

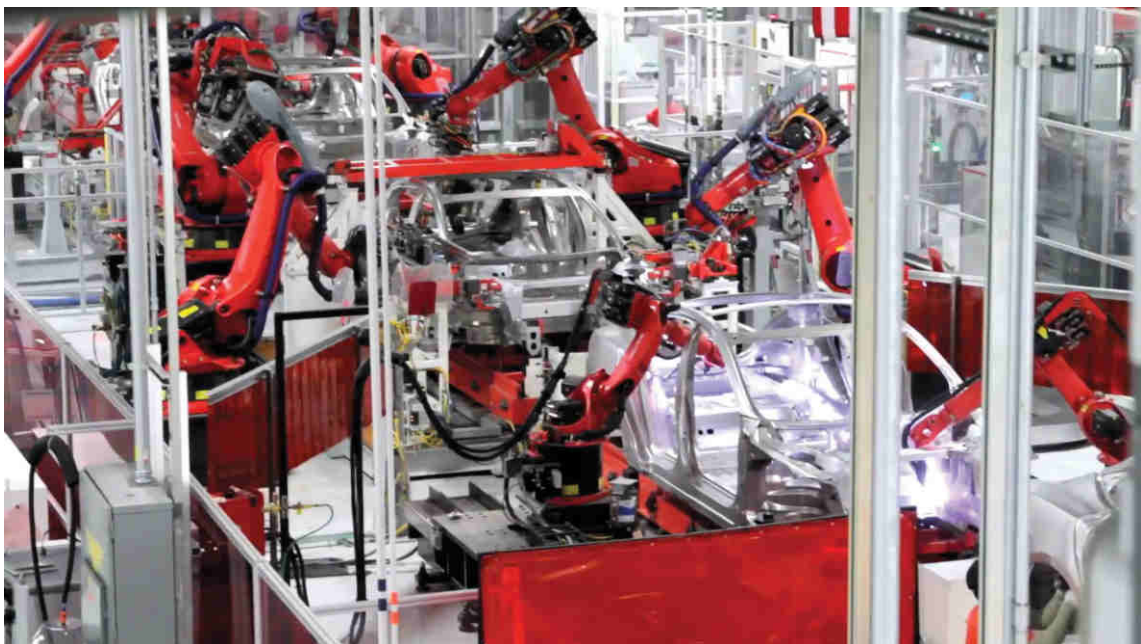
Intelligence Artificielle pour la Robotique (et les Véhicules Autonomes)

Pr. Fabien Moutarde
Centre de Robotique
MINES ParisTech
PSL Research University

Fabien.Moutarde@mines-paristech.fr
<http://people.mines-paristech.fr/fabien.moutarde>

IA pour la Robotique (et Véhicules Autonomes), Pr. Fabien Moutarde, Centre de Robotique, MINES ParisTech, PSL, 8/2/2018 1

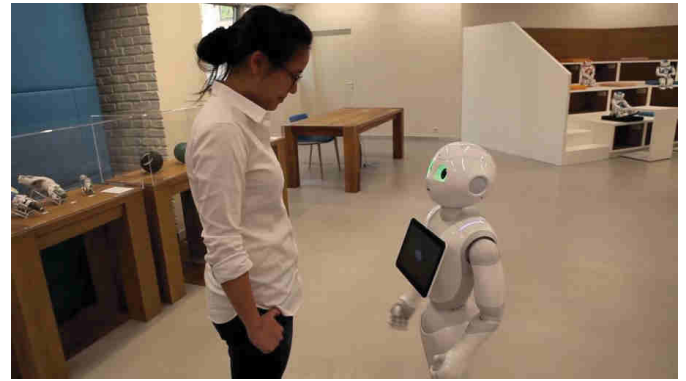
Robots « traditionnels »



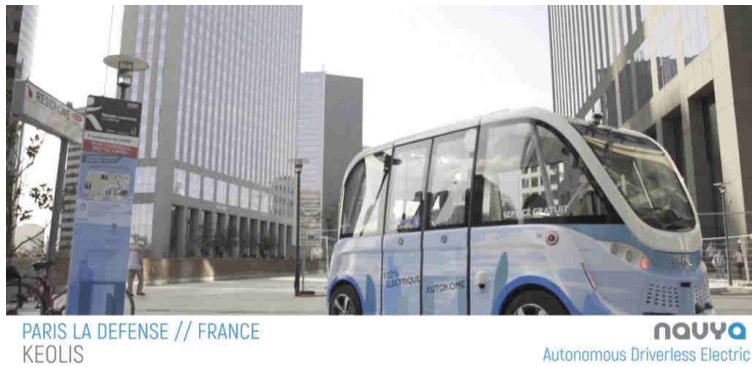
Actions répétitives, rapidité, force importante, ...
MAIS dangereux et surtout peu adaptatifs
(simples « automatismes »)

