

人工知能入門

-探索による人工知能-

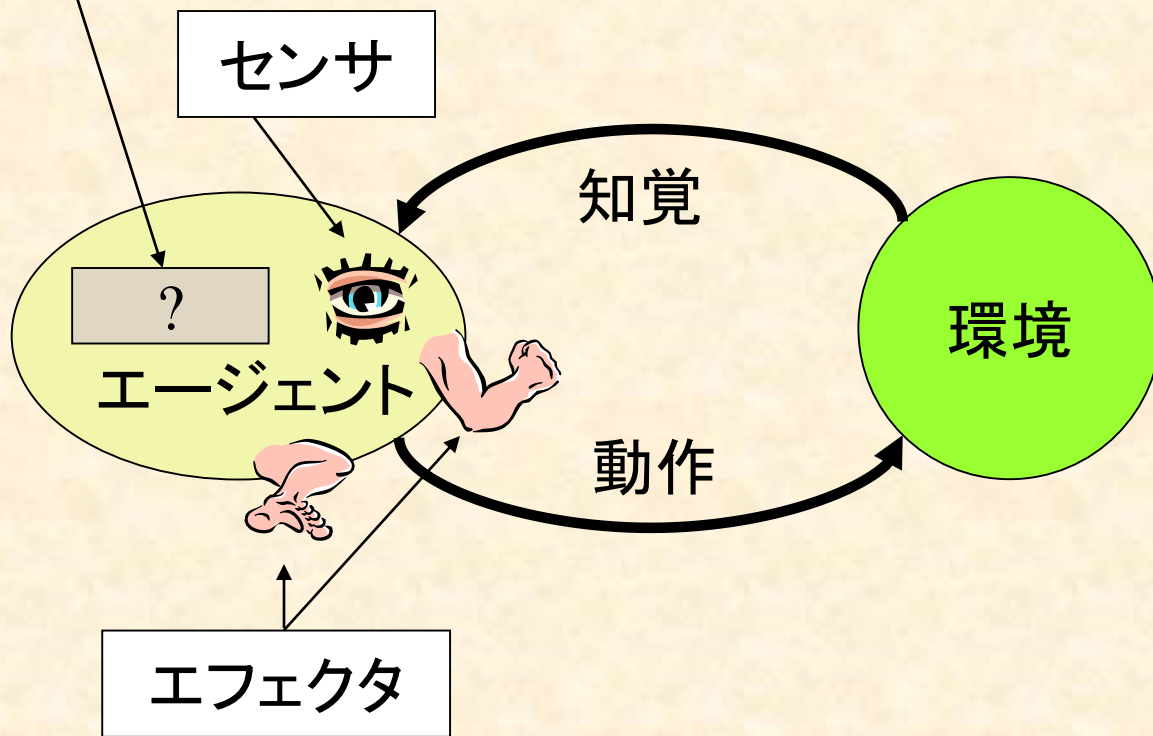
Lecture 9

ヒューリスティック探索(1)

<http://www2.teu.ac.jp/gamelab/LECTURES/ArtificialIntelligence/index.html>

合理的エージェント

この設計方法は？



探索戦略

探索戦略の種類

✦ 情報のない探索 (盲目探索)

- ◆ 現在の状態からのゴールに至るステップの数や経路コストに関する情報を持たない
- ◆ ゴール状態と非ゴール状態との区別することだけ
- ◆ 幅優先探索、均一コスト探索、深さ優先探索

✦ 情報のある探索 (ヒューリスティック探索)

- ◆ ゴールに近そうな状態を先に展開する等の情報を利用する探索戦略
- ◆ 欲張り探索、 A^*

ヒューリスティック探索

最良優先探索

✦ 一般的探索アルゴリズム

- ◆ 知識を適用できる箇所は待ち行列関数のところだけ
- ◆ この知識は評価関数として与えられる
- ◆ 節点を展開することの好ましさに比例した数字を返す関数

✦ 最良優先探索

- ◆ 評価値が最大の節点が最初に展開されるような順番で待ち行列を並べられる

function Best-First-Search(*problem*, Eval-Fn)

returns a solution sequence

inputs: *problem*, a problem

Eval-Fn, an evaluation function

Queuing-Fn ← a function that orders nodes by Eval-Fn

return General-Search(*problem*, *Queuing-Fn*)

ヒューリスティック探索

欲張り探索

✦ ヒューリスティック関数

- ◆ $h(n)$ = 節点 n の状態からゴール状態までの最短の道の見積もりコスト
- ◆ n がゴールのときに $h(n) = 0$ が成り立ってさえいれば、 h はいかなる関数でもよい

