

APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE,  
APPRENTISSAGE BIOLOGIQUE

## L'APPRENTISSAGE PROFOND DÉTECTE LA PNEUMONIE MIEUX QUE LES SPÉCIALISTES

***Des chercheurs ont créé un algorithme informatique qui peut détecter la pneumonie dans des images radiologiques avec plus d'exactitude que des radiologues d'expérience et dont la capacité de détection pour 13 autres pathologies est supérieure à celle d'un algorithme antérieur.***

### MOTS CLÉS

Radiographie, apprentissage profond, pneumonie, réseau neuronal, diagnostic médical

### OBJET DE L'ÉTUDE

Cette étude a mis à l'essai les capacités de ChexNet, un algorithme informatique d'apprentissage profond que les chercheurs ont entraîné pour détecter 14 maladies thoraciques par l'analyse d'images radiologiques. L'étude a pour objectif d'automatiser la détection de la pneumonie et d'autres pathologies thoraciques.

### CONTEXTE

Des algorithmes à base de réseaux neuronaux qui analysent des résultats d'imagerie médicale ont surpassé le jugement de spécialistes médicaux dans le diagnostic de plusieurs états qui menacent la vie, comme le cancer de la peau et les hémorragies. De nouveaux travaux menés par Andrew Ng, Boursier associé au sein du programme Apprentissage automatique, apprentissage biologique du CIFAR, ont permis la mise au point d'une technologie qui peut aussi diagnostiquer la pneumonie et 13 autres maladies thoraciques.

Chaque année, aux États-Unis, environ 50 000 personnes meurent d'une pneumonie. À l'heure actuelle, seuls les radiologues arrivent à diagnostiquer cette infection pulmonaire en examinant des images radiologiques du thorax des patients. Toutefois, selon une estimation de l'Organisation mondiale de la santé, les deux tiers des gens sur la planète n'ont pas accès aux outils

diagnostics adéquats ni aux ressources humaines nécessaires. Il s'agit d'un obstacle qui empêche de nombreuses personnes d'obtenir le diagnostic dont elles ont besoin pour traiter la maladie.

Toutefois, même si des radiologues sont disponibles, le diagnostic de certaines pathologies peut se révéler particulièrement difficile. Par exemple, la pneumonie se manifeste souvent avec d'autres pathologies et, sur une image radiologique, elle peut ressembler à certains états bénins.

Cette étude améliore certains réseaux neuronaux antérieurs par la création d'un algorithme apte à cerner des pathologies thoraciques avec un niveau d'exactitude qui surpasse celui de radiologues aguerris.

## CONCEPTION DE L'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE

Les chercheurs ont créé un algorithme informatique appelé CheXNet, un réseau neuronal convolutif à 121 couches, pour analyser les résultats de radiographies thoraciques frontales. L'extrait de CheXNet est un résultat positif ou négatif pour chacune des maladies en question, et une valeur de probabilité d'un diagnostic positif.

Pour entraîner, valider et mettre à l'essai leur modèle, les chercheurs ont exploité une base de données récente constituée de 112 120 radiographies thoraciques frontales de 30 805 patients souffrant de 14 maladies thoraciques différentes, y compris la pneumonie.

Pour chaque pathologie thoracique, les chercheurs ont divisé aléatoirement les images radiologiques en trois groupes : un premier groupe a servi à entraîner le réseau, un deuxième groupe a servi à la validation et un troisième groupe a servi à la mise à l'essai du réseau. Chacun des patients dans l'ensemble de données appartenait à un seul de ces groupes, même s'il avait contribué plusieurs images.

L'algorithme CheXNet est un réseau neuronal convolutif dense où les couches dans un bloc dense sont connectées à toutes les autres couches dans une configuration à propagation avant. Ces connexions denses ont amélioré le flux d'information à travers le réseau. L'algorithme utilise aussi la normalisation de

lot, un processus éprouvé pour accroître la vitesse et l'exactitude.

Après avoir entraîné CheXNet et validé les résultats, les chercheurs ont mis à l'essai leur réseau avec 420 images et ont comparé les résultats à ceux de quatre radiologues en exercice de l'Université de Stanford. Ces radiologues ont réalisé une analyse indépendante des mêmes images sans aucune connaissance préalable sur les patients ou l'ensemble de données. Les chercheurs ont codé un diagnostic posé par un humain ou par CheXNet comme étant correct s'il correspondait à celui de la majorité des radiologues.

