

Master Informatique

Parcours Données et Connaissances

Projet Inter-Promo 2019 : Le Campus du Futur

Contents

1	Missions de la Tâche 2	2
1.1	Objectifs	2
1.2	Données à utiliser	2
1.3	Dépendances entre les groupes	2
2	Travail préliminaire	3
3	Tâche 2.1 : Analyse Bayésienne des paramètres et définition de la fonction de confort.	3
3.1	Activité 1 : Evaluation du confort utilisateur et annotation des données	4
3.1.1	Activité 2 : Etude de l'évolution du système	4
3.1.2	Activité 3 : Intégration	4
4	Tâche 2.2 : Modèle d'optimisation à base de systèmes multi-agents coopératifs	4
4.1	Activité 1 : Caractérisation de l'environnement	5
4.2	Activité 2: Identifiez les agents	5
4.3	Activité 3 : Concevoir les agents	6
5	Tâche 2.3 : Modèle d'optimisation à base de méthodes d'apprentissage automatique	6
5.1	Activité 1 : Prédiction de la consommation énergétique	6
5.2	Activité 2 : Prédiction du confort des utilisateurs	6
6	Tâche 2.4 : Etude du rôle du feed-back utilisateurs pour l'optimisation du confort	7

Tâche 2 : Optimisation du confort utilisateur

1 Missions de la Tâche 2

La tâche 2 a pour mission la conception d'un système autonome qui permet de piloter le confort dans les salles de cours. Ceci passe par identifier les configurations (température, luminosité, etc.) qui optimisent le confort des utilisateurs tout en minimisant la consommation énergétique des bâtiments. Pour mettre en place ce système, nous proposons plusieurs approches basées sur des modèles d'intelligence artificielle différents.

1.1 Objectifs

- Tâche 2.1 [$M2_1$] : Analyse Bayésienne des paramètres et définition de la fonction de confort.
- Tâche 2.2 [$M2_2$] : Modèle d'optimisation à base de systèmes multi-agents coopératifs
- Tâche 2.3 [$M1_3$] : Modèle d'optimisation à base d'apprentissage automatique
- Tâche 2.4 [$M2_1, M2_2, M1_3$] : Etude du rôle du feed-back utilisateurs pour l'optimisation du confort.

1.2 Données à utiliser

Les données, extraites de la base MongoDB, sont disponibles dans un format csv et JSON et accessible depuis un serveur FTP sur le site web du projet. En début de projet, les groupes travailleront sur les fichiers fournis. Dès que l'interface d'interrogation est opérationnelle (cf. Tâche 1.2), les groupes pourront récupérer les données utiles à leur tâche directement via cette interface.

1.3 Dépendances entre les groupes

- Dans la tâche 2 :
 - Chaque groupe devra identifier ses besoins initiaux (cf. section 2). Ces besoins peuvent être transverses à chacune des sous tâches 2.1 à 2.3.
 - Le groupe ($M2_1$) devra communiquer les résultats relatifs à la construction des données de références aux groupes ($M2_2$) et ($M1_3$).
- Dans la tâche 1 : Les résultats de ($M1_1$ et ($M1_2$)) vont être exploités par les groupes de la tâche 2 pour récupérer les données. En attendant que l'interface d'interrogation ne soit disponible, les groupes pourront travailler directement avec les fichiers fournis.
- Dans la tâche 3 : Réflexion à mener avec les groupes de la tâche 3 pour prendre en compte le feedback (degré de satisfaction) des utilisateurs dans le processus d'optimisation du confort.

2 Travail préliminaire

Groupe de travail concerné : [M2_1], [M2_2], [M1_3]

Enseignant référent pour cette tâche : Marie-Pierre Gleize, Thomas Pellegrini, Hélène Fargier

Mots-clés : Analyse des besoins, définition de la notion de confort, préparation des données de référence

La tâche 2 nécessite au préalable la définition des besoins initiaux. Vous devrez :

- a) Caractériser les besoins utilisateur, c'est-à-dire fournir la description du système et de l'environnement dans lequel le système sera déployé. Il faut définir ce qu'il faut construire ou ce qui sera le système le plus adapté aux utilisateurs finaux. Les besoins fonctionnels et non fonctionnels doivent être établis.
- b) Définir les besoins conventionnels, c'est-à-dire la fonctionnalité à laquelle le système doit se conformer et sur laquelle les utilisateurs finaux, les concepteurs et les développeurs sont d'accord.
- c) Établir une liste des mots-clés
- d) Définissez les limites et les contraintes du système que vous désirez construire (votre application). Elles peuvent être déduites de l'expression des besoins non fonctionnels et de la définition du contexte dans lequel le système sera déployé.

Afin d'évaluer votre système, vous devez construire l'ensemble des données d'entraînement et de test. Pour ce faire, vous pourrez supposer que les données relevées sur les capteurs sont des situations où le confort est atteint puisque ce sont les usagers qui pilotent les luminaires et les volets. Vous aurez à générer des situations où le confort n'est pas atteint dans la base de données en simulant le feed-back des usagers.

