

Rapport de Projet d'analyse d'image

Détection et classification de Balise Cardinale

BACK Raphaël, BOUTET Paul

Janvier 2025

Abstract

Ce rapport présente notre projet d'analyse d'image visant à détecter et classer les balises cardinales. Nous avons utilisé plusieurs méthodes pour segmenter les balises, les classer par couleur et par forme, et mis en place une double validation pour améliorer la précision. Enfin, nous proposons une méthode pour déterminer la direction de navigation à partir des balises détectées. Nous présentons les résultats obtenus et discutons des améliorations possibles.

Contents

1	Segmentation des balises	2
1.1	Masque de couleur jaune	2
1.2	Seuillage du gradient sur la composante bleue	2
1.3	Reconstruction par dilatation	2
1.4	Suppression des objets non pertinents	2
1.5	Amélioration de la détection des triangles	3
2	Classification par couleur	3
2.1	Boîte englobante de la balise	3
2.2	Détection des boîtes englobantes des zones jaunes	3
2.3	Classification	3
3	Classification par triangles	3
3.1	Boîte englobante des triangles	4
3.2	Nettoyage des triangles	4
3.3	Classification	4
4	Double Validation	4
4.1	Paramètre de cohérence	4
5	Recherche d'une direction de navigation	4
6	Analyse des résultats	4
6.1	Segmentation	4
6.2	Classification par couleur	5
6.3	Classification par triangles	5
7	Conclusion	6
8	Annexes	6

1 Segmentation des balises

L'objectif est de segmenter les balises cardinales dans une image pour obtenir un masque ne contenant que les balises. Nous utilisons plusieurs reconstructions par dilatation.

1.1 Masque de couleur jaune

Nous obtenons le masque de couleur jaune qui servira de marqueur pour la suite de la segmentation.

1.1.1 Conversion en HSV et seuillage

Pour obtenir des marqueurs internes aux balises cardinales, nous segmentons les zones de couleur jaune en convertissant l'image en HSV et en procédant à un seuillage. La composante H isole les zones jaunes et un seuillage sur la composante S limite la détection de bancs de sable.

1.1.2 Nettoyage

Nous effectuons un nettoyage par ouvertures morphologiques pour éliminer les petites zones de bruit et les zones touchant les bords de l'image.

1.2 Seuillage du gradient sur la composante bleue

Nous obtenons un masque de l'image contenant les balises cardinales pour y appliquer une reconstruction par dilatation.

1.2.1 Calcul du gradient

Pour détecter les contours des balises, nous calculons un gradient sur la composante bleue de l'image. Cette méthode met en évidence les contours des balises noires et jaunes, créant un fort contraste avec l'arrière-plan bleu.

Nous appliquons un seuillage sur le gradient obtenu pour obtenir le masque voulu.

1.2.2 Troncature du gradient

Pour supprimer les grandes zones de plages en fond et limiter les grands objets en arrière-plan, nous limitons le calcul du gradient à une zone de l'image délimitée par le masque jaune obtenu précédemment.

1.3 Reconstruction par dilatation

Nous utilisons les marqueurs obtenus pour effectuer une reconstruction par dilatation sur le gradient de la composante bleue, segmentant ainsi les balises cardinales.

Malheureusement, nous détectons tout objet contenant une zone jaune. Des petits objets tels que des bouées ou des bateaux peuvent être détectés. Nous devons donc effectuer une étape de post-traitement pour ne garder que les balises cardinales.

1.4 Suppression des objets non pertinents

Nous réappliquons la méthode précédente (reconstruction par dilatation) pour ne garder que les balises cardinales.

Nous calculons un nouveau masque qui servira de marqueur à la future reconstruction par dilatation.

1.4.1 Détection des zones jaunes

Nous réappliquons la méthode de seuillage sur la composante jaune de l'image pour obtenir les zones jaunes dans les balises. Nous appliquons notre calcul des zones jaunes sur l'image masquée par le dernier masque obtenu.

