

# Introduction

Le sujet principal de l'ouvrage concerne les développements récents des systèmes embarqués d'aide à la conduite automobile (ADAS).

Dans le chapitre 1, une introduction globale du concept de l'intelligence artificielle ainsi que les différentes techniques associées sont présentées. Ensuite, les problématiques de l'application de l'IA dans l'industrie sont évoquées en particulier dans le domaine du véhicule autonome en rapport avec les systèmes ADAS.

Tout d'abord, un rappel de l'état de l'art des techniques de l'IA est abordé dans le chapitre 1 en faisant le lien à la fin du chapitre avec des applications dans le domaine du véhicule autonome.

Le chapitre 2 est consacré à la phase de perception privilégiant résolument les capteurs visuels, qu'ils soient conventionnels ou non, en raison de leur faible coût et de la richesse des données qui en sont issues. Dans une première section, différents types de capteurs visuels adaptés aux problématiques liées aux véhicules autonomes sont présentés, les sections suivantes seront dédiées aux algorithmes exploitant les sorties directes de ces capteurs. La suite du chapitre présente une sélection de techniques permettant de montrer comment les approches bas-niveau intègrent au plus tôt la notion d'objectif. Dans le domaine des systèmes autonomes, les objectifs ont un niveau d'exigence élevé : détecter l'espace navigable, détecter les obstacles (vulnérables, véhicules 2-roues, cyclistes, autres véhicules) ou contribuer à estimer le mouvement propre de l'égo-véhicule. Enfin, une technique de détection de l'espace navigable est présentée ainsi que sa robustesse vis-à-vis des différentes perturbations pouvant affecter les scènes routières introduisant ainsi une technique complète d'odométrie visuelle en guise de perspective. À la fin du chapitre, une projection vers des

approches basées sur l'apprentissage profond est évoquée montrant ainsi l'évolution possible de ces techniques avec les nouvelles technologies de l'IA.

Avec le développement de la mobilité automatisée, il devient nécessaire de concevoir un certain nombre de modules qui, à partir des données produites par des sources d'information embarquées ou distantes, vont permettre de construire un système complet de conduite automatisée. Ces modules sont la perception, la décision, et l'action. Dans le chapitre 3, le module de décision dans sa partie « Planification pour l'automatisation de la tâche de conduite » est abordé. Le terme « planification » est un terme ancien qui regroupe le développement de théories, de modélisations, de méthodes, et d'approches aussi bien appliquées en robotique qu'en économie, en production et en neurosciences. En robotique mobile, proche de la mobilité automatisée, la planification se décline en trois niveaux : la planification d'itinéraire, la planification de trajectoire, et la planification de commande. Dans ce chapitre, un état de l'art des méthodes existantes est présenté, ainsi que des travaux et applications réalisés au sein de l'université Gustave Eiffel (anciennement IFSTTAR) et plus particulièrement au LIVIC. Parmi ces applications est présenté, entre autres, un copilote permettant l'automatisation complète de la conduite, en interaction possible avec un conducteur.

Dans le chapitre 4, le prototypage, test et évaluation des systèmes ADAS sont présentés pour une implémentation effective sur le véhicule autonome et connecté de demain.

Depuis deux décennies, avec l'évolution des moyens de mobilité, un grand nombre d'applications embarquées d'aide à la conduite (ADAS) a dû être développé. Ces applications aussi bien informatives que coopératives, et de plus en plus actives (avec le développement des véhicules automatisés), nécessitent d'être testées, évaluées, et validées. Cependant, ces étapes de qualification de la qualité, de la fiabilité et la robustesse de ces ADAS nécessitent de mettre en œuvre des scénarios spécifiques en environnement contrôlé permettant de reproduire des situations critiques (dégradation de l'infrastructure, dégradation des conditions climatiques, dégradation du fonctionnement des capteurs, etc.). De plus, afin d'évaluer les performances de ces systèmes embarqués et/ou débarqués, il est impératif de pouvoir générer des « vérités terrain » servant de références fiables et précises. Toutes ces contraintes sont difficiles à prendre en compte et à appliquer dans des expérimentations réelles. Dans ce chapitre, une solution d'amont alternative pour répondre à ce problème est exposée. Cette solution est basée sur l'utilisation de la simulation et plus concrètement de la plateforme Pro-SiVIC. Cette plateforme interopérable, modulaire et dynamique permet de répondre parfaitement et efficacement aux contraintes imposées dans la mise en œuvre d'un processus d'évaluation et de validation des ADAS. Ce chapitre présente l'architecture générale

