

SMART CAR

Spécifications techniques et fonctionnelles générales

SUIVI -01 PFE 2018

19 juin 2017

Keywords : intelligent car control, image processing, monitoring system, vehicle intelligence.



barroy_t, daumal_l, fauchi_a, marty_l
SCIA, EPITA 2018

Table des matières

1	Aspects du projet	3
1.1	Objectifs	3
1.2	Livrables principaux	4
1.3	Jalons du projet (client et projet)	5
1.4	Planning de réalisation complet et suivi d'avancement	5
1.5	Risques encourus (internes/externes et plans d'action)	6
1.6	Coûts du projet	7
2	Aspect techniques	8
2.1	Spécifications fonctionnelles générales	8
2.1.1	Tenue de route	8
2.1.2	Respect de la signalisation	8
2.1.3	Détection d'obstacle	9
2.2	Conduite autonome	9
2.3	Spécifications techniques générales	10
2.3.1	Matériel utilisé	10
2.3.2	Technologies utilisés :	14
2.4	Modèles conceptuels	14
3	Littérature	16

1 Aspects du projet

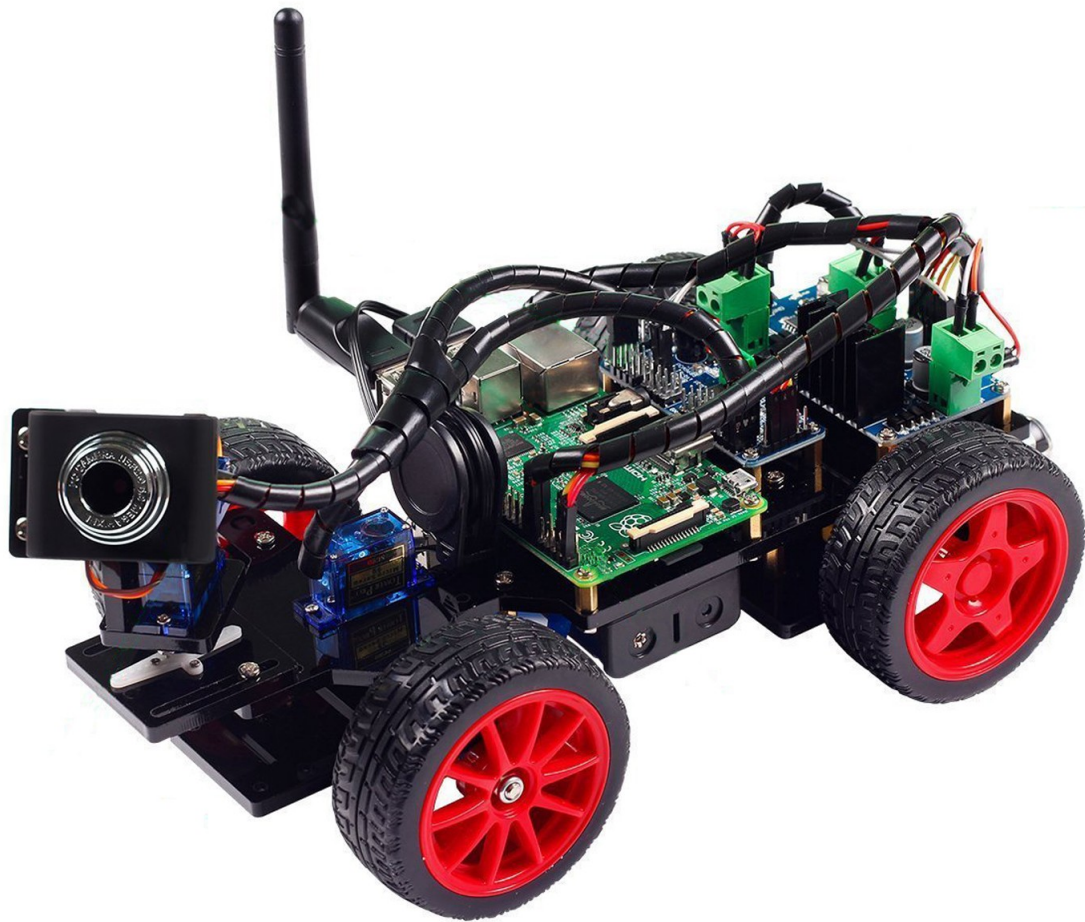
1.1 Objectifs

Application typique du domaine de la robotique embarquée et de l'intelligence artificielle, le projet consiste à développer un véhicule autonome à taille réduite. À terme, celui-ci sera capable de se déplacer sur un circuit inconnu sans intervention humaine.

