

# La coordination d'agents dans le cadre d'un jeu de football

Jérémie DECOCK

UPMC

18 mars 2010

# Plan

Introduction

Positionnement du problème

Un exemple de protocole de coordination

# Introduction

# Introduction

## Deux championnats internationaux

- ▶ Robocup (Robot Soccer World Cup) [KIT98]
- ▶ FIPA (Federation of International Robot-soccer Association)

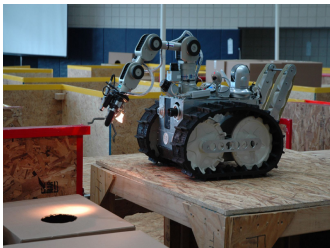
## Des enjeux sérieux

- ▶ tester et confronter les travaux de différents laboratoires dans de nombreux domaines
- ▶ une tâche difficile et réaliste (transposable sur des problèmes plus concrets)
- ▶ plusieurs ligues pour aborder différents problèmes en parallèle (de la motricité à la coordination entre agents)

# Introduction



# Introduction



# Positionnement du problème

# Le domaine étudié

Plusieurs agents (robots) qui appartiennent à une même équipe

- ▶ ils ont des objectifs communs (marquer des buts dans le camp adverse et empêcher les adversaires de marquer)
- ▶ et des objectifs individuels (défendre une zone, attaquer, etc.)

Coordination (orienté tâche)

- ▶ permet d'éviter les conflits entre buts individuels et buts collectifs
- ▶ coopération, interactions positives (synergies)



# La coordination des agents



## Les différents aspects de la coordination

- ▶ position
- ▶ tactique (team formation)
  - ▶ rôle
  - ▶ comportement (behaviour)
- ▶ plan
  - ▶ action

# La coordination des agents

## Les contraintes

- ▶ temps réel
- ▶ environnement très dynamique et imprévisible
- ▶ communication bruitée
- ▶ latences importantes dans les communications
- ▶ bande passante limitée du canal de communication

## Les conséquences

- ▶ décision décentralisée
- ▶ échanges limités
- ▶ pas de négociation complexe
- ▶ autonomie (coupure des communications)

# Les différentes approches

- ▶ behaviour based coordination [CAN01]
  - ▶ Qlearning [PAR01]
  - ▶ ANN decision making [JOL07][ATK09]
  - ▶ algorithmes évolutionnistes [SON01]
  - ▶ fuzzy condition and motivation [BON03][HUA02]
- ▶ planification distribuée
- ▶ coordination sans négociation [LAU10]



# Un exemple de protocole de coordination

# Azzurra Robot Team (ART Team)

## Robocup middle league



## Particularités

- ▶ une équipe de robots hétérogène (matériel et logiciel)
- ▶ robots construits dans 7 universités différentes

# Objectifs et choix de conception

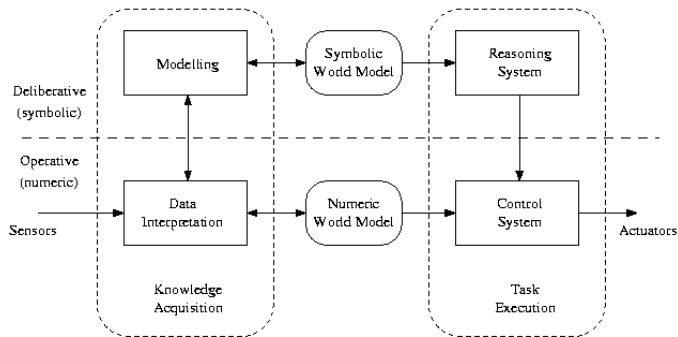
## Objectifs

- ▶ robots hétérogènes
- ▶ décisions distribuées
  - ▶ autonomie
  - ▶ robustesse
  - ▶ tolérance face aux erreurs communication
- ▶ répartition des rôles efficace (seulement 1 joueur sur la balle)
- ▶ n'importe quel robot peut être remplacé à tout moment sans affecter les performances de l'équipe

