

1) Objets informatisés : Système Informatique Embarqué (SIE):

Un SIE est un système autonome alliant électronique et informatique (ensemble logiciel et matériel). Le programme du SIE est stocké (embarqué) dans la mémoire EEPROM et exécuté par le processeur. Les capteurs collectent les données (grandeurs physiques, sollicitations extérieures) et les transmettent à un convertisseur (CAN). Celui-ci transmet le signal numérique au microprocesseur qui traite les données, prend une décision et transmet les nouvelles données à un convertisseur (CNA) qui les envoie vers les actionneurs. Ceux-ci peuvent alors effectuer une action dans le monde physique. Le programme principal est issu d'un algorithme de contrôle qui contient une boucle « non terminante » (« while True » en langage Python par ex).

Ex : Un SIE ne dispose pas forcément d'une IHM (escalator, porte à ouverture automatique, ...).

Ex : Domotique

- volets pilotés automatiquement en fonction de la lumière naturelle extérieure
- robots aspirateurs très efficaces grâce aux radars permettant de cartographier l'intérieur de la maison.

Ex : Robotique

2) Système temps réels (STR)

On parle d'un système temps réel lorsque ce système est capable de contrôler (ou piloter) un procédé physique à une vitesse adaptée à l'évolution du procédé contrôlé.

Il faut que le système soit au moins aussi rapide (calculs terminés) que les phénomènes contrôlés. Si les valeurs des capteurs changent trop vite, avant que le processeur n'ait le temps d'agir sur les actionneurs, alors rien ne fonctionne.

Les systèmes informatiques temps réel se différencient des autres systèmes informatiques par la prise en compte de contraintes temporelles dont le respect est aussi important que l'exactitude du résultat, autrement dit le système ne doit pas simplement délivrer des résultats exacts, il doit les délivrer dans des délais imposés.

Condition de faisabilité nécessaire mais pas forcément suffisante : pour tout système à « n » tâches

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{T_i} \leq 1$$

C_i le temps de calcul de la tâche n° i
 T_i sa période

Une valeur supérieure à 1 signifierait par ex que $C_i > T_i \rightarrow$ le temps de calcul est trop grand, donc microprocesseur pas assez rapide.

Ex : Le système de freins ABS (*Antiblockiersystem* ou système antiblocage des roues) réagit au blocage des roues à tout instant. Il y a un capteur par roue qui relève plusieurs fois par seconde la vitesse de rotation des roues. Si la vitesse d'une roue est nulle, l'actionneur frein relâche un peu la pression.

Ex : avion, satellite, train...

Les STR peuvent être munis de programmes cycliques ou de programmes basés sur des interruptions. Une interruption permet de prendre en compte des événements externes de façon asynchrone. Celle-ci provoque l'arrêt du programme en cours et l'exécution d'un sous-programme associé. Le système de gestion peut même être hiérarchisé c.a.d. les interruptions moins prioritaires n'interrompent pas le traitement des interruptions plus prioritaires.

3) IoT (Internet of Things) ou IdO (Internet des Objets) → Objets Connectés

Des objets connectés sont des SIE mis en réseau avec des PCs, ou d'autres dispositifs mobiles sans fil, des plateformes logicielles. Ils sont connectés à Internet et grâce à des systèmes d'identification (ils possèdent une adresse IP), on peut les retrouver pour les commander à distance et récupérer des données qu'ils captent. Les Objets connectés peuvent également communiquer entre eux via ce réseau.

Ex : communiquer à distance des informations d'un pacemaker à un médecin

Ex : domotique :

- la serrure connectée permet de verrouiller à distance sa porte, via son smartphone
- réglage l'éclairage de la maison (en cas d'absence de quelques jours, on peut allumer et éteindre les lumières de la maison, de manière sporadique pour faire croire de la présence des locataires)

Points négatifs : (30 milliards d'objets connectés dans le monde en 2020)

- les objets sont allumés en permanence
- le piratage est possible
- de nombreuses données sont à stocker dans des centres de données
- la durée de vie est courte (gestion des déchets, recyclage)

4) Intelligence Artificielle (IA)

L'intelligence artificielle (IA) (Artificial intelligence)

C'est un domaine visant à reproduire par des systèmes artificiels, les diverses capacités cognitives de l'être humain, en particulier les comportements "intelligents" et les capacités à résoudre des problèmes complexes. Sa définition est assez floue; elle est aussi large que la définition de l'intelligence en général. Dans la pratique cela peut recouvrir des choses aussi variées :

