

Introduction à l'Intelligence artificielle

Damien Olivier

UFR Sciences et techniques - Université du Havre

September 27, 2004

Des questions et pas beaucoup de (bonnes) réponses

Définition de l'Intelligence artificielle

Caractéristique des programmes d'IA

Un peu d'histoire

Les domaines de l'Intelligence Artificielle

Technique de l'IA - Un exemple

Première question

Qu'est-ce que les tâches suivantes ont en commun ?

- ▶ Concevoir un programme capable d'identifier et supprimer le "pourriel" ;
- ▶ Concevoir un programme effectuant de la veille scientifique sur le Web ;
- ▶ Concevoir un programme s'adaptant aux connaissances, à la fatigue, à l'émotion ... de son utilisateur ;
- ▶ Concevoir un programme résolvant des problèmes de géométrie ;
- ▶ Concevoir un robot autonome capable d'évoluer de façon autonome pour sauver des vies en cas de catastrophe ...

Le grand mot

Un tel système doit être intelligent !

Première question

Qu'est-ce que les tâches suivantes ont en commun ?

- ▶ Concevoir un programme capable d'identifier et supprimer le "pourriel" ;
- ▶ Concevoir un programme effectuant de la veille scientifique sur le Web ;
- ▶ Concevoir un programme s'adaptant aux connaissances, à la fatigue, à l'émotion ... de son utilisateur ;
- ▶ Concevoir un programme résolvant des problèmes de géométrie ;
- ▶ Concevoir un robot autonome capable d'évoluer de façon autonome pour sauver des vies en cas de catastrophe ...

Le grand mot

Un tel système doit être intelligent !

Première question

Qu'est-ce que les tâches suivantes ont en commun ?

- ▶ Concevoir un programme capable d'identifier et supprimer le "pourriel" ;
- ▶ Concevoir un programme effectuant de la veille scientifique sur le Web ;
- ▶ Concevoir un programme s'adaptant aux connaissances, à la fatigue, à l'émotion ... de son utilisateur ;
- ▶ Concevoir un programme résolvant des problèmes de géométrie ;
- ▶ Concevoir un robot autonome capable d'évoluer de façon autonome pour sauver des vies en cas de catastrophe ...

Le grand mot

Un tel système doit être intelligent !

Première question

Qu'est-ce que les tâches suivantes ont en commun ?

- ▶ Concevoir un programme capable d'identifier et supprimer le "pourriel" ;
- ▶ Concevoir un programme effectuant de la veille scientifique sur le Web ;
- ▶ Concevoir un programme s'adaptant aux connaissances, à la fatigue, à l'émotion ... de son utilisateur ;
- ▶ Concevoir un programme résolvant des problèmes de géométrie ;
- ▶ Concevoir un robot autonome capable d'évoluer de façon autonome pour sauver des vies en cas de catastrophe ...

Le grand mot

Un tel système doit être intelligent !

Première question

Qu'est-ce que les tâches suivantes ont en commun ?

- ▶ Concevoir un programme capable d'identifier et supprimer le "pourriel" ;
- ▶ Concevoir un programme effectuant de la veille scientifique sur le Web ;
- ▶ Concevoir un programme s'adaptant aux connaissances, à la fatigue, à l'émotion ... de son utilisateur ;
- ▶ Concevoir un programme résolvant des problèmes de géométrie ;
- ▶ Concevoir un robot autonome capable d'évoluer de façon autonome pour sauver des vies en cas de catastrophe ...

Le grand mot

Un tel système doit être intelligent !

Première question

Qu'est-ce que les tâches suivantes ont en commun ?

- ▶ Concevoir un programme capable d'identifier et supprimer le "pourriel" ;
- ▶ Concevoir un programme effectuant de la veille scientifique sur le Web ;
- ▶ Concevoir un programme s'adaptant aux connaissances, à la fatigue, à l'émotion ... de son utilisateur ;
- ▶ Concevoir un programme résolvant des problèmes de géométrie ;
- ▶ Concevoir un robot autonome capable d'évoluer de façon autonome pour sauver des vies en cas de catastrophe ...

Le grand mot

Un tel système doit être **intelligent** !

Une autre question

Qu'est ce que l'intelligence ?

Des réponses suivant les individus :

- ▶ Turing :
C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un être humain ou par une machine.
- ▶ Darwin :
C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte.
- ▶ Edison :
C'est ce qui fait que cela fonctionne.
- ▶ Lorenz :
C'est collectif et cela émerge du comportement collectif.

Une autre question

Qu'est ce que l'intelligence ?

Des réponses suivant les individus :

- ▶ Turing :
C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un être humain ou par une machine.
- ▶ Darwin :
C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte.
- ▶ Edison :
C'est ce qui fait que cela fonctionne.
- ▶ Lorenz :
C'est collectif et cela émerge du comportement collectif.

Une autre question

Qu'est ce que l'intelligence ?

Des réponses suivant les individus :

- ▶ Turing :
C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un être humain ou par une machine.
- ▶ Darwin :
C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte.
- ▶ Edison :
C'est ce qui fait que cela fonctionne.
- ▶ Lorenz :
C'est collectif et cela émerge du comportement collectif.

Une autre question

Qu'est ce que l'intelligence ?

Des réponses suivant les individus :

- ▶ Turing :
C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un être humain ou par une machine.
- ▶ Darwin :
C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte.
- ▶ Edison :
C'est ce qui fait que cela fonctionne.
- ▶ Lorenz :
C'est collectif et cela émerge du comportement collectif.

Une autre question

Qu'est ce que l'intelligence ?

Des réponses suivant les individus :

- ▶ Turing :
C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un être humain ou par une machine.
- ▶ Darwin :
C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte.
- ▶ Edison :
C'est ce qui fait que cela fonctionne.
- ▶ Lorenz :
C'est collectif et cela émerge du comportement collectif.

