

# ImpRo - Livrable 2.2

## Spécification du démonstrateur

Jean-Luc Béchenec, Sébastien Faucou, Richard Urunuela  
LUNAM Université. CNRS, Université de Nantes, École Centrale de Nantes.  
UMR 6597 IRCCyN.  
Nantes, France.

`jean-luc.bechenec@ircdyn.ec-nantes.fr`  
`sebastien.faucou@univ-nantes.fr`  
`richard.urunuela@ircdyn.ec-nantes.fr`

Version du 10 décembre 2012

## 1 Introduction

Le système présenté dans ce document est proposé pour servir de démonstrateur dans le cadre du projet ImpRo<sup>1</sup>. À ce titre, il intègre les caractéristiques suivantes :

- *temps réel* : le système comporte des processus qui évoluent en temps réel et qui interagissent avec des processus informatiques ;
- *concurrence et distribution* : les processus informatiques du systèmes communiquent entre eux ;
- *utilisation de COTS* : le système est construit à l'aide de composants logiciels sur étagère.

Les compétences des membres de l'équipe *systèmes temps réel* de l'IRCCyN impliqués dans cette tâche sont dans le domaine des systèmes temps réel embarqué. Le démonstrateur proposé relève donc de ce domaine.

## 2 Présentation du démonstrateur

### 2.1 Présentation du système

Le démonstrateur est un système de deux robots qui jouent à un jeu inspiré du Air Hockey. Dans ce jeu, chaque joueur cherche à faire sortir la balle du terrain par le côté du joueur adverse.

Le terrain est représenté vu du dessus sur la figure 1 et en perspective isométrique sur la figure 2. Le terrain est rectangulaire. Les longueurs sont équipés de rebords sur lesquels la balle vient rebondir.

---

1. ImpRo, ANR-2010-BLAN-0317, <http://anr-impro.irccyn.ec-nantes.fr>

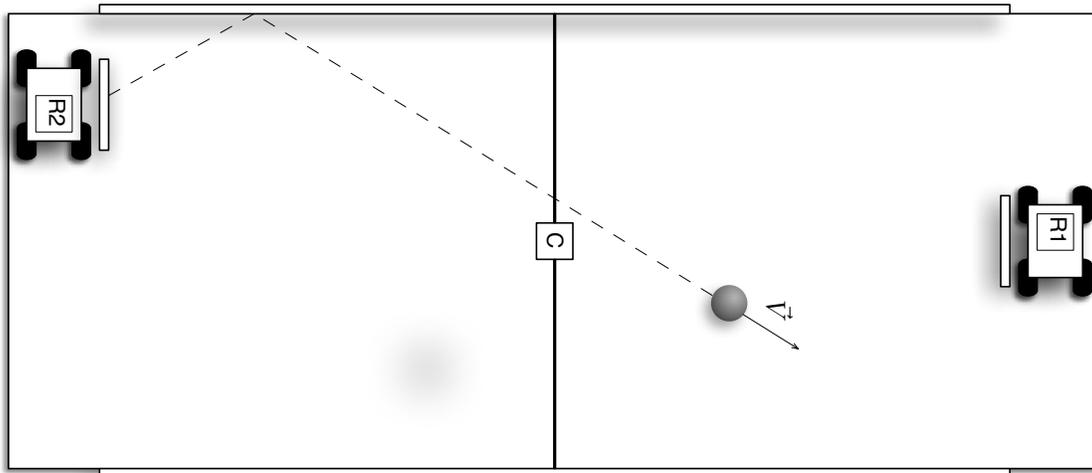


FIGURE 1 – Vue du dessus

Les robots sont équipés d'un dispositif permettant de récupérer et de frapper la balle. Les robots sont équipés de roues non directrices. Il se déplacent dans le sens de la largeur du terrain, sur des rigoles.

Pour déterminer la position à atteindre pour pouvoir frapper la balle, les robots interrogent une station centrale qui fournit la position et l'accélération de la balle. Cette information est capturée à l'aide d'une caméra située au-dessus du terrain. La station centrale fournit également la base de temps du système.

## 2.2 Faisabilité

Les robots sont réalisés à l'aide du kit robotique Lego Mindstorms NXT.

Le système d'exploitation temps réel *trampoline* est utilisé pour exploiter les microcontrôleurs qui équipent ces kits. Ce système d'exploitation est un logiciel libre dont le développement est principalement assuré par l'équipe systèmes temps réel de l'IRCCyN. Il existe déjà un BSP (board support package) *trampoline* pour la plate-forme Lego Mindstorms NXT. Pour permettre la réalisation du projet, il faudra compléter ce BSP pour offrir le support des capteurs et actionneurs utilisés.

