



Thématique : Sécurité / Défense

FruglA

Règlement du challenge IA

Sponsor : Thales SIX GTS France

THALES

Fiche d'identité du Challenge

ELEMENTS CLES DU CHALLENGE

Nom du sponsor : Thales SIX GTS France

Statut juridique : SAS

Type de structure (PME / ETI /GE etc.) : GE

CONTACT POUR LE CHALLENGE

Contacts des animateurs de la thématique concernée Andrei STOIAN, Thierry LAMARQUE, Christian LOUIS

Fonction : Experts IA et Vision par Ordinateur

Numéro de téléphone : 01 69 41 57 03

RESUME DU CHALLENGE

FrugIA propose de traiter la problématique de la frugalité des données disponibles pour entraîner un algorithme d'IA. En effet, dans le domaine du renseignement militaire, se pose la question de la détection d'objets relativement rares, pour lesquels peu d'exemples sont disponibles. FrugIA doit permettre d'élaborer dans ce contexte de faible disponibilité en données, un algorithme à base d'apprentissage pour la détection d'objets dans des images aériennes, destiné à la plateforme MINDS de Thales.

Sommaire

1.	CONTEXTE ET OBJECTIFS DU CHALLENGE.....	4
2.	ETAT DE L'ART DE LA SOLUTION ACTUELLE ET CHALLENGE A RESOUDRE	4
3.	RESULTATS ATTENDUS.....	5
4.	JEUX DE DONNEES A DISPOSITION ET EQUIPE MOBILISEE PAR LE SPONSOR.	6
5.	COMPETENCES ET ENGAGEMENTS DU SPONSOR	6
6.	DEROULEMENT DU CHALLENGE.....	7
7.	EXIGENCE ET CRITERES DE SELECTION*	8
8.	RESTITUTION DU CHALLENGE.....	8
9.	PERSPECTIVES ET RETOMBEEES POSSIBLES DU CHALLENGE POUR LE LAUREAT	8

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU CHALLENGE

Grâce à son expertise dans les techniques les plus avancées des domaines de l'analyse de données d'origines diverses, Thales est en mesure d'accompagner les Etats de façon optimale dans leur lutte contre l'évolution des menaces. Dans ce contexte, les besoins d'exploitation des données d'origine image ne cessent de croître avec la multiplication des capteurs (satellites, aériens, déployés au sol) et nécessitent des outils de traitement avancés pour adresser les enjeux liés au volume et à la diversité des sources. Dans un monde de surabondance d'informations, la plateforme MINDS/SAIM permet donc de cibler la donnée pertinente à traiter et d'identifier les menaces, grâce à des outils les plus évolués basés entre autres sur l'Intelligence Artificielle (IA).

Aujourd'hui, des systèmes de détection automatique d'objets existent et commencent à être largement déployés (Google Lens, Clarif.ai, etc.). Ils sont basés sur la vision par ordinateur et l'apprentissage automatique (ML) ou profond (DL). Ces approches donnent des bons résultats sur des images lorsqu'un grand nombre d'instances d'objets est utilisé à l'apprentissage, comme il a pu être vérifié, dans un contexte d'images satellite par les challenges DOTA¹ et xVIEW². Or, dans le domaine du renseignement militaire, en analyse d'images satellite ou aéroportées, malgré le fait qu'on dispose d'une très grande quantité de données brutes, on se trouve la plupart du temps dans une situation où l'on cherche à **détecter des objets qui sont rares**. Pour ces objets on ne dispose que de très peu d'exemples, et les objets sont souvent de petite taille par rapport à la taille des images.

L'objectif de ce challenge sera donc de proposer un algorithme d'apprentissage frugal pour la détection d'objets rares sur des images aériennes, destiné à la plateforme MINDS. L'idée est de proposer une approche innovante qui prenne en compte ce contexte de frugalité (rareté des exemples d'apprentissage) pour entraîner l'algorithme.

2. ETAT DE L'ART DE LA SOLUTION ACTUELLE ET CHALLENGE A RESOUDRE

Ce challenge se place dans le contexte de l'analyse des images satellite et aériennes pour le renseignement basé image. Son objectif est la création d'un système d'apprentissage frugal de détecteurs d'objets d'intérêt pour ce type de renseignement. La spécificité de ces objets est leur taille réduite dans l'image (en surface « pixellique »), leur faible nombre, la variété des conditions de luminosité d'acquisition ainsi que les différents défauts d'acquisition (bruit, flou, etc...).