Encore une question

Mais alors n'y aurait-il pas plusieurs formes d'intelligence et sont-elles comparables ?

- ▶ Celle du scientifique ;
- ▶ De l'artiste ;
- ▶ De l'écrivain ;
- ▶ Du peintre ;
- ▶ Du musicien ;
- ▶ De l'orateur ;
- ▶ Du bricoleur ;
- ▶ ...

Entre nous soit dit bonne gens
Pour reconnaître
Que l'on n'est pas intelligent
Il faudrait l'être
Georges Brassens,

Ceux qui ne pensent pas comme nous

Dans la littérature

- ▶ “... the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans” (*Marvin Minsky*)
- ▶ “AI is the part of computer science concerned with designing intelligents computer systems” (*E. Feigenbaum*)

Sur le Web

- ▶ IA simulation de processus intelligents chez l'humain ;
- ▶ IA est l'étude des facultés mentales par des méthodes calculatoires et informatiques ;
- ▶ Utiliser des modèles calculatoires pour simuler un comportement intelligent ;
- ▶ Machines imitant les humains.

Dans la littérature

- ▶ “... the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans” (*Marvin Minsky*)
- ▶ “AI is the part of computer science concerned with designing intelligents computer systems” (*E. Feigenbaum*)

Sur le Web

- ▶ IA simulation de processus intelligents chez l'humain ;
- ▶ IA est l'étude des facultés mentales par des méthodes calculatoires et informatiques ;
- ▶ Utiliser des modèles calculatoires pour simuler un comportement intelligent ;
- ▶ Machines imitant les humains.

Dans la littérature

- ▶ “... the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans” (*Marvin Minsky*)
- ▶ “AI is the part of computer science concerned with designing intelligents computer systems” (*E. Feigenbaum*)

Sur le Web

- ▶ IA simulation de processus intelligents chez l'humain ;
- ▶ IA est l'étude des facultés mentales par des méthodes calculatoires et informatiques ;
- ▶ Utiliser des modèles calculatoires pour simuler un comportement intelligent ;
- ▶ Machines imitant les humains.

Dans la littérature

- ▶ “... the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans” (*Marvin Minsky*)
- ▶ “AI is the part of computer science concerned with designing intelligents computer systems” (*E. Feigenbaum*)

Sur le Web

- ▶ IA simulation de processus intelligents chez l'humain ;
- ▶ IA est l'étude des facultés mentales par des méthodes calculatoires et informatiques ;
- ▶ Utiliser des modèles calculatoires pour simuler un comportement intelligent ;
- ▶ Machines imitant les humains.

Dans la littérature

- ▶ “... the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans” (*Marvin Minsky*)
- ▶ “AI is the part of computer science concerned with designing intelligents computer systems” (*E. Feigenbaum*)

Sur le Web

- ▶ IA simulation de processus intelligents chez l'humain ;
- ▶ IA est l'étude des facultés mentales par des méthodes calculatoires et informatiques ;
- ▶ Utiliser des modèles calculatoires pour simuler un comportement intelligent ;
- ▶ Machines imitant les humains.

Dans la littérature

- ▶ “... the science of making machines do things that would require intelligence if done by humans” (*Marvin Minsky*)
- ▶ “AI is the part of computer science concerned with designing intelligents computer systems” (*E. Feigenbaum*)

Sur le Web

- ▶ IA simulation de processus intelligents chez l'humain ;
- ▶ IA est l'étude des facultés mentales par des méthodes calculatoires et informatiques ;
- ▶ Utiliser des modèles calculatoires pour simuler un comportement intelligent ;
- ▶ Machines imitant les humains.

Science cognitive / Branche de l'informatique

"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 et McDermott, 1985*)

"The art of creating machines that perform functions that requires intelligence when performed by people" (*Kurzweil, 1990*)

"The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligence behavior" (*Luger et Stubblefield, 1993*)

Penser comme un humain

Penser rationnellement

Agir comme un humain

Agir rationnellement

Science cognitive / Branche de l'informatique

"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 et McDermott, 1985*)

"The art of creating machines that perform functions that requires intelligence when performed by people" (*Kurzweil, 1990*)

"The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligence behavior" (*Luger et Stubblefield, 1993*)

Penser comme un humain

Penser rationnellement

Agir comme un humain

Agir rationnellement

Science cognitive / Branche de l'informatique

"The automation of activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning ..." (<i>Bellman, 1978</i>)	"The study of mental faculties through the use of computational models" (<i>Charniak et McDermott, 1985</i>)
"The art of creating machines that perform functions that requires intelligence when performed by people" (<i>Kurzweil, 1990</i>)	"The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligence behavior" (<i>Luger et Stubblefield, 1993</i>)
Penser comme un humain	Penser rationnellement
Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive / Branche de l'informatique

"The automation of activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning ..." (<i>Bellman, 1978</i>)	"The study of mental faculties through the use of computational models" (<i>Charniak et McDermott, 1985</i>)
"The art of creating machines that perform functions that requires intelligence when performed by people" (<i>Kurzweil, 1990</i>)	"The branch of computer science that is concerned with the automation of intelligence behavior" (<i>Luger et Stubblefield, 1993</i>)
Penser comme un humain	Penser rationnellement
Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive / Branche de l'informatique

	Référent = Humain	Référent = rationalité
Processus de pensée	Penser comme un humain	Penser rationnellement
Comportement	Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive	Approche logique
Test de Turing	Agir pour atteindre un objectif

Science cognitive / Branche de l'informatique

	Référent = Humain	Référent = rationalité
Processus de pensée	Penser comme un humain	Penser rationnellement
Comportement	Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive	Approche logique
Test de Turing	Agir pour atteindre un objectif