✦ 欲張り探索

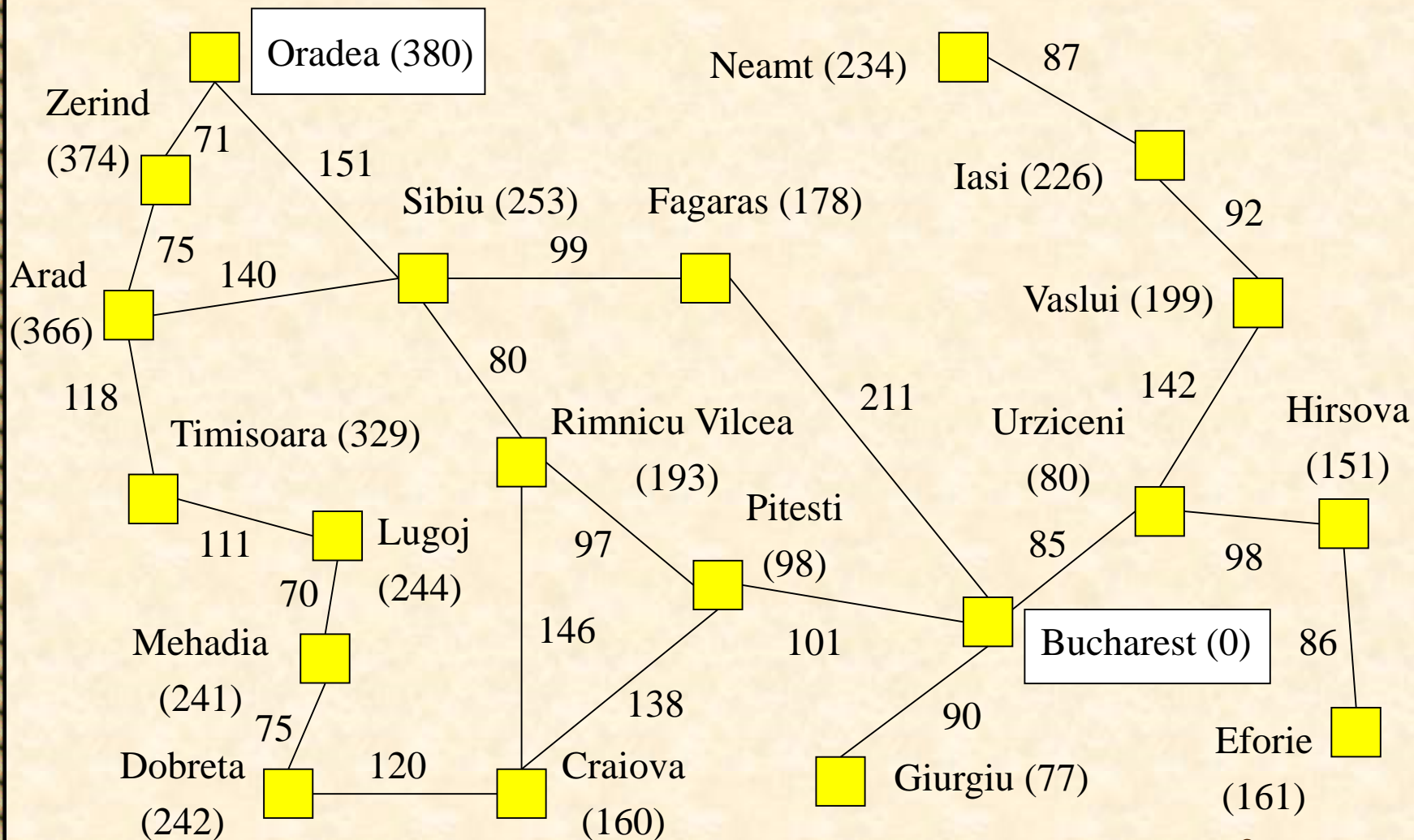
- ◆ 展開すべき次の節点の選択に h を用いる最良優先探索

function Greedy-Search(*problem*) **returns** a solution or failure

return Best-First-Search(*problem*, h)

欲張り探索

演習問題9-1: OradeaからBucharestへ



最良優先探索

欲張り探索

✦ この例: 探索コストが最小になった

- ◆ 解の経路上にない節点を展開することなしに解を発見した

✦ 問題1: 最適ではない

- ◆ Oradea-Sibiu-Fagaras-Bucharest の経路(461キロ)は Oradea-Sibiu-Rimnicu Vilcea-Pitesti-Bucharestの経路 (429キロ)より長い

