

DEMANDE D'ALLOCATION DE RECHERCHE DE L'ED SISEO
Année universitaire 2018-2019
SUJET DE THESE

<p>1. LABORATOIRE</p> <p>Nom ou sigle : LISTIC Statut : EA 3703</p>	<p>2. DIRECTION DE THÈSE</p> <p>Directeur de thèse (HDR) : Kavé SALAMATIAN Codirecteur éventuel : Ilham ALLOUI / Flavien VERNIER</p>
<p>Collaborations éventuelles :</p>	<p>Domaine de compétences de l'ED SISEO :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environnement <input type="checkbox"/> - Organisations <input type="checkbox"/> - Systèmes <input checked="" type="checkbox"/>
<p>3. SUJET DE THÈSE</p>	
<p><i>Titre : Conception et mise en œuvre d'un système de représentation et de manipulation de la connaissance des Objets Sages (WO) au sein de l'intergiciel d'Objets Sages (WOF)</i></p> <p><i>Title : Conception, implementation and use of knowledge system of Wise Object in the Wise Object framework.</i></p>	
<p>4. RESUME (Français et Anglais)</p>	
<p>Les nouvelles technologies telles que les objets communicants et l'Internet des objets (IoT) ont conduit à des systèmes, de plus en plus sophistiqués. Censés rendre des services en fonction du contexte dans lequel ils sont et, par conséquent, adapter leur utilisation de ressources, ces systèmes nécessitent des connaissances croissantes de la part de leurs utilisateurs afin de les configurer et de les utiliser, alors qu'ils ne devraient pas accaparer toute l'attention des utilisateurs. Ils doivent être les plus « discrets » possible, et fournir l'information ou le service seulement quand cela est nécessaire.</p> <p>Ces systèmes, que l'on nomme « Calm technologies », donnent à l'humain une place d'utilisateur final et non d'expert technologique. Différentes approches sont utilisées pour construire de tels systèmes. Nous pouvons citer les systèmes multi-agents, les systèmes adaptables, les systèmes « self-X »... Ces approches partagent des caractéristiques fondamentales qui sont l'autonomie, l'intelligence ou encore l'adaptation à leur contexte environnemental.</p> <p>L'approche que nous proposons pour répondre à ces besoins s'appuie sur le concept d'objet sage (WO : Wise Object). Un objet sage est doté de capacités d'apprentissage sur soi et sur son environnement. L'objectif de la thèse se concentre sur la conception de tels systèmes et notamment sur la représentation et la manipulation de la connaissance qu'ils englobent. Nous viserons aussi l'application des objets sages à l'IoT et à la maison intelligente.</p> <p>Nous avons déjà conçu et réalisé un intergiciel (framework) orienté objet (implanté en Java), appelé WOF (WO Framework) permettant de construire des systèmes sages, composés de WO. Un WO est capable de construire de manière autonome une connaissance sur les services (ses compétences) qu'il doit fournir et une connaissance sur les usages faits de ces services. Dans la version actuelle du WOF, ces connaissances sont respectivement représentées par des graphes d'états-transitions et des graphes statistiques de Markov. Nous avons aussi étudié plusieurs scénarios applicatifs dans le cadre de la maison intelligente et du maintien à domicile de personnes âgées.</p>	

New technologies are increasingly leveraging communication objects and Internet of Things systems. These systems that are supposed to contribute to our daily life, adapt to their context and consume accordingly computing resources. However, these systems are becoming increasingly complex, and need knowledgeable and experienced users. They should be as “discreet” as possible and give service or information when it is needed.

These systems that are named “Calm technologies” give to humans the position of users and not technological expert. Several approaches to design such systems have been investigated, among them multi-agent systems, intelligent systems, adaptive systems, self-X systems. In all those approaches, a system entity (or agent) is able to learn about its environment (including other entities) through its interactions. Our intention is to go a step forward by enhancing a system entity with the capability of learning from its own on the way it has been designed to behave.

Our ongoing work addresses those issues through the concept of “Wise Objects” (WO). We call WO, a software-based entity that is able to learn about itself. This thesis focuses on such WO-based distributed systems, in particular on the representation, the management and the use of WOs' knowledge. We will target an application of wise objects for IoT and in particular Intelligent House.

