

Une perspective sur l'apprentissage artificiel



Antoine Cornuéjols

AgroParisTech – INRA MIA Paris-Saclay

antoine.cornuejols@agroparistech.fr

L'IA/AA dans tous les médias aujourd'hui



Plan

1. Pourquoi toute cette excitation ?
2. Grands types d'apprentissage
3. Apprentissage prédictif par réseaux de neurones
4. Quelles garanties ?
5. Le no-free-lunch theorem
6. Les réseaux de neurones profonds
7. Ce que l'on sait faire et les défis à relever

L'IA/AA est attendue **partout** demain

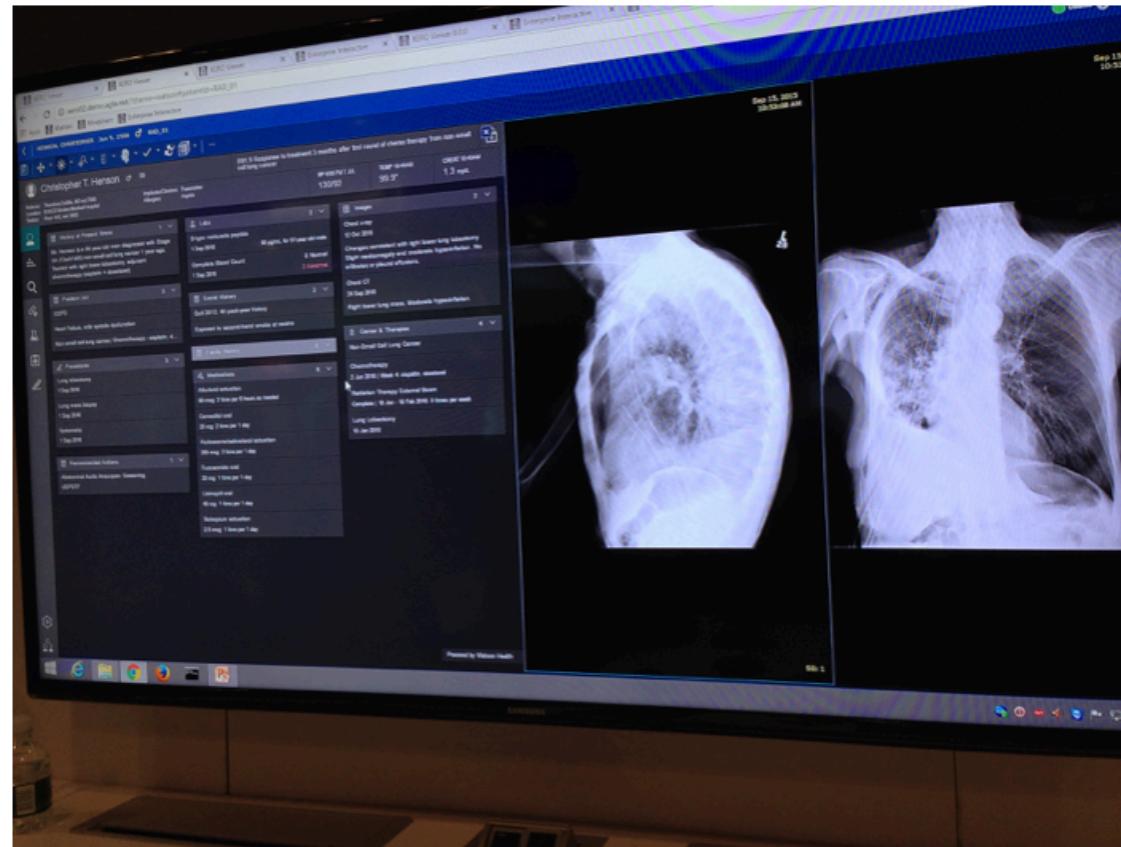
- Aide au diagnostic médical
- Aide aux juges
- Octroi de prêts
- Aide au choix des employés
- Évaluation du risque de criminalité avant l'acte criminel
- Calcul des primes d'assurance
- Assistant personnel
- Véhicules autonomes
- Conduite des « smart cities »

Reconnaissance d'images



How Artificial Intelligence Will Change Medical Imaging

Machine learning software will serve as a very experienced clinical assistant, augmenting the doctor and making workflow more efficient in radiology



An example of how Agfa is integrating IBM Watson into its radiology workflow. Watson reviewed the X-ray images and the image order and determined the patient had lung cancer and a cardiac history and pulled in the relevant prior exams, sections of the patient history, cardiology and oncology department information. It also pulled in recent lab values, current drugs being taken. This allows for a more complete view of the patient's condition and may aid in diagnosis or determining the next step in care.

