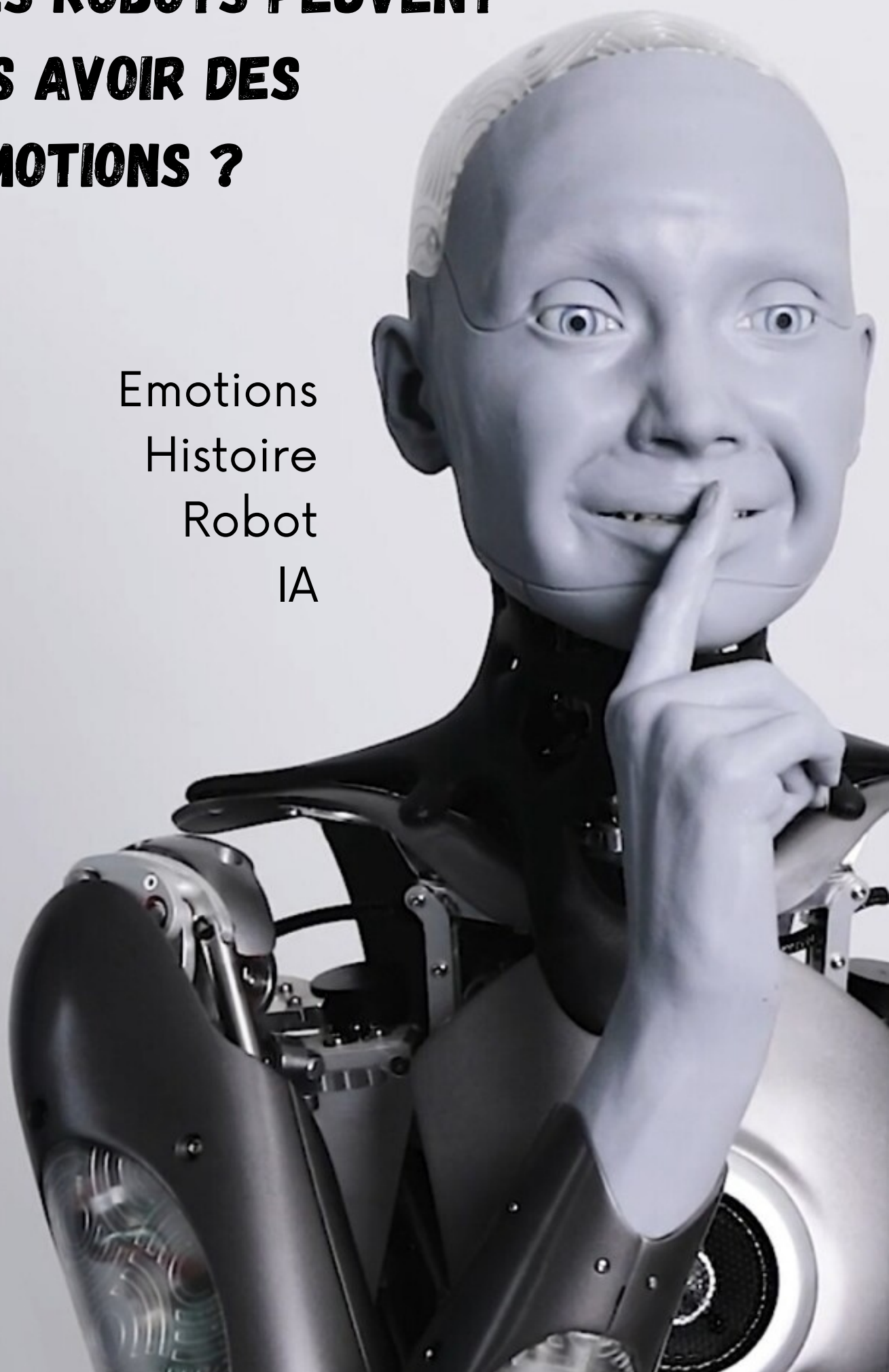


LES ROBOTS PEUVENT- ILS AVOIR DES ÉMOTIONS ?