Le circuit sera fabriqué en collant du scotch blanc sur une surface foncée. Des intersections, virages et panneaux de circulation seront présents sur le circuit. La voiture devra adapter son allure et sa direction en fonction de son environnement. Voici les différents éléments présents dans le circuit :

1. Panneau "stop" : s'arrêter au niveau du panneau pendant trois secondes avant de repartir.
2. Panneau de limitation 30-50 km/h : limitation de la vitesse de la voiture
3. Interdiction de tourner à droite/gauche
4. Feux de circulation : s'arrêter au rouge, redémarrer au vert.
5. Obstacle en double file : effectuer un dépassement.

La voiture devra également cartographier le circuit au fur et à mesure qu'elle le découvre. Sur les panneaux seront également placés des codes QR qui permettront de placer des points sur la carte. L'utilisateur pourra à tout moment décider de rejoindre un point qu'il sélectionnera sur l'interface graphique.



1.2 Livrables principaux

Sera délivré un robot équipé d'un module Wi-Fi permettant de communiquer avec un ordinateur. Le robot aura l'apparence d'une voiture et sera équipé de 4 roues motrices, d'un système de direction permettant de diriger la voiture, d'une caméra et d'un capteur à ultrason. Les différents composants de la voiture seront contrôlés grâce à un Raspberry Pi. Le Raspberry Pi enverra via Wi-Fi à un ordinateur l'image prise par la caméra, les informations fournies par le capteur à ultrason ainsi que la vitesse de la voiture. Le Raspberry Pi recevra alors en Wi-Fi les consignes à appliquer et agira sur les différents composants afin de faire varier vitesse et direction.

Un logiciel qui une fois lancé et connecté avec la voiture, pilotera celle-ci. Le logiciel recevra l'image prise par la caméra, les informations du capteurs à ultrason ainsi que la vitesse de la voiture afin de calculer la nouvelle direction à prendre.

1.3 Jalons du projet (client et projet)

1. 31 Aout : La voiture est capable de suivre un circuit.
2. Fin Juillet - Début août : Suivi de projet.
3. Mi-Septembre : Suivi de projet.
4. Mi-Octobre : Suivi de projet.
5. 20 Octobre : La voiture est capable de gérer les obstacles et de reconnaître et adapter son comportement à des panneaux de signalisation.
6. Mi-Novembre : Suivi de projet
7. Mi-Décembre : Suivi de projet..
8. 10 Décembre : La voiture a maintenant un objectif, se rendre d'un point A à un point B en utilisant tous les éléments précédents.
9. 31 Décembre : Le package marketing(slides/vidéo de présentation) est prêt.
10. Début Février 2018 : Jury final.

1.4 Planning de réalisation complet et suivi d'avancement

Objectifs par suivi :

- Préparation du matériel.
 - Commande et réception du hardware
 - Assemblage du hardware
 - Conception des premiers circuits
 - Tests des fonctionnalités
 - Construction du dataset
- Suivi automatique d'une route
 - Construction du modèle
 - Tests
- Gestion d'obstacle
 - Installation capteur ultrason + développement API
 - Traitement du signal
 - Développement du comportement de la voiture
 - Tests

- Gestion de la signalisation
 - Construction des données d'apprentissage
 - Développement du classifieur
 - Développement de la détection de la distance du panneau afin de gérer le cas du panneau stop
 - Tests
- Gestion d'itinéraire
 - Modélisation sous forme de graphe du circuit
 - Calcul du plus court trajet
 - Gestion d'imprévu(routes bloquées/signalisation contraignante)
 - Tests
- Les livrables principaux sont prêts, il ne reste qu'à finaliser l'ensemble.

