

Rapport de Perception

Sommaire :

1. Introduction
2. Détection de cercle sur une image fixe
 - Traitement d'image
 - Méthode de détection des cercles
 - Résultats et observations
3. Détection de cercle sur une vidéo
 - Traitement des frames
 - Détection des cercles
 - Résultats et observations
4. Conclusion

Introduction

La perception visuelle par ordinateur est un domaine fondamental de l'intelligence artificielle et de la robotique, permettant à une machine d'identifier et de localiser des objets dans des images ou des vidéos. Dans ce projet, l'objectif était de développer un système capable de détecter des cercles, correspondant à des balles, sur des images et des flux vidéo.

Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé Python avec la bibliothèque OpenCV, qui offre des outils performants pour le traitement d'images et la détection de formes. Le projet a été divisé en deux étapes principales : la détection sur une image fixe et la détection sur une séquence vidéo. Chaque étape implique un prétraitement de l'image, la création de masques pour isoler les objets d'intérêt, et l'application de la transformée de Hough pour la détection des cercles.

Ce rapport présente les méthodes employées, les résultats obtenus et les perspectives d'amélioration de notre système de perception.

2 Détection de cercle sur une image fixe

La détection de cercles sur une image fixe a constitué la première étape de notre projet. Elle repose sur plusieurs étapes de traitement d'image permettant d'isoler l'objet d'intérêt, de réduire le bruit et d'appliquer une méthode robuste de détection de formes géométriques.

2.1 Détection de couleurs

Avant toute détection, l'image est convertie en espace de couleurs HSV (Hue, Saturation, Value). Contrairement à l'espace BGR, l'espace HSV sépare la teinte (couleur) de la saturation et de la luminosité, ce qui facilite l'isolation d'une couleur spécifique, indépendamment des variations de lumière.

Un masque est ensuite créé à partir de la couleur d'un pixel choisi par l'utilisateur. Le masque consiste en une image binaire où les pixels correspondant à la couleur ciblée sont mis à 1 (blanc) et tous les autres à 0 (noir). Cela permet de concentrer la détection uniquement sur les zones susceptibles de contenir l'objet d'intérêt (ici, la balle), réduisant ainsi les éléments non pertinents de l'image. Cependant, certains artefacts restent présents, car d'autres zones de l'image peuvent présenter des couleurs similaires à celle de la balle.

2.2 Morphologie et ouverture

Pour améliorer la qualité du masque, on applique une opération morphologique appelée ouverture, qui combine érosion puis dilatation. L'érosion supprime les petits points de bruit isolés, tandis que la dilatation permet de restaurer la forme initiale des objets. L'ouverture permet donc de nettoyer l'image et de créer des régions plus cohérentes pour la détection de cercles, bien que certains bruits ou couleurs similaires restent parfois visibles.

2.3 Conversion en niveaux de gris et flou gaussien

Avant la détection des cercles, le masque est converti en niveaux de gris, car la méthode de Hough utilisée pour détecter les cercles fonctionne sur des images à un seul canal. Ensuite, un flou gaussien est appliqué pour lisser l'image et réduire le bruit restant, ce qui améliore la précision de la détection des contours circulaires.

2.4 Détection de cercles par la transformée de Hough

La méthode de Hough pour cercles permet de détecter des formes circulaires même si elles sont partiellement cachées ou bruitées. Elle fonctionne en transformant chaque point de l'image en un espace paramétrique représentant tous les cercles possibles passant par ce point. Les cercles qui accumulent suffisamment de votes dans cet espace sont considérés comme présents dans l'image.

Cette méthode est particulièrement adaptée car elle est robuste au bruit et permet de détecter plusieurs cercles de tailles différentes sans avoir besoin d'un contour parfaitement continu.