Science cognitive / Branche de l'informatique

	Référent = Humain	Référent = rationalité
Processus de pensée	Penser comme un humain	Penser rationnellement
Comportement	Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive	Approche logique
Test de Turing	Agir pour atteindre un objectif

Science cognitive / Branche de l'informatique

	Référent = Humain	Référent = rationalité
Processus de pensée	Penser comme un humain	Penser rationnellement
Comportement	Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive	Approche logique
Test de Turing	Agir pour atteindre un objectif

Science cognitive / Branche de l'informatique

	Référent = Humain	Référent = rationalité
Processus de pensée	Penser comme un humain	Penser rationnellement
Comportement	Agir comme un humain	Agir rationnellement

Science cognitive	Approche logique
Test de Turing	Agir pour atteindre un objectif

Penser comme un humain

Approche anthropomorphique

- ▶ La manière dont l'ordinateur effectue les tâches est importante ;
- ▶ Comparaison des différentes étapes des processus de raisonnement ;
- ▶ Science cognitive \Rightarrow théories vérifiables du fonctionnement de l'esprit humain.

Lien avec la psychologie

- ▶ General Problem Solver (Newell et Simon) ;
- ▶ Réseaux de neurones ;
- ▶ Apprentissage par renforcement.

Mais

- ▶ Rôle du corps, des sens, des états mentaux et de l'évolution ?
- ▶ Doit-on copier les imperfections humaines ?

Penser comme un humain

Approche anthropomorphique

- ▶ La manière dont l'ordinateur effectue les tâches est importante ;
- ▶ Comparaison des différentes étapes des processus de raisonnement ;
- ▶ Science cognitive \Rightarrow théories vérifiables du fonctionnement de l'esprit humain.

Lien avec la psychologie

- ▶ General Problem Solver (Newell et Simon) ;
- ▶ Réseaux de neurones ;
- ▶ Apprentissage par renforcement.

Mais

- ▶ Rôle du corps, des sens, des états mentaux et de l'évolution ?
- ▶ Doit-on copier les imperfections humaines ?

Penser comme un humain

Approche anthropomorphique

- ▶ La manière dont l'ordinateur effectue les tâches est importante ;
- ▶ Comparaison des différentes étapes des processus de raisonnement ;
- ▶ Science cognitive \Rightarrow théories vérifiables du fonctionnement de l'esprit humain.

Lien avec la psychologie

- ▶ General Problem Solver (Newell et Simon) ;
- ▶ Réseaux de neurones ;
- ▶ Apprentissage par renforcement.

Mais

- ▶ Rôle du corps, des sens, des états mentaux et de l'évolution ?
- ▶ Doit-on copier les imperfections humaines ?

Penser comme un humain

Approche anthropomorphique

- ▶ La manière dont l'ordinateur effectue les tâches est importante ;
- ▶ Comparaison des différentes étapes des processus de raisonnement ;
- ▶ Science cognitive \Rightarrow théories vérifiables du fonctionnement de l'esprit humain.

Lien avec la psychologie

- ▶ General Problem Solver (Newell et Simon) ;
- ▶ Réseaux de neurones ;
- ▶ Apprentissage par renforcement.

Mais

- ▶ Rôle du corps, des sens, des états mentaux et de l'évolution ?
- ▶ Doit-on copier les imperfections humaines ?

Penser comme un humain

Approche anthropomorphique

- ▶ La manière dont l'ordinateur effectue les tâches est importante ;
- ▶ Comparaison des différentes étapes des processus de raisonnement ;
- ▶ Science cognitive \Rightarrow théories vérifiables du fonctionnement de l'esprit humain.

Lien avec la psychologie

- ▶ General Problem Solver (Newell et Simon) ;
- ▶ Réseaux de neurones ;
- ▶ Apprentissage par renforcement.

Mais

- ▶ Rôle du corps, des sens, des états mentaux et de l'évolution ?
- ▶ Doit-on copier les imperfections humaines ?

Agir comme un humain

- ▶ Créer des machines qui réalisent des fonctions exigeant de l'intelligence quand elles sont effectuées par des humains ;
 - ▶ Prouver (un théorème) ;
 - ▶ Jouer (aux échecs) ;
 - ▶ Planifier (une opération chirurgicale) ;
 - ▶ Diagnostiquer (un dysfonctionnement) ;
 - ▶ Se déplacer (dans un environnement) ;
 - ▶ ...
- ▶ ⇒ test de Turing.

Agir comme un humain

- ▶ Créer des machines qui réalisent des fonctions exigeant de l'intelligence quand elles sont effectuées par des humains ;
 - ▶ Prouver (un théorème) ;
 - ▶ Jouer (aux échecs) ;
 - ▶ Planifier (une opération chirurgicale) ;
 - ▶ Diagnostiquer (un dysfonctionnement) ;
 - ▶ Se déplacer (dans un environnement) ;
 - ▶ ...
- ▶ ⇒ test de Turing.

Le test de Turing

Turing (1950) veut construire un cerveau artificiel :

*“En imitant moins la physiologie du modèle humain, que son comportement logique, les **états de pensées** étant équivalents aux instructions de la machine”*

Le test

Un individu communique à l'aide d'un terminal d'ordinateur avec un interlocuteur invisible. Il doit décider si l'interlocuteur est un être humain ou un système d'IA imitant un être humain.

- ▶ <http://www.turing.org.uk/turing/>
- ▶ <http://www.infoscience.fr/histoire/portrait/turing.html>
- ▶ <http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>

Critique du test de Turing

- ▶ Intelligence d'un agent artificiel doit être comparable à celle d'un homme ;
- ▶ L'intelligence d'après Turing manipule des symboles (questions/réponses), n'existe-t-il pas d'autre forme ?

