

Objectifs de l'UE

Au terme de cette UE, les étudiants seront capables de maîtriser les outils de traitement de l'information au sein des systèmes et sous-systèmes de contrôle et pilotage de l'usine numérique et de la chaîne logistique. Notamment, ils devront être capables de

- Appréhender les concepts de base de l'usine 4.0 et les briques technologiques
- Appréhender la complexité des systèmes industriels actuels et futurs, ainsi que leurs enjeux sociétaux et humains.
- Spécifier de manière cohérente des systèmes industriels intégrant l'homme et coopérant avec lui de manière efficace, tenant compte de ses compétences et capacités
- Prendre du recul sur les enjeux liés au développement éthique de ces systèmes industriels
- mettre en place et gérer une architecture permettant l'échange et le traitement d'informations pour le pilotage des différents systèmes classiques et/ou cyberphysiques du site d'exploitation proprement dit, i.e. site de production, hub logistique... intégrant des moyens industriels tels que des robots collaboratifs, robots mobiles, contrôleurs intelligents, containers intelligents, agents décisionnels...
- gérer une structure plus vaste d'information permettant de répondre aux besoins actuels de l'usine numérique et de la logistique, en intégrant les conditions de sécurité et de sûreté et en s'appuyant sur des solutions avec ou sans fils.
- faire intervenir les méthodes de l'intelligence artificielle et du big data pour recueillir/exploiter de grandes masses de données issues de l'usine numérique et de la chaîne logistique, voire même d'anticiper les commandes des clients potentiels.

Description des UCUE

Usine 4.0 et technologies

- 1) Introduction aux nouveaux concepts de l'usine 4.0 : contexte économique / défis / concepts d'usine connectée
- 2) Introduction aux concepts d'Internet des objets et à leurs applications dans l'usine 4.0

3) Introduction aux briques technologiques : Fabrication additive, réalité virtuelle / augmentée, robotique collaborative, robotique mobile

TP : travaux pratiques d'initiation en fabrication additive, robotique mobile et internet des objets - Utilisation de Anylogic et Factory I/O

Humains et systèmes industriels intelligents

1) Intégration de l'homme dans l'industrie du futur (Industrie 4.0): enjeux sociétaux

2) Outils et méthodes pour une intégration réussie : systèmes homme-machine, coopération homme-machine, symbiose homme/machine, opérateur 4.0

3) Dimensions éthique et durable de l'industrie 4.0 : opportunités et risques pour l'ingénieur de demain en génie industriel

TD : Définir, en tant que concepteur, une interface de supervision et de contrôle adaptée pour l'homme d'un système de fabrication de type Industrie 4.0 (robots de production autonomes et communicants, produits auto-organisés, cellule alimentée et déchargée par des robots mobiles autonomes). Proposer un protocole expérimental pour évaluer l'interface proposée.

TP : Participation à des expérimentations, en tant que futur utilisateur, menées sur un prototype de système de fabrication Industrie 4.0 pour évaluer les performances en termes de nombre de produits fabriqués, l'énergie consommée et la gestion des incidents. Rédaction d'un compte rendu sur la perception du dispositif: points positifs, points négatifs, améliorations possibles. Analyse de l'impact sur l'homme : enjeux éthiques de l'homme en Industrie 4.0.

Réseaux de communication pour l'usine numérique

A partir de l'étude de la transformation d'un système automatisé classique en système cyber-physique industriel (exemple du retrofit de Telma)

1) Besoins, concept de Réseaux Locaux Industriels (RLI) dans le contexte des systèmes cyberphysiques,

2) Intérêt et limites des RLI,

3) Modèles et Technologies de communication utilisés pour et dans les équipements industriels (classiques, cyberphysiques) de contrôle,

4) Architecture (sous-systèmes) et protocoles mis en œuvre dans les RLI. Illustrations avec Opc-da, Opc-ua, Modbus, Modbus/Tcp, ..., systèmes cyberphysiques connectés industriels, ...

TP : Analyse et mise en œuvre des protocoles Modbus/tcp et Zigbee sur une application production (Telma). Récupération de données Opc-ua.

Sécurité des systèmes cyber-physiques

- 1) Identification d'une architecture fonctionnelle moderne d'une usine numérique
- 2) Fonctionnement et caractéristiques des échanges entre les principaux composants
- 3) Protocoles, formats et formalisation de l'échange des données
- 4) Identification des besoins pour la sécurité des données, état des lieux et solutions actuelles
- 5) Failles de sécurité, évaluation des risques et des menaces, solutions de protection

TP : Paramétrage, observation et évaluation de la mise en oeuvre de composants dans un contexte industriel (réseau, automates, iot).

Intelligence artificielle et Big Data

- 1) Introduction des notions fondamentales et histoire de l'IA
- 2) Présentation des différentes méthodes de l'IA et leurs applications en Génie Industriel
- 3) Déroulement de la méthodologie Machine Learning sur des exemples simples et analyse des résultats fournis
- 4) Réalisation d'un projet d'apprentissage : bibliographie, identification de besoins, définition des objectifs, analyse des données, exploitation des données, réalisation des modèles de prédiction (développement en TP)

TP : application des algorithmes de IA à des problèmes connus - utilisation des outils selon le type de projet (WEKA3 ou Python ou Matlab)

Pré-requis

Connaissance d'un langage impératif compilé (de préférence le C) et des fondements algorithmiques de la programmation. Connaissances de base du fonctionnement d'un système informatique et d'UNIX. Connaissances fondamentales en base de données. Notions de base en probabilité et statistique.

Bibliographie

Guide des technologies de l'usine du futur, AIF (Alliance Industrie du Futur), 2018

Wright, E., Practical industrial data networks: design, installation and troubleshooting, Newnes 2004.

Galloway, B., & Hancke, Introduction to industrial control networks, G. P. 2013.

G.Pujolle, Communications Surveys & Tutorials, IEEE, 15(2), Eyrolles 2014.

R.Legrand, Les réseaux avec Cisco, Ressources informatiques 2015.

Clarhaut, Dupoty,+ co-auteurs Cyberdéfense - La sécurité de l'informatique industrielle, ENI 2015.

Llorens, Levier +co auteurs, Tableaux de bord de la sécurité réseau, Eyrolles 2010

Barthélémy, Cryptographie principes et mise en oeuvre Hermes 2005

P. Lemberger, M. Batty, M. Morel, J.-L. Raffaëlli, Big Data et Machine Learning - Les concepts et les outils de la data science, Dunod.

I.H. Witten, E. Frank, Data Mining, Morgan Kaufmann Publishers.