A framework called WOF (WO Framework) is already implemented in Java and provides support to create systems of WO instances. Each WO is able to acquire knowledge on itself according to two issues: (a) the services/functionality, it is intended to offer and (b) the real usage done of them/it. In the current version of the WO framework, we use state chart diagrams to represent WO's knowledge of its functionality and we use Markov graphs to model WO's knowledge on its usage by others. We have already studied several scenario related to intelligent house and maintain older peoples at home.

5. PROJET DE RECHERCHE DETAILLE

Contexte :

L'Internet des objets (IoT) représente l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique impliquant des échanges d'informations et de données provenant de dispositifs présents dans le monde réel (domotique, e-santé, etc.). La complexité croissante de ce monde englobant un grand nombre d'entités physiques et/ou logicielles, plus ou moins autonomes, plus ou moins intelligentes nécessite que le contrôle soit décentralisé.

Plusieurs approches sont proposées pour réduire et arriver à contrôler la complexité des systèmes. Parmi elles, celles fondées sur : les systèmes à agents, les systèmes dits intelligents, les systèmes auto-adaptatifs [8][9][10][11][12]. Dans toutes ces approches, l'agent (le système) apprend généralement sur les autres agents/systèmes et son environnement à travers ses interactions avec eux. L'idée que nous proposons est que les éléments du système apprennent sur eux-mêmes avant ou en même temps qu'ils apprennent sur les autres [7]. Ceci présenterait plusieurs bénéfices :

- Un contrôle décentralisé : pas d'obligation de définir un contrôle global a priori ; chaque élément du système peut par apprentissage évoluer et apprendre à mieux contrôler à son niveau les actions à faire selon la situation et le contexte dans lesquels il se trouve ;
- Chaque élément du système peut améliorer sa « performance » et par conséquent celle du système.

Nous appelons les entités dotées de ces capacités « objets sages » ("Wise Object" : WO) [1][2]. Un objet sage est un objet logiciel – instance de Classe – qui apprend à se connaître par introspection. Nous pouvons le voir comme un avatar associé à un objet physique ou logique.

Un objet sage peut représenter un objet de tous les jours, par exemple un thermostat d'ambiance qui apprend de manière autonome comment évoluent les températures qu'il mesure. Sans être dédié à un habitat précis, il apprend à la fois les habitudes de réglage des occupants et le comportement énergétique du bâtiment. De par sa capacité à identifier les usages habituels et détecter les usages inhabituels, il peut lancer une alerte si par exemple, malgré une consigne de chauffe qu'il envoie, la température n'évolue pas de manière habituelle. La cause peut être un dysfonctionnement du système de chauffage, un ouvrant resté ouvert sur l'extérieur qui refroidit le bâtiment... Un objet sage peut également être l'avatar d'un simple interrupteur dont un changement d'habitude d'utilisation peut être anodin ou au contraire révéler une intrusion dans l'habitat ou encore révéler une modification de comportement de l'habitant qui, dans le cas de personnes âgées, peut être un indicateur pertinent d'un changement de leur état de santé.

Un Framework Java (WOF) a été développé et permet la création de tels types d'objets [3]. Il permet la création d'un système sage, c'est-à-dire un système composé d'objets sages. De par la base de connaissances de chacun de ses objets, le système sage acquiert une connaissance distribuée sur lui-même. Afin d'expérimenter le fonctionnement du système, un simulateur à événements discrets permet la génération de comportements au sein des WO, ceci dans le but de valider de manière reproductible les différentes approches qui seront envisagées pour la modélisation et l'utilisation de la connaissance.

L'ensemble de ces travaux a été appliqué dans le cadre de l'IOT [4] ce qui a permis d'enrichir le framework, de le confronter à des données réelles et d'obtenir de premiers résultats préliminaires encourageants qui seront une base de travail dans le cadre de la thèse (voir figure 1).

