Ingénierie des Systèmes Critiques

Model-based system engineering for critical systems

Code ECUE <i>Course code: ISC</i>		UE (Crédits ECTS de l'UE) : UE3-5 (5 ECTS)	
Département <i>Department</i>	IA	Cours <i>Lectures</i>	10h00
Coordonnateurs <i>Lecturers</i>	E. Grolleau	T.D. <i>Tutorials</i>	10h00
Période <i>Year of study</i>	A2	T.P. <i>Laboratory sessions</i>	15h00
Semestre <i>Semester</i>	S3	Projet <i>Project</i>	
Evaluation <i>Assessment method(s)</i>	1 écrit, Travaux Pratiques <i>1 written exam, lab work</i>	Non encadré <i>Unsupervised</i>	
Langue d'instruction <i>Language of instruction</i>	Français <i>French</i>	Horaire global <i>Total hours</i>	35h00
Type de cours <i>Type of course</i>	Obligatoire <i>Compulsory</i>	Travail personnel <i>Homework</i>	13h00
Niveau <i>Level of course</i>	Second cycle universitaire <i>Graduate</i>		

Compétences attendues :

- Suivre un processus de l'ingénierie Système des exigences à la spécification à la conception produit.
- Suivre un cycle de développement logiciel permettant le développement sûr de programmes embarqués temps réel pour des systèmes critiques.
- Introduire les spécificités des logiciels temps réel

Pré-requis :

- Information numérique (S1)
- Introduction aux systèmes embarqués (S1)

Contenu :

1. Introduction aux systèmes embarqués critiques

- Contraintes, exigences et certification,
- Redondance et tolérance aux pannes,
- Cycle de vie logiciel
- Ingénierie des exigences.

2. Introduction des concepts et de la méthode à travers un exemple

- Programmation embarquée séquentielle (exemple de programmation Arduino)
- Entrées-sorties analogiques, numériques, PWM, horloges, bus, représentation numérique
- Capteurs-actionneurs type sur drones
- Programmation événementielle basée interruptions matérielles
- Programmation cyclique
- Programmation multitâche
- Introduction à FreeRTOS
- Spécification fonctionnelle (utilisation de Capella)
- Modélisation par statecharts (UML FSM sur Yakindu <https://www.itemis.com/en/yakindu/state-machine/>)
- Conception logiciel-matériel utilisant le multitâche (utilisation d'AADL)
- Délais de bout-en-bout et performances

Bibliographie :

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel », ed. Dunod, 2018
 - F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, « Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », ed. Dunod, 2014
 - F. Cottet, E. Grolleau, « Systèmes temps réel de contrôle-commande », ed. Dunod, 2005
 - A. Tanenbaum, « Systèmes d'exploitation », ed. Pearson
 - P. Zanella, Y. Ligier, E. Lazard, « Architecture et technologie des ordinateurs »
 - P. Ward, S. Mellor, « Structured development for real-time systems », Yourdon press
 - H. Gomaa, “Software design methods for concurrent and real-time systems”, Addison Wesley
-

Expected competencies:

- Follow a System Engineering design cycle.
- Use a software life-cycle to insure a safe, and fault-tolerant of critical real-time embedded systems.
- Introduce real-time specificities and constraints.

Prerequisites: Digital Information (S1), Introduction to Embedded Systems (S1)

Content:

1. Introduction to critical and embedded systems

- Constraints, requirements and certification,
- Redundancy and fault-tolerance,
- Software life-cycle
- Requirement Engineering.

2. Introduction des concepts et de la méthode à travers un exemple

- Sequential embedded programming (based on a simple Arduino example)
- Analog Input/Output, Digital I/O, PWM, clock circuits, buses, digital representation
- Typical drone sensors and actuators
- Event-based programming using interrupts
- Cyclic programming model
- Multithread programming
- Introduction to FreeRTOS
- Functional specification (using Capella)
- Statecharts modelling (UML FSM using Yakindu <https://www.itemis.com/en/yakindu/state-machine/>)
- Hardware-software co-design for multithreading (using AADL)
- Performance and end-to-end delays

Recommended reading:

- E. Grolleau, J. Hugues, Y. Ouhammou, H. Bauer, « Introduction aux systèmes embarqués temps réel », ed. Dunod, 2018
- F. Cottet, E. Grolleau, S. Gérard, J. Hugues, Y. Ouhammou, « Spécification, conception, implémentation et validation temporelle », ed. Dunod, 2014
- F. Cottet, E. Grolleau, « Systèmes temps réel de contrôle-commande », ed. Dunod, 2005
- A. Tanenbaum, « Systèmes d'exploitation », ed. Pearson
- P. Zanella, Y. Ligier, E. Lazard, « Architecture et technologie des ordinateurs »
- P. Ward, S. Mellor, « Structured development for real-time systems », Yourdon press
- H. Gomaa, “Software design methods for concurrent and real-time systems”, Addison Wesley