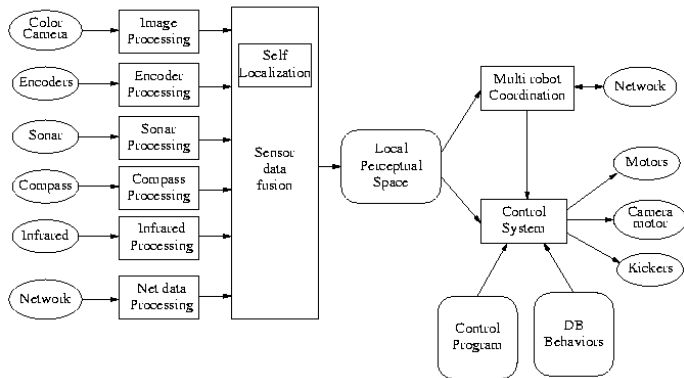
# Objectifs et choix de conception

## Architecture à deux couches (asynchrones)

- ▶ une couche réactive
- ▶ une couche délibérative



# Objectifs et choix de conception





# Rôles, formations et stratégie

## Rôles

- ▶ défenseur
- ▶ milieu de terrain
- ▶ attaquant

## Formations

- ▶ détermine les rôles à distribuer (exemple : 1-2-1)
- ▶ chaque robot peut jouer n'importe quel rôle
- ▶ le rôle des robots change au cours de la partie

## Stratégies

- ▶ offensive
- ▶ défensive

# Stratégies et rôles

## Contraintes

- ▶ le protocole de coordination est distribué
- ▶ deux robots ne doivent pas prendre le même rôle (conflits)
- ▶ tous les rôles doivent être distribués
- ▶ les rôles sont attribués dynamiquement, par communication explicite
- ▶ négociation simplifiée

## Deux étapes [CAN01]

- ▶ choix de la formation
- ▶ affectation des rôles

# Choix de la formation

Les robots ont un ensemble de règles permettant de choisir une formation

- ▶ chaque robot vote pour la meilleure formation
- ▶ le vote est communiqué par broadcast (pas de négociation)
- ▶ la formation qui reçoit le plus de vote est choisie

## Affectation des rôles

- ▶  $n$  robots  $\{R_1, \dots, R_n\}$
- ▶  $m$  rôles  $\{r_1, \dots, r_m\}$  classés par ordre d'importance pour la formation courante
- ▶  $f_j(i)$  : fonction d'utilité calculée par le robot  $R_i$  pour le rôle  $r_j$
- ▶  $A(i) = j$  :  $r_j$  est assigné à  $R_i$

1. For each role  $r_j$  compute and broadcast  $f_j(p)$ .
2. For each robot  $R_i$  ( $i \neq p$ ) and for each role  $r_j$ , collect  $f_j(i)$ .
3.  $L = \emptyset$  (empty the set of assigned robots).
4. For each role  $r_j$  do
  - 4.1.  $R_h$  is the robot such that  $R_h \notin L$  and  $f_j(h)$  has the highest value,
  - 4.2. if  $h = p$  then  $A(p) = j$  (my role is  $r_j$ ),
  - 4.3.  $L = L \cup \{R_h\}$ .

# Assignation des rôles

## Stabilité des assignations

- ▶ l'utilité des rôles est calculée en fonction des perceptions
- ▶ ces paramètres numériques sont bruités et peuvent osciller
- ▶ perte de communication
- ▶ les rôles changent trop souvent

Augmenter le poids du rôle courant dans la fonction d'utilité de chaque robot (hysteresie)

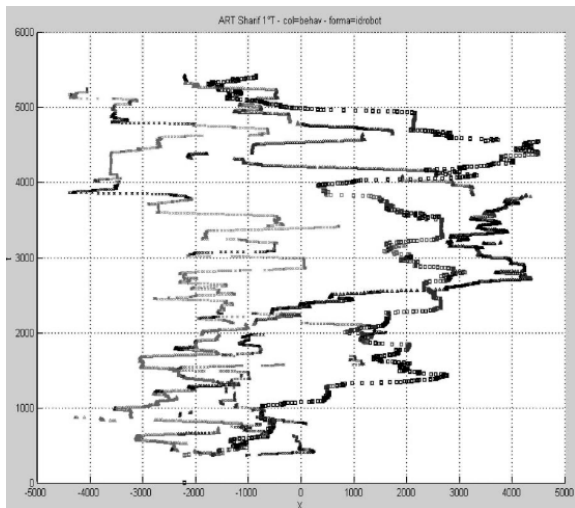
## Incapacité à exécuter un rôle

- ▶ robot bloqué par un autre joueur, ...