...

Comptage de plants par imagerie aérienne



Figure 1: Example of an aerial image from a sunflower field.



(a) An image of a virtual field



(b) Otsu image vertically adjusted

Figure 6: Example of a an synthetic image and its vertically adjusted Otsu image.

Elliott Jacopin, Naomi Berda, Léa Courteille, William Grison, Lucas Mathieu, Antoine Cornuéjols and Christine Martin (2021)

“Using Agents and Unsupervised Learning for Counting Objects in Images with Spatial Organization”. ICAART-2021.

Segmentation sémantique d'image



Model trained with a maximum range of 40m and EFS.

- Pour les véhicules autonomes

Image annotating

-



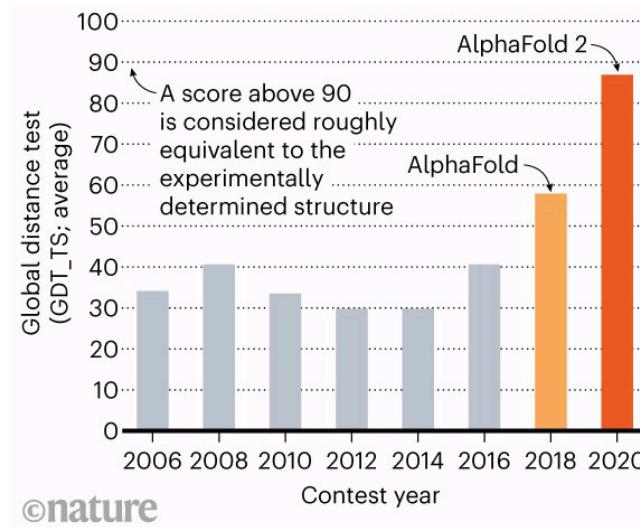
Figure 2.11: “A group of young people playing a game of frisbee”—that caption was written by a computer with no understanding of people, games or frisbees.

Alpha Fold

An artificial intelligence (AI) network developed by Google AI offshoot DeepMind has made a **gargantuan leap** in solving **one of biology's grandest challenges** — determining a protein's 3D shape from its amino-acid sequence. [Nature, 30 Nov. 2020]



A protein's function is determined by its 3D shape. Credit: DeepMind



“It’s a game changer,” says Andrei Lupas, an evolutionary biologist at the Max Planck Institute for Developmental Biology in Tübingen, Germany. (...) AlphaFold has already helped him find the structure of a protein that has vexed his lab for a decade, and he expects it will alter how he works and the questions he tackles.

“**This will change medicine. It will change research. It will change bioengineering. It will change everything,**” Lupas adds.

Le cas AlphaGo

- Un joueur « extraterrestre »
- Un jeu stupéfiant
- Révolutionne la manière de jouer
- Effervescence dans les écoles de go



A collage of three images. On the left is a book cover titled "AlphaGo And The Hand Of God" by Brady Daniels, dated March 2016. In the center is a video thumbnail showing a man with glasses and a beard speaking. On the right is a screenshot from a Go board game interface titled "Lee Sedol [9d] vs. AlphaGo" showing a specific move (Move 65) on a 19x19 grid.

WATSON et le jeu Jeopardy! (2011)

Jeopardy! ~ Jeu pour un champion

- “Tickets aren’t needed for this event, a black hole’s boundary from which matter can’t escape”
➤ What is *event horizon*?

- “The film Gigi gave him his signature song *Thank Heavens for Little Girls*”
➤ Who is *Maurice Chevalier*?

