

# L'accident mortel en TESLA aurait peut-être pu être évité grâce à des modules logiciels de NEXYAD

par NEXYAD  
Août 2016

Les passions se déchaînent autour de la question des véhicules autonomes, ou semi-autonomes. Récemment, une personne a perdu la vie dans son véhicule TESLA alors qu'il était en mode auto-pilote. NEXYAD a étudié la sécurité routière pendant une vingtaine d'année, et nous donnons quelques éléments de réflexion sur ce type d'accident.

Les chaînes de traitement de l'information des systèmes auto-pilote, driverless, etc... allant de la perception de l'environnement jusqu'à la prise de décision et à la gestion automatique des actionneurs, sont généralement très bien conçues, et mettent en œuvre des modules performants. Mais cela ne suffit pas à rendre nul le risque d'accident. En effet, pour traiter ce risque, il manque une chaîne parallèle (et indépendante) de « monitoring ».

C'est pour bien comprendre cette nécessité, il faut tout d'abord appréhender le niveau de complexité d'une scène routière vue par une caméra.

La variabilité des scènes routière est en effet beaucoup plus grande que ce qu'un humain arrive à imaginer : une image couleur qui a huit bits par plan (soit 24 bits puisqu'il y a 3 plans couleurs) peut coder  $2^{24}$  niveaux de couleurs différents sur un pixel (soit plus de 65 000 valeurs différentes).

Une image standard HD a plus de 2 000 000 de pixels.

Cela signifie qu'une matrice HD 8 bits couleur peut représenter plus de  $65\,000^{2\,000\,000}$  images différentes. Ce nombre est tout bonnement inimaginable.

Cela pose la question de la validation d'un système d'aide à la conduite (ADAS) basé sur une caméra (voire plusieurs caméras !). Il est en effet absolument impossible de tester tous les cas possibles de scènes routières.

Et que l'on ne s'imagine pas que l'on peut facilement réduire cette complexité en décrétant que la scène routière a une « forme particulière » (une route en perspective devant la voiture) ... rien ne vous dit qu'une araignée n'a pas élu domicile devant l'objectif de la caméra ... on peut aussi se trouver derrière un camion ou un bus avec une affiche publicitaire et là, toutes les images sont possibles, y compris une image de route bien droite dans le désert, alors que la vraie route, celle sur laquelle le véhicule roule, tourne !

L'exhaustivité étant totalement impossible, il existe néanmoins une solution pour utiliser quand-même ce genre de système : il faut « clôturer » le monde. Autrement dit, il faut que l'ensemble des cas déjà rencontrés lors de la validation génère une sorte « d'espace clos » appelé « espace connu », et il faut positionner ce que voit le véhicule à chaque instant dans cet « espace connu », afin que l'intelligence embarquée sache si la scène routière est conforme aux cas pour lesquels elle sait réagir, ou bien si la scène routière est trop différente des cas déjà rencontrés. Dans ce dernier cas, il est évident que l'intelligence embarquée doit prendre des décisions de prudence par défaut comme ralentir, prévenir le conducteur, etc...

Il s'agit donc parallèlement à la construction de la chaîne de perception, d'intelligence, et de décision qui constitue le pilote automatique (ou semi-automatique), de construire une chaîne parallèle qui ne s'occupe que d'une seule chose : est-on dans un cas dont les caractéristiques (luminosité, contraste, etc...) sont identiques à celle des scènes routières qui ont conduit à la validation du pilote automatique.

NEXYAD dispose de trois modules logiciels dont l'objectif est précisément de réaliser ce type de chaîne parallèle destinée au « monitoring » de la chaîne principale :

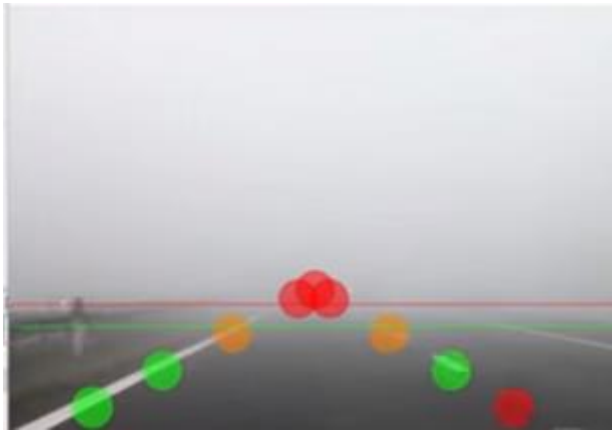
. mesure de la visibilité avec le module VisiNex Onboard :

La visibilité peut varier de façon très importante dans une scène routière : ciel plus ou moins lumineux, pluie, brouillard, contrejour, éblouissement, objets (véhicules, piétons) de la même couleur que la route ou que le ciel, etc ...

VisiNex Onboard mesure la visibilité de la scène routière. Le modèle standard de visibilité intégré à VisiNex est celui de la vision humaine. VisiNex peut prédire, au vu des caractéristiques d'une image (luminosité, contraste, rapport signal sur bruit, etc ...), si un observateur humain sera capable ou non de détecter des objets dans cette image. En effet, le système de vision a besoin d'une qualité d'image minimale pour être capable de « voir ». La plupart du temps, les systèmes de vision artificielle ont des besoins supérieurs à ceux du système humain (hors utilisation des infra-rouges), et NEXYAD sait faire « passer un test » à un système de vision artificielle (ceux de Mobileye, ceux de NEXYAD comme RoadNex qui détecte la route, ObstaNex qui détecte les obstacles, ou d'autres), et tracer les contours exacts des indicateurs de qualité d'image qui permettent au système de fonctionner.

