
TRAVAIL DE THESE : MOTIVATIONS ET INTERETS SCIENTIFIQUES

TITRE :

Identification de séquences d'activités par apprentissage automatique et interaction pour des services domotiques automatisés et personnalisés dans une maison autonome.

ENCADRANTS DE THESE :

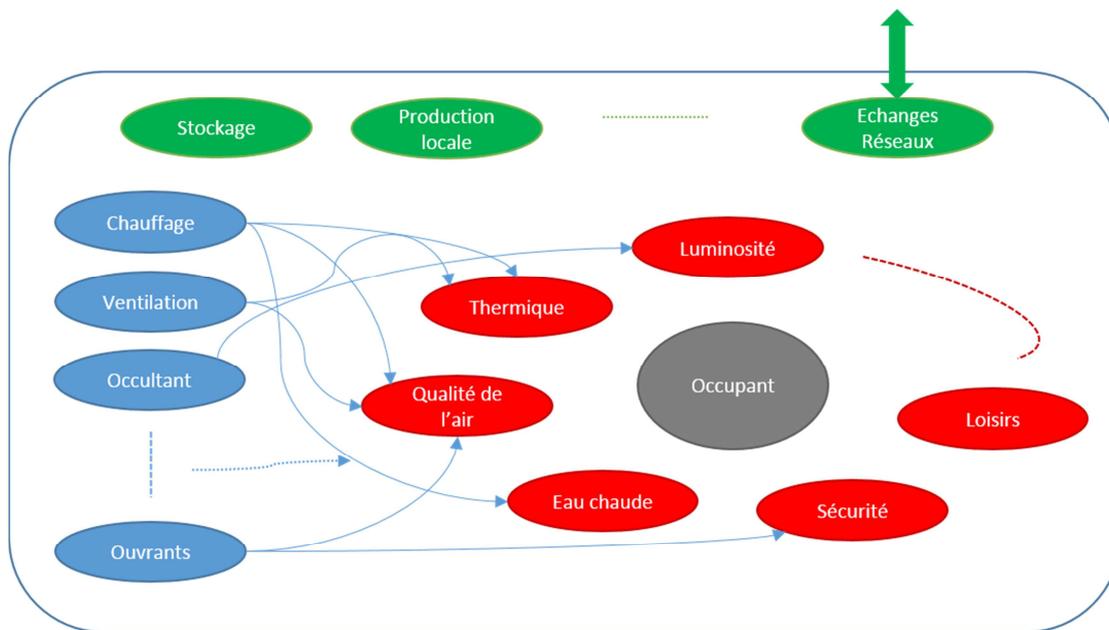
Joel Mercelat, Directeur Technique de Delta Dore

Ioannis Kanellos, Directeur de thèse, IMT Atlantique

CONTEXTE :

La Réglementation Environnementale prévue pour 2020 ne considère plus le bâtiment comme un simple consommateur énergétique, mais remet l'humain au centre des préoccupations, afin qu'il soit parfaitement intégré dans son écosystème. Ces « bâtiments responsables » de demain doivent s'inscrire pleinement dans une vision de société renouvelée, où confort et santé sont en harmonie avec la gestion dynamique de l'énergie. Pour atteindre ces objectifs, il faut aussi repenser les systèmes installés dans les bâtiments, en développant de nouvelles fonctions de pilotage, offrant des interactions plus fortes avec les occupants. De nombreuses études ont montré que le comportement des occupants pouvait engendrer des différences de consommation importantes (plus de 20%).

Dans cette optique, le bâtiment est vu comme un écosystème dans lequel un ensemble d'équipements doit satisfaire les besoins des occupants, non seulement en interne mais aussi avec l'extérieur et son quartier. L'écosystème « bâtiment » est ainsi complexe (Figure 1), dans la mesure où il est constitué d'un ensemble hétérogène de systèmes qui doivent être coordonnés pour une gestion optimisée.



Chaque bâtiment est unique, de par sa structure, son orientation, sa localisation mais aussi ses occupants. Avec le temps, les besoins des occupants évoluent et le système de pilotage doit pouvoir se recalibrer. L'arrivée massive du numérique au sein des bâtiments (l'internet des objets (IoT), la modélisation des données du bâtiment (BIM), les compteurs communicants, les interfaces de communication, comme les tablettes ou les smartphones) apportent des informations complémentaires qui peuvent être exploitées pour le management du bâtiment.

À l'aide de traitements adaptés et ciblés, il est possible d'utiliser les données issues de ces objets communicants, pour comprendre

la façon dont les usagers occupent leur bâtiment, pour évaluer le fonctionnement des différents équipements et anticiper les pannes, pour identifier des événements ou leurs rythmes, ainsi que pour automatiser les services domotiques. Le retour d'information aux usagers eux-mêmes peut, lui-aussi, être perçu comme une valeur ajoutée (habitudes de vie, performances et consommation des systèmes, présence/absence, comportement énergivore, évaluation de la qualité de vie, etc.).

CONTENU SCIENTIFIQUE:

Nous cherchons à proposer une offre de service domotique automatisée et personnalisée en fonction des caractéristiques des utilisateurs par le moyen d'un système domotique interactif.

En effet, les caractéristiques des utilisateurs peuvent être mesurées par des patrons de séquences d'activités. Une séquence d'activité est composée d'une activité précédant une autre activité. Un patron de séquences d'activités de l'occupant de la maison (ou du bâtiment) spécifie un comportement possible de l'occupant. Il s'agit dans un premier temps d'extraire les séquences d'activités significatives à partir de règles statistiques [Simonin, 2015], afin de comprendre les caractéristiques de l'utilisateur (l'occupant).

