

N° d'ordre : 011/2014-D/Inf

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
Faculté d'Electronique et d'Informatique



THESE

Présentée pour l'obtention du grade de DOCTEUR En Sciences

En : INFORMATIQUE

Spécialité : Informatique Mobile

Par : YACHIR Ali

Sujet :

**COMPOSITION DYNAMIQUE DE SERVICES
SENSIBLES AU CONTEXTE DANS LES
SYSTEMES INTELLIGENTS AMBIANTS**

Soutenue publiquement, le 23 Février 2014, devant le jury composé de :

| | |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Mme. A. AISSANI / MOKHTARI, Professeur à l'USTHB | Présidente |
| M. N. BADACHE, Professeur à l'USTHB | Directeur de thèse |
| M. Y. AMIRAT, Professeur à l'UPEC - France | Co-directeur |
| M. O. BOISSIER, Professeur à l'Ecole des Mines - France | Examineur |
| M. D. BENSLIMANE, Professeur à l'Université Lyon 1 - France | Examineur |
| Mme S. MOUSSAOUI / BOUALLAG, Professeur à l'USTHB | Examinatrice |
| M. A. CHIBANI, Maître de Conférences à l'UPEC - France | Invité |
| M. J-Y. TIGLI, Maître de Conférences à l'Université de Nice - France | Invité |

Résumé

Résumé : Grâce à l'apparition des paradigmes de l'intelligence ambiante et de la robotique ubiquitaire, on assiste à l'émergence de nouveaux systèmes intelligents ambiants visant à créer et gérer des environnements ou écosystèmes intelligents d'une façon intuitive et transparente. Ces environnements sont des espaces intelligents caractérisés notamment par l'ouverture, l'hétérogénéité, l'incertitude et la dynamique des entités qui les constituent. Ces caractéristiques soulèvent ainsi des défis scientifiques considérables pour la conception et la mise en place d'un système intelligent adéquat. Ces défis sont principalement au nombre de cinq : l'abstraction de la représentation des entités hétérogènes, la gestion des incertitudes, la réactivité aux événements, la sensibilité au contexte et l'auto-adaptation face aux changements imprévisibles qui peuvent se produire dans un environnement ambiant. L'approche par composition dynamique de services constitue l'une des réponses prometteuses à ces défis. Dans cette thèse, nous avons proposé un système intelligent capable d'effectuer une composition dynamique de services en tenant compte, d'une part, du contexte d'utilisation et des diverses fonctionnalités offertes par les services disponibles dans un environnement ambiant et d'autre part, des besoins variables exprimés par les utilisateurs. Ce système est construit suivant un modèle multicouche, adaptatif et réactif aux événements. Il repose aussi sur l'emploi d'un modèle de connaissances assez expressif lui permettant une ouverture plus large vers les différentes entités de l'environnement ambiant notamment : les dispositifs, les services, les événements, le contexte et les utilisateurs. Ce système intègre également un modèle de découverte et de classification de services afin de localiser et de préparer sémantiquement les services nécessaires à la composition de services. Cette composition est réalisée d'une façon automatique et dynamique en deux phases principales: la phase offline et la phase online. Dans la phase offline, un graphe global reliant tous les services abstraits disponibles est généré automatiquement en se basant sur des règles de décision sur les entrées et sorties des services. Dans la phase online, des sous graphes sont extraits spontanément à partir du graphe global selon les tâches à réaliser qui sont déclenchées par des événements qui surviennent dans l'environnement ambiant. Les sous graphes ainsi obtenus sont exécutés suivant un modèle de sélection et de monitoring de services afin de tenir compte du contexte d'utilisation et garantir une meilleure qualité de service. Les différents modèles proposés ont été mis en œuvre et validés sur la plateforme ubiquitaire d'expérimentation du laboratoire LISSI à partir de plusieurs scénarii d'assistance et de maintien de personnes à domicile.