IA pour la Robotique (et Véhicules Autonomes), Pr. Fabien Moutarde, Centre de Robotique, MINES ParisTech, PSL, 8/2/2018 2

Robots « intelligents » (≈ adaptatifs et/ou interactifs)

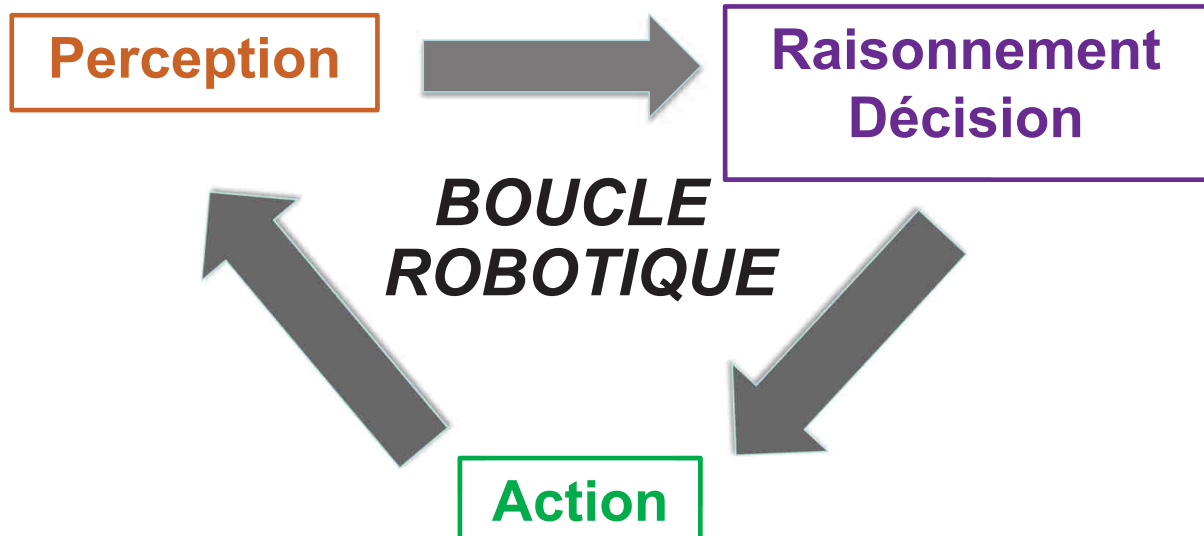


Réagir selon environnement et/ou interagir avec humains



IA pour la Robotique (et Véhicules Autonomes), Pr. Fabien Moutarde, Centre de Robotique, MINES ParisTech, PSL, 8/2/2018 3