Pour pouvoir démontrer cette capacité, le système devra produire un détecteur d'objets avec peu d'exemples (instances d'objets) annotés. Le détecteur ainsi produit sera validé en collaboration avec le Sponsor en l'appliquant sur un ensemble d'images qui sont transmises au Lauréat à la fin du challenge, lors d'une démonstration finale d'évaluation. Le prototype du système d'apprentissage sera démontré par le Lauréat à la fin du challenge dans les locaux de Thales, sur une machine que le lauréat fournira. L'objectif du Sponsor est de construire une collaboration avec le lauréat qui pourrait éventuellement aboutir à l'intégration du prototype dans SAIM/MINDS. Cette collaboration aurait comme point de départ cette démonstration/PoC à la fin du challenge ainsi que la restitution d'un rapport sur les résultats.

Le détecteur qui est produit par le système d'apprentissage peut être dérivé d'un autre détecteur générique. L'architecture de l'algorithme de détection pourra être une architecture déjà connue (Faster-RCNN, YOLO) ou bien nouvelle (développée par le Lauréat), s'appuyant sur des méthodes machine learning.

¹ <https://captain-whu.github.io/DOTA/dataset.html>

² <http://xviewdataset.org/>

Le lauréat devra être en mesure de prouver qu'il a respecté le contexte de frugalité des données. Ainsi il est interdit d'introduire, à partir de sources ouvertes, des exemples supplémentaires des objets rares qu'on cherche à détecter. Il est par contre possible d'ajouter des données supplémentaires de tout autre type d'objet, par génération d'images de synthèse, par génération statistique de nouveaux exemples (ex : par GAN), par transformation des images d'entrée, etc. De plus, le lauréat peut s'appuyer sur des bases ouvertes type DOTA ou xVIEW pour améliorer ses performances.

Les données transmises au lauréat pendant le challenge ne sont pas classifiées.

Deux exemples de cas d'usage:

1. A partir de quelques (10-20..100) exemples, détecter des types de véhicules tels que des véhicules blindés légers, des camionnettes Toyota et des 4x4 Hummer, etc. Le détecteur pourra être dérivé d'un détecteur générique de voitures appris sur un grand ensemble d'images satellite.
2. Un détecteur spécialisé pour des avions militaires, faisant la classification fine de modèle d'avion. Ce détecteur peut être dérivé d'un autre initialement appris sur des données ouvertes contenant un grand nombre d'avions. Des exemples d'avions des deux types sont présentés en Figure 1 et Figure 2.

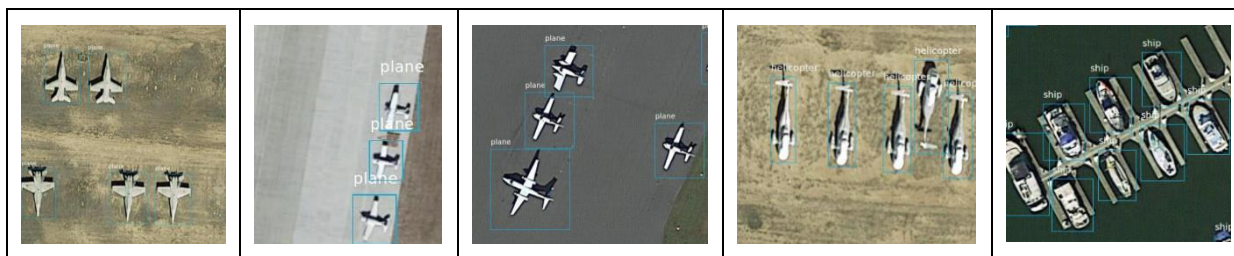


Figure 1 : Objets communs annotés dans des images satellite « source ouverte »

Capteur différent	Objet rare (avion U2)	Objet rare (drone Reaper)	Capteur et point de vue différent	Capteur et point de vue différent

Figure 2 : Nouveaux objets à détecter et spécificités d'acquisition

3. RESULTATS ATTENDUS

Le code de mesure de performance sera mis à disposition des Lauréats. Il faudra donc que ceux-ci stockent les sorties de l'algorithme dans un format qui sera spécifié par Thales. La mesure de performance sera la 'Average Precision @ IoU 0.5' qui sera calculée pour chaque type d'objet.