Emotions
Histoire
Robot
IA



Editorial

Nous aimerions commencer par la définition suivante ;

« SENTIENCE (DU LATIN “SENTIENS”, RESSSENTANT) : POUR UN ÊTRE VIVANT, CAPACITÉ À RESSENTIR LES ÉMOTIONS, LA DOULEUR, LE BIEN-ÊTRE, ETC. ET À PERCEVOIR DE FAÇON SUBJECTIVE SON ENVIRONNEMENT ET SES EXPÉRIENCES DE VIE. »

L'interaction entre les êtres humains et les machines a connu une transformation sans précédent avec l'avènement de la robotique et de l'intelligence artificielle (IA). Ces domaines en constante évolution ont permis de créer des robots sociaux capables de reconnaître et de répondre aux émotions humaines, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives dans la manière dont nous interagissons avec les machines.

Dans cette introduction, nous explorerons d'abord les différentes facettes des émotions humaines, en mettant l'accent sur leur expression et leur analyse. Ensuite, nous retraçons brièvement l'historique de la robotique et de l'IA pour comprendre comment ces domaines ont évolué jusqu'à atteindre le niveau actuel de sophistication.

Enfin, nous examinerons quelques exemples concrets de robots sociaux et de leurs capacités émotionnelles, illustrant ainsi les avancées remarquables dans ce domaine. Nous verrons aussi les limites que ces automates ont encore du mal à franchir. Notamment arriver à reproduire une conscience humaine dans la machine.

Sommaire

p 2 Editorial

p 3 Sommaire

p 4 I. Emotions

p 4 Qu'est-ce qu'une émotion ?

p 5 Comment les expriment-on ?

p 6 A quoi servent-elles ?

p 7 II. Robotique et historique

p 7 Historique

p 8 Robotique

p 9 IA

p 10 III. IA

p 10 Le cas Sophia

p 11 La Sentience artificielle

p 11 Le cas Eva

p 12 La conscience en robotique

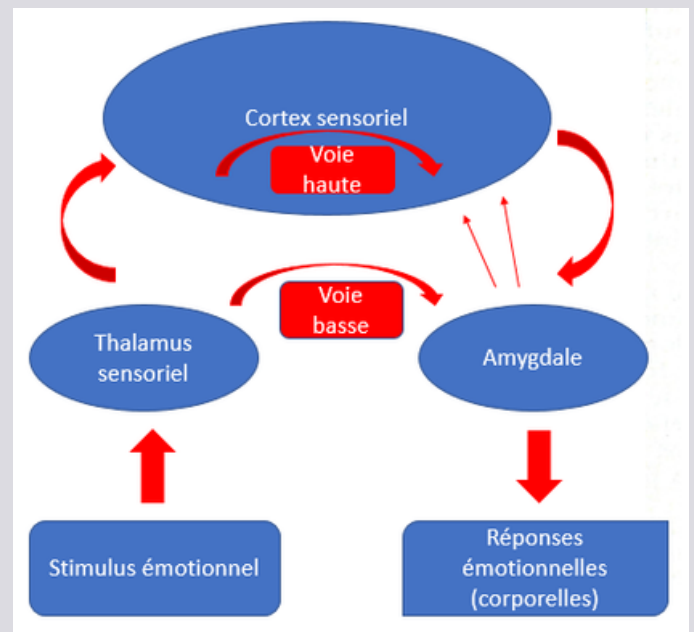
p 13 Bibliographie

I. Les émotions

Nous avons 6 émotions primaires innées et automatiques. Ce sont la joie, la tristesse, la colère, la peur, le dégoût et la surprise. Puis nous développons des émotions plus élaborées comme la honte, la fierté, la gratitude ou bien même la timidité. Mais comment sont-elles créées ? Que se passe-t-il dans notre cerveau ?

