Epreuve écrite du concours IR

IFSTTAR Profil n° : 2012-IR-CE-02

Durée : 3 heures

Le sujet de cette épreuve comporte 3 exercices (énoncés sur 4 pages + 1 annexe) ; 3 articles sont associés à l'exercice 2.

Exercice 1 (9 points)

Enoncé du problème :

En conduite automobile, les obstacles mobiles surgissant de manière latérale au sens de la route (ballons, animaux, …) sont fortement accidentogènes. Dans l'idée de concevoir un système visant à alerter le conducteur lorsque de tels événements surviennent, on cherche à répondre en premier lieu à la question de sa pertinence : un système basé sur une alerte visuelle (diodes) qui avertirait le conducteur de la survenue d'un tel obstacle mobile pourrait-il être efficace ? Une expérimentation est donc définie avec pour objectif de tester une simulation de ce système d'alerte lors de différentes conditions de conduite (correspondant à différents niveaux d'attention du conducteur) réalisées sur piste d'essai.

Sur la base des informations fournies par votre interlocuteur (chercheur responsable de l'étude) vous avez en charge de concevoir la mise en œuvre de cette expérimentation. Ces informations sont résumées ci-dessous.

- *Objet de l'expérimentation :* test de la pertinence d'un système d'alerte anticollision (objets surgissant du bord de la route).
- *Outil d'essai et lieu :* véhicule expérimental conduit sur piste d'essais.
- *Maquette du système d'alerte à installer :* 2 diodes électroluminescentes placées respectivement à gauche et à droite du tableau de bord du véhicule, indiquant l'endroit de survenue de l'obstacle.
- *Conditions de conduite :* 3 conditions sur un parcours :
    - conduite sans tâche ajoutée.
    - conduite avec tâche de calcul mental dirigée par un expérimentateur présent dans le véhicule ; les réponses sont données oralement ; prévoir un moyen de repérer et enregistrer le début et la fin de tâche.
    - conduite avec tâche de lecture à voix haute de panneaux présents sur le bord de la piste (présentant des mots) ; dans ce cas le début et la fin de la tâche sont définis par l'entrée et la sortie du véhicule dans une zone donnée du parcours.
- *Simulation des événements et lien avec l'alerte :* envoi automatique (par un dispositif à concevoir) d'un ballon depuis le côté de la piste au passage du véhicule à une position donnée ; au même instant l'alerte est diffusée au conducteur ; 4 événements par condition (12 envois de ballons à des endroits prédéterminés de la piste, 2 possibilités par site d'envoi - bord gauche ou bord droit).
- *Données à recueillir :* les réactions du conducteur (actions sur les commandes du véhicule et expressions faciales en lien avec la scène) ; détail des recueils :
    - temps de réaction (temps entre l'envoi du ballon et l'enfoncement de la pédale de frein) avec 10 ms de précision.
    - réponses du conducteur aux tâches ajoutées.
    - vitesse instantanée lors du lancement du ballon, différence entre la valeur maximale et la valeur minimale de l'angle du volant pendant le temps de

réaction, position instantanée de la pédale de frein 1 seconde après la fin du temps de réaction.

- images vidéo du conducteur (recueillies à l'aide de caméras vidéo filmant la scène avant et la face du conducteur).
- toutes les données doivent être synchronisées.

- *Nombre de participants :* 20

Ce qui vous est demandé :

En vous aidant du guide fourni par les questions ci-dessous, vous devez rédiger une proposition détaillée de mise en œuvre de l'expérimentation décrite ci-dessus. Vous choisirez le plan d'exposé de cette proposition.

Q.1 : Quelles sont les éventuelles questions que vous souhaiteriez posez au chercheur responsable de l'étude afin de mieux préciser sa demande ?

Q.2 : Sur la base des hypothèses que vous pouvez faire sur les réponses obtenues de la part de votre interlocuteur (aux questions que vous avez posées en Q.1), décrivez l'architecture physique et logicielle du dispositif expérimental envisagé (interne et externe au véhicule). Pour une fonctionnalité pour laquelle vous ne connaîtriez pas de solution technique, donnez les spécifications (entrées, sorties, précision) de la solution à concevoir.

