

Perception de l'espace de la voiture autonome

Etant principalement intéressé par l'intelligence artificielle, j'ai vu dans la voiture autonome l'opportunité de commencer à expérimenter le codage. Problème complexe et en plein développement, cela pourrait être une des premières IA avec un rôle majeur utilisée au quotidien.

La plupart des accidents de la route ont lieu en milieu urbain et sont dus à des erreurs humaines. Le développement d'aides à la conduite cherche à minimiser ce type d'erreurs. Le but étant, à terme, de déléguer de plus en plus de tâches à un ordinateur presque infallible.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Théorique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Voiture autonome</i>	<i>self-driving car</i>
<i>capteur ultrasons</i>	<i>ultrasonic sensor</i>
<i>capteur infrarouge</i>	<i>infrared sensor</i>
<i>Odométrie</i>	<i>odometry</i>
<i>appréhension de l'espace</i>	<i>spatial awareness</i>

Bibliographie commentée

Depuis le 1er septembre, les voitures semi-autonomes « catégorie 3 » sont autorisées à circuler sur les routes Françaises. Celles-ci sont capables d'évoluer indépendamment dans l'espace bien que l'attention du conducteur soit toujours nécessaire. Il reste encore à attendre les véhicules répondant aux critères de sécurité et à des prix raisonnables. [1]

La plupart des véhicules ont déjà recours à plusieurs méthodes d'appréhension de l'espace pour faciliter la tâche du conducteur. Le plus ancien et répandu est le GPS. Il renvoie une information à grande échelle au conducteur pour atteindre son objectif. Les voitures plus modernes embarquent des capteurs plus fins, comme l'AFIL (avertissement de franchissement involontaire de file), qui fonctionne grâce au couplage de capteurs infrarouges détectant le changement de réflexion des rayonnements et d'une caméra utilisant un logiciel de traitement d'images pour reconnaître les marquages au sol. [2] Dans la même optique d'aide à la conduite, on peut aussi retrouver l'ACC (adaptive cruise control) permettant de garder une distance de sécurité convenable avec une voiture nous précédant sur l'autoroute. [3]

En plus de la perception de l'espace, il faut aussi que le véhicule connaisse sa propre position, intervient alors l'odométrie. Les capteurs utilisés pour l'odométrie sont des capteurs infrarouges situés sur les roues qui estiment leur déplacement sur un court intervalle de temps. Mais cette méthode est source d'une incertitude liée à la nature de la mesure. Ainsi, une caméra est utilisée simultanément et capture un grand nombre d'images prises successivement. En comparant des

points de repère sur les différentes photos, l'ordinateur déduit la distance parcourue. [4]

Mais pour arriver à un véhicule complètement autonome, il faut une perception plus poussée et plus étendue de l'espace, permettant à l'ordinateur de remplacer le pilote. Interviennent alors les Lidars, avec une puissance de calcul suffisante, ils permettent de créer une carte 3D de l'environnement par émission d'un très grand nombre de faisceaux lasers à la seconde. [5] L'avantage du Lidar par rapport à la caméra est l'utilisation des lasers qui sont indépendants des conditions météorologiques et d'éclairement. De plus, un Lidar, contrairement aux caméras qui demandent des logiciels complexes de traitement d'image, mesure des distances plus simples à traiter par l'ordinateur et permettant une rapidité de calcul supérieure. Le problème étant le prix élevé de ce type de dispositifs et les limitations technologiques, les Lidars ne sont pour l'instant fiables qu'à faible vitesse. [6]

Les capteurs ultrasons utilisent le même principe d'émission puis réception d'une onde afin de mesurer des distances en calculant le temps mis par le signal pour revenir à l'émetteur. La première différence sera l'utilisation d'ondes matérielles, ce qui implique de prendre en considération les conditions de température et d'humidité. Les matériaux des obstacles sont aussi à considérer, si l'onde rencontre une surface absorbante, elle ne sera a priori pas détectée. L'intérêt serait alors d'étudier les matériaux les plus répandus en milieu urbain tels que le béton, ou le bois. L'inclinaison des obstacles est aussi à prendre en compte, une pente trop inclinée dévierait l'onde d'un angle trop important pour le récepteur. On peut pour y remédier installer plusieurs capteurs couvrant une zone plus large et donnant une idée du relief. [7]

Pour mettre en pratique l'utilisation de ces capteurs, nous allons utiliser l'outil de programmation Arduino. Utilisant le langage C++, ce logiciel permet de compiler des programmes sur une carte mère reliée à des modules parmi lesquels, un émetteur-récepteur d'ultrasons permettant la mesure de distances autour de la carte. Suivant les instructions données, la mesure de ces distances guideront les roues et permettront à la voiture de se déplacer. Il faudra pour cela combiner un programme de mesure de distance avec un moteur entraînant des roues et pouvant éventuellement changer de direction. Ces programmes sont en libre accès sur internet et il est préférable d'en adapter un plutôt que d'essayer d'en créer un de toutes pièces. [8]

Problématique retenue

L'objectif est de mettre en cohérence plusieurs types de capteurs pour permettre à un ordinateur de cartographier un environnement en mouvement et être en mesure de réagir adéquatement face à un obstacle.

