

Sujet VA53 A2022 – Durée 1h30

Documents interdits

PARTIE 1 : Kalman, Markov et leurs amis (12 pts)

Questions de cours (4 pts) :

Question 1 : Rappelez les différentes étapes d'une analyse en composantes principales

Question 2 : Quels sont les différents modèles de Markov vu en cours ? Quels sont leurs différences ?

Exercice (8 pts) Kalman ou Markov ?:

Le cours sur le filtre de Kalman est généralement l'un des plus redouté par les étudiants (alors qu'il n'est pas si difficile ;). L'une des clés du succès pour cet apprentissage est de lire le cours le plus tôt possible (il y a des évidences qu'il est bon de rappeler même s'il c'est trop tard pour vous puisque vous lisez ce sujet). Il est possible de modéliser le niveau de lecture du cours par un processus stochastique à deux états Lu (L) et Non-lu (NL). La probabilité de relire le cours alors qu'il a déjà été lu est de 0.1, On notera x la probabilité de transition entre l'état NL et l'état L.

Question 1 : dessinez la chaîne de Markov de ce processus et donnez la matrice de transition associée.

Le principal problème lorsqu'on enseigne le filtre de Kalman est de pouvoir détecter si les étudiants ont Lu (ou pas) le cours. Pour cela, il est possible de proposer des questionnaires successifs à intervalle de temps régulier. Le problème de ces questionnaires est qu'ils ne renseignent pas directement sur l'état du processus stochastique à deux états. Ils ne permettent de fournir qu'une note permettant d'avoir une estimation à peu près raisonnable de l'état de lecture. Généralement, la probabilité d'avoir une note supérieure à 13/20 lorsque le cours a été lu est de 0.9 alors qu'elle n'est que de 0.1 si le cours n'a pas été lu. La probabilité d'avoir une note inférieure à 8/20 lorsque le cours a été lu est de 0.2 (et 0.8 lorsqu'il est non lu. Pour les notes intermédiaires les probabilités sont identiques (0, 5 pour un cours Lu et 0, 5 pour un cours non Lu).

Question 2 : Quel type de modèle de Markov pouvons-nous utiliser pour estimer l'état du premier processus stochastique ? Donnez sa formulation mathématique.

Question 3 : sachant que les probabilités initiales sont les suivantes : $\pi_0(L) = 0.1$ et $\pi_0(NL) = 0.9$, donnez la probabilité d'obtenir la séquence de notes 6, 9 14 en fonction de x .

Question 4 : Application Numérique. Calculez cette probabilité pour $x=0.9$ et $x=0.2$

Question bonus #1 : On peut considérer l'étude précédente comme la détermination de la trajectoire d'un étudiant dans l'espace L, NL. Pourrait-on utiliser un filtre de Kalman pour faire une étude similaire ? Quel serait le vecteur d'état ? Quel serait le vecteur d'observation ?

Question bonus #2 : Quel est le prénom de Kalman ?

PARTIE 2 : SLAM

Question de cours (4 pts) :

Question 1 : Donner 4 types de SLAM en donnant leur définition.

Question 2 : Expliquer la différence entre un SLAM et un Structure from Motion.

Question 3 : Donner un domaine d'application du SLAM.

Exercice : Réalisation d'un SLAM dans le cadre du suivi d'une voiture radiocommandée tout terrain (4 pts)

Dans le cadre d'une course automobile de voitures radiocommandées tout terrain type Buggy, nous voulons réaliser un semblant de télémétrie en récupérant les trajectoires réalisées par le Buggy pour visualiser les courbes qui pourraient être améliorées par le pilote et ainsi gagner un temps précieux. Étant donné que ce domaine est réalisé par des passionnés, un matériel peu onéreux et léger est nécessaire.

De plus il faut prévoir des contraintes de places et des modifications sur la voiture. Nous considérons que le projet s'oriente vers une voiture à l'échelle 1/8 (environ 48cm de longueur, 30cm de large et 20cm de haut). Nous considérons donc qu'il y a la place pour mettre une deuxième batterie/boîtier de pile et une carte type Raspberry Pi.

Les contraintes fournies par l'analyse du besoin sont donc :

- Utilisation en extérieur
- Bonne précision
- Embarquer des capteurs de petites tailles

Question 1 : Une suggestion de capteurs serait l'utilisation d'une caméra RGB rolling shutter et d'un IMU. Donner une raison et un risque de l'utilisation de ces capteurs. Quel est le type de ce SLAM en fonction des capteurs dans ce cas-là ?

Une proposition entre plusieurs SLAM vous est présentée avec les 3 SLAM suivants :

- Mono-SLAM
- ORB-SLAM 2
- LSD-SLAM avec support IMU

Question 2 : Quel SLAM semble le mieux se prêter aux problèmes au vu de vos choix ? Vous justifierez votre réponse en donnant les inconvénients des autres SLAM mais aussi l'intérêt possible de ces derniers.