✦ 問題2: 間違ったスタートの影響を受けやすい

- ◆ IasiからFagarasへ: 最初Neamtを展開するが、行き止りである
- ◆ 繰り返しの状態を注意して判定しておかないと解は永久に求まらない: 探索はNeamt とIasi の間を行ったり来たりする

✦ 計算量

- ◆ 時間計算量は最悪 $O(b^m)$ (m は探索空間の最大の深さ)
- ◆ すべての節点をメモリに保持する必要があるので空間計算量は時間計算量と同じ
- ◆ よいヒューリスティック関数があれば、空間・時間計算量は実質的に減らすことができる

最良優先探索

A* 探索

★ 欲張り探索

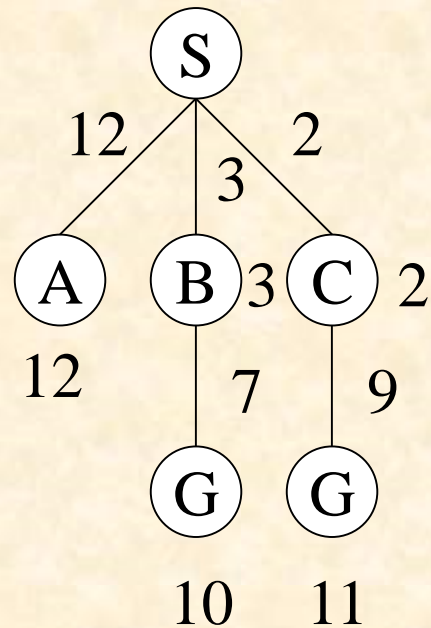
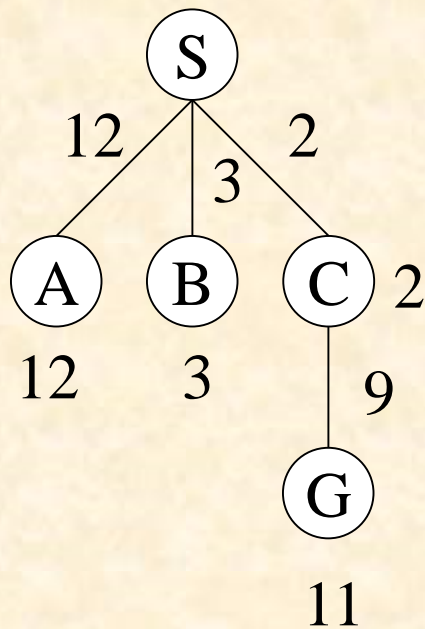
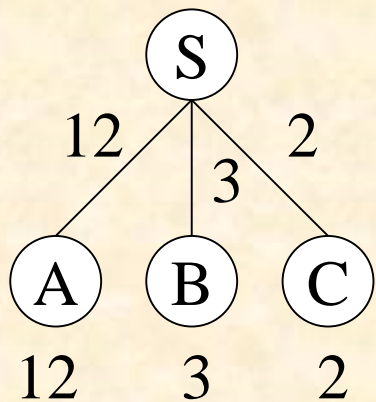
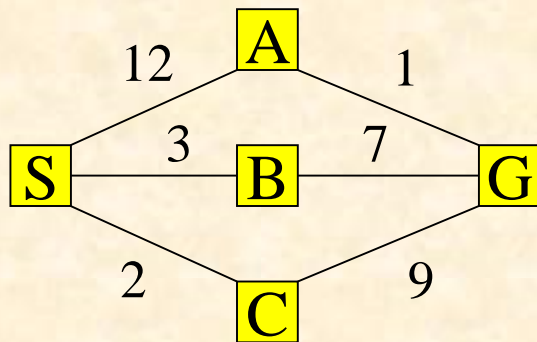
- ◆ ゴールまでのコストの見積もりである $h(n)$ を最小化する
- ◆ 探索コストをかなり減らすことができるが、最適でも完全でもない