2.5 Résultats et observations

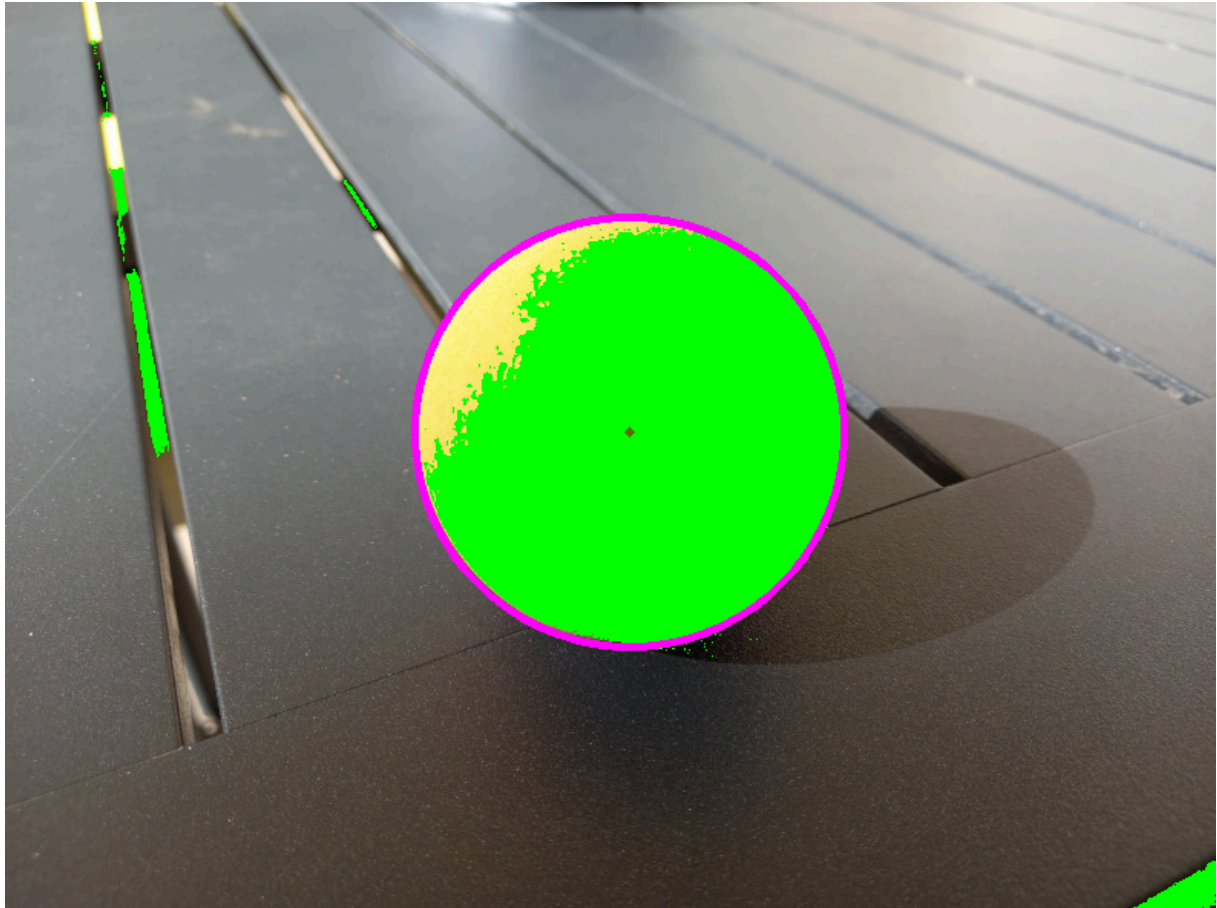


Figure 1 : Détection de la balle sur une photo

Après traitement, le cercle détecté est superposé sur l'image originale avec un petit cercle marquant le centre et un cercle plus grand indiquant le contour. Dans notre expérience, le résultat n'était pas parfait : le cercle n'était pas toujours correctement centré sur la balle et certains artefacts de couleurs proches de celle de la balle apparaissent encore dans l'image. Ces limitations indiquent que le masque et les paramètres de détection nécessitent un ajustement plus fin pour une détection fiable.

3. Détection de cercles sur vidéo

Après la détection sur une image fixe, l'étape suivante consistait à appliquer une méthode similaire sur un flux vidéo. La détection sur vidéo présente des défis supplémentaires, notamment le traitement en temps réel et les variations d'éclairage et de position de l'objet.

3.1 Mise en niveaux de gris et flou gaussien des frames

Cette partie est sensiblement la même que pour une image fixe. On met l'image en niveaux de gris pour faciliter la détection de cercles de Hough. On applique de nouveau un flou gaussien pour réduire le bruit.

3.2 Morphologie

On effectue encore une ouverture, que l'on combine cette fois-ci à une fermeture, procédé opposé puisqu'il consiste à réaliser d'abord une dilatation puis une érosion. La fermeture comble les petits trous et rend les contours homogènes.

Ces opérations permettent de préparer la frame pour que la détection de cercles soit plus stable et moins sensible au bruit.

3.3 Détection de cercles par la transformée de Hough

La détection elle-même utilise à nouveau la transformée de Hough pour cercles, adaptée ici pour le traitement vidéo. Chaque frame est analysée séparément : chaque pixel est projeté dans l'espace paramétrique des cercles, et les accumulations dans cet espace permettent de déterminer la présence de cercles de différents rayons.

Cette méthode est choisie pour sa robustesse aux variations partielles de contours et au bruit, ainsi que pour sa capacité à détecter simultanément plusieurs cercles dans une même image.

3.4 Affichage en temps réel

Pour visualiser la détection, les cercles identifiés sont tracés directement sur la frame en cours de lecture. Cela permet de suivre la détection en temps réel et de vérifier visuellement si les paramètres choisis (flou, seuils Hough, taille minimale/maximale des cercles) sont adaptés.

