

**人工知能(第4週)**

**Artificial Intelligence**

**(AI)**

# AI 授業計画(今週)

- 「人工知能」とは何か
- 問題解決とは(復習と追加)
- 探索アルゴリズムとグラフ表現(主眼)
- ルール, フレーム, 意味ネットワーク
- 機械学習と学習モデル
- 知的エージェント
- 音声理解, 画像理解

## 2.2 状態空間と作用素

- 8パズルでは、盤面自体が素朴な状態空間だが、コンピュータ向きではない
- 移動操作も、や では、コンピュータ向きではない
- 身体性の払拭：抽象化が必要
  - 抽象状態空間
  - 抽象作用素

## 状態表現と状態図

$$p = (p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8)$$

$p_0$	$p_1$	$p_2$
$p_3$	$p_4$	$p_5$
$p_6$	$p_7$	$p_8$

たとえば、だが

$p_0 = 1$  とは、左上隅に1の駒があるということ

$p_8 = 0$  とは、右下隅が空いているということ

## 2.2 状態空間と作用素

- 抽象的な状態空間

- テキスト p.17 図2.4

- $p = (p_0, p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8)$

- $(p_i \mid i = 0 \sim 8)$

- プリントでは文字型(A,B,C,...,H), テキストでは整数型(1,2,3,...8,0)の値をとる

- コマの無いところに, テキストでは0を当てた

## 2.2 状態空間と作用素

- 抽象的な作用素

- テキストp.17で述べている作用素 $M$

- $M(\text{if } p_i = 0 \text{ then } p_i \rightarrow p_j, p_j \rightarrow 0)$

- **ここに**,  $i, j = 0 \sim 8$  で, 24種類

- 作用素(operator)の表現は何通りもある

- 出来るだけ, 元問題の性格を反映し

- コンピュータで操作可能な表現

if then ルール  
の形で表現

今までに  
・if then rule  
・関数表現

## 2.2 状態空間と作用素

### 2.2a 例で見る状態空間(追加)

– 宣教師と人食い人種

- テキスト p.27-29

– 狼, 羊, キャベツを運ぶ農夫

- 状態遷移図だけで解けてしまう例
- オートマトンの本によく出てくる

# 「狼, 山羊, キャベツを運ぶ農夫」の問題

- 川の左岸から右岸に運ぶので
  - 農夫(Man), 狼(Wolf), 山羊(Goat), キャベツ(Cabbage)の頭文字で, M, W, G, Cと略記
  - 川の左岸に在るモノを状態とする
  - 初期状態は (M, W, G, C)
  - ゴール状態は空 () =
  - 可能な状態は $2^4 = 16$ 状態あり得るが
  - 6禁止状態があり, 10可能状態が残る



# 「狼, 山羊, キャベツを運ぶ農夫」の問題

- 抽象状態空間は, 状態全体の集合
  - $\{(M, W, G, C), (M, W, G), (M, W, C), (M, G, C),$
  - $(W, G, C), (M, W), (M, G), (M, C), (W, G),$
  - $(W, C), (G, C), (M), (W), (G), (C), ()\}$
  - (赤字は禁止状態)
- 解を考えてみよう
  - 状態遷移図で表現される
- 抽象作用素 : (状態, 運ぶモノ) = 状態
  - 例  $((M, W, G, C), G) = (W, C)$ ; 初期状態で, 山羊を舟に載せて右岸に渡る(農夫が漕いで)と, 狼とキャベツが残る

# 「狼, 山羊, キャベツを運ぶ農夫」の問題

- 抽象状態空間は, 状態全体の集合
  - $\{(M, W, G, C), (M, W, G), (M, W, C), (M, G, C),$
  - $(W, G, C), (M, W), (M, G), (M, C), (W, G),$
  - $(W, C), (G, C), (M), (W), (G), (C), ()\}$
- 別の見かた:  $(M, W, G, C)$  という4次元空間において, それぞれの座標に, 人, 狼, ヤギ, キャベツが座しているかどうか, と見てもよい.
- $(M, W, G) = (M, W, G, \quad)$
- $(W, G) = (\quad, W, G, \quad)$

