

# ISAE, Domaine "Systèmes autonomes"

## BE Planification de tâches

Date du BE: 27/10/2017

Date limite de remise des copies: 10/11/2017 à 12:00

### ***Sujet : Robots agricoles***

Une ferme agricole s'est équipée de robots de deux types différents.

- un type de robot terrestre (Fig 1.a) qui peut porter divers outils pour le buttage (brosses Fig 1.b) et le binage (socle Fig 1.c)



Figure 1.a



Figure1.b



Figure1.c

- un robot drone qui peut faire de l'épandage (pulvérisateur) de produits liquides (Fig 2).



Figure 2

La ferme ayant opté pour une agriculture "raisonnée" le binage est préféré au désherbage chimique. Toutefois quelques traitements par pulvérisation sont autorisés. Les tâches portent sur la supervision (prise d'images), le buttage, le désherbage et le traitement par pulvérisation des diverses parcelles. Dans ce problème, un ou plusieurs robots terrestres ou aériens, équipés des instruments adéquats pour chaque action, aident à la réalisation des tâches. On se propose d'étudier un logiciel de planification globale pour l'ensemble des tâches et robots du problème.

Les hypothèses simplificatrices pour ce BE sont les suivantes:

- l'environnement est décrit par un graphe de zones interconnectées à partir d'une base (par exemple, les graphes en figures 3.a et 3.b);
- 4 types de tâches sont considérées : supervision (prise d'images), buttage, binage, pulvérisation;
- 4 types d'instruments adaptés à ces tâches particulières sont disponibles : des cameras pour la supervision (toujours disponibles sur les deux types de robots), le pulvérisateur toujours disponible sur le drone, le socle de binage ou les brosses de buttage sur le robot terrestre (il faut alors choisir quel outil installer).

Les robots terrestres peuvent effectuer les actions suivantes:

- **move**: se déplacer entre deux lieux *adjacents*;

- **mount** : s'équiper d'un instrument (socle de binage, ou brosses de buttage), s'il n'en porte pas et s'il est à la base;
- **unmount** : enlever l'instrument qu'il porte, s'il est à la base;
- **perform** : effectuer une des trois tâches dans une zone, s'il s'y trouve et s'il porte l'instrument adapté (la caméra reste toujours installée).

Les robots aériens peuvent effectuer les actions suivantes:

- **fly**: se déplacer entre deux lieux (sans contrainte d'adjacence);
- **refill** : remplir le réservoir à produit;
- **perform/spray** : effectuer une des deux tâches dans une zone, s'il s'y trouve pour superviser avec sa caméra et si sa cuve est aussi pleine pour pulvériser.

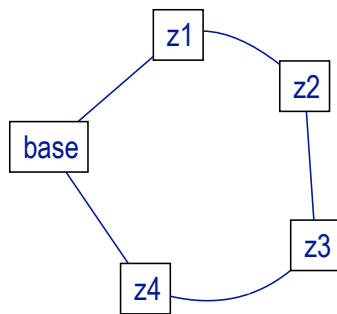


Figure 3.a

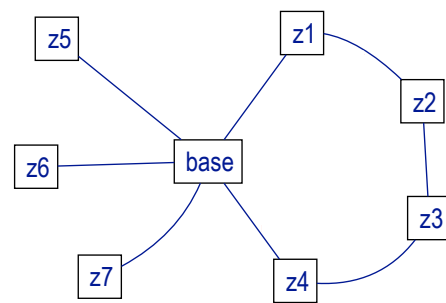


Figure 3.b

Le BE porte sur la modélisation de quelques instances de ce problème et leur résolution en utilisant le langage PDDL avec le planificateur FF (open source <https://fai.cs.uni-saarland.de/hoffmann/ff.html> ). Le fichier **readme** ci-joint explique comment utiliser ce planificateur. Pour se concentrer sur les points intéressants, on fournit pour chaque question un dossier avec:

- deux fichiers contenant les spécifications complètes de 2 instances du problème correspondant aux deux figures 3.a et 3.b;
- un fichier avec les prédicats PDDL et des commentaires qui aident pour compléter la spécification des actions pour résoudre la question.