Mots clés : Informatique ubiquitaire, informatique ambiante et diffuse, robotique ubiquitaire, intelligence ambiante, systèmes intelligents ambiants, composition de services, sélection de services, monitoring de services, qualité de service, sensibilité au contexte, auto-adaptation.

Abstract

Abstract: With the appearance of the paradigms of ambient intelligence and ubiquitous robotics, new ambient intelligent systems are emerging with the aim to create and manage intelligent environments or ecosystems in an intuitive and transparent way. These environments are smart spaces characterized mainly by the openness, the heterogeneity, the uncertainty and the dynamic of the entities that constitute them. These characteristics involve significant scientific challenges for the design and implementation of an appropriate intelligent system. These challenges are mostly heterogeneity abstraction, uncertainty management, reactivity to events detection, context-awareness and self-adaptation to unpredictable changes that may occur in an ambient environment. The approach by dynamic service composition is one of the promising keys to address these challenges. In this thesis, we proposed an ambient intelligent system capable of performing dynamic services composition by taking into account, on the one hand, the context of use and the various functionalities offered by the available services in the ambient environment and, on the other hand, the varying needs expressed by users. This system is built in a multilayer model which is adaptive and reactive to events detection. It is also based on a knowledge model enough expressive offering a larger openness to the various entities of the surrounding environment including: services, events, context and users. This system also includes a model of services discovery and classification to locate and semantically prepare the necessary services for the process of services composition. This composition is performed in an automatic and dynamic manner in two main phases: the online phase and the offline phase. In the offline phase, a global graph connecting all the available abstract services is automatically generated based on decision rules on the inputs and outputs of services. In the online phase, subgraphs are extracted spontaneously from the global graph according to the tasks to perform that are triggered by events detected in the surrounding environment. The resulting subgraphs are executed in accordance with a services selection and monitoring model to take into account the context of use and guarantee a better quality of service. The various proposed models have been implemented and validated on the ubiquitous experimental platform of LISSI laboratory through several scenarios for assistance and keeping people at home.

Keywords: Ubiquitous computing, ambient and pervasive computing, ubiquitous robotics, ambient intelligence, ambient intelligent systems, services composition, services selection, services monitoring, quality of service, context-awareness, self-adaptation.

Dédicaces

À mes parents ;

À ma femme;

À mon petit fils Wassim ;

À toute ma famille ;

À tous ceux qui me sont chers.

Remerciements

Louange à DIEU qui m'a donné force, courage et patience afin d'accomplir ce travail de thèse dans de très bonnes conditions.

Je remercie tout d'abord mes Directeurs de thèse, M. le Professeur Yacine AMIRAT et M. le Professeur Nadjib BADACHE pour leur soutien tout au long de ce travail. Je suis très heureux de pouvoir leur exprimer mes plus vifs remerciements, ma profonde gratitude et ma très sincère reconnaissance.

Je remercie M. Djamel BENSLIMANE, Professeur à l'Université Lyon 1 (France), et M. Olivier BOISSIER, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (France), de m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être rapporteurs de cette thèse.

Je tiens à remercier également Mme. Aicha AISSANI MOKHTARI, Professeur à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Mme. Samira MOUSSAOUI, Professeur à l'USTHB (Algérie), M. Abdelghani CHIBANI, Maître de conférences à l'Université Paris-Est Créteil (UPEC, ex. Paris12), et M. Jean-Yves TIGLI, Maître de conférences à l'Université de Nice-Sophia Antipolis (France), qui m'ont fait l'honneur d'avoir accepté de faire partie du jury.

Je remercie très vivement ma femme qui m'a beaucoup aidé et rendu le déroulement de cette thèse agréable ainsi que tous les membres de ma famille pour la confiance qu'ils m'accordent, leur patience, leur amour, et leurs encouragements incessants.

Mes remerciements vont naturellement à tous mes amis et collègues, particulièrement ceux de l'Ecole EMP d'Alger et de l'université USTHB. Je leur exprime ma profonde sympathie et je leur souhaite une bonne continuation.

