

Rapport de Projet d'analyse d'image

Détection et classification de Balise Cardinale

BACK Raphaël, BOUTET Paul

Janvier 2025

Abstract

Ce rapport présente les différentes étapes de notre projet d'analyse d'image. L'objectif de ce projet est de détecter et classer les balises cardinales dans une image. Nous avons utilisé plusieurs méthodes pour segmenter les balises, les classer par couleur et par forme. Nous avons également mis en place une double validation pour améliorer la précision de notre algorithme. Enfin, nous avons proposé 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 bleu	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	4
3	Classification par triangles	4
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	5
6	Analyse des résultats	5
6.1	Segmentation	6
6.2	Classification par couleur	6
6.3	Classification par triangles	6
7	Conclusion	6

1 Segmentation des balises

L'objectif de cette partie est de segmenter les balises cardinales dans une image, l'idée est d'obtenir un masque de l'image qui ne contient que les balises cardinales. Nous allons ici utiliser plusieurs reconstruction par dilatation sur notre image.

1.1 Masque de couleur jaune

Nous voulons ici obtenir le masque de couleur jaune qui nous servira de marqueur pour la suite de la segmentation.

1.1.1 Conversion en HSV et seuillage

Pour avoir des premiers marqueurs internes aux balises cardinales, nous avons décidé de segmenter les zones de couleur jaune. Pour cela, nous convertissons l'image en HSV et procédons à un seuillage. La composante H nous permet d'isoler les zones de couleur jaune. En appliquant un seuillage sur la composante S nous limitons la détections de bancs de sables qui ont une couleur proche de celle des balises mais une saturation plus faible.

1.1.2 Nettoyage

Nous effectuons ensuite évidemment 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 bleu

Nous voulons ici obtenir un masque de l'image contenant les balises cardinales pour pouvoir y appliquer une reconstruction par dilatation.

1.2.1 Calcul du gradient

Afin de détecter les contours des balises, nous avons décidé de calculer un gradient sur la composante bleue de l'image. L'intérêt de cette méthode est de mettre en évidence les contours des balises qui sont noire et jaune et donc une très faible composante bleue ce qui crée un fort contraste avec l'arrière plan généralement bleu.

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

1.2.2 Troncature du gradient

Afin de supprimer un maximum les grandes zones de plages en fond et de limiter un maximum les grands objets en arrière plan de nos balises, nous avons décidé de limiter le calcul du gradient à une zone de l'image délimitée par le masque de couleur jaune obtenu précédemment. Cette zone est délimitée par les abscisses minimales et maximales du masque jaune avec une certaine marge pour ne pas être trop proche des bords de la balise.

1.3 Reconstruction par dilatation

Ici nous allons utiliser les marqueurs obtenus précédemment pour effectuer une reconstruction par dilatation sur le gradient de la composante bleue. Cette opération nous permet de segmenter les balises cardinales.

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

1.4 Suppression des objets non pertinents

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

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

1.4.1 Détection des zones jaunes

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

1.4.2 Suppression des objets trop petits

Nous allons ici supprimer les objets trop petits pour être des balises cardinales. Pour cela nous allons calculer l'aire de chaque objet présent et les filtrer 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 les balises cardinales sont effectivement trouvées mais qu'il arrive ici que certaines bouées ou objets assez grand soient détectés. Nous avons donc décidé de supprimer les objets trop éloignés en abscisse du plus grand objet détecté que nous considérons comme la partie jaune de la balise cardinale.

1.4.4 Reconstruction par dilatation

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

1.5 Amélioration de la détection des triangles

Les tests nous ont montré que la détection des triangles n'était pas parfaite. En effet, les triangles sont souvent ratés par la détection car ils ne forment pas une composante connexe avec les balises sur le gradient calculé.

Pour pallier à ce problème, nous avons décidé de faire une dilatation vers le haut de la balise détectée et de refaire une reconstruction par dilatation sur le gradient de la composante bleue afin de détecter les triangles potentiellement oubliés précédemment.

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

Les résultats de cette méthode sont relativement satisfaisant et nous permettent de détecter plus de triangles que précédemment.

2 Classification par couleur

Nous avons maintenant un masque de l'image qui ne contient que la balise classifier. L'objectif de cette partie est de classifier la balise en fonction de sa couleur. Pour cela nous allons analyser la position des zones jaunes de la balise.

2.1 Boîte englobante de la balise

Nous allons ici calculer la boîte englobante de la balise pour pouvoir déterminer la position des zones jaunes par rapport à la balise.

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

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

2.2 Détection des boîtes englobantes des zones jaunes

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

Nous faisons donc une détection des zones jaunes par seuillage en HSV et fusionnons les bounding boxes des zones jaunes trop proches ou se chevauchant.

Une étape de nettoyage est également effectuée pour supprimer les zones jaunes trop petites. qui pourrait correspondre à des bruits ou à des ombres sur le pied de la balise par exemple.

2.3 Classification

Nous allons maintenant classifier la balise en fonction de la position des zones jaunes par rapport à la balise.

Un premier filtre est effectué dans le cas où 2 zones jaunes sont détectés 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. Cela nous permet de déterminer si la balise est une balise cardinale Nord, Est ou Sud.

3 Classification par triangles

Dans cette partie, nous repartons du masque binaire de l'image, qui ne contient que la balise à classifier. Ce masque est une image en noir et blanc. L'objectif de cette partie est de classifier la balise en fonction de l'orientation des triangles. Pour cela nous allons analyser la position des triangles de la balise.

3.1 Boîte englobante des triangles

En partant de la Bounding Box ne contenant en théorie que la balise, on prend la partie supérieure contenant les triangles. En effet, ils représentent environ 22% de sa hauteur, ce qui facilite l'extraction de cette partie de l'image. On obtient alors uniquement les 2 triangles de la balise étudiée, l'inverse de la partie précédente qui se concentrait sur le reste de la balise sans les triangles.

3.2 Nettoyage des triangles

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

3.3 Classification

Enfin, 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

Afin de d'améliorer la précision de notre algorithme, nous avons décidé de mettre en place une double validation. L'idée est de vérifier que la classification par couleur et par forme sont cohérentes. Pour cela, nous allons comparer les résultats obtenus par les deux méthodes et ne conserver que les balises qui sont classées de la même manière par les deux méthodes.

4.1 Paramètre de cohérence

Nous créons donc 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 est simple et ne se fait que 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.

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

6.1 Segmentation

On remarque que la segmentation des balises n'est pas parfaite. En effet, 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 la présence d'autres objets dans l'image qui peuvent interférer 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.

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 classer 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 détection 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.