1.4.2 Suppression des objets trop petits

Nous supprimons les objets trop petits pour être des balises cardinales en calculant l'aire de chaque objet présent et en les filtrant en fonction de leur aire en proportion de l'aire du plus grand objet.

1.4.3 Suppression des objets lointains

Après plusieurs tests, nous avons remarqué que certaines bouées ou objets assez grands sont détectés. Nous décidons de supprimer les objets trop éloignés en abscisse du plus grand objet détecté, considéré comme la partie jaune de la balise cardinale.

1.4.4 Reconstruction par dilatation

Nous appliquons une reconstruction par dilatation sur le premier masque reconstruit en utilisant le masque jaune nettoyé.

1.5 Amélioration de la détection des triangles

Les tests montrent que la détection des triangles n'est pas parfaite. Les triangles sont souvent ratés car ils ne forment pas une composante connexe avec les balises sur le gradient calculé.

Pour pallier ce problème, nous faisons une dilatation vers le haut de la balise détectée et refaisons une reconstruction par dilatation sur le gradient de la composante bleue pour détecter les triangles potentiellement oubliés.

Nous utilisons le masque final de l'étape 4 dilaté vers le haut comme marqueur pour la reconstruction par dilatation.

Les résultats de cette méthode sont satisfaisants et permettent de détecter plus de triangles.

2 Classification par couleur

Nous avons maintenant un masque de l'image ne contenant que la balise classifier. L'objectif est de classifier la balise en fonction de sa couleur en analysant la position des zones jaunes.

2.1 Boîte englobante de la balise

Nous calculons la boîte englobante de la balise pour déterminer la position des zones jaunes par rapport à la balise.

En considérant que le masque ne comprend que la balise, nous calculons la boîte englobante de la balise en utilisant la boîte englobante du masque.

La boîte englobante d'intérêt est celle de la balise sans les triangles. Pour isoler cette zone, nous supprimons les 22 plus hauts pourcents de la boîte englobante de la balise.

2.2 Détection des boîtes englobantes des zones jaunes

Pour calculer la position des zones jaunes par rapport à la balise, nous avons besoin de leurs boîtes englobantes.

Nous détectons les zones jaunes par seuillage en HSV et fusionnons les bounding boxes des zones jaunes trop proches ou se chevauchant.

Une étape de nettoyage est effectuée pour supprimer les zones jaunes trop petites, correspondant à des bruits ou des ombres sur le pied de la balise.

2.3 Classification

Nous classifions la balise en fonction de la position des zones jaunes par rapport à la balise.

Un premier filtre est effectué si 2 zones jaunes sont détectées, car seules les balises cardinales Ouest ont 2 zones jaunes.

Nous calculons ensuite si la zone jaune restante est présente dans la partie haute, médiane ou basse de la boîte englobante de la balise, déterminant ainsi si la balise est Nord, Est ou Sud.

3 Classification par triangles

Nous repartons du masque binaire de l'image, ne contenant que la balise classifier. Ce masque est une image en noir et blanc. L'objectif est de classifier la balise en fonction de l'orientation des triangles en analysant leur position.

3.1 Boîte englobante des triangles

En partant de la Bounding Box ne contenant que la balise, nous prenons la partie supérieure contenant les triangles. Ils représentent environ 22% de sa hauteur, facilitant l'extraction de cette partie de l'image. Nous obtenons alors uniquement les 2 triangles de la balise étudiée.

3.2 Nettoyage des triangles

Pour simplifier l'étape suivante et garantir des triangles bien définis, un léger nettoyage est effectué par une opération morphologique d'ouverture avec un disque comme élément structurant. Ce traitement élimine les éventuels bruits autour des triangles et la barre qui les supporte.

3.3 Classification

L'image contenant les quatre triangles est divisée en quatre sous-images de taille égale, correspondant chacune à un demi-triangle. Pour identifier la balise, nous comptons le nombre de pixels blancs dans chaque demi-triangle. Selon la distribution des pixels, nous déterminons le type de balise.

