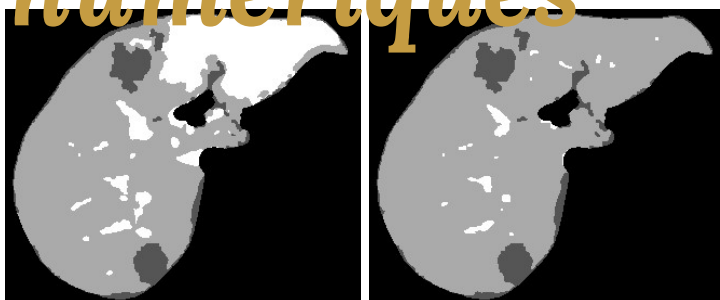


Une solution
pour faciliter l'

interprétation des images numériques



Scanner de foie sans la méthode (à gauche) et avec la méthode (à droite) avec une meilleure classification des pixels.

Dans un article paru dans la sélective revue de l'Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* (facteur d'impact = 17,30), Jean-Baptiste Fasquel et Nicolas Delanoue, informaticiens chercheurs au Laris, spécialisés en intelligence artificielle appliquée à l'analyse d'images, ont proposé une méthode innovante qui améliore l'interprétation des images numériques et limite le risque d'erreurs, ce qui peut s'avérer précieux dans l'aide au diagnostic médical notamment.

Les explications de Jean-Baptiste Fasquel.

L'imagerie numérique est aujourd'hui largement développée, mais des progrès restent à réaliser dans l'analyse de ces images...

Jean-Baptiste Fasquel : Oui, car l'ordinateur agit de façon machinale : il commence en général par le pixel en haut à gauche de l'image et continue en ligne en considérant chacun des pixels relativement indépendamment du contexte, sans prendre en compte les informations macroscopiques que nous nous considérons. Si vous lui demandez d'analyser la photo d'un panneau de sens interdit, mais que celui-ci n'est pas éclairé de manière uniforme, il va reconnaître la barre blanche au centre mais risque de découper la zone rouge en différentes sous-régions en fonction de la lumière qu'elles renvoient, sans parvenir à considérer qu'il s'agit en fait d'un même ensemble. Par apprentissage, le cerveau humain arrive à voir ces informations globales. Face à une image médicale, un médecin va très vite se repérer : il connaît l'anatomie, sait que les os sont là, que la zone du foie est ici, et, s'il suspecte une tumeur du foie, il va regarder... le foie, chercher une tâche plus sombre caractéristique.

L'objectif de notre article était de proposer une méthode originale qui permette à la machine, à travers des algorithmes, de se rapprocher de cette capacité d'interprétation de l'être humain.

De quelle manière concrètement ?

J-B.F. : Notre proposition se base sur les graphes (que l'on retrouve aussi dans les réseaux sociaux) : il s'agit de nœuds, associés à des régions ou des objets présents dans l'image, et des relations entre ces régions ou objets comme les positions relatives ou les différences photométriques. Par exemple, pour un visage : les cheveux sont « au-dessus » du front, le front « au-dessus » des yeux, les yeux « au-dessus » du nez, etc. La tumeur hépatique est « dans » le foie, au scanner médical, elle apparaît « plus sombre » que le foie...

La difficulté a été de faire correspondre ces graphes avec les régions répertoriées par l'ordinateur. Et c'est là que la partie algorithmique a été importante, pour faire en sorte que l'ordinateur puisse réunir des sous-régions en une même entité, et non plus multiplier les sous-régions. Cela limite les zones parasites, et donc facilite l'interprétation de l'image, ce qui peut être un atout dans le cas d'un diagnostic médical, même si le champ d'application de notre méthode est bien plus large.



Dans cet exemple, l'ordinateur avait initialement mal analysé le visage, en plaçant à tort des cheveux dans le cou de l'homme (au milieu).

« Permettre à la machine de se rapprocher de la capacité d'interprétation de l'être humain »

En quoi votre approche est-elle innovante ?

J-B.F. : Notre publication s'appuie sur des recherches antérieures, et notamment des travaux sur les relations que j'ai pu mener avant mon arrivée à Angers au sein de l'Ircad à Strasbourg, où pendant 7 ans j'ai pu développer des algorithmes d'analyse d'images.

Ce qui est nouveau, c'est l'approche qualitative et la simplicité de l'information utilisée : « plus clair », « plus sombre », « à gauche », « en haut »... Des termes très simples, sans degré de valeurs. Cela en fait un système robuste, plus compréhensible pour l'humain tout en étant exploitable par l'ordinateur.

Quelle suite a été donnée à cette publication ?

J-B.F. : Ces travaux ont débouché sur le projet APACoSI (Apprentissage Profond et Connaissances Structurelles pour l'analyse d'Images) que je porte. Il associe le Laboratoire angevin de recherche en ingénierie des systèmes (le Laris), le *Trinity College* de Dublin, le Laboratoire des sciences du numérique de Nantes et le Laboratoire de traitement et communication de l'information de Télécom Paris.

APACoSI est centré sur le *deep learning*. L'apprentissage profond est très prometteur en matière d'analyse d'images, mais le système a besoin de se corriger pour apprendre et s'améliorer. Nous essayons d'utiliser les graphes et ces relations macroscopiques pour permettre aux réseaux de neurones profonds d'éviter les erreurs grossières : un œil ne peut pas se trouver au milieu du menton.

Une thèse, financée par l'Université d'Angers et le RFI Atlanstic 2020 est en cours. Le docteur, Jérémy Chopin, a fait une présentation remarquée en juillet 2020 aux Rencontres des jeunes chercheurs en intelligence artificielle, ce qui débouchera sur une publication dans la revue annuelle de l'Association française d'intelligence artificielle. Ces travaux ont également été récemment présentés au congrès annuel de l'*International Conference on Image Processing Theory, Tools and Applications* (IPTA).

Un deuxième projet, avec la même approche, a émergé en lien avec le CHU d'Angers. Une thèse, co-encadrée par Mickaël Dinomais, professeur de médecine physique et rééducation fonctionnelle, et moi-même a débuté en novembre 2020 sur un sujet beaucoup plus applicatif. Il s'agit de travailler sur l'analyse d'images IRM de lésions cérébrales par apprentissage profond et connaissances structurelles, l'idée étant de s'appuyer sur les relations macroscopiques entre les différentes régions anatomiques sur cerveau.

À propos des auteurs

Jean-Baptiste Fasquel est professeur en science de l'informatique à l'IUT Angers-Cholet. Responsable de l'équipe Information, Signal, Image et Sciences du Vivant (ISISV) au sein du Laris, il est spécialisé dans le traitement d'images médicales.

Nicolas Delanoue est maître de conférences en science de l'informatique à Polytech-Angers. Membre de l'équipe Systèmes dynamiques et optimisation (SDO) au sein du Laris, il est spécialisé dans la création d'algorithmes numériques.

Référence de l'article : Fasquel J.-B., Delanoue N. (2019). A Graph Based Image Interpretation Method Using A Priori Qualitative Inclusion and Photometric Relationships. In *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(5), pp. 1043-1055.