Critique du test de Turing

John Searle

Un programme qui passerait ce test n'est pas intelligent puisqu'il ne comprend pas ce qu'il dit ! Soit

- ▶ Un homme enfermé dans une pièce isolée ;
- ▶ La pièce contient des questions et des réponses dans des livres écrit en chinois ;
- ▶ L'homme ne parle le pas le chinois ;
- ▶ Il reçoit des questions écrites il recopie les réponses et les retourne ...

Il donne l'illusion de parler le chinois et comprendre les question alors que ce n'est pas le cas ! C'est identique le test ce n'est qu'une illusion.

Critique du test de Turing

Que dit Searle ?

- ▶ Un programme est syntaxique ;
- ▶ Les esprits ont une sémantique ;
- ▶ La syntaxe ne suffit pas à la sémantique

Donc

Les programmes ne peuvent générer l'esprit.

Critique du test de Turing

Que dit Searle ?

- ▶ Un programme est syntaxique ;
- ▶ Les esprits ont une sémantique ;
- ▶ La syntaxe ne suffit pas à la sémantique

Donc

Les programmes ne peuvent générer l'esprit.

Critique du test de Turing

Que dit Searle ?

- ▶ Un programme est syntaxique ;
- ▶ Les esprits ont une sémantique ;
- ▶ La syntaxe ne suffit pas à la sémantique

Donc

Les programmes ne peuvent générer l'esprit.

Critique du test de Turing

Que dit Searle ?

- ▶ Un programme est syntaxique ;
- ▶ Les esprits ont une sémantique ;
- ▶ La syntaxe ne suffit pas à la sémantique

Donc

Les programmes ne peuvent générer l'esprit.

Critique du test de Turing

Que dit Searle ?

- ▶ Un programme est syntaxique ;
- ▶ Les esprits ont une sémantique ;
- ▶ La syntaxe ne suffit pas à la sémantique

Donc

Les programmes ne peuvent générer l'esprit.

Penser/agir rationnellement

- ▶ Comportement rationnel = Effectuer la bonne tâche au bon moment.
- ▶ Prendre la meilleure décision possible compte tenu de ce qui est disponibles (informations/connaissances, temps, ressources) ;
- ▶ Connaissances parfaites, ressources illimitées \Rightarrow raisonnement logique ;
- ▶ Connaissances imparfaites, ressources limitées \Rightarrow rationalité (limité) ;

Constat

En relation avec l'économie, la RO et la théorie du contrôle mais ignore le rôle de la conscience et des émotions sur l'intelligence.

Penser/agir rationnellement

- ▶ Comportement rationnel = Effectuer la bonne tâche au bon moment.
- ▶ Prendre la meilleure décision possible compte tenu de ce qui est disponibles (informations/connaissances, temps, ressources) ;
- ▶ Connaissances parfaites, ressources illimitées \Rightarrow raisonnement logique ;
- ▶ Connaissances imparfaites, ressources limitées \Rightarrow rationalité (limité) ;

Constat

En relation avec l'économie, la RO et la théorie du contrôle mais ignore le rôle de la conscience et des émotions sur l'intelligence.

Penser/agir rationnellement

- ▶ Comportement rationnel = Effectuer la bonne tâche au bon moment.
- ▶ Prendre la meilleure décision possible compte tenu de ce qui est disponibles (informations/connaissances, temps, ressources) ;
- ▶ Connaissances parfaites, ressources illimitées \Rightarrow raisonnement logique ;
- ▶ Connaissances imparfaites, ressources limitées \Rightarrow rationalité (limité) ;

Constat

En relation avec l'économie, la RO et la théorie du contrôle mais ignore le rôle de la conscience et des émotions sur l'intelligence.

Penser/agir rationnellement

- ▶ Comportement rationnel = Effectuer la bonne tâche au bon moment.
- ▶ Prendre la meilleure décision possible compte tenu de ce qui est disponibles (informations/connaissances, temps, ressources) ;
- ▶ Connaissances parfaites, ressources illimitées \Rightarrow raisonnement logique ;
- ▶ Connaissances imparfaites, ressources limitées \Rightarrow rationalité (limité) ;

Constat

En relation avec l'économie, la RO et la théorie du contrôle mais ignore le rôle de la conscience et des émotions sur l'intelligence.

Penser/agir rationnellement

- ▶ Comportement rationnel = Effectuer la bonne tâche au bon moment.
- ▶ Prendre la meilleure décision possible compte tenu de ce qui est disponibles (informations/connaissances, temps, ressources) ;
- ▶ Connaissances parfaites, ressources illimitées \Rightarrow raisonnement logique ;
- ▶ Connaissances imparfaites, ressources limitées \Rightarrow rationalité (limité) ;

Constat

En relation avec l'économie, la RO et la théorie du contrôle mais ignore le rôle de la conscience et des émotions sur l'intelligence.

Fondements

Philosophie	logique, méthodes de raisonnement, esprit comme système physique
Mathématiques	représentation formelle et preuves, algorithmes, indécidabilité, proba
Psychologie	adaptation, phénomènes de perception et contrôle moteur
Linguistique	représentation des connaissances
Neurosciences	substrat physique et biologique de l'activité mentale
Cybernétique	système, système asservi, rétro-action, boucle cybernétique

Fondements

Philosophie	logique, méthodes de raisonnement, esprit comme système physique
Mathématiques	représentation formelle et preuves, algorithmes, indécidabilité, proba
Psychologie	adaptation, phénomènes de perception et contrôle moteur
Linguistique	représentation des connaissances
Neurosciences	substrat physique et biologique de l'activité mentale
Cybernétique	système, système asservi, rétro-action, boucle cybernétique

Fondements

Philosophie	logique, méthodes de raisonnement, esprit comme système physique
Mathématiques	représentation formelle et preuves, algorithmes, indécidabilité, proba
Psychologie	adaptation, phénomènes de perception et contrôle moteur
Linguistique	représentation des connaissances
Neurosciences	substrat physique et biologique de l'activité mentale
Cybernétique	système, système asservi, rétro-action, boucle cybernétique

