Garanties statistiques pour la perception événementielle

Modélisation de la dépendance et classification sous bruit de labels

Sujet de stage de Master 2

Lieu du stage :	Laboratoire de recherche : *Laboratoire Jean Kuntzmann*
Lieu de l'entreprise :	*KOREV AI, Grenoble, France*
Encadreur académique :	*Sana Louhichi, Université Grenoble Alpes / LJK*
Maître de stage :	*Amine Mohamed, KOREV IA*
Financement :	Stage financé par *KOREV IA* à la hauteur de 800 *e* par mois
Durée du stage :	*6 mois*
Contacts :	amine.mohamed@korev-ai.com sana.louhichi@univ-grenoble-alpes.fr

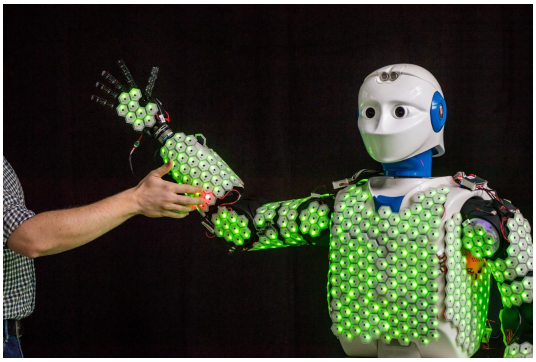
==========

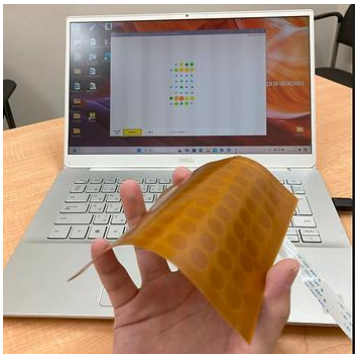
Mots-clés

Statistique mathématique — processus stochastiques dépendants–processus de Markov–concentration— apprentissage statistique — classification — bruit d'étiquetage — capteurs événementiels — perception tactile — systèmes embarqués.

1 Contexte

Les systèmes de perception embarquée reposent généralement sur des capteurs qui transforment un phénomène physique en un flux de données. Dans le cadre de ce stage, on considère une membrane souple instrumentée par N capteurs de déformation répartis spatialement sur sa surface.





Lorsqu'un événement mécanique se produit — par exemple un impact, un frottement ou une déformation locale — une perturbation mécanique se propage dans la membrane. Les différents capteurs enregistrent alors des signaux corrélés, avec des amplitudes et des retards dépendant notamment de la position des capteurs et de la dynamique de propagation.

Le signal observé à l'instant t est modélisé par un processus stochastique vectoriel

$$X_t = \left(X_t^{(1)}, \ldots, X_t^{(N)}\right) \in \mathbb{R}^N, \tag{1}$$

où $X_t^{(i)}$ désigne la mesure du capteur i à l'instant t, par exemple une mesure de déformation, de pression ou de contrainte mécanique. Le processus $(X_t)_{t\geq 0}$ possède ainsi une structure de *dépendance spatio-temporelle* : les mesures de deux capteurs proches peuvent être fortement corrélées, tandis que l'influence d'un événement sur des capteurs plus éloignés apparaît avec un retard lié à sa propagation dans la membrane. Parallèlement, chaque événement physique possède une nature que l'on cherche à identifier. On introduit pour cela une variable aléatoire

$$Y_t \in \mathcal{Y} = \{\text{bruit}, \text{impact}, \text{frottement}, \text{déformation}\}, \tag{2}$$

où Y_t représente la *classe physique de l'événement* observé au temps t.

Le problème de perception consiste donc à reconstruire ou à prédire Y_t à partir du signal sensoriel X_t. Le stage vise aussi à répondre à la question suivante :

> **Comment construire des garanties statistiques pour un système de classification lorsque les observations sensorielles sont dépendantes dans le temps et dans l'espace, et que les labels disponibles sont bruités ?**

2 Positionnement du stage

Le coeur du stage est **apprentissage statistique**. L'objectif n'est pas principalement de développer un système de reconnaissance d'événements, mais de comprendre et de quantifier les conséquences statistiques de la dépendance spatio-temporelle propre aux capteurs événementiels.

Le stage pourra néanmoins s'appuyer sur des données simulées ou expérimentales afin de confronter les résultats théoriques à un signal physique réaliste.

Les prolongements possibles — localisation statistiquement certifiée d'un événement, estimation en ligne de seuils extrêmes, ou construction d'un modèle probabiliste du monde à partir du flux spatio-temporel — constituent des perspectives à plus long terme et pourront notamment être envisagés dans le cadre d'une poursuite **en thèse cifre**.

3 Modalités de candidature

Envoyer :

- Un CV détaillé.
- Une lettre de motivation expliquant votre intérêt pour le sujet et mettant en avant vos atouts.
- Les coordonnées de deux référents (encadrants de stages précédents ou enseignats).