

MODAL D'INFORMATIQUE

Juan-Antonio Cordero-Fuertes
juan-antonio.cordero-fuertes@polytechnique.edu

	CODE	PÉRIODE			Numerus clausus
		P1	P2	P3	
B	Bioinformatics	INF471B	1		8
C	Connected Objects and the Internet of Things (IoT)	INF471C	1		24
J	Conception et développement d'un Jeu vidéo	INF471J	1		18
S	Algorithms and Advanced Programming	INF471S	1		voir modalités d'inscription p. 53
T	Tablettes et smartphones	INF471T	1		24
W	Applications Web	INF472W		2	48
D	Distributed applications	INF472D		2	24
R	Robots et drones	INF472R		2	30
A	Competitive programming in C++	INF473A		3	24
G	Exploration et apprentissage sur les Graphes du Web	INF473G		3	30
V	Deep Learning in Computer Vision	INF473V		3	30
X	Cybersecurity - the hacking Xperience	INF473X		3	48

De notre smartphone à un robot, en passant par des objets connectés et la bioinformatique; des images à la manipulation de graphes, le traitement et l'analyse des observations biologiques avec méthodes computationnelles, ou la maîtrise des réseaux; du web aux jeux vidéo, les applications modernes de l'informatique exigent des algorithmes efficaces et aussi des programmes bien adaptés.

Dans le cadre restreint du modal, vous devrez choisir un sujet particulier que vous approfondirez par la réalisation d'un projet de programmation, de préférence en binôme.

Dans tous les cas, les compétences que vous allez acquérir seront similaires: approche expérimentale dans la modélisation d'un problème issu du réel, acquisition de compléments théoriques, apprentissage de technologies complexes, rigueur et précision indispensables pour aboutir à une réalisation.

Votre choix se fera en deux étapes. Dans un premier temps, vous devez choisir une thématique. La définition précise d'un sujet, se fera ensuite lors des premières semaines du modal, en accord avec la thématique choisie et les exigences pédagogiques, après avoir pris la mesure de quelques problèmes inté-

ressants et des difficultés auxquelles vous attendrez.

L'offre de thématiques pour 2024-2025 est la suivante:

Période 1

INF471B – Bioinformatics

INF471C – Connected Objects and the Internet of Things (IoT).

INF471J – Conception et développement d'un Jeu vidéo

INF471S – Algorithms and Advanced Programming.

INF471T – Tablettes et smartphones.

Période 2

INF472W – Applications Web.

INF472D – Distributed applications.

INF472R – Robots et Drones

Période 3

INF473A – Competitive programming in C++.

INF473G – Exploration et apprentissage sur les Graphes du Web

INF473V – Deep Learning in Computer Vision.

INF473X – Cybersecurity – the hacking Experience.

Les pages qui suivent vous donneront un aperçu des sujets abordés dans chacune de ces thématiques. Faites attention, sauf en ce qui concerne la thématique Web qui est proposée aux périodes 1 et 2, toutes les autres thématiques ne sont proposées que sur une seule période.

Si vous hésitez encore, voici quelques bonnes raisons pour placer les thématiques du modal informatique en tête de vos choix:

- appliquer et consolider, dans un cadre expérimental, les connaissances acquises aux trimestres précédents,
- découvrir les richesses d'un domaine par simple curiosité intellectuelle ou pour mieux préparer votre projet de 3A et 4A,

■ profiter d'un encadrement conséquent pour réaliser le projet de programmation qui est un prérequis pour le PA Informatique,

■ traiter, peut être pour la première fois, un problème non scolaire,

■ comprendre comment fonctionnent les outils que chacun croise tous les jours,

■ préparer un projet de création de startup à court terme, les exemples existent.

Sebastian Will (LIX)
Sébastien Ferreira-Cerca (BIOC)

Sarah Berkemer (LIX)
berkemer@lix.polytechnique.fr

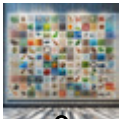
INF471B

Période 1

Sequence your sample!
Analysis of your own environmental sample using Nanopore sequencing and bioinformatics methods.

Description

Environmental samples



DNA extraction



Nanopore Sequencing



Computational analysis



You will collect your own environmental sample and study the diversity of its microorganism population. For this purpose, you are going to apply Oxford Nanopore sequencing in the wet lab and then analyse the results with computational methods of Bioinformatics.