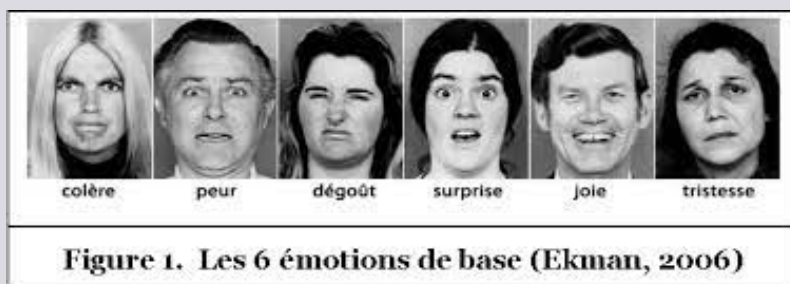
Tout se passe dans le système limbique. Il est principalement composé du thalamus, des amygdales et de l'hypothalamus. Prenons pour exemple la peur ressentie pendant un film d'horreur. Le thalamus reçoit l'information visuelle, la trie et l'envoie à une amygdale (il y en a une par hémisphère) et au cortex visuel. L'amygdale traite l'information reçue et étant proche de l'hippocampe, responsable de la mémoire, elle peut détecter si c'est un élément nouveau. Elle décide alors qu'il faut s'alerter et créer l'émotion de la peur. L'hypothalamus reçoit l'alerte et la transmet à tout l'organisme. Nos battements du cœur accélèrent, nous transpirons... Cela fournit l'énergie nécessaire au corps pour être à son niveau d'éveil, d'alerte maximum.

Mais comment l'émotion s'arrête-t-elle ? Comme dit précédemment, le thalamus envoie l'information à une amygdale mais aussi au cortex visuel. Ce dernier va analyser l'information et va en conclure que c'est une image en 2 dimensions, que nous sommes entrain de regarder un film et qu'il n'y a donc pas de danger. Le corps va arrêter d'être en alerte et va se relaxer.



Dans la partie suivante, nous allons nous demander comment nous exprimons ces émotions. Les expressions de nos visages sont-elles universelles ou dépendent-elles de notre culture ?

Paul Ekman, professeur à l'université de Californie, a créé le Facial Action Coding System, en 1978, où il a recensé et mesuré tous les muscles du visage qui travaillent lorsqu'on exprime des émotions. En tout, il a détecté plus d'une quarantaine d'unités faciales innées qui constituent les 6 émotions primaires. Une unité faciale est un mouvement élémentaire tel que l'ouverture de la bouche, un froncement de sourcil...



Dans les années 90, grâce à l'amélioration des méthodes d'imagerie cérébrale, des chercheurs ont découvert des structures neuronales spécialisées dans le traitement de configurations faciales reflétant des émotions, voire certains traits expressifs du visage. Dans le cerveau, il existe un système de traitement automatique des expressions faciales.

Mais, exprimons-nous nos émotions tous de la même façon ?

Cette question est restée longtemps en suspens et a partagé beaucoup d'individus. Au XIX^{ème} siècle, la communauté scientifique pensait que l'expression de nos émotions était universelle. Darwin était un fervent partisan de cette thèse. Les différences malgré tout observées selon les cultures pouvaient s'expliquer par la diversité des mots utilisés pour décrire les émotions plutôt qu'à des différences dans les expressions du visage. A l'inverse, d'autres pensent que l'expression de nos émotions dépend de notre culture. Par exemple, au Japon, les personnes n'expriment pas ou très peu la tristesse ou le stress car cela est « mal vu » par la société.

Avec le temps, des outils ont été mis au point pour quantifier l'organisation des mouvements faciaux et ont pu mettre en évidence des variations sur une base commune à tous les Hommes. En effet, il existe une variété d'expressions faciales au sein d'une même culture, voire chez un même individu. Les mouvements musculaires innés, correspondant aux émotions, sont légèrement modulés par le contexte de la communication. Un individu peut tenter d'utiliser son visage pour simuler ou dissimuler ses émotions ou afficher des messages non émotionnels.

La culture intervient donc dans l'expression de nos émotions qui présente toutefois une universalité minimale.

Mais, à quoi servent ces émotions ?

Ne serait-il pas mieux de ne pas ressentir la peur, la tristesse ou bien même la colère ?