Fondements

Philosophie	logique, méthodes de raisonnement, esprit comme système physique
Mathématiques	représentation formelle et preuves, algorithmes, indécidabilité, proba
Psychologie	adaptation, phénomènes de perception et contrôle moteur
Linguistique	représentation des connaissances
Neurosciences	substrat physique et biologique de l'activité mentale
Cybernétique	système, système asservi, rétro-action, boucle cybernétique

Fondements

Philosophie	logique, méthodes de raisonnement, esprit comme système physique
Mathématiques	représentation formelle et preuves, algorithmes, indécidabilité, proba
Psychologie	adaptation, phénomènes de perception et contrôle moteur
Linguistique	représentation des connaissances
Neurosciences	substrat physique et biologique de l'activité mentale
Cybernétique	système, système asservi, rétro-action, boucle cybernétique

Fondements

Philosophie	logique, méthodes de raisonnement, esprit comme système physique
Mathématiques	représentation formelle et preuves, algorithmes, indécidabilité, proba
Psychologie	adaptation, phénomènes de perception et contrôle moteur
Linguistique	représentation des connaissances
Neurosciences	substrat physique et biologique de l'activité mentale
Cybernétique	système, système asservi, rétro-action, boucle cybernétique

Points communs

- ▶ **Données de nature symbolique ;**
- ▶ Absence d'algorithme efficace, des choix doivent être fait sans avoir la certitude d'aboutir à une solution optimale | solution ;
- ▶ Séparation des connaissances des mécanismes d'utilisation de ces connaissances ;
- ▶ Données incomplètes, imprécises voire contradictoires ;
- ▶ Logique comme base d'expression des concepts.

Hypothèse du système symbolique physique

Les systèmes symboliques physiques possèdent les caractéristiques nécessaires et suffisantes pour réaliser des actions intelligentes.
[Newell et Simon]

Points communs

- ▶ Données de nature symbolique ;
- ▶ Absence d'algorithme efficace, des choix doivent être fait sans avoir la certitude d'aboutir à une solution optimale | solution ;
- ▶ Séparation des connaissances des mécanismes d'utilisation de ces connaissances ;
- ▶ Données incomplètes, imprécises voire contradictoires ;
- ▶ Logique comme base d'expression des concepts.

Hypothèse du système symbolique physique

Les systèmes symboliques physiques possèdent les caractéristiques nécessaires et suffisantes pour réaliser des actions intelligentes.
[Newell et Simon]

Points communs

- ▶ Données de nature symbolique ;
- ▶ Absence d'algorithme efficace, des choix doivent être fait sans avoir la certitude d'aboutir à une solution optimale | solution ;
- ▶ Séparation des connaissances des mécanismes d'utilisation de ces connaissances ;
- ▶ Données incomplètes, imprécises voire contradictoires ;
- ▶ Logique comme base d'expression des concepts.

Hypothèse du système symbolique physique

Les systèmes symboliques physiques possèdent les caractéristiques nécessaires et suffisantes pour réaliser des actions intelligentes.
[Newell et Simon]

Points communs

- ▶ Données de nature symbolique ;
- ▶ Absence d'algorithme efficace, des choix doivent être fait sans avoir la certitude d'aboutir à une solution optimale | solution ;
- ▶ Séparation des connaissances des mécanismes d'utilisation de ces connaissances ;
- ▶ Données incomplètes, imprécises voire contradictoires ;
- ▶ Logique comme base d'expression des concepts.

Hypothèse du système symbolique physique

Les systèmes symboliques physiques possèdent les caractéristiques nécessaires et suffisantes pour réaliser des actions intelligentes.
[Newell et Simon]

Points communs

- ▶ Données de nature symbolique ;
- ▶ Absence d'algorithme efficace, des choix doivent être fait sans avoir la certitude d'aboutir à une solution optimale | solution ;
- ▶ Séparation des connaissances des mécanismes d'utilisation de ces connaissances ;
- ▶ Données incomplètes, imprécises voire contradictoires ;
- ▶ Logique comme base d'expression des concepts.

Hypothèse du système symbolique physique

Les systèmes symboliques physiques possèdent les caractéristiques nécessaires et suffisantes pour réaliser des actions intelligentes.
[Newell et Simon]

Points communs

- ▶ Données de nature symbolique ;
- ▶ Absence d'algorithme efficace, des choix doivent être fait sans avoir la certitude d'aboutir à une solution optimale | solution ;
- ▶ Séparation des connaissances des mécanismes d'utilisation de ces connaissances ;
- ▶ Données incomplètes, imprécises voire contradictoires ;
- ▶ Logique comme base d'expression des concepts.

Hypothèse du système symbolique physique

Les systèmes symboliques physiques possèdent les caractéristiques nécessaires et suffisantes pour réaliser des actions intelligentes.
[Newell et Simon]

Système symbolique physique

- ▶ Constitué d'un ensemble d'éléments appelés **symboles** ;
- ▶ Les **structures symboliques (expression)** sont constituées de symboles physiquement reliés ;
- ▶ Le système contient des procédures qui transforment (création, suppression, modification) les structures symboliques en d'autres structures.

Système symbolique physique

Machine qui produit au cours du temps une collection dynamique de structures symboliques.

Système symbolique physique

- ▶ Constitué d'un ensemble d'éléments appelés **symboles** ;
- ▶ Les **structures symboliques (expression)** sont constituées de symboles physiquement reliés ;
- ▶ Le système contient des procédures qui transforment (création, suppression, modification) les structures symboliques en d'autres structures.

Système symbolique physique

Machine qui produit au cours du temps une collection dynamique de structures symboliques.