et les différentes fonctionnalités qu'il est nécessaire de mettre en œuvre dans une telle plateforme de simulation. De plus, quelques exemples d'applications représentatives qui ont été prototypées, testées, et évaluées avec Pro-SiVIC sont présentés.

Le chapitre 5 est consacré à la communication rendant ces systèmes coopératifs avec leur environnement et qui améliorent considérablement leur autonomie.

Dans ce chapitre intitulé « Standards pour les ITS coopératifs » est abordée la question des technologies normalisées permettant l'échange de données entre les véhicules, les autres usagers de la route, l'infrastructure routière, l'infrastructure urbaine et les plateformes de gestion du trafic et des services dans le Cloud. Ces technologies, normalisées, connues, pour ce qui est de l'Europe par l'ETSI, le CEN et l'ISO, sous le nom « ITS Coopératifs », rassemblent plusieurs technologies et fonctionnalités de transfert, d'organisation, de sécurisation et de traitement des données. Les plus connues sont incontestablement les technologies de communications localisées de courte portée reposant sur une forme de Wi-Fi adapté aux véhicules en mouvement (ITS-G5). Celles-ci permettent aux véhicules de dialoguer directement entre eux et avec l'infrastructure routière sans soutien d'une infrastructure de télécommunications (V2X). Elles sont essentiellement utilisées pour des applications liées à la sécurité routière dont les ADAS vont bénéficier. Les ITS Coopératifs comprennent aussi des technologies de communications centralisées de longue portée reposant sur le réseau cellulaire (LTE, 5G), des fonctionnalités d'organisation de données géolocalisées (*Local Dynamique Map*) et bien d'autres en cours de normalisation. Pour assurer l'interopérabilité, ces technologies sont regroupées et intégrées dans une architecture de communication unifiée (*ITS Station Architecture*) dont nous expliquons les motivations, les origines, les cas d'usages et les grands ensembles de fonctionnalités.

Un cas d'usage original en lien avec la détection du piéton sera le sujet abordé dans le chapitre 6. Le piéton marocain représente environ 28 % des victimes des accidents mortels au Maroc, les statistiques ne sont pas choquantes vu le comportement indiscipliné qui règne sur les routes marocaines. Dans ce chapitre est présentée une des solutions proposées pour diminuer le taux de mortalité des piétons aux zones peu structurées, et ce en proposant un système pour atténuer les collisions avec les piétons connus par *Pedestrian Crash Avoidance Mitigation* (PCAM) basé sur la détection de la direction du piéton, chose qui n'est pas encore appliquée sur ce type de système. Afin d'étudier le cas marocain de près, une nouvelle base de données d'orientations du piéton a été collectée auprès de différentes villes marocaines en utilisant une caméra intégrée sur un véhicule en mouvement. L'orientation du piéton est détectée par un nouvel algorithme d'apprentissage profond nommé les réseaux de capsules, qui a surpassé les réseaux de neurones de convolution en termes de précision.

La réglementation du véhicule dit « autonome » est un sujet d'actualité tant pour le grand public que pour les professionnels du secteur que sont les constructeurs automobiles et les entreprises innovantes. Les impacts juridiques qu'induit l'utilisation des véhicules autonomes sur les voies ouvertes à la circulation sont importants. Le législateur sera confronté rapidement à l'examen des conséquences et des effets juridiques et éthiques de la généralisation de cette nouvelle technologie. Dans le chapitre 7, les enjeux juridiques de l'utilisation en milieux ouverts des véhicules autonomes seront abordés : les questions de la responsabilité juridique, l'assurance ainsi que le Règlement général sur la protection des données (RGPD) seront entre autres abordés.