Enfin, un grand merci à tous les amis et collègues que j'ai côtoyés durant mes séjours au Laboratoire Images, Signaux et Systèmes Intelligents (LISSI) de l'Université Paris-Est Créteil (UPEC, ex. Paris12), et qui m'ont bien accueilli.

Table des matières

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Chapitre 1: Introduction et motivations | 1 |
| 1.1. Introduction générale..... | 1 |
| 1.2. Contexte générale : intelligence ambiante | 3 |
| 1.2.1. Informatique ubiquitaire | 3 |
| 1.2.2. Intelligence ambiante | 5 |
| 1.2.3. Robotique ubiquitaire..... | 7 |
| 1.3. Composition des environnements d'Intelligence Ambiante | 8 |
| 1.3.1. Artefacts intelligents | 8 |
| 1.3.2. Accessoires et Vêtements Intelligents | 9 |
| 1.3.3. Identification | 10 |
| 1.3.4. Robots de services..... | 10 |
| 1.3.4.1. Robots d'assistance à la mobilité..... | 11 |
| 1.3.4.2. Robots d'assistance domestique | 11 |
| 1.4. Caractéristiques et défis des environnements à intelligence ambiante | 12 |
| 1.4.1. Hétérogénéité, Ouverture, Distribution et Multi-échelle | 13 |
| 1.4.2. Dynamicité et incertitude..... | 14 |
| 1.4.3. Interopérabilité et évolutivité..... | 15 |
| 1.4.4. Auto-adaptation..... | 15 |
| 1.4.5. Sensibilité au contexte | 16 |
| 1.4.6. Intelligence..... | 16 |
| 1.4.7. Passage à l'échelle | 17 |
| 1.4.8. Invisibilité et transparence | 17 |
| 1.4.9. Sécurité et respect de la vie privée..... | 17 |
| 1.5. Visions et contributions de la thèse..... | 18 |
| 1.6. Travaux de recherche liés à ces contributions..... | 23 |
| 1.6.1. Communications et Publications..... | 23 |
| 1.6.2. Participation à des séminaires sur la thématique | 24 |
| 1.6.3. Encadrement des projets de fin d'études | 24 |
| 1.7. Organisation du manuscrit | 24 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| PARTIE I: ETAT DE L'ART | 27 |
| Chapitre 2: Intelligence ambiante et orientation services | 27 |
| 2.1. Introduction..... | 27 |
| 2.2. Les intergiciels au secours de l'intelligence ambiante..... | 28 |
| 2.2.1. Définitions et objectifs d'une couche intergicielle..... | 28 |
| 2.2.2. Intergiciels distribués..... | 28 |
| 2.2.2.1. Intergiciels à objets répartis..... | 28 |
| 2.2.2.2. Intergiciels à composants..... | 30 |
| 2.2.2.3. Intergiciels à agents..... | 31 |
| 2.2.3. Intergiciels orientés services..... | 32 |
| 2.2.3.1. La notion de service..... | 32 |
| 2.2.3.2. La notion de SOA..... | 32 |
| 2.2.3.3. Principe de SOA..... | 33 |
| 2.2.3.4. Comparaison entre SOA et les intergiciels distribués..... | 35 |
| 2.3. Les services Web..... | 37 |
| 2.3.1. Définitions et caractéristiques..... | 37 |
| 2.3.2. Langages standards des services Web..... | 38 |
| 2.3.2.1. XML..... | 38 |
| 2.3.2.2. SOAP..... | 39 |
| 2.3.2.3. WSDL..... | 39 |
| 2.3.2.4. UDDI..... | 40 |
| 2.4. Le Web sémantique..... | 40 |
| 2.4.1. Définition et objectifs du Web sémantique..... | 40 |
| 2.4.2. Architecture du web sémantique..... | 41 |
| 2.4.3. Les services Web sémantiques..... | 42 |
| 2.4.3.1. Définition et intérêt des services Web sémantiques..... | 42 |
| 2.4.3.2. Langages de description des services Web sémantiques..... | 43 |
| 2.5. Les services web pour dispositifs..... | 45 |
| 2.5.1. De SOA vers SOAD..... | 45 |
| 2.5.2. Mécanismes de découverte de services..... | 45 |
| 2.5.2.1. Moyens multicast et broadcast..... | 46 |
| 2.5.2.2. Répertoires de service..... | 46 |

| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.5.2.3. | Découverte active et découverte passive | 47 |
| 2.5.3. | Description de services | 48 |
| 2.5.4. | Types de communications..... | 48 |
| 2.5.4.1. | Messages synchrones : Invocations ou contrôle..... | 48 |
| 2.5.4.2. | Messages asynchrones : Notification ou événements..... | 49 |
| 2.6. | L'orientation service pour l'intelligence ambiante | 50 |
| 2.6.1. | Adéquation de l'orientation service pour les environnements ambiants | 50 |
| 2.6.2. | Modèles orientés services pour les exigences de l'intelligence ambiante | 51 |
| 2.6.2.1. | Réalisation de l'intelligence | 51 |
| 2.6.2.2. | Réalisation de la sensibilité au contexte | 53 |
| 2.6.2.3. | Réalisation de l'auto-adaptation | 54 |
| 2.6.2.4. | Couche d'abstraction | 54 |
| 2.6.2.5. | Transparence et passage à l'échelle..... | 55 |
| 2.6.3. | La composition de services au cœur des modèles orientés services | 56 |
| 2.7. | Conclusion..... | 57 |
| | Chapitre 3: Composition de services | 58 |
| 3.1. | Introduction..... | 58 |
| 3.2. | Définitions et étapes de la composition de services..... | 58 |
| 3.2.1. | Définition de la composition de services | 58 |
| 3.2.2. | Etapes de la composition de services..... | 59 |
| 3.3. | Catégories de composition de services..... | 60 |
| 3.3.1. | Composition manuelle vs. Automatique..... | 61 |
| 3.3.1.1. | Composition manuelle..... | 61 |
| 3.3.1.2. | Composition semi-automatique..... | 62 |
| 3.3.1.3. | Composition automatique..... | 62 |
| 3.3.2. | Composition statique vs. Dynamique | 62 |
| 3.3.2.1. | Composition statique | 62 |
| 3.3.2.2. | Composition dynamique..... | 63 |
| 3.3.2.3. | Composition adaptative | 63 |
| 3.3.3. | Composition centralisée vs. Distribuée..... | 63 |
| 3.3.3.1. | Composition centralisée | 63 |
| 3.3.3.2. | Composition distribuée..... | 63 |
| 3.3.3.3. | Composition hiérarchique..... | 64 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------|----|
| 3.4. | Approches de composition de services | 64 |
| 3.4.1. | Composition par procédés (<i>Workflow</i>) | 65 |
| 3.4.1.1. | Orchestration de services | 66 |
| 3.4.1.2. | Chorégraphie de services | 66 |
| 3.4.2. | Composition structurelle (par assemblage) | 67 |
| 3.4.2.1. | OSGi | 68 |
| 3.4.2.2. | iPOJO | 69 |
| 3.4.2.3. | SCA | 70 |
| 3.4.2.4. | SLCA | 70 |
| 3.4.3. | Composition par planification à base d'IA | 72 |
| 3.4.3.1. | Automate à états finis | 73 |
| 3.4.3.2. | Calcul de situations..... | 73 |
| 3.4.3.3. | Réseau de tâche hiérarchique | 73 |
| 3.4.3.4. | Réseaux de Petri | 74 |
| 3.4.3.5. | GraphPlan et SATPlan | 74 |
| 3.4.3.6. | Processus de décision Markoviens | 75 |
| 3.4.3.7. | Systèmes multi-agents | 75 |
| 3.4.4. | Composition par approches sémantiques | 76 |
| 3.4.4.1. | Annotation sémantique | 76 |
| 3.4.4.2. | Approches à base de règles | 77 |
| 3.4.4.3. | Approches à base de connaissances | 77 |
| 3.4.4.4. | Approches à base de politiques | 77 |
| 3.4.4.5. | Dépendance d'entrées/sorties | 78 |
| 3.4.5. | Composition par approches intergicielles | 78 |
| 3.5. | Adaptation des services au contexte | 80 |
| 3.5.1. | Notion de contexte | 80 |
| 3.5.1.1. | Définitions du contexte | 80 |
| 3.5.1.2. | Représentation du contexte | 81 |
| 3.5.1.3. | Acquisition des informations du contexte | 82 |
| 3.5.2. | Notion de sensibilité au contexte | 83 |
| 3.5.2.1. | Définition de la sensibilité au contexte | 83 |
