
Applications de la vision artificielle images satellitaires et images de drones

Claude COULOMBE

Ph. D, entrepreneur, spécialiste des applications de l'IA
EurekIA / Lingua Technologies / UMontrealX / DataFranca



Conférence internationale IndabaX

27 octobre 2024

en mode hybride: ONAMA (Office National des Médias
Audiovisuels) N'Djamena, Tchad et la plateforme Teams

Objectif

Face à l'explosion des nouvelles connaissances, il y a lieu d'agir avec célérité pour nous assurer que le fruit des recherches en intelligence artificielle et en science des données soit diffusé dans la Francophonie mondiale.



Qu'est-ce que l'IA au juste et ce qu'elle n'est pas ?

Avec toutes les vagues technologiques on retrouve les mêmes exagérations. Aujourd'hui, le moindre programme informatique est de l'IA.

Beaucoup de logiciels informatiques très utiles ne sont pas de l'IA, comme la plupart des logiciels de gestion utilisant des bases de données structurées (SQL) comme un système de paie ou d'inventaire.

Les systèmes d'IA se distinguent généralement par le traitement de vastes quantités de données (données massives) et l'emploi de données non structurées comme des images, du texte libre, de la vidéo, des informations provenant de capteurs, etc. Certains y incluent la recherche opérationnelle.



Les données au cœur des applications de l'IA

« Foutaises en entrée, foutaises en sortie. »

En science des données, on utilise l'expression consacrée « Foutaises en entrée, foutaises en sortie. » (GIGO: Garbage IN, Garbage Out) pour insister sur l'importance d'avoir des données en quantité et en qualité.



Une révolution en marche

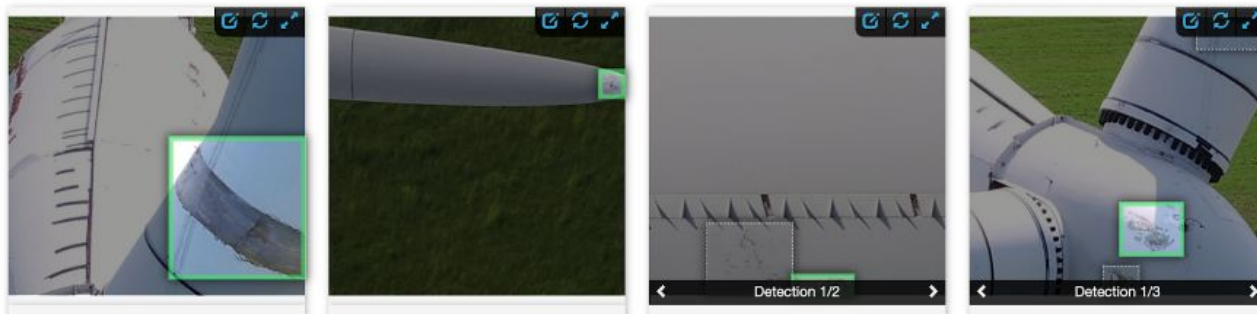
Parmi les technologies émergentes, la vision artificielle combinée aux objets connectés, aux drones et aux satellites présente le potentiel de nous amener à une exploitation plus intelligente des ressources naturelles.

Ceci s'inscrit dans un courant de société plus global qui vise à prendre de meilleures décisions par l'exploitation des données car « les données sont le nouveau pétrole ».



Qu'est-ce que l'apprentissage automatique?

