

Titre de la thèse/Thesis title : Adaptation de systèmes à composants hiérarchiques : application aux robots modulaires

Adaptation of component-based hierarchical systems: Application to modular robots

Laboratoire d'accueil / Host Laboratory : FEMTO-ST

Spécialité du doctorat préparé/Speciality : Informatique / Computer Science

Mots-clefs / Keywords :

Systèmes à composants, motifs hiérarchiques, adaptation dynamique, robots modulaires /
Component-based systems, hierarchical motifs, dynamic adaptation, modular robots

Descriptif détaillé de la thèse / Job description

Contexte L'objectif global de nos travaux est de modéliser et contrôler des systèmes (auto-)adaptatifs composés d'une multitude de composants, de petite taille et de nature similaire, qui collaborent dans un but global commun, comme par exemple dans le contexte de l'Internet-of-Things (IoT). Les robots modulaires (<https://projects.femto-st.fr/programmable-matter/>) constituent un exemple de tels systèmes [1,2,8]. La structure de tels systèmes est hétérogène. Notre modélisation de tels systèmes et la programmation d'éléments/blocs doivent s'appuyer sur des mesures dépendant des structures/motifs et des points d'alimentation, afin de permettre une optimisation par la suite des aspects physiques comme, par exemple, la consommation d'énergie, et aspects informatiques comme, par exemple, espace mémoire et nombre de messages échangés.

Objectifs:

1. Étendre le formalisme de systèmes à composants [4,5] avec des motifs hiérarchiques pour spécifier des structures complexes en termes de topologie et d'interactions. Les principes de conception de systèmes à base de robots modulaires s'appuieront alors sur une sémantique opérationnelle structurelle.
2. Définir les politiques d'adaptation dynamique de robots modulaires en fonction des exigences extra-fonctionnelles en relation avec [7], et les utiliser pour des besoins d'adaptation dynamique guidée par des propriétés.
3. Valider expérimentalement des approches d'adaptation dynamique sur une plateforme de mesures des consommations énergétiques et de mesures informatiques, suivant diverses configurations, événements et actions d'adaptation possibles [3,6].

Job description

Context The overall objective of our work is to model and control (self-)adaptive systems. More specifically, we consider systems composed of a multitude of components, small in size and similar in nature, that collaborate for a common global goal, as for example in the context of the Internet-of-Things (IoT). Modular robots (<https://projects.femto-st.fr/programmable-matter/>) are an example of such systems [1,2,8]. The structure of such systems is heterogeneous. Our modeling of such systems and the programming of elements/blocks must be based on measurements depending on structures/patterns and power points, in order to allow subsequent optimization of physical aspects such as, for example, energy consumption, and computer aspects such as, for example, memory space and number of messages exchanged.

Objectives:

1. Extend component-based system models [4,5] with hierarchical motifs to specify complex structures in terms of topology and interactions. The design principles of modular robot-based systems will then be based on structural operational semantics.
2. Define dynamic adaptation policies for modular robots according to extra-functional requirements in relation with [7], and use them for property-driven dynamic adaptation needs.
3. Experimentally validate dynamic adaptation approaches on a platform used for energy consumption measurements and computer science measurements, according to various modular robots configurations, events and possible adaptation actions [3,6].

Références bibliographiques / Bibliography

- [1] <https://projects.femto-st.fr/programmable-matter/>
[2] <https://www.programmable-matter.com/technology/blinky-blocks>
[3] A. Mehrabi, "Mesures de consommation sur robots modulaires", Rapport de stage M2, FISE Energie, UTBM, Sept. 2021.
[4] R. El Ballouli, S. Bensalem, M. Bozga, and J. Sifakis. "Programming dynamic reconfigurable systems", in Int. Journal on Software Tools for Technology Transfer, 23(5): 701-719, 2021.
[5] A. Basu, S. Bensalem, M. Bozga, J. Combaz, M. Jaber, T.-H.Nguyen, and J. Sifakis. "Rigorous component-based system design using the BIP framework", in IEEE Software, 28(3):41-48, 2011.
[6] F. Dadeau, J.-P. Gros, O. Kouchnarenko. "Online Testing of Dynamic Reconfigurations w.r.t. Adaptation Policies", Autom. Control. Comput. Sci. 56(7): 606-622 (2022).
[7] B. Piranda. "Visiblesim: Your simulator for programmable matter", Dagstuhl Seminar. 2016.
[8] J. Bourgeois. "Realizing Programmable Matter with Modular Robots", Dagstuhl Seminar. 2018

Profil demandé

Le sujet proposé lie la théorie (modèles : automates et machines à états finis) et la pratique du domaine d'application (robots modulaires). Il nécessite un intérêt en instrumentation de systèmes robotiques programmables. Des connaissances en leur programmation seront appréciées.

Applicant profile

The proposed subject links theory (models: automata and finite state machines) and practice in the application domain (modular robots). It requires an interest in instrumentation of programmable robotic systems. Some knowledge of their programming will be appreciated.

Preferred selection criteria:

- Master in Computer Science, Internet of Things, Robotic systems
- Programming skills

Personal characteristics:

- curiosity and open mind
- reliability
- English (intermediate/advanced level)

Financement : MESRI Etablissement

Dossier à envoyer pour le : 19 Mai 2023 / 2023, 19th of May
Début du contrat : 1^{er} Octobre 2023 / 2023, 1st of October
Salaire mensuel brut : 1975€

Direction de la thèse:/ Thesis Supervisor

KOUCHNARENKO OLGA / olga.kouchnarenko@femto-st.fr

Encadrement de la thèse : co-directeur(s) et co-encadrant(s)

LASSABE FREDERIC / Co-encadrant / frederic.lassabe@femto-st.fr

Applicants are invited to submit their application to the PhD supervisors.

Application must contain the following documents:

- CV (with rankings/marks)
- Cover letter
- At least 1 reference letter