| 3.5.2.2. | Mécanismes d'adaptation au contexte | 84 |
| 3.5.3. | Approches d'adaptation de la composition de services | 85 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 3.5.3.1. | Adaptation par sélection de services | 86 |
| 3.5.3.2. | Adaptation par tissage d'aspects..... | 87 |
| 3.5.3.3. | Adaptation par apprentissage..... | 88 |
| 3.6. | Conclusion..... | 89 |
| Chapitre 4: Etude et analyse des approches intergielles de composition de services... | | 92 |
| 4.1. | Introduction | 92 |
| 4.2. | Les middlewares de composition de services | 93 |
| 4.2.1. | COCOA-PERSE | 93 |
| 4.2.1.1. | Architecture générale..... | 93 |
| 4.2.1.2. | Modèle des connaissances | 94 |
| 4.2.1.3. | Modèle d'évaluation de la <i>QoS</i> et du contexte | 95 |
| 4.2.1.4. | Modèle de <i>matching</i> de services..... | 96 |
| 4.2.1.5. | Modèle de sélection de services | 96 |
| 4.2.1.6. | Modèle de découverte de services | 97 |
| 4.2.1.7. | Modèle de composition de services..... | 97 |
| 4.2.1.8. | Modèle d'évaluation | 98 |
| 4.2.1.9. | Modèle de communication | 99 |
| 4.2.2. | PEIS-Ecology..... | 99 |
| 4.2.2.1. | Architecture générale..... | 99 |
| 4.2.2.2. | Modèle des connaissances | 100 |
| 4.2.2.3. | Modèle de <i>matching</i> de services..... | 101 |
| 4.2.2.4. | Modèle de découverte de services | 102 |
| 4.2.2.5. | Modèle de composition de services..... | 102 |
| 4.2.2.6. | Modèle de monitoring de services..... | 103 |
| 4.2.2.7. | Modèle d'évaluation | 103 |
| 4.2.2.8. | Modèle de communication | 105 |
| 4.2.3. | URC-SURF | 105 |
| 4.2.3.1. | Architecture générale..... | 105 |
| 4.2.3.2. | Modèle des connaissances | 106 |
| 4.2.3.3. | Modèle de <i>matching</i> de services..... | 107 |
| 4.2.3.4. | Modèle de composition de services..... | 107 |
| 4.2.3.5. | Modèle de monitoring de services..... | 107 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.3.6. | Modèle d'évaluation | 107 |
| 4.2.3.7. | Modèle de communication | 108 |
| 4.2.4. | MySIM..... | 108 |
| 4.2.4.1. | Architecture générale..... | 108 |
| 4.2.4.2. | Modèle des connaissances | 109 |
| 4.2.4.3. | Modèle d'évaluation de la <i>QoS</i> et du contexte | 110 |
| 4.2.4.4. | Modèle de <i>matching</i> de services..... | 110 |
| 4.2.4.5. | Modèle de sélection de services | 110 |
| 4.2.4.6. | Modèle de composition de services..... | 111 |
| 4.2.4.7. | Modèle de monitoring de services..... | 111 |
| 4.2.4.8. | Modèle d'évaluation | 112 |
| 4.2.5. | MEDUSA..... | 112 |
| 4.2.5.1. | Architecture générale..... | 112 |
| 4.2.5.2. | Modèle des connaissances | 113 |
| 4.2.5.3. | Modèle d'évaluation de la <i>QoS</i> et du contexte..... | 114 |
| 4.2.5.4. | Modèle de sélection de services | 114 |
| 4.2.5.5. | Modèle de découverte de services | 114 |
| 4.2.5.6. | Modèle de composition de services..... | 115 |
| 4.2.5.7. | Modèle d'évaluation | 116 |
| 4.2.5.8. | Modèle de communication | 116 |
| 4.2.6. | MUSIC..... | 117 |
| 4.2.6.1. | Architecture générale..... | 117 |
| 4.2.6.2. | Modèle des connaissances | 118 |
| 4.2.6.3. | Modèle d'évaluation de la <i>QoS</i> et du contexte..... | 119 |
| 4.2.6.4. | Modèle de sélection de services | 119 |
| 4.2.6.5. | Modèle de découverte de services | 119 |
| 4.2.6.6. | Modèle de composition de services..... | 120 |
| 4.2.6.7. | Modèle de monitoring de services..... | 120 |
| 4.2.6.8. | Modèle d'évaluation | 120 |
| 4.2.6.9. | Modèle de communication | 121 |