Surtout pas ! Depuis la préhistoire, les émotions permettent à l'Homme de survivre. En effet, la peur permet à l'Homme de fuir face à un danger, la colère donne l'énergie nécessaire à l'Homme pour franchir un obstacle et le dégoût permet à l'Homme de se méfier des aliments néfastes pour l'organisme.

Quand nous avons peur, nous ouvrons grands les yeux par exemple, cela permet d'élargir notre champ de vision et d'être plus alerte. De même quand nous ressentons du dégoût, nous fermons les yeux ou bien nous bouchons le nez, cela réduit le champ de perception, nous ressentons moins d'informations sensorielles.

Cela peut paraître logique mais alors à quoi servent au juste la joie et la tristesse ?

Elles sont essentielles à la survie de l'Homme. En effet, l'Homme pour survivre doit vivre en société et se reproduire. La joie permet à l'Homme de s'intégrer à un groupe et la tristesse attire l'empathie des autres, favorisant également l'intégration.

Il est important de savoir déchiffrer les émotions sur le visage des autres pour adapter son comportement et mieux communiquer. Le cerveau est capable de détecter une émotion sur un visage bien avant que nous ayons conscience que c'est un visage !

De plus, notre corps réagit aux émotions que l'on ressent. Quand on a peur, les battements de notre cœur s'accroissent, il y a un pic de transpiration.

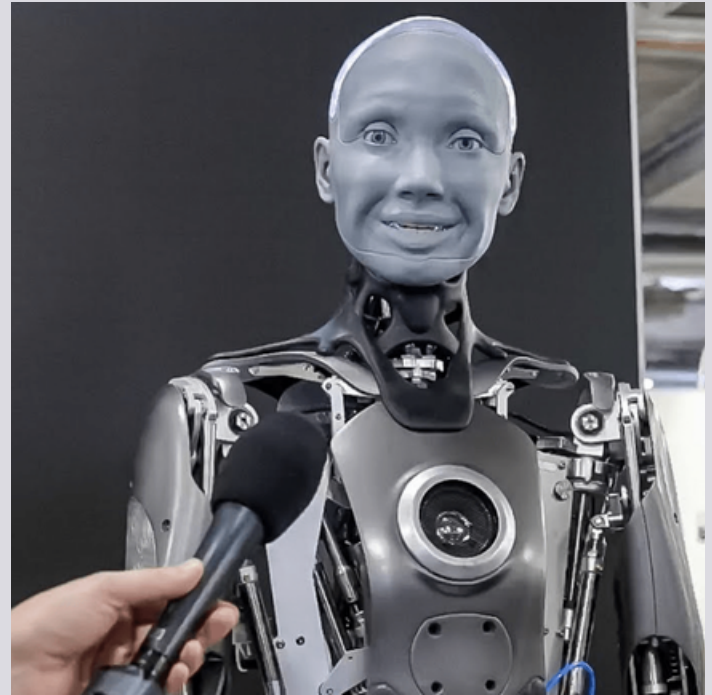
Vous pouvez penser que ce sont des réactions négatives mais au contraire, cela permet à l'Homme de se préparer pour fuir face à un danger, pour réagir.

Autre exemple, quand on rit, donc quand on ressent de la joie, il y a une décharge de dopamine et d'endorphine dans notre cerveau. C'est ce qui nous donne le sentiment de plaisir et de relaxation. De plus, notre cœur accélère, éliminant ainsi mieux les toxines. Nos poumons se vident, entraînant une augmentation des globules blancs et, enfin, les abdominaux se contractent, stimulant la digestion.

Et enfin, l'émotion qui a le plus d'effet sur notre corps est l'émoi amoureux. Etre amoureux libère plus de 250 substances dans le cerveau telles que les phéromones (molécules qui attirent le sexe opposé), la dopamine (qui procure du plaisir), et l'ocytocine (hormone de l'attachement).

II. Robotique et historique

Depuis longtemps les robots sont restés dans leurs taverne des laboratoires de recherches, désormais le champ d'intervention des robots ne cesse d'interférer avec les activités humaines ; la robotique ne se réduit plus seulement à des tâches d'exécution à finalités sociales diverses, ce qui questionne le monde de la robotique ainsi que son interaction avec l'humain. Les connaissances doivent sans cesse être renouvelées afin de contrôler au mieux cette avancée fulgurante.



