

人工知能 (Artificial Intelligence) の定義いろいろ

- AIとは知的なコンピュータシステム，すなわち人間の振る舞いの中でも知能と結びつく特徴を示すシステムを設計することに関連した計算機科学の一分野である。Barr (1981)
- AIとはその時点で人間の方がよりよくできることをコンピュータ行わせる方法についての研究である。Rich (1983)
- AIとは自然の知能に基づき，人工的な知能を実現させるための研究である。上野 (1985)
- AIとは知的な振る舞い：behaviorについての研究である。Genesereth (1987)
- AIとは知覚，推論，行動を可能にする計算：computationについての研究である。Winston (1992)
- AIとは環境に存在し，知覚，行動するエージェントの研究である。Russel (1995)

まとめると，

AIとは計算モデルを用いて

1. 知的システムの設計や構成に関する研究である。
2. 人間の知能に対する解明や解析に関する研究である。

狭義では，

1. 各問題分野の知識をうまく利用して，組み合わせ的爆発 (combinatorial explosion) が起こる指数的 (exponential order) に難しい問題を，多項式時間 (polynomial time) で解くための手法を研究する学問である。

問題解決 (Problem Solving)

「我々が、ある問題に直面したときに、どのようにその問題を解決しているのだろうか？」

鶴亀算

鶴と亀が合計7匹います。

鶴と亀の足の合計は20本です。

このとき、鶴と亀は各々何匹いるでしょう？

鶴亀算

$$x + y = 7$$

$$2x + 4y = 20$$

$$x = ? \quad y = ?$$

1. 代入法, 加減法で未知数消去
2. 行列方程式の逆行列を求める.
3. $1 \leq x \leq 6, 1 \leq y \leq 6$ のなかで, すべての組み合わせを調べる.

e t c.

鶴 : 4羽, 亀 : 3匹

問題解決のプロセス

Step 1. 問題の定式化:

対象世界から，問題の本質を抽出し，形式的記述を求める．

Step 2. 形式的処理:

得られた形式的記述を，形式的に処理して解を求める．

Step 3. 対象世界での解釈

形式的な解を解釈し，問題対象の解を定める．

連立方程式

鶴亀算

$$\begin{aligned}x + y &= 7 \\ 2x + 4y &= 20 \\ x = ? \quad y = ?\end{aligned}$$

連立方程式を解く

- ・式変換
- ・逆行列計算
- ・値の枚挙

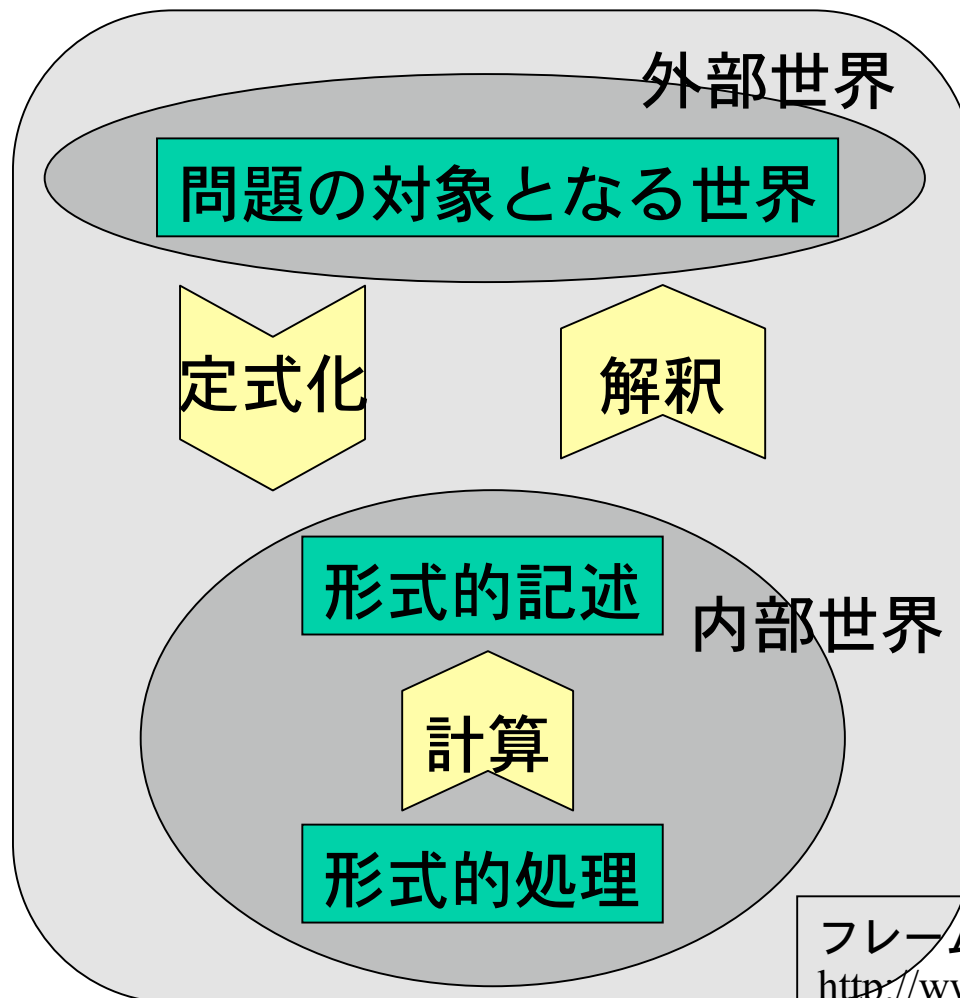
1. 代入法，加減法で未知数消去
 2. 行列方程式の逆行列を求める．
 3. $1 \leq x \leq 6, 1 \leq y \leq 6$ のなかで，すべての組み合わせを調べる．
- e t c .

実世界と
計算モデル
のマッチング

鶴：4羽，亀：3匹

バイクと自動車は7台あり，タイヤの数は20本で．．．

問題解決のプロセス



いかなる問題も対応が可能であり、一般的な枠組みである。

現実の問題では、定式化部分がきわめて難しく単純な数式で表現可能なものはまれである。

例えば、自然言語処理、画像認識などは外部世界から形式的記述への変換が重要な技術となっている。また、ロボティクスなど実環境を対象とする場合には、完全な記述を得るのは不可能であるという前提に基づいた研究がなされている。

フレーム問題を考えてみよう。

<http://www.ai-gakkai.or.jp/jsai/whatsai/AItopics1.html>

対象とする問題の性質

ゲーム，パズルを解く問題を例として．．．

(1950 C.E.Shannonのチェスプログラム→AIプログラム第一号)

(1997 Deep Blue チェスプログラム→世界チャンピオンに勝利)

- 解法，解決手順が決まっていない
 - 相手に必ず勝てる手順が決まっていない
- 解が存在する空間の中から解を試行錯誤的に探索する
(内部世界の形式的処理には必ず探索が含まれる)
(知能とは，タスクやドメインによらない一般的な能力である)

『知能＝探索』

- 『Toy Problem』において一応の成功

しかし，

- NPクラスの問題はどうするのか？

問題定式化の方法

状態空間法 : $\langle Q, O, \varphi, Q_i, Q_f \rangle$

1. Q 状態空間集合 : 問題の対象となるすべての状態空間
2. O オペレータ集合 : 状態を変化させるものの集合
3. $\varphi : Q \times O \rightarrow Q$ 状態遷移関数 : 状態とオペレータから状態への写像
4. $Q_i : Q_i \subset Q$ 初期状態
5. $Q_f : Q_f \subset Q$ 最終状態

