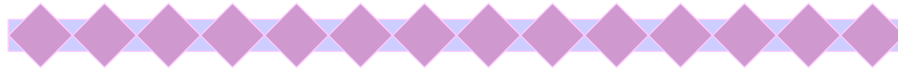


IFT-17586

Intelligence artificielle I



Planification

Benoît Potvin

Département d'informatique et de génie logiciel
Faculté des sciences et de génie, Université Laval
Été 2003

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

1

La planification



◆ Référence

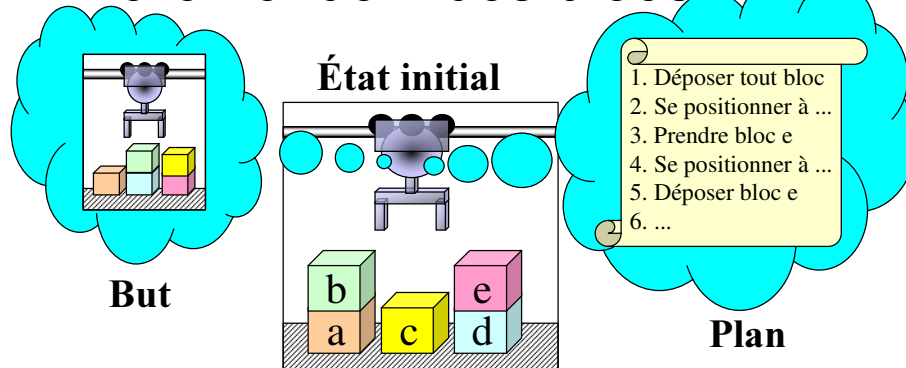
- G.F. Luger, Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving, Addison Wesley, (Mass.), 4e éd., 2002, ch. 7, pp. 284-293.

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

2

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

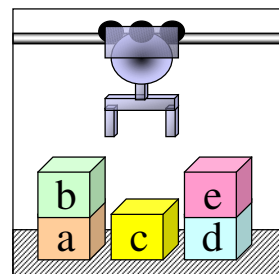
3

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– Description d'un état

- location/4
- sur/2
- libre/1
- tenir/1, tenir/0
- surtable/1



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

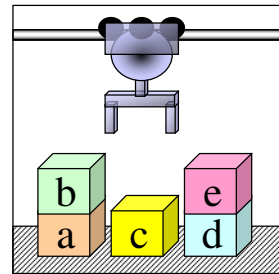
4

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– État initial

surtable(a). libre(b).
surtable(c). libre(c).
surtable(d). libre(e).
sur(b,a). tenir().
sur(e,d).



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

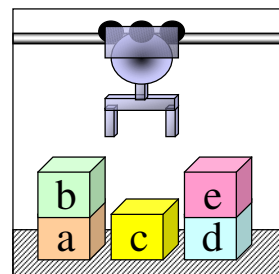
5

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– Relations de vérité / règles de performance

1. $(\forall X) (\text{libre}(X) \leftarrow \neg (\exists Y) (\text{sur}(Y, X)))$
2. $(\forall Y) (\forall X) \neg (\text{sur}(Y, X) \leftarrow \text{surtable}(Y))$
3. $(\forall Y) \text{tenir}() \leftrightarrow \neg (\text{tenir}(Y))$



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

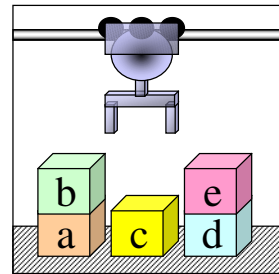
6

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– Description des actions/opérations possibles

- aller_a/3
- ramasser/1
- déposer/1
- empiler/2
- depiler/2



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

7

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– Actions possibles / règles d'opération

OPERATION → (RESULTAT ← CONDITION)

4. $(\forall X) (\text{ramasser}(X) \rightarrow (\text{tenir}(X) \leftarrow (\text{tenir}() \wedge \text{libre}(X) \wedge \text{surtable}(X))))$
5. $(\forall X) (\text{deposer}(X) \rightarrow ((\text{tenir}() \wedge \text{surtable}(X) \wedge \text{libre}(X)) \leftarrow (\text{tenir}(X))))$
6. $(\forall X) (\forall Y) (\text{empiler}(X,Y) \rightarrow ((\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X)) \leftarrow (\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X))))$
7. $(\forall X) (\forall Y) (\text{depiler}(X,Y) \rightarrow ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X))))$

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

8

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– Frame problem

Plus la complexité du problème augmente, plus il est difficile de garder trace de **tout** ce qui est et n'est pas modifié à chaque action

– Solution possible

- Axiomes de schémas / règles de schémas

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

9

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

– Axiomes de schémas / règles de schémas (traiter le **frame problem**)

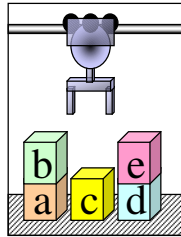
8. $(\forall X) (\forall Y) (\forall Z) (\text{depiler}(Y,Z) \rightarrow (\text{surtable}(X) \leftarrow \text{surtable}(X)))$
9. $(\forall X) (\forall Y) (\forall Z) (\text{empiler}(Y,Z) \rightarrow (\text{surtable}(X) \leftarrow \text{surtable}(X)))$
10. $(\forall X) (\forall Y) (\forall Z) (\text{empiler}(Y,Z) \rightarrow (\text{libre}(X) \leftarrow (\text{libre}(X) \wedge X \neq Z)))$
11. $(\forall X) (\forall Y) (\forall Z) (\forall W) (\text{depiler}(Z,W) \rightarrow (\text{sur}(X,Y) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge X \neq Z)))$
12. $(\forall X) (\forall Y) ((\text{tenir}(Y) \vee \text{tenir}()) \rightarrow (\text{libre}(X) \leftarrow \text{libre}(X)))$
13. ...