# 「狼, 山羊, キャベツを運ぶ農夫」の問題

- 解は, プリントで配布
- “簡単な解”は2つある
- 適当な状態空間を選ぶと, 解は状態遷移図でも表せる ( 人間の理解向き )
- あるいは, 解グラフで表現する ( 同上 )
- コンピュータ内部での表現に向けた記述は, 状態遷移関数

## § 2 問題解決とは

- 2.1 例にみる問題解決
- 2.2 状態空間と作用素
- 2.3 系統的な探索

例は「迷路問題」

- 出口(Goal)を探す

## 2.3 系統的な探索

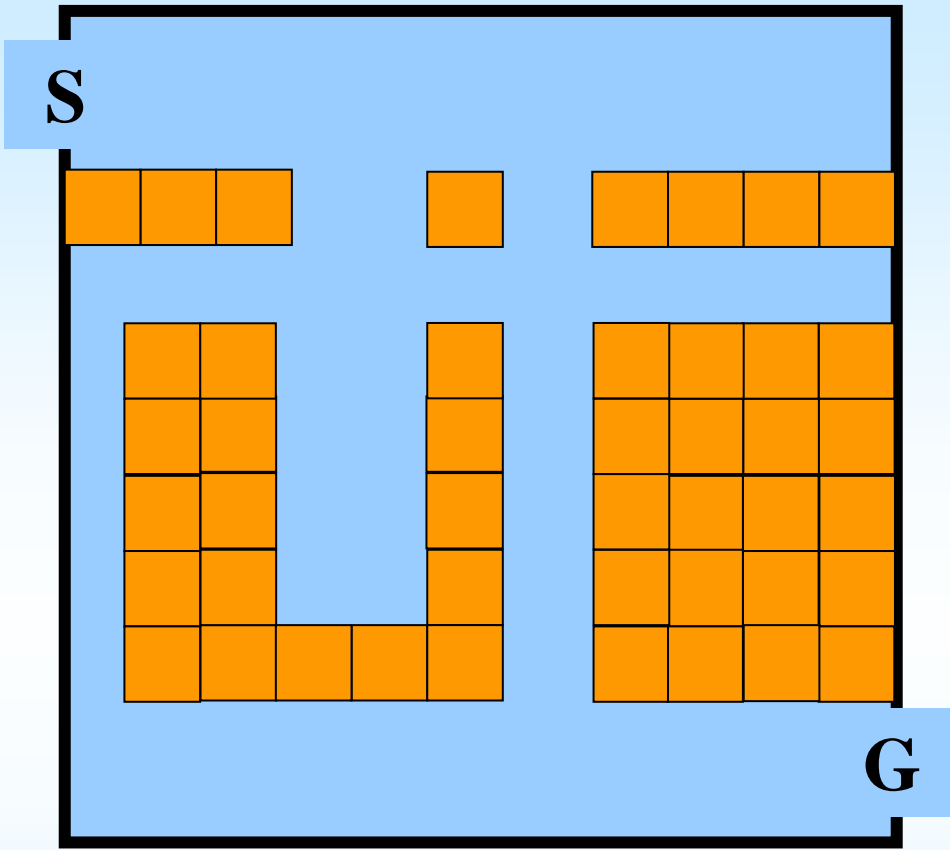
・ 解グラフを想定して、解を探す  
落ちのないように、効率よく

・ 深さ優先探索

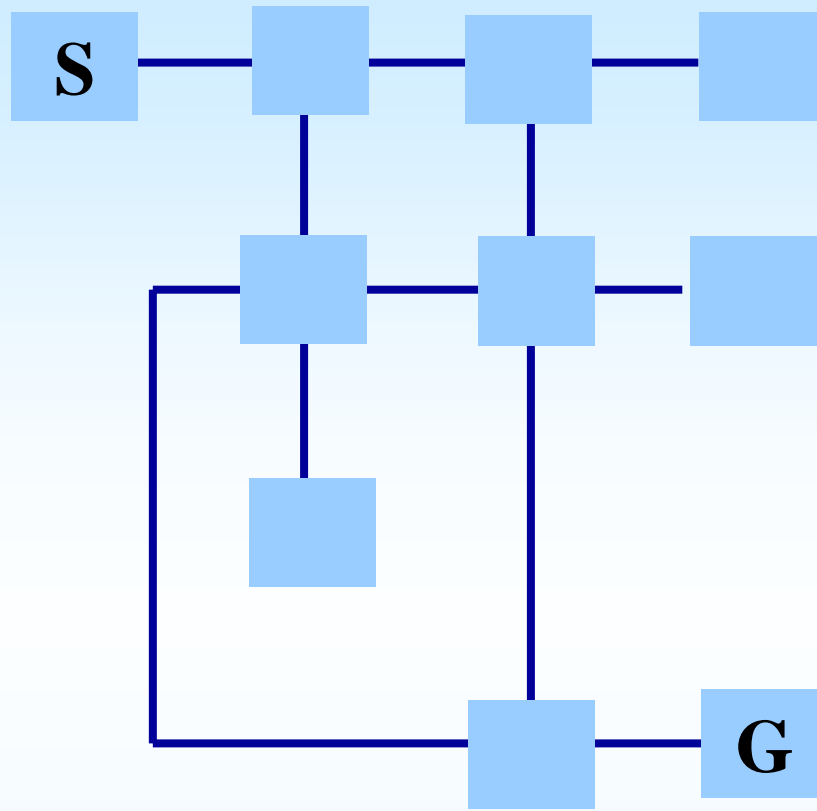
縦型探索 , , , 親 子 孫 . . .

・ 幅優先探索

横型探索 , , , 長女 次女 三女



迷路の実体図



迷路の結線図

テキスト図2.3の迷路の表現

# 迷路問題の作用素は関数である

一般形は;

$$f(\text{node1}, (\text{node1}, \text{node2})) = \text{node2};$$