Actuellement, il est nécessaire d'avoir entre 3000 et 5000 exemples pour détecter des objets rares issus d'images aériennes. Il est attendu à la fin des travaux un système d'apprentissage frugal qui produira un algorithme de détection (architecture, paramètres et hyper-paramètres) ainsi que les détections obtenues par cet algorithme sur un jeu de 100 exemples.

On cherchera idéalement un système qui peut permettre cet apprentissage frugal dans l'espace de quelques heures. Néanmoins, si cela s'avère insuffisant et que le lauréat est prêt à fournir une

machine pendant quelques jours pour la démonstration finale, nous n'imposerons pas de contrainte de temps d'apprentissage.

En terme de taux de détection d'objets, l'objectif est de l'améliorer par rapport à une méthode 'naïve' c'est-à-dire un apprentissage par transfert d'un détecteur de type YOLO ou Faster-RCNN.

4. JEUX DE DONNEES A DISPOSITION ET EQUIPE MOBILISEE PAR LE SPONSOR

Le challenge se base sur des données ouvertes déjà annotées ou provenant de moteurs internet d'indexation d'images satellite. Les images ainsi collectées seront structurées dans plusieurs jeux de données, utilisés lors des différentes phases du challenge.

Des jeux de données d'apprentissage et évaluation seront mis à disposition du Lauréat :

- A. Dataset apprentissage avec grande quantité de données : un grand ensemble d'images satellite avec des annotations pour des objets communs (voitures, bateaux, avions). Les annotations seront des boîtes englobantes alignées aux axes (x, y, longueur, largeur) accompagnés du type d'objet, en format XML ou CSV.
- B. Dataset apprentissage 'frugal' : quelques images contenant des nouveaux objets d'intérêt (ex : avions Su-27, F-15, U-2, SR-71, missiles : SA3, Patriot, navires : sous-marins, corvettes, etc., tels que ceux dans la Figure 2). Les images de l'ensemble B ne proviennent pas forcément du capteur qui a permis d'acquérir les images A. Elles n'ont pas forcément le même point de vue, ni la même résolution (en cm/pixel) et sont acquises dans des environnements différents.
- C. Dataset apprentissage frugal pour évaluation du prototype : un nouvel ensemble réduit d'images satellite ou aériennes (10-20) contenant des objets différents de ceux de l'ensemble B (tels que ceux dans la Figure 2). Un nouvel ensemble d'images sera mis à disposition du Lauréat à la fin du challenge lors de la démonstration finale. Les Lauréats auront un temps limité (entre quelques heures et quelques jours) pour appliquer la méthode d'apprentissage 'frugal' développée pour créer un algorithme de détection des nouveaux objets.

Moyens d'expérimentation : Les moyens d'expérimentation seront ceux des Lauréats, aucune capacité de calcul ne sera mise à disposition par Thales. Les Lauréats seront libres de choisir leur environnement de travail (logiciels, langage de programmation, « frameworks », etc...).

Le code de mesure de performance sera mis à disposition des Lauréats. Il faudra donc que ceux-ci stockent les sorties de l'algorithme dans un format qui sera spécifié par Thales. La mesure de performance sera la 'Average Precision @ IoU 0.5'³ qui sera calculée pour chaque type d'objet.

5. COMPETENCES ET ENGAGEMENTS DU SPONSOR

Depuis de nombreuses années, Thales est un acteur majeur du développement et de la mise en œuvre d'approches d'intelligence artificielle. C'est d'ailleurs, au même titre que la connectivité, le big data et la cybersécurité, l'un des quatre piliers du plan de Transformation Digitale du Groupe. L'effort de Thales en intelligence artificielle correspond aujourd'hui à environ 200 chercheurs et ingénieurs, et devrait encore croître à court terme pour atteindre les 400 personnes, dont les trois quarts en France (plus particulièrement sur le plateau de Saclay) et environ un quart au Canada dans le laboratoire de R&D CortAlx.