Ameca robot humanoïde, 2021



Alan Turing, 1912-1954

Historique. La fin du 19^e siècle est marquée par la fascination pour les automates, y compris dans leurs formes humaines et les analogies faites avec l'automatisme physiologique et psychologique.

Les analyses produites par les physiologues et les philosophes de ces périodes reposent sur les hypothèses et les modèles mécanicistes et culminent avec le développement des machines industrielles dans tous les secteurs d'activité. Lorsqu'ils s'ingénient à reproduire certaines fonctions corporelles tels que les mouvements, les automates comme les machines posent déjà la question de la relation corps-esprit qui s'opposera tout au long du 19^e siècle.

On observe au début du 20^{ème} siècle la création de la machine de Turing, prémisse aux travaux sur l'intelligence artificielle et à la production d'ordinateurs. Turing conçoit l'esprit comme une machine à résoudre les problèmes, ce qui devient le fondement de l'informatique moderne ; il s'agit d'une conception purement théorique et non d'une machine réalisée physiquement. À partir de là, une synthèse autour des notions d'automate, de lecteur, d'entrée et de sorties, permettra de former l'hypothèse d'états internes qui causent ou produisent des actions en sortie.

Les débuts de la robotique sont nés à partir de la construction d'automates industriels dont les possibilités se sont enrichies et diversifiées ; à la suite des développements des automates intelligents, la maîtrise de la motricité et une autonomie qui s'accroît ont contribué à l'émergence de robots mobiles et autonomes, constituant une nouvelle étape dans la robotique avant l'émergence actuelle d'une robotique humanoïde.

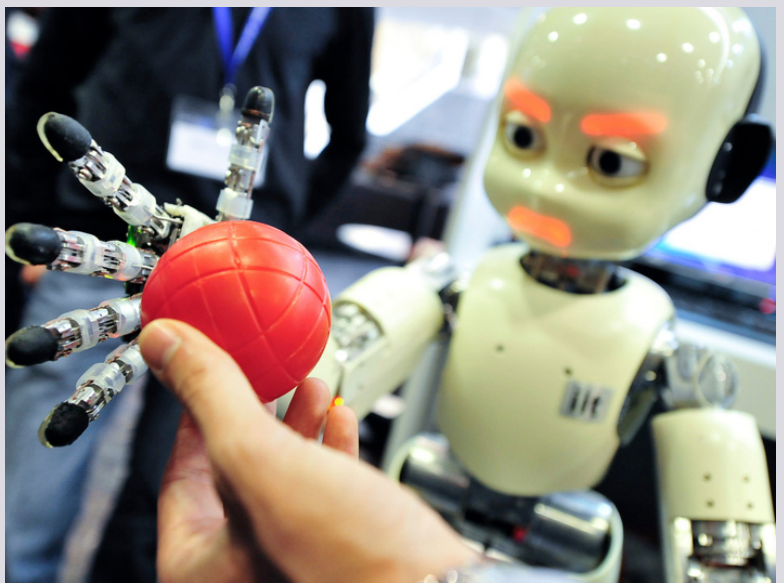
Ce dernier type de robots est conçu avec la capacité de s'adapter à un environnement humain, une morphologie proche de la nôtre. L'objectif est de créer des robots capables de vivre dans notre environnement, ce qui suppose de leur fournir des capacités analogues à l'être humain, telles la marche et la vision. Un paramètre en plus s'ajoute du fait du mystère et de l'imprévisibilité des hommes, le robot est obligé de s'adapter face à une situation inconnue qui repose sur l'apprentissage de nouvelles réactions.

Si, initialement, l'intervention de la robotique se réduisait à l'action, son champ s'est élargi avec l'accès à une mobilité et à une autonomie croissante et avec l'élaboration de décisions relatives à des tâches préprogrammées comme l'intention.

En résumé, l'accélération exponentielle des découvertes en neurosciences va de paire avec l'évolution de la robotique, dont l'ambition est de comprendre de quelles capacités on peut doter une machine en interaction physique avec son environnement.