1.5 Risques encourus (internes/externes et plans d'action)

Risques	Importance	Plans d'action
Matériel non reçu	★★★★★	<ul style="list-style-type: none"> — Commander du nouveau matériel — Utiliser la voiture fournie par Mr. Dehak
Panneaux de signalisation introuvables	★★★★★	<ul style="list-style-type: none"> — Construire ses propres panneaux — Payer un prestataire pour les fabriquer
Hardware défectueux	★★★★★	<ul style="list-style-type: none"> — Se renseigner auprès de personnes compétentes afin de réparer la défaillance — Commander du nouveau matériel s'il n'est pas trop tard
Difficulté avec le capteur ultrason	★★★★★	<ul style="list-style-type: none"> — Gérer les distances grâce à du traitement d'image
Difficulté sur l'apprentissage des directions	★★★★★	<ul style="list-style-type: none"> — Détecter et suivre une ligne

1.6 Coûts du projet

Matériel	Quantité	Prix	Livraison	Total
Smart Video Car Kit for Raspberry Pi	1	90.59	0	90.59
Raspberry Pi 3 Model B	1	40.26	0	40.26
Märklin World 72201	2	9.89	6.99	26.77
6 * AA Battery	2	6.00	0	12.00
Total				175.62

2 Aspect techniques

2.1 Spécifications fonctionnelles générales

2.1.1 Tenue de route

La voiture devra être capable de détecter si la route devant elle est droite ou courbée. Elle devra ensuite adapter sa conduite afin de suivre la route sans sortir de celle-ci. La voiture devra également être capable de détecter les intersections et donc de prendre la décision de tourner ou de continuer tout droit.

2.1.2 Respect de la signalisation

La voiture devra être capable de reconnaître et respecter les différents panneaux de circulation présents sur le parcours. Les panneaux qu'elle devra reconnaître sont les suivants :

- Panneau stop : arrêt de la voiture au niveau du panneau pendant 3 secondes avant de repartir.
- Panneau de limitation : limitation de la vitesse de la voiture
- Interdiction de tourner à gauche : ce panneau sera placé à une intersection. La voiture ne pourra donc pas tourner à gauche.
- Interdiction de tourner à droite : ce panneau sera placé à une intersection. La voiture ne pourra donc pas tourner à droite.

La voiture devra également respecter les feux tricolores présents aux intersections. Elle devra donc si le feu est rouge, s'arrêter et attendre que le feu repasse au vert, et continuer sa route si le feu est vert.



2.1.3 Détection d'obstacle

La voiture devra détecter la présence d'un obstacle devant elle sur la route. Si la voiture se trouve sur une route à deux voies, elle devra dépasser l'obstacle en le doublant par la voie de gauche. Si la voiture se trouve sur une route à une voie, elle devra s'arrêter. Les obstacles ne seront pas fixes et pourront être ajoutés et enlevé en temps réel.

2.2 Conduite autonome

La voiture devra également cartographier le circuit au fur et à mesure qu'elle le découvre. Sur les panneaux seront également placé des codes QR qui permettra de placer des points sur la carte. L'utilisateur pourra à tout moment décider de rejoindre un point qu'il sélectionnera sur l'interface graphique. La voiture devra malgré tout respecter la signalisation et faire attention aux obstacles.

2.3 Spécifications techniques générales

2.3.1 Matériel utilisé

Afin de ne pas passer beaucoup de temps sur la partie matériel du projet un kit de construction de robot sera utilisé.

Le kit choisi est celui-ci : Smart Video Car Kit for Raspberry Pi. Il a été conçu par la marque SunFounder qui propose des kits de montage de robot sous Raspberry Pi. Ces kits sont à la base destinées à des lycéens, ce qui facilitera le montage de la voiture.

