



- DEEPPDART

Projet réalisé par Tony CALVEZ et Théo LAGRUE en dernière année de formation d'ingénieur par alternance (année scolaire 2019/2020)

Objectif du projet : L'intégration d'une intelligence artificielle pour une reconnaissance de robots alliés à bord d'un sous-marin autonome ou de modélisme. Le pari est un peu fou : embarquer un réseau de neurones avec une basse consommation, le tout avec un processeur de Nintendo Switch.



Introduction

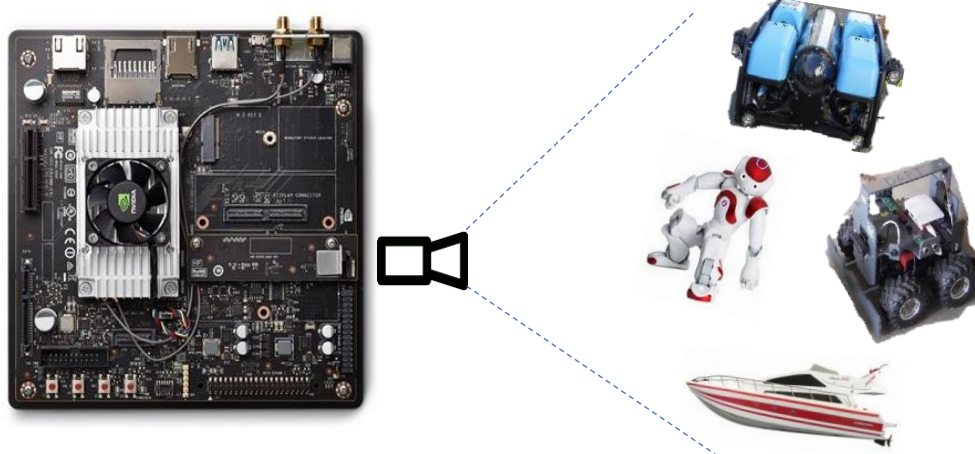
Nous avons suivi deux modules à l'ENSTA Bretagne qui ont participé à la réalisation du projet.

Le premier est le Computer Vision : celui-ci utilise la caméra d'un système tandis qu'un autre système réalise le traitement d'images. Cette technologie existe depuis de nombreuses années. Elle permet au robot de suivre un objet ou une couleur vraiment simpliste. En complément, elle exécute l'automatique associé comme une trajectoire de conduite.

Dans un second temps, nous avons suivi un module d'intelligence artificielle. Il nous a aidé à nous familiariser avec cette méthode d'apprentissage. Là où le computer vision impose une limite dans la forme et une couleur simpliste, l'intelligence artificielle est apte à apprendre un modèle avec des centaines, voire des milliers de photos de l'objet. Une fois, l'apprentissage acquis de la machine, le système est apte à localiser sur une image l'emplacement de l'objet.

Présentation du projet

Ces dernières années, le monde de la technologie, a été marqué par l'intégration de Machine Learning à réseau de neurones dans de nombreux systèmes, plus communément nommés intelligence artificielle. Nous voulions avec l'aide de notre professeur de l'ENSTA Bretagne intégrer la puissance de l'intelligence artificielle à bord d'un système embarqué d'une mini voiture ou un mini sous-marin autonome. Le principe était le suivant : acquérir les images de la webcam, puis les traiter via une intelligence artificielle et enfin, détecter la présence de robots le tout avec une carte de développement JETSON de la marque NVIDIA.



DART ?

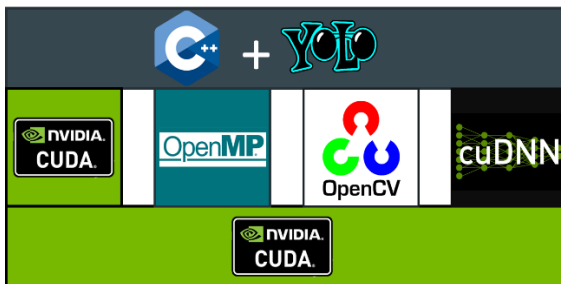
NAO ?

