

人工知能入門

-探索による人工知能-

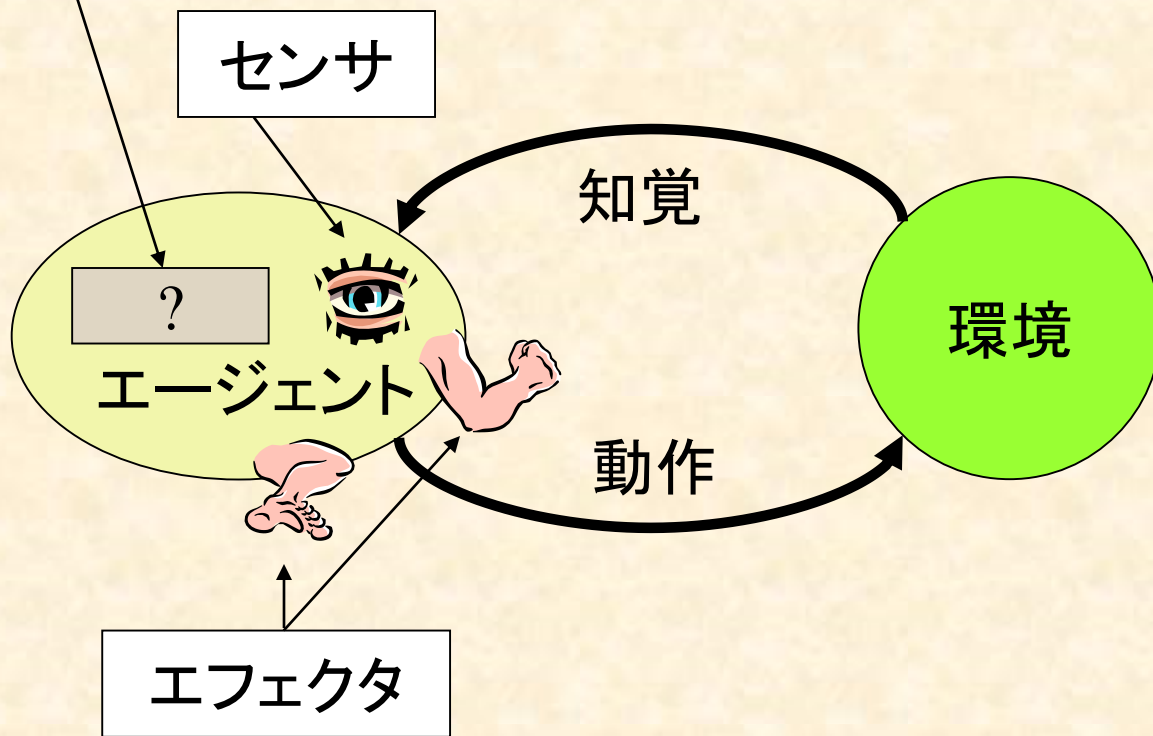
Lecture 11

敵対探索: Min-max探索