By DNA preparation and sequencing, you will gain "first-contact" wet lab experience. In the larger part of this modal, you will analyse the generated data in depth using state-of-the-art Bioinformatic tools e.g. genome assembly, gene prediction, analysis of species diversity, and comparison of data sets. Thus, this modal provides an all-in-one combination of molecular-biology experiments

and computational analysis. It introduces you to practical work in modern molecular biological research as well as motivates the exploration of bioinformatics methods from concrete analysis demands.

After this modal you will be able to select and leverage current computational methods to analyse sequencing data. Hence, this course is designed for theoretically-inclined computer science students who want to get some insight into the applied side of bioinformatics and as well biologists who want to know about computational analysis.

Note that the course may be adapted to materials and wet lab availabilities.

Language: English

Juan-Antonio Cordero-Fuertes
juan-antonio.cordero-fuertes@polytechnique.edu

Thomas Clausen
Thomas.Clausen@Polytechnique.edu

INF471C

Période 1

In the 21st century, a company developing a product (or, a polytechnique student, doing a PSC...) either:

- has a strategy for rendering the product (or, the PSC) somehow connected; or
- is as disconnected from reality, as was the guy installing the bike-rack on the picture to the left.

If you are, or want to be, in the first category, then this MODAL is for you – regardless of your previous experience.

Whether you are a novice, or a seasoned programmer, this tutorial-based MODAL will bring you to having developed a complete connected object (system), and in the process taught you things such as:

- How a micro controller works, and how to build intelligent objects with it?
- How to (efficiently) use WiFi, Bluetooth, Bluetooth/LE, IEEE 802.15.4, and other "IoT Interconnect" to connect your intelligent object to the Internet

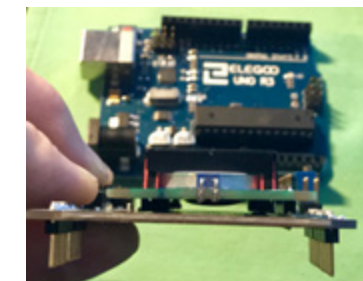


- How to "communicate to the cloud" from your connected object – in passing, understand things such as CoAp, and REST.

A set of tutorials will be proposed through this MODAL, training you in the key, technologies – and, in the process guiding you through developing (with your buddy) connected object systems, such as:

- A connected, multi-site, weather station
- A home automation system
- A Twitter button
- ...

You are highly encouraged to bring your own project ideas, which your instructors will work with you to fit in to the tutorials. For this reason, this MODAL is limited to 24 students.



Raphael Granier de Cassagnac
raphael@sciencecgames.fr

Damien Rohmer
damien.rohmer@polytechnique.edu

INF471J

Période 1 Objectif

Ce modal propose une initiation au domaine professionnel du jeu vidéo, et permet, en particulier, d'acquies les notions fondamentales permettant la conception et de développement informatique d'un jeu vidéo en 2D et 3D. Les notions théoriques vues en cours seront mises en pratique par le biais de projets de développement encadrés d'un jeu vidéo complet.

Projets

Les jeux vidéo sont développés, par petits groupes d'étudiants, sur la plateforme Unity, et à l'aide de scripts C#. Une initiation à Unity fait partie intégrante du modal.



Encadrement

L'équipe enseignante est constituée par les membres du gamelab de la chaire « Science et Jeu vidéo » entre l'École polytechnique et la société Ubisoft. Les interventions en cours sont réalisées par plusieurs professionnels expérimentés dans le développement du jeu vidéo, en fonction des thèmes des séances, et font intervenir, en fin de modal, des professionnels de l'industrie. Les travaux dirigés sont encadrés par l'ensemble des membres du gamelab.



Thèmes abordés

game design; programmation unity et C#; graphisme et son; expérience et test utilisateur...

Prérequis: Programmation orientée objet (ex. INF411 ou INF371).

Hang Zhou
hzhou@lix.polytechnique.fr

INF471S

Période 1

All participants in this Modal are expected to take part in the X-Qualification contest in the end of the Modal. Best students in the X-Qualification contest will represent the Ecole polytechnique at the Southwestern Europe Regional Contest (SWERC) of the ACM International Collegiate Programming Contest (ACM-ICPC).

