

# Module IAS1122 : Introduction à l'IA

## Master 2 Informatique médicale et Sciences des données

Relwende Aristide YAMEOGO. MD - MPH - PhD

CHR de Koudougou  
Laboratoire UMR IDEES Le Havre

23 novembre 2020

# Objectifs du cours

- Connaitre l'évolution de l'IA
- Expliquer les méthodes de l'IA
- Analyser les enjeux éthiques de l'IA
- Décrire les principales applications de l'IA

# Introduction

- **Nouvel essor de l'IA**
  - ▶ Augmentation de la puissance de calcul
  - ▶ Réduction des coûts d'accès à la technologie
  - ▶ Développement des nouveaux outils technologiques
  - ▶ Amélioration des algorithmes
- **Impacts sur tous les domaines**
- **Intérêts particuliers pour la santé**
  - ▶ Réduction des dépenses de santé
  - ▶ Amélioration de la qualité de soins
  - ▶ Meilleure politique de santé

# Introduction

- Enjeux éthiques de l'IA
  - ▶ Qualité des données de santé
  - ▶ Gouvernance des algorithmes
  - ▶ Interprétation des données
  - ▶ Responsabilité des acteurs
  - ▶ Définition de la maladie
- Enjeux épistémologiques
- Complexité du domaine de la santé
  - ▶ Humain comme objet d'étude
  - ▶ Relation médecin-patient
  - ▶ La santé : un concept difficile à appréhender

# Intelligence

## Ethymologie du mot intelligence

Le mot Intelligence vient du latin *intellegentia* (faculté de comprendre), dérivé du latin *intellegere* signifiant comprendre, et dont le préfixe *inter* (entre), et le radical *legere* (choisir, cueillir) ou *ligare* (lier) suggèrent principalement l'aptitude à relier des éléments qui sans elle resteraient scindés.

- Plusieurs branches (Khaldoun, 2006)
  - ▶ Intelligence discernante ou tactique
  - ▶ Intelligence expérimentale ou stratégique
  - ▶ Intelligence spéculative, scientifique ou politique

# Types d'intelligence

## Neufs types d'intelligence (Gardner, 1997)

- logico-mathématique
- linguistique ou verbale
- intrapersonnelle
- interpersonnelle
- visio-spatiale
- naturaliste
- musicale
- kinesthésique
- existentialiste ou spirituelle



# Intelligence artificielle

## Intelligence artificielle (Minsky, 1956)

Marvin Lee Minsky, l'un des créateurs de l'intelligence artificielle, la définit comme « *la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour le moment, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique* »