3.5 Résultats et observations

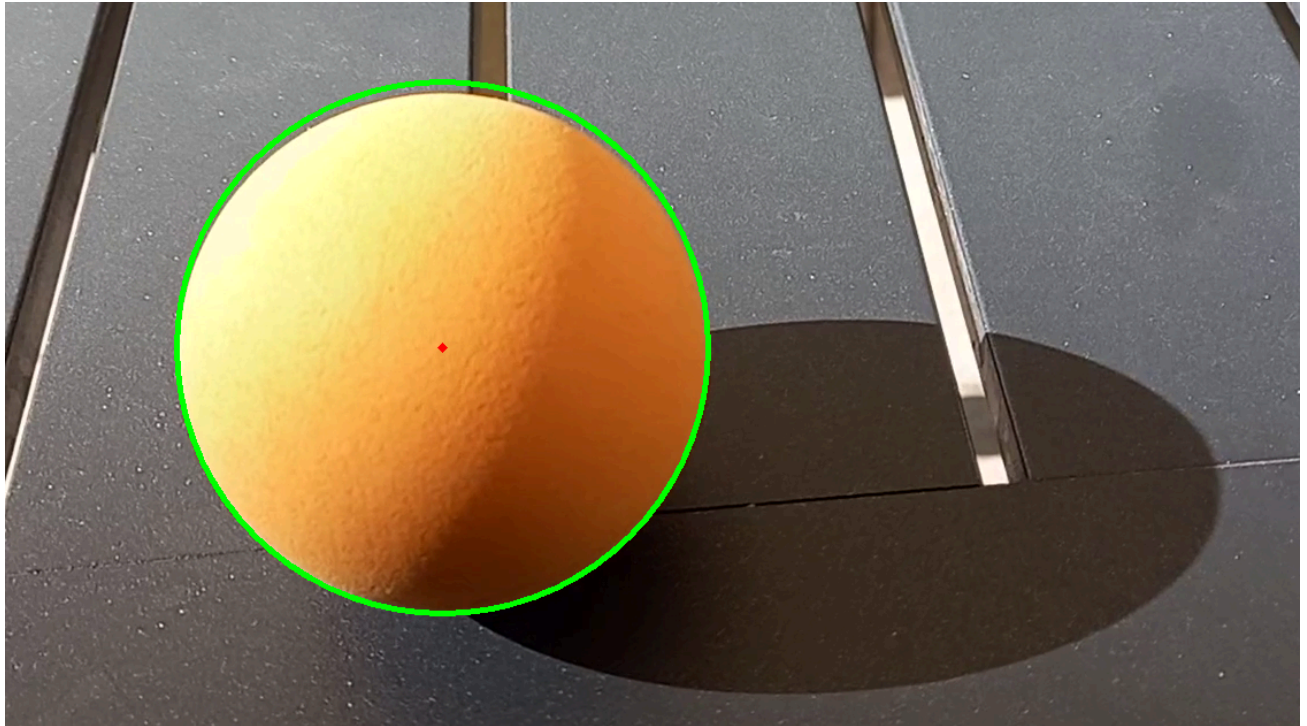


Figure 2 : Détection de la balle sur une vidéo

La détection des cercles sur vidéo a globalement donné de bons résultats. Le système a réussi à identifier les cercles représentant la balle dans la plupart des frames, même dans des conditions de mouvement. Les cercles détectés sont correctement superposés à l'objet d'intérêt, et l'algorithme s'adapte bien aux variations d'éclairage et de position de la balle.

Cependant, quelques frames ont posé problème. Dans certains cas, un cercle trop grand a été détecté là où il ne devait pas, probablement dû à des artefacts dans l'image ou à des variations inattendues dans la forme ou la texture de la balle. Cela pourrait être lié à des seuils mal adaptés ou à une mauvaise estimation du rayon du cercle, ce qui nécessite un ajustement des paramètres de la méthode de Hough, notamment celui qui concerne le rayon maximal des cercles détectés.

4. Conclusion

Ce projet de détection de cercles à l'aide de la bibliothèque OpenCV a permis de développer un système fonctionnel capable de détecter des cercles dans des images fixes et des vidéos. En utilisant des techniques classiques telles que la conversion en HSV, le masquage, les opérations morphologiques et la transformée de Hough, nous avons pu isoler efficacement les objets d'intérêt et identifier les cercles.

La détection sur image fixe a montré des résultats satisfaisants, bien que des artefacts liés aux couleurs similaires aient nécessité un ajustement des paramètres. La détection vidéo a, quant à elle, bien fonctionné dans la plupart des cas, avec quelques erreurs sporadiques où des cercles trop grands ont été détectés.

Les résultats obtenus démontrent la viabilité de la méthode, mais des améliorations peuvent être apportées, notamment en affinant les seuils de détection et en ajustant les paramètres du filtre de Hough pour mieux gérer les variations de taille des cercles et réduire les faux positifs. Ce projet constitue une bonne base pour des applications futures en robotique ou en suivi d'objets en temps réel.