

自然と数理8「情報と数理の世界」 第4回 人工知能とロボット1

名古屋市立大学
システム自然科学研究科
渡邊 裕司

2013/10/17

人工知能とロボット1

1

渡邊担当分「人工知能とロボット」 のスケジュール(案)

日付	通算回	講義内容
10/17	第4回	人工知能の概要、基礎的研究
10/24	第5回	ゲーム情報学、生物に学んだ機械学習
10/31	第6回	データマイニング、スマートフォンのセキュリティ
11/7	第7回	サイボグ、ロボット

2013/10/17

人工知能とロボット1

2

今日のお話

- ◆ 人工知能の概要
- ◆ パズルの例: 数独
- ◆ 人工知能の基礎的研究
 - ◆ 問題の定式化
 - ◆ 探索

2013/10/17

人工知能とロボット1

3

知能 (Intelligence)

- ◆ 広辞苑より
 - ◆ 知識と才能
 - ◆ 知性の程度
 - ◆ 環境に適応し、新しい問題状況に対処する知的機能・能力
- ◆ さまざまな問題に対して、問題を認識し、知識をもとに推理や判断を行ったり、知識の整理や獲得を行うなどの「**問題解決**」の能力
 - ◆ 知識: 知っている内容、ルール、法則、ノウハウ

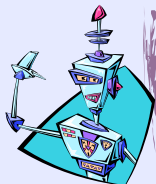
2013/10/17

人工知能とロボット1

4

人工知能 (Artificial Intelligence: AI)

- ◆ 強いAI
 - ◆ 人間の**知能そのもの**をもつ機械を作ろうとする立場
 - ◆ 漫画や映画のアンドロイドなど
- ◆ 弱いAI
 - ◆ 人間の**知的な活動の一部**と同じようなことを機械(主にコンピュータ)にさせようとする立場
 - ◆ 現在のAI研究はほとんどこの立場



2013/10/17

人工知能とロボット1

5

AI研究の歴史

[人工知能学会のサイト](#)より

- ◆ 人工知能の夜明け(～1956)
 - ◆ コンピュータの開発により、「人間の知的活動を行う機械」を作る試みが開始
 - ◆ 1950年にA.Turingが「チューリングテスト」を提唱
 - ◆ 1956年にダートマス会議で「人工知能」という言葉を使用
- ◆ 古き良き人工知能(1957～1969)
 - ◆ 明示的に記号で表された論理をもとに成功の連続
 - ◆ 今では少し否定的な意味を込めて「**Good Old Fashioned AI**(古き良き人工知能)」と呼称
 - ◆ 1969年にJ.MaCarthyらが難問「フレイム問題」を指摘

2013/10/17

人工知能とロボット1

6

AI研究の歴史(続き)

- ◆ 現実からの反撃(1970～1979)
 - ◆ 大規模な問題には適用不可 → 専用システムに限定
 - ◆ 1974年に最初の医療診断エキスパートシステム
- ◆ 人工知能の産業化(1980～1988)
 - ◆ 商用データベースシステムの開発
 - ◆ 1986年に日本人工知能学会の設立
- ◆ 現在そして未来の彼方へ(1989～)
 - ◆ 現実世界の問題を対象
 - ◆ 1997年にチェスプログラムDeepBlueが世界チャンピオン Kasparovに勝利
 - ◆ 1997年に第1回のロボカップ開催
 - ◆ 漫画では2003年に鉄腕アトム開発、2112年にドラえもん製造

2013/10/17 人工知能とロボット 7

- # AIの話題：フレーム問題
- ◆ 1969年にMaCarthyとHayesが指摘した難問
 - ◆ 今からしようとしていることに関係のある事柄だけを選び出すことが、実は非常に難しいという問題
 - ◆ この問題は人間でも解決できるわけではない
- 人工知能ロボットの作業：
爆弾が仕掛けられた部屋から貴重な美術品運び出すこと
- ケース1 ケース2
- 著作権に抵触する恐れがあるため削除
以下の人工知能学会の「人工知能のやさしい説明(What's AI)」を参照ください
<http://www.ai-gakkai.or.jp/jsai/whatsai/> から「人工知能の話題」の「フレーム問題」
- 2013/10/17 人工知能とロボット1 図の出展：人工知能学会のサイト

AIの話題：チューリングテスト

- ◆ チューリングテスト
ある機械に知能があるかを判定するためのテスト方法
- ◆ 中国語の部屋
哲学者Searleによるチューリングテストへの反論
→強いAIは実現不可能