# Définitions

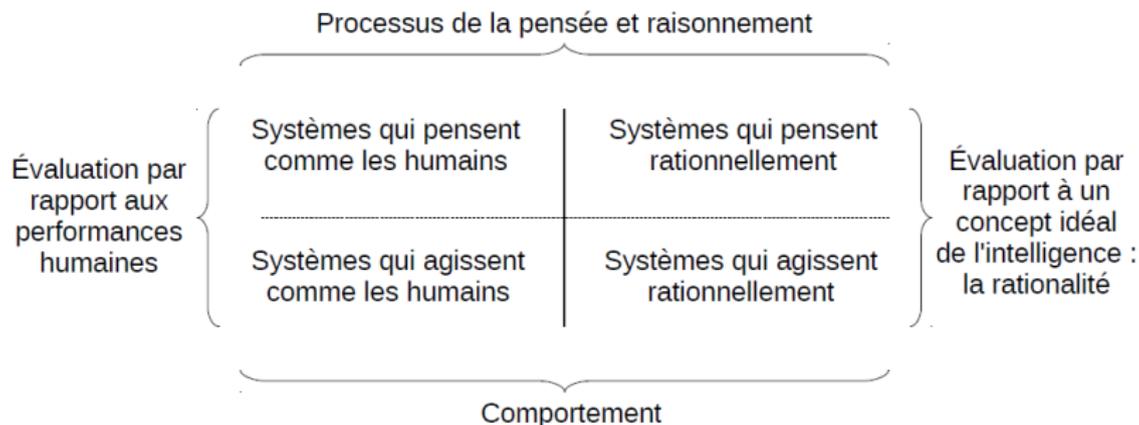


Figure – Approche de la définitions de l'IA par catégories

# Fondements de l'IA

- L'IA s'appuie sur de nombreuses disciplines scientifiques et sur des techniques qui s'améliorent au fil du temps.
- La conceptualisation de l'IA s'appuie également sur plusieurs travaux et inventions antérieurs :
  - ▶ la définition du syllogisme par Aristote en 384 av. JC.
  - ▶ la création par Héron d'Alexandrie des premiers automates au I<sup>er</sup> siècle après JC
  - ▶ l'invention de l'Ars Magna de Ramon Lulle en 1275

# Fondements de l'IA

## Syllogisme

En logique, le syllogisme est un raisonnement logique mettant en relation au moins trois propositions : deux ou plus d'entre elles, appelées « prémisses », conduisent à une « conclusion ». Aristote a été le premier à le formaliser dans son Organon.

Un exemple très connu de syllogisme est : « Tous les hommes sont mortels, or Socrate est un homme ; donc Socrate est mortel »

# Fondements de l'IA

## Automates d'Héron

Héron d'Alexandrie créa des automates mus par l'eau, s'intéressa à la vapeur et à l'air comprimé. Principalement connu pour les machineries décrites dans son *Traité des pneumatiques*, on lui doit par exemple un projet de machine utilisant la contraction ou la raréfaction de l'air pour ouvrir automatiquement les portes d'un temple ou faire fonctionner une horloge.

# Fondements de l'IA

## Ars Magna

L'Ars Magna est un ouvrage écrit en latin par Girolamo Cardano et dont la première édition, sous le titre *Artis magnæ, sive de regulis algebraicis*, remonte à 1545. Cet ouvrage est particulièrement célèbre pour contenir les premières solutions publiées du nombre complexe, des équations cubiques et quartiques, c'est-à-dire les solutions de polynômes de degré 3 et 4.

# Fondements de l'IA

- Disciplines fondamentales de la mise en place et de l'évolution de l'IA
  - ▶ philosophie (rationalisme et logique) : peut-on utiliser des règles formelles pour tirer des conclusions valides ? Quel rapport l'esprit entretient-il avec la nature physique du cerveau ? D'où provient la connaissance ? Comment la connaissance conduit-elle à l'action ?
  - ▶ psychologie (modélisation de la cognition) : comment les hommes et les animaux pensent-ils et agissent-ils ? Quels sont les rapports entre le langage et la pensée ?

# Fondements de l'IA

- Disciplines fondamentales de la mise en place et de l'évolution de l'IA
  - ▶ mathématiques (algorithmique, calculabilité et probabilité) :  
quelles sont les règles formelles qui permettent de tirer des conclusions valides ? Qu'est ce qui peut être calculé ?  
Comment raisonne-t-on à partir d'informations incertaines ?
  - ▶ économie (théorie de la décision et recherche opérationnelle) :  
comment prendre des décisions qui maximisent les gains ?  
Comment faire quand les autres risquent de ne pas coopérer ?  
Comment y parvenir alors que les gains sont susceptibles d'être éloignés dans le futur ?

# Fondements de l'IA

- Disciplines fondamentales de la mise en place et de l'évolution de l'IA :
  - ▶ neurosciences (cerveau ordinateur) : quels sont les mécanismes qui permettent au cerveau de traiter l'information ?
  - ▶ linguistique (traitement automatique de la langue, représentations des connaissances) : comment faire pour représenter les connaissances ?
  - ▶ ingénierie informatique : comment construire un ordinateur performant ?
  - ▶ théorie du contrôle et cybernétique : comment faire en sorte que des artefacts opèrent de façon autonome ? »

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Évolution parallèle à celle de l'informatique
- Une histoire en dents de scie
  - ▶ Période faste entre 1957 et 1973
  - ▶ Période de disette jusqu'au debut des années 80
  - ▶ Désillusion durant la décennie 1990
  - ▶ Rebond par la digitalisation de l'économie

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Warren McCulloch et Walter Pitts en 1943 : modèle de neurone artificiel à partir de :
  - ▶ l'état du savoir sur la physiologie de base et la fonction des neurones dans le cerveau
  - ▶ l'analyse formelle de la logique propositionnelle de Russell et Whitehead
  - ▶ théorie de calcul de Turing

## Modèle de neurone artificiel

un modèle de neurones artificiels dans lequel chaque neurone est caractérisé par un état « marche » (excité stimulant un potentiel d'action) ou « arrêt » ; le passage à l'état « marche » se produisant en réponse à une stimulation émise par un nombre suffisant de neurones voisins.