La station centrale est un ordinateur personnel équipé d'une webcam. Le logiciel de traitement d'image permettant d'extraire les informations utiles aux robots est à développer. La communication entre la station centrale et les robots passe par une liaison radio Bluetooth.

Lors de la phase d'étude préliminaire, des prototypes du robot et du logiciel de traitement d'image ont été développés.

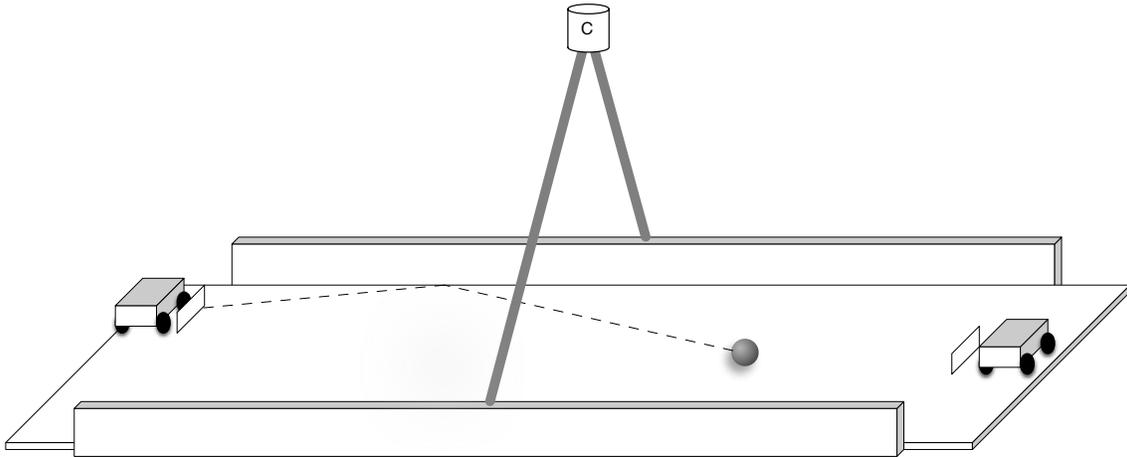


FIGURE 2 – Vue en perspective isométrique

## 2.3 Adéquation aux besoins

Le projet ImpRo étudie l'implantation robuste des systèmes temporisés. L'un des objectifs est de mesurer et éventuellement réduire la distance qui existe entre un modèle mathématique d'un système et sa réalisation.

Le démonstrateur est un système réel qui peut être modélisé et analysé à l'aide des outils mathématiques étudiés dans le projet.

### 2.3.1 Temps réel

Le logiciel de pilotage des robots est un logiciel temps réel. Des contraintes temps réel sont ainsi associées aux fonctions de pilotage des organes du robot (moteur qui entraîne les roues, moteurs de manipulation de la raquette), et aux fonctions de planification des déplacements (récupération de la trajectoire de la balle, positionnement en regard de la balle). Le système d'exploitation *trampoline* offre les services nécessaires à la garantie de ces contraintes.

Le logiciel de capture et traitement de l'image est un logiciel temps réel. Ce logiciel est hébergé sur un système d'exploitation qui ne permet pas d'offrir des garanties temps réel. Cependant, la puissance de calcul de l'ordinateur est très largement supérieure au besoin de ce logiciel, ce qui doit permettre d'obtenir le comportement souhaité.

### 2.3.2 Concurrence et distribution

Le système comporte trois sous-systèmes informatiques communicants.

Le logiciel de pilotage des robots implante des fonctions concurrentes. Il prendra vraisemblablement la forme d'un logiciel temps réel multitâche.

Le logiciel de la station centrale implante également des fonctions concurrentes.

### 2.3.3 Utilisation de COTS

La station centrale est entièrement constitué d'équipements et de logiciels issus du domaine de l'informatique généraliste grand public.

Les robots utilisent le système d'exploitation temps réel libre *trampoline*, qui est conforme aux standards industriels OSEK/VDX OS et AUTOSAR OS.

## 3 Planning prévisionnel de la réalisation

**de  $t_0 + 18$  à  $t_0 + 24$**

- Étude, développement et intégration des fonctions de base des robots : déplacement et acquisition de la position latérale, frappe de la balle.
- Modélisation de l'architecture logicielle des robots à l'aide des outils mathématiques étudiés dans le projet.

**de  $t_0 + 24$  à  $t_0 + 30$**

- Étude, développement et intégration des fonctions de repérage de la balle, de communication et de traçage du fonctionnement.
- Modélisation de ces fonctions à l'aide des outils mathématiques étudiés dans le projet.

**de  $t_0 + 30$  à  $t_0 + 36$**

- Développement d'un outil prototype de génération de code à partir de modèles mathématiques.
- Intégration du code généré au sein du démonstateur.