



UNIVERSITÉ DE COPENHAGUE

Cartographier des écosystèmes arboricoles avec des GPU

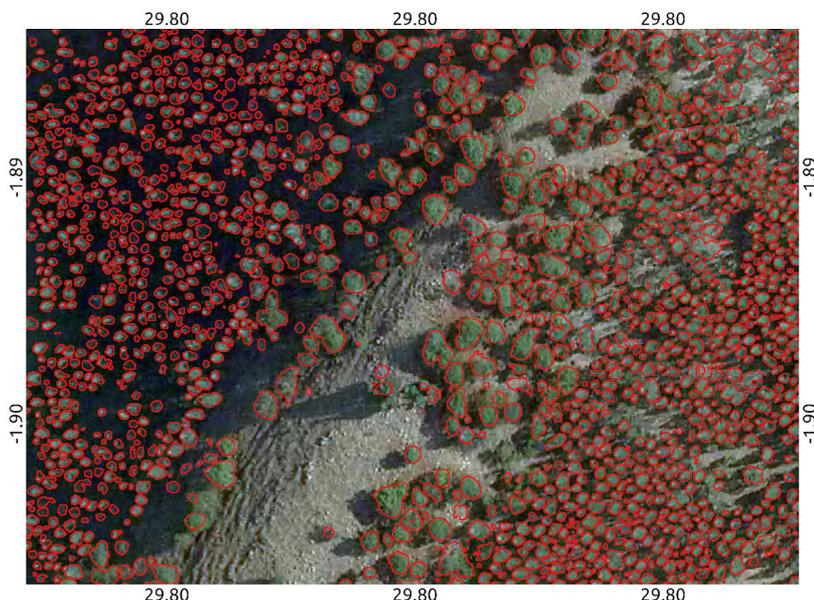
« Le réseau neuronal conçu pour ce projet comptait 32 millions de paramètres entraînaables. En utilisant des GPU NVIDIA via une approche CPU, nous avons pu accélérer l'entraînement jusqu'à 1 000 fois. Cela nous a permis d'entraîner et d'évaluer le système avec d'importants volumes de données. Nous connaissons très bien l'équipe de NVIDIA et nous travaillons en étroite collaboration pour mettre en œuvre d'importants services d'assistance, de logiciels et de services dans le domaine de nos projets de recherche. »

— **Michael Egesborg, Responsable** de la prestation de services, Université de Copenhague

La forêt offre une multitude de services à l'écosystème. Il s'agit notamment du stockage du carbone et des ressources alimentaires. Elle joue également un rôle crucial dans le maintien de la biodiversité de la flore, de la faune, des insectes et des animaux.

La majeure partie de l'intérêt public relatif aux arbres de la planète est consacrée aux seules forêts, c'est pourquoi les arbres en dehors des forêts ne sont pas bien documentés. Les arbres individuels sont particulièrement importants dans les zones sèches, qui recouvrent environ 40 % de la surface terrestre en raison de l'absence de grandes forêts à frondaison fermée dans ces zones.

L'Université de Copenhague (UCPH) utilise des modèles de Deep Learning pour surveiller les propriétés de l'écosystème, par exemple le nombre d'arbres, à l'échelle mondiale, afin d'étudier leur rôle dans l'atténuation du changement climatique, la dégradation de l'environnement et la pauvreté.



UNIVERSITY OF
COPENHAGEN



L'Université de Copenhague utilise des GPU NVIDIA pour entraîner des modèles de Deep Learning afin d'identifier les arbres en dehors des forêts (TOF).

DOMAINE

> Géoscience

DÉFI

- > Les arbres en dehors des forêts ne sont pas bien documentés, mais ils jouent un rôle crucial dans la biodiversité.
- > Grande variabilité de l'aspect des arbres et des arbustes, et des conditions climatiques.

RÉSULTATS

- > Grâce à l'imagerie satellitaire, 1,3 million de kilomètres carrés ont été analysés dans les zones arides d'Afrique de l'Ouest, où 1,8 milliard d'arbres ont été cartographiés en dehors des forêts traditionnelles.
- > L'utilisation des GPU a permis d'obtenir des résultats environ 1 000 fois plus rapides qu'avec des CPU
- > De précédentes études prévoiaient une frondaison de 0 % ; l'UCPH a constaté une frondaison de 3 % et une densité d'arbres de 13,4 arbres par hectare
- > Cette approche va changer la façon dont les écosystèmes mondiaux sont suivis, modélisés et gérés

Solution NVIDIA

Grâce aux images satellite haute résolution de 1,3 million de kilomètres carrés de terres arides d'Afrique de l'Ouest, l'UCPH a pu cartographier l'emplacement et la taille de 1,8 milliard d'arbres, ainsi que leur frondaison respective grâce à des modèles de Deep Learning.

Les arbres et les arbustes des zones arides peuvent être particulièrement difficiles à identifier en raison de la grande variabilité de leur apparence et des conditions climatiques sur des zones aussi vastes.

Pour cette tâche, les chercheurs de l'UCPH ont utilisé des images satellite orthorectifiées et optimisées contenant la bande panchromatique et l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI). Les images ont été prises pendant la saison sèche, pour capturer des plantes ligneuses photosynthétiquement actives avec des valeurs NDVI élevées.