Principe général de fonctionnement des robots



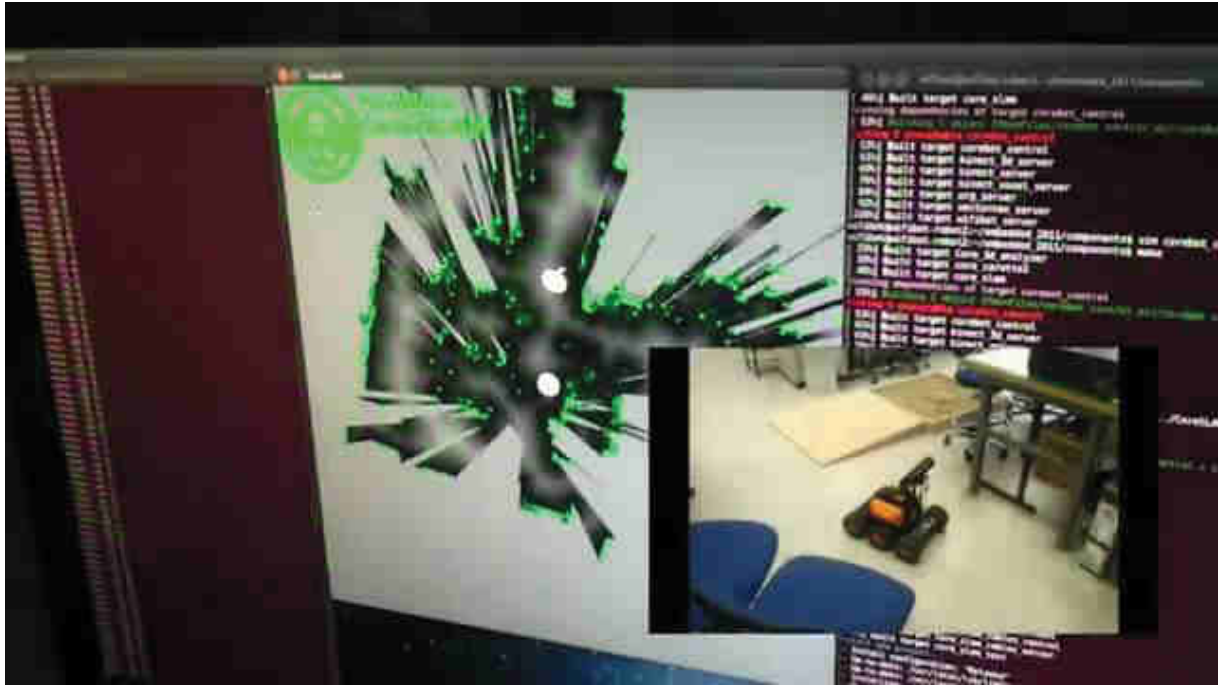
Robot = percevoir + raisonner/décider + agir

Il faut leur donc :

- Des capteurs
 - Des algorithmes « intelligents »
 - pour la perception
 - pour la décision / planification de mouvement/action
 - Des « actionneurs »
- ... et un calculateur (\approx ordinateur) embarqué pour exécuter les programmes !

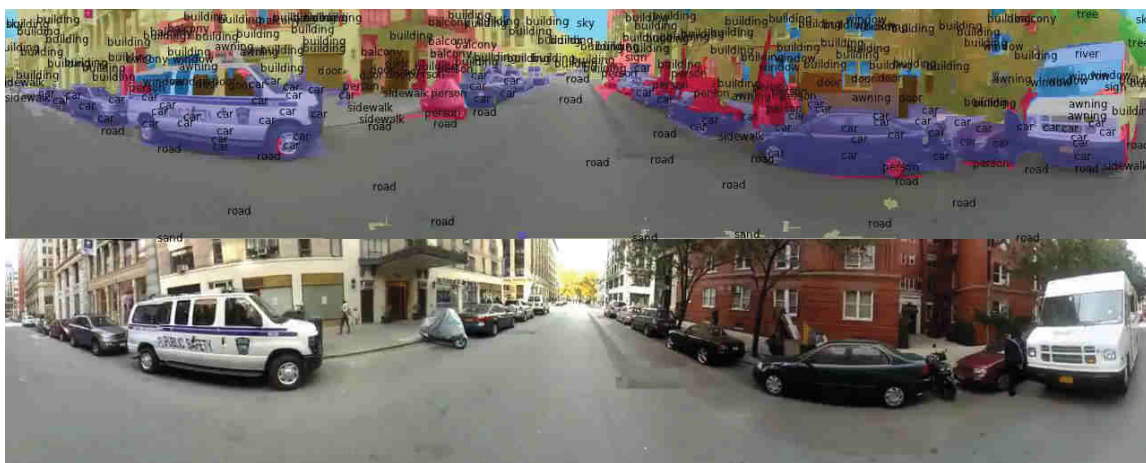
Quelles types d'« Intelligence » pour les robots ??

- **Analyser & interpréter un environnement fluctuant**
 - Reconnaître un lieu et s'auto-localiser
 - Détecter/localiser et catégoriser les « objets »
 - Suivre et prédire leurs mouvements
 - Deviner les « intentions »
- **Choisir l'action/mouvement à faire**
 - Logique décisionnelle
- **Adapter/optimiser l'action/mouvement choisi(e)**
 - Avoir un comportement, plutôt qu'une règle rigide
- **Interagir avec des humains ou entre robots**
 - Reconnaissance vocale
 - Interprétation du langage, et savoir « dialoguer »
 - Reconnaissance de gestes/actions, voire d'émotions
 - Coordination/collaboration entre robots



CoreSLAM [*Simultaneous Localization and Mapping*] (travaux centre de Robotique MINES ParisTech vers 2012)

