

Corrigé type

Exercice 1

1- Comment définir l'intelligence artificielle ?

Les définitions de l'intelligence artificielle présentées dans 8 livres, sont organisées en quatre catégories.

0,5

	Fidélité aux performances humaines	Concept idéalisé de l'intelligence
	Penser comme des humains	Penser rationnellement
Pensée et raisonnement	« The exciting new effort to make computers think ... machines with minds, in the full and litteral sense » (Haugeland, 1985) « [The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning ... » (Bellman, 1978)	« The study of mental faculties through the use of computational models » (Charniak and McDermott, 1985) « The study of computations that make it possible to perceive, reason, and act » (Winston, 1992)
	Agir comme des humains	Agir rationnellement
Comportement	« The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people » (Kurzweil, 1990) « The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better » (Rich and Knight, 1991)	« Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents » (Poole et al., 1998) « AI ... is concerned with intelligent behavior in artifacts » (Nilsson, 1998)

Empiriques
(Hypothèses et expérimentations)

Théoriques
(Mathématique et ingénierie)

Dans ce qui suit, nous allons détailler les quatre approches.

a/ Penser comme des humains

Si on va dire qu'un programme pense comme un humain, on doit avoir un moyen de savoir comment l'homme pense. Cela nécessite de savoir comment fonctionne notre cerveau ?

Cela requiert des théories scientifiques de l'activité interne du cerveau par introspection ou expériences psychologiques. Cela requiert aussi d'implémenter les théories et comparer avec les humains.

Par la suite un autre problème se pose :

Comment valider ces systèmes ? :

- Il faut prédire et tester le comportement de sujets humains (sciences cognitives)
- ou il faut les valider directement à partir de données neurologiques (neurosciences cognitives)

b/ Agir comme des humains :

Le test de Turing proposé par Alan Turing en 1950 est proposée pour donner une définition opérationnelle satisfaisante de l'Intelligence artificielle. IL a proposé un test qui permet de ne pas distinguer les entités intelligentes. Le computer réussit le test si l'interrogateur (homme) , après avoir posé quelques questions écrites, n'arrive pas à distinguer si des réponses écrites viennent d'une machine ou non. Un tel système (PC) nécessite quelques capacités :

- Traitement du langage naturel
- Représentation des connaissances
- Raisonnement automatique
- Apprentissage

c/ Penser rationnellement

- Aristote et le processus de raisonnement correct, la logique
- Ex: Socrate est un homme; tous les hommes sont mortels; donc Socrate est mortel.
- Au 19e siècle, la logique formelle permet d'écrire des énoncés sur les objets dans le monde et leurs interrelations.
- Lien direct entre les mathématiques et la philosophie vers l'IA moderne.

Problèmes:

- Il est difficile de traduire les connaissances et les états du monde réel en des équations logiques (incertitude)
- Il y a une différence entre résoudre un problème en principe et le résoudre réellement (complexité)

d/ Agir rationnellement

- Comportement rationnel : Faire la bonne chose, c'est-à-dire celle qui devrait, selon les informations disponibles, maximiser l'accomplissement d'un but.

• N'implique pas nécessairement un raisonnement mais le raisonnement devrait être au service d'une action rationnelle.

2. Les principaux domaines de l'IA sont



- a- Représentation des connaissances et Raisonnement Automatique
- b- Résolution de problèmes généraux
- c- Traitement du langage naturel
- d- Vision artificielle
- e- Robotique
- f- Apprentissage automatique

3/ **Problèmes de satisfaction de contraintes** : un problème de satisfaction de contraintes est défini par la donnée d'un ensemble de variables, des ensembles de valeurs permises pour chaque variable appelés domaines des variables, et un ensemble de contraintes sur les combinaisons de valeurs des variables. L'objectif est de trouver des valeurs pour toutes les variables de telle sorte que toutes les contraintes soient simultanément satisfaites.



Exemple de CSP les 4 reines

Variables X_i sont les lignes de 1 à 4 sur l'échiquier

Domaines des variables sont identiques {1, 2, 3, 4}

Contraintes du problème des 4 reines

- les reines doivent être sur des lignes différentes

$$C_{lig} = \{X_i \neq X_j \mid i \text{ et } j \text{ sont 2 entiers différents compris entre 1 et } n\}$$



les reines doivent être sur des diagonales montantes et descendantes différentes

$$C_{ij} : |X_i - X_j| \neq |i - j|$$

4 / Les principaux composants d'un SE sont :