| 4.2.7. | SeSCO..... | 121 |
| 4.2.7.1. | Architecture générale..... | 121 |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------|-----|
| 4.2.7.2. | Modèle des connaissances | 122 |
| 4.2.7.3. | Modèle de <i>matching</i> de services..... | 122 |
| 4.2.7.4. | Modèle de composition de services..... | 123 |
| 4.2.7.5. | Modèle de monitoring de services..... | 124 |
| 4.2.7.6. | Modèle de communication | 124 |
| 4.2.8. | SeGSeC | 125 |
| 4.2.8.1. | Architecture générale..... | 125 |
| 4.2.8.2. | Modèle des connaissances | 125 |
| 4.2.8.3. | Modèle de <i>matching</i> de services..... | 126 |
| 4.2.8.4. | Modèle de sélection de services | 126 |
| 4.2.8.5. | Modèle de composition de services..... | 127 |
| 4.2.8.6. | Modèle de monitoring de services..... | 127 |
| 4.2.8.7. | Modèle d'évaluation | 127 |
| 4.2.8.8. | Modèle de communication | 128 |
| 4.2.9. | URS..... | 129 |
| 4.2.9.1. | Architecture générale..... | 129 |
| 4.2.9.2. | Modèle des connaissances | 130 |
| 4.2.9.3. | Modèle de composition de services..... | 130 |
| 4.2.9.4. | Modèle de monitoring de services..... | 131 |
| 4.2.9.5. | Modèle d'évaluation | 131 |
| 4.2.9.6. | Modèle de communication | 131 |
| 4.2.10. | VRESCo..... | 132 |
| 4.2.10.1. | Architecture générale | 132 |
| 4.2.10.2. | Modèle des connaissances | 132 |
| 4.2.10.3. | Modèle d'évaluation de la QoS et du contexte | 133 |
| 4.2.10.4. | Modèle de sélection de services..... | 133 |
| 4.2.10.5. | Modèle de composition de services | 134 |
| 4.2.10.6. | Modèle d'évaluation | 134 |
| 4.2.11. | WComp | 134 |
| 4.2.11.1. | Architecture générale | 134 |
| 4.2.11.2. | Modèle des connaissances | 135 |
| 4.2.11.3. | Modèle de composition de services | 136 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.11.4. | Modèle de monitoring de services | 136 |
| 4.2.11.5. | Modèle d'évaluation | 137 |
| 4.3. | Analyse et comparaison des middlewares de composition de services..... | 138 |
| 4.3.1. | Récapitulatif des middlewares de composition de services..... | 138 |
| 4.3.2. | Analyse comparative des middlewares de composition de services..... | 143 |
| 4.4. | Conclusion..... | 147 |
| PARTIE II: PROPOSITIONS..... | | 149 |
| Chapitre 5: Modèle de connaissances et un Framework orienté services | | 149 |
| 5.1. | Introduction | 149 |
| 5.2. | Description du modèle des connaissances | 150 |
| 5.2.1. | Organisation générale des connaissances | 150 |
| 5.2.2. | Représentation des données | 150 |
| 5.2.2.1. | Les données fonctionnelles..... | 150 |
| 5.2.2.2. | Les données non-fonctionnelles | 155 |
| 5.2.3. | Représentation des services | 156 |
| 5.2.3.1. | Les services concrets | 157 |
| 5.2.3.2. | Les services abstraits | 159 |
| 5.2.4. | Représentation des tâches | 159 |
| 5.2.4.1. | Les requêtes utilisateur | 160 |
| 5.2.4.2. | Les règles événementielles | 160 |
| 5.3. | Présentation d'un Framework de composition de services | 161 |
| 5.3.1. | Principe général du Framework | 161 |
| 5.3.2. | Quelques scénarii illustratifs..... | 162 |
| 5.3.2.1. | Scenario1 : température ambiante | 163 |
| 5.3.2.2. | Scenario2 : mouvement suspect | 164 |
| 5.3.3. | Architecture détaillée du Framework..... | 165 |
| 5.3.3.1. | La couche physique | 166 |
| 5.3.3.2. | La couche connectivité | 166 |
| 5.3.3.3. | La couche gestion des ressources | 166 |
| 5.3.3.4. | La couche services..... | 167 |
| 5.3.3.5. | La couche contrôle..... | 168 |