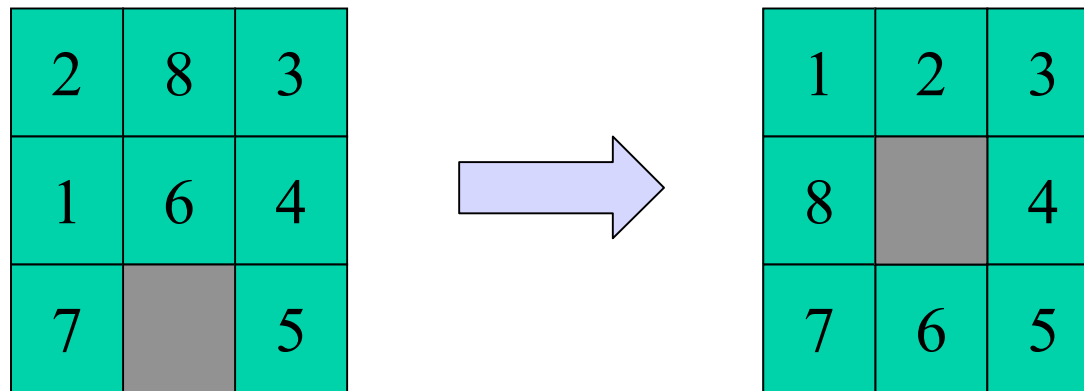
1.~5.がすべて既知であればWell-Structured問題
そうでなければ, ill-Structured問題という.

例題

8パズル：

3×3の盤上に1～8の番号と空所がある．空所には上下左右のコマを滑らせて移動できる．ランダムに配置されたコマを標準配置に戻す手順を求めよ．

初期状態 Q_i と最終状態 Q_f



状態の表現

- 問題の性質を反映させやすい
- オペレータの設定が容易. . .
- ex.記号列, ベクトル, アレイ, グラフ, ツリー, リスト. . .

<表現1> : リスト

[[1W] [2NW] [8N] [3NE] [4E] [5SE] [0S] [7SW] [6C]]

<表現2> : 2次元配列

2	8	3
1	6	4
7	0	5

* 1. ブランクは便宜的に0と表現する.

