

Description détaillée

MIG FORENSIC

Coordinateur : Sébastien Travadel

Encadrants :

- Sébastien Travadel (CRC)
- Franck Guarnieri (CRC)
- Didier Delaitre (CRC)
- Xavier Alacoque (Centre de chirurgie pédiatrique de Toulouse)
- Mathis Bourdin (2A en césure au CRC), Matei Simtinica (élève en Master de *Computer Science* à Université Polytechnique de Bucarest, *visiting student*).

Centres de recherche concerné : centre de recherche sur les risques et les crises (CRC).

Lieux : Sophia Antipolis, Toulouse (CHU)

RESUME :

Le MIG FORENSIC étudie l'aide à la décision en chirurgie en temps réel selon deux volets, explorés en parallèle pour proposer une vision d'ensemble, soit : (i) le développement d'algorithmes de *Machine Learning* fondés sur des données réelles ; (ii) l'étude des questions éthiques soulevées par l'introduction de tels outils, en confrontant les performances des algorithmes à des enjeux de vie et de mort.

CONTEXTE ET PROBLEMATIQUE :

Si la science des données, le « big data », l'apprentissage statistique (*Machine Learning*) et l'Intelligence Artificielle (IA) font désormais partie intégrante du paysage de l'ingénierie, la démarche de délégation de tout ou partie de la décision à un algorithme reste peu répandue en chirurgie. Cela s'explique d'une part par le peu de données disponibles ; d'autre part par la difficulté à développer une « IA responsable » au sens large, soit à répondre aux questions éthiques soulevées par des algorithmes utilisés pour des décisions critiques mais à la fiabilité relative.

L'étude de cas, proposée par le centre de chirurgie pédiatrique du centre hospitalo-universitaire de Toulouse, aborde ces deux volets de concert. Elle consiste à la fois : (i) à développer de premiers algorithmes de classification pour prédire des arrêts cardiaques au cours d'opération sur des enfants ; (ii) à étudier les conditions d'acceptabilité professionnelle d'outils de ce type.

OBJECTIFS, TRAVAIL ET ORGANISATION :

Selon leur choix (MIG FORENSIC « Data » ou MIG FORENSIC « Ethique »), les élèves seront répartis en deux groupes (voir le programme prévisionnel).

Un groupe étudiera des données réelles de surveillance des patients (« scope »), enregistrées durant plusieurs mois dans six blocs opératoires. Ce corpus de données présente des caractéristiques singulières, qui en rendent l'analyse ardue : nombre de cas limités, pathologies multiples, population variée (des bébés aux jeunes adultes). Il s'agit de prendre en main ces données selon toute la chaîne de traitement, pour développer de premiers algorithmes de classification capables de prédire au cours de l'opération des insuffisances cardiaques majeures susceptibles de perturber gravement le déroulé de la chirurgie, voire de menacer la vie du patient. Des cours introductifs au traitement du signal, à l'apprentissage statistique et à l'ingénierie logicielle en première semaine permettront d'approcher progressivement ce domaine.

Un autre groupe mènera des observations non participantes dans des blocs opératoires (CHU Toulouse, centre de chirurgie pédiatrique), ainsi que des entretiens non directifs auprès de médecins (une formation dédiée à ces techniques leur sera dispensée). L'objectif est de modéliser le processus de décision au cours de l'acte chirurgical, et de déterminer dans quelles conditions et dans quelle mesure cette décision pourrait être assistée par un outil à base d'apprentissage statistique. La confiance des experts envers un tel outil dépend notamment de sa fiabilité à long terme, et de son intelligibilité lorsque les prédictions contredisent l'intuition. Or, le plus souvent, la performance des algorithmes de classification s'accroît au prix d'une complexité significative, jusqu'à les transformer en « boîtes noires ». C'est notamment le cas des algorithmes d'Intelligence Artificielle qui ont atteint des performances supérieures à celles des meilleurs experts. Les élèves devront ainsi répondre à la question suivante : sur quelles bases éthiques peut-on envisager d'introduire en chirurgie une solution qui contreviendrait à l'expérience du médecin, face à des enjeux de vie et de mort ?

