

Cours 3 : Application aux systèmes multi-agents

Odile PAPINI

POLYTECH

Université d'Aix-Marseille

odile.papini@univ-amu.fr

<http://odile.papini.perso.esil.univmed.fr/sources/MASTER2-RE-OP.html>

Plan du cours

- 1 Bibliographie
- 2 Logiques des croyances
- 3 Logiques des connaissances
- 4 Le modèle BDI

Bibliographie 1 |



WOOLDRIDGE., *reasoning about rational agents*,
MIT Press, 2000.



WOOLDRIDGE., *An Introduction to multiagents systems*,
John Wiley & Sons, (second edition) 2009.

Bibliographie 2 I



Supports de cours logique modale et multi-agents

<http://www.irit.fr/Andreas.Herzig/CLmai/>

www.loria.fr/merz/teaching/lm2011/20110930.pdf

Application aux systèmes multi-agents

langage

langage de la logique modale propositionnelle

l'agent i croit que A

- A vrai dans tout monde possible pour i
- $[]_i$
- Bel_i

Raisonnement : logique des croyances

langage

3 attitudes mentales possibles de l'agent i pour A

- $Bel_i A$: i croit que A
- $Bel_i \neg A$: i croit que $\neg A$
- $\neg Bel_i A$ et $\neg Bel_i \neg A$: i ignore si A

Raisonnement : logique des croyances

axiomatique KD45

- $A \vdash Bel_i A$ (nécessité)
- $A \rightarrow B \vdash Bel_i A \rightarrow Bel_i B$ (régularité)
- si $\vdash Bel_i A$ et $\vdash Bel_i(A \rightarrow B)$ alors $\vdash Bel_i B$ (Modus Ponens et axiome K)
- $\vdash Bel_i A \rightarrow \neg Bel_i \neg A$ (axiome D)
- $\vdash Bel_i A \rightarrow Bel_i Bel_i A$ (axiome 4)
- $\vdash \neg Bel_i A \rightarrow Bel_i \neg Bel_i A$ (axiome 5)

Raisonnement : logique des croyances

sémantique KD45

sémantique des mondes possibles

Relation d'accessibilité

- sérielle
- transitive
- euclidienne

Raisonnement : logique des croyances

logique modale KD45

adéquation et complétude

$$\vdash A \text{ ssi } \models A$$

KD45 axiomatise un “raisonneur” parfait omniscient

- trop fort pour de agents humains
- acceptable pour des agents rationnels

Raisonnement : logique des croyances

généralisation à n agents

ensemble d'agents

- $\{i_1, \dots, i_n\}$: n agents
- n opérateurs Bel_i , $1 \leq i \leq n$

exemple

$$A \wedge Bel_i \neg A \wedge \neg Bel_j A \wedge \neg Bel_j \neg A \wedge Bel_j Bel_j \neg A$$

Raisonnement : logique des croyances

logique $KD45_n$

- axiomatique $KD45_n$: axiomatique KD45 pour chaque Bel_i
- sémantique $KD45_n$: n relations d'accessibilité une pour chaque Bel_i
- adéquation et complétude : $\vdash A$ ssi $\models A$

Raisonnement : logique des croyances

logique $KD45_n$

croyances collectives

tout le monde croit A $EA : Bel_1 A \wedge \dots \wedge Bel_n A$

croyances collectives

un groupe d'agent $G = \{j_1 \dots j_k\}$ croit A

$$E_G A : Bel_{j_1} A \wedge \dots \wedge Bel_{j_k} A$$

$$\models (E_{G_1} A \wedge E_{G_2} A) \rightarrow E_{G_1 \cup G_2} A$$

Raisonnement : logique des connaissances

langage

langage de la logique modale propositionnelle

l'agent i sait que A

- A vrai dans tout monde possible pour i
- $[]_i$
- $Know_i$

Raisonnement : logique des connaissances

logique S5

- axiomatique S5 : axiomatique KD45 + l'axiome T :

$$Know_i A \rightarrow A$$

- sémantique S5 : relation d'accessibilité pour $Know_i$: relation d'équivalence
- adéquation et complétude : $\vdash A \text{ ssi } \models A$

Raisonnement : logique des connaissances

exemple : Le problème des trois conseillers. J. Mc Carthy. 1978

Formalisation en logique modale multi-agents **S5**

- si un conseiller a un point blanc les autres le savent
- si un conseiller n'a pas de point blanc les autres le savent
- au moins un conseiller a un point blanc
- les conseillers 1 et 2 ne connaissent pas la couleur de leur point

preuve

Avec ces hypothèses on peut démontrer par une dérivation en logique épistémique S5 multi-agents que le troisième conseiller sait qu'il a un point blanc.

Raisonnement : logique des connaissances

généralisation à n agents

logique $S5_n$

- axiomatique $S5_n$: axiomatique $S5$ pour chaque $Know_i$
- sémantique $S5_n$: relation d'accessibilité pour chaque $Know_i$:
relation d'équivalence
- adéquation et complétude : $\vdash A \text{ ssi } \models A$

Raisonnement : logique des connaissances

croyances et connaissances

connaissance : croyance vraie ?

- $Know_i \leftrightarrow Bel_i A \wedge A$
- problème : croyance vraie par accident (sans justification)

connaissance : croyance vraie et justifiée ?

- $Know_i \leftrightarrow Bel_i A \wedge A \wedge hasjustif(i, A)$
- problème : qu'est qu'une justification ?

Raisonnement : logique des connaissances

connaissance implique croyance

- $Know_i \rightarrow Bel_i A$
- problème : avec les axiomes logiques on peut déduire $Bel_i A \rightarrow Know_i$

connaissance : croyance implique croire connaissance

- $Bel_i \rightarrow Bel_i Know_i A$
- problème : avec les axiomes logiques on peut déduire $Bel_i A \rightarrow Know_i$

solution

affaiblir l'introspection négative pour $Know_i$

Raisonnement : logique des connaissances : le modèle BDI

connaissance implique croyance

Etat mental d'un agent : ensemble d'attitudes mentales

BDI : Belief Desire Intention

- croyances, connaissances
 - je sais que la lumière est allumée, je crois que j'ai de l'argent sur mon compte en banque
- désirs
 - j'aimerais gagner au loto, j'aimerais acheter un bateau
- buts, intentions, préférences
 - j'ai l'intention d'acheter un kayak