著作権に抵触する恐れがあるため削除

以下の人工知能学会の「人工知能のやさしい説明「What 's AI」」を参照ください
<http://www.ai-gakkai.or.jp/jsai/whatsai/> から「人工知能の話題」の「チューリングテストと中国語の部屋」

図の出典：人工知能学会のサイト

2013/10/17 人工知能とロボット1 8

- # AIの研究分野
- ◆ 基礎的研究
 - ◆ 知識表現、知識利用（探索・推論）、知識獲得（機械学習）
 - ◆ 応用的研究
 - ◆ ゲーム、エキスパートシステム、画像・音声認識、言語処理、データマイニング、情報検索、ロボット
- 著作権に抵触する恐れがあるため削除
- 以下の人工知能学会の「人工知能のやさしい説明「What's AI」」を参照ください
<http://www.ai-gakka.jp/isa/whatsai/> から「人工知能研究」
- 図の出典：人工知能学会のサイト
- 2013/10/17 人工知能とロボット1 10

- # パズルの例：数独

パズルの例：数独 (SUDOKU)

- ◆ 9つのブロックに区切られた9×9のマス目からなる
- ◆ すでに数字の入っているマス目をヒントにして、空のマスを1～9の数字で埋める
- ◆ 条件: 各行、各列、各ブロックで、同じ数字が重複してはならない

中日新聞の問題では、著作権に抵触する恐れがあるため改変

出典

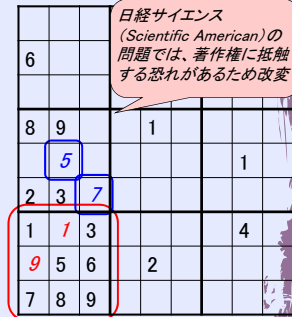
2013/10/17 人工知能とロボット1 12

- 中日新聞の問題では、著作権に抵触する恐れがあるため改変

数独の解き方

提出用資料

1. 条件の厳しいマスに着目
2. 特定の数字しか入りやうのないマスを探す
3. 可能性を絞り込む
4. 試行錯誤法



問題と解き方の出典: 日経サイエンス
2006年9月号

2013/10/17

人工知能とロボット1

13

数独の話題

配布資料2~3ページ

- ◆ 数独の歴史
- ◆ 解答の数は、**54億7273万0538個** ≡ 世界人口
- ◆ 手掛かり数の最小は**17個**
→ 16個では解が1つに定まらない
- ◆ 様々な変種
- ◆ コンピュータで解く
 - ◆ 「バックトラッキング」という人工知能の探索手法を用いた比較的簡単な**プログラム**
 - ◆ 「制約伝播」を使った改良プログラム
 - ◆ 問題作成もコンピュータで可能

2013/10/17

人工知能とロボット1

14

AIの基礎的研究: 問題の定式化

2013/10/17

人工知能とロボット1

15

AIの基礎的研究

- ◆ 問題の定式化、知識表現
問題や知識をいかに表現すれば機械で処理可能か?
- ◆ 推論、探索
表現された問題や知識から結論や解をいかに導くか?
- ◆ 知識獲得、学習
経験から将来使えそうな知識をいかに見つけるか?

2013/10/17

人工知能とロボット1

16

AIで問題を解くには?

- ◆ 問題の定式化
問題の構成要素
 - ◆ **状態** (初期状態や目標状態など)
 - ◆ **オペレータ**: 状態を遷移させる行為・操作
 - ◆ **目標検査**: 目標状態であるかを検査
 - ◆ **経路コスト**: 操作系列をたどるのに必要なコスト
- ◆ 解の探索
目標に至る様々な操作系列を調べ、最良解を選択

2013/10/17

人工知能とロボット1

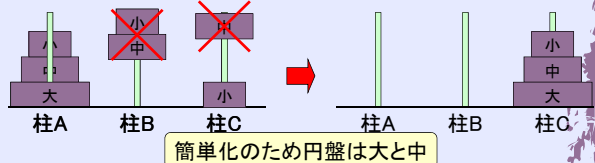
17

例題: ハノイの塔

提出用資料

3本の柱A、B、Cがあり、柱Aに大、中、小の3枚の円盤が刺してある。最短の手順で3枚の円盤を柱Cへ移すにはどうすればよいか。ただし以下の条件がある。

- ◆ 一度に1枚の円盤しか動かせない
- ◆ 小さい円盤の上に大きい円盤を載せられない

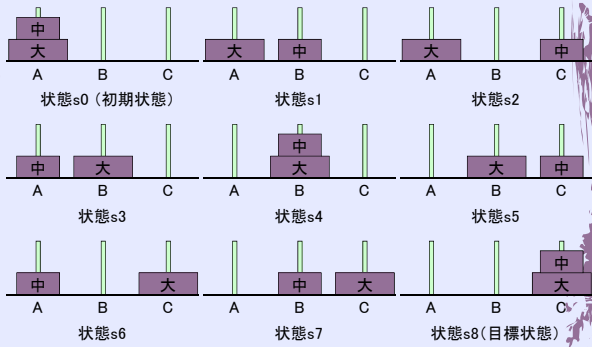


2013/10/17

人工知能とロボット1

18

ハノイの塔の定式化(状態)