Chaque groupe devra s'organiser selon les principes du *Lean Management* (avec l'assistance d'une spécialiste de cette démarche). Les deux groupes devront en outre coordonner leurs travaux durant la seconde semaine, puis ils seront réunis en dernière semaine pour confronter leurs analyses et proposer une vision d'ensemble et un modèle d'aide à la décision en temps réel alimenté par les données de scope. Ils devront également dégager les grandes lignes pour concevoir à moyen terme des outils opérationnels en chirurgie.

En parallèle à ces travaux, une réflexion transversale sur l'ingénierie sera conduite par les élèves, pour porter un regard critique sur leur projet. Des séances de cadrage seront proposées à l'ensemble des MIGs sphiapolitains en début de séquence, puis un temps d'échange entre les élèves des MIGs sur Sophia Antipolis permettra de dégager les lignes directrices communes aux différentes questions d'ingénierie soulevées par chaque projet, au-delà de leur diversité thématique. Enfin, une séance de synthèse en fin de séquence mettra en perspective ce premier contact avec l'ingénierie, ses modèles et ses méthodes.

PROGRAMME PREVISIONNEL

Date	Matin	Après-midi
Dimanche 14		Départ en train pour Toulouse
Lundi 15	Présentation de la problématique de l'IA en chirurgie (hôpital Purpan)	Visite d'un bloc opératoire et présentation des moyens de surveillance (hôpital Purpan)
Mardi 16	Visite d'un centre de recherche en IA et imagerie médicale (CHI Toulouse)	Transfert à Sophia Antipolis (bus)
Mercredi 17	Introduction aux fondements de l'apprentissage statistique	
Jeudi 18	Présentation et mise en place des concepts du « Lean Management »	

Tronc commun

MIG FORENSIC DATA

Date	Matin	Après-midi
Vendredi 19	Traitement du signal	Ingénierie logicielle
Lundi 22	Projet (traitement des données)	
Mardi 23	Projet (modélisation)	
Mercredi 24	Echange entre MIGs sur les questions d'ingénierie	Intro à la biblio puis biblio sur du Machine Learning
Jeudi 25	Projet (analyse des données)	
Vendredi 26	Projet (analyse des données)	

MIG FORENSIC ETHIQUE

Date	Matin	Après-midi
Vendredi 19	Les paradigmes en médecine	Techniques d'entretien
Dimanche 23	Transfert à Toulouse	
Lundi 22	Observation et entretiens.	
Mardi 23	Observation non participantes et entretiens	
Mercredi 24	Observation non participantes et entretiens	
Jeudi 25	Modélisation de la décision en chirurgie	
Vendredi 26	Echange avec les médecins	Transfert à Sophia (bus)

Date	Matin	Après-midi
Lundi 29	Projet (synthèse), groupe entier	Définition d'un premier démonstrateur
Mardi 30	Définition d'un premier démonstrateur et des contours d'une solution à terme	
Mercredi 1er	Préparation du <i>Jupyter Notebook</i> et d'une note de synthèse	Présentation auprès des médecins
Jeudi 2	Finalisation du <i>Jupyter Notebook</i> et préparation du rapport	Restitution devant les autres MIGs sphiapolitains
Vendredi 3	Session d'échanges sur l'ingénierie, à partir de l'expérience du MIG (tous les migs sphiapolitains)	
Samedi 4	Transfert sur Paris	

Tronc commun

Note : dans le cadre de la formation de l'ingénieur généraliste, des conférences seront proposées en fin d'après-midi la seconde semaine, sur les thèmes du solaire, de la détection des plastiques en mer et de l'hydrogène. Elles seront suivies en visioconférence par le groupe basé à Toulouse.

DETAILS PRATIQUES POUR LES ELEVES / CONTACT(S)

L'hébergement des MIGS sur Sophia se fera en résidence étudiante à proximité du site de l'Ecole.

Pour toute information complémentaire, contacter Sébastien Travadel :

Mail : sebastien.travadel@mines-paristech.fr

Tél : 06 47 93 17 25