



COLLectif INteraction EMergence

Marie-Pierre GLEIZES
IRIT
gleizes@irit.fr

Plan

- Objectifs
- Concepts
- Motivations
- Historique
- Travaux en cours
- [Techniques existantes]

25/01/200624 janvier 2006

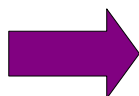
Journée Rencontre IA et SMA

2

Objectifs (1)

Etude des

- Théories
- Modèles
- Méthodes
- Techniques



Phénomènes
émergents

Conception de systèmes complexes
SMA

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

3

Systèmes Complexes

- Plusieurs composants ← distribution
- Localité ← cardinalité
- Interdépendances ← non linéarité
- Non linéarité ← nombre de possibilités à envisager ne peut être énuméré...
- Changement de comportement

(www.wordiq.com/definition/Complex_systems).

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

4

Système Multi-Agent

- Macro-système composé d'agents autonomes qui interagissent dans un environnement commun pour résoudre une tâche commune
= résultat de l'organisation des agents
- Caractéristique au micro-niveau
Autonomie + Distribution + Localité
- Propriétés au macro-niveau
Ouvert / Fermé, Hétérogène / Homogène

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

5

Objectifs (2)

- Cadre d'échange et de partage d'information
 - Site Web www.irit.fr/COLLINE
 - Réunions
- Travail commun
 - Glossaire
 - Comparaisons
 - Compréhension des mécanismes

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

6

Limites

- Etude de l'émergence
 - Pas d'un point de vue philosophique
 - Point de vue opérationnel
- Nouveau moyen de conception

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

7

Définition de l'Emergence

[Müller, 2004]

- Un phénomène est émergent si et seulement si :
 - Un système d'entités en interaction dont les états et la dynamique sont exprimés dans une théorie D
 - ✓ Exemple les cellules et les règles de transition
 - La production d'un phénomène (un processus, un état stable, un invariant) qui est relatif au système précédent
 - ✓ Exemple: les régularités dans la dynamique des cellules
 - L'interprétation du phénomène via une inscription du mécanisme dans une autre théorie D':
 - ✓ Exemple: le planeur et ses lois
- La non linéarité des interactions garantit l'irréductibilité de la théorie D' à D [MRJean, 1996]

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

8

Vers une Définition Opérationnelle Informatique

[Georgé, 2004], [Georgé, Edmonds, Glize, 2004]

■ **Objet** : Un système informatique doit réaliser une **fonction** qui doit être **adéquate**. Cette fonction peut évoluer au cours du temps et émerge

■ **Condition** : l'implémentation au niveau des composants n'est pas explicitement dictée par la connaissance de la fonction globale

Ce codage doit contenir les mécanismes qui permettent l'adaptation du système durant son couplage avec l'environnement, de telle sorte qu'il tende toujours vers l'adéquation fonctionnelle

■ **Autres définitions** [Deguet, Demazeau, Magnin, 2005]

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

9

Caractéristiques des systèmes à fonctionnalité émergente

- Au moins deux niveaux
- Dynamique
 - Maintien d'un équilibre
 - Capacité de s'auto-organiser [Goldstein, 1999]

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

10

Critères pour décider si un phénomène est émergent

- Nécessité de pouvoir l'observer à un certain niveau
- Nouveauté [Lewes 1875, Van de Vijver 1997]
- Cohérence
- Irréductibilité [Ali, 1997]
- Interdépendance entre les niveaux [Langton 1990]

cause →
local ----- global
← contraint

- Non linéarité

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

11

Auto-Organisation dans les Systèmes Artificiels

- Auto-organisation = mécanisme ou processus permettant à un système de changer son organisation pendant son exécution **sans contrôle externe explicite** [Di Marzo, Gleizes, Karageorgos, 2005]
- Une **transformation autonome** de la topologie du système par ses composants, résultat du fonctionnement du réseau de composants [Camps, Gleizes, Trouilhet, 1997]
- A set of dynamical interactions whereby structures appear at the global level of a system from interactions among its lower-level components... The rules specifying the interactions are executed on the basis of purely **local information**, without reference to the global pattern [Bonabeau, 1999]

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

12

Systèmes Auto-Organisés

- Un système est une collection d'éléments en interaction donnant lieu à des schémas de comportement que des éléments seuls ne sont pas capable de produire sans interaction [Farley, Clark, 1954]
- Un système qui change sa structure de base en fonction de son expérience et de son environnement [Farley, Clark, 1954]



Cristaux de glace

→ Propriétés émergentes

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

13

Emergence / Auto-Organisation

- Nécessité pour les SMA d'appréhender des applications complexes
- Emergence = "résultat" d'un collectif
- Auto-organisation = moyen d'obtenir un phénomène émergent