Objectifs :

La thèse se place dans ce contexte et porte plus particulièrement sur l'enrichissement du framework existant WOF, pour permettre l'adaptation de systèmes sages, représentant une application, à leur environnement en se basant sur leurs habitudes d'utilisation. Une des étapes du travail sera de concevoir et mettre en place des mécanismes de base pour pouvoir différencier le comportement d'objets sages en fonction de leur usage.

L'aptitude des objets sages WO étant d'apprendre d'eux-mêmes de manière autonome :

- Une des premières problématiques qui apparaît est la représentation de cette connaissance sur soi. Des approches sous forme de graphes d'états, chaînes de Markov ou autre modèle statistique, ontologies [5] pourront être envisagées et viendront enrichir les premières approches mono-critères déjà développées. Cette connaissance, propre à chaque WO, représente une quantité d'informations qui peut être importante et dont seulement une faible partie peut être pertinente.
- Une seconde problématique touchera à l'agrégation de ces connaissances au sein d'un WO afin d'en extraire des informations potentiellement pertinentes pour le système dans son ensemble. Ce point peut faire intervenir des techniques de fusion d'information, d'échelle multi-critères, de modélisation floue, des réseaux de neurones ou d'autres techniques d'intelligence artificielle. Cette agrégation permettra de représenter entre autres « l'émotion » d'un WO, c'est-à-dire la distance de son comportement actuel à son comportement habituel (« surprise », « stress », etc.) [6] (voir figure 1).
- Une dernière problématique apparaît naturellement et consiste en l'utilisation de cette connaissance agrégée au sein du système au cours de son fonctionnement. Ceci est typiquement un problème de fusion d'information.