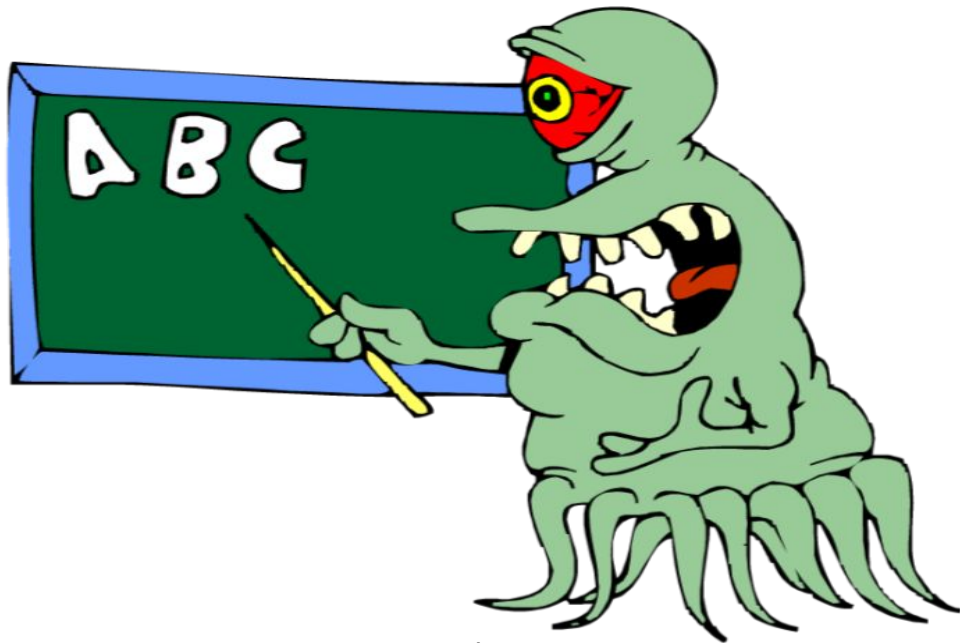
Au siècle dernier, pour réaliser un logiciel capable de reconnaître des défauts sur une éolienne, nous aurions codé à la main un ensemble complexe de règles qui tiennent compte d'attributs extraits de photos.



De nos jours, l'apprentissage automatique consiste à programmer un logiciel capable d'apprendre, par lui-même, à partir de données sans avoir à coder explicitement son comportement. Ici, l'IA apprend à reconnaître les défauts d'éoliennes à partir de photos annotées.



Démystifions la « magie » de l'apprentissage automatique



Source: Clipart.com



Algorithme d'apprentissage automatique supervisé

Tout comme un humain, un algorithme d'apprentissage apprend à partir de ses erreurs qu'il cherche à minimiser.

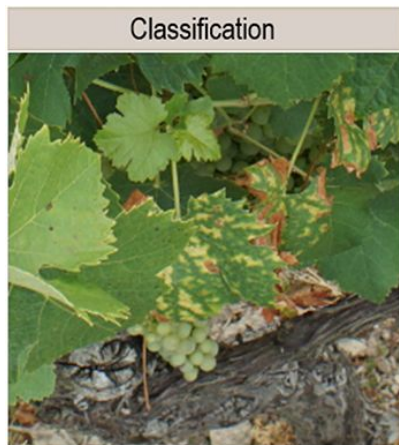
1. Des données, **beaucoup de données**...
2. Un **modèle prédictif**, avec beaucoup de **paramètres** (les fameux réseaux de neurones);
3. Un **algorithme d'optimisation** répété en boucle pour chaque donnée;
 - **Calcul de l'erreur**
entre la prédiction du modèle sur la donnée et la vraie valeur;
 - **Correction de l'erreur**
en modifiant les **paramètres** du modèle;

À la fin on obtient un **modèle avec ses paramètres bien entraînés**

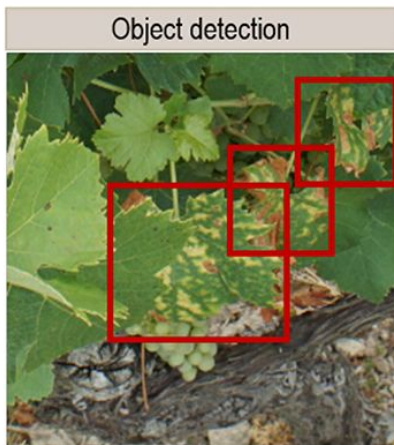


Application de la vision artificielle

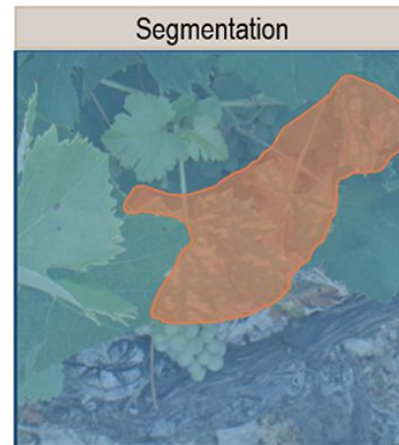
Un logiciel d'apprentissage automatique est entraîné de manière supervisée pour identifier des plants de vigne atteints de la maladie de l'Esca, un champignon parasite. Pour entraîner un programme d'IA à reconnaître si une feuille de vigne est saine ou malade, il faut lui fournir des milliers d'images de feuilles saines et de feuilles malades.