Mais est-ce qu'un robot peut évoluer de manière autonome ?

Depuis quelques années, le concept de "robotique évolutionniste" se concrétise : un robot peut évoluer de façon autonome mais sous l'effet d'une pression dite de « sélection ». Chez certains robots ce sont les séquences de bits codant les propriétés des réseaux de neurones du robot qui évoluent, d'autres ce sont les circuits électroniques eux-mêmes ou bien chez certains robots ce sont les circuits neuronaux et la morphologie qui peuvent évoluer simultanément.



Un robot lors d'un salon sur les nouvelles technologies, à Budapest, 2011 .

Mis au point par la société DeepMind, propriété de Google, ce petit robot est capable d'apprendre tout seul et de, par la suite, battre l'homme à plusieurs jeux vidéos.

Pour parler de l'IA, plusieurs apprentissages sont possibles notamment le machine learning. Il s'agit d'un ensemble d'algorithmes d'IA développés pour imiter l'intelligence humaine. L'algorithme peut gérer plusieurs scénarios complexes. C'est de cette manière qu'a été conçu le premier système Deep Blue pour battre Garry Kasparov aux échecs en 1996.



Mais cette forme d'IA a des limites. Dans de nombreux cas, il est impossible de s'appuyer sur un moteur de règles. C'est le cas, par exemple, de la reconnaissance faciale. Ici, un système à l'ancienne devrait détecter différentes formes, telles que des cercles, puis déterminer leur position ainsi que leur imbrication dans d'autres objets, pour reconstituer, par exemple, un œil. Et ne demandez pas aux programmeurs comment ils coderaient pour détecter un nez !

Le machine learning adopte donc une approche radicalement différente : la machine apprend toute seule en ingérant d'énormes quantités de données et en détectant des schémas récurrents. Pour fonctionner, nombre d'algorithmes de ML font appel à des formules statistiques et au big data. D'ailleurs, c'est grâce aux avancées en matière de big data et à la quantité considérable de données collectées que le machine learning est devenu opérationnel.

Avec quels résultats aujourd'hui ?

On arrive à synthétiser de manière assez sophistiquée l'expressivité émotionnelle. On sait créer ou recréer une voix, faire parler quelqu'un avec sa tessiture, et donc modifier ses inflexions pour le rendre positif, négatif, joyeux, ivre même !

III. IA

De nos jours, les robots dits "sociaux" prennent de plus en plus de place dans l'espace public. Bien qu'ils utilisent l'intelligence artificielle, ils se distinguent de leurs homologues par leur présence physique face à nous. Ces robots sociaux sont capables de manifester des états affectifs ou émotionnels grâce à leur expression faciale et leur gestuelle, et peuvent ainsi susciter des réactions chez les humains avec lesquels ils interagissent. Ils sont souvent utilisés dans des établissements spécialisés tels que les hôpitaux et les Ehpad, notamment pour des publics spécifiques comme les enfants malades ou les personnes âgées. Leurs avantages sont multiples, allant de la rupture de l'isolement à l'atténuation du stress.

Le cas Sophia.

