

Projet

Conception, implantation et déploiement d'un système réparti sensible au contexte

L'objectif du projet est d'une part d'appliquer les approches de modélisation des systèmes réparties vues en cours (modèles physiques, modèles architecturaux et modèles fondamentaux) et d'autre part de concevoir et d'implémenter une preuve de concept qui intégrera l'Internet des objets, la sensibilité au contexte et, dans une certaine mesure, les systèmes multi-agents.

Le projet comporte par conséquent deux grandes parties :

- *Conception d'un système réparti* : identification d'une problématique, spécification de trois cas d'usage, définition et analyse de l'architecture répartie correspondante.
- *Implémentation répartie* : implémentation d'une preuve de concept pour les cas d'usage spécifiés dans la première partie.

Date de remise : avant la fin de la session

- Présentation et démonstration
- Rapport

IFT713 : exigences supplémentaires.

Les étudiants de maîtrise devront aussi intégrer à leur système des propriétés de l'informatique autonome (autonomic computing). Ces propriétés sont auto-configuration, auto-diagnostic, auto-guérison et auto-protection. Pour deux de ces 4 propriétés, indiquer comment chaque propriété pourrait être réalisée à l'aide de deux cas d'usage supplémentaires. Une version réduite de ces deux cas d'usage devra être implémentée dans la preuve de concept.

Modalités particulières.

- Votre preuve de concept devra utiliser au moins trois capteurs ou effecteurs réels différents. Le département d'informatique pourra vous prêter au moins 1 Raspberry Pi et 1 dongle USB Z-wave, ainsi qu'un certain nombre de capteurs et d'effecteurs¹. L'emprunt du matériel se fera via une application disponible en-ligne : <https://emprunts.fsci.usherbrooke.ca/moncompte/>. Pour l'implantation de votre preuve de concept, vous aurez à travailler mode mixte, i.e. en combinant du matériel réel et du matériel simulé. Il ne sera pas permis de ne travailler qu'en mode simulé.
- La plateforme privilégiée pour le projet est openHab. Vous pouvez cependant choisir d'utiliser une autre plateforme, par exemple Apple HomeKit, Samsung SmartThings, Home Assistant². Le domaine d'application n'est pas restreint au domicile. Il peut tout aussi bien s'agir de ville intelligente, de gestion de stationnement, d'application sportive, de vêtements intelligents...
- Pour la remise du projet à la fin de la session, vous devrez
 - ⇒ Faire une démonstration ou présenter une vidéo de votre application et de la preuve de concept des cas d'usage implémentés. Si une vidéo est utilisée, elle devra être déposée dans Moodle;
 - ⇒ Déposer le code source dans Moodle
 - ⇒ Déposer un rapport dans Moodle.
 - ⇒ La grille d'évaluation est disponible sur Moodle.
- Le projet se fait par **équipe d'au plus 4 étudiants**. Vous devrez informer le professeur de la composition de votre équipe pour pouvoir déposer vos documents dans Moodle.

Références sur l'informatique autonome.

KEPHART, JEFFREY O. et CHESS, DAVID M., *The vision of autonomic computing*. Computer, 36(1): 41–50, 2003.

¹ Vous n'êtes pas restreint au matériel fourni par l'université. Par exemple, un téléphone cellulaire peut être considéré comme un capteur ou un effecteur.

² Si vous choisissez une autre plateforme, vous devez valider votre choix avec le professeur.

Emprunt de matériel.