Vous aurez donc à préparer une base d'entraînement pour faire apprendre votre système et une base de tests sur laquelle vous évaluerez votre projet. Cette base sera partiellement construite par le groupe [M2_2] via la tâche 2.1. Vous devez donc communiquer avec ce groupe pour récupérer leurs résultats.

3 Tâche 2.1 : Analyse Bayésienne des paramètres et définition de la fonction de confort.

Groupe de travail concerné : [M2_1]

Enseignant référent pour cette tâche : Hélène Fargier

Mots clés : Réseaux Bayésien, évaluation multi critères sous incertitude

L'objectif de cette tâche est de déterminer dans quelle mesure une situation décrite par des variables d'état / variables de décision est une situation confortable pour les utilisateurs de la salle, et comment ce confort évolue avec le temps (en fonction des actions et des paramètres extérieurs).

On réalisera les activités suivantes.

3.1 Activité 1 : Evaluation du confort utilisateur et annotation des données

Le confort des utilisateur de la pièce dépend d'un certain nombre de critères que vous aurez à déterminer (confort visuel, sonore, thermique, variations, etc). Il faudra ensuite pour chacun d'eux proposer une fonction d'évaluation en fonction des caractéristiques des situations (variables d'état comme la luminosité, la température, etc voire variables de commande), ainsi qu'une fonction de confort global

Cette fonction de confort permettra ensuite d'annoter les données ce qui peut être une entrée pour les tâche 2.2 et 2.3 pour d'évaluer les systèmes proposés.

3.1.1 Activité 2 : Etude de l'évolution du système

L'objectif est maintenant de voir comment les différents paramètres évoluent en fonctions des uns et des autres, en apprenant un modèle de type réseau Bayésien à partir des données. Dans un premier temps, on construira un modèle statique (réseau Bayésien classique), dans un second temps on prendra en compte l'aspect dynamique du problème (réseau Bayésien dynamique, voire processus de Markov).

3.1.2 Activité 3 : Intégration

Les outils définis plus haut permettent d'étudier un système dont on a la trace (les données), en particulier de voir l'évolution du confort dans le temps en fonction des paramètres d'entrée.

Dans un second temps, on se posera la question de la commande du système, en définissant une politique d'actions qui permettent de maximiser l'un des (ou tous) les paramètres de confort.

4 Tâche 2.2 : Modèle d'optimisation à base de systèmes multi-agents coopératifs

Groupe de travail concerné : [M2_2]

Enseignant référent pour cette tâche : Marie-Pierre Gleize,

Mots-clés : Système multi-agents, agents coopératifs, simulation

Votre objectif est de mettre en place un système multi-agent coopératif pour piloter les effecteurs de la salle pour maximiser le confort des utilisateurs et réduire la consommation énergétique des bâtiments. Vous devrez alors trouver un équilibre entre le besoin des intervenants dans la salle et la nécessité de réaliser des économies d'énergie.

Pour simplifier le problème, nous considérerons uniquement la production lumineuse (votre système peut cependant être conçu de manière générique pour pouvoir être réutilisé, par exemple, sur la gestion du chauffage).

On considérera les points suivants :

- Les dispositifs connaissent a priori leur consommation électrique locale en fonction de leur activité.
- Les enseignants et étudiants peuvent exprimer en temps réel un feedback sur leur degré de satisfaction concernant la luminosité. La nature de ce feedback ainsi que son média sont de votre ressort.

Vous devrez réaliser les activités suivantes :

4.1 Activité 1 : Caractérisation de l'environnement

Le principal objectif de cette activité est de définir l'environnement du système que vous souhaitez réaliser.

- a) Déterminez les entités actives et passives qui sont en interaction avec le système, ainsi que les contraintes sur ces interactions.
- b) Sous forme schématique, caractérisez les flots de données et les interactions entre les entités et le système.
- c) Caractérisez l'environnement (en justifiant):
 1. Accessible ou non ?
 2. Déterministe ou non ?
 3. Statique ou dynamique ?
 4. Discret ou continu ?

4.2 Activité 2: Identifiez les agents

Le but de cette activité est de trouver ce qui sera considéré comme des agents dans le système à construire. Seuls les agents qui permettent de construire le système multi-agent sont intéressants. Ces agents seront recherchés parmi les entités définies lors de l'activité 1.

- a) Pour chaque entité définie lors de l'activité 1, vous devez décider si cette entité :
 - a. Est autonome ?
 - b. Poursuit un but local ?
 - c. Doit interagir avec d'autres entités ?
 - d. Et si elle :
 - i. Possède une vue partielle de l'environnement (ce qui signifie qu'elle ne peut percevoir qu'une partie réduite de son environnement, qu'elle ne possède qu'une connaissance partielle de lui).
 - ii. Possède certaines capacités de négociation.

