

Machine learning : diversité du champ et des algorithmes d'intelligence artificielle

Pierre Saurel

Quelques algorithmes d'Intelligence artificielle

- les algorithmes de type k-NN ;
- la librairie word2vec ;
- l'algorithme random forest ;
- le Q-learning et l'apprentissage par renforcement ;
- les GAN (Generative Adversarial Networks).

K-NN ou k-nearest neighbors

- une des familles d'algorithmes les plus simples de machine learning ;
- méthode de classification ou de régression (non paramétrique) ;

K-NN ou k-nearest neighbors

- k -NN classification : k est un nombre entier petit (4 par exemple) ;
- en sortie on associe à un objet non étiqueté l'appartenance à une classe. Cette sortie est obtenue par un vote des k plus proches voisins de l'élément à étiqueter ;
- on peut ajouter un poids à chaque voisin pris en compte par exemple en fonction de $1/d$ avec d la distance à ce voisin

K-NN ou k-nearest neighbors

- k -NN régression : k est un nombre entier petit (4 par exemple) ;
- en sortie on associe une valeur à un objet. Cette valeur est obtenue comme une moyenne des k plus proches voisins de l'élément à évaluer avec une éventuelle pondération de la valeur calculée ;
- on peut ajouter un poids à chaque voisin pris en compte par exemple en fonction de $1/d$ avec d la distance à ce voisin

K-NN ou k-nearest neighbors

- des résultats théoriques nombreux comme par exemple un encadrement du taux d'erreur par Cover et Hart en 1967 ;
- de très nombreuses variantes.

K-NN ou k-nearest neighbors

- prérequis : une topologie voire une métrique sur les données. Une partie des données doit déjà être classifiée ;
- faiblesses : dépendance locale aux données ;
- usage : apprentissage d'une fonction de partition implicite d'un espace d'état et donc calcul d'une frontière de décision ;

la librairie word2vec

- une librairie de machine learning permettant de travailler sur le langage (naturel écrit) ;
- une méthode pour réaliser des calculs et des modèles de mots sur des chaînes de caractère ;
- développée par Tomas Mikolov chez Google (2013) ;
- méthode de vectorisation des chaînes de caractère avec utilisation d'un réseau de neurones artificiels.

Random forest (forêts d'arbres décisionnels)

- méthode combinatoire ;
- Leo Breiman et Adèle Cutler 2001 ;
- s'appuie sur l'apprentissage par arbre de décision qui consiste à utiliser un arbre de décision comme modèle prédictif ;

Random forest

(forêts d'arbres décisionnels)

- les feuilles représentent les valeurs de la variable-cible et les embranchements correspondent à des combinaisons de variables d'entrée qui aboutissent à ces valeurs ;
- on construit l'arbre avec les valeurs étiquetées et on considère ensuite que l'arbre est applicable pour toutes les valeurs ;
- utilisé pour des arbres de classification et pour des arbres de régression.

Q-learning

- algorithme créé en 1989 par Watkins ;
- suite des travaux de Barto et Sutton (1986) et Rescorla et Wagner (1972) ;
- démonstration de la convergence en loi (Watkins et Dayan 1992) et convergence déterministe mono-récompense (Saurel 1992) ;
- algorithme prototype pour l'apprentissage par renforcement (avec TD(λ)) ;
- lien avec la programmation dynamique ;

Q-learning

- algorithme créé en 1989 par Watkins ;
- $W_{xa} \leftarrow W_{xa} + \alpha(r(y) + \gamma W_{yb} - W_{xa})$;
- α est le taux d'apprentissage ;
- γ est le facteur de décompte ;
- $r(y)$ est la récompense immédiate en y ;
- x et y désignent des positions et a et b des actions. Y est l'état dans lequel on se trouve après avoir réalisé l'action a en l'état x et b l'action choisie en y (qui maximise les actions possibles)

Q-learning

- problème du labyrinthe en dimension 2 avec une seule souris et une seule sortie du labyrinthe ;
- problème du pendule inverse :
<https://www.youtube.com/watch?v=hGSn9DyvZDU>
- problème du pendule inverse sur un chariot :
<https://www.youtube.com/watch?v=5Q14EjnOJZc>
- Alphago et Alphago zero.

