

ED SMAER

Sujet de thèses 2014

Laboratoire : Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR)
CNRS UMR 7222

Etablissement de rattachement : Université Pierre et Marie Curie – Paris 6

Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : Mohamed CHETOUANI (PU, 61)

Codirection et section CNU ou CNRS :

Titre de la thèse : **Multi-task learning in social interaction for personal robots**

Collaborations dans le cadre de la thèse :
Labex SMART

Résumé du sujet :

Le traitement du signal social est un domaine émergent qui vise à développer des méthodes automatiques de détection de comportements non-verbaux en utilisant des techniques de traitement du signal (en particulier traitement de la parole et vision par ordinateur) et de les interpréter automatiquement en utilisant des méthodes d'apprentissage. L'étape d'interprétation consiste à estimer automatiquement une fonction de prédiction permettant d'associer les indices non-verbaux à des mesures de comportements (e.g., émotion, engagement, conflit) ou de traits de personnalité. Ces mesures sont obtenues par des phases d'annotation ou de questionnaires. Les limites de cette approche sont maintenant bien connues (subjectivité, self-reporting...) mais très peu de modèles proposés dans la littérature visent à lever explicitement ce verrou scientifique.

L'objectif de cette thèse aborde ce problème par la voie de l'apprentissage multi-tâche. Contrairement aux approches traditionnelles, mono-tâche, nous chercherons à modéliser explicitement les couplages existants entre les tâches (e.g. reconnaître l'engagement et traits de personnalité). Ces tâches peuvent exploiter des signaux très différents issus de plusieurs modalités audio (e.g. rythme de la parole), vidéo (e.g. regard), tactile (e.g., toucher, forces d'interaction).

Le modèle computationnel développé dans cette thèse vise à doter les robots d'intelligence sociale et s'est tout naturellement qu'il pourra et sera exploité dans un certain nombre de scénarios d'interaction humain-robot. La plateforme iCub de l'ISIR sera privilégiée pour les démonstrations.

Sujet développé (à présenter en 2 ou 3 pages maximum,
en précisant notamment le contexte, les objectifs, les résultats attendus)

Contexte :

Le traitement du signal social est un domaine émergent qui vise à développer des méthodes automatiques de détection de comportements non-verbaux en utilisant des techniques de traitement du signal (en particulier traitement de la parole et vision par ordinateur) et de les interpréter automatiquement en utilisant des méthodes d'apprentissage. L'étape d'interprétation consiste à estimer automatiquement une fonction de prédiction permettant d'associer les indices non-verbaux à des mesures de comportements (e.g., émotion, engagement, conflit) ou de traits de personnalité. Ces mesures sont obtenues par des phases d'annotation ou de questionnaires. Les limites de cette approche sont maintenant bien connues (subjectivité, self-reporting...) mais très peu de modèles proposés dans la littérature visent à lever explicitement ce verrou scientifique.

Objectifs :

Contrairement aux approches traditionnelles qui traitent de manière isolée la reconnaissance des comportements, cette thèse abordera explicitement le problème de la modélisation des dépendances (e.g., couplage). Plusieurs techniques d'apprentissage ont été récemment proposées pour l'apprentissage simultané de tâches. Pour ce faire, les modèles doivent non seulement sélectionner des caractéristiques des comportements à reconnaître mais également mettre en œuvre des mécanismes explicitant les couplages entre les tâches. Les travaux en analyse de comportements humains montrent que la dimension temporelle est primordiale à tous les niveaux (extraction de caractéristiques, apprentissage) et elle devra donc être prise en compte dans le modèle.

Un tel modèle aura pour objectif de modéliser finement le comportement humain et d'être introduit dans des boucles interactives. En effet, un tel modèle augmentera significativement les capacités de perception de robots sociaux (e.g. iCub). Nous nous intéresserons tout particulièrement à l'apprentissage de signature sociale (Boucenna et al., 2014). Dans le cadre de la robotique humanoïde, nous étendrons le modèle à de l'interaction physique (e.g. toucher) avec une visée intégrative. Cette extension offrera un cadre privilégié pour la modélisation des rôles des signaux sociaux et physiques pendant une interaction humain-robot.

Compte tenu de ces contraintes, les objectifs de cette thèse sont :

- Exprimer des mécanismes de similarités entre des tâches afin d'optimiser l'apprentissage.
- Comparer les approche multi-tâche et mono-tâche dans le cadre de l'interaction sociale: cas utiles, performances...
- Développer des boucles de perception-action incluant un estimateur de comportements humains (sociaux et physiques).
- Evaluer cette nouvelle approche dans le contexte de la robotique humanoïde.

Résultats attendus :

Le modèle computationnel développé dans cette thèse vise à doter les robots d'intelligence sociale et s'est tout naturellement qu'il pourra et sera exploité dans un certain nombre de scénarios d'interaction homme-robot (c.f Ivaldi et al., 2014; Delaherche et al., 2012). Ces situations interactives requièrent une modélisation fine du comportement allant de l'état émotionnel au niveau d'engagement en passant par les traits de personnalité. L'évaluation du modèle sera double et consistera en des métriques objectives (e.g., score de reconnaissance) et subjectives (e.g, qualité de l'interaction homme-robot).

Les mécanismes permettant de traiter efficacement des signaux sociaux et physiques font partis des résultats attendus. Dans ce cadre, les résultats pourront être démontrés au travers de scénarios incluant l'assistance aux personnes et/ou l'apprentissage par le robot humanoïde de tâches complexes.

BOUCENNA S., ANZALONE, S., TILMONT E., COHEN D., CHETOUANI M., Learning of social signatures through imitation game between a robot and a human partner. IEEE Transactions on Autonomous Mental Development. To appear (2014).

IVALDI S., ANZALONE S.M., ROUSSEAU W., SIGAUD O., CHETOUANI M. Robot initiative in a team learning task increases the rhythm of interaction but not the perceived engagement. Frontiers in Neurorobotics 2014. Vol 8 No 5 Pages 1-23.

DELAHERCHE E., CHETOUANI M., MAHDHAOUI A., SAINT-GEORGES S., VIAUX S., COHEN. Interpersonal Synchrony: A Survey Of Evaluation Methods Across Disciplines. IEEE Transactions on Affective Computing 2012. Vol 3 No 3 Pages 349 - 365.