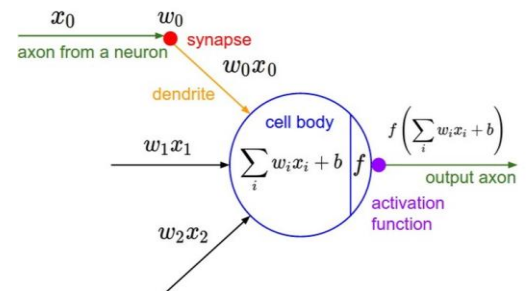
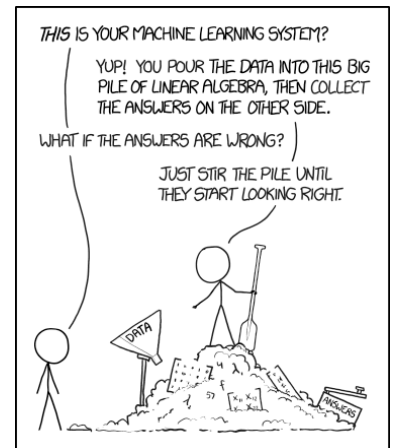
- reconnaissance d'images et segmentation (trouver la position d'un objet dans une image)
- reconnaissance vocale
- traduction d'un texte d'une langue à une autre
- navigation autonome d'un véhicule dans son environnement
- diagnostic à partir de diverses informations sur un patient
- ciblage publicitaire
- chat bot
- jeux vidéos (ex : petits fantômes qui suivent PAC Man, tous les ennemis PNJ, adversaire jeu d'échecs ou jeu de GO)
- détection d'anomalies
- assistants personnels (OK Google !!)

L'apprentissage automatique (ou apprentissage machine, **Machine Learning**)

C'est un sous-domaine de l'IA qui s'intéresse en particulier aux capacités d'apprentissage. Le principe est de reproduire un comportement non pas en le programmant « à la main » dans un ordinateur, mais en concevant un algorithme capable d'apprendre à résoudre un problème, à partir d'exemples.

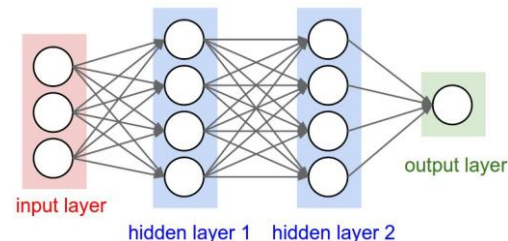
Ex de Classification : On crée un vecteur descriptif pour 2 espèces végétales A et B. Ce vecteur est composé des 3 paramètres suivants (x_0 , x_1 , x_2) : longueur de la tige, nombre de pétales, nombre de feuilles sur par tige. On a une base de données de 500 plantes pour chacune de ces 2 espèces. On peut donc représenter ces 1000 plantes par des points dans un espace 3D.

- Soit on utilise la méthode « des K plus proches voisins » : quand on lui propose une nouvelle plante, le système l'affiche dans l'espace 3D et regarde si elle est plus proche de la classe A ou classe B.
- Soit on utilise un neurone (perceptron) avec la fonction d'activation f = échelon (si $<$ valeur $V \rightarrow$ classe A, si $>$ valeur $V \rightarrow$ classe B).



L'apprentissage profond (Deep Learning)

C'est un terme abrégé pour « apprentissage dans les réseaux de neurones profonds ». Il s'agit des méthodes d'apprentissage automatique utilisant les réseaux de neurones profonds c'est-à-dire munis au moins de 2 couches neuronales cachées. C'est donc un sous-domaine de l'apprentissage automatique (et un sous-sous-domaine de l'IA en général).



Ex : Réseaux convolutionnels profonds qui font la classification d'animaux :

On dispose d'une base de données de plusieurs milliers de photos de chiens et chats. On décide d'une architecture neuronale (nombre de couches, nombre de neurones par couche, nombre de filtres...). Ce réseau de neurones est vierge c.a.d. ses paramètres sont aléatoires (les w_i et b de chaque neurone). On utilise ensuite un algorithme d'apprentissage qui va venir optimiser ces paramètres en utilisant successivement toutes les images de la BdD. Quand le réseau a suffisamment appris, on peut lui donner une nouvelle photo, et il est capable de dire si c'est un chien ou un chat.

Ex : Reinforcement Learning ou Q-Learning : dans le jeu de Pac Man, quand il est touché par un fantôme $\rightarrow -1$ pour dire que c'est mal, quand il mange un petit pois $\rightarrow +1$ pour dire que c'est bien \rightarrow il apprend automatiquement une politique pour gagner dans les différentes situations.