Céder le rôle courant en diminuant son poids dans la fonction d'utilité

# Résultats

Enregistrement d'un match de la robocup européenne (2000)



# Résultats

Les objectifs sont atteints

- ▶ les rôles sont rarement vauquants
- ▶ les robots se retrouvent rarement sans rôle
- ▶ les changements de rôles sont fluides

Limites et critiques

- ▶ la fiabilité du groupe dépend trop de la fiabilité des agents
- ▶ pas d'apprentissage [JOL07]
- ▶ trop de communication explicite [LAU10]
- ▶ ne tient pas compte de l'équipe adverse [ATK09]

# Conclusion

La robocup est un cadre intéressant pour tester les protocoles de coordination.

Elle impose des contraintes fortes et proches de ce qu'on attend dans de nombreuses applications

Les protocoles utilisés sont efficaces mais la marge de progression reste importante.



# Bibliographie I

- ▶ [KIT98] Kitano, H. and Tambe, M. and Stone, P. and Veloso, M. and Coradeschi, S. and Osawa, E. and Matsubara, H. and Noda, I. and Asada, M., *The RoboCup synthetic agent challenge 97*, Lecture Notes in Computer Science **1395** (1998), Springer, p.62–73.
- ▶ [BON03] T. Halva Labella A. Bonarini, G. Invernizzi and M. Matteucci. An architecture to coordinate fuzzy behaviors to control an autonomous robot. *Fuzzy sets and systems*, 134(1) :101–115, 2003.
- ▶ [ATK09] J. Atkinson and D. Rojas. *On-the-fly generation of multi-robot team formation strategies based on game conditions*. Expert Systems with Applications, 36(3P2) :6082–6090, 2009.
- ▶ [CAN01] L. Iocchi D. Nardi C. Candea, H. Hu and M. Piaggio. Coordination in multi-agent RoboCup teams. *Robotics and Autonomous Systems*, 36(2-3) :67–86, 2001.

## Bibliographie II

- ▶ [KIT98] P. Stone M. Veloso S. Coradeschi E. Osawa H. Matsubara I. Noda H. Kitano, M. Tambe and M. Asada. *The RoboCup synthetic agent challenge 97*. Lecture Notes in Computer Science, 1395 :62–73, 1998.
- ▶ [HUA02] H.P. Huang and C.C. Liang. Strategy-based decision making of a soccer robot system using a real-time self-organizing fuzzy decision tree. *Fuzzy Sets and Systems*, 127(1) :49–64, 2002.
- ▶ [JEO97] I.K. Jeong and J.J. Lee. *Evolving cooperative mobile robots using a modified genetic algorithm*. Robotics and autonomous systems, 21(2) :197–205, 1997.
- ▶ [JOL07] KG Jolly, KP Ravindran, R. Vijayakumar, and R. Sreerama Kumar. Intelligent decision making in multi-agent robot soccer system through compounded artificial neural networks. *Robotics and Autonomous Systems*, 55(7) :589–596, 2007.

## Bibliographie III

- ▶ [KOK02] M.T.J Spaan J.R. Kok and N. Vlassis. *An approach to noncommunicative multiagent coordination in continuous domains*. In *Benelearn*, pages 46–52. Citeseer, 2002.
- ▶ [KOK03] M.T.J Spaan J.R. Kok and N. Vlassis. Multi-robot decision making using coordination graphs. In *Proceedings of the 11th International Conference on Advanced Robotics, ICAR, volume 3, pages 1124–1129*. Citeseer, 2003.
- ▶ [PAR01] Y.J. Kim K.H. Park and J.H. Kim. *Modular Q-learning based multi-agent cooperation for robot soccer*. *Robotics and Autonomous Systems*, 35(2) :109–122, 2001.
- ▶ [LAU10] M. Lauer, R. Hafner, S. Lange, and M. Riedmiller. *Cognitive Concepts in Autonomous Soccer Playing Robots*. *Cognitive Systems Research*, 2010.

## Bibliographie IV

- ▶ [SON01] *K.T. Song and C.C. Tang. Learning for cooperation in multirobot team competitions. In Computational Intelligence in Robotics and Automation, 2001. Proceedings 2001 IEEE International Symposium on, pages 302–307, 2001.*
- ▶ [SPR97] *G. Springer, P. Hannah, RJ Stonier, S. Smith, and P. Wolfs. Simple strategies for collision-avoidance in robot soccer. Robotics and autonomous systems, 21(2) :191–196, 1997.*