³ Des explications sur cette mesure de performance peuvent être trouvées sur https://medium.com/@jonathan_hui/map-mean-average-precision-for-object-detection-45c121a31173

Dans le domaine de l'analyse d'image, la maturité de l'IA est admise par le marché. Il est donc logique que la feuille de route de la solution de renseignement image MINDS/SAIM intègre de plus en plus de fonctionnalités d'aide à l'interprétation et à l'analyse d'image grâce à des algorithmes d'apprentissage automatique (machine learning). L'intégration de capacités de « frugal learning » sera un vrai différentiateur pour la solution MINDS/SAIM.

Une équipe constituée de plusieurs experts techniques, dont au moins un représentant de la ligne de produit Thales en charge du développement de MINDS/SAIM, sera mobilisée pour le suivi de ce challenge.

Sur nombre de marchés, Thales se positionne également comme intégrateur de solutions et algorithmes tierces (COTS). Ainsi l'entreprise a une forte expérience dans la mise en place d'évaluations et de PoCs (Proof Of Concept) dans lesquels interviennent des PME, tout en veillant à ce que les contraintes de propriété intellectuelle de chacun des partenaires soient respectées. Ainsi les protections de propriété intellectuelle que le Lauréat propose seront discutées au démarrage du challenge.

6. DEROULEMENT DU CHALLENGE

La durée globale du travail avec le lauréat du challenge est de 9 mois. Cette période démarrera à une date T0 convenue avec le lauréat.

Le prototype attendu est un système d'apprentissage **frugal**. Il sera basé sur des logiciels Deep Learning ou Machine Learning open-source, disponibles sur internet. Il devra pouvoir être mis en œuvre sous le système d'exploitation Linux (ex : Ubuntu 16.04).

A la fin du challenge, le lauréat devra faire une démonstration de son système dans les locaux de Thales, sur des données (nouveaux types d'objets) qui lui seront fournies au début de la démonstration (ensemble C, décrit dans la section 5).

Entrées: Le système d'apprentissage permettra à un utilisateur de donner en entrée des images de grande taille (ex : 5000 x 5000 pixels) ainsi que leurs annotations (fichiers XML ou CSV contenant la liste d'objets, leur type et localisation).

Deux phases se distinguent dans le fonctionnement du système prototype:

Phase 1 - Démarrage : apprentissage « classique », avec beaucoup de données

Mois 0 à 2 - Le système prendra en entrée les données de l'algorithme de détection d'objets 'communs' (du jeu de données A – voir la section 5). Le résultat de ce système est un algorithme de détection (ayant une architecture des paramètres et des hyper-paramètres). On appliquera cet algorithme sur un jeu de données de test pour évaluer ses performances.

Phase 2 - Apprentissage frugal:

Mois 2 à 9 - Le prototype, pour générer l'algorithme de détection des nouveaux objets, ne nécessitera pas l'accès aux données de la phase 1. Il prendra dans cette phase seulement des données telles que celles des jeux de données B et C (décrit dans la section 5) mais peut également avoir comme entrée les paramètres de l'algorithme issu de la phase prototype 1.

Des réunions de suivi bimensuelles (dont certaines par téléphone) seront prévues pendant cette phase pour faire le point sur l'avancement du lauréat. Ainsi à T0+7 mois une première démonstration peut être prévue chez le sponsor pour itérer sur la restitution finale et le PoC.

Mois 9 – Présentation des résultats et démonstration finale

Sorties pour les deux Phases: Le système d'apprentissage frugal produira un algorithme de détection (architecture, paramètres et hyper-paramètres) ainsi que les détections obtenues par cet algorithme sur un jeu d'images.

7. EXIGENCE ET CRITERES DE SELECTION*

La frugalité des données est l'aspect central du challenge. Ainsi, dans la sélection, une importance particulière sera donnée à l'innovation de la part du lauréat dans l'adaptation de méthodes de Machine/Deep learning actuelles dans le contexte de la frugalité des exemples des nouvelles classes.

Cette innovation peut être justifiée par exemple par l'expérience passée du lauréat dans le domaine, ou par des références à des articles scientifiques.

On notera que l'apprentissage frugal est un domaine dont la maturité technologique est faible. Ainsi, le fait de ne pas obtenir des très bonnes performances de détection des objets rares n'est pas rédhibitoire. Une attention particulière du sponsor sera apportée au lauréat proposant des solutions en rupture.