**Question 1** : On dispose d'un seul robot terrestre.

Spécifier dans **dom1.pddl** les quatre actions nécessaires à la planification des tâches décrites dans les fichiers **pb1a.pddl** et **pb1b.pddl**. Commenter les plans produits.

**Question 2** : On a plusieurs robots terrestres, mais une zone ne peut comporter qu'un robot à la fois (sauf la base).

Modifier dans **dom2.pddl** vos spécifications précédentes pour planifier les tâches décrites dans les fichiers **pb2a.pddl** et **pb2b.pddl**. Commenter les plans produits.

**Question 3** : On ajoute l'opération de supervision qui se fait avec la camera du robot. Contrairement au socle et aux brosses, la camera n'est pas amovible (elle est fixe).

Modifier dans **dom3.pddl** vos spécifications précédentes pour planifier les tâches décrites dans les fichiers **pb3a.pddl** et **pb3b.pddl**. Commenter les plans produits.

**Question 4** : On ajoute des contraintes de précédence entre tâches, par exemple un buttage ne peut se faire qu'après un binage, et une pulvérisation après une supervision. On suppose pour simplifier zéro ou une seule contrainte de précédence par tâche.

Modifier dans **dom4.pddl** vos spécifications précédentes pour planifier les tâches décrites dans les fichiers **pb4a.pddl** et **pb4b.pddl**. Commenter les plans produits.

**Question 5** : On ajoute les drones, en plus de robots. Un drone est équipé de deux instruments fixes: une camera pour la supervision et un pulvérisateur pour l'épandage. Contrairement au robot, un drone peut voler directement entre deux lieux sans contraintes d'adjacence, mais après chaque

pulvérisation il doit remplir sa cuve à la base. Cette opération de remplissage est “transparente”, le retour à la base remplit automatiquement la cuve.

Rajouter dans **dom5.pddl** les actions possibles des drones pour planifier les tâches décrites dans les fichiers **pb5a.pddl** et **pb5b.pddl**. Commenter les plans produits.

**Question 6:** L'agriculteur envisage de s'agrandir et d'acquérir de nouveaux robots et drones. Répondez en quelques lignes aux questions suivantes :

- Q6.1 Au vu des plans produits pour ses deux robots et son drone, l'agriculteur est réservé sur la capacité du système de planification que vous avez développé pour planifier les actions conjointes d'une plus grande flotte de robots/drones. Partagez vous ses réserves, si oui, quelles sont elles?
- Q6.2 Quel autre type de planificateur pourriez vous lui conseiller. Justifiez votre réponse.

**Documents à rendre** : dossier comportant

- les plans obtenus avec vos commentaires;
- les cinq fichiers dom1.pddl à dom5.pddl que vous aurez complétés.
- les deux réponses aux questions Q6.1 et Q6.2.

Il vous est loisible de tester vos spécifications sur des exemples supplémentaires, dans ce cas fournir les fichiers/résultats correspondants.

Le fichier compressé **BE-planif.zip** comporte

- Ce texte du BE (BE Planif 2017-2018.pdf)
- **ewr** : dossier propre à ce BE
  - **readme** : ce fichier explique comment utiliser le logiciel FF.
  - question1 : fichiers **dom1.pddl**, **pb1a.pddl**, **pd1b.pddl**
  - question2 : fichiers **dom2.pddl**, **pb2a.pddl**, **pd2b.pddl**
  - question3 : fichiers **dom3.pddl**, **pb3a.pddl**, **pd3b.pddl**
  - question4 : fichiers **dom4.pddl**, **pb4a.pddl**, **pd4b.pddl**
  - question5 : fichiers **dom5.pddl**, **pb5a.pddl**, **pd5b.pddl**
- **FF-v2.3** : tous les fichiers du logiciel de planification FF si vous souhaitez l'installer sur votre ordinateur (sinon, il sera pré-installé sur les machines de la salle de BE).