- Pour faciliter votre conception, la liste du matériel disponible ainsi que les quantités sont disponibles dans un fichier Excel sur Moodle.
- La quantité de capteurs et effecteurs disponibles est limitée, ce qui ne vous empêchera pas de faire des projets intéressants. La plupart des capteurs utilisent le protocole Z-Wave. Pour cela, il vous faudra utiliser un z-stick comme gateway. Chaque équipe aura accès à au moins 1 Raspberry PI et 1 z-stick.
- L'emprunt du matériel se fera via une application disponible en-ligne : <https://emprunts.fsci.usherbrooke.ca/>
- La procédure est la suivante
 1. Choisir le matériel que vous désirez.
 - Aller sur le site <https://emprunts.fsci.usherbrooke.ca/>
 - Cliquer sur « Faire une nouvelle réservation »
 - Cliquer de nouveau sur « Faire une nouvelle réservation »
 - Spécifier la date à partir de laquelle vous serez disponible pour aller chercher le matériel, ainsi que la date de retour anticipée du matériel.
 - Cliquer sur le bouton « ajouter un item » qui devrait être activé une fois les dates spécifiées.
 - En bas à gauche, un menu déroulant devrait apparaître pour choisir un item. Sélectionner un item dans la liste, il est automatiquement ajouté à votre liste. Attention l'icône « panier rouge » supprime l'item de votre liste de matériel. Il y a aussi une option de recherche. Pour accélérer le processus.
 2. Demande d'emprunt
 - Cliquer sur « Faire la réservation ». Vous recevrez un courriel pour confirmer votre demande.
 3. APPROBATION par le professeur
 - Vous devez ensuite m'envoyer un courriel pour m'aviser que votre demande d'emprunt a été soumise pour que je puisse l'autoriser.
 - Autorisation d'emprunt
 4. Récupération et retour du matériel au D4-1021.
 - Une fois que j'aurai autorisé l'emprunt, vous recevrez un courriel du service informatique pour récupérer votre matériel. Au D4-1021. A la fin de la session, vous devrez rapporter le matériel aussi au D4-1021.

GRANDES ÉTAPES DU PROJET

Votre projet se déroulera probablement en suivant les étapes suivantes (avec un certain nombre d'allers-retours) :

1. Identifier une problématique qui bénéficierait de l'Internet des objets
2. Spécifier **au moins trois cas d'usage** d'une solution à cette problématique qui reposeront sur l'Internet des objets.
3. Pour les étudiants de IFT713, définir **au moins deux cas d'usage** supplémentaires dotant votre solution d'au moins deux des quatre propriétés de l'informatique autonome (auto-configuration, auto-optimisation, auto-réparation et auto-protection)
4. Utiliser les modèles vus en cours pour spécifier l'architecture répartie de votre solution.
5. Identifier les fonctionnalités qui seront implémentés dans votre preuve de concept. La preuve de concept doit mettre en évidence comment des versions simplifiées de vos cas d'usage peuvent être réalisés par votre implémentation.
6. Implémenter en openHAB la couche intergicielle qui permettra de se connecter aux capteurs et effecteurs (réels et simulés).
7. Implémenter la couche applicative. Cette couche consistera en une version réduite des cas d'usage que vous avez définis dans la première partie. Cette application sera **intelligente, sensible au contexte et, pour IFT713 autonome**. En particulier, votre application réduite analysera les données de capteurs réels et simulés et enverra des commandes à des effecteurs réels et simulés en fonction du contexte (état des capteurs, historique, profils des usagers, localisation, moment de la journée...). Comme vous n'aurez probablement accès à tous les capteurs et effecteurs dont vous auriez besoin, des capteurs ou effecteurs pourront être simulés pour mettre en évidence des raisonnements ou des situations suffisamment complexes.

Voie alternative³.

Si vous souhaitez explorer d'autres thématiques liées aux systèmes répartis via le projet, il est possible de faire un projet portant soit une ou plusieurs thématiques et/ou sur des mécanismes spécifiques aux systèmes répartis (réplication, tolérance de fautes, consensus, transactions réparties, coordination, cohérence et intégrité...), soit de développer une preuve de concept axée sur le côté applicatif des systèmes répartis (infonuagique, cryptomonnaies, contrats intelligents, informatique autonome, big data...). Toutefois il faut bien garder à l'esprit que *l'objectif du projet est d'étudier les systèmes répartis et/ou les systèmes multi-agents* et non pas de faire « une application web déployée dans un infonuage accessible par téléphone cellulaire ».

³ La description du projet, la structure du rapport et la grille d'évaluation ont été construites en fonction de la thématique Internet des objets, sensibilité au contexte et système multi-agents. Si vous choisissez la voie alternative, ils seront adaptés en fonction de la nature de votre projet.