* 2. ここでは, 盤面把握の容易性から2を選択する

オペレータOの設定

オペレータの記述形式

if 前提条件 *then* オペレーション

効率を考慮し、空白が移動すると考えると、

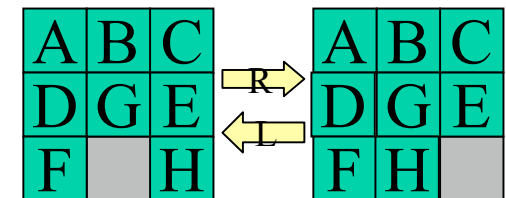
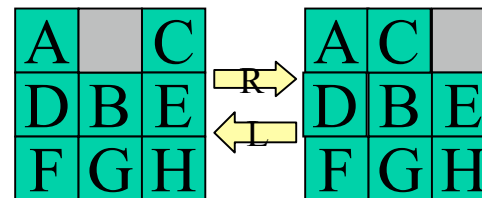
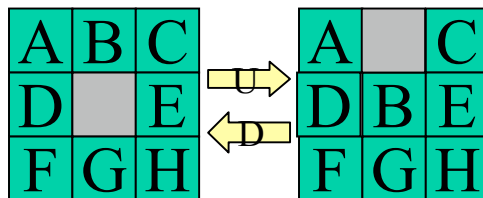
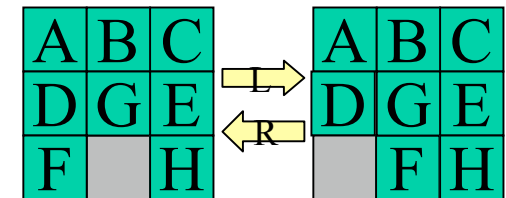
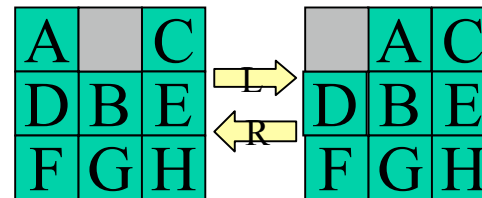
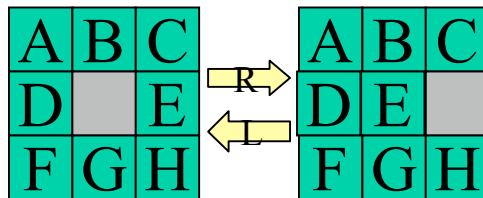
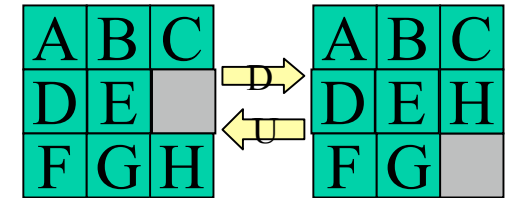
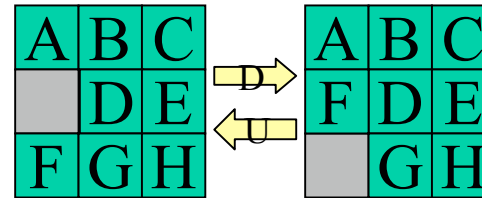
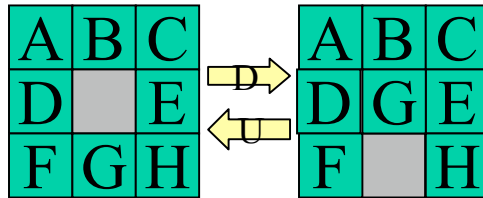
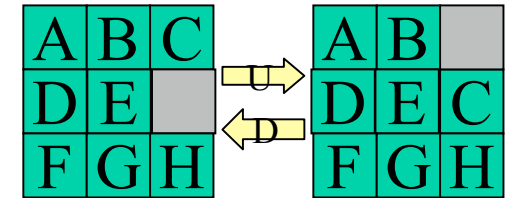
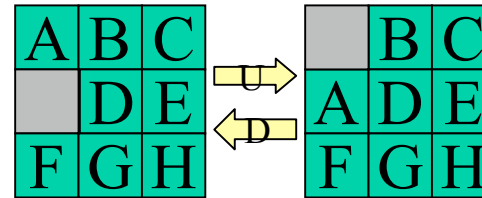
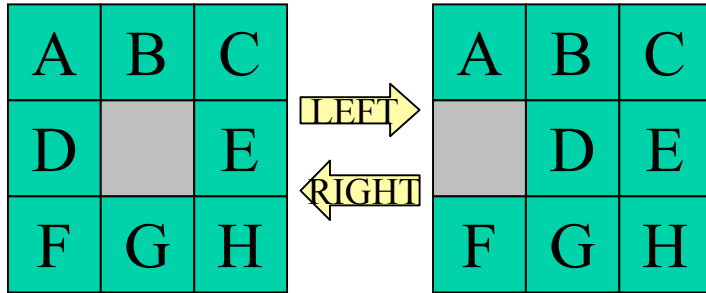
UP: *if* 空所の上にコマがある *then* 空所を上を移動