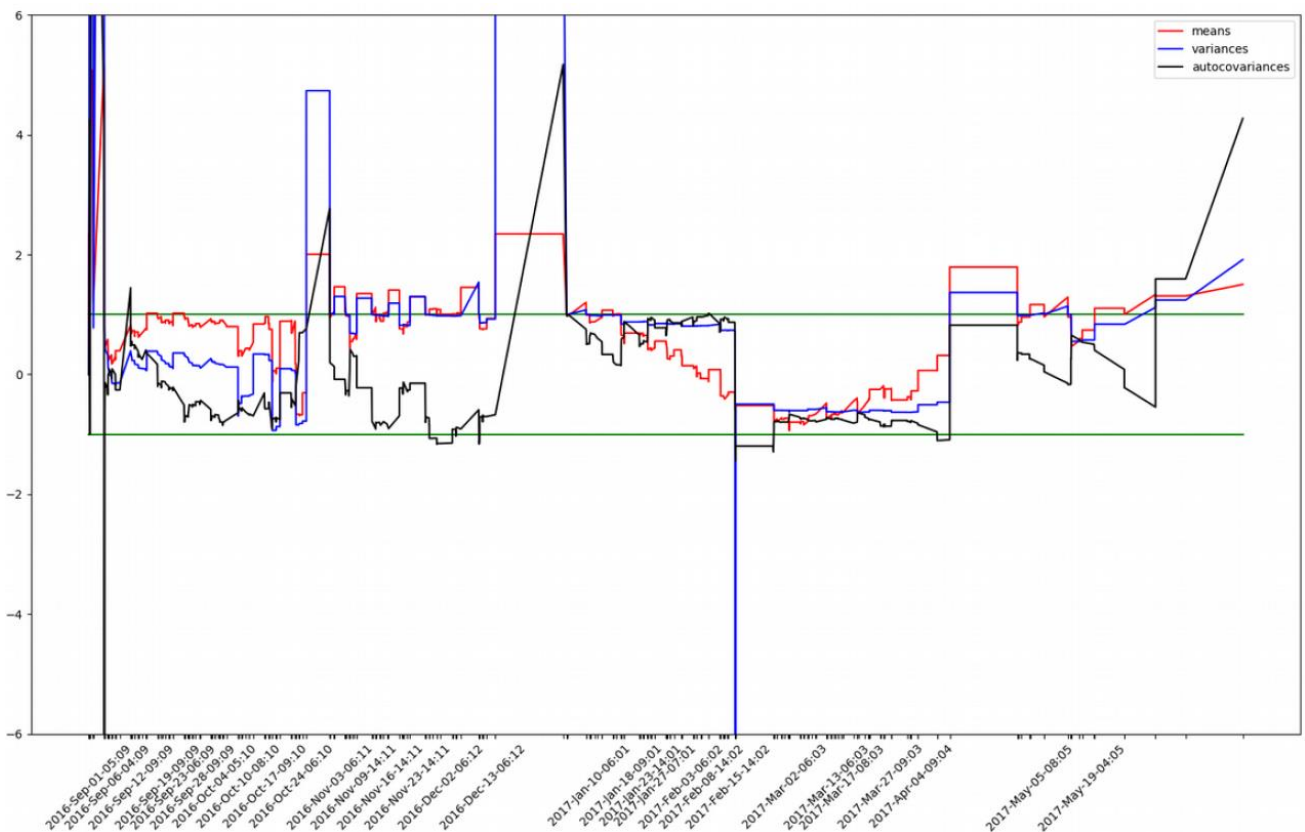


Figure 1: Première représentation préliminaire de l'habitude/émotion basée sur les changements d'états d'un capteur de présence. Hors de la plage $[-1;1]$, représentation de l'inhabituel. La distance à la plage représente la force émotionnelle. Cette courbe exemple représente les habitudes d'utilisation d'un amphi et met en évidence les changements d'habitude, notamment lors des vacances.

Pour chacune de ces étapes, le(la) doctorant(e) effectuera dans un premier temps une étude bibliographique approfondie dont la synthèse permettra de sélectionner les techniques les plus appropriées à la problématique.

Les travaux de thèse s'orienteront vers l'évolution de l'architecture logicielle du framework WOF et son adaptation de telle sorte qu'il soit générique et capable de gérer les différentes problématiques citées précédemment, ceci dans le but d'étudier différentes approches pour y répondre : le changement de stratégie comme le passage de graphe d'états à une

ontologie ou le changement d'échelle de mesure, où leur utilisation simultanée ne doit pas impliquer la réécriture du framework. Ces travaux s'appuieront sur le framework Java « WOF » existant. Ce dernier fournit déjà les mécanismes pour l'acquisition automatique de connaissances représentées par des graphes d'états-transitions et par des graphes statistiques de Markov.

Les domaines d'applications sont multiples, les WO peuvent être une base conceptuelle à des systèmes de plus haut niveau (SMA, services...) ou peuvent être utilisés d'un point de vue pratique pour des applications dans la domotique, robotique, e-santé, maintien de personnes à domicile ou autre. Dans le cadre de la thèse, nous nous appuyerons sur la domotique comme domaine applicatif où les éléments domotiques (interrupteur, volet, éclairage...) sont représentés par des WO. Ils apprendront ainsi sur leurs habitudes d'utilisation et pourront être en interaction avec l'utilisateur (alerter lors de comportements anormaux, s'adapter à son utilisateur, être proactif...). Ce domaine d'application est fortement porteur de nos jours, notamment dans le cadre du maintien des personnes âgées à leur domicile. Une maison sage – équipée d'objets domotiques sages – apprendrait de manière non intrusive les habitudes de ses occupants et détecterait les changements d'habitudes qui sont généralement des indicateurs pertinents concernant la santé des personnes âgées.

Mots clés : Java, objet, conception, architecture, logiciel, analyse, intelligence, sagesse, apprentissage, système asynchrone

Références :