IA pour la Robotique (et Véhicules Autonomes), Pr. Fabien Moutarde, Centre de Robotique, MINES ParisTech, PSL, 8/2/2018 7



Progrès
SPECTACULAIRES
depuis 2013 grâce au
« Deep-Learning »





Démo de conduite automatisée par le centre de Robotique de MINES_ParisTech en 2002



« Enseigner » un comportement (ou une action) à un robot



IA pour la Robotique (et Véhicules Autonomes), Pr. Fabien Moutarde, Centre de Robotique, MINES ParisTech, PSL, 8/2/2018 11

Interagir avec des humains



**Reconnaissance d'actions pour
collaboration Homme-Robot**
[centre de Robotique de MINES ParisTech]

Interaction vocale
[robot NAO de SoftBank Robotics]



IA pour la Robotique (et Véhicules Autonomes), Pr. Fabien Moutarde, Centre de Robotique, MINES ParisTech, PSL, 8/2/2018 12



Robots d'entrepôt
[startup française *Exotec*]

Equipe de foot
(« RoboCup »)



Intelligence Artificielle (IA)

Systemes experts
(à base de règles)

Algorithmes de jeu

Optimisation

Multi-agents

Planification
(de trajectoire, d'actions)

Vision par ordinateur

Apprentissage machine (Machine-Learning)

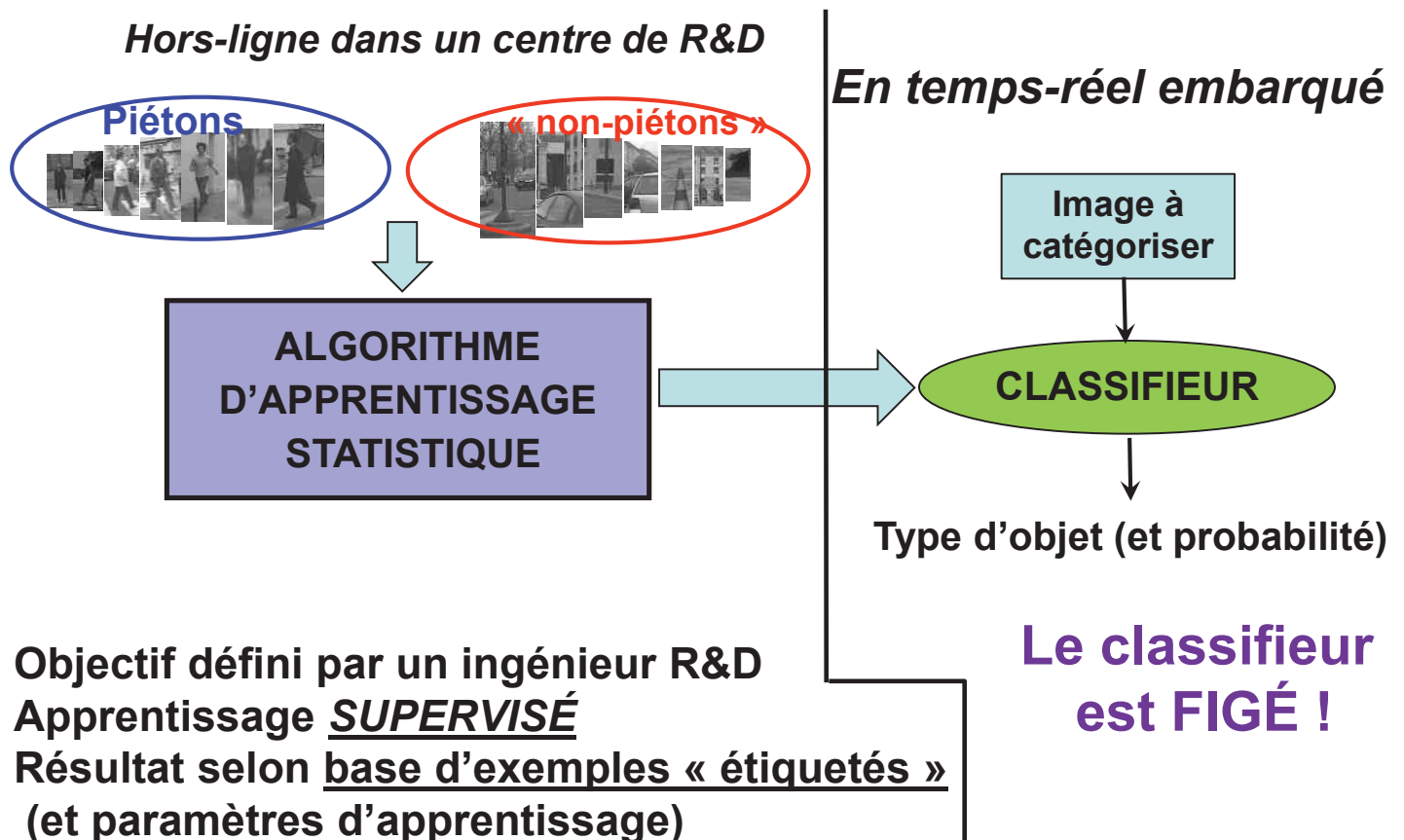
Fouille de données massives
(Big Data mining)