0,5

- ✓ **L'interface utilisateur** sert à simplifier la communication, elle peut utiliser la forme question-réponse, le menu, le langage naturel etc.
- ✓ **La base de connaissances** contient les connaissances concernant la résolution du problème.
- ✓ **Le moteur d'inférence** applique une stratégie de résolution en utilisant les connaissances et ceci pour en dériver une nouvelle information.
- ✓ **La base de faits** contient les données spécifiques liées à l'application traitée. Elle peut contenir aussi les solutions intermédiaires ou les conclusions partielles trouvées lors de l'inférence.
- ✓ **Le module d'explication** permet au système expert d'expliquer son raisonnement.
- ✓ **L'éditeur** permet l'édition des connaissances dans la base. Il est très important de remarquer la séparation faite entre les connaissances et l'inférence.
 - ✓ – Cette séparation permet d'utiliser un codage différent, cela nous permet par exemple d'utiliser le langage naturel pour représenter les connaissances (sous forme Si .. ALORS.. par exemple).
 - ✓ – Cette séparation permet au programmeur de se focaliser au codage des connaissances sans se soucier trop de la façon du codage du moteur d'inférence.
 - ✓ – Cette séparation permet aussi de modifier les connaissances sans avoir un effet sur le codage du moteur d'inférence.
 - ✓ – Cette séparation permet également de pouvoir tester plusieurs types d'inférence sur la même base de connaissances.

2

5/ Un formalisme pour la représentation de la connaissance ; logique des prédicats

0,5

6/ Parcours en profondeur itérée

L le parcours en profondeur limitée a un inconvénient majeur qui est la difficulté de bien choisir la borne de la profondeur. Le parcours en profondeur itérée permet de remédier à cet inconvénient : comme nous ne savons pas quelle borne de profondeur choisir, nous allons les essayer les unes après les autres. Nous effectuons donc un parcours en

profondeur limitée avec une borne de 1, puis un parcours de profondeur avec une borne de 2, et nous continuons à augmenter la borne jusqu'à ce que l'on trouve une solution.

Exercice 2

1/ Un problème est défini par la donnée de cinq éléments qui sont

- Un état initial
- Un ensemble d'actions
- Une fonction successeur qui définit le résultat de l'exécution d'une action dans un état
- Un ensemble d'états

On peut voir un problème comme un graphe orienté où les nœuds sont les états accessibles depuis l'état initial et les arcs sont des actions. Une solution est un chemin de l'état initial vers un état but. Une solution est dite optimale si son coût est le minimum des coûts des autres solutions.

2/ Recherche A*

Best-first search donne la préférence aux nœuds dont les états semblent les plus proches d'un état but, mais il ne prend pas en compte les coûts des chemins reliant l'état initial à ces nœuds. Néanmoins, c'est une information très pertinente car le coût d'un chemin passant par un nœud n est la somme du coût de chemin entre l'état initial et n et le coût du chemin reliant n à un état but. C'est cette idée qui est à la base de la recherche A*. Si nous appelons $g(n)$ le coût du chemin entre l'état initial

et n , la fonction d'évaluation utilisée par la recherche A^* est donnée par la formule suivante :

A

$$f(n)=g(n)+h(n)$$

Comme $g(n)$ est le coût réel associé au chemin entre l'état initial et n et que $h(n)$ est une estimation du coût du chemin entre n et un état but, la fonction d'évaluation f donne une estimation du coût de la meilleure solution passant par le nœud n .

L'algorithme de recherche A^* est complet et optimal s'il y a un nombre fini de successeurs (on commence à avoir l'habitude....) et si nous plaçons une certaine restriction sur la fonction heuristique h . Il faut que la fonction h soit admissible, c'est à dire que la valeur $h(n)$ ne doit jamais être supérieure au coût réel du meilleur chemin entre n et un état but.

② list Open:

- 1 - $(n_0, 9, \text{void})$
- 2 - $(n_1, 5, n_0), (n_2, 6, n_0), (n_3, 7, n_0)$
- 3 - $(n_2, 6, n_0), (n_3, 7, n_0), (n_5, 12, n_1)$
- 4 - $(n_3, 7, n_0), (n_4, 9, n_1), (n_5, 12, n_1)$
- 5 - $(n_2, 5, n_3), (n_4, 6, n_3), (n_5, 12, n_2)$
- 6 - $(n_2, 6, n_3), (n_5, 12, n_2)$
- 7 - $(n_6, 7, n_4), (n_5, 12, n_1)$