DOWN: *if* 空所の下にコマがある *then* 空所を下を移動

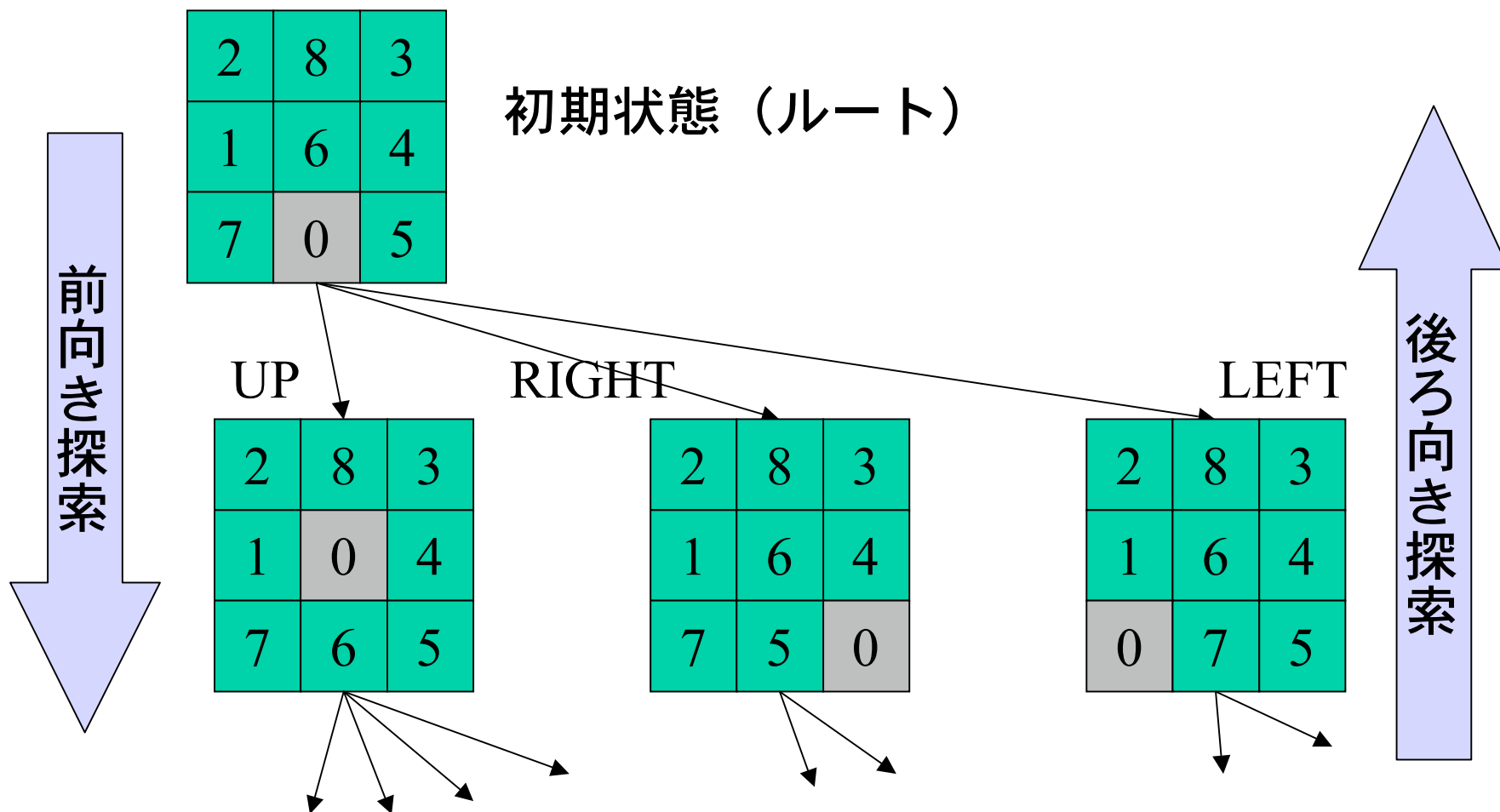
RIGHT: *if* 空所の右にコマがある *then* 空所を右を移動

LEFT: *if* 空所の左にコマがある *then* 空所を左を移動

状態遷移関数 ϕ の設定



木構造による状態空間表現



課題：水瓶問題

Lサイズ，Sサイズの2つの水瓶があり，Lサイズには最大7l，Sサイズには最大5l入る．最初は両方空であるとし，2つの水瓶だけを用いて，最終的にLサイズの水瓶に4l，の水を残したい．但しSサイズの状態は任意でよい．実行できる，操作は以下の4種類である．

- a)水瓶に水を新たに注いで満杯にする．
- b)水瓶の水を捨てて空にする．
- c)一方の水瓶の水を空になるまで，他方に注ぐ．
- d)一方の水瓶の水を他方に満杯になるまで注ぐ．

状態空間法で定式化し，解を導くこと！