

Sujet d'examen écrit VA53 Automne 2023 Durée (1h30)

Pas de supports écrits – Calculatrice autorisée – les parties doivent être sur des copies séparées

Partie 1 : Sujet SLAM

1. Question de cours (4 points)

- a. Donner 2 SLAM présentés dans le cours et leurs types par algorithmes
- b. Donner 2 types de SLAM par capteurs et leurs caractéristiques
- c. Détailler le workflow du SLAM

2. Exercice : Réalisation d'un SLAM pour l'exploration spatiale par robot autonome (4 points)

Dans le cadre de la réalisation de mission scientifique pour préparer la construction de base autonome sur la lune, nous souhaitons réaliser un robot autonome qui sera en contact via le centre de contrôle de mission sur Terre pour définir les différents objectifs. Il sera demandé au robot de se déplacer à certains points pour faire des extractions de matières. Le robot sera aluné et fera face à un environnement très contrasté et en nuance de gris. Le budget, bien que capé, n'est pas forcément une contrainte sauf en termes de puissance de calcul (devra tenir sur une carte embarquée pour des questions de places).

Le robot en question serait de taille très raisonnable : 2m50 de longueur pour 2 m de largeur et 2 m de hauteur, mais devra puiser son énergie de panneaux solaires.

Pour diminuer les coûts et faciliter l'opération, il est nécessaire d'alléger le robot au maximum et par conséquent, il faudra utiliser des capteurs légers.

Les contraintes du projet sont donc :

- Utilisation en extérieur avec peu de couleur
- Précision en mètre pour pouvoir suivre les déplacements du robot
- Embarquer des capteurs légers et les moins encombrants possibles

Question 1 : Une première approche serait d'utiliser une combinaison de 2 caméras et d'un IMU pour avoir un suivi du robot. Quel type de SLAM par capteur serait-il possible de proposer ?

Question 2 : Sachant que l'environnement de la lune est très homogène, quel risque avons-nous à utiliser une caméra pour le suivi du robot ?

Question 3 : L'équipe hésite entre l'utilisation de l'ORB-SLAM 2 et le LSD SLAM. Donner un avantage et inconvénient pour chacun des 2 SLAM dans le cadre de ce projet. Lequel choisiriez-vous ? Justifier votre réponse.

Partie 2 :

1. Questions Théoriques (4 points)

- a. Rappeler les étapes de l'ACP pour la construction de la base et pour la reconnaissance

Sujet d'examen écrit VA53 Automne 2023 Durée (1h30)

Pas de supports écrits – Calculatrice autorisée – les parties doivent être sur des copies séparées

- b. Si je dois faire un outil de reconnaissance de visage pour l'ouverture d'une porte extérieure, est ce que l'ACP est une bonne solution ? Justifier votre réponse. Quels sont les avantages de cette solution par rapport à des réseaux de neurones artificiels et quel(s) problème(s) je vais rencontrer dans ce cadre applicatif particulier ?

2. Exercice : Kalman (8 points)

Contexte :

Une fusée spatiale est en phase d'atterrissage. Le but est d'estimer la position verticale de la fusée à partir des mesures bruitées du capteur d'altitude (covariance d'erreur de 0,9). Par ailleurs, nous pouvons également estimer, grâce à un accéléromètre, la vitesse et l'accélération de la fusée selon un axe vertical (covariance d'erreur de 1,14 identique pour chaque)

Données :

- La fusée est équipée d'un capteur d'altitude qui fournit des mesures de l'altitude (en mètres).
- La fusée est équipée d'un accéléromètre qui permet d'estimer la vitesse de descente et l'accélération selon l'axe vertical.
- Les mesures des capteurs sont sujettes à des erreurs aléatoires avec une covariance d'erreur de 0,9 pour l'altitude et de 1,14 pour la vitesse et l'accélération.
- Le modèle dynamique de la fusée est approximé par un mouvement vertical dans un champ de pesanteur uniforme.

Objectif :

Mettre en place un filtre de Kalman pour estimer l'altitude réelle de la fusée pendant la phase d'atterrissage.

Question 1 : Quelles sont les matrices nécessaires pour mettre en place un filtre de Kalman ? Rappeler les équations permettant de mettre en place le filtre.

Question 2 : Donner l'équation liant l'accélération, la vitesse et la position de la fusée en fonction du champ de pesanteur de la planète g_p .

Question 3 : En déduire le lien entre l'état de la fusée et les mesures.

Question 4 : Expliciter toutes les matrices nécessaires à faire le calcul du filtre

Question 5 : L'étude précédente correspond à une phase finale d'atterrissage sans perturbation extérieure. Que devrions nous ajouter pour pouvoir étendre le filtre précédent à des situation avec perturbation (vent latéral par exemple). Que deviendraient les matrices du modèle.

Question Bonus : Quel le prénom de Markov ?