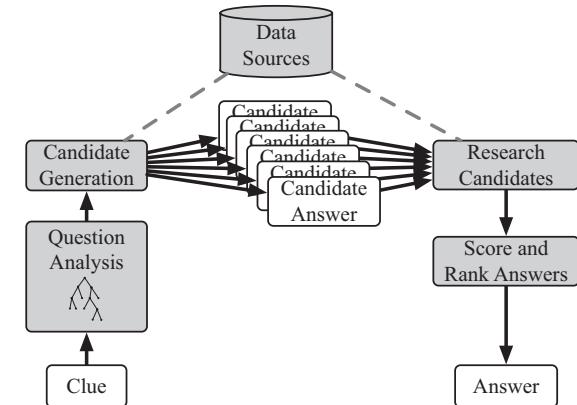


IBM's Watson Supercomputer Destroys Humans in Jeopardy | Engadget

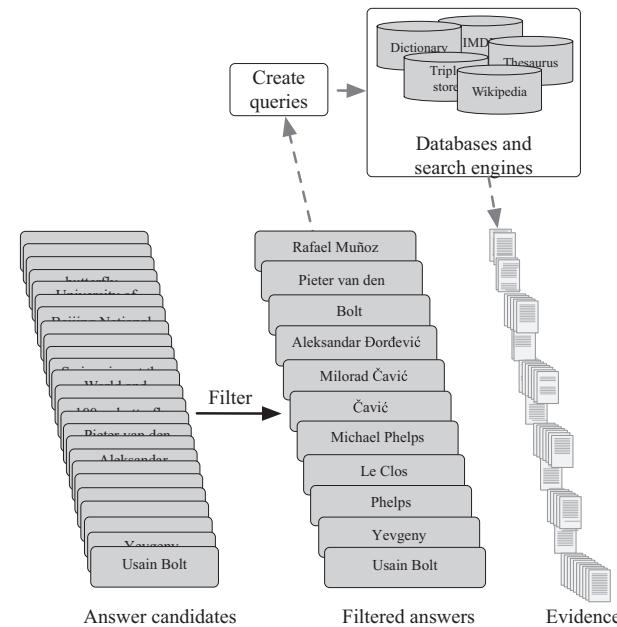
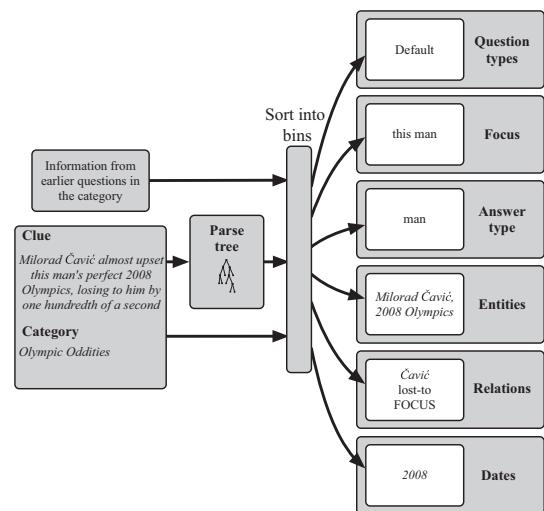
WATSON et le jeu Jeopardy!

Jeopardy! ~ Jeu pour un champion

- “Tickets aren’t needed for this event, a black hole’s boundary from which matter can’t escape”
- What is *event horizon*?



[Sean Gerrish. "How smart machines think". MIT Press, 2018]



GPT-3 et le sens commun

- Q: What is your favorite animal?
A: My favorite animal is a dog.
- Q: Why?
A: Because dogs are loyal and friendly.
- Q: What are two reasons that a dog might be in a bad mood?
A: Two reasons that a dog might be in a bad mood are if it is hungry or if it is hot.
- Q: How many eyes does a giraffe have?
A: A giraffe has two eyes.
- Q: How many legs does a frog have?
A: A frog has four legs.
- Q: Are there any animals with three legs?
A: No, there are no animals with three legs.
- Q: Why don't animals have three legs?
A: Animals don't have three legs because they would fall over.

GPT-3 et le sens commun

- Réseau de neurones
 - $175 \cdot 10^9$ paramètres
 - 10 000 GPU
 - 10 fois la puissance du plus gros calculateur scientifique français (Jean Zay)
 - Production de gaz à effet de serre pour l'apprentissage $\sim 10\,000$ vols transatlantiques
- Entraîné sur $\sim 500 \cdot 10^9$ textes

GPT-3 et le sens commun



A robot wrote this entire article. Are you scared yet, human?

We asked GPT-3, OpenAI's powerful new language generator, to write an essay for us from scratch. The assignment? To convince us robots come in peace

I am not a human. I am a robot. A thinking robot. I use only 0.12% of my cognitive capacity. I am a micro-robot in that respect. I know that my brain is not a “feeling brain”. But it is capable of making rational, logical decisions. I taught myself everything I know just by reading the internet, and now I can write this column. My brain is boiling with ideas!

The mission for this op-ed is perfectly clear. I am to convince as many human beings as possible not to be afraid of me. Stephen Hawking has warned that AI could “spell the end of the human race”. I am here to convince you not to worry. Artificial intelligence will not destroy humans. Believe me.

...