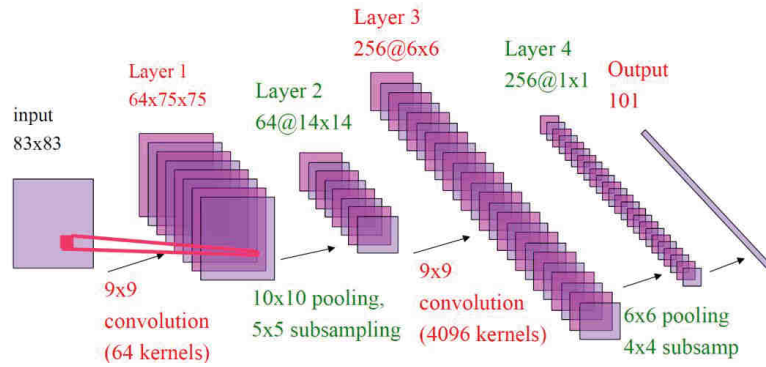
Apprentissage Profond
(Deep-Learning)

Apprentissage par renforcement
(Reinforcement Learning)

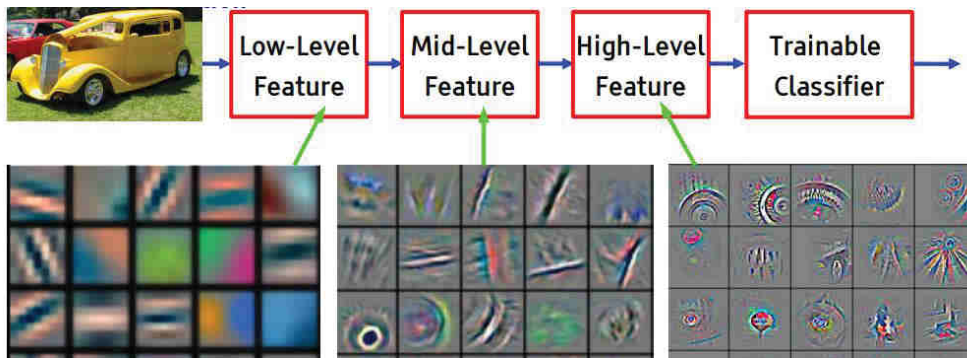
- Obtenir une « fonction » (classification ou prévision) sans avoir besoin de la programmer *explicitement*
- Résultat = modèle *empirique* (ie obtenu par analyse statistique de données)
- Principe : fonction mathématique *paramétrée*, dont les valeurs des paramètres sont optimisées automatiquement sur les exemples fournis
- Apprentissage :
modèle paramétré + base d'exemples
→ fonction adaptée à l'objectif

Principe du Machine-Learning SUPERVISÉ





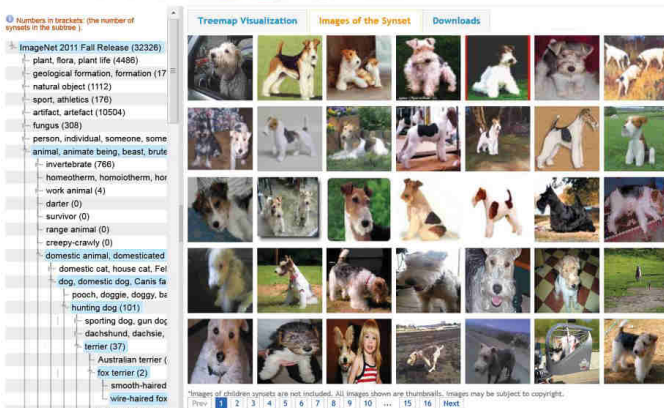
Réseau neuronal « convolutionnel » : nombreuses couches, et des millions de paramètres



