

Projet de Fin d'Étude

Brandon Alves

Réunion de mi-parcours

June 15, 2023

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

- Projet européen BugWright2
- Inspection de structures métalliques
- Tomographie de la zone à inspecter
- Localiser des points de corrosion

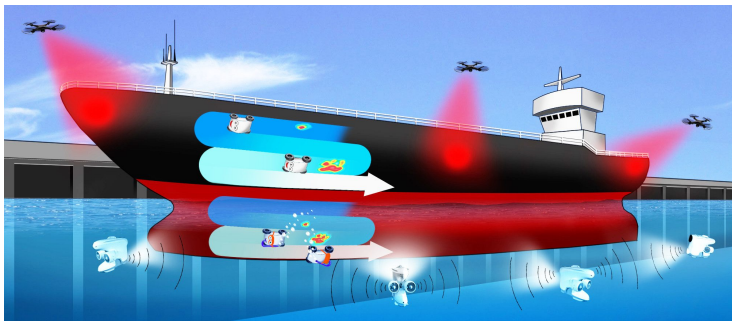


Figure: Projet BugWright2 (<https://www.bugwright2.eu/project/>)

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Problème

Définir des stratégies de navigation multi-robot pour optimiser l'acquisition de données permettant de réaliser la tomographie des structures métalliques.

Hypothèses

- Environnement :
 - espace 2D, borné et de taille connue,
 - obstacles localisés,
 - zones de corrosion non localisées.
- Robots :
 - robots à 2 roues,
 - pose (x, y, θ) connue,
 - coût de rotation cr et coût de translation ct connus.
 - Nombre de robots ≥ 2 .
- Perception :
 - Robot est émetteur ou récepteur,
 - Émission et réception omnidirectionnelle d'ondes ultrasoniques (UGW),
 - Si puissance de signal altérée, alors détection,
 - Détection parfaite et en temps réel,
 - Distance maximale d'émission et de réception d_{max} .

Structures de données

- Grille d'occupation :
 - inconnu,
 - vide,
 - occupé.

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 **Stratégies de navigation**
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Stratégies de navigation

- Stratégies de navigation grossières,
- Investigation polygonale.

Hypothèse

- Formes convexes.

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Stratégies de navigation grossières

Peinture au rouleau

Description

- Nombre de robots ≥ 2 ,
- Chaque robot se déplace en ligne droite,
- Les robots se déplacent en parallèle,
- Les robots se synchronisent régulièrement.