Les chercheurs ont aussi modifié CheXNet pour identifier les 13 autres maladies et ont découvert que ses diagnostics fondés sur les images radiologiques du même grand ensemble de données surpassaient ceux d'algorithmes existants.

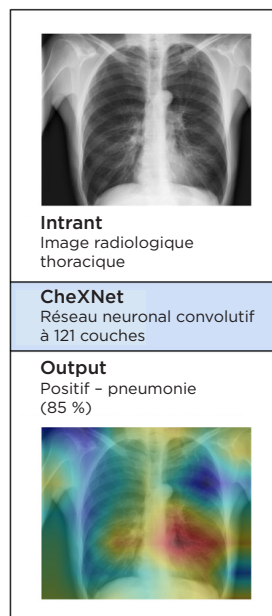
De plus, les chercheurs ont visualisé les résultats de CheXNet en créant une carte thermique sur les images radiologiques qui indiquait les régions les plus pertinentes pour la classification du diagnostic. Les images radiologiques à code-couleur permettent à l'examineur de voir les régions les plus révélatrices de la pathologie.

## RÉSULTATS CLÉS

Le modèle CheXNet a surpassé les capacités de radiologues humains dans la détection de la pneumonie, sur les plans de la sensibilité et de la spécificité. Cela veut dire que les diagnostics du modèle étaient justes plus souvent, tant pour les diagnostics positifs que négatifs.

Après l'avoir configuré pour détecter 13 autres pathologies thoraciques, CheXNet a aussi surpassé les algorithmes de pointe antérieurs.

## FIGURES



## CONCLUSION ET RÉPERCUSSIONS

Le modèle CheXNet pourrait contribuer à l'établissement de diagnostics justes plus rapidement sans avoir recours à un radiologue d'expérience. L'automatisation de ce processus contribuerait à l'accélération du processus diagnostique en clinique et aiderait ainsi les patients à obtenir un diagnostic et un traitement plus rapidement. Par exemple, dans le cas de la pneumonie, CheXNet pourrait poser un diagnostic rapidement et permettre un traitement précoce pour prévenir les complications et la mort.

CheXNet pourrait aussi combler le besoin d'un diagnostic de spécialiste dans les nombreux endroits sur la planète où il y a pénurie de radiologues. De la sorte, il pourrait contribuer à la prestation de soins de santé à des populations vulnérables.

Cette étude illustre non seulement les possibilités qu'offre le diagnostic automatisé de la pneumonie, mais aussi de 13 autres pathologies thoraciques, y compris la cardiomégalie, l'œdème, l'emphysème et la hernie.

De plus, les chercheurs pourraient ajuster la technologie pour permettre des diagnostics encore meilleurs. Dans cette étude, les radiologues et CheXNet ont limité leur analyse à des images radiologiques frontales. Toutefois, il serait possible de modifier l'algorithme pour qu'il interprète aussi des images latérales des patients et accroître en retour l'exactitude du diagnostic de 15 pour cent.

## RÉFÉRENCES

CheXNet: Radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning. Andrew Y. Ng et coll., arXiv:1711.05225.

## AUTEURE DU COMPTE-RENDU DE RECHERCHE

Stephanie Orford, B.Sc. (spécialisé), neuroscience comportementale, Université Simon Fraser, pour le CIFAR.

## À PROPOS DU PROGRAMME APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE, APPRENTISSAGE BIOLOGIQUE DU CIFAR

Le programme Apprentissage automatique, apprentissage biologique est en train de révolutionner le domaine de l'intelligence artificielle et de créer des ordinateurs qui pensent davantage comme nous - qui peuvent reconnaître les visages, comprendre ce qui se passe sur une photo ou dans une vidéo, et comprendre la véritable signification du langage. Ces travaux auront pour fruit des ordinateurs qui seront non seulement puissants, mais intelligents, et qui pourront tout faire, qu'il s'agisse de tenir une conversation informelle ou d'extraire du sens de l'information contenue dans des bases de données massives.

# CIFAR

Centre MaRS, tour Ouest  
661, av. University, bureau 505  
Toronto (Ontario) M5G 1M1

[www.cifar.ca](http://www.cifar.ca)