

Objectifs de l'UE**Au terme de cette UE, les étudiants seront capables de :**

- Maîtriser les fondamentaux en robotique : repères et transformations, relations entre espaces articulaire et opérationnelle, propriétés cinématiques des architectures
- Maîtriser les concepts de base d'un langage de programmation en robotique industrielle
- Savoir programmer une tâche robotisée
- Maîtriser la notion de santé (Health) d'un système
- Savoir les notions de pronostic et de durée de vie résiduelle (Remaining Useful Life)
- Concevoir un système de pronostic basé sur une des méthodes de pronostic la plus adaptée
- Spécifier et concevoir des indicateurs de performance pour le pilotage des systèmes de production
- Concevoir des tableaux de bord pour la mesure de la performance des systèmes de production
- Rédiger un cahier des charges pour la mise en œuvre d'un tableau de bord

Description des ECUE**Robotique**

- 1) Place de la robotique dans les systèmes industriels et dans les services
- 2) Représentation fonctionnelle d'un robot
- 3) Description d'une pose (position et orientation) dans l'espace 2D ou 3D
- 4) Architectures des manipulateurs, modélisation et analyse des performances
- 5) Capteurs proprioceptifs (position, vitesse) utilisés en robotique
- 6) Génération de trajectoires et lois de commande
- 7) Capteurs extéroceptifs (proximétriques, tactiles, forces et couples)
- 8) Effecteurs et équipements péri-robotiques

9) Programmation des robots (Etude du langage VAL3)

TD :1) Analyse architecture et commande (espace articulaire / espace opérationnel, 2) Programmation (Cas d'études en VAL 3 et préparation des travaux pratiques)

TP : Réalisation d'une tâche de montage de plusieurs produits avec deux outils sur un poste robotisé (robot 6 axes Stäubli TX2-60L programmé en VAL3)

Pronostics and health management

1) Rappels sur les fondamentaux de la maintenance

2) Définition de la notion de santé (Health) d'un système

3) Définition de la notion de maintenance prédictive

4) Définition des notions de pronostic et de durée de vie résiduelle (Remaining Useful Life)

5) Outils d'analyse multicritère pour le choix d'une politique de maintenance

6) Présentation des grandes catégories de méthodes de pronostic : Méthodes à base de modèles (exemple: méthode par estimation de paramètres) ; Méthodes à base de connaissances (exemple: Réseaux Bayésiens) ; Méthodes d'intelligence artificielle (exemple: Réseaux de neurones) ; Méthodes statistiques (exemple: méthodes basées sur la fiabilité)

7) Application n°1 : Aide à la décision multicritère pour le choix d'une politique de maintenance (AHP, ELECTRE I)

8) Application n°2: Pronostic fonctionnel avec approche basée sur l'expérience (Weibull)

9) Application n°3: Pronostic de l'état d'un véhicule avec un système expert + initiation aux réseaux de neurones

TP : Utilisation d'un serious game pour le pilotage des politiques de maintenance industrielle

Indicateurs de performance et tableaux de Bord

1) Généralités et notions fondamentales de la performance : La performance ; Les facteurs de la performance ; Les indicateurs de performance

2) Tableau de bord et indicateurs de performance : Histoire ; Présentation de Business Intelligence ; Méthodologie de conception et de construction d'un tableau de bord ;

Choix et construction des indicateurs de performances ; Implémentation d'un tableau de bord.

3) Exemples d'application et cas d'études : Système de production de services : Évaluation de performance dans le milieu hospitalier (bloc opératoires) ; Environnement et développement durable (cycle de vie, indicateurs environnementaux, consommation d'énergie) ; Evaluation de performance d'un système manufacturier (ligne de production)

4) lien entre les tableaux de bord et l'IA pour le pilotage des systèmes de production

5) Projet de conception et construction d'un tableau de bord partant des données brutes.

TD : Application de la démarche sur des données réelles brutes dans le cadre d'un projet et réalisation des différentes étapes pour la conception de tableau de bord (le développement se fera lors des TPs)

TP : Réaliser des tableaux de bord avec des différents outils selon les besoins (power BI, Qlicksense, Excel, R ...) en manipulant les données réelles pour un projet. Intégration des modèles de prédiction IA pour un pilotage intelligent des systèmes.

Pré-requis

Robotique : Maîtriser la mécanique des solides, Connaître les technologies associées aux capteurs, Maîtriser un langage de programmation

Pronostics and health management : (S5) Modèles théoriques de la fiabilité, Maintenance et diagnostic (S6) Probabilités – Statistiques, Analyse numérique, Evaluation de la performance (S7) Traitement du signal (S8) Recherche opérationnelle, Statistique, Intelligence artificielle et Big Data,

Indicateurs de performance et tableaux de Bord : Evaluation de la performance, Probabilités et Statistiques

Bibliographie

Polycopié résumant les bases du langage VAL3

E. Dombre, W. Khalil. "Robot Manipulators: Modeling, Performance Analysis and Control". Wiley-ISTE, 2007.

B. Siciliano, O. Khatib. "Springer Handbook of Robotics". Editors Springer-Verlag, 2008.

P. Corke. "Robotics, Vision and Control". Springer, 2011.

C.S. Byington, M.J. Roemer, and T. Galie. "Prognostic enhancements to diagnostic systems for improved condition-based maintenance [military aircraft]". In Aerospace Conference Proceedings, IEEE, volume 6, pages 6–2815–6–2824, vol.6, 2002

I. Geanta, B. lung, D. Theilliol, M. Schieber, Y. Fusero. "Investigation d'une cartographie multicritère pour la sélection de techniques de diagnostic et de pronostic dédiée à la

maintenance en ligne de véhicules complexes”. 5e Journées Doctorales / Journées Nationales MACS, JD-JN-MACS 2013, Strasbourg, France, 2013.

D. N. Nguyen. “Contribution aux approches probabilistes pour le pronostic et la maintenance des systèmes contrôlés. Thèse de doctorat de l'Université de Technologie de Troyes, mars 2015.

P. Cochetoux. “Contribution à la maintenance proactive par la formalisation du processus de pronostic des performances des systèmes industriels”. Thèse de doctorat de l'Université Henri Poincaré, Nancy I, novembre 2000.

A. Horenbeek and L. Pintelon. “Optimal prognostic maintenance planning for multi-component systems”. In Proceedings of the European Safety and Reliability Conference, 2011.

A. Fernandez. “Les nouveaux tableaux de bord pour piloter l'entreprise : systèmes d'information, nouvelles technologies et mesure de la performance”. Paris : Ed. d'organisation, 1999.

F. Bonvoisin. “Evaluation de la performance des blocs opératoires : du modèle aux indicateurs. ”. Thèse de doctorat à l'Université de Valenciennes, janvier 2011.

Directive 2004/49/CE sur la sécurité des chemins de fer communautaires, L220/16, 26/06/2004

ERA/REC/01-2008/SAF : Recommendation on the common safety methods for calculation, assessment and enforcement to be used in the framework of the 1st set of CST

ERA/REC/02/2007/SAF : Recommendation on the 1st set of Common Safety Methods

ERA/REC/SAF/09-2009 : Recommendation on Common Safety Method on Conformity Assessment