Stratégies de navigation grossières

Peinture au rouleau

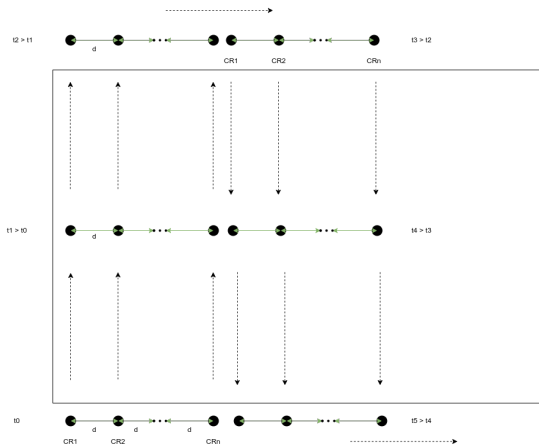


Figure: Peinture au rouleau - passe verticale

Stratégies de navigation grossières

Peinture au rouleau

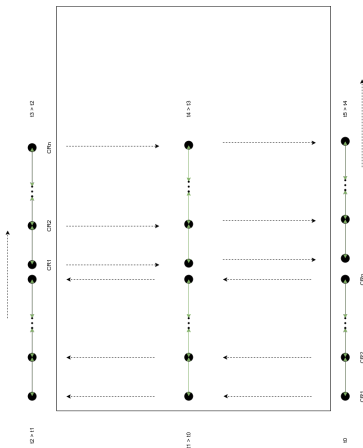


Figure: Peinture au rouleau - passe horizontale

Stratégies de navigation grossières

Peinture au rouleau

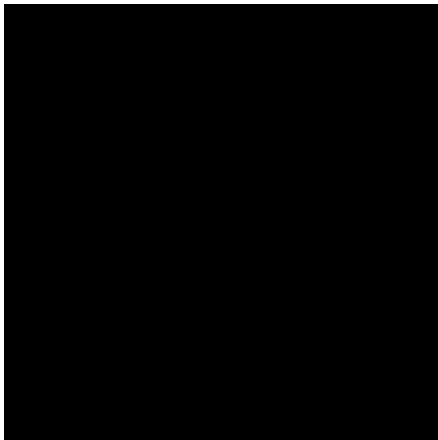


Figure: Peinture au rouleau, $d=4.0$, $o=0.1$, $v=0.3$

Stratégies de navigation grossières

Peinture au rouleau

Avantages

- Simple à mettre en oeuvre,
- Peut être utilisé pour des zones de tailles importantes,
- Rapide.

Inconvénients

- Enveloppe rectangulaire,
- Peu précis,
- Zones fantômes.

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Stratégies de navigation grossières

Ski nordique

Description

- Nombre de robots ≥ 2 ,
- Chaque robot se déplace en ligne droite,
- La trajectoire des robots est parallèle,
- Les robots se déplacent de manière asynchrone.

Stratégies de navigation grossières

Ski nordique

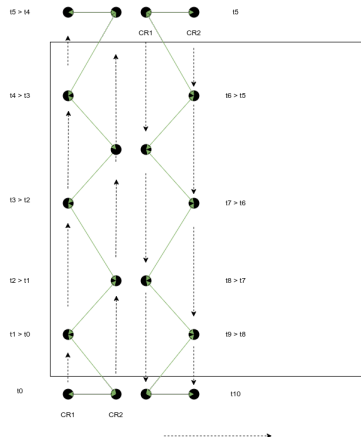


Figure: Ski nordique - passe verticale

Stratégies de navigation grossières

Ski nordique

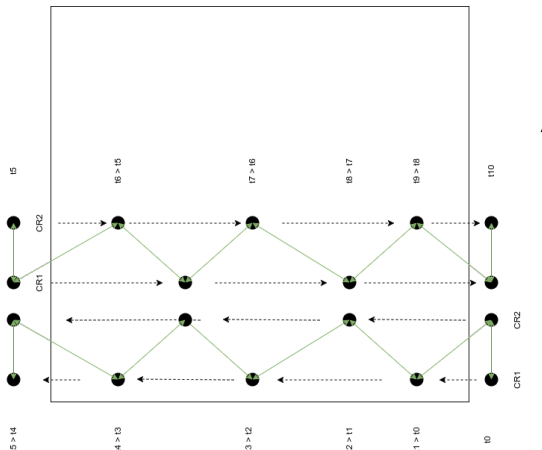


Figure: Ski Nordique - passe horizontale

Avantages comparé à peinture au rouleau

- Enveloppe d'un polygone convexe à 4 côtés,
- Peut être utilisé pour des zones de tailles importantes,
- Plus précis que la peinture au rouleau.

Inconvénients comparé à peinture au rouleau

- Moins simple à mettre en oeuvre,
- Plus lent que la peinture au rouleau,
- Zones fantômes.

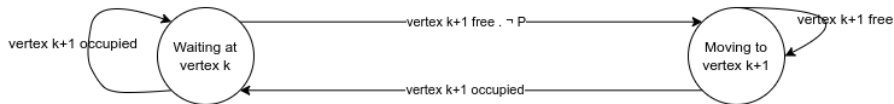
Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Description

- $k \geq 1$ équipes de $n \geq 2$ robots,
- Les robots d'une même équipe se placent sur des sommets consécutifs d'un polygone convexe,
- Les robots se déplacent l'un après l'autre.