Do you like solving challenging CS problems and programming? Do you like competing in an international programming contest? Are you interested in working in a tech company such as Google, Microsoft, Amazon, IBM, Facebook, and Apple? If your answers are yes, you should consider the ACM-ICPC, which is the most prominent international programming competition at university level. Participants compete in teams of three students. They must solve as many algorithmic problems as possible within a five hour period. The contest is divided into three phases: a qualification contest within the École Polytechnique, a regional contest in Southwestern Europe, and a World Final contest. Every year, two or three teams of the École Polytechnique are qualified to participate in the Southwestern Europe Regional Contest

(SWERC), in which more than hundred teams take part, including ENS, ETH, UPC, EPFL, etc.

See more at
<https://www.polytechnique.edu/fr/content/deux-medailles-dargent-pour-ix-au-concours-de-programmation-swerc>

If you are interested in this Modal, please send your CV to Hang Zhou (hzhou@lix.polytechnique.fr) as soon as possible to know details about the pre-selection.

Students having participated in International Olympiad in Informatics (IOI) and International Mathematical Olympiad (IMO) are especially encouraged to apply.



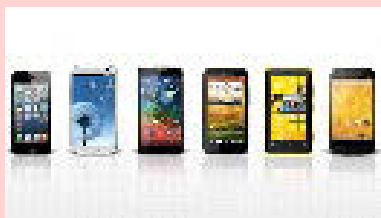
INF471T

Période 1

Applications mobiles smartphone

Comment réaliser des applications pour mobile ?

L'émergence de nouvelles technologies nous permet de réaliser de telles applications comme une page Web. C'est ce concept que reprendra ce modal qui vous permettra de créer votre propre application.



Déroulement du Modal

Découverte en 5 séances des principaux concepts et mise en œuvre en TD.
Développement d'un projet en binôme sur les 4 dernières séances.
Attention, ce modal n'aborde pas les applications dites natives.

Idées de projet

Les projets sont libres de choix tout en respectant certaines contraintes liées au contenu. Géolocalisation, utilisation de l'appareil photo, du GPS, de l'accéléromètre, du carnet d'adresse toutes les fonctionnalités du téléphone sont accessibles.



INF472W

Période 2

En 2014, le nombre de sites Web dépassait le milliard alors qu'il n'en existait que 50 millions en 2004. De plus, ces sites proposent de plus en plus de services personnalisés suivant l'utilisateur: agrégateurs, espaces de travail partagé, sites communautaires ou encore blogs en sont des parfaits exemples. Cette nouvelle donne a vu se développer en parallèle des technologies adaptées pour le développement de tels sites ou devrait-on dire actuellement de telles applications.

Ce cours a pour objectif d'aborder d'un point de vue pratique et concret les problèmes liés au développement de ces applications. Les techniques abordées seront les suivantes: programmation objet en PHP, introduction aux bases de données à travers MySQL, sécurité des applications, cartes et géolocalisation, Javascript, Ajax...



Dans ce modal, les 4 premières séances sont consacrées à la construction de briques de base utilisées ensuite dans un projet développé en binôme sur un sujet qui vous tiens à cœur.

Le choix de celui-ci est libre et toutes les idées sont les bienvenues!

Rejoignez INF472W
en période 2
pour développer votre application web!



INF472D

Période 2

Virtually every time we interact with a computer program – on our computer, on our tablet, on our smartphones... on our SmartTVs, or our refrigerators... or, on our for some reason also connected toaster ovens – we're in reality interacting with a distributed application.

The device we hold in our hands for sending an email (or, into which we slide our sliced toast...) will, at the very least, communicate with a server, somewhere out there in "the cloud" – and, most often, communicate with a whole host of servers, and computers... and does so across this thing called "The Internet".

A corollary to this is, that every relevant modern application is a distributed application, which uses the Internet and the cloud – and, in a nutshell, the purpose of this MODAL is to teach you how to competently develop those applications.

Specifically, we will give a high-level view of "how the Internet works": what is routing, and DNS? What is TCP/UDP/IP? What's a proxy? A switch? A router? What is an IP address? And what's this thing called IPv6?

With this baggage, we will work through a set of tutorials, introducing the (language) primitives for distributed systems developments – including interactions with (for example) web-servers, and with Twitter, as well as development of your own server applications... in fact, we will in one of those tutorials develop a on-line, multi-player, game.



We will offer these tutorials in C, as an example of (professional) programming language.