★ 均一コスト探索

- ◆ 経路のコスト $g(n)$ を最小化する
- ◆ 最適で完全であるが、非効率的である

均一コスト探索

例



最良優先探索

A* 探索

★ A* 探索

- ◆ 二つの評価関数を単に足し合わせる:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

- ◆ $f(n) = n$ 経路の最短解の見積りコスト

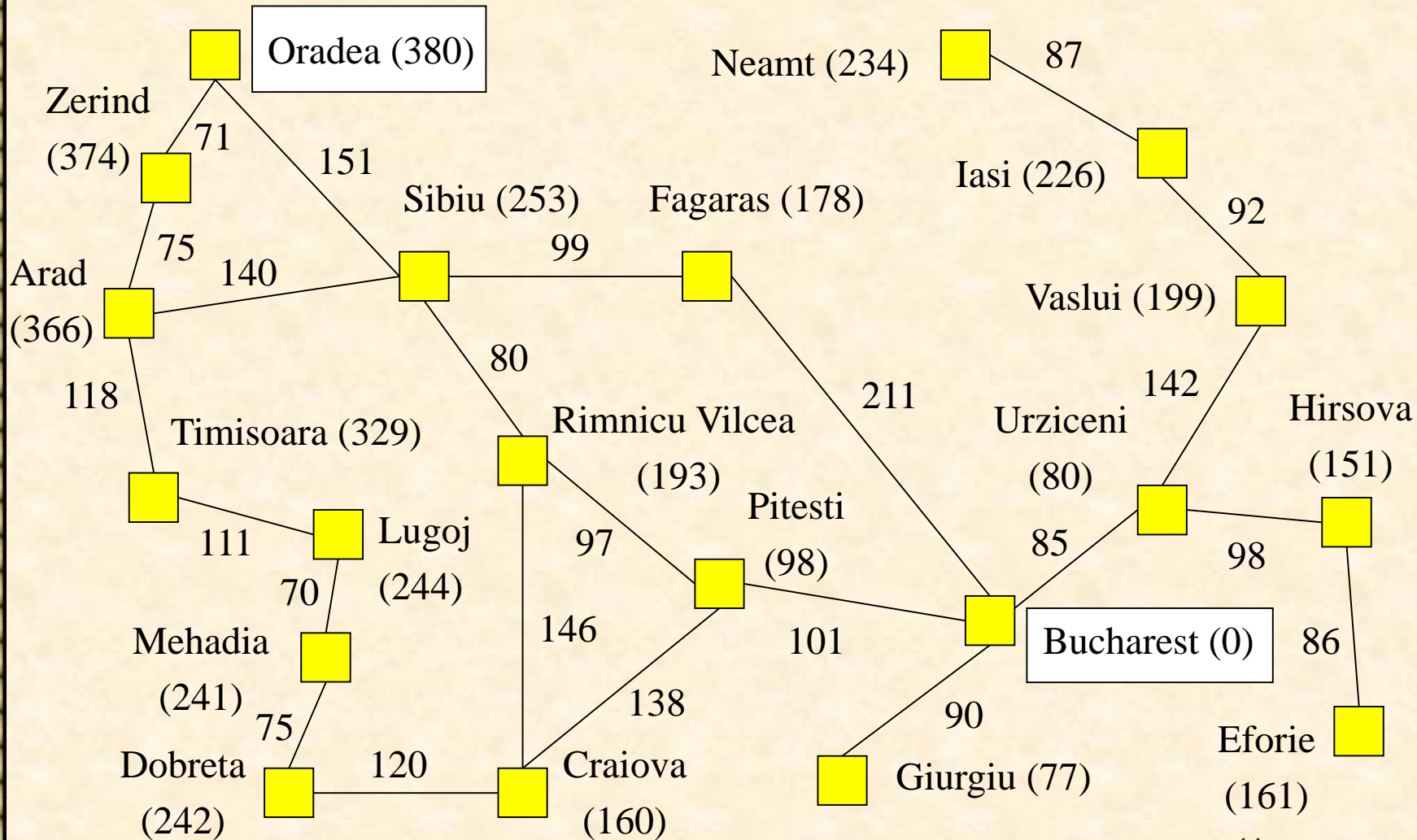
★ 完全で最適であるための条件: h は許容的

- ◆ h 関数が目標までの実際コストを決して超えない
- ◆ 例: ルーマニア問題の直線距離

```
function A*-Search(problem) returns a solution or failure
return Best-First-Search(problem,  $g+h$ )
```

A* 探索

演習問題9-2: Oradeaから Bucharestへ



まとめ

★ ヒューリスティック探索

- ◆ ゴールに近そうな状態を先に展開する等の情報を利用する探索戦略

★ 評価関数

- ◆ 節点を展開することの好ましさに比例した数字を返す関数

★ 最良優先探索

- ◆ 評価値が最大の節点が最初に展開されるような順番で待ち行列を並べられる

★ ヒューリスティック関数

- ◆ 現在の状態からゴール状態までの最短の道の見積もりコスト

★ 欲張り探索

- ◆ 展開すべき次の節点の選択に h を用いる最良優先探索

★ A* 探索

- ◆ 展開すべき次の節点の選択に経路コストとヒューリスティック関数を用いる最良優先探索

ミニテストについて

★ 明日の朝は2回目のミニテストを行う

- ◆ 持ち込み可
- ◆ 遅刻しないように
- ◆ 内容: 盲目探索(第5回～第8回)