Système symbolique physique

- ▶ Constitué d'un ensemble d'éléments appelés **symboles** ;
- ▶ Les **structures symboliques (expression)** sont constituées de symboles physiquement reliés ;
- ▶ Le système contient des procédures qui transforment (création, suppression, modification) les structures symboliques en d'autres structures.

Système symbolique physique

Machine qui produit au cours du temps une collection dynamique de structures symboliques.

Système symbolique physique

- ▶ Constitué d'un ensemble d'éléments appelés **symboles** ;
- ▶ Les **structures symboliques (expression)** sont constituées de symboles physiquement reliés ;
- ▶ Le système contient des procédures qui transforment (création, suppression, modification) les structures symboliques en d'autres structures.

Système symbolique physique

Machine qui produit au cours du temps une collection dynamique de structures symboliques.

Système symbolique physique

Pour avoir un comportement intelligent, il doit posséder les propriétés suivantes :

- ▶ Un symbole doit pouvoir désigner n'importe quelle expression ;
- ▶ Toute procédure que la machine est capable d'exécuter doit pouvoir être désignée par une expression ;
- ▶ Le nombre d'expressions n'est pas limité ;
- ▶ Les expressions peuvent générer ou modifier n'importe quelle expressions ;
- ▶ Elles sont stables.

Système symbolique physique

Pour avoir un comportement intelligent, il doit posséder les propriétés suivantes :

- ▶ Un symbole doit pouvoir désigner n'importe quelle expression ;
- ▶ Toute procédure que la machine est capable d'exécuter doit pouvoir être désignée par une expression ;
- ▶ Le nombre d'expressions n'est pas limité ;
- ▶ Les expressions peuvent générer ou modifier n'importe quelle expressions ;
- ▶ Elles sont stables.

Système symbolique physique

Pour avoir un comportement intelligent, il doit posséder les propriétés suivantes :

- ▶ Un symbole doit pouvoir désigner n'importe quelle expression ;
- ▶ Toute procédure que la machine est capable d'exécuter doit pouvoir être désignée par une expression ;
- ▶ Le nombre d'expressions n'est pas limité ;
- ▶ Les expressions peuvent générer ou modifier n'importe quelle expressions ;
- ▶ Elles sont stables.

Système symbolique physique

Pour avoir un comportement intelligent, il doit posséder les propriétés suivantes :

- ▶ Un symbole doit pouvoir désigner n'importe quelle expression ;
- ▶ Toute procédure que la machine est capable d'exécuter doit pouvoir être désignée par une expression ;
- ▶ Le nombre d'expressions n'est pas limité ;
- ▶ Les expressions peuvent générer ou modifier n'importe quelle expressions ;
- ▶ Elles sont stables.

Système symbolique physique

Pour avoir un comportement intelligent, il doit posséder les propriétés suivantes :

- ▶ Un symbole doit pouvoir désigner n'importe quelle expression ;
- ▶ Toute procédure que la machine est capable d'exécuter doit pouvoir être désignée par une expression ;
- ▶ Le nombre d'expressions n'est pas limité ;
- ▶ Les expressions peuvent générer ou modifier n'importe quelle expressions ;
- ▶ Elles sont stables.

Quelques repères

1943	McCulloch et Pitts : modélisation des neurones
1950	A. Turing : "Computing Machinery and Intelligence"
1952 - 69	L'euphorie
1950	1 ^{er} programmes d'IA Jeu de dame de A. Samuel Logic Theorist de A. Newell et H. Simon moteur géométrique de H. Gelernter
1956	Congrès de Dartmouth : Naissance de l'IA
1965	Algo de J. A. Robinson pour le raisonnement logique
1966-74	IA découvre la complexité des calculs Les réseaux de neurones ont disparu !
1969-79	1 ^{er} développements de système à base de connaissances
1980-88	Industrie des SE
1988-93	Hiver de l'IA
1985-95	Les réseaux de neurones réapparaissent
1988-	Résurgence de méthodes de décision probabilistes IAD, Nouvelle IA : Artificial life, algo génétiques, SMA, intelligence collective ...

Promesses et réalité

- ▶ En 1958 H. Simon prédisait que 10 ans plus tard le champion du monde d'échecs serait un ordinateur et qu'un grand théorème de mathématique serait démontré.
- ▶ Cela s'est réalisé en 1998 pour les échecs ;
- ▶ Pour les math on attend votre programme ;

Bilan

Dames, Othello et échecs mais très mauvais au Go.

Promesses et réalité

- ▶ En 1958 H. Simon prédisait que 10 ans plus tard le champion du monde d'échecs serait un ordinateur et qu'un grand théorème de mathématique serait démontré.
- ▶ Cela s'est réalisé en 1998 pour les échecs ;
- ▶ Pour les math on attend votre programme ;

Bilan

Dames, Othello et échecs mais très mauvais au Go.

Promesses et réalité

- ▶ En 1958 H. Simon prédisait que 10 ans plus tard le champion du monde d'échecs serait un ordinateur et qu'un grand théorème de mathématique serait démontré.
- ▶ Cela s'est réalisé en 1998 pour les échecs ;
- ▶ Pour les math on attend votre programme ;

Bilan

Dames, Othello et échecs mais très mauvais au Go.

Promesses et réalité

- ▶ En 1958 H. Simon prédisait que 10 ans plus tard le champion du monde d'échecs serait un ordinateur et qu'un grand théorème de mathématique serait démontré.
- ▶ Cela s'est réalisé en 1998 pour les échecs ;
- ▶ Pour les math on attend votre programme ;

Bilan

Dames, Othello et échecs mais très mauvais au Go.

Promesses et réalité

- ▶ En 1960 on pensait que l'on aurait développé un oeil électronique dans les années suivantes ;
- ▶ 2004 cela n'existe toujours pas !
- ▶ Par contre, il existe :
 - ▶ Des systèmes de surveillance du trafic ;
 - ▶ Des prgm qui reconnaisse les visages ;
 - ▶ Des systèmes de vision artificiel pour déficient visuel.

