

CED : « Sciences et Techniques de l'Ingénieur »

AVIS DE SOUTENANCE

«YASSIR ZARDOUA»

Présentera ses travaux de recherche en vue de l'obtention du
Doctorat en Sciences et Techniques

Intitulé de la thèse :

« Algorithmes de Détection de l'Horizon Marin par Traitement d'Images
et les Réseaux de Neurones Convolutionnels pour les Tâches de
Surveillance Maritime »

<u>Date :</u>	Samedi 17 juin 2023
<u>Heure :</u>	10 heures
<u>Lieu :</u>	Salle de Réunion, Bâtiment G, FST - Tanger

Devant le jury :

Membres de jury

Pr. Salaheddine HAMDOUNE	FST - Tanger	Président
Pr. Abdessalam AIT MADI	ENSA - Kénitra	Rapporteur
Pr. Mohamed JBILOU	FST - Tanger	Rapporteur
Pr. Ibrahim HADJ BARAKA	FST - Tanger	Rapporteur
Pr. Mounir AZMANI	FST - Tanger	Examineur
Pr. M'hamed EL MRABET	FST - Tanger	Invité
Pr. Mohammed BOULAALA	FST - Tanger	Co-encadrant
Pr. Abdelali ASTITO	FST - Tanger	Directeur de thèse

RESUME

La ligne d'horizon marin apparaît sous forme d'une ligne séparant les pixels de la région de la mer et ceux de la région juste au-dessus. Cette dernière représente généralement les pixels du ciel mais peut représenter d'autres régions telles que les côtes et les navires. Bien que l'horizon marin prenne la forme simple d'une ligne, sa détection est difficile, en particulier dans les images du spectre visible à cause du grand changement qu'elles subissent en matière de couleur, de texture et de contraste. La localisation de la ligne d'horizon joue un rôle central dans de nombreuses applications de traitement vidéo maritime, notamment le calibrage automatique de la caméra, la stabilisation vidéo, la détection et le suivi précis des cibles, la réduction de la zone de recherche et la géolocalisation des navires ou des obstacles environnants. Notre recherche se manifeste principalement dans trois contributions.

La première contribution est une étude approfondie de la littérature sur les algorithmes de détection de la ligne d'horizon. Cette étude conclut qu'il y a un compromis élevé entre la robustesse et l'intensité de calcul. Nous avons constaté que les meilleures méthodes reposent sur des filtres personnalisés pour conserver uniquement les pixels qui correspondent aux contours d'horizon. Ces méthodes fonctionnent bien mais échouent souvent dans le cas où la visibilité de l'horizon est faible (floue) ou la présence de bruits apparaissant sous forme de lignes proéminentes.

La deuxième contribution porte sur la résolution des deux problèmes qu'on vient de mentionner, avec un intérêt particulier sur la contrainte temps réel ; nous proposons un filtre de contour personnalisé qui repose sur la détection de segments de ligne avec un faible seuil d'amplitude de contour. Par la suite, on filtre les segments détectés en fonction de leur pente, de leur longueur et de leur position relative. Ensuite, nous construisons la carte de contour filtrée en calculant les coordonnées Cartésiennes des pixels sur les segments de ligne qui ont survécu au filtre. Nous déduisons l'horizon à partir de la carte de contour filtrée et montrons que l'incorporation d'information temporelle augmente la robustesse de l'inférence contre les lignes bruyantes en concurrence avec l'horizon. Nous considérons la contrainte du temps réel en vectorisant les calculs et en proposant une meilleure façon exploitant la compression de la taille d'image en projetant avec précision les résultats de traitement de l'image compressée vers l'image originale. L'algorithme proposé a fait l'objet d'un processus expérimental strict. Nous avons testé ses performances sur trois bases de données différentes contenant 26 125 images. De plus, nous avons examiné l'utilité de nos composants algorithmiques à travers une étude d'ablation. Ces expériences montrent que notre méthode surpasse l'état de l'art tout en maintenant une vitesse de calcul satisfaisante. Plus important encore, notre méthode surpasse ses pairs par une marge significative dans le cas de conditions de faible visibilité affectant l'amplitude du gradient de l'horizon. Nous avons conçu l'algorithme pour qu'il soit évolutif et nous avons expliqué en détail comment l'améliorer avec des techniques basées sur l'apprentissage automatique et des réseaux de neurones convolutionnels tout en prenant en compte l'intensité de calculs.

La troisième contribution est une nouvelle base de données que nous avons collectée pour enrichir la base de données publique avec de nouvelles conditions et défis maritimes. Notre base de données,

nommé Moroccan Maritime Dataset, compte plus de 6000 images réparties sur 18 clips vidéo et présente neuf nouveaux scénarios maritimes. Nous avons développé un logiciel d'annotation spéciale et l'avons utilisé pour annoter soigneusement toutes les 6000 images. Nous fournissons les fichiers d'annotation en deux formats, *.npy* et *.mat*, pour convenir à la fois aux développeurs Python et MATLAB.