AU

12. R obotique / Cobotique



Intr oduction

La recherche perpétuelle de compétitivité des entreprises, combinée à l'évolution de la technologie, tend vers la généralisation de la **robotique** dans tous les milieux industriels du tissu économique.



Les perspectives d'améliorations que la robotique offre sont triples :

- **économiques** : un robot est capable de travailler en continu sur le temps d'ouverture, en réalisant, seul, plusieurs tâches-opérateur, de façon flexible (adaptabilité à différentes tâches) et répétitive, sans baisse de productivité ou de qualité ;
- **humaines** : la robotique permet la réduction des contraintes de pénibilité et l'amélioration de la sécurité au poste de travail, tout en valorisation le travail des opérateurs par déplacement de compétences (gestion et maintenance du robot) ;
- **environnementales** : la mise en place de cette technologie engendre une économie énergétique significative (matières premières, rejets et déchets).



Définition



➡ **Robot** : *système commandé automatiquement, multi-applicatif, reprogrammable, polyvalent, manipulateur et programmable sur trois axes ou plus* (définition ISO 8373 [1]).

La **robotique industrielle** regroupe ainsi l'ensemble des techniques et études de conception des systèmes mécaniques capables de se substituer à l'homme dans ses fonctions motrices, sensorielles et intellectuelles.



➡ La **cobotique** désigne quant à elle l'ensemble des techniques et études de conception de **cobots** (robots collaboratifs) qui sont des robots non autonomes dédiés à la manipulation d'objets en collaboration avec un opérateur humain dans un espace de travail partagé.

L'activité d'un robot sera intense, avec des espaces de travail sécurisés obligatoires, faute de capteurs force/couple. Le cobot, plus léger, lent et muni de ses capteurs stoppant les mouvements en cas d'obstruction, sera beaucoup moins dangereux et permettra ainsi l'interaction avec l'opérateur.

Outre l'autonomie, une autre principale différence entre le robot et le cobot est la mobilité. Le robot industriel est, dans la plupart des utilisations, fixe et avec un encombrement non négligeable. Le **cobot** est beaucoup plus léger, peu encombrant et déployable sur plusieurs postes / tâches.

Domaines d' utilisation

Tous les milieux industriels et ce qu'ils comptent d'activités diverses font désormais appel à la robotique / cobotique.

L'industrie automobile a été l'une des premières à largement mettre en place ce type de technologie pour l'assemblage, la soudure, la peinture, la manutention...

On trouve désormais ces installations dans les industries aéronautiques, agroalimentaires, chimiques, plasturgiques, pharmaceutiques, les aciéries, les industries forestières, etc....



Robots

Les robots industriels peuvent être utilisés dans une infinité d'applications : soudure, manutention, peinture, assemblage, montage, palettisation, usinage, emballage, conditionnement, découpe, fonderie, forge...

Le choix du robot sera donc fait suivant les besoins spécifiques d'un projet et de ses critères-clés :



Un système robotisé est composé principalement d'un mariage de 3 technologies :

- **une partie mécanique** : bras composé de moteurs pour chaque axe ;
- **une partie électronique** : armoire de commande incluant l'unité centrale qui assure l'asservissement / positionnement, les variateurs de fréquence (vitesse), les capteurs... ;
- **une partie informatique** : calculateur avec langage de programmation spécifique...

On trouve principalement, dans le milieu industriel, quatre types de robots :

➡ **Les robots cartésiens :** (W818 Wittman Battenfeld)

qui effectuent uniquement des déplacements sur des axes linéaires.
- précis en positionnement ;
- rentables ;
- faciles à programmer ;
- adaptés pour des tâches répétitives.



➡ **Les robots SCARA* :** ([* Selective Compliance Articulated Robot Arm (bras de robot d'assemblage à conformité sélective)] TS2-80 Staubli)

qui travaillent le long d'axes verticaux en effectuant des rotations sur un même plan :
- rapides ;
- plus flexibles ;
- opérations d'insertion verticale ;
- structures simples et peu coûteuses.



➡ **Les robots Delta (Spider robots) :** (M-3iA/6A Fanuc)

construits à partir de parallélogrammes articulés reliés à une base commune :
- mouvements délicats et précis ;
- mouvements très dynamiques ;
- idéals pour les tâches d'assemblage et d'emballage à faible charge utile.

Ils font partie de la famille des robots parallèles.



➡ **Les robots articulés :** (KF194 Kawasaki)

construits sur le principe d'un bras humain.
- structure très flexible ;
- grande capacité à atteindre n'importe quelle position et orientation malgré les obstacles ;
- large éventail d'applications ;
- plus difficiles à programmer que les autres robots ;
- plus chers également.



Robots collaboratifs

Le but d'un robot collaboratif, aussi appelé cobot, est d'améliorer l'ergonomie et la sécurité du poste de travail, tout en apportant un gain de productivité, voire de qualité.

Contrairement au robot, le cobot est équipé de systèmes de sécurité adaptés afin de protéger l'intégrité physique de l'opérateur.

Un cobot présente plusieurs avantages :
- Simplicité de programmation, par apprentissage (voir chapitre «types de programmation»).
- Souplesse, adaptabilité rapide à une nouvelle tâche.
- Pas besoin d'enceinte sécurisée, le cobot étant prévu pour assurer la sécurité de l'opérateur humain.