Promesses et réalité

- ▶ En 1960 on pensait que l'on aurait développé un oeil électronique dans les années suivantes ;
- ▶ 2004 cela n'existe toujours pas !
- ▶ Par contre, il existe :
 - ▶ Des systèmes de surveillance du trafic ;
 - ▶ Des prgm qui reconnaisse les visages ;
 - ▶ Des systèmes de vision artificiel pour déficient visuel.

Promesses et réalité

- ▶ En 1960 on pensait que l'on aurait développé un oeil électronique dans les années suivantes ;
- ▶ 2004 cela n'existe toujours pas !
- ▶ Par contre, il existe :
 - ▶ Des systèmes de surveillance du trafic ;
 - ▶ Des prgm qui reconnaisse les visages ;
 - ▶ Des systèmes de vision artificiel pour déficient visuel.

Promesses et réalité

- ▶ En 1960 on pensait que l'on aurait développé un oeil électronique dans les années suivantes ;
- ▶ 2004 cela n'existe toujours pas !
- ▶ Par contre, il existe :
 - ▶ Des systèmes de surveillance du trafic ;
 - ▶ Des prgm qui reconnaisse les visages ;
 - ▶ Des systèmes de vision artificiel pour déficient visuel.

Promesses et réalité

- ▶ En 1960 on pensait que l'on aurait développé un oeil électronique dans les années suivantes ;
- ▶ 2004 cela n'existe toujours pas !
- ▶ Par contre, il existe :
 - ▶ Des systèmes de surveillance du trafic ;
 - ▶ Des prgm qui reconnaisse les visages ;
 - ▶ Des systèmes de vision artificiel pour déficient visuel.

Promesses et réalité

- ▶ En 1960 on pensait que l'on aurait développé un oeil électronique dans les années suivantes ;
- ▶ 2004 cela n'existe toujours pas !
- ▶ Par contre, il existe :
 - ▶ Des systèmes de surveillance du trafic ;
 - ▶ Des prgm qui reconnaisse les visages ;
 - ▶ Des systèmes de vision artificiel pour déficient visuel.

Promesses et réalité

- ▶ Les robots d'Asimov sont loins ;
- ▶ Mais il existe :
 - ▶ Des robots industriels (peinture ...) ;
 - ▶ Des robots médicaux ;
 - ▶ Des robots d'explorations (Mars).

Promesses et réalité

- ▶ Les robots d'Asimov sont loins ;
- ▶ Mais il existe :
 - ▶ Des robots industriels (peinture ...) ;
 - ▶ Des robots médicaux ;
 - ▶ Des robots d'explorations (Mars).

Promesses et réalité

- ▶ Les robots d'Asimov sont loins ;
- ▶ Mais il existe :
 - ▶ Des robots industriels (peinture ...) ;
 - ▶ Des robots médicaux ;
 - ▶ Des robots d'explorations (Mars).

Promesses et réalité

- ▶ Les robots d'Asimov sont loins ;
- ▶ Mais il existe :
 - ▶ Des robots industriels (peinture ...) ;
 - ▶ Des robots médicaux ;
 - ▶ Des robots d'explorations (Mars).

Promesses et réalité

- ▶ Les robots d'Asimov sont loins ;
- ▶ Mais il existe :
 - ▶ Des robots industriels (peinture ...) ;
 - ▶ Des robots médicaux ;
 - ▶ Des robots d'explorations (Mars).

Différents domaines

- ▶ **Les systèmes de production, les systèmes experts ;**
 - ▶ Le calcul formel ;
 - ▶ La représentation des connaissances ;
 - ▶ La simulation du raisonnement humain ;
 - ▶ Le traitement du langage naturel ;
 - ▶ La résolution de problèmes ;
 - ▶ La reconnaissance de la parole ;
 - ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
 - ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ **Planification**
 - ▶ La robotique ;
 - ▶ L'apprentissage ;
 - ▶ Les réseaux neuronaux ;
 - ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

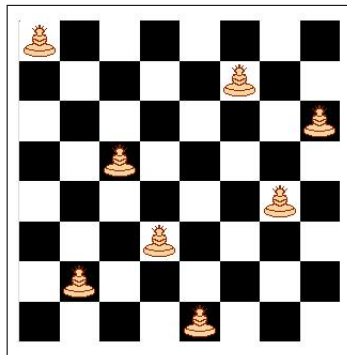
- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Différents domaines

- ▶ Les systèmes de production, les systèmes experts ;
- ▶ Le calcul formel ;
- ▶ La représentation des connaissances ;
- ▶ La simulation du raisonnement humain ;
- ▶ Le traitement du langage naturel ;
- ▶ La résolution de problèmes ;
- ▶ La reconnaissance de la parole ;
- ▶ La reconnaissance de l'écriture ;
- ▶ La reconnaissance de forme (visage, photo satellite ...) ;
- ▶ Planification
- ▶ La robotique ;
- ▶ L'apprentissage ;
- ▶ Les réseaux neuronaux ;
- ▶ Les systèmes complexes adaptatifs.

Le problème des 8 Reines de Gauss

Placer 8 reines sur un échiquier 8x8 de façon à ce qu'aucune des reines ne soit en prise.



Recherche d'une solution

- ▶ Au hasard, BONNE CHANCE
- ▶ Utilisation d'une **heuristique** pour accélérer la recherche ;
- ▶ L'heuristique consiste à "deviner la qualité" du placement.

Quelle heuristique ?

On place une reine à la fois, tout en vérifiant que l'on respecte les règles. Le placement s'effectue de façon à minimiser les contraintes pour le placement suivant. @

Recherche d'une solution

- ▶ Au hasard, BONNE CHANCE
- ▶ Utilisation d'une **heuristique** pour accélérer la recherche ;
- ▶ L'heuristique consiste à “deviner la qualité” du placement.