出発ノード      パス      到着ノード

見方を変えれば,  $f$  は 関数そのもの

これを  $f(N, E)$      $N$     または

•  $f: N \times E \rightarrow N$  と書く

は, **写像(map)する** という意味

# 迷路問題での作用素

作用素(operator)  $f$

$$f(N, E) \quad N;$$

— 状態に作用して, 新しいノードを得る

例 テキストの図2.3

$$f(, (, )) =$$

$$f(, (, )) =$$

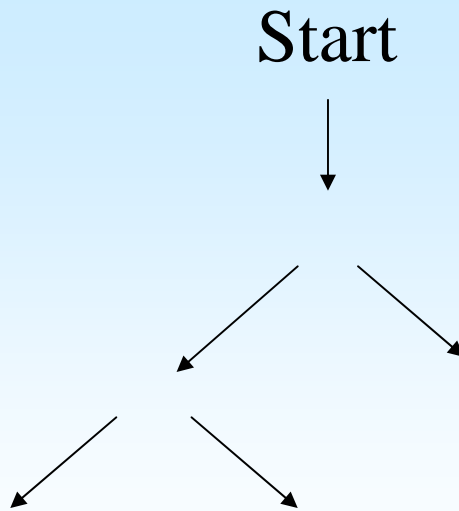
$$f(, (, )) = nil$$

● 一般形は;

$$f(node1, (node1, node2) = node2;$$



(テキスト図 2.3)  
迷路問題の  
解グラフ  
(途中の図)



解グラフが  
仕上がると,  
問題が解決

Start から出発して、「自分が迷路を歩いているつもりになって、分岐点に出会う度に、ノードを展開して行こう。

(通過したところは、色を変えてある)

これは深さ優先探索の例

**迷路問題の探索は来週に続く**