La voiture fera 25.1cm de longueur, 13.2cm de largeur et 7.4cm de hauteur. Elle pourra atteindre une vitesse maximum de 50cm par seconde. La vitesse utilisé sera la plus proche possible de la vitesse de pointe.

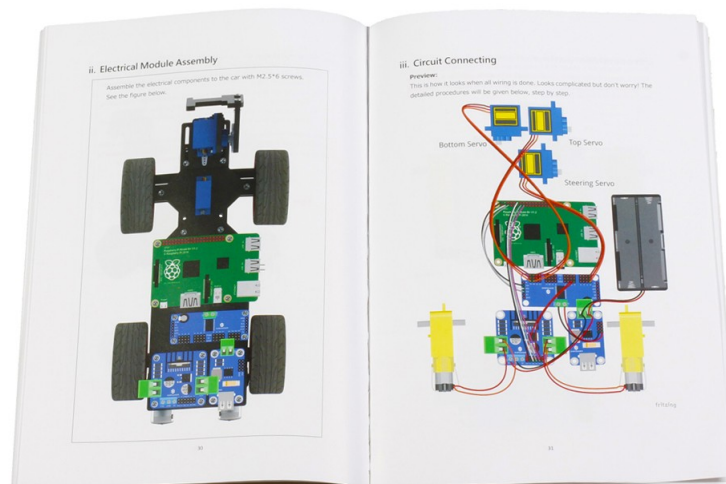
Ce kit est fourni avec un guide de montage très détaillé ainsi toutes les pièces nécessaires. Deux codes sources sont également fournis :

- Le code du client qui s'exécutera sur la Raspberry Pi. Celui-ci reçoit une commande en Wi-Fi provenant du serveur et envoie les informations aux différents composants de la voiture afin de la déplacer. Il envoie également en Wi-Fi l'image capté par la caméra présente sur le robot. Nous n'aurons pas à mettre à jour ce code, mis à part pour envoyer au serveur le signal du capteur ultrason que nous aurons rajouté. Celui-ci est développé en Python.
- Le code du serveur s'exécutant sur un ordinateur. Celui-ci reçoit l'image captée par le robot, et permet de contrôler grâce aux touches du clavier la voiture. Ce code source servira de base au développement de notre logiciel qui contrôlera sans assistance humaine la voiture.

Le kit est fournit avec les pièces suivantes :

Pièce	Quantité
pack x Acrylic plates	1
pack x Threaded fasteners	1
Tower Pro Micro Servo SG90	1
Gear Reducer	2
Driven wheel	2
Active wheel	2
16-Channel 12-bit PWM driver	1
L298N DC Motor Driver Module	1
Step-down DC-DC Converter Module	1
16-Channel 12-bit PWM driver	1
USB Wi-Fi Adapter	1
USB Camera	1
Dual 18650 battery holder	1
Ribbon	1
USB Cable	1
Serval Dupont Wires	
Screwdriver	1
Cross Socket Wrench	1

A cela, nous rajouterons un capteur ultrason sur le devant de la voiture afin de pouvoir capter les distances des obstacles devant la voiture.





2.3.2 Technologies utilisés :

Technologie	Utilité
Python	Simplicité et rapidité de développement
Numpy	Calcul scientifique
Scikit	Apprentissage automatique
Opencv	Vision assisté par ordinateur

2.4 Modèles conceptuels

Les données qui nous intéressent sont l'image enregistrée par la caméra et le signal capté par le capteur ultrason. Celles-ci sont transmises de leurs composants respectifs jusqu'à notre algorithme de décision via un serveur wi-fi.