Exemple : Si la première image a plus de pixels que la deuxième, alors le premier triangle correspond à une balise Sud ou Ouest. De même, si la troisième image en a plus que la quatrième, alors c'est une balise Sud. Ce qui nous donne un résultat pour la classification par triangles.

4 Double Validation

Pour améliorer la précision de notre algorithme, nous mettons en place une double validation. L'idée est de vérifier que la classification par couleur et par forme sont cohérentes. Nous comparons les résultats obtenus par les deux méthodes et ne conservons que les balises classées de la même manière par les deux méthodes.

4.1 Paramètre de cohérence

Nous créons un paramètre de confiance nommé cohérence (consistency) qui est un booléen TRUE quand les 2 algorithmes sont cohérents et FALSE sinon.

La direction de navigation conseillée, explicitée dans la partie suivante, est calculée seulement dans les cas cohérents.

5 Recherche d'une direction de navigation

La recherche de la direction de navigation se fait par simple calcul de la position des balises par rapport à la position du bateau.

Nous affichons la direction de navigation conseillée en fonction de la position des balises cardinales détectées directement sur l'image demandée.

6 Analyse des résultats

Les résultats suivants sont les résultats de classification des balises cardinales sur les images de test. Ces résultats et statistiques sont calculés sur le jeu de données de test de l'énoncé. Ci-dessous, le tableau des résultats.

6.1 Segmentation

On remarque que la segmentation des balises n'est pas parfaite. Il manque parfois des triangles ou des parties de balises. Cela peut être dû à la qualité de l'image, à la présence d'ombres ou à d'autres objets dans l'image qui interfèrent avec la détection des balises.

Les problèmes les plus courants sont dus au fort gradient dans les vagues ou à des objets en fond qui sont confondus avec la balise dans le gradient de l'image.

On perd également parfois des triangles malgré notre méthode d'agrandissement puis de reconstruction par dilatation.

Image	Segmentation Result	Color Classification	Triangle Classification	Consistency
60dsP35.jpg	Background kept	West	North	FALSE
7yVN7Wh.jpg		East	South	FALSE
86LjH8X.jpg	Water under kept	South	South	TRUE
8K2kvSA.jpg	Water under kept	South	South	TRUE
A6hVLZ7.jpg		East	North	FALSE
J3JGeTY.jpg	Lack 1 triangle	South	West	FALSE
O1XtIg5.jpg	Water under kept	South	South	TRUE
YU750z5.jpg	A bit of land behind	South	South	TRUE
h3YP60d.jpg	Water around kept	West	North	FALSE
i4R1U6v.jpg	Half, lack triangles	East	South	FALSE
South		50%	60%	40%
3DTzEGh.jpg	Water around kept	East	South	FALSE
7F08T3Y.jpg		East	East	TRUE
8b3J5Me.jpg	Lack triangles	East	North	FALSE
G3amY5r.jpg	Triangles blurred	East	East	TRUE
MI8n706.jpg	Lack 1 triangle	East	West	FALSE
QO80o8u.jpg		East	East	TRUE
SHmk487.jpg		East	East	TRUE
UJNcds9.jpg		East	East	TRUE
d5KA2X6.jpg	A bit of land behind	East	East	TRUE
tA2n98e.jpg	Cut in half horizontally	North	East	FALSE
East		90%	70%	60%
3bFnQfx.jpg		North	North	TRUE
3zmY4P1.jpg	Water under kept	East	North	FALSE
5I878xn.jpg	Lack 1 triangle	East	East	TRUE
5epK341.jpg	Holes in triangles	North	North	TRUE
863P5k3.jpg	Land behind	North	North	TRUE
Pn1PEIM.jpg		North	North	TRUE
TgflcDT.jpg		North	North	TRUE
Y79Jt8c.jpg	Land behind	North	North	TRUE
bsO98Tk.jpg	A bit of land behind	East	North	FALSE
fVrzdZC.jpg	Triangles cut	North	West	FALSE
oeSph7h.jpg	A bit of water under kept	North	North	TRUE
North		72,73%	81,82%	72,73%
01Tn6V3.jpg		West	West	TRUE
08hYdUe.jpg		West	West	TRUE
63JKJVG.jpg	Water under kept	West	West	TRUE
65MsTb3.jpg		West	West	TRUE
8KzVm58.jpg	Lack triangles	South	West	FALSE
Ao1UT0B.jpg		West	West	TRUE
IY2fAd3.jpg		West	West	TRUE
QI7MH37.jpg	Water under kept	West	West	TRUE
XP96z9K.jpg	Lack triangles	West	East	FALSE
mtjUaK0.jpg	Lack triangles	West	North	FALSE
West		90%	80%	70%
Total		75,61%	73,17%	60,97%