Q.3 : Pour chaque donnée à recueillir : quels sont les paramètres à mesurer et quels sont les moyens de recueil que vous choisissez d'utiliser ? Décrivez précisément ces moyens de recueil.

Q.4 : Pour un participant donné, décrivez le protocole de recueil expérimental (enchaînement chronologique des actions demandées au participant et des recueils associés).

Q.5 : Pour mettre en œuvre des analyses statistiques sur les données recueillies, le chercheur responsable de l'étude a besoin d'un fichier de données agrégées en format texte, contenant une ligne par condition de conduite.

Q5.a) Décrivez ce fichier de données agrégées (nombre et contenu des lignes).

Q5.b) Décrivez l'enchaînement des différentes phases de mise en forme des données, depuis leur recueil jusqu'à la production du fichier texte demandé.

Q6. : Vous fournirez un planning organisationnel de la préparation de cette expérimentation, en associant des postes de compétences aux différentes tâches à réaliser.

Exercice 2 (8 points)

Enoncé du problème :

Le laboratoire souhaite mener une analyse de l'influence de l'activité sonore de l'habitacle d'un véhicule sur la tâche de conduite. Le responsable de l'étude vous précise que l'expérimentation se fera en phase de conduite réelle.

Vous avez en charge de concevoir un dispositif permettant de déterminer la position et le type de sources sonores dans l'habitable. Une première liste des sources « perturbatrices » retenues pour l 'étude est la suivante : la parole, un cri, un téléphone portable, un aboiement.

Le système que vous proposez est composé de plusieurs microphones et d'un calculateur capable de localiser et identifier simultanément les sources sonores d'intérêt. Nous vous proposons d'apporter des précisions sur ce sous-système de perception audio « intelligent » (SPAI) à partir de la lecture et de l'analyse des trois articles suivants (joints à cet énoncé) :

1 – P.K. Atrey et al., Audio based event detection for multimedia surveillance, ICASSP, 2006.

2 – A. Brutti et al., Comparison between different sound source localization techniques based on real data collection, HSCMA, 2008.

3 – J-M. Valin et al., Robust Sound Source Localization Using a Microphone Array on a Mobile Robot, IROS, 2002.

Ce qui vous est demandé :

Partie 1 : (2,5 points)

Q1 : Lire les trois articles et extraire 4 à 5 idées par article que vous estimez utiles à la définition et à la conception du SPAI.

Q2 : Parmi les méthodes disponibles dans les articles proposés, laquelle ou lesquelles retiendriez-vous et pourquoi ?

Q3 : Réécrire la conclusion en anglais de l'article d'A. Brutti et al. (qui a été effacée).

Q4 : Selon l'article de J-M. Valin et al, la précision de localisation d'une source sonore dépend de quels paramètres ?

Partie 2 : (2,5 points)

Q5 : Ecrire en pseudo code l'algorithme de calcul de la corrélation croisée pondérée dans le domaine fréquentiel (équation 6 de l'article de Valin et al.). Nous vous rappelons que la transformée de Fourier Discrète d'un signal discret s(n) de N échantillons est donnée par l'équation suivante :

$$S(k) = \sum_{n=0}^{N-1} s(n) \cdot e^{-2i\pi k \frac{n}{N}} \qquad \text{pour} \qquad 0 \leqslant k < N$$

Partie 3 : (3 points)

Q6 : Décrivez l'architecture physique du système. Préciser et justifier le nombre de microphones que vous utiliseriez. Proposez un placement des microphones dans l'habitacle sur le schéma du véhicule (fourni en annexe page 5) et spécifiez leur champ de perception.

Q7 : En vous inspirant de l'un des articles que vous venez de lire, proposer une méthodologie d'identification des sources sonores de la liste fournie par le responsable de l'étude.

Q8 : Proposez une architecture logicielle que vous affinerez par une analyse fonctionnelle précise qui devra faire apparaître tous les éléments algorithmiques nécessaires à chaque fonction.

