

# Demande ARED

Cédric Buche

ENIB

## 1 Identité du porteur

Cédric BUCHE - ENIB

## 2 Laboratoire / équipe

LAB-STICC / IHSEV

## 3 Ecole doctorale

ED MathSTIC

## 4 Etablissement(s) d'inscription du doctorat ou de la doctorante

Ecole Nationale d'Ingenieurs de Brest (ENIB)

## 5 Financement(s)

50% ARED

50% University of Miami (demande effectuée à Miami, en cours de traitement)

## 6 Equipe d'encadrement

Pr Cédric Buche (ENIB, France) - [buche@enib.fr](mailto:buche@enib.fr)  
LAB-STICC - IHSEV team, ENIB

Dr Gireg Desmeulles (ENIB, France) - [desmeulles@enib.fr](mailto:desmeulles@enib.fr)  
LAB-STICC - IHSEV team, ENIB

Pr Ubbo Visser (University of Miami, USA) - [visser@cs.miami.edu](mailto:visser@cs.miami.edu)  
University of Miami (USA)

## 7 PhD Subject

### Titre :

Planification anticipée de mouvements pour les robots. Application à RoboCup Soccer.

### Sujet :

La RoboCup Soccer est un concours international annuel réunissant des chercheurs en robotique et en intelligence artificielle dans le but commun d'obtenir des robots qui joueront au football contre l'homme d'ici 2050. Le concours soulève de nombreux défis, notamment des tâches nécessitant des modèles de perception efficaces, de génération de mouvement et de planification.

Dans ce contexte, les robots peuvent grandement bénéficier d'un sens prédictif de la réalité physique du jeu, tel que la trajectoire du ballon et les mouvements possibles des joueurs de l'équipe adverse. Sur la base de telles anticipations, un gardien de but peut sélectionner le mouvement correct à exécuter pour arrêter un ballon entrant et les attaquants peuvent prendre en compte la position des autres robots lorsqu'ils tentent de marquer.

Les humains résolvent ces tâches en utilisant un modèle mental prédictif (ou un modèle direct, qui est appris en permanence depuis la petite enfance) de phénomènes physiques qui permet d'anticiper les conséquences des actions effectuées dans l'environnement [2,1].

Les avancées récentes en matière d'apprentissage automatique, de modèles génératifs [4] et d'apprentissage par renforcement basé sur un modèle en particulier [6], ont montré que l'apprentissage automatique de modèles avancés est de plus en plus envisageable [8]. De manière aussi importante, les réseaux de neurones récurrents [3] sont des extensions naturelles permettant de rendre compte des séquences et ont été utilisés avec succès pour diverses tâches de prédiction temporelle [7,5].

L'objectif de cette thèse est d'obtenir un robot joueur capable de s'adapter aux conditions changeantes de son environnement et de le faire rapidement, tout en tenant compte des ressources de calcul limitées. Plus précisément, le robot devrait pouvoir anticiper les événements et les interactions qui se produisent dans son monde et prendre les mesures nécessaires en fonction du contexte.

À titre de planning prévisionnel, le candidat commencera à étudier l'état actuel de la recherche sur le sujet, puis il mettra en œuvre et testera divers modèles existants en simulateur. De nouvelles améliorations progressives de l'approche sont attendues par la suite et embarquées sur le robot. La participation au concours SPL RoboCup Soccer est envisagée lorsque le modèle proposé aura mûri. La recherche devrait aboutir à au moins deux publications examinées par des pairs lors de conférences internationales.



**FIGURE 1.** Le robot Nao Robot, une équipe complète est disponible à l'ENIB.

**Title :**

Anticipative Motion Planning for Robots. Application to RoboCup Soccer.

**Subject :**

RoboCup Robot Soccer is an annual international competition that brings together researchers in robotics and artificial intelligence towards a common goal of obtaining robots that will play the game of soccer against humans by the year 2050. The competition poses a range of challenges, notably tasks that require efficient perception models, motion generation and planning.

In this context, robots can greatly benefit from a predictive sense of the physical reality of the game, such as predicting the trajectory of the ball as well as possible movement of players from the opposing team. Based on such anticipations, a goalkeeper could select the correct movement to perform to stop an incoming ball, or attackers could take other robots' positions into account when trying to score.

Humans solve these tasks using a predictive mental model (or forward model, which is continually learned since infancy) of physical phenomena that allows to anticipate the consequences of actions that are performed in the environment [2,1].

Recent advances in machine learning, generative models [4] and model-based reinforcement learning [6] in particular, have shown that the automatic learning of forward models is increasingly feasible [8]. As importantly, recurrent neural networks [3] are natural extensions to account for sequences and have been successfully used for various temporal prediction tasks [7,5].

The objective of this thesis is to obtain an agent that can adapt to the changing conditions in its environment and that can do so in a timely manner, while considering the limited computational resources. More precisely, the robot should be able to anticipate events and interactions that happen in its world, and take the necessary actions depending on the context.

As provisional schedule, the candidate will first spend time studying the current state of research in the topic as well as implement and test and potentially adapt various models to arrive at an initial proof of concept. Incremental novel improvements of the approach are expected afterwards and application on the robot. Participation in the RoboCup Soccer SPL competition is envisioned when the proposed model matures. The research should result in at least two peer-reviewed publication in respectable international conferences.



**FIGURE 2.** Nao Robot, complete team available for research use at CERV.

**Références**

1. Buckner, R.L., Carroll, D.C. : Self-projection and the brain. *Trends in cognitive sciences* 11(2), 49–57 (2007)
2. Hegarty, M. : Mechanical reasoning by mental simulation. *Trends in cognitive sciences* 8(6), 280–285 (2004)
3. Hochreiter, S., Schmidhuber, J. : Long short-term memory. *Neural computation* 9(8), 1735–1780 (1997)
4. Luc, P., Neverova, N., Couprie, C., Verbeek, J., LeCun, Y. : Predicting deeper into the future of semantic segmentation. In : of : ICCV 2017-International Conference on Computer Vision. p. 10 (2017)
5. Oh, J., Guo, X., Lee, H., Lewis, R.L., Singh, S. : Action-conditional video prediction using deep networks in atari games. In : *Advances in Neural Information Processing Systems*. pp. 2863–2871 (2015)
6. Polydoros, A.S., Nalpantidis, L. : Survey of model-based reinforcement learning : Applications on robotics. *Journal of Intelligent & Robotic Systems* 86(2), 153–173 (2017)
7. Srivastava, N., Mansimov, E., Salakhudinov, R. : Unsupervised learning of video representations using lstms. In : *International Conference on Machine Learning*. pp. 843–852 (2015)
8. Wang, X., Xiong, W., Wang, H., Wang, W.Y. : Look before you leap : Bridging model-free and model-based reinforcement learning for planned-ahead vision-and-language navigation. *arXiv preprint arXiv :1803.07729* (2018)