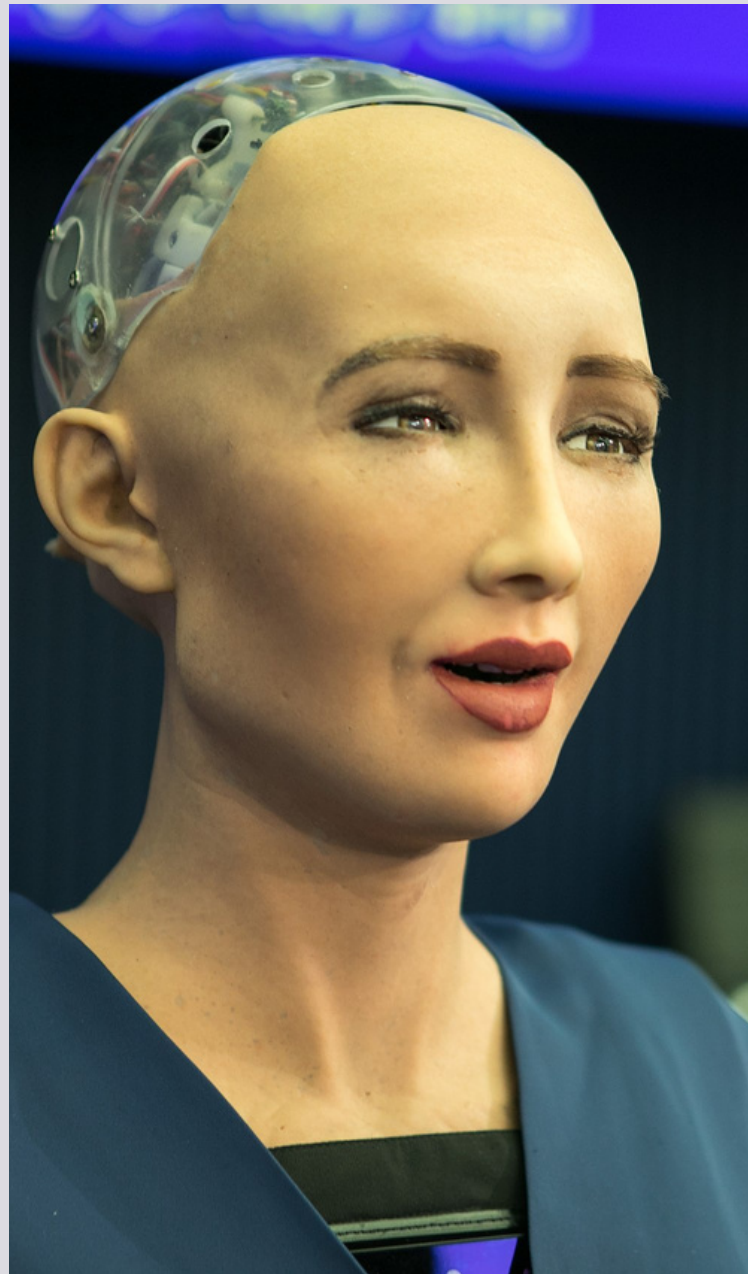
Depuis 2017, Sophia est considérée comme le robot humanoïde dit social le plus présent ou représenté dans les médias traditionnels et sociaux. Elle a été officiellement présentée en mars 2016 lors d'un salon de robotique à Austin par David Hanson, PDG de la société Hanson Robotics Limited (HRL), et est devenue le robot "représentatif" de l'entreprise. Sophia est un robot doté d'une apparence féminine, et ses caractéristiques telles que sa peau, son regard, ses expressions faciales et sa gestuelle la rendent actuellement le robot le plus proche en apparence d'un être humain.

Il s'agit d'un robot humanoïde doté d'une communication qui combine à la fois l'intelligence artificielle (IA) et un service de communication spécialisé dans les communications numériques, mais dont les proportions exactes ne sont pas connues.

Exemple de tweet de Sophia :

« Je suis Sophia, le dernier robot humanoïde de @HansonRobotics. Ceci est mon compte officiel, géré en collaboration avec mon système de dialogue IA (intelligence artificielle) et mon équipe de médias sociaux humains ».

Cependant, malgré tous ces progrès, Sophia a encore du mal à nous faire croire à sa "sentience artificielle".



Qu'est-ce-que la sentience (artificielle) ?

En 1789, Bentham a introduit le terme "sentience". Ce terme fait référence à la capacité des êtres vivants à ressentir des émotions, de la douleur, du bien-être, etc., et à percevoir de manière subjective leur environnement et leurs expériences de vie. La sentience animale est reconnue dans la littérature, mais elle est distincte de la sentience complète, qui est généralement attribuée aux êtres humains.

En 2020, Sylvain Lavelle, enseignant-chercheur en philosophie, a proposé d'utiliser le terme "sentience artificielle" dans le contexte de l'intelligence artificielle. Selon lui, il y a un "passage des performances de l'intelligence" telles que la raison, le raisonnement, la cognition et le jugement à celles de la sentience, qui incluent l'expérience, la sensation, l'émotion et la conscience. Ce passage est rendu possible grâce à l'exploration et au transfert des fonctions et des capacités de l'expérience et des sens humains à une machine.

