

# 探索による問題解決

## 問題の抽象化, 表現

### 問題の抽象化

#### 問題定義要素

- 状態 : 問題の局面の表現
- 操作 : ある状態を別の状態に変換する命令
- 制約 : 操作の適用条件

#### 問題定義

$$P = \langle S, A, s_0, s_g \rangle$$

S : 状態空間. 初期状態から移行可能なすべての状態の集合

A : 操作の集合. 制約の元で行われる操作の集合

$s_0$  : 初期状態. 最初に与えられた状態

$s_g$  : 目標状態. 問題解決時点で成立している状態 (一般に複数)

## ・探索木

初期状態からはじまり、全ての適用可能な操作により展開される状態を節とした木.

通常, 上から下に操作が適用されるとする.

根: 初期状態 ( $s_0$ )

葉: 目標状態 ( $s_g$ ), 操作が適用できない状態

探索木は常に分岐し, 合流はしない.

見た目は同じ状態でも, 経路が異なれば, 異なった記号で表現.

有限木: 有限のステップで必ず「葉」に至る木

無限木: 無限に異なる状態が連鎖する木.

## 問題解決（問題の解を得ること）

問題定義  $P$  において,  $s_0$  から  $s_g$  に至るための  
操作の列を求めること.

### 問題としての将棋

初期状態： 正規の配置

目的状態： 相手の王をとる

操作： 制約の元での, 各駒の動き

制約： 味方の駒を取ってはいけない.  
2歩は禁止する, など.

### 問題としての構文解析

初期状態： 記号の列

目標状態： 構文解析された記号群

操作： 単語と品詞の対応付け（辞書引き）  
品詞間の関係付け（文法調べ）

# 探索の種類

## 全解探索

探索木の全ての節点を系統的に順次たどり、可能な解をすべて挙げる。

縦形（深さ優先）探索：

バックトラック (backtrack) あり  
選んだ一つの枝を可能な限り、または予め定められた深さまで進む。

横形（幅優先）探索： バックトラック なし

根から同レベルにある、移行可能な全状態を調べる。

## 縦形, 横形の計算量

記憶容量	縦形 :	探索の深さ $d$ レベルに至る全状態.
	横形 :	探索の深さ $d$ レベルの全状態.
停止問題	縦形 :	グラフ探索がループに落ち込むと目標に到達できない可能性.
	横形 :	解があれば必ず到達. この解は最短距離で到達できる解.
計算量	縦形 :	探索の深さを $d$ に限っても, 平均分岐数が $n$ ならば, $n$ の $d$ 乗.
	横形 :	探索の深さ $d$ , 平均分岐数 $n$ ならば, $n$ の $d$ 乗.

底部が  $n^d$  で広がる探索木が含む全状態数  
 $n^0 + n^1 + n^2 + \dots + n^{d-1} + n^d$   
は,  $n^d$  のオーダー.

全解探索 → 探索空間が指数的爆発