La cobotique permet d'associer l'expérience et l'intelligence humaine avec la force, l'endurance et la précision d'un robot.



Il existe cinq situations différentes d'application de la cobotique :

➡ **Collaboration directe :** l'opérateur et le cobot travaillent en même temps sur une même tâche.

C'est le niveau le plus élevé de collaboration, qui nécessite une parfaite coordination entre le cobot et l'opérateur qui interviennent ensemble lors du process de fabrication.

➡ **Collaboration indirecte :** l'opérateur et le cobot travaillent alternativement.

Soit l'opérateur intervient une fois que le cobot a terminé son travail, soit il intervient d'abord et le cobot n'effectuera sa tâche qu'une fois celle de l'opérateur terminée.





➡ **Coexistence opérateur / cobot :** chacun travaille de façon autonome sur des tâches différentes.

Le cobot et l'opérateur sont sur la même ligne de production mais interviennent à des étapes différentes du process de fabrication.





➡ **Assistance physique guidée par l'opérateur :**

Ce cobot est piloté manuellement par l'opérateur et peut permettre, par exemple, de compenser le poids d'un outil ou de multiplier l'effort musculaire de l'opérateur.





➡ **Assistance physique fixée sur l'opérateur :**

L'opérateur est équipé d'un exosquelette (squelette externe) qui lui sert, par exemple, à déplacer des charges lourdes sans forcer.

L'exosquelette permet de réduire la charge physique et les risques de troubles musculosquelettiques (TMS).





Types de programmation

La mise en œuvre d'une robotisation, collaborative ou non, implique une phase de programmation pour définir les actions à réaliser et rendre le système opérationnel.

Cette tâche complexe nécessite des compétences spécifiques.

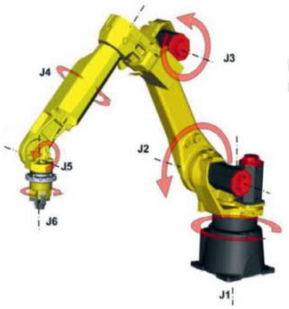
Il existe deux types de programmation en robotique industrielle :

- La **programmation par apprentissage**, méthode la plus utilisée, qui consiste à créer des trajectoires par mémorisation de points correspondant à des **coordonnées** dans l'espace (cartésiennes). Une fois celles-ci acquises par le robot, ce dernier recréera le déplacement entre ces points pour effectuer les actions.
- La **programmation hors ligne**, pour laquelle la création des trajectoires robotiques nécessite la structuration d'un algorithme (suite d'opérations à effectuer) traduite en langage de programmation. Une simulation permet ensuite le débogage avant mise en œuvre.



Pour effectuer ses déplacements, le robot devra avoir des consignes :

- sur les coordonnées articulaires (angles) ou cartésiennes où il doit se rendre ;
- sur le type de mouvement à effectuer : ligne droite, mouvement circulaire ou articulaire ;
- sur les caractéristiques physiques de son mouvement : vitesse, accélération ;
- sur le type d'outil utilisé.



Exemple de mouvements possibles et trajectoires robotiques des différents axes du bras robot articulé 6 axes contrôlés Fanuc M20i A

Axes de rotation	Notation	Emplacement	Type de mouvement
Axe 1 (J1)	B0/B1	Base/Bras1	Rotation pivot (+/- 185°)
Axe 2 (J2)	B1/B2	Bras1/Bras2	Rotation pivot (+160°, - 100°)
Axe 3 (J3)	B2/B3	Bras2/Bras3	Rotation pivot (+273°, -185°)
Axe 4 (J4)	B3/B4	Bras3/Bras4	Rotation pivot (+/- 200°)
Axe 5 (J5)	B4/B5	Bras4/Bras5 (Poignet)	Rotation pivot (+/- 140°)
Axe 6 (J6)	B5/Axe6	Bras5/Axe6 (Rotor)	Rotation pivot (+/- 450°)

AGV

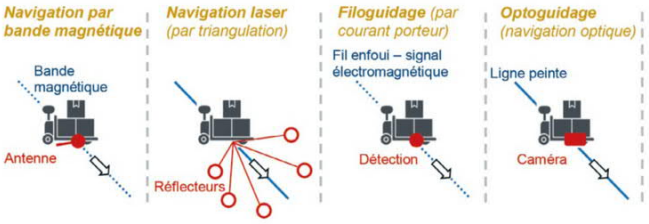
Dans de nombreuses applications industrielles, le transport de marchandises à travers une usine, un atelier ou un entrepôt est une tâche essentielle mais coûteuse en temps et en main d'œuvre, et dont l'optimisation est au cœur de l'amélioration continue.

La nécessité de robotiser ces tâches peut dès lors devenir une solution à long terme.

On appelle **AGV** (*Automatic Guided Vehicle*) ou **VGA** (Véhicule à Guidage Automatique) les **véhicules autoguidés** se déplaçant de façon autonome sans l'intervention humaine.



De nombreuses technologies existent pour la réalisation d'un transport autonome :



Ou encore :

- guidage par QR code ;
- guidage par aimants ;
- navigation naturelle ;
- navigation combinée ;
- géoguidage ;
- guidage par ultrasons ;
- …