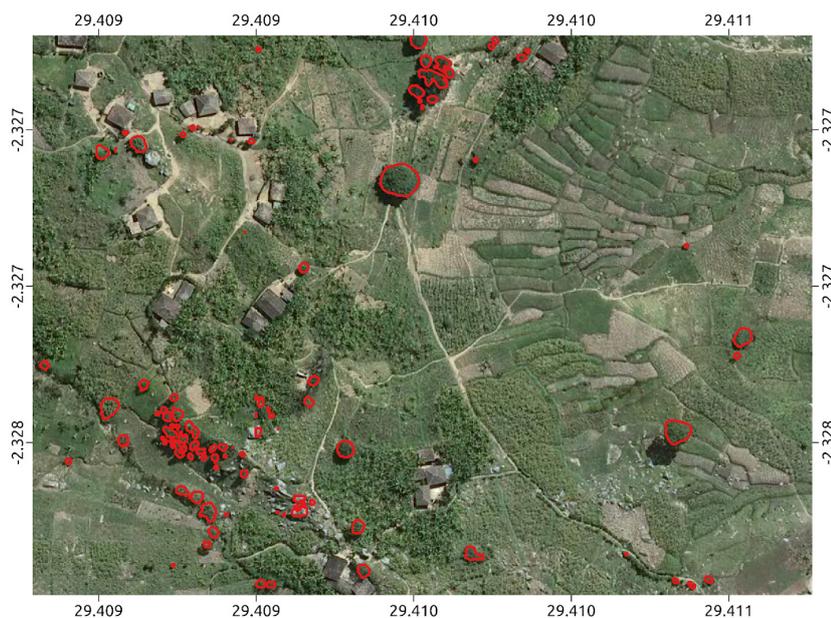
Dans la zone sélectionnée, les chercheurs de l'UCPH ont étiqueté manuellement 90 000 arbres individuels sur les images satellite, couvrant une grande variété de conditions environnementales et climatiques le long d'un gradient nord-sud.

Ces données ont ensuite été utilisées pour entraîner un réseau de neurones entièrement convolutif. Pour évaluer les performances, l'UCPH a comparé les résultats avec les données des études sur le terrain menées dans la même région et a trouvé une forte corrélation entre le nombre d'arbres et la frondaison globale ($r^2 = 0,89$).

Par rapport à l'utilisation d'un CPU, les GPU NVIDIA utilisés dans ce projet ont accéléré l'entraînement par un facteur d'environ 1 000. Les GPU ont été essentiels pour l'entraînement du réseau neuronal, qui contenait plus de 32 millions de paramètres entraînaibles. Ces gains de temps significatifs ont permis aux chercheurs d'ajuster les hyper paramètres du modèle pour obtenir des performances comparables à celles des études de terrain.

TECHNOLOGIE NVIDIA UTILISÉE

- > Cartes NVIDIA® DGX™ A100 PCI et HGX
- > NVIDIA RTX™ 8000



RÉSULTATS

Le système de l'UCPH a donné la première mesure précise des arbres individuels dans la zone du Sahara et du Sahel en Afrique de l'Ouest. On a constaté que le nombre d'arbres - mais pas nécessairement le stock de carbone (la quantité de carbone qui a été prélevée dans l'atmosphère et qui est désormais stockée dans l'écosystème forestier) - est plus élevé que prévu.

À l'aide de ces informations, l'UCPH pourrait étudier l'effet de différents facteurs tels que les précipitations annuelles moyennes, le type de sol, l'utilisation des terres et la proximité des établissements humains sur la répartition des arbres individuels.

Des études antérieures avaient prédit une frondaison de 0 % dans la majeure partie de cette zone, mais l'UCPH a constaté que la densité des arbres et la frondaison augmentent peu à peu en fonction des niveaux de précipitations.

DENSITÉ DES ARBRES EN FONCTION DES PRÉCIPITATIONS

ZONES HYPER-ARIDES (précipitations < 150 mm)	ZONES ARIDES (précipitations 150 – 300 mm)	ZONES SEMI-ARIDES (précipitations 300 – 600 mm)	ZONES SEMI-HUMIDES (précipitations 600 – 1 000 mm)
0,7 Arbre par hectare	9,9 Arbres par hectare	30,1 Arbres par hectare	47 Arbres par hectare

L'analyse de l'UCPH est désormais étendue afin de cartographier les arbres individuels dans de grandes parties du monde et de prévoir les stocks de carbone pour l'ensemble des zones sahariennes, sahéliennes et soudaniennes de l'Afrique. Cette approche va sans aucun doute conduire à des changements fondamentaux dans la façon dont les écosystèmes terrestres mondiaux sont surveillés, modélisés et gérés.

À propos de l'Université de Copenhague www.ai.ku.dk

L'Université de Copenhague (UCPH) a été fondée en 1479 et héberge aujourd'hui 37 500 étudiants et 9 000 employés. L'Université est très bien classée, puisque neuf prix Nobel et un prix Turing ont été décernés à des chercheurs de l'UCPH. Les départements impliqués dans ce projet collaborent au sein du centre SCIENCE IA, qui encourage l'excellence en matière de recherche IA à l'Université des sciences de l'UCPH, en mettant l'accent sur les collaborations interdisciplinaires.

Brandt, M., Tucker, C.J., Kariryaa, A. et al.
Un nombre inattendu d'arbres dans le Sahara et le Sahel d'Afrique occidentale. **Nature** **587**, 78–82 (2020).



En savoir plus

Découvrez les solutions de NVIDIA pour **l'enseignement supérieur et la recherche**.