Les entités qui vérifient les trois premiers critères peuvent être vues comme des agents. Avant de conclure, des caractéristiques supplémentaires doivent être étudiées.

Durant ses interactions avec d'autres entités ou avec l'environnement, une entité peut rencontrer des problèmes : le protocole d'interaction peut ne pas être respecté ou l'interaction elle-même être une source d'erreurs ou d'échecs (par exemple incompréhension, ...). Ces échecs peuvent être la résultante d'un environnement dynamique, de l'ouverture du système, ... Ils seront appelés Situations Non Coopératives (ou SNC).

- b) Pour chacune des entités provenant de l'étape précédente, vous devez déterminer si cette entité :
 - Doit agir dans un environnement dynamique ;
 - Est susceptible d'être confrontée à des échecs à la coopération ;
 - Doit traiter des Situations Non Coopératives.
- c) Reprendre le schéma de l'activité 2 b) et isoler les interactions qui peuvent produire des situations de non coopération.

4.3 Activité 3 : Concevoir les agents

Le cycle de vie d'un agent est "percevoir, décider, agir ". Les agents (basés sur la théorie des AMAS) possèdent une architecture spécifique. Le concepteur doit construire cette architecture composée de cinq parties constituant le comportement d'un agent. Ces composants sont :

- Des compétences, qui sont des connaissances sur un domaine permettant à l'agent d'exécuter des actions
- Des aptitudes qui représentent la faculté d'un agent à raisonner sur sa connaissance du domaine ou sur ses représentations du monde.
- Un langage d'interaction (directe, indirecte, envoi de message, appel de fonction, ...) ;
- Une représentation du monde ;
- Des Situations Non Coopératives (7 types)

Les agents interagissent avec leur environnement au moyen de perceptions et d'actions qui doivent être définies tout au long de cette activité. Les agents peuvent aussi posséder des caractéristiques physiques telles qu'un poids, une couleur, etc... qui doivent nécessairement être trouvées lors de cette activité.

Proposer l'architecture de chacun des agents définis lors de l'étape 3 ainsi que son cycle de vie.

5 Tâche 2.3 : Modèle d'optimisation à base de méthodes d'apprentissage automatique

Groupe de travail concerné : [M1_3]

Enseignant référent pour cette tâche : Thomas Pellegrini

Mots-clés : Apprentissage automatique, régression, réseaux de neurone, techniques de réduction de dimension

5.1 Activité 1 : Prédiction de la consommation énergétique

Il s'agira de mettre en place des méthodes de prédiction de la consommation énergétique des salles étudiées. On pourra partir d'une méthode de régression linéaire simple en fonction des valeurs fournies par les capteurs puis explorer des approches plus complexes fondées sur les réseaux de neurones récurrents (RNN pour *Recurrent Neural Networks*) avec possiblement des couches de convolution 1-d pour extraire des représentations pertinentes avant les couches récurrentes (CRNN pour *Convolutional Recurrent Neural Networks*).

Des techniques de réduction de dimension et de sélection de paramètres pourront être bénéfiques.

5.2 Activité 2 : Prédiction du confort des utilisateurs

Le confort des utilisateurs étant défini comme les valeurs données par les capteurs eux-mêmes, il s'agira dans cette activité de tenter de prédire les sorties des capteurs à un instant t à partir de leur historique, c'est-à-dire leurs valeurs dans le passé. Il faudra réfléchir à une fenêtre glissante temporelle dont la durée sera un paramètre à choisir pour réaliser cette tâche de régression multivariée.

Comme pour l'activité 1, on pourra commencer par une méthode de régression linéaire simple puis explorer les RNN.

Enfin, en fonction de l'avancée et des résultats obtenus, il pourra s'avérer intéressant de fusionner les deux tâches en un seul modèle.

6 Tâche 2.4 : Etude du rôle du feed-back utilisateurs pour l'optimisation du confort

Groupe de travail concerné : groupes tâche 2 + groupes tâche 3. A vous de choisir les groupes avec lesquels vous souhaitez collaborer.

Enseignant référent pour cette tâche : Marie-Pierre Gleize, Farah Benamara

Les systèmes proposés jusqu'à présent ne prennent pas en compte le feedback utilisateurs quant à leur degré de satisfaction sur leur confort en temps réel. Il est demandé pour cette tâche à chaque groupe de mener une réflexion avec un des groupes de la tâche 3 pour proposer d'inclure le feedback utilisateurs dans le modèle d'optimisation. Voici quelques questions qu'on pourrait se poser :

- Le feedback utilisateur est-il important pour l'optimisation du confort?
- Comment intégrer ce feedback dans les modèles que vous avez développés ?

Ceci est une tâche de réflexion. L'implémentation des solutions proposées dans le modèle d'optimisation est en bonus.