Cela signifie que le système de vision artificielle est « surveillé » par VisiNex qui « sait » quand ce système de vision est fiable ou non.

En faisant cela, on ne cherche pas à être capable de traiter tous les possibles, on cherche plutôt à bien identifier les cas où le système de vision fonctionne parfaitement. Le reste du temps, on sait que l'on ne doit pas faire confiance au système de perception par caméra.



Sur cette image, toutes les zones où les pastilles sont rouges correspondent à des zones où il n'y a pas d'information structurelle autorisant une quelconque détection visuelle. Si toutes ou presque toutes les pastilles sont rouges ... alors il ne faut pas faire confiance aux systèmes de vision artificielle.

Cela signifie que lorsque le système de détection par vision artificielle ne détecte aucun obstacle, alors on vérifie quelle est la visibilité (grâce à VisiNex Onboard). Si cette visibilité est faible (éblouissement, image trop sombre, etc ...) alors on n'en déduit surtout pas qu'il n'y a aucun obstacle, on en déduit que le système de vision artificielle est inopérant.

Et cela vaut aussi bien si l'on utilise les modules de détection de NEXYAD (RoadNex pour la détection de route, ObstaNex pour la détection d'obstacles), ou les modules de MOBILEYE, ou encore un autre. Tous ces modules doivent être qualifiés en termes de fiabilité par une voie parallèle et indépendante (règle de sûreté de fonctionnement).

. clôture statistique de l'espace généré par l'ensemble des capteurs (caméra, lidar, radar, etc ...) :

Il est rare qu'un ADAS se base uniquement sur la caméra. On a souvent d'autres capteurs comme le lidar, le radar, etc.

NB : en rajoutant des capteurs, on augmente la complexité du message global ! L'idée est dans ce cas d'utiliser ce que les constructeurs ont l'habitude d'appeler « la fusion de données » : on utilise la

complémentarité des capteurs qui un par un peuvent être mis en défaut dans cas alors que les autres continuent de bien fonctionner.

Exemples : en cas de très mauvaises conditions de visibilité, les caméras (dans le spectre visible) sont inopérantes (nuit avec pluie forte et phares en face, par exemple). Mais le radar, lui, n'est pas perturbé par ces conditions atmosphériques. En revanche, en cas de présence très forte de métal dans l'infrastructure (pont en métal, péage, ...), le radar est ébloui et voit une énorme tâche blanche devant lui. On voit bien que la caméra, elle, n'est pas perturbée par la présence de métal. L'idée d'utiliser des capteurs différents et de fusionner les données est alors bien fondée.

Mais un tel système de fusion de données doit alors être validé ... et sur un ensemble de capteurs général une complexité encore plus grande que celle apportée par une simple caméra.

NEXYAD a mis au point un système de clôture statistique des données qui permet de dire si le cas rencontré (en multi-capteur) est à l'intérieur d'un ensemble dense de cas déjà rencontrés pendant la validation, ou pas.

C'est le module ClosureNex.

Avec ce module, une fois qu'on a validé le système de fusion de données sur un ensemble de cas, on sait dire, à chaque instant, si le véhicule vit une situation semblable à l'une déjà rencontrée pendant la validation, ou non. Dans le cas négatif, on peut considérer que la pertinence de la fusion de données n'est pas garantie et prendre des décisions par défaut (ralentir, prévenir le conducteur, etc ...)

#### . synthèse du risque

Le module SafetyNex de NEXYAD permet de calculer le risque pris par le conducteur, que ce conducteur soit humain ou pas. Il fait la synthèse de tous les facteurs de risque, intégrant la vitesse du véhicule, le type d'infrastructure et le contexte permanent (école, passage piéton, ...), les inter-distances, la visibilité (mesurée par VisiNex Onboard), etc.

Avec SafetyNex, il est possible de connaître à chaque instant le risque que prend le conducteur artificiel. Si le risque est trop important, il est possible de décider d'appliquer des actions de sécurité par défaut : prévenir le conducteur, ralentir, etc...

NB : SafetyNex a récemment été sélectionné par BMW dans le challenge BMW Tech Date.

Lire : <http://nexyad.net/Automotive-Transportation/?p=2472>

#### . Conclusion

Sans remettre en question la chaîne principale de perception, fusion de données, décision, commande, il est possible d'éviter des accidents en développant une chaîne de monitoring parallèle et indépendante :

- . mesure de la visibilité pour quantifier la fiabilité des systèmes de détection utilisant une ou plusieurs caméras,

- . détection des cas « inconnus » pour savoir quand le système travaille sur des situation de vie qui n'ont jamais été rencontrées pendant la validation,

- . opérer une synthèse du risque de conduite, intégrant les deux premiers points, mais aussi l'adaptation de la vitesse du véhicule au contexte routier.

En cela, NEXYAD pense pouvoir être un interlocuteur clé pour les constructeurs automobiles, comme TESLA par exemple, qui offrent des fonctions avancées d'aide à la conduite.

Contact : [sales@nexyad.net](mailto:sales@nexyad.net)