8. RESTITUTION DU CHALLENGE

Toutes les protections de savoir-faire/PI pourront être discutées et mises en place avec le lauréat.

Interface Homme Machine (IHM) :

Le prototype peut avoir une IHM, soit en ligne de commande, soit graphique. L'IHM n'est pas importante, le minimum d'IHM nécessaire peut être réalisé afin de visualiser les résultats.

Démonstration finale :

Une démonstration finale sera faite par le lauréat à la fin du challenge dans les locaux de Thales. Ainsi le lauréat installera son prototype sur une machine qu'il pourra amener le jour de la démonstration dans les locaux de Thales. Le sponsor fournira ce jour-là un ensemble d'images (C) contenant des nouveaux objets à détecter et le lauréat fera la démonstration de son prototype en apprenant sur place un détecteur et en visualisant les résultats sur une partie de C.

Courbes de performances :

Pour cette évaluation, le sponsor fournira des données contenant plus de 100 exemples des nouveaux objets. Le lauréat devra également produire un graphique montrant les performances de détection pour des apprentissages à partir de 20, 40, 60 ... 100 exemples. La dynamique de ces résultats est importante pour comprendre la capacité du prototype à généraliser par la suite dans un éventuel déploiement dans des contextes opérationnels.

9. PERSPECTIVES ET RETOMBÉES POSSIBLES DU CHALLENGE POUR LE LAUREAT

Le challenge présente principalement un enjeu technique : la mise en place d'un système d'apprentissage frugal pour la détection d'objets. Cette technologie, qui fait actuellement l'objet de recherches académiques conséquentes, a un fort potentiel industriel dans le domaine de la Défense mais également dans le domaine civil où l'on rencontre souvent des difficultés dans l'introduction de l'IA dans les produits à cause du manque de données pertinentes.

A la fin du challenge il sera possible de discuter avec le sponsor les éventuels moyens de continuer la collaboration sur cette technologie en vue de la mener vers une industrialisation dans le produit SAIM/MINDS.

Les besoins de Thales dans l'apprentissage frugal ne se limitent pas aux applications défense mais peuvent être très divers. Ainsi le lauréat sera libre de proposer sa technologie à toutes les Activités Mondiales de Thales, en particulier les entités transport et imagerie médicale.

Le développement d'un système d'apprentissage frugal permettra ainsi au Lauréat de :

- Elargir sa clientèle : en répondant mieux aux besoins des entreprises de la Défense et au-delà, le Lauréat pourra montrer une expérience d'apprentissage frugal dans le domaine de la Défense et aura un fondement technique pour appuyer son offre de produits. Il pourra, en répondant au challenge, améliorer ses outils internes de création d'algorithmes, en les rendant plus efficaces et moins « gourmands » en données. Ceci est potentiellement un atout pour le Lauréat dans la réponse à de futurs appels d'offres, en réduisant les délais de réalisation de solutions.
- Améliorer ou introduire des produits basés IA : La technologie développée pendant le challenge peut devenir une fonctionnalité supplémentaire d'un produit d'IA commercialisé par le Lauréat. De plus en plus d'entreprises proposent des produits qui servent à la création d'algorithmes personnalisés d'IA. Ces entreprises fournissent des outils d'annotation et d'apprentissage aux utilisateurs et certaines accompagnent également les clients dans l'identification des données, dans l'annotation et dans l'amélioration continue des algorithmes par le biais des outils fournis. L'introduction d'une fonctionnalité d'apprentissage frugal fera baisser le coût de création d'algorithmes pour les clients du Lauréat et donc rendre le produit du Lauréat plus attractif.
- Améliorer ses compétences en R&D : Le Lauréat, à travers ce challenge, aura l'occasion de monter en compétence sur un domaine techniquement difficile et qui est pour l'instant l'objet d'études amont, à un TRL bas (2-3). Le challenge permettra au Lauréat de pousser cette technologie à un TRL plus élevé (5-6), en obtenant des compétences spécialisées et difficilement disponibles sur le marché. Le Lauréat aura de plus l'opportunité de travailler en étroite collaboration avec un laboratoire de recherche de THALES et ses partenaires académiques français, profitant ainsi de leur expérience.