Esca



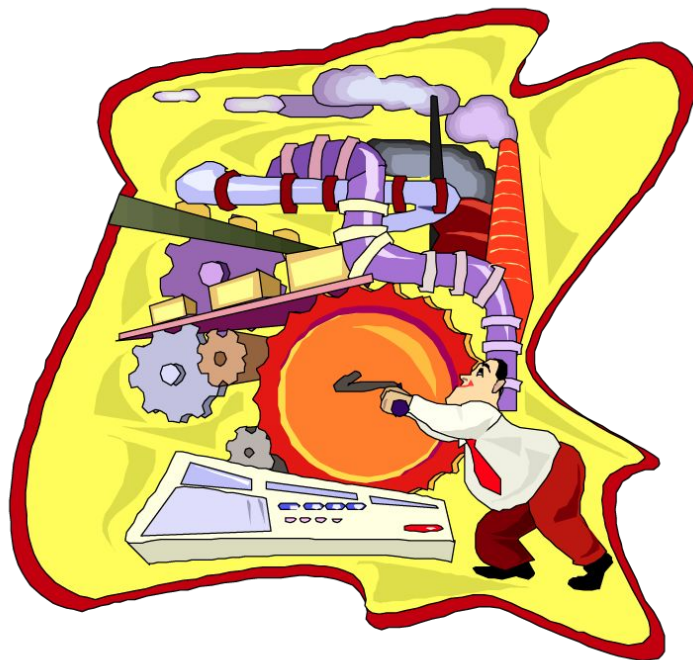
 Esca



Esca :  Positive  Negative



Des exemple concrets d'applications de l'IA



Source: Clipart.com



SAMI 4.0, le robot intelligent qui cueille des brocolis



Sami Agtech
Varennnes, Québec



Application mobile - identification des maladies du manioc

NURU - Kenya



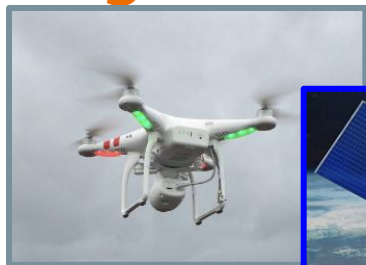
La vision artificielle est partout

- Agriculture / agritech:
 - Images de drones, de satellites, applications mobiles;
 - Diagnostic de maladies de plante, de sécheresse, d'insectes ravageurs;
 - Surveiller des récoltes, des troupeaux;
- Environnement:
 - Inventaire / surveillance de populations animales;
 - Détection du braconnage (images, sons);
- Foresterie:
 - Inventaire forestier;
 - Reboisement en plantant des arbres avec des drones;
 - Surveillance des feux de brousses;
- Pêche:
 - Inventaire des espèces de poissons à travers les saisons;
 - Identifier / compter des larves.;



Principales sources d'images

- Caméras / téléphones mobiles;
- Capteurs et objets connectés;
- Drones;
- Images satellitaires;
- Répertoires publics de données;
- Moissonnage de données sur la Toile;
- Services en ligne / IPA (en anglais API);
- Bases de données;
- Logiciels « sur mesure » de collecte de données;
- Simulations / images de synthèse...



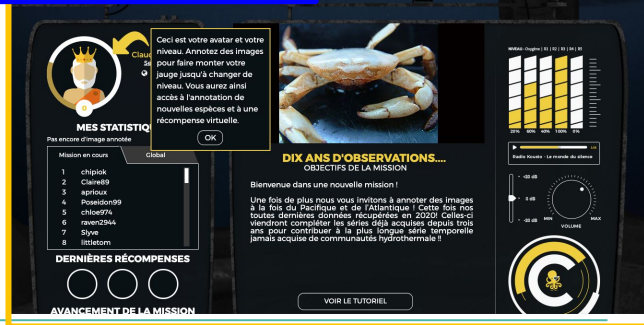
Camera



Radar



LIDAR



Caméras

La démocratisation de la vision artificielle s'explique par l'abondance d'images grâce à la prolifération de caméras numériques bon marché comme celles de nos téléphones intelligents, les caméras de surveillance fixes et les caméras embarquées sur des drones ou des véhicules.

Les caméras multispectrales et hyperspectrales permettent une haute résolution spatiale tout en faisant l'acquisition des données à différentes longueurs d'onde du spectre électromagnétique, typiquement du proche infrarouge au visible.

En agriculture et en foresterie, l'imagerie multispectrale offre une vue unique des champs et des forêts avec des signatures caractéristiques (infrarouge et proche infrarouge) des différentes espèces végétales et de leurs conditions (hydratation, infestations d'insectes, maladies).