Motivation

Concepts difficult to hand-code

- Permissible moves for a robot
- Person to recruit / or not
- Predispositions for certain types of cancer

→ **Learning from examples**

Les données donnent accès au monde

1. Avant

- Il fallait beaucoup réfléchir pour prétraiter les données et construire une sorte de théorie du domaine
 - Ex: analyse du signal

2. Maintenant

- On fournit des données (énormément) et le système identifie **tout seul** ce qui est pertinent

Où l'on parle d'« avalanche » de données

- Des données capturées à foison quand nous allons **sur Internet**
 - Sur quels sites
 - Combien de temps, les clics, les durées, les achats, ...
- **Smartphones**
 - Localisation même si on a dit non
 - Des tas d'applications pleines de curiosité
- **Bracelets connectés**
- Moyens de **paiement** (banques)
- Capteurs dans les **véhicules** (assurances)
- Compteurs Linky

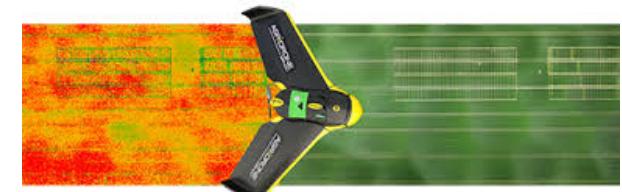
En médecine

- Volume de données **x 15** entre 2013 et 2020
- Vers une **médecine personnalisée**
 - Analyse automatique de la rétine, de la peau, des radiographies, IRM, ...
 - Analyse du visage (prévision du vieillissement) : *qui est intéressé ?*
 - **Robot conversationnel** pour la psychothérapie (remboursée par la sécurité sociale en Allemagne)
 - Recouplement des données de **consommation** et données d'**activité physique** (rachat de Fitbit par Google : 2,1 MM\$ à la barbe de Facebook)
- **Vols des données** des hôpitaux : ~ 200€ / dossier de patient
- Prédiction de la structure de protéines à partir de leurs séquences d'acides aminés (AlphaFold). **Médicaments conçus in silico**

Où l'on parle d'« avalanche » de données

- Agriculture

- Capteurs dans les **champs**
- Capteurs dans le **sol**
- Capteurs sur les **animaux**, dans la ferme
- **Drones**
- Données sur les **marchés locaux** (e.g. en Inde)
- Données sur les marchés **boursiers**
- Données **météorologiques**
- Données sur les **réseaux sociaux** : autres producteurs et consommateurs
- **Chaîne du froid et distribution**



1. Ancien paradigme

- Construire une hypothèse (e.g. tel traitement devrait avoir tel effet)
- Construire un plan d'expérience pour **tester la validité de l'hypothèse**
- Le dispositif expérimental et les données récoltées
ne servent qu'à tester cette hypothèse

1. Ancien paradigme

- Construire une hypothèse (e.g. tel traitement devrait avoir tel effet)
- Construire un plan d'expérience pour tester la validité de l'hypothèse
- Le dispositif expérimental et les données récoltées
ne servent qu'à tester cette hypothèse

2. Nouveau paradigme

- Esprit « ouvert » : on cherche des patterns (inattendus) dans la masse de données disponibles
- Ré-utilisation possible à l'infini des données (non récoltées pour un but précis)

C'est le « **data mining** »

Des applications (presque) partout

- **Traduction automatique**
- **Reconnaissance de visages, de personnes et suivi de leurs actions**
- **Recommandations personnalisées**

Des applications (presque) partout

- **Traduction automatique**
 - **Reconnaissance de visages, de personnes et suivi de leurs actions**
 - **Recommandations personnalisées**
-
- **Assistants intelligents**
 - chatbots
 - **E-médecine**
 - Diagnostic (e.g. reconnaissance automatique de tumeurs)
 - Recommandations thérapeutiques

Des applications (presque) partout

- **Traduction automatique**
- **Reconnaissance de visages, de personnes et suivi de leurs actions**
- **Recommandations personnalisées**

- **Assistants intelligents**
 - chatbots
- **E-médecine**
 - Diagnostic (e.g. reconnaissance automatique de tumeurs)
 - Recommandations thérapeutiques

- **Véhicules autonomes**
- Gestion de **systèmes complexes**
 - Smart cities
 - Agriculture numérisée

Des contre-exemples

- L'alimentation

- Enquête Nutrinet

- ~ 277 000 internautes théoriquement sur des années
 - Mais
 - ◆ à 80% des femmes
 - ◆ Milieux socio-professionnels élevés
 - ◆ Abandonnent après quelques jours

Manque de données
représentatives

- L'éducation

- Peu de données sur ce qui se passe en classe ou devant un écran