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

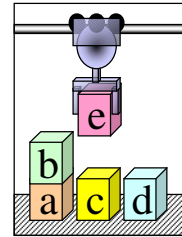
10

Introduction

–Exemple



surtable(a).
surtable(c).
surtable(d).
sur(b,a).
sur(e,d).
libre(b).
libre(c).
libre(e).
tenir().



surtable(a).
surtable(c).
surtable(d).
sur(b,a).
libre(b).
libre(c).
libre(e).
libre(d).
tenir(e).

7. $(\forall X) (\forall Y) (\text{depiler}(X,Y) \rightarrow ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X))))$
8. $(\forall X) (\forall Y) (\forall Z) (\text{depiler}(Y,Z) \rightarrow (\text{surtable}(X) \leftarrow \text{surtable}(X)))$
11. $(\forall X) (\forall Y) (\forall Z) (\forall W) (\text{depiler}(Z,W) \rightarrow (\text{sur}(X,Y) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge X \neq Z)))$
12. $(\forall X) (\forall Y) ((\text{tenir}(Y) \vee \text{tenir}()) \rightarrow (\text{libre}(X) \leftarrow \text{libre}(X)))$

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

11

Introduction

◆ Planification dans le « micromonde » des blocs

–Espace d'états

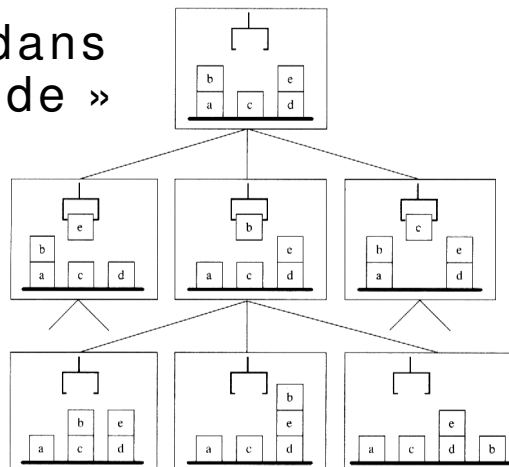


Figure 7.19 Portion of the state space for a portion of the blocks world.

(Luger, 2002, p.289)

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

12

Introduction

- ◆ La planification
 - Recherche dans un espace d'états
- ◆ Produire un nouvel état
 - appliquer une **règle d'opération**
 - appliquer les **règles de schémas**
- ◆ Trouver un trajet
 - techniques de recherche dans un graphe (Plan = trajet de EI à EF)

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

13

Pratiquer la mise sous forme clauseale

- ◆ Mettre sous forme clauseale la règle d'opération #7 présentée en introduction :

$(\forall X) (\forall Y) (\text{depiler}(X,Y) \rightarrow ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X))))$

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

14

7. $(\forall X) (\forall Y) (\text{depiler}(X,Y) \rightarrow ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X))))$

1. Éliminer les connecteurs $\rightarrow$

$(\forall X) (\forall Y) (\neg \text{depiler}(X,Y) \vee ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \leftarrow (\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X))))$

$(\forall X) (\forall Y) (\neg \text{depiler}(X,Y) \vee ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \vee \neg(\text{sur}(X,Y) \wedge \text{tenir}() \wedge \text{libre}(X))))$

2. Distribuer les $\neg$

$(\forall X) (\forall Y) (\neg \text{depiler}(X,Y) \vee ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \vee (\neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X))))$

3. Standardiser les variables

4. Préfixer les quantificateurs

5. Éliminer les $\exists$

6. Éliminer les $\forall$

$(\neg \text{depiler}(X,Y) \vee ((\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X)))$

7. Convertir en forme normale disjonctive

$\neg \text{depiler}(X,Y) \vee (\text{libre}(Y) \wedge \text{tenir}(X)) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X)$

$(\neg \text{depiler}(X,Y) \vee \text{libre}(Y) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X)) \wedge (\neg \text{depiler}(X,Y) \vee \text{tenir}(X) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X))$

8. Séparer les clauses distinctes

$\{\neg \text{depiler}(X,Y) \vee \text{libre}(Y) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X), \neg \text{depiler}(X,Y) \vee \text{tenir}(X) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X)\}$

9. Standardiser les variables

$\{\neg \text{depiler}(X,Y) \vee \text{libre}(Y) \vee \neg \text{sur}(X,Y) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X), \neg \text{depiler}(X1,Y1) \vee \text{tenir}(X1) \vee \neg \text{sur}(X1,Y1) \vee \neg \text{tenir}() \vee \neg \text{libre}(X1)\}$