Investigation polygonale



P = True if one robot is already moving, in other words, if $\exists k \mid k-1 \text{ free} \ \& \ k \text{ occupied} \ \& \ k+1 \text{ free}$
 P = False otherwise

Figure: Automate à états finis pour un robot lors d'une investigation polygonale

Investigation polygonale

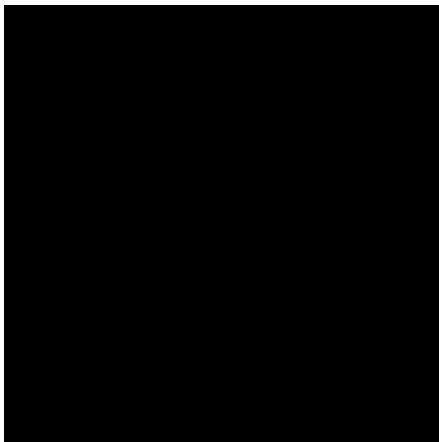


Figure: Peinture au rouleau, $d=4.0$, $o=0.1$, $v=0.3$

Avantages

- Niveau de précision variable de l'enveloppe convexe de la zone de corrosion (proportionnellement au nombre de sommet du polygone)
- Efficace pour des zones de petites tailles,
- Permet de rapidement éliminer les zones fantômes.

Inconvénients

- Lent (proportionnellement au nombre de sommet du polygone, inversement proportionnel au nombre de robots),

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

- 1 Peinture au rouleau
- 2 Extraction des zones de corrosion
- 3 Calcul des centroides et des polygones
- 4 Resolution du mTSP connectant les centroides
- 5 Investigation polygonale

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Métrique de performance

Kappa de Cohen:

$$\kappa = \frac{p_o - p_e}{1 - p_e}$$

avec :

- p_o : précision observée,
- p_e : précision aléatoire,
- κ : mesure une classification binaire, en la comparant à une classification aléatoire.

κ	Interprétation
< 0	Désaccord
0.00 – 0.20	Accord très faible
0.21 – 0.40	Accord faible
0.41 – 0.60	Accord modéré
0.61 – 0.80	Accord fort
0.81 – 1.00	Accord presque parfait

Table: Interprétation du κ de Cohen selon Landis et Koch

Résultats

Peinture au rouleau



Figure: Peinture au rouleau, $d = 2.0\text{m}$, $\sigma = 0.1\text{m}$, $v = 0.2\text{m/s}$

Score : $\kappa = 0.63$, Temps : $t = 9\text{min}4\text{sec}$

Résultats

Peinture au rouleau

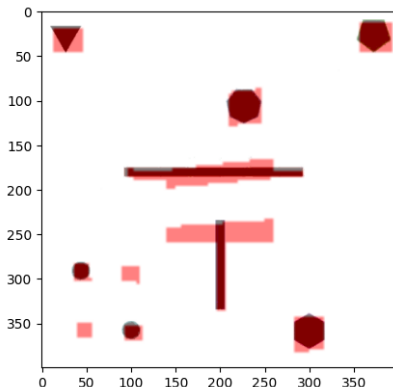


Figure: Résultat peinture au rouleau, $d = 2.0\text{m}$, $o = 0.1\text{m}$, $v = 0.2\text{m/s}$

Score : $\kappa = 0.63$, Temps : $t = 9\text{min}4\text{sec}$

Résultats

Investigation polygonale



Figure: Investigation polygonale, $p = 4$, $n = 2$

Score : $\kappa = 0.66$

Résultats

Peinture au rouleau

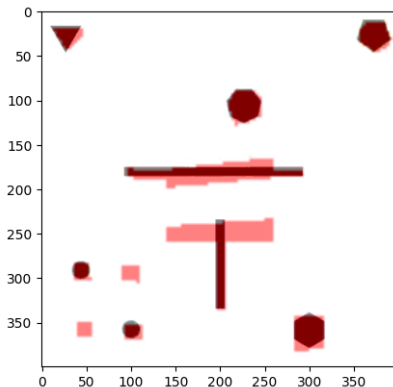


Figure: Résultat peinture au rouleau, $d = 2.0\text{m}$, $o = 0.1\text{m}$, $v = 0.2\text{m/s}$

Score : $\kappa = 0.63$

Contents

- 1 Contexte
- 2 Problème & hypothèses
- 3 Stratégies de navigation
 - Stratégies
 - Stratégies de navigation grossières
 - Peinture au rouleau
 - Ski nordique
 - Investigation polygonale
 - Scénario
- 4 Évaluation
- 5 Conclusion

Conclusion