L'utilisation de caméras sensibles à la chaleur (rayonnement infrarouge) permet la détection d'un animal fiévreux ou d'une inflammation de la glande mammaire (mammite). On peut détecter des animaux la nuit en forêt ou des randonneurs égarés.



Radar et lidar

Le radar (Radio Detection And Ranging) émet activement des ondes électromagnétiques sous la forme d'impulsions dans le spectre micro-onde. Les ondes sont réfléchies par des obstacles. Le détecteur du radar reçoit ces échos réfléchis et un calculateur estime le temps de vol pour en déduire la distance et la direction des obstacles. Le radar permet d'obtenir des images de jour ou de nuit et ses signaux pénètrent à travers les nuages et la pluie. Un radar produit des images 3D.

Le LiDAR (LIght Detection And Ranging) - émet des faisceaux lasers (proche infrarouge) dans différentes directions par balayage. Les faisceaux lasers sont réfléchis par des obstacles. Le photorécepteur du LiDAR reçoit ces échos réfléchis et un calculateur estime le temps de vol pour en déduire la distance et la direction des obstacles. Un LiDAR produit des images 3D.



Utilisation de drones

Un drone ou véhicule aérien non-habité est ni plus ni moins qu'un « robot volant », le plus souvent un multicoptère équipé de caméras, donc également une machine de collecte de données autonome. Typiquement le drone n'est pas parfaitement autonome, il est téléguidé ou téléopéré par un pilote de drone. Certains drones peuvent également suivre un plan ou parcours établi à l'avance.

Les drones permettent de photographier, de filmer, de cartographier, d'inspecter là où vous ne pouvez aller physiquement, en produisant une grande quantité de données en temps réel. Typiquement un drone produit des images en haute résolution. Une autre caractéristique importante est que les drones facilitent l'acquisition de données géoréférencées. Cela dit, certains drones plus sophistiqués sont capables de tâches plus actives telles que l'épandage, le largage, ou la cueillette.



Téledétection de problèmes de culture et épandage ciblé



Drone des champs
Laval, Québec



Anatomie d'un drone

- châssis qui comporte de 4 à 8 bras (plastique, aluminium, fibre de carbone);
- système de propulsion qui comprend des moteurs, des hélices, des contrôleurs de vitesse et de direction;
- différents capteurs: position, vitesse, vent, altitude, etc.
- dispositif de géolocalisation par satellite (GPS) et parfois CTR (en anglais, RTK);
- réserve d'énergie, typiquement des batteries;
- contrôleur de vol qui comporte un ordinateur de bord, différents capteurs et un émetteur/récepteur radio assurant le lien entre le pilote et le drone;
- charge utile qui comprend des caméras, des appareils spéciaux (épandeur, collecteur d'échantillon, etc), ou encore des colis;
- Les drones peuvent aussi être équipés de caméras thermiques ou infrarouges, de caméras multispectrales, de radars et de LiDAR.
- La radiocommande du drone utilise un logiciel spécialisé sur une tablette ou son téléphone intelligent, ou un boîtier de contrôle du manufacturier avec manette et écran intégré.



Utilisations des drones

- **Agriculture:** Inspecter et cartographier des cultures, repérage de problèmes (sécheresse, inondation, maladies, mauvaises herbes, nuisibles), prélèvements, application ciblée de pesticides;
- **Arpentage:** Cartographie 2D et 3D, calculs de distance, calculs de superficie, de volumes, de dénivelé;
- **Foresterie:** Inventorier, cartographier (plantation, abattage, déforestation, zones brûlées), surveiller des chantiers de coupe, surveiller les feux de brousse. Planter des arbres, restaurer des terrains;
- **Gestion et protection de la faune** Observer les animaux sauvages, inventorier flore & faune.
protection et conservation de la nature, surveiller les braconniers;
- **Inspection, surveillance et intervention:** dans les endroits difficilement accessibles ou dangereux;
- **Transport et livraison:** livrer des médicaments, du sang (Rwanda), des biens de première nécessité;
- **Cinéma, loisir, etc.**



Images satellitaires

Souvent gratuites, les images satellitaires dites de télédétection sont à la base d'un grand nombre d'applications. L'agence spatiale européenne offre un accès gratuit à des images, pour la Terre entière, en résolution de 10 mètres dans les bandes RVB et proche infrarouge tous les 5 jours.

Le traitement d'images satellitaires demande des connaissances de base des systèmes d'information géographique (SIG, en anglais GIS) et de la télédétection. Il fait intervenir des images très volumineuses en format JPEG, mais également dans des formats spécialisés comme les fichiers GeoTIFF (extensions .tif ou .tiff), un standard ouvert permettant d'ajouter des annotations et des informations de géoréférencement.