UUV ?

YACTH ?

(...) ?

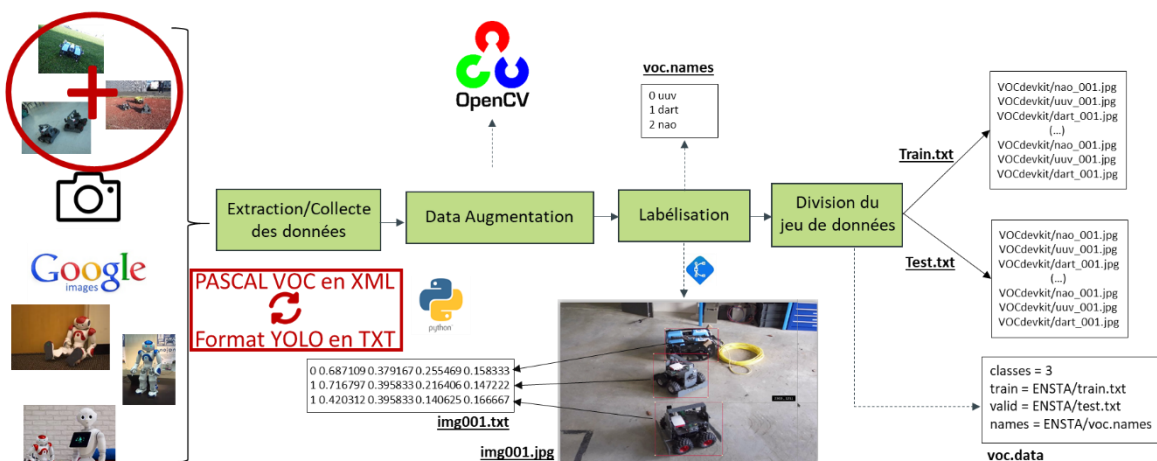
La carte JETSON de NVIDIA ne consomme pas beaucoup d'énergie (seulement 8 watts) ceci est parfait pour des systèmes embarqués sur batterie. Cette qualité impute directement sur la puissance de calcul de la carte en réduisant drastiquement les performances. Elle possède une architecture très proche de la Nintendo Switch. Il était donc évident pour optimiser notre réseau de neurones qu'il fallait à tout prix migrer l'ensemble des calculs sur la très performante carte graphique. Cette carte graphique est apte à faire de multiples calculs simultanément avec la technologie CUDA. Ainsi, elle a géré : le parallélisme avec OpenMP, les réseaux de neurones de NVIDIA avec CuDNN, un traitement d'images accéléré avec OpenCV, et surtout l'algorithme YOLO d'intelligence artificielle. Nous avons pu tester le logiciel avec des objets pré-implémentés par l'algorithme YOLO. Nous avons obtenu une détection jusqu'à 30 images par seconde avec la webcam. Un score plus qu'honorable avec un si petit matériel.



Apprentissage

Nous souhaitons, à présent, faire une détection similaire mais avec nos propres modèles : les robots de l'ENSTA Bretagne.

Dans un premier temps, nous avons dû prendre de nombreuses photos de l'ensemble des robots de l'ENSTA Bretagne en prenant des photographies sous tous les angles ou en les récupérant sur internet. Après quelques multiplications des images avec des filtres, ce n'est pas moins de 12000 images qui ont été intégrées dans la base de données d'apprentissage.