Rapport

Le rapport comptera au plus 25 pages⁴ et contiendra les sections suivantes :

1. **Problématique et trois cas d'usage.** Quel est le problème à résoudre? Comment vont se dérouler les interactions entre les objets communicants et les personnes? Dans quel espace physique et/ou quels seront les objets impliqués dans les cas d'usage? Quelles sont les propriétés souhaitées du système en général et de chaque cas d'usage (extensibilité, fiabilité, tolérance aux fautes, temps de réponse, gestion de l'hétérogénéité, respect de la vie privée, etc.) ?
2. **Modèle physique : couche matérielle et interconnexions.** Quels capteurs ? Quels effecteurs ? Quels processeurs ? Quels réseaux de communication ? Où sont sauvegardées physiquement les données ? Comment sont positionnés physiquement les capteurs et les effecteurs ?
3. **Modèle architectural : entités, communication, rôles et responsabilités, placements.** Quels sont les entités principales (processus, fils d'exécution, objets, composants logiciels, services web) ? Comment les entités communiquent-elles ? Quels protocoles (UDP, TCP, http...) ? Quels seront les principaux messages échangés ? Quels sont les clients, les serveurs, les pairs ? Quelles sont les bases de données ? Où sont sauvegardées les données ? Où se situent les entités sur l'architecture physique ? quel type d'architecture (en couches, 2-tiers, 3-tiers...) ?
4. **Modèle des fautes.** Où sont les problèmes potentiels? Décrivez en détail au moins 3 fautes potentielles et leurs conséquences éventuelles sur le système.
5. **Informatique autonome (IFT713 seulement).** Pour **deux des 4 propriétés** des systèmes autonomes, indiquer comment cette propriété sera réalisée à l'aide de **deux** cas d'usage supplémentaires.
6. **Description de la preuve de concept.** Matériel et logiciels utilisés : processeurs, réseaux, capteurs et effecteurs réels, capteurs et effecteurs simulés. Description des versions réduites des 3 cas d'usage (ou 5 cas d'usage pour IFT713) qui seront implémentés dans la preuve de concept.
7. **Couche intergicielle openHab.** Description de la couche intergicielle (Things et Items, protocoles de communication (MQTT, REST, ou autres), règles, interfaces...)
8. **Raisonnement, sensibilité au contexte et systèmes multi-agents.** Situer votre implémentation en termes d'architecture et de fonctionnalités des systèmes multi-agents. Agent réactif ou cognitif ? Émergence de comportements ? Quel niveau d'intelligence ? Quels outils de raisonnement ? Quelles capacités d'adaptation ? Quelle organisation des communications ? Quels mécanismes de communication ? Quels sont les éléments qui définissent le contexte ? Description des fonctionnalités implémentées qui sont sensibles au contexte.
9. **Informatique autonome (IFT713 seulement).** Description des deux cas d'usages réduits. Description des mécanismes assurant la réalisation des deux propriétés choisies dans la preuve de concept. Avantages et limites de l'implémentation.
10. **Discussion critique.** Quels sont les problèmes principaux que vous avez rencontrés pour le développement de votre preuve de concept. Quelles sont les forces et les faiblesses de votre solution ? etc.
11. **Traitement des thématiques et mécanismes spécifiques aux systèmes répartis.** Quels sont les mécanismes et/ou algorithmes mis en place ou à mettre en place pour une réalisation répartie à grande échelle en milieu réel de votre solution ? Discuter d'au moins deux (2) des aspects suivants : passage à l'échelle, concurrence et parallélisme, hétérogénéité, coordination, consensus, fiabilité, tolérance aux fautes, transactions réparties, transparence, informatique autonome.
12. **Prolongements.** Améliorations éventuelles de l'application et/ou de l'infrastructure. Nouvelles fonctionnalités. Amélioration de la fiabilité.

⁴ À l'exclusion de la page titre, la table des matières... Il s'agit d'une limite maximale pour éviter les rapports trop volumineux. Par les années passées, moins de pages ont été nécessaires dans la majorité des projets.