchroniser plusieurs Kinect Azure** pour la collecte de données à grande échelle ;
- L'appareil se connecte au cloud. En effet, il se **synchronise avec les algorithmes de computer vision** présents au sein d'Azure Cognitive Services ;

- les développeurs et les industriels peuvent s'essayer à la vision par ordinateur. Ils peuvent également **cartographier en trois dimensions leur espace de travail**. Cela permet de mettre en place des **scénarios de réalité augmentée** ou bien de **jumeau numérique** en combinant cette technologie avec d'autres capteurs connectés ;

- Prix : **399 \$** ;

- Contenu d'Azure Kinect :

- **Capteur de profondeur de 1Mp** avec options de FOV (champ de vision) large ou restreint ;
- **Caméra de 12 Mp RGB** (CMOS OV12A10 12MP) pour un flux de couleurs aligné sur le flux de profondeur ;
- Une **taille 2x plus petite** que Kinect for Windows v2 ;
- **7 microphones** pour permettre la capture de la parole et du son en champ éloigné à 360° ;
- Inertial Measurement Unit : Accéléromètre et gyroscope ;
- Possibilité de synchroniser le flux de plusieurs Kinect en même temps ;
- Mesure **10,3cm x 3,9cm x 12,6 cm** ;
- Poids de **440 g** ;
- Temperature : 10 à 25 °C ;
- Humidité : 8 à 90 % d'humidité relative (sans condensation) .

**Sources :**

<https://azure.microsoft.com/fr-fr/services/kinect-dk/>

<https://docs.microsoft.com/fr-fr/azure/kinect-dk/hardware-specification>