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4. | Conclusion..... | 169 |
| | Chapitre 6: Stratégie de composition de services..... | 170 |
| 6.1. | Introduction..... | 170 |
| 6.2. | Modèles de découverte et de classification de services..... | 171 |
| 6.2.1. | Découverte de services..... | 171 |
| 6.2.2. | Classification de services..... | 173 |
| 6.3. | Modèle de composition de services..... | 179 |
| 6.3.1. | Principe de composition de services..... | 180 |
| 6.3.2. | Représentation graphique d'une composition de services..... | 180 |
| 6.3.2.1. | Notations graphiques..... | 180 |
| 6.3.2.2. | Réduction des structures de choix..... | 183 |
| 6.3.3. | Règles de composition de services..... | 187 |
| 6.3.3.1. | Règle de Marquage..... | 188 |
| 6.3.3.2. | Règle d'Égalité..... | 189 |
| 6.3.3.3. | Règle d'Inclusion Simple..... | 190 |
| 6.3.3.4. | Règle d'Inclusion Complexe..... | 190 |
| 6.3.3.5. | Règle de Démarquage..... | 191 |
| 6.3.4. | Création automatique des graphes de composition de services..... | 192 |
| 6.3.4.1. | Construction d'un graphe global de composition de services..... | 192 |
| 6.3.4.2. | Extraction de sous-graphes de composition de services..... | 194 |
| 6.4. | Modèle de sélection de services..... | 195 |
| 6.4.1. | Principe de sélection de services..... | 195 |
| 6.4.2. | Estimation de la qualité de service..... | 197 |
| 6.4.2.1. | Estimation de la qualité de service statique..... | 197 |
| 6.4.2.2. | Estimation de la qualité de service dynamique..... | 199 |
| 6.4.2.3. | Estimation de la qualité de service globale..... | 202 |
| 6.4.3. | Invocation des services concrets..... | 204 |
| 6.4.4. | Sélection des services concrets avec apprentissage..... | 205 |
| 6.5. | Modèle de monitoring de services..... | 207 |
| 6.5.1. | Principe du monitoring de services..... | 207 |
| 6.5.2. | Niveau initial de monitoring de service..... | 209 |
| 6.5.3. | Niveau supérieur de monitoring de service..... | 210 |
| 6.5.4. | Niveau inférieur de monitoring de service..... | 212 |