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

14

Motivations

- Observations
 - Problèmes où applications trop complexes
 - Difficulté pour avoir une vue globale complète, un contrôle centralisé
 - Auto organisation → capacité d'adaptation
 - Systèmes ouverts
 - Problèmes incomplètement spécifiés
- Avantage: Simplification de la conception
 - Approche ascendante
- Objectifs
 - Comprendre et contrôler l'auto-organisation
 - Trouver des théories de l'émergence

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

15

Émergence et Résolution de Problèmes

- Résolution classique de problèmes
 - Le processus qui amène à la solution
 - ← Concepteur
- Résolution émergente de problèmes
 - Agent, interaction et environnement
 - ← Concepteur
 - Le processus s'auto-organise et construit la solution

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

16

Ingénierie des Systèmes Auto-Organisateurs

- Concevoir un système auto-organisateur ou un système à fonctionnalité émergente
- Trouver des règles pour que le système fasse ce que l'on veut qu'il fasse
 - Un système utile pour les utilisateurs [Parunak & Brueckner, 2004] « riots and oscillation might be interesting to a biologist but undesirable in a commercial military application »
 - Une fonction adéquate [Picard & Gleizes, 2004]
 - Un comportement cohérent
- Contrôler le système → antinomique!
- Comprendre les relations entre les niveaux micro et macro
- Problème de conception
- Guides, Principes, Modèles, Méthodes

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

17

Historique

- Groupe créé en 1993
- Responsable Pierre Glize – IRIT
- Membres actifs
 - Bordeaux (LABRI)
 - Grenoble (IMAG)
 - Montpellier (CIRAD et LIRMM)
 - Nancy (LORIA)
 - Toulouse (IRIT et LAAS)
 - Valenciennes (LAMIH)
- Réunions
 - Montpellier - Mai 2005 - 18 participants – 3 présentations
 - Prochaine réunion Mars 2006 - Bordeaux

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

18

Etudes de Cas

- Notions d'auto-organisation et d'émergence
- Support à la discussion
- Ouverts à d'autres disciplines
- Cas d'études
 - Conformation spatiale de molécules
 - Gestion intelligente de réseaux d'ordinateurs
 - Spécification de la gestion d'atelier
 - P Valckenaers, K.U. Leuven, Belgium
 - E. Grislin-Le Strugeon, LAMIH, Univ. de Valenciennes

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

19

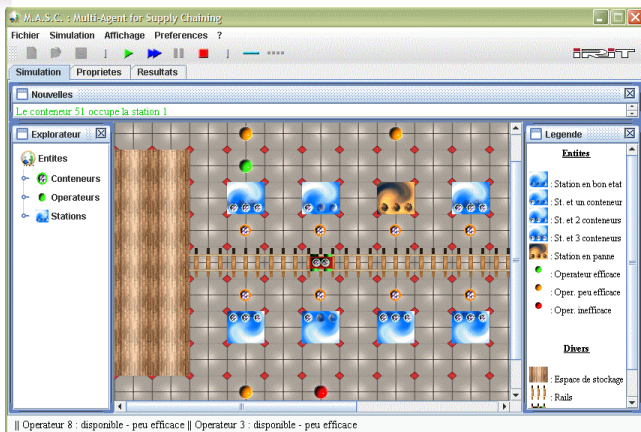
Contraintes - Données

- **Les hypothèses**
 - Toutes les pièces d'un conteneur sont les mêmes.
 - Un conteneur doit être manipulé par plusieurs postes de travail donnés selon le processus que les pièces doivent suivre.
 - Dans un poste de travail, il doit y avoir un conteneur vide pour mettre les pièces à traiter.
 - Un poste de travail possède N machines capables d'exécuter N tâches.
 - Un opérateur est affecté à un poste de travail en fonction de ses capacités et de contraintes
- **Les données disponibles au départ**
 - nombre de postes de travail
 - description des capacités des postes de travail
 - nombre d'opérateurs
 - description des capacités et contraintes des opérateurs
 - nombre de conteneurs
 - processus associés à chaque conteneur
 - fichiers de données sur l'ordre d'arrivée de conteneurs

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

20



25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

21

Perspectives

- Continuité et renforcement de la communauté française
 - SMA et Auto-Organisation, Emergence : axe de recherche en cours de reconnaissance au niveau international
 - Agentlink (medium term), TFGSO 2003 - 2005
 - Workshop ESOA 2003 →
 - Conference SOAS'2006
 - Sessions à EUMAS, AAMAS, ROADEF 2006
- Comparaison au travers du cas d'études
- Plus d'interdisciplinarité

25/01/200624 janvier 2006

Journée Rencontre IA et SMA

22