Q9 : De nombreuses difficultés liées au contexte de l'expérimentation, peuvent dégrader les performances en matière de localisation et d'identification des sources. Selon vous lesquelles ?

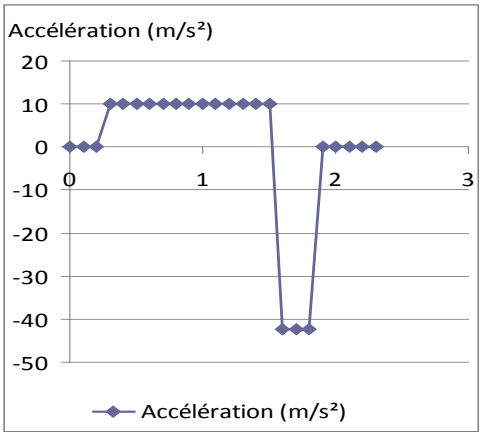
Exercice 3 (3 points)

Enoncé du problème :

Un capteur accéléromètre est placé suivant un axe vertical sur un plateau pouvant coulisser sur une échelle placée à la verticale (puits de chute libre).

Le plateau est d'abord maintenu immobile au sommet de l'échelle puis est largué sur quelques mètres avant d'être freiné brutalement, de manière constante à l'aide d'un câble, à partir d'une certaine hauteur.

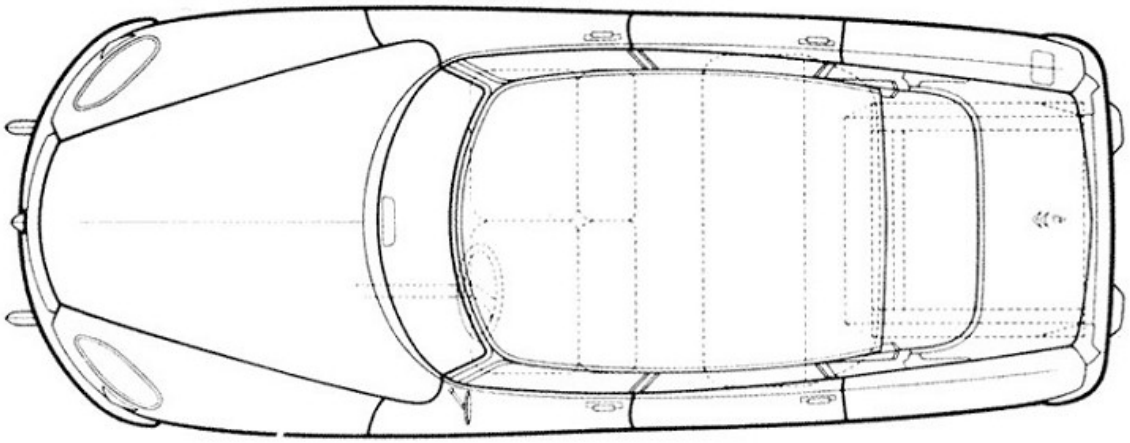
Le tableau ci-dessous et la courbe ci-contre fournissent les valeurs brutes enregistrées par l'accéléromètre à une fréquence de 10Hz.



Temps (secondes)	Accélération (m/s²)	Vitesse (m/s)
0	0,19	
0,1	0,19	
0,2	0,19	
0,3	10	
0,4	10	
0,5	10	
0,6	10	
0,7	10	
0,8	10	
0,9	10	
1	10	
1,1	10	
1,2	10	
1,3	10	
1,4	10	
1,5	10	
1,6	-42,32	
1,7	-42,32	
1,8	-42,32	
1,9	0,19	
2	0,19	
2,1	0,19	
2,2	0,19	
2,3	0,19	

Ce qui vous est demandé :

Q1 : Calculer la vitesse à partir des valeurs de l'accéléromètre dans le tableau.

Q2 : Interprétez les résultats.

Annexe exercice 2 (à rendre avec votre copie) :