LES GAN

- GAN : Generative Adversarial Networks ;
- Production d'images artificielle ;
- Exemples : production de portraits ;
- La rupture algorithmique en terme d'efficacité date de 2016 (NIPS 2016) ;
- Github :

<https://github.com/nightrome/really-awesome-gan#applied-vision>

LES GAN

- l'algorithme est constitué de plusieurs (2) réseaux de neurones (deep learning) qui jouent chacun un rôle différent et qui s'affrontent ;
- un réseau joue le rôle de générateur (Generator) ;
- un réseau joue le rôle de discriminateur (Discriminator) ;
- les deux réseaux font partie d'un même système et produisent ensemble une image artificielle ;
- l'idée d'avoir des réseaux de neurones qui s'affrontent et plus généralement des intelligences artificielles qui s'affrontent pour progresser ensemble est très

ancienne

LES GAN

Portrait d'Edmond de Belamy

- Vente aux enchères le 25 octobre 2018 (Christie's) à New York pour 350 000 \$ d'un portrait d'Edmond de Belamy produit par une IA utilisant les GAN ;
- portrait d'Edmond de Belamy :
<https://www.christies.com/lotfinder/prints-multiples/edmond-de-belamy-from-la-famille-de-6166184-details.aspx?from=salesummery&intObjectID=6166184&sid=18abf70b-239c-41f7-bf78-99c5a4370bc7>

LES GAN

Portrait d'Edmond de Belamy

- portrait d'Edmond de Belamy produit dans le cadre du projet Obvious d'un collectif situé à Paris (Hugo Caselles – Dupré, Pierre Fautrel et Gauthier Vernier) ;
- œuvre produite par un algorithme d'intelligence artificielle
- ils ont réutilisé le code source de Robie Barrat disponible sur Github (et le reconnaissent) ;
- les fondements du code ont été conçus par Ian Goodfellow

LES GAN

Nvidia et visages artificiels réalistes

- Nvidia a produit un article scientifique (décembre 2018) :
- Nvidia utilise des style-based GAN ;
- Nvidia s'est appuyée sur environ 70 000 photos libres de droit (contre des millions habituellement) récupérées sur Flickr (format 1024x1024 pixels) ;
- Nvidia prévoit de rendre le code source open ainsi que la base des visages produite :

LES GAN

Une librairie Tensorflow

- Une librairie StyleGAN TensorFlow (en Python) issue de Nvidia est officiellement accessible sur Github depuis le 11 février 2019 : <https://github.com/NVLabs/stylegan> ;

LES GAN

Et pour le droit ?

- Un des rôles du droit est de socialiser et gérer les situations de conflits d'acteurs ;
- Les acteurs/agents concernés peuvent être des personnes physiques, des personnes morales ou des institutions ;
- Sous réserve que les GAN soient progressivement utilisés à la modélisation d'acteurs/agents (et pas seulement pour de la production d'images artificielles), on peut envisager des réseaux d'agents modélisés qui modélisent ensemble des parties du monde juridique ou judiciaire.

LES GAN

Ressources

- Une liste de ressources et notamment d'articles sur les GAN et les StyleGAN est accessible sur Github depuis le 14 février 2019 : <https://github.com/nightrome/really-awesome-gan> ;
- elle comporte des exemples d'images

Remarques générales

- entre 7 000 et 10 000 algorithmes d'intelligence artificielle ;
- un champ large ;
- deux grandes démarches (bottom up et top down) ;
- la loupe est actuellement concentrée sur les méthodes déstructurées et probabilistes ;
- sont laissées de côté les travaux issus de la logique et de l'étude des structures ainsi que ceux issus des approches sur le fonctionnement des corps ;
- nous sommes au début de la découverte d'un nouveau continent.