Suivant ces comportements et la reconnaissance de ces chaînes d'action, divers services domotiques peuvent être automatisés. Des profils utilisateurs et des services automatisés du système domotique pourront être définis, en amont, par un expert ; ce rôle d'expert pouvant être assuré par l'occupant lui-même, mais dans une autre phase d'utilisation du système. La décision sur des choix

de patterns de comportement pertinents, par l'expert, pourra prendre appui sur la visualisation [Suriani, 2013 ; Gao, 2016].

Cependant, pour mieux identifier les besoins des utilisateurs, afin d'améliorer les services d'automatisation offerts, le système cherchera à affiner son automatisation des services à partir du profil prédéfini par l'expert. En d'autres termes, le système cherchera à améliorer sa connaissance des besoins de l'utilisateur, notamment, en améliorant sa stratégie d'interaction avec lui. Il s'agit donc à la fois de solliciter suivant différentes modalités d'interaction les utilisateurs pour mieux connaître leurs caractéristiques, mais aussi d'analyser leurs comportements quotidiens de manière autonome, en se basant sur des profils définis par l'expert.

De semblables stratégies ont déjà été développées pour permettre à un robot de collecter des données et d'apprendre en interaction avec des utilisateurs. L'architecture algorithmique Socially Guided Intrinsic Motivation (SGIM) a permis aux robots d'apprendre leur contrôle moteur en élaborant par eux-mêmes une stratégie d'apprentissage. Ils décident à chaque moment de la tâche sur laquelle se concentrer, quand apprendre les différentes tâches, et comment apprendre ; ils décident, aussi, s'ils apprennent plus efficacement de manière autonome ou avec l'aide d'humains, et le cas échéant à qui demander de l'aide [Nguyen, 2012], [Moulin-Frier, 2014]. L'architecture algorithmique SGIM permet à un système automatique de réaliser plusieurs tâches et d'apprendre en ligne le profil des utilisateurs, tout au long de son utilisation, ; elle

permet par ailleurs d'adapter leur stratégie d'interaction (fréquence, types de requêtes, etc.) aux utilisateurs.

Ces types d'algorithmes, reposant sur des théories de motivation intrinsèque, ont aussi été appliqués pour des systèmes de tutorat intelligent pour des élèves en mathématiques. Apprenant en ligne, les algorithmes d'apprentissage par renforcement de type *bandit manchot*, comme les algorithmes ZPDES et RiaRiT peuvent apprendre le profil des élèves au cours de l'utilisation du système, et proposer une suite d'exercices adaptée au profil et aux préférences de l'utilisateur [Clement, 2015].

Cette thèse s'inspirera de ces travaux et de l'état de l'art qu'ils convoquent pour proposer un algorithme d'adaptation d'un système domotique identifiant en ligne le profil et les préférences des utilisateurs, tout en se basant sur une classification a priori des profils utilisateurs, proposée par un expert. Cet algorithme reposera sur des scénarios / stratégies d'automatisation prédéfinis et sur des profils utilisateurs types. Cette adaptation continue permettra au système d'évoluer sur le long terme au fur et à mesure que les exigences, préférences et situations familiales des utilisateurs changent.

DEMARCHE

Les travaux de cette thèse bénéficieront des moyens matériels et de salles de tests de Delta Dore et d'IMT Atlantique. Notamment, les travaux pourront exploiter l'environnement et l'architecture des capteurs types et de la plateforme de service de notre offre Maison Connectée autour du TYDOM3 ou équivalent. Les tests et expérimentations pourront être déployés au living lab Experiment'haal de l'IMT Atlantique, ainsi que dans des

environnements d'essais, différentes maisons d'essais de collaborateurs ou de partenaires constructeurs, du Concept Home Delta Dore (Rennes) et un showroom à Bonnemain où des tests avec utilisateurs et habitants pourront être menés.

BIBLIOGRAPHIE :

[Simonin, 2015] J. Simonin, J. Soulas, and P. Lenca, Activity Monitoring Process based on Model-Driven Engineering—Application to Ambient Assisted Living. *Journal of Intelligent Systems*, 2015, 24(3), 371-382.

[Suriani, 2013] : Suriani, N. S., Hussain, A., & Zulkifley, M. A. (2013). Sudden event recognition: A survey. *Sensors*, 13(8), 9966-9998.

[Gao, 2016] : Gao, Y., Hou, D., & Banerjee, S. (2016, September). Fixture identification from aggregated hot water consumption data. In *Smart Cities Conference (ISC2), 2016 IEEE International* (pp. 1-6).

[Nguyen, 2012] S.M. Nguyen and P.-Y. Oudeyer. Active choice of teachers, learning strategies and goals for a socially guided intrinsic motivation learner. *Paladyn J. Behavioural Robotics*, 2012.

[Moulin-Frier, 2014] C. Moulin-Frier, S. M. Nguyen, and P.-Y. Oudeyer. Self-organization of early vocal development in infants and machines: The role of intrinsic motivation. *Frontiers in Psychology*, 4(1006), 2014.

[Clement, 2015] B. Clement, D. Roy, P.-Y. Oudeyer, and M. Lopes. Multi-Armed Bandits for Intelligent Tutoring Systems.

Journal of Educational Data Mining (JEDM), 7(2):20–48, June 2015.