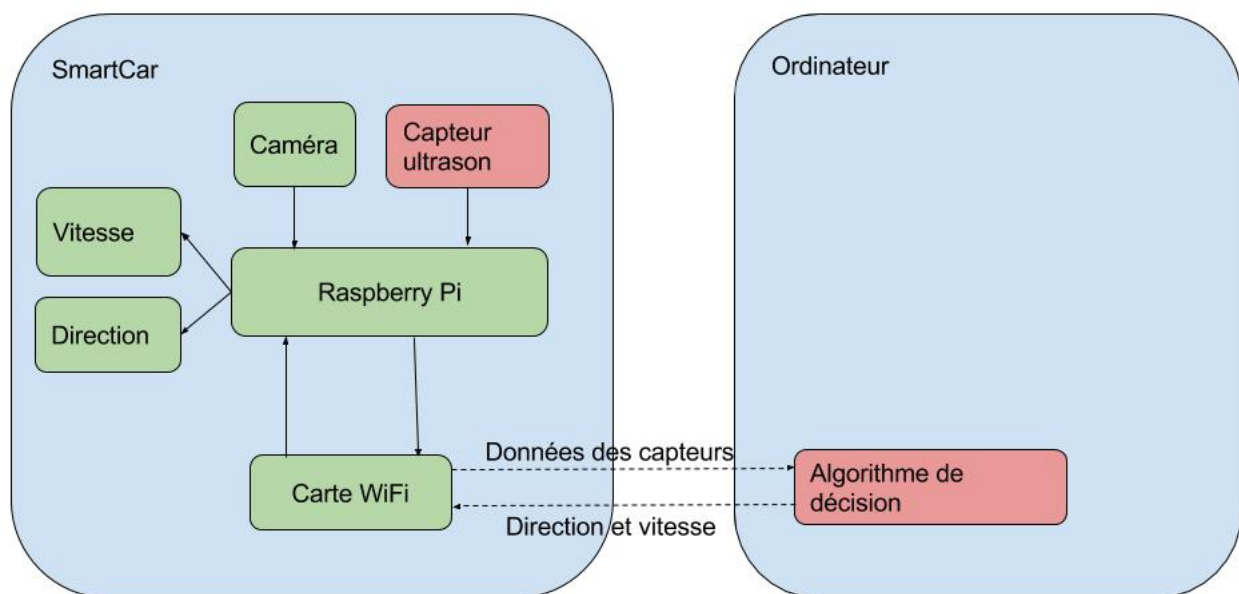


FIGURE 1 – Flux des données

La vision de la caméra est une donnée suffisante pour assurer l'efficacité de notre algorithme de décision. En effet, son unique utilisation a été démontrée capable d'automatiser le stationnement automatique de la voiture ou la détection d'obstacle^[2]. Cette donnée pourra être communiquée à l'aide de captures d'images ou bien de transmission vidéo.