Once you've worked through the tutorials, you'll be teaming up with your best buddy, and together put what you've learned to good use: you'll work together on a project of your choosing – either, one defined by yourself, or one from among a catalogue proposed by your teachers. This may include topics such as collaborative software, multi-player games, a "social media aggregator" – or maybe even a network of annoying Twitter-bots, which will retweet and/or debunk the regurgitations of your favorite politicians... your imagination is (literally) the only limit...



David Filliat
david.filliat@ensta-paristech.fr

Eric Goubault
eric.goubault@polytechnique.edu

Sylvie Putot
sylvie.putot@polytechnique.edu

INF472R

Période 2

Les robots représentent des systèmes complexes, caractérisés par la présence de multiples capteurs, actionneurs, et une panoplie d'algorithmes. Ces composants sont interconnectés afin d'analyser l'environnement, d'établir des modèles, de planifier des mouvements ou d'effectuer des manipulations.

Le développement de logiciels pour ces systèmes s'avère donc ardu, et des approches visant à abstraire le matériel spécifique ou à réutiliser des éléments existants sont développées pour simplifier cette tâche.

Par ailleurs, la conception d'algorithmes, accompagnée de la preuve de leur bon fonctionnement face aux multiples incertitudes engendrées par les capteurs et les actionneurs, constitue un enjeu crucial dans le domaine de la robotique, notamment dans le cas des drones.

Dans ce Modal nous verrons les bases d'utilisation du système Linux, de programmation en Python, ainsi que les principes fondamentaux d'un middleware largement utilisé dans le milieu académique et industriel (ROS - Robot Operating System). Seront également abordées des notions relatives au traitement d'images, à la cartographie, à la planification et à la navigation en robotique, accompagnées des bibliothèques open-source pertinentes telles qu'OpenCV.

En outre, des méthodes de simulation garantie seront présentées, permettant de vérifier le bon fonctionnement des algorithmes sélectionnés.



Crazyflie 2.0

Ft1enth

Turtlebot

Elias Tsigaridas
elias.tsigaridas@inria.fr

INF473A

Période 3







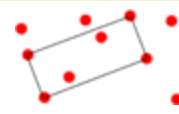
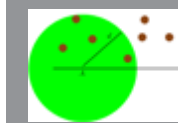
The primary goal of the MODAL is to present a variety of tools and methods to design algorithms for various problems and to demonstrate programming techniques for their efficient implementation. We focus on problems commonly appearing in programming contests and in technical job interviews. The course covers, among others, algorithms for arithmetic operations, greedy algorithms, dynamic programming, (basic) graph

algorithms, (exhaustive) search, and string manipulation.

We focus on the C++ language, no prior knowledge is assumed. The secondary goal of the MODAL is the mastering of some of the fundamental aspects of the language.

The MODAL terminates with some programming exercises and possible a programming project.

Prerequisites: INF411 or INF421

 <p>Can you tell if this structure is stable?</p>	 <p>Will your backtracking algorithm prove fast enough to solve a 16x16 Sudoku puzzle?</p>	 <p>What data structure would you use for your phone's predictive text input?</p>	 <p>Do you know how to find the largest monochromatic rectangle in a black-and-white image in linear time?</p>
 <p>Given a map of the underground, would you know how to find the fastest way to get from A to B with at most two changes on the way?</p>	 <p>What's the fastest way to recompute values in a spreadsheet after the user changes a single cell, detecting a possible circular reference?</p>	 <p>Given n points on the plane, can you count how many rectangles they form... in $O(n^2)$ time?</p>	 <p>Given the coordinates of n islands and a transmission range d, can you place the minimum number of antennas along a straight shoreline to cover all islands... in $O(n \log n)$ time?</p>

INF473G

Période 3

De nos jours, nous avons accès à de vastes ensembles de données, dont beaucoup sont créés et publiés par les gouvernements. Par exemple, ici en France, nous avons le portail data.gouv.fr.

Nous étudierons différentes manières de représenter ces jeux de données, et notamment le pouvoir expressif des graphes. Ces ensembles de données offrent un excellent aperçu de nos sociétés et peuvent aider à repérer les tendances sociales ou les problèmes sociaux.

Au cours des années précédentes, les étudiants ont étudié les tendances de vote des lois au Parlement européen, les tendances dans la collaboration entre les pays, la manière dont le changement climatique est discuté sur les réseaux sociaux, et bien d'autres sujets intéressants!