2013/10/17

人工知能とロボット1

19

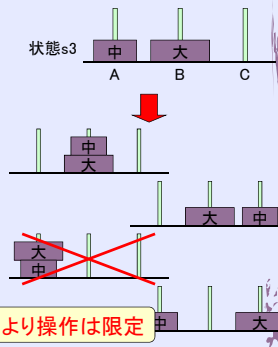
ハノイの塔の定式化(オペレータ)

円盤1枚を動かす操作

中: $A \rightarrow B$ 中: $A \rightarrow C$
 中: $B \rightarrow A$ 中: $B \rightarrow C$
 中: $C \rightarrow A$ 中: $C \rightarrow B$
 大: $A \rightarrow B$ 大: $A \rightarrow C$
~~大: $B \rightarrow A$~~ 大: $B \rightarrow C$
 大: $C \rightarrow A$ 大: $C \rightarrow B$

計12種類

現状態と条件により操作は限定

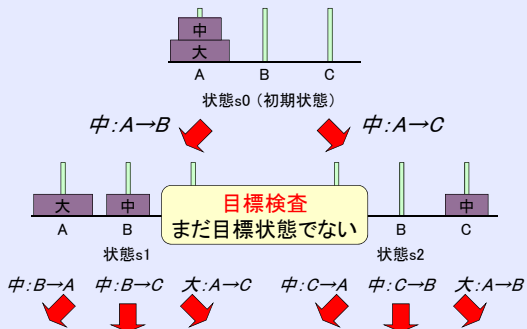


2013/10/17

人工知能とロボット1

20

ハノイの塔の解の探索

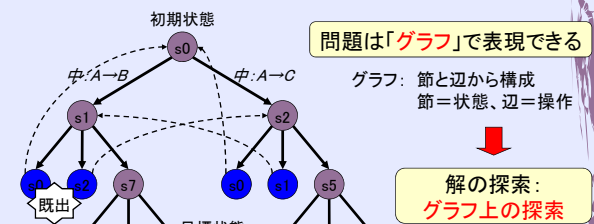


2013/10/17

人工知能とロボット1

21

ハノイの塔のグラフ

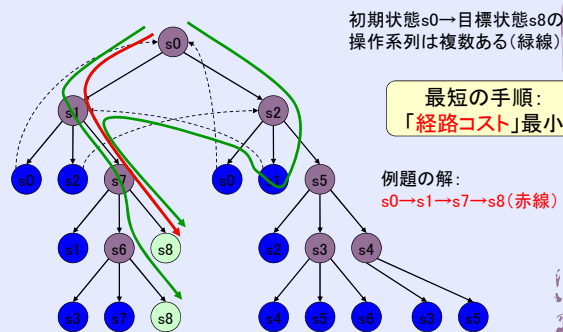


2013/10/17

人工知能とロボット1

22

ハノイの塔の解



2013/10/17

人工知能とロボット1

23

AIの基礎的研究:探索

2013/10/17

人工知能とロボット1

24

探索

グラフ上の探索方法として、

◆ 盲目的な探索

- ◆ 深さ優先探索
- ◆ 幅優先探索
- ◆ 深さ制限探索

何の予備知識も使わない

目標状態に効率良く
たどり着くには？

◆ ヒューリスティック (heuristics: 発見的) な探索

- ◆ 山登り法
- ◆ 最良優先探索
- ◆ A*アルゴリズム
- ◆ 分枝限定法

知識 (コスト、経験則) を用いる

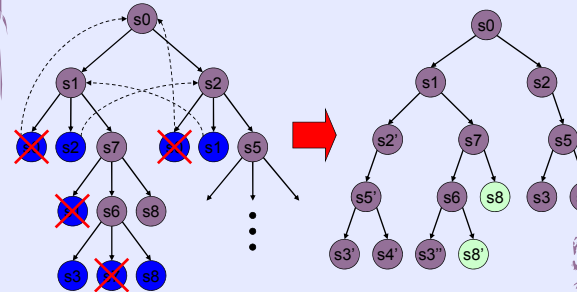
2013/10/17

人工知能とロボット1

25

探索対象のグラフ

ハノイの塔のグラフの変形版を使用

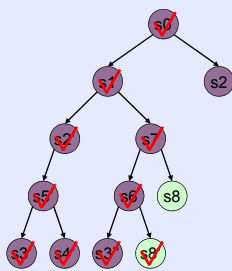


2013/10/17

人工知能とロボット1

26

深さ優先探索



2013/10/17

人工知能とロボット1

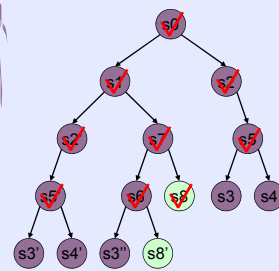
回数: 検査ノード 検査待ちノード

- 1回: s0 s1, s2
- 2回: s1 s2', s7, s2
- 3回: s2' s5', s7, s2
- 4回: s5' s3', s4', s7, s2
- 5回: s3' s4', s7, s2
- 6回: s4' s7, s2
- 7回: s7 s6, s8, s2