Quelle heuristique ?

On place une reine à la fois, tout en vérifiant que l'on respecte les règles. Le placement s'effectue de façon à minimiser les contraintes pour le placement suivant. @

Recherche d'une solution

- ▶ Au hasard, BONNE CHANCE
- ▶ Utilisation d'une **heuristique** pour accélérer la recherche ;
- ▶ L'heuristique consiste à “deviner la qualité” du placement.

Quelle heuristique ?

On place une reine à la fois, tout en vérifiant que l'on respecte les règles. Le placement s'effectue de façon à minimiser les contraintes pour le placement suivant. @

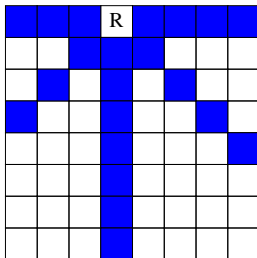
Recherche d'une solution

- ▶ Au hasard, BONNE CHANCE
- ▶ Utilisation d'une **heuristique** pour accélérer la recherche ;
- ▶ L'heuristique consiste à “deviner la qualité” du placement.

Quelle heuristique ?

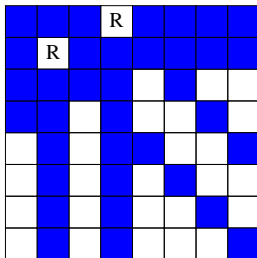
On place une reine à la fois, tout en vérifiant que l'on respecte les règles. Le placement s'effectue de façon à minimiser les contraintes pour le placement suivant. @

Application de l'heuristique



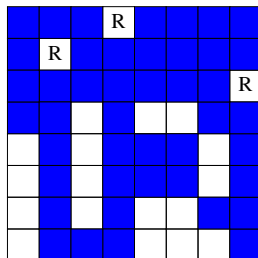
Trois positions possibles A, B, C, laquelle choisir ?

Application de l'heuristique



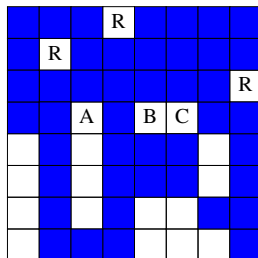
Trois positions possibles A, B, C, laquelle choisir ?

Application de l'heuristique



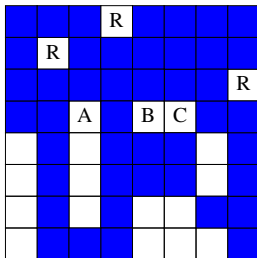
Trois positions possibles A, B, C, laquelle choisir ?

Application de l'heuristique



Trois positions possibles A, B, C, laquelle choisir ?

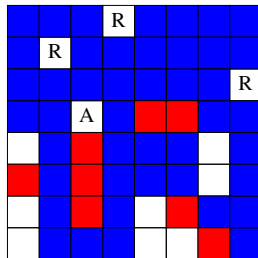
Application de l'heuristique



Trois positions possibles A, B, C, laquelle choisir ?

Choix de la position

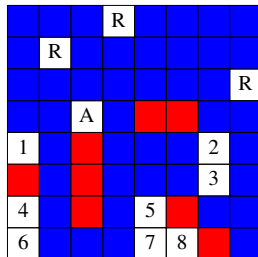
On calcule $H(case)$ = nombre de cases non attaquées après avoir choisi la case.



- ▶ $H(a) = 8$
- ▶ $H(b) = 9$
- ▶ $H(c) = 10$ On choisit c et on recommence ...

Choix de la position

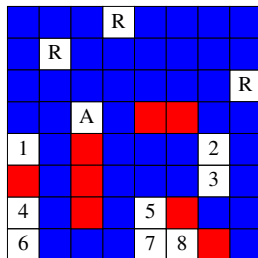
On calcule $H(case)$ = nombre de cases non attaquées après avoir choisi la case.



- ▶ $H(a) = 8$
- ▶ $H(b) = 9$
- ▶ $H(c) = 10$ On choisit c et on recommence ...

Choix de la position

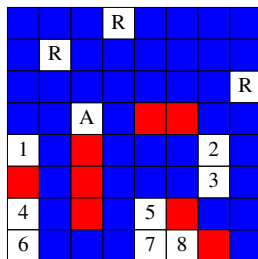
On calcule $H(case)$ = nombre de cases non attaquées après avoir choisi la case.



- ▶ $H(a) = 8$
- ▶ $H(b) = 9$
- ▶ $H(c) = 10$ On choisit c et on recommence ...

Choix de la position

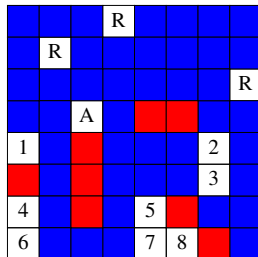
On calcule $H(case)$ = nombre de cases non attaquées après avoir choisi la case.



- ▶ $H(a) = 8$
- ▶ $H(b) = 9$
- ▶ $H(c) = 10$ On choisit c et on recommence ...

Choix de la position

On calcule $H(case)$ = nombre de cases non attaquées après avoir choisi la case.



- ▶ $H(a) = 8$
- ▶ $H(b) = 9$
- ▶ $H(c) = 10$ On choisit c et on recommence ...

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.

Quelques concepts importants

- ▶ Utilisation d'une heuristique pour guider la recherche ;
- ▶ L'heuristique ne conduit pas obligatoirement à la solution (⇐ BackTrack) ;
- ▶ L'heuristique évite une recherche aveugle ;
- ▶ Si l'heuristique est utile la solution est obtenue plus rapidement ;
- ▶ Problème de la représentation ;
- ▶ Choix d'une stratégie claire et efficace ;
- ▶ Autres stratégies : www-lih.univ-lehavre.fr/~olivier.