MP

CONCOURS COMMUN INP

RAPPORT DE L'ÉPREUVE ÉCRITE DE SCIENCES INDUSTRIELLES

1/ PRÉSENTATION DU SUJET

Le sujet portait sur un robot de peinture autonome, Bering, développé par la société française Conscience Robotics. Ce robot est utilisé dans le tracé des lignes de marquage au sol, son fonctionnement autonome doit lui permettre d'optimiser les opérations de tracés afin de répondre aux normes imposées par les différents organismes clients.
Pour vérifier ces différentes exigences, le sujet comportait 5 parties :

- la partie I s'intéressait à l'étude cinématique du déplacement du robot sur le sol : loi de vitesse à imposer aux deux roues arrière, motrices et indépendantes pour différentes trajectoires ;
- la partie II s'intéressait à l'étude dynamique du robot pour répondre à l'exigence de non renversement en virage : muni de son réservoir à peinture posé sur sa partie supérieure, le robot voit son centre de masse s'élever et perd donc en stabilité. Les deux conceptions du robot (une ou deux roues folles à l'avant) sont ainsi analysées lors de la prise de virage ;
- la partie III s'intéressait au suivi d'une trajectoire imposée réalisé par un asservissement de l'angle de lacet pour lequel l'analyse des performances puis le choix d'un correcteur sont étudiés ;
- la partie IV s'intéressait à la réalisation du tracé d'un angle pour lequel une analyse du comportement du robot est proposée par l'utilisation des diagrammes d'états ;
- la partie V (informatique Commune) s'intéressait à l'optimisation du parcours d'un tracé des lignes d'un terrain de sport, dans le but de réduire la distance parcourue par le robot, par l'utilisation d'un algorithme utilisant les dictionnaires.

2/ REMARQUES GÉNÉRALES

La moyenne de l'épreuve est de 9,93/20 avec un écart-type de 3,29.

L'épreuve était plutôt classique avec une longueur assez raisonnable. Chaque partie était traitée de manière assez classique en développant des démarches de résolutions « conventionnelles » faisant appel à des résultats de cours parfois mal maîtrisés ou mal appliqués.

Pour la partie informatique, il est surprenant de constater que même l'écriture d'une fonction simple (calcul d'une distance euclidienne) pose problème à un grand nombre de candidats. L'analyse de l'algorithme principal de la fonction traitée dans le sujet a ainsi été traitée par très peu de candidats.
Nous notons, comme les années précédentes, des candidats qui, « bloqués » à une question ou dans une partie, ne prennent pas la peine de passer à un « bloc » de questions suivantes, voire à une autre partie.

CONNAISSANCE DU COURS

Suivant les compétences abordées, les connaissances du cours sont assez hétérogènes. En cinématique, la formule de changement de point est connue, mais parfois, mal utilisée pour « tomber » sur le résultat de la question d'après. La méthode de calcul d'une vitesse par dérivation vectorielle reste assez souvent mal abordée.

Pour la partie dynamique, le calcul de la position d'un centre de masse tout comme celui d'une inertie équivalente réserve des surprises dès que le questionnement est moins guidé.
Dans la partie asservissement, la notion boucle ouverte/fermée ne semble pas être maîtrisée par une partie des candidats, tout comme le tracé des diagrammes de Bode.

Dans la partie commande séquentielle, pour les candidats qui traitent les questions, cette partie ne pose pas de problème.

Enfin, pour la partie informatique, il est assez surprenant de constater le nombre de candidats qui ne connait pas la distance euclidienne. De plus, l'utilisation d'un dictionnaire n'est majoritairement pas maîtrisée.

CONNAISSANCE MÉTHODOLOGIQUE

En cinématique, l'application de la formule de changement de point pour le calcul d'une vitesse, quand elle est utilisée, a trop souvent été guidée par la réponse donnée à la question suivante, notamment dans le signe induit par le produit vectoriel. L'utilisation des relations trouvées donnent parfois des résultats physiquement incohérents (problème de signe) sur des comportements pourtant simples à appréhender (virage ou ligne droite).

En dynamique, la méthode de changement de point d'écriture d'une matrice d'inertie n'est pas maîtrisée, la matrice de Huyghens n'est très souvent pas bien écrite. Le calcul du moment dynamique a aussi posé problème : expression et calcul du moment cinétique, puis difficulté dans le calcul de la dérivée temporelle de ce dernier. L'application du principe fondamental de la dynamique a trop souvent révélé l'oubli des actions mécaniques de la pesanteur. Il est rappelé aux candidats que la réalisation d'un inventaire « rigoureux » des actions mécaniques extérieures à l'ensemble isolé est fortement recommandée !

Dans la partie « asservissement », la méthode de détermination d'une inertie équivalente n'est pas maîtrisée voire inconnue. De même, il est regrettable de constater que très peu de candidats parviennent à tracer les diagrammes de Bode d'une fonction de transfert qui reste pourtant assez courante.

L'analyse d'un diagramme d'état ne semble pas faire partie des compétences acquises par tous les candidats. La moitié environ des candidats ont traité cette partie, et l'ont généralement bien réussie.

La partie informatique commune a révélé des lacunes surprenantes dans des concepts de base (voir plus haut sur le calcul de la distance euclidienne). La signature et la spécification des fonctions semblent perturber les candidats : on a souvent retrouvé des confusions entre clé/indice et coordonnées dans la mise en place du code et dans les commentaires d'un code donné.

3/ REMARQUES SPÉCIFIQUES

Partie I

Q1. Oubli sur l'écriture du point d'application et inversion résultante/moment.