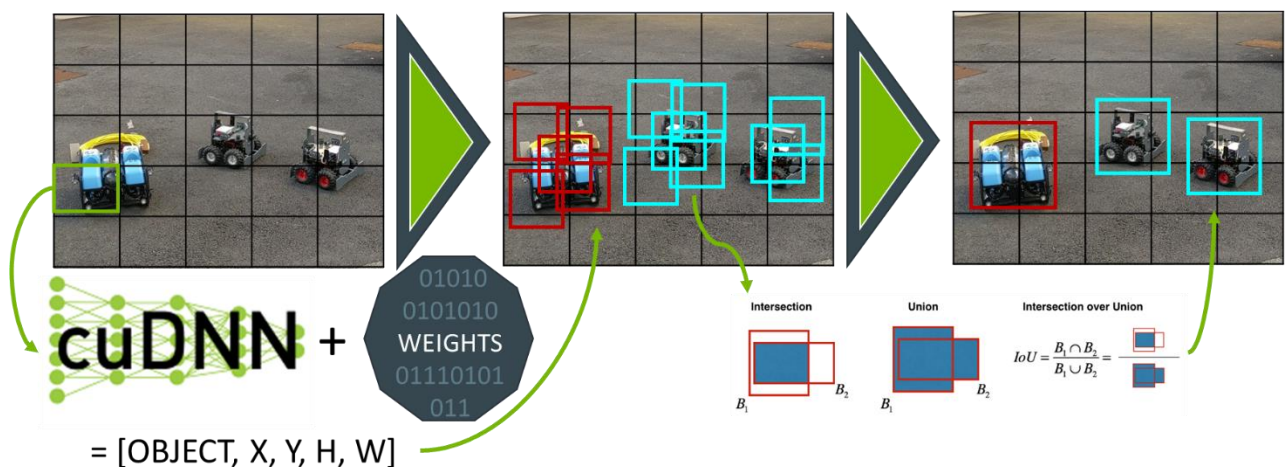


La phase d'apprentissage demande beaucoup plus de calculs que l'exécution de l'algorithme. Il était donc nécessaire de réaliser cette tâche, non pas sur la carte JETSON, mais sur un super-calculateur mis à disposition à l'ENSTA Bretagne. Nous sommes passés de 5 jours à 30 minutes pour exporter les premiers résultats du noyau d'apprentissage "weights".

A présent, nous possédons un noyau avec les modèles de robots de l'ENSTA, nous pouvons exécuter l'algorithme YOLO pour la détection de robot avec notre carte JETSON et sa caméra intégrée.

Exécution

Le système d'intelligence artificielle de YOLO fonctionne avec CUDA en générant un réseau de neurones par produit de convolution (cuDNN). L'algorithme va analyser des petites parties de l'image et va le comparer aux « weights ». Les « weights » comportent les informations sur les modèles et objets appris, c'est en quelque sorte le noyau généré par le super ordinateur. La carte sera donc apte à savoir si oui ou non, le petit carré possède une ressemblance à un objet et l'encadrer dans une boîte. Si plusieurs boîtes se chevauchent, un second algorithme va uniformiser notre carré de détection.



Nous avons une vidéo de démonstration ci-dessus :

<https://www.youtube.com/embed/gL8K7a6fVKI>

Conclusion

Ce projet a été une vraie expérience dans le domaine de l'intelligence artificielle et du système embarqué. C'est un défi de réaliser de si gros calculs sur une architecture de Nintendo Switch et le résultat a été bien au-delà de nos espérances. Malheureusement, nous n'avons pas eu le temps d'intégrer le système à bord d'un véhicule de modélisme. Mais nous ne doutons pas un instant que notre tuteur de projet s'en chargera.

Pour en savoir plus

Le projet est à disposition en open-source sur :

- <https://gitlab.ensta-bretagne.fr/calvezto/deepdart>
- <https://github.com/TonyCalvez/DEEPPDART>

Les vidéos du projet sont à disposition sur YouTube :

- <https://www.youtube.com/watch?v=9srzOEAAiFU>
- <https://www.youtube.com/watch?v=RwMnwqCyEpw>

- <https://www.youtube.com/watch?v=gL8K7a6fVKI>