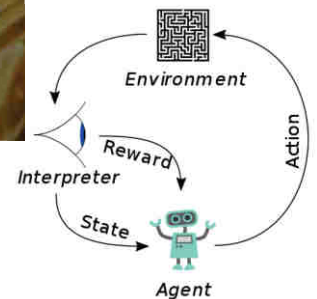
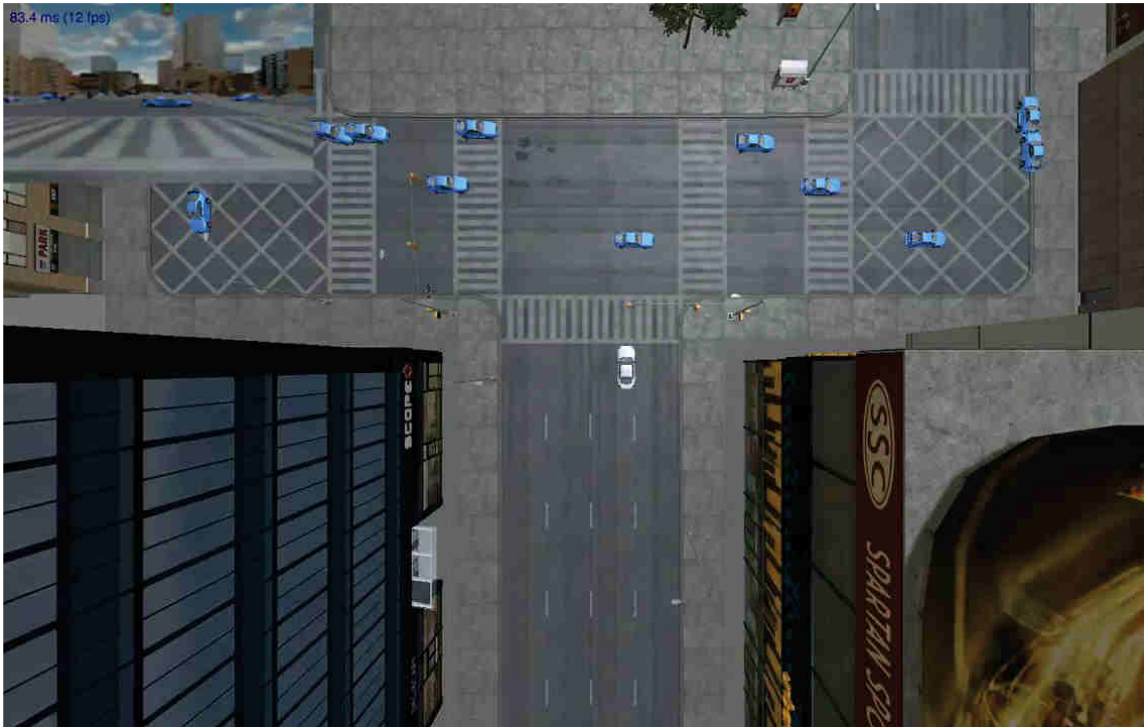
Importance des « données » et « Transfer Learning »

Progrès fulgurants de l'analyse automatique d'images depuis 5 ans =

- grâce à Deep-Learning / Réseaux convolutionnels
- mais aussi largement dus à la création ENORME base d'images étiquetées ImageNet :
 - 1000 catégories d'objets
 - > 1 millions d'exemples en tout



Réseaux convolutionnels entraînés dessus peuvent servir de « base » pour apprendre autres fonctions (« Transfer Learning »)



IA faible vs IA forte

Tous les robots ou systèmes « intelligents » actuels sont très spécialisés :

- fonctions bien délimitées
- domaine d'utilisabilité/fiabilité restreint
- rarement plus d'un seul type d'intelligence

Ils sont aussi incapables de choisir par eux-mêmes un objectif d'auto-apprentissage

➔ IA actuelle est uniquement « faible »

Notion d'IA « forte » :

GENERALE, autonomie du choix de ses fonctions (« liberté »), voire conscience ?

- "Explicabilité" (justifier a posteriori les décisions d'IA)
- Apprentissage non-supervisé (ie sans « étiquettes » associées aux exemples)
- Apprentissage de comportements
- Curiosité artificielle
- Apprentissage "en continu" (pendant l'utilisation)
- Créativité artificielle
- Apprentissage du « bon sens » ?
- Intelligence « générale » (non-spécialisée) ??

Questions ?