Conseils pratiques

Nous entrons dans une ère d'observation de la Terre à haute résolution et les données de télédétection sont des données massives (big data). À moins de se limiter à de petites parcelles de territoire, le traitement d'images de télédétection ou récoltées par drones implique de grandes capacités de stockage (plusieurs téraoctets) et de calcul avec plusieurs processeurs graphiques.

C'est pourquoi, je conseille de louer une infrastructure infonuagique (cloud computing) ou de sous-traiter afin de bien cerner ses besoins avant d'investir dans l'acquisition d'équipements coûteux.



Labo - utilisation des sols à partir d'images satellitaires

Ce laboratoire sur le traitement intelligent d'images satellitaires consiste à déterminer l'utilisation des sols à partir d'images satellitaires.

Nous utiliserons la plateforme Colaboratory ou plus simplement Colab de Google.

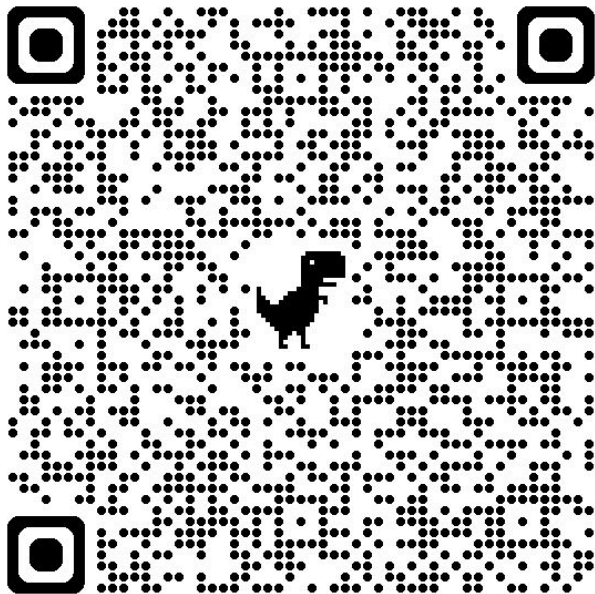
Pour travailler avec Colab, vous devez avoir un compte Google. Si ce n'est déjà fait, allez vous ouvrir un compte Google qui est gratuit: <https://accounts.google.com/signin>

Connectez-vous à votre compte Google, puis vous rendre sur cet hyperlien pour accéder à Google Colab: <https://colab.research.google.com/>

Cliquez sur cet hyperlien pour accéder au Carnet IPython du laboratoire:
[https://colab.research.google.com/github/ClaudeCoulombe/VIARENA/blob/master/Labos/Lab-Couverture Terrestre/ImagesSatellites-Classification-CouvertureTerrestre.ipynb](https://colab.research.google.com/github/ClaudeCoulombe/VIARENA/blob/master/Labos/Lab-Couverture%20Terrestre/ImagesSatellites-Classification-CouvertureTerrestre.ipynb)

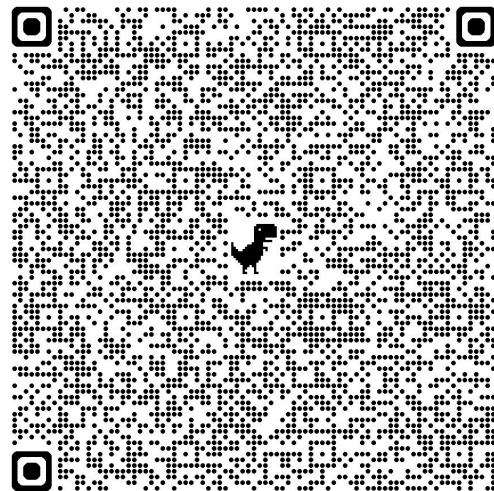


Labo - utilisation des sols à partir d'images satellitaires



Cours en ligne gratuit - VIARENA

Le cours « **V**ision **a**rtificielle et exploitation intelligente des **r**essources **n**aturelles », réalisé en collaboration avec le CÉGEP de Matane, le centre de transfert CDRIN et le soutien financier du MEI (Ministère de l'économie et de l'innovation du Québec), est déployé sur la plateforme UMontrealX EdX de l'Université de Montréal.



Conclusion

Faisons que l'intelligence artificielle et la science des données soient aussi africaines que le kola et Ubuntu. ;-)