Q2. Rétro-analyse en utilisant la réponse donnée en **Q3.**, erreur courante sur le calcul du produit vectoriel. Certains candidats passent, péniblement, par la dérivation du vecteur position.

Q3. Pour ce genre de question, où la réponse est donnée, une attention particulière est apportée sur la justification et l'application rigoureuse de la méthode.

Q4. RAS.

Q5. Confusion entre trajectoire et mouvement. Oubli des caractéristiques du mouvement (direction, axes, etc.).

Q6. RAS.

Q7. RAS.

Q8. Le résultat doit faire intervenir les paramètres et variables précisés dans la question.

Q9. Certains candidats utilisent le résultat de **Q8**. D'autres, voyant un rapport de vitesse à déterminer, répondent par un rapport de nombre de dents !

Partie II

Q10. Justification parfois confuse (axe/plan de symétrie géométrique).

Q11. Oubli fréquent de la masse totale.

Q12. Mauvaise prise en compte du repère du cylindre.

Q13. RAS (même si le résultat n'est pas toujours exact pour un calcul aussi « simple »).

Q14. Matrice de Huyghens non maîtrisée. Certains calculent tous les termes de la matrice, le sujet n'en demandait qu'un seul.

Q15. Problème récurrent sur le calcul de la dérivation vectorielle.

Q16. Problème récurrent sur le calcul d'un produit matrice/vecteur.

Q17. Oubli des actions de la pesanteur.

Q18. Réponse souvent non justifiée et parfois au hasard.

Q19. Idem.

Q20. La lecture de courbes semble difficile pour bon nombre de candidats

Partie III

Q21. RAS.

Q22. Formule de Black parfois non maîtrisée, difficulté ou oubli de mise sous forme canonique. Détermination de Hpert difficile et rarement correctement réalisée.

Q23. Question très peu traitée. L'écriture de l'énergie cinétique de l'ensemble est très souvent fausse. L'application numérique approchée a été très rarement traitée.

Q24. Réponse « scientifique » très rare, beaucoup de candidats énoncent des banalités.

Q25. Question simple de lecture du schéma-bloc et pourtant, les réponses sont souvent incohérentes.

Q26. L'oubli du facteur 2 est très courant.

Q27. Réponse souvent partielle.

Q28. Bon nombre de candidats se limitent à la validation d'un seul critère de performances alors que la question fait bien référence à plusieurs exigences.

Q29. Le critère de rapidité est énoncé, mais pas celui de précision.

Q30. Méthode de réglage du correcteur peu maîtrisée (action asymptotique sur une décade).

Q31. Très souvent mal traitée, confusion entre avance et retard de phase, pulsation de cassure incohérente (même par rapport à la réponse donnée en **Q30**).

Q32. La contrainte sur la marge de stabilité est maîtrisée mais pas celle sur la rapidité. Le fait de trouver une valeur limite (supérieure ou inférieure du gain suivant le cas) n'est pas très souvent mentionnée.
Q33. Idem **Q28**.

Partie IV

Q34. Attention sur la syntaxe du when.
Q35. RAS.
Q36. RAS pour les candidats ayant traité cette question.

Partie V

Q37. Manque de rigueur dans la réponse.
Q38. Très peu traitée, oubli de conversion, problème d'indice
Q39. Question la plus traitée de la partie informatique avec toutefois des réponses ubuesques et des oublis d'importation de bibliothèque.
Q40. Très peu de bonnes réponses et peu traitée, les candidats semblent ne pas comprendre les variables manipulées dans le code.
Q41. Principe de l'algorithme généralement bien compris mais confusion entre les coordonnées d'un point et le couple clé/indice du point dans le dictionnaire. De plus, le nom de la fonction a guidé bon nombre de candidats sur l'étude d'un algorithme KNN. !?!
Q42. Très peu traitée et quasiment jamais juste.
Q43. Réponse très souvent non justifiée.
Q44. RAS.
Q45. Peu traitée et rarement juste.

4/ CONCLUSION

Ce sujet était bien équilibré, avec des parties indépendantes, chacune faisant appel à des notions directes du cours et de difficulté progressive. Pourtant, il a mis en évidence des défauts récurrents chez les candidats. Comme les années précédentes, les dernières parties du sujet sont moins traitées mais les correcteurs notent qu'il n'y a pas vraiment d'impasse.

L'utilisation d'un unique document réponse pour la restitution des réponses permet de gagner en qualité de présentation. Toutefois, il est rappelé aux candidats que les résultats doivent être encadrés et le quadrillage respecté, faute de quoi, les points de présentation-soin (de la copie) ne sont acquis.

Nous recommandons aux futurs candidats de :

- lire attentivement les questions pour répondre complètement à ce qui est demandé (variables à faire apparaître, justifications, unités) ; le « rappel » des questions dans le document réponse ne donne qu'un résumé des questions, il est donc important de toujours se référer à l'intitulé des questions dans le sujet ;
- vérifier la cohérence des résultats ;
- travailler la rigueur : éviter les rétro-analyses, justifier chaque étape ;
- ne pas négliger l'informatique : les bases (syntaxe, modules, algorithmes simples) doivent être parfaitement assimilées ;
- s'entraîner à des calculs de valeurs approchées, la calculatrice étant interdite dans les épreuves.

Enfin, pour la partie informatique commune, nous rappelons que les notions abordées dans les sujets peuvent aussi faire référence au programme de Sciences de l'Ingénieur et que les questions posées ne sont pas strictement limitées à l'écriture de programme informatique. Cette approche multidisciplinaire se retrouvera en école d'ingénieurs.