# Histoire de moderne de l'IA en informatique

## Définition d'un nombre calculable

Alan Turing définit un nombre réel calculable comme étant un nombre dont l'expression décimale est calculable avec des moyens finis. Autrement dit, il existe une machine de Turing qui permet d'énumérer la suite de tous les chiffres de ce nombre (en un temps infini).

Par extension, un nombre complexe est calculable si sa partie réelle et sa partie imaginaire sont simultanément calculables.

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Donald Hebb, en 1949, a découvert la plasticité neuronale

## Plasticité neuronale

la faculté du cerveau à se réorganiser, à former de nouvelles connexions entre les neurones, et/ou d'activer de nouveaux neurones, de nouvelles fonctions pour les neurones) (Hebb, 2005 ; Spatz, 1996), appelée « apprentissage hebbien » dans lequel l'efficacité synaptique augmente lors d'une stimulation présynaptique répétée et persistante de la cellule postsynaptique

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Alain Turing met en place de test de Turing en 1950

## Test de Turing

Le test de Turing met au défi des testeurs (hommes et femmes) de reconnaître si leur interlocuteur est un humain ou une machine, grâce à l'analyse des réponses à une série de questions posées au travers d'une interface masquant l'interlocuteur.

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- John McCarthy et Fernando Corbató vers la fin 1950 :
  - ▶ La technique du temps partagé : l'utilisation partagée et simultanée des performances d'un ordinateur grâce à l'usage des temps morts des calculs d'un utilisateur au profit d'un second
  - ▶ Le langage LISP

## LISP : List Processing

LISP est la plus ancienne famille de langages de programmation à la fois impératifs et fonctionnels. Développé initialement en tant que modèle pratique pour représenter des programmes (par contraste avec la notion théorique de machine de Turing), il est devenu dans les années 1970 et 80 le langage de choix pour la recherche en intelligence artificielle.



# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Marvin Lee Minsky, l'un des pionniers de l'IA :
  - ▶ Premier programme d'IA : Logic Theorist dont le but est la démonstration automatique des théorèmes
  - ▶ GPS : General Problem Solver : un système de résolution de problème général fondé sur des techniques dites d'analyse moyen - fin

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- 1960 - 1970 : Essor de l'IA avec les systèmes experts
  - ▶ Programmation difficile et coûteux
  - ▶ Problèmes de cohérence des règles
  - ▶ Problème de complétude des règles

## Dendral

Le premier système expert fut Dendral en 1965, créé par les informaticiens Edward Feigenbaum, Bruce Buchanan, le médecin Joshua Lederberg et le chimiste Carl Djerassi. Il permettait d'identifier les constituants chimiques d'un matériau à partir de spectrométrie de masse et de résonance magnétique nucléaire, mais ses règles étaient mélangées au moteur.

- JA Robinson : Le langage PROLOG pour les systèmes de résolution automatiques en 1965

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Années 1980 : IA devient une industrie
  - ▶ Premier système expert commercial : R1 (Digital Equipment Corporation)
  - ▶ Création de centaines d'entreprises dans la vente des systèmes experts, des systèmes de vision artificielle et des robots
- Années 1990 : IA devient tabou = "Informatique avancée"

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Fin des années 1990 : Avancées notables de l'IA
  - ▶ Développement de internet et des moteurs de recherche
  - ▶ augmentation des performances des machines
  - ▶ Augmentation des capacités de stockage
  - ▶ Augmentation de la puissance de calcul
- 1997 : Deep Blue bat le champion Russe Garry Kasparov aux jeux d'échec
- Années 2000 : Explosion des technologies et des applications concrètes de l'IA : avènement du web, du cloud computing et du big data