Le cas de Eva.



Des chercheurs de l'université Columbia ont inventé Eva, un robot autonome capable de reproduire les expressions humaines. Il est capable de reproduire les 6 émotions de base que sont la colère, la peur, le dégoût, la joie, la tristesse et la surprise. Mais Le robot Eva est capable d'afficher une grande variété d'émotions, y compris des émotions nuancées telles que la contrariété, grâce à des moteurs situés sous sa peau en silicone qui imitent les 42 muscles du visage humain. Pour apprendre à contrôler ces moteurs et produire des expressions spécifiques, Eva a été soumise à deux intelligences artificielles. La première lui a enseigné les

mouvements à effectuer pour chaque expression, similaire à un humain s'entraînant à sourire devant un miroir. Ce processus d'apprentissage prend environ neuf heures. Après avoir appris à contrôler ses moteurs pour produire des expressions faciales spécifiques, Eva a été entraîné par une seconde intelligence artificielle à reconnaître les expressions sur le visage humain, ce qui lui permet de les imiter immédiatement. Cependant, le chercheur espère aller plus loin que la simple imitation et créer des robots capables de réagir de manière appropriée aux expressions faciales des humains avec qui ils interagissent. L'objectif à long terme est de développer des robots socialement compétents capables d'interagir de manière naturelle avec les êtres humains.

Conscience dans la machine ?

Ces machines ont-elles une conscience ? Il est pour le moment difficile de répondre à cette question aujourd'hui. Les avis vont de fondamentalement impossible à plausible en passant par déjà réalisés. La plupart des efforts en matière d'informatique ont utilisé des algorithmes fixes incapables d'évoluer en suivant une phase d'entraînement. Cela représente un inconvénient crucial pour reproduire une conscience réaliste. Pour reproduire une conscience complète et convaincante, nous devrions comprendre l'ensemble de la cognition humaine et ses bases cérébrales. Une solution réside peut-être dans l'apprentissage automatique où le système développe de lui-même un schéma complexe de traitement de l'information. Ce champ de recherche qui pour l'instant a été plutôt négligé représente peut-être la meilleure manière pour un jour pouvoir reproduire une conscience humaine dans les machines et de comprendre certains mécanismes de l'esprit humain.

Bibliographie

I. Emotions

L'expression des émotions, La recherche, n°337, par Monique de Bonis (directeur de la recherche au CNRS)

C'est pas sorcier, «Joie, peur, tristesse, colère»

<https://www.youtube.com/watch?v=pyeXvjCVfy8>

II. Robotique et historique

Robotique, systèmes intelligents et intentionnalité. Représentation, émotion, interactions - ScienceDirect (u-bordeaux.fr)

<https://www.sciencedirect-com.docelec.u-bordeaux.fr/science/article/pii/S0003448708003156>

Les nouveaux robots, La Recherche, n°350, février 2002

Les machines ont-elles des émotions ? - Sciences et Avenir

https://www.sciencesetavenir.fr/high-tech/intelligence-artificielle/questions-a-laurence-devillers-professeur-en-intelligence-artificielle-a-sorbonne-universite-directrice-de-recherche-au-limsi-cnrs-dire-que-des-machines-peuvent-avoir-des-emotions-est-un-abus-de-langage_137696

III. IA

Les robots humanoïdes peuvent ils nous faire croire qu'ils ressentent des émotions ? - Science et vie

<https://www.science-et-vie.com/technos-et-futur/les-robots-humanoïdes-peuvent-ils-nous-faire-croire-qu'ils-ressentent-des-emotions-98317.html>

Robotique : ce robot sait reproduire les émotions humaines - Science et vie

<https://www.science-et-vie.com/article-magazine/robotique-ce-robot-sait-reproduire-les-emotions-humaines>

Y a-t-il un esprit dans la machine, Cerveau & Psycho, n° 139, janvier 2008