

	IA Embarquée, Capteurs et Actionneurs					CM 12h	TD 36h	HNE 12h
--	---------------------------------------	--	--	--	--	-----------	-----------	------------

Cours proposé en :

SI5 AL	SI5 CyberSec	SI5 IA-ID	SI5 IHM	SI5 IoT-CPS	M2 Ubinet	SI4	M1 EIT DSC AUS	M2 EIT DSC	M2 EIT Fintech
				x		x	x		

Responsable : **Miramond Benoit** (Benoit.MIRAMOND@univ-cotedazur.fr)

Résumé :

Ce cours s'intéresse au déploiement de l'IA dans les applications embarquées. Ce secteur spécifique de l'IA, également appelé Edge AI, est soumis à des contraintes fortes en termes de consommation d'énergie et de puissance de calcul disponible. Déployer des algorithmes de Deep Learning dans de telles conditions fait appel à plusieurs notions : intelligence artificielle, programmation embarquée, systèmes temps réel, capteurs et actionneurs, traitement de signal.

Prérequis :

Les étudiants doivent

- avoir un bon niveau en programmation C
- connaître les principes de la représentation des nombres en binaire (virgule fixe et flottante)
- avoir des notions de deep learning.

Objectifs :

- Développer des programmes compacts sur cible embarquée
- Comprendre les contraintes spécifiques au domaine de l'embarqué et des systèmes temps réel
- Sensibiliser à la notion d'IA frugale et la conception de modèles d'IA à faible consommation d'énergie
- Concevoir un projet de capteur intelligent autonome intégrant des algorithmes d'IA au service de l'environnement

Contenu :

- Le module est principalement organisé autour de la réalisation d'un projet de conception de réseau de capteurs intelligents. Ce projet se base sur des cartes à micro-contrôleurs développées au LEAT et sur l'environnement logiciel MicroAI associé pour la compression de réseaux de neurones sur cible embarquée. Les cours fournissent les principes fondamentaux de la programmation embarquée, des systèmes temps réel et de la compression de réseaux de neurones pour l'Edge AI. Les TPs sur cibles embarquées mènent l'étudiant vers la réalisation de son propre projet de capteur intelligent en fin de module.

Références :

- Introduction aux systèmes embarqués temps réel - Fondamentaux et études de cas: Conception et mise en oeuvre, Emmanuel Grolleau, 2018.
- Quantization and deployment of deep neural networks on microcontrollers, PE Novac, G Boukli Hacene, A Pegatoquet, B Miramond, V Gripon, Sensors 21 (9), 2984, 2021

Acquis :

- Comprendre les contraintes spécifiques au domaine de l'embarqué et des systèmes temps réel
- Comprendre les enjeux et les défis de l'Edge AI à l'heure de l'IoT, des réseaux de capteurs et de la transition énergétique.

Evaluation :

- Une note de projet final, une note de TP et une note de contrôle.



## Embedded AI, Sensors and Actuators

### Summary:

This course focuses on the deployment of AI in embedded applications. This specific sector of AI, also called Edge AI, is subject to strong constraints in terms of energy consumption and available computing resources. Deploying Deep Learning algorithms in such conditions calls for several notions: artificial intelligence, embedded programming, real-time systems, sensors and actuators, signal processing.

### Prerequisite:

Students should

- have a good level in C programming
- know the principles of binary number representation
- have notions of deep learning.

### Objectives:

- Develop compact programs on embedded targets
- Understand the constraints specific to the embedded domain and real-time systems
- Become aware of the notion of frugal AI and the design of low power consumption AI models
- Design an autonomous smart sensor project integrating AI algorithms to monitor the environment

### Content:

- The module is mainly organized around the realization of a smart sensor network design project. This project is based on microcontroller boards developed at LEAT and on the associated MicroAI software environment for the compression of neural networks on embedded targets. The courses provide the fundamentals of embedded programming, real-time systems and neural network compression for Edge AI. Workshops on embedded targets lead the student to the realization of his own smart sensor project at the end of the course.

### References:

- Introduction to Real-Time Embedded Systems - Fundamentals and Case Studies: Design and Implementation, Emmanuel Grolleau, 2018.
- Quantization and deployment of deep neural networks on microcontrollers, PE Novac, G Boukli Hacene, A Pegatoquet, B Miramond, V Gripon, Sensors 21 (9), 2984, 2021

### Acquired:

- Understand the specific constraints of the embedded and real-time systems domain.
- Understand the issues and challenges of Edge AI in the era of IoT, sensor networks and energy transition.

### Assessment:

- A final project grade, a lab grade and a test grade.