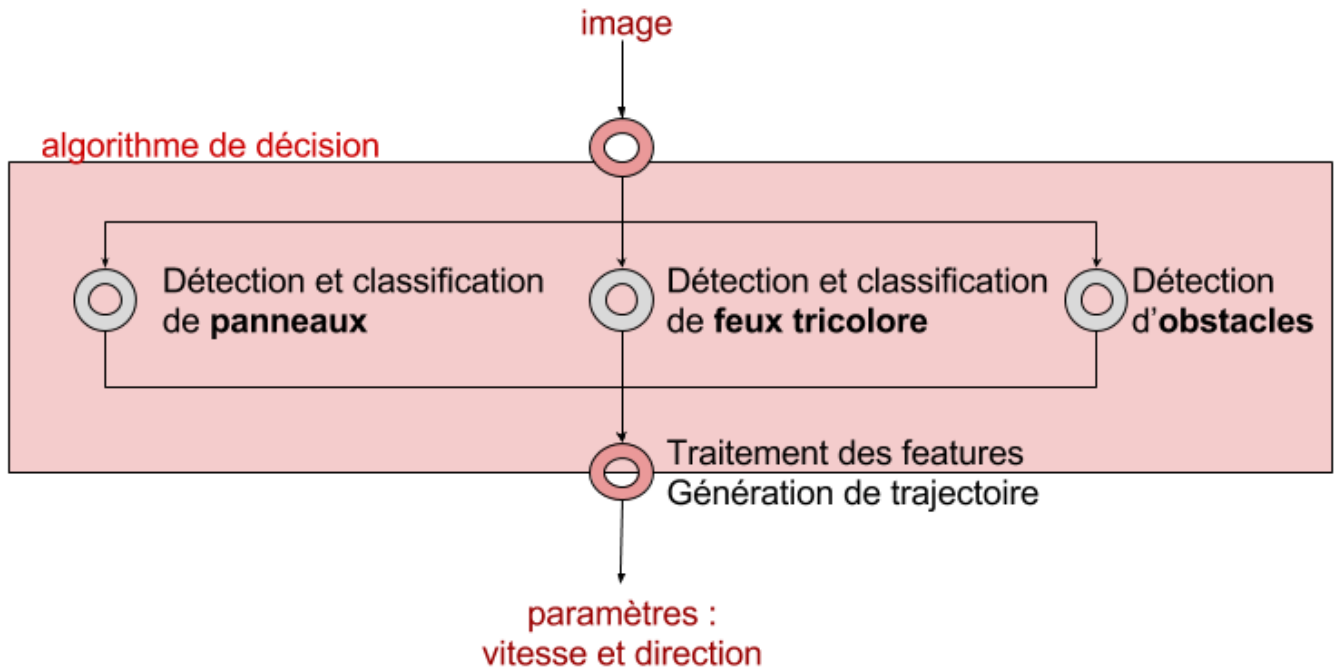


FIGURE 2 – Extraction des connaissances du flux de données.

L'image subit de multiples traitements durant ce processus.

Traitement primaire. Notre flux de donnée est continu, illimité, et arrive avec une certaine rapidité dépendante du réseau. Afin de garantir la réactivité de notre système, on pourra s'intéresser à des techniques d'optimisation telles que l'utilisation d'échantillonnage, d'ondelettes, ou tout simplement de s'en délester d'une partie¹.

Détection et classification de panneaux. Discrimination binaire puis multiple de l'image : comporte-t-elle un panneau et si oui lequel. On s'intéressera aux panneaux de vitesse, d'interdiction et de stop.

Détection et classification de feux tricolores. À l'image de la précédente, elle identifie si l'image comporte un feu et si oui sa couleur.

Détection d'obstacles. Puisqu'il suffit ici de détecter la distance entre notre voiture et un potentiel obstacle, notre solution prévoit l'utilisation d'un capteur à ultrason.

Génération de trajectoire. La génération de trajectoire est la dernière étape de notre bitoduc². Utilisant toutes les informations précédentes, c'est elle qui décide des chiffres des paramètres renvoyés à la Raspberry Pi. Elle intègre le suivi d'un circuit, la gestion des obs-

tacles après leur détection, ainsi que le comportement à adopter en face d'un feu tricolore.

3 Littérature

[1] QU, Shaocheng, TIAN, Yao, CHEN, Chan, *et al.* A small intelligent car system based on fuzzy control and CCD camera. *International Journal of Modelling, Identification and Control*, 2011, vol. 15, no 1, p. 48-54. MLA

[2] XU, Jin, CHEN, Guang, et XIE, Ming. Vision-guided automatic parking for smart car. In : *Intelligent Vehicles Symposium, 2000. IV 2000. Proceedings of the IEEE*. IEEE, 2000. p. 725-730. MLA

[3] SUN, Shu-cheng, LANG, Lang, et WANG, Hu. The design and implementation of tracing smart car based on path identification [J]. *Journal of Anhui Polytechnic University*, 2012, vol. 1, no 27, p. 60-63. MLA

[4] XIUQUAN, Wang, XIAOLIU, Shen, XIAOMING, Chang, et al. Route identification and direction control of smart car based on CMOS image sensor. In : *Computing, Communication, Control, and Management, 2008. CCCM'08. ISECS International Colloquium on*. IEEE, 2008. p. 176-179.

1. Liste exhaustive de techniques issues de wikipédia : https://fr.wikipedia.org/wiki/Fouille_de_flots_de_donn%C3%A9es#Techniques_et_Algorithmes

2. Traduction de l'anglais 'pipeline'. Source : <http://bitoduc.fr/#ang-fra-P>