5

Solution

n_0, n_3, n_4, n_6

list closed -

- 1 - void
 - 2 - $(n_0, 9, \text{void})$
 - 3 - $(n_0, 9, \text{void}), (n_1, 5, n_0)$
 - 4 - $(n_0, 9, \text{void}), (n_1, 5, n_0), (n_2, 6, n_0)$
 - 5 - $(n_0, 9, \text{void}), (n_1, 5, n_0), (n_3, 7, n_0)$
 - 6 - $(n_0, 9, \text{void}), (n_1, 5, n_0), (n_3, 7, n_0), (n_2, 5, n_3)$
 - 7 - " " " " , $(n_4, 6, n_3)$
 - 8 - " " " " " "
- $(n_6, 7, n_4)$

Exercice 3 :

8

a) le rôle du MI :

0,5

- résoudre d'autres connaissances
- régler les conflits lors du choix de la règle à appliquer.

b) chaînage avant :

0,5

on démarre de la base de fait, on applique les règles pour atteindre le but

chaînage arrière :

0,5

on démarre du but et on remonte pour atteindre la base de données initiale.

c) chaînage avant

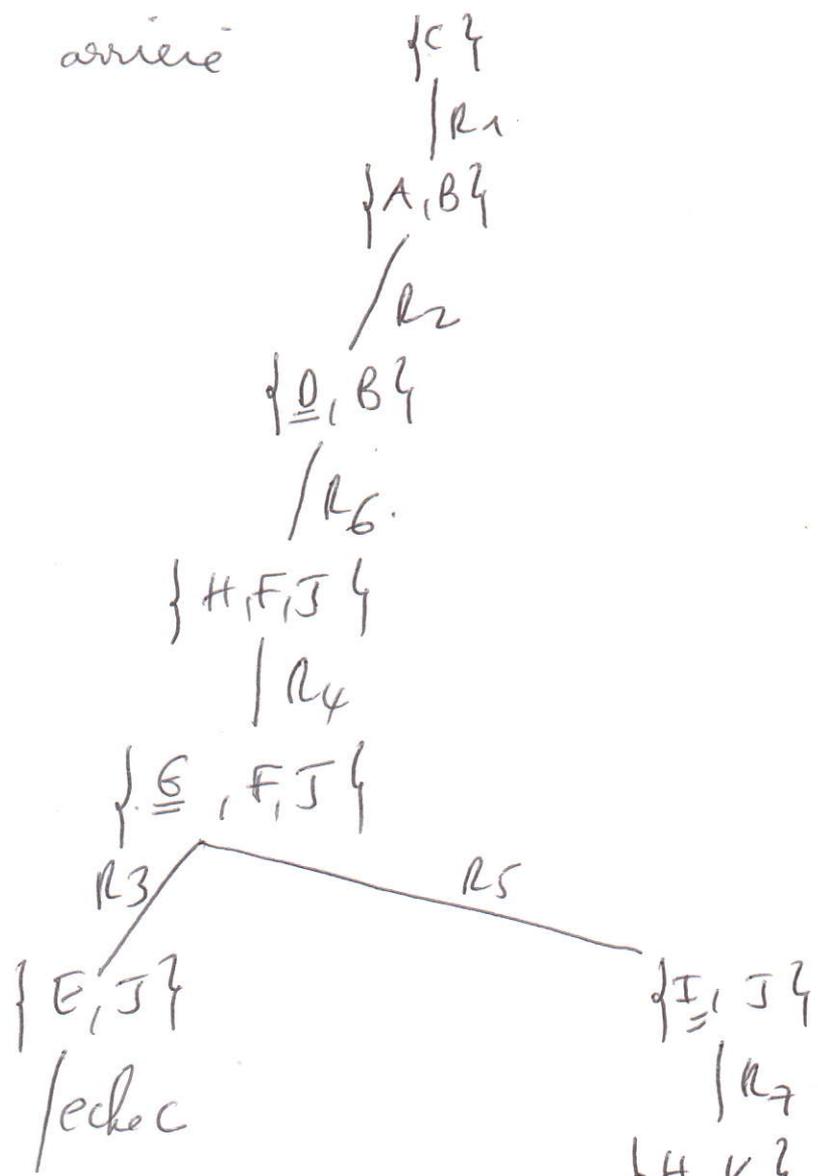
cycle	Règles applicables	Règle choisie	Base de fait
1-	R ₂ , R ₄ , R ₅	R ₂	DGIA
2-	R ₄ , R ₅	R ₄	DGIAH
3-	R ₅	R ₅	DGIAHF
4-	R ₈	R ₈	DGIAHFK
5-	R ₇	R ₇	DGIAHFKJ
6-	R ₆	R ₆	DGIAHFKJB
7-	R ₁	R ₁	DGIAHFKJBC

2

But stable

Chainege arriere

9



3

le but est etabli