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.6. | Conclusion..... | 212 |
| | Chapitre 7: Mise en œuvre et évaluation des performances..... | 215 |
| 7.1. | Introduction..... | 215 |
| 7.2. | Implémentation prototypique sur la plateforme ubiquitaire du LISSI..... | 216 |
| 7.2.1. | Plateforme matérielle..... | 216 |
| 7.2.1.1. | Le robot compagnon Kompai..... | 217 |
| 7.2.1.2. | Les capteurs Imote2..... | 218 |
| 7.2.1.3. | Les capteurs/actionneurs CLEODE..... | 219 |
| 7.2.1.4. | Les Tags RFID..... | 220 |
| 7.2.1.5. | Les caméras..... | 220 |
| 7.2.1.6. | Système de localisation indoor..... | 221 |
| 7.2.2. | Plateforme logicielle..... | 223 |
| 7.2.2.1. | Description de l'ontologie <i>AmbiOnt</i> des paramètres de contexte..... | 224 |
| 7.2.2.2. | Description détaillée des concepts terminaux de l'ontologie <i>AmbiOnt</i> | 229 |
| 7.2.2.3. | Description des services abstraits..... | 231 |
| 7.2.2.4. | Description de quelques services concrets..... | 237 |
| 7.2.2.5. | Interface graphique pour visualisation et test des services disponibles..... | 239 |
| 7.3. | Illustration du Framework <i>FrEvASeC</i> sur des scenarii réels..... | 239 |
| 7.3.1. | Construction du graph global AGoSC..... | 239 |
| 7.3.2. | Description des scenarii..... | 241 |
| 7.3.2.1. | Scenario1 : Reconnaissance d'activité..... | 241 |
| 7.3.2.2. | Scenario2 : Détection d'intrusions..... | 242 |
| 7.3.2.3. | Scenario3 : Étourdissements après un lever brutal..... | 243 |
| 7.3.2.4. | Scenario4 : Edition d'un bilan de santé global..... | 244 |
| 7.3.2.5. | Scenario5 : Détection des conditions ambiantes anormales..... | 245 |
| 7.3.3. | Exécution du scénario 3 : « Étourdissements après un lever brutal »..... | 246 |
| 7.3.4. | Monitoring du scénario 1 : « Reconnaissance d'activité »..... | 250 |
| 7.3.4.1. | Cas1 : panne d'un service concret..... | 250 |
| 7.3.4.2. | Cas 2 : panne d'un service abstrait..... | 250 |
| 7.3.4.3. | Cas3 : coupure d'un chemin vers l'objectif..... | 251 |
| 7.4. | Tests et évaluation des performances..... | 252 |
| 7.4.1. | Caractéristiques matérielles et logicielles..... | 252 |
| 7.4.2. | Impact de la variation des services abstraits sur le temps de réponse..... | 252 |

| | | |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4.3. | Impact de la variation des événements sur le temps de réponse..... | 255 |
| 7.4.4. | Impact de la variation des services concrets sur le monitoring | 256 |
| 7.4.5. | Impact de la variation du seuil d'apprentissage sur le monitoring | 259 |
| 7.5. | Synthèse | 262 |
| | Chapitre 8: Conclusions et perspectives..... | 264 |
| 8.1. | Bilan des contributions de cette thèse | 264 |
| 8.2. | Conclusion générale | 267 |
| 8.3. | Les perspectives de ces travaux | 269 |
| | Références bibliographiques | 271 |