Table 1: Résultats de classification des balises cardinales

6.2 Classification par couleur

La classification par couleur est relativement précise. Nous remarquons que dans les cas où la segmentation est bonne ou que l'on détecte un objet en arrière plan, la classification par couleur est correcte. Cette méthode semble donc globalement efficace pour classer les balises cardinales.

6.3 Classification par triangles

La classification par triangles semble moins efficace que la classification par couleurs au vu des résultats généraux mais elle est très fortement dépendante de la segmentation des balises. En effet, si la segmentation est mauvaise, il est difficile de détecter les triangles.

On remarque en effet que la plupart des erreurs de cette méthode sont dues à une mauvaise segmentation des balises plutôt qu'à une mauvaise classification des triangles.

7 Conclusion

En conclusion, notre algorithme est relativement efficace pour classifier les balises cardinales. La classification par couleur est plus précise que la classification par triangle car plus robuste aux mauvaises segmentations. La double validation permet d'améliorer la précision de notre algorithme. Cependant, la segmentation des balises reste perfectible. Il serait intéressant d'explorer d'autres méthodes de segmentation pour améliorer les résultats. Il serait également intéressant de tester notre algorithme sur un plus grand jeu de données pour évaluer sa robustesse.

Il pourrait également être intéressant d'explorer la piste d'une detection des blocs noirs pour améliorer les résultats de la segmentation par couleur dans les cas où les balises ont une zone jaune grande en comparaison de la zone noire.

La méthode par détection de triangles pourrait également être améliorée en utilisant des méthodes de détection des contours plus précises et en appliquant peut être une seconde segmentation lors de cette étape.

8 Annexes

Les exemples ci-dessous sont calculés sur l'image "5epK341.jpg"

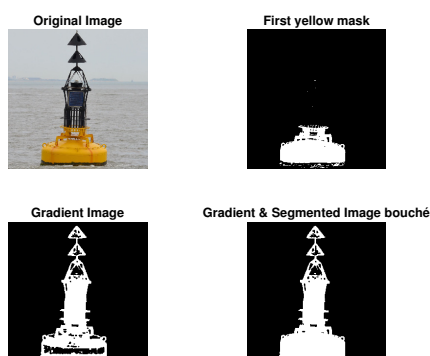


Figure 1: Masquage des balises dans l'image.

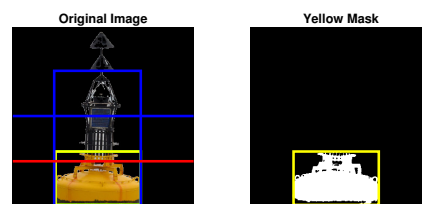


Figure 2: Estimation de la couleur des balises.

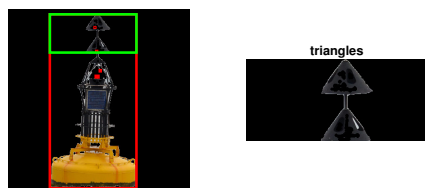


Figure 3: Bounding Box des triangles détectés.

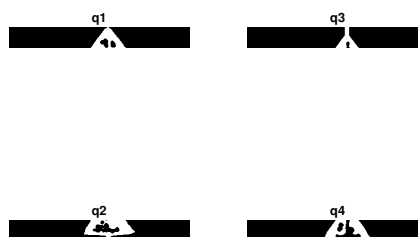


Figure 4: Triangles détectés.