## Reconnaissance des pièces

Afin de détecter et identifier les pièces, nous avons étudié et testé différents outils et méthodes, notamment :

* Conversion de l’image en niveaux de gris.
* Application de filtres gaussien et médian.
* Détection des contours avec les filtres de Sobel et Canny.
* Détection des cercles par la transformée de Hough.
* Mise à l’échelle de l’image étudiée.
* Extraction d’une partie de l’image pour étude individuelle.
* Calcul de l’histogramme et de sa moyenne.
* Extraction de la teinte et de la saturation d’un fragment image, avec calcul de leur moyenne et variance.
* Egalisation de l’histogramme par application d'un CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization), avec conversion de l’image de RGB (Rouge vert Bleu) à LAB (Lightness Green-Red Blue-Yellow).
* Mise en place des données d’entrainement pour un algorithme de machine learning.

L’algorithme de reconnaissance des pièces final se diviset selon les étapes suivantes :

1. Détection des cercles
2. Calcul du diamètre des cercles
3. Détermination des données de couleur
4. Attribution des labels des pièces en fonction de leur diamètre et de leur couleur

La détection des cercles se fait par la transformée de Hough circulaire, sur une image en niveau de gris, floutée pour améliorer la détection.

L'algorithme de la transformée de Hough est composé de trois étapes :

* Pour chaque point de contour détecté, détermination de la courbe correspondante dans l'espace des paramètres ;
* Construction de la matrice d'accumulation à partir de ces courbes ;
* Détection des pics dans la matrice d'accumulation pour déterminer le cercle le plus pertinent.

Les paramètres de base à modifier dans cette transformée pour adapter la détection des cercles à l’image sont les suivants : distance minimale entre les centres, rayons minimum et maximum des cercles détectés.

La transformée nous fournit les centre et rayon des cercles détectés, ce qui nous permet de la comparer entre eux.

Afin d’analyser la couleur, nous devons convertir l’image du format RGB en HSV (Hue Saturation Value ou Teinte Saturation Luminance) afin d’accéder aux valeurs de Teinte pour la couleur et de Saturation pour l’intensité de la couleur.

La teinte permet de distinguer les pièces de cuivre (rouges) des autres pièces (jaunes).

La saturation nous permet de différencier les pièces de 1euro, dont le centre est gris, donc moins saturé.

Limites

Détection de la couleur

Dans cette version du programme, la comparaison de couleur s’effectue sur la moyenne des pixels au sein du cercle détecté. La limite étant que selon l’éclairage, les valeurs de teinte et de saturation varient.

Détection des contours

Dans cette version du programme, les paramètres de la transformée de Hough sont ajustés à la main, de manière empirique. Cependant, selon l’image, son cadrage, et son échelle, ces paramètres doivent varier pour optimiser la détection des cercles

Nous aborderons les moyens de dépasser ces limites dans la partie XXXX

Amélioration

Afin d’améliorer la détection des contours des pièces, nous envisageons de segmenter l’image pour traiter les pièces une à une. Ainsi, nous pourront automatiser la détection des paramètres optimaux de la transformée de Hough pour chaque pièce et obtenir un diamètre plus précis. La comparaison des diamètres sera donc plus pertinente.

Afin d’améliorer la détection des couleurs, notamment pour pouvoir gérer les différences d’éclairage, nous envisageons de mettre en place un algorithme de machine learning. En se fondant sur une banque de données de pièces sous différents éclairages, l’algorithme aura pour fonction de déterminer la couleur d’une pièce (2€, 1€, pièces de bronze et pièces de cuivre). Cette méthode nous permettra de nous affranchir des variations d’éclairage.