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Facteurs du nouvel élan de l'IA
  - ▶ l'accès à des volumes importants de données aussi variées pour entraîner et tester les algorithmes
  - ▶ l'amélioration de la puissance de calcul des ordinateurs pour accélérer le calcul des algorithmes d'apprentissage associée à une réduction importante des coûts d'acquisition
  - ▶ la capacité de distribution des calculs sur un grand nombre de machines connectées en réseaux
  - ▶ une amélioration des méthodes scientifiques et des algorithmes de programmation

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- Dans le domaine de la santé : début dans les années 1960
  - ▶ Premier système expert MYCIN en 1970 par Buchanan et Shortliffe
  - ▶ Générateur EMYCIN conçu à partir de MYCIN pour

## MYCIN

le système MYCIN est un système spécialisé dans le diagnostic des maladies du sang et la prescription de médicaments notamment les antibiotiques

# Histoire de moderne de l'IA en informatique

- De nombreux progrès en médecine liés à l'application de l'IA
  - ▶ des améliorations dans la puissance de calcul rendent plus rapide la collecte de données et le traitement de données
  - ▶ une augmentation du volume et de la disponibilité des données liées à la santé des particuliers et des soins de santé liés à des dispositifs
  - ▶ une amélioration des capacités du séquençage génomique et du traitement des données génomiques
  - ▶ une mise en œuvre généralisée du dossier de santé électronique
  - ▶ des améliorations dans le traitement du langage naturel et de la vision par ordinateur, permettent à des machines de reproduire le processus humain de perception
  - ▶ des améliorations de la précision de la chirurgie robotisée

# Différentes approches de l'IA

## ■ IA symbolique

### Définition

L'IA symbolique est fondée sur la modélisation du raisonnement logique, sur la représentation et la manipulation de la connaissance par des symboles formels. Elle utilise une approche top-down, s'appuyant sur l'intersection entre logique philosophique et mathématique. Elle reproduit le plus fidèlement possible un comportement spécifique prévu à l'avance, mais pas son fonctionnement. Le principe de compréhension ne s'applique pas à la machine, le système imite un comportement intelligent dans un domaine précis et peut résoudre des problèmes.

# Différentes approches de l'IA

- IA symbolique
  - ▶ Approche pragmatique
  - ▶ Stimulation de l'intelligence humaine par la machine
  - ▶ Imitation du comportement humain
- Nécessité de mise à jour régulière

# Différentes approches de l'IA

## ■ IA symbolique

### Chambre chinoise (Searle,1980)

L'opérateur enfermé dans la chambre reçoit donc des phrases écrites en chinois et, en appliquant les règles qu'il a à sa disposition, il produit d'autres phrases en chinois qui constituent en fait des réponses à des questions posées par un vrai sinophone situé à l'extérieur de la chambre. Du point de vue du locuteur qui pose les questions, la personne enfermée dans la chambre se comporte comme un individu qui parlerait vraiment chinois. Mais, en l'occurrence, cette dernière n'a aucune compréhension de la signification des phrases en chinois qu'elle transforme. Elle ne fait que suivre des règles prédéterminées.



# Différentes approches de l'IA

## ■ IA connexionniste

- ▶ Le connexionnisme est un courant de recherche assez vaste qui constitue une voie originale dans l'étude des phénomènes cognitifs.
- ▶ Les modèles connexionnistes utilisent les réseaux de neurones, dont l'organisation et le fonctionnement rappellent, à un certain niveau d'abstraction, les systèmes neuronaux physiologiques.
- ▶ Ces modèles cherchent à faire le lien entre le fonctionnement du cerveau et celui de l'esprit, en proposant des mécanismes qui pourraient expliquer certains aspects de la cognition humaine

# Différentes approches de l'IA

## ■ IA connexionniste

- ▶ La diversité des techniques connexionnistes et de leurs applications entraîne pas mal de confusion sur les buts, les méthodes, et les limites éventuelles des réseaux neuronaux.
- ▶ L'analogie biologique est délibérée, mais le modèle est manifestement très idéalisé. Les unités de traitement sont très simplifiées par rapport à des neurones réels, et la ressemblance est moins convaincante dans le détail qu'au niveau de l'organisation générale du traitement