Objectifs du TIPE

Etudier la propagation d'ondes sonores sur différentes surfaces avec des paramètres imitant des conditions météorologiques spécifiques.

Faire une analogie entre ces ondes sonores et les faisceaux lasers utilisés dans les capteurs plus

avancés, étudier les limites d'une telle comparaison et comparer les deux types de mesure.

Réaliser un module « voiture » sur Arduino pouvant évoluer dans un parcours d'obstacles simples et dans les conditions météorologiques étudiées.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] VICTOR VASSEUR : Voitures autonomes : la conduite "sans les mains" autorisée en France mais extrêmement encadrée : <https://www.radiofrance.fr/franceinter/voitures-autonomes-la-conduite-sans-les-mains-autorisee-en-france-mais-extremement-encadree-5914962> 31 août 2022
- [2] CITROËN : DÉCOUVREZ LA TECHNOLOGIE AFIL À BORD DE VOTRE CITROËN C3 : <https://www.citroen.tn/services/technologie-et-applications/decouvrez-la-technologie-afil-a-bord-de-votre-citroen-c3/#:~:text=Le%20syst%C3%A8me%20fonctionne%20%C3%A0%20partir,ligne%20sans%20activation%20des%20clignotants.> 02/02/2023
- [3] VOLVO : Adaptive Cruise Control (ACC)* : <https://www.volvocars.com/fr-ca/support/manuals/xc90-twin-engine/2016w46/soutien-au-conducteur/regulateur-de-vitesse-adaptatif-acc/adaptive-cruise-control-acc> 02/02/2023
- [4] GUILLAUME CARON : Odométrie visuelle pour un robot mobile en environnement industriel : https://home.mis.u-picardie.fr/~g-caron/docs/GUILLAUME_CARON-rapport_stage_recherche.pdf 20 juin 2007
- [5] TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR : Les capteurs, technologies clés du véhicule autonome : <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/les-capteurs-technologies-cles-du-vehicule-autonome-104071/> 28 octobre 2021
- [6] YANN LETHUILLIER : Voitures électriques : à quoi servent les LiDAR et pourquoi vont-ils se démocratiser ? : https://www.frandroid.com/produits-android/automobile/1527802_voitures-electriques-a-quoi-servent-les-lidar-et-pourquoi-vont-ils-se-democratiser 12 novembre 2022
- [7] LYNNETTE REESE : The working principle, applications and limitations of ultrasonic sensors : <https://www.microcontrollertips.com/principle-applications-limitations-ultrasonic-sensors-faq/> 6 août 2019
- [8] ALEXANDRE PAILHOX : Réalisation d'une voiture automatisée anti-collision avec Arduino : <http://les-electroniciens.com/videos/realisation-d-une-voiture-automatisee-anti-collision-avec-arduino> 27 février 2015

DOT

- [1] *Septembre 2022 début des recherches sur un sujet liant l'intelligence artificielle et la ville, positionnement par rapport à la voiture autonome*
- [2] *Octobre 2022 étude des différents capteurs existant pour une voiture autonome, je décide alors de me concentrer sur les capteurs ultrasons moins chers et performants*
- [3] *Novembre 2022 Je cherche un protocole expérimental pour vérifier la réflexion d'ondes ultrasoniques sur certains matériaux courants en milieu urbain*
- [4] *Décembre 2022 premières expérimentations sur Arduino pour me familiariser avec le logiciel,*

réalisation de montages simples pour comprendre le fonctionnement

[5] *Janvier 2023 Je cherche alors un modèle de voiture autonome existant déjà sur Arduino, je trouve plusieurs modèles et commande des modules pour en réaliser un*

[6] *Janvier- Février 2023 Le programme de la voiture choisie n'étant pas disponible, je dois adapter un autre programme existant à la voiture. Je commence l'impression en 3D des pièces*

[7] *Mars -fin Mai 2023 Montage de la voiture et adaptation du programme Arduino*