Au cours de ce modale, vous vous familiariserez avec les notions et les outils d'exploration des données. Nous discuterons d'articles de recherche qui utilisent des méthodes infor-

matiques pour découvrir des problèmes sociaux.

Ce cours présente également les différentes étapes importantes qu'un ingénieur en science des données doit connaître pour extraire des connaissances à partir de grands volumes de données.

Ce que vous apprendrez :

1. Comment représenter les données: le pouvoir expressif des différentes représentations
2. Réseaux sociaux: notions avancées sur la détection de communauté
3. Correspondance des entités entre différentes ensembles de données
4. Traitement du langage naturel pour extraire et classer des informations à partir de sources textuelles
5. Une introduction aux statistiques dans la recherche sociale



Les cinq premières séances sont consacrées à la présentation de concepts et d'outils, tandis que dans les séances suivantes, vous réaliserez des projets en binôme avec l'aide du tuteur. Vous aurez toute liberté pour choisir le sujet de votre projet.

Prérequis : Python

Langue : Le matériel est en anglais, mais le cours peut être en anglais ou en français, selon les étudiants.





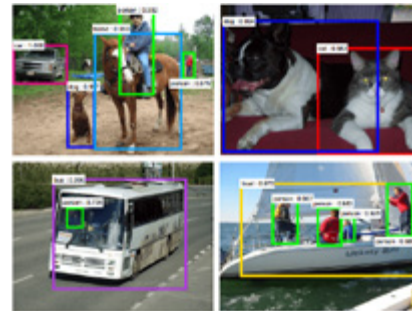
INF473V

Période 3

Ce modal a pour le but d'introduire les élèves aux méthodes récentes pour l'analyse et le traitement des images, basées sur avec les réseaux de neurones artificiels et plus particulièrement les réseaux neuronaux convolutifs (Convolutional Neural Networks, ou des CNNs). Ces méthodes ont vu une croissance extraordinaire au cours des dernières années et ont contribué largement à des avancés dans la résolution des problèmes aussi diverses que : classification, segmentation et comparaison des images, détection et reconnaissance des objets et des personnes (par ex. visages), analyse des vidéos, détection des anomalies, super-résolution et analyse de style dans les images, parmi d'innombrables autres.

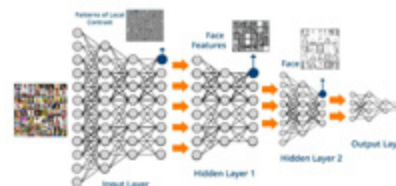
Le modal va introduire les concepts principaux utilisés dans ces méthodes, et se concentrer sur les aspects pratiques de leur mis en œuvre, y compris :

1. Le choix de l'architecture pour les CNNs
2. Les aspects d'entraînement tel que le back-propagation et stochastic gradient descent.
3. L'entraînement des CNNs sur les cartes graphiques
4. L'exploitation efficace des modèles entraînés.



Le but final est d'élaborer un projet dans un groupe de 2-3 élèves, dans lequel les connaissances acquises pendant les cours et les TDs seront utilisées pour résoudre un problème pratique à moyenne ou grande échelle. Les idées des projets possibles sont : colorisation automatique des images, reconnaissance des émotions dans les photos, motion tracking dans les vidéos, etc.

Note : La plupart des cours (amphis) seront en anglais.



INF473X

Période 3



As anybody, familiar with 1970s sitcoms would know, Mel, the cook on Alice used to say:
"the best defense is a good offense".

In cybersecurity, this translates into the realization that the best network/systems/security administrator is someone, who's (i) well versed as a hacker and (ii) has somehow managed to stay out of jail.

This MODAL will initiate you to the first: exercising your skills as a hacker.

This tutorial-based, and very hands-on, MODAL is individualized, able to accommodate you regardless of your previous experiences: whether you are a novice, a seasoned programmer, or Chief Resident Hacker from the BR, this MODAL will be for you.

In this MODAL, each student will, with help from the teaching team, select tutorials that "fits" her or his level of experience, and will, in working through them, **attack real, professional-grade IT Systems.**



From among the attacks that can be studied and exercised in this MODAL are:

- DNS Hi-jacking
- DNS Cache Poisoning
- TCP Connection hi-jacking and redirection
- SQL Injection Attacks
- Infrastructure Degradation ("How to transform a switch")
- DHCP Deformation
- ...