- 8回: s6 s3'', s8', s8, s2
- 9回: s3'' s8', s8, s2
- 10回: s8' s8, s2

最初に追加

目標状態だが
最短ではない

幅優先探索



2013/10/17

人工知能とロボット1

回数: 検査ノード 検査待ちノード

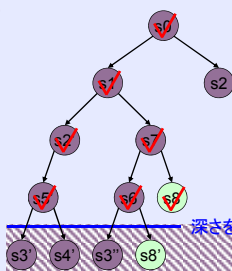
- 1回: s0 s1, s2
- 2回: s1 s2, s2', s7
- 3回: s2 s2', s7, s5
- 4回: s2' s7, s5, s5'
- 5回: s7 s5, s5', s6, s8
- 6回: s5 s5', s6, s8, s3, s4
- 7回: s5' s6, s8, s3, s4, s3', s4'
- 8回: s6 s8, s3, s4, s3'', s4'', s3''', s4'''
- 9回: s8 s3, s4, s3', s4', s3'', s4'', s3''', s4'''

最後に追加

目標状態かつ最短だが、
検査待ちが多い

深さ制限探索

ハノイの塔の場合、最短は3回の操作
→4回目以降は調べる必要なし



2013/10/17

人工知能とロボット1

回数: 検査ノード 検査待ちノード

- 1回: s0 s1, s2
- 2回: s1 s2', s7, s2
- 3回: s2' s5', s7, s2
- 4回: s5' s7, s2
- 5回: s7 s6, s8, s2
- 6回: s6 s8, s2
- 7回: s8 s2

最初に追加

s3', s4'は追
加しない

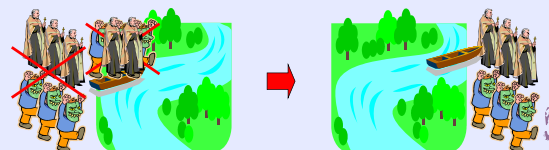
s3'', s8'は
追加しない

目標状態かつ
最短である

他の例題: 宣教師と人食い人種

宣教師3人と人食い人種3人が、川の左岸から右岸に1
隻のボートで無事に渡るにはどうしたらよいか。

- ◆ ボートには一度に2人までしか乗れない
- ◆ 宣教師の数が人食い人種より少なくなると宣教師は
食べられてしまう



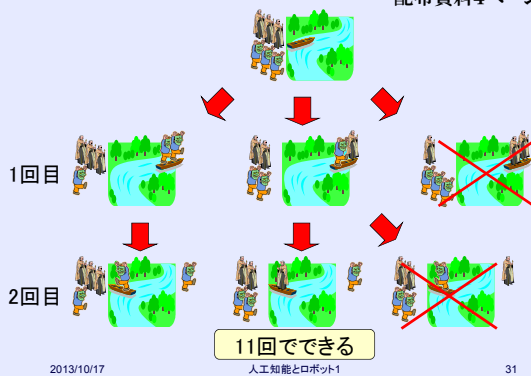
2013/10/17

人工知能とロボット1

30

宣教師と人食い人種の解の探索

配布資料4ページ



2013/10/17

人工知能とロボット1

31

最後に… 配布資料の問の解答

- ◆ A : 強いAI
- ◆ B : 弱いAI
- ◆ C : チューリングテスト
- ◆ D : フレーム問題
- ◆ E : 状態
- ◆ F : オペレータ
- ◆ G : 目標検査
- ◆ H : 経路コスト
- ◆ I : 盲目的な探索
- ◆ J : ヒューリスティック (発見的) な探索
- ◆ K : 深さ優先探索
- ◆ L : 幅優先探索
- ◆ M : 深さ制限探索

2013/10/17

人工知能とロボット1

32