1. I. Alloui, D. Esale, F. Vernier, *Wise Objects for Calm Technology*, ICISOFT-EA 2015.
2. I. Alloui, F. Vernier, *A Wise Object Framework for Distributed Intelligent Adaptive Systems*, ICISOFT 2017.
3. I. Alloui, F. Vernier, *WOF: Towards Behavior Analysis and Representation of Emotions in Adaptive Systems*, 12th International Joint Conference, ICISOFT 2017, Madrid, Spain, July 24-26, 2017, Revised Selected Papers, Springer, à paraître.
4. I. Alloui, E. Benoit, S. Perrin, F. Vernier, *WIOT: Interconnection between Wise Object and IOT*, soumis ICISOFT 2018.
5. W. Xu, *Modeling and exploiting the knowledge base of web of things*, PhD, 16/01/2015, <https://hal.inria.fr/tel-01178286/document>.
6. F. de Rosis, C. Castelfranchi, P. Goldie, V. Carofiglio, *Cognitive Evaluations And Intuitive Appraisals: Can Emotion Models Handle Them Both?*, Draft Chapter of HUMAINE HANDBOOK, Springer, in press, <http://www.di.uniba.it/intint/people/papers/HUMAINE-WP7.pdf>
7. J. Saunier, *De l'intérêt de la cognition incarnée pour les agents logiciels*, 23es Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents (JFSMA'15), Jun 2015, Rennes, France. Cépaduès, pp.101-110, 2015, <http://pfia2015.inria.fr/actes/download.php?conf=JFSMA&file=articles/4.pdf>
8. C. Kennedy, *Decentralised Metacognition in Context-Aware Autonomic Systems: Some Key Challenges*, in 'Metacognition for Robust Social Systems', AAAI, 2010, <http://www.cs.bham.ac.uk/~cmk/aaai-metacog.pdf>.
9. D. Basilio Bartolini, *Reinforcement Learning in Autonomic Computing*, Project assignment for the Advanced Topics of Machine Learning PhD course; instructor: Prof. Alessandro Lazaric, <http://home.deib.polimi.it/bartolini/pub/informal-tr/bartolini-2012-atml-rlac.pdf>
10. P. Oreizy, M. M. Gorlick, R. N. Taylor, D. Heimbigner, G. Johnson, N. Medvidovic, A. Quilici, D. S. Rosenblum, A. L. Wolf, *An Architecture-Based Approach to Self-Adaptive Software*, IEEE Intelligent Systems and their Applications, 14, 3, 1999 <http://www.ics.uci.edu/~peyman/papers/ieee-is99.pdf>
11. B. H.C. Cheng, R. de Lemos, H. Giese, P. Inverardi, J. Magee, *Software Engineering for Self-Adaptive Systems: A Research Roadmap*, Software Engineering for Self-Adaptive Systems, pp 1-26, LNCS 5525, Springer, 2009, <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/A.Finkelstein/papers/saroadmap.pdf>
12. J.P. GEORGÉ, M.P. GLEIZES, P. GLIZE, *Conception de systèmes adaptatifs à fonctionnalité émergente : la théorie Amas*, Revue d'Intelligence Artificielle, pp.591-626, 17/4, 2003, ftp://ftp.irit.fr/IRIT/SMAC/DOCUMENTS/PUBLIS/RIA03_George.pdf
13. S. Daviet. *Étude du comportement humain grâce à la simulation multi-agents et aux méthodes de fouille de données temporelles*, PhD, Université de Nantes, 2009. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00482642/document>

6. CANDIDAT RECHERCHE : *Des compétences en programmation, conception et modélisation orientées objet sont fortement recommandées. Des connaissances sur la modélisation et l'utilisation d'outils de gestion de la connaissance (graphe, ontologie ou autre) seront appréciées.*

7. FINANCEMENT DE LA THESE : *Le contrat doctoral fixe une rémunération principale, indexée sur l'évolution des rémunérations de la fonction publique : depuis le 1er février 2017, elle s'élève à **1768,55 euros** bruts mensuels pour une activité de recherche seule. Des heures d'enseignements peuvent être effectuées dans la limite de 64 heures équivalent TD par année universitaire **après autorisation du président de l'université** et rémunérées au taux fixé pour les travaux dirigés en vigueur. D'autres activités complémentaires au contrat doctoral sont prévues par l'article 5 du décret n° 2009-464 du 23 avril 2009 modifié. La durée totale des activités complémentaires aux activités de recherche confiées au doctorant dans le cadre du contrat doctoral ne peut excéder un sixième du temps de travail annuel.*

8. CONTACT :

Nom prénom : ALLOUI Ilham – VERNIER Flavien

Tél : +33(0) 4 50 09 65 87 -- +33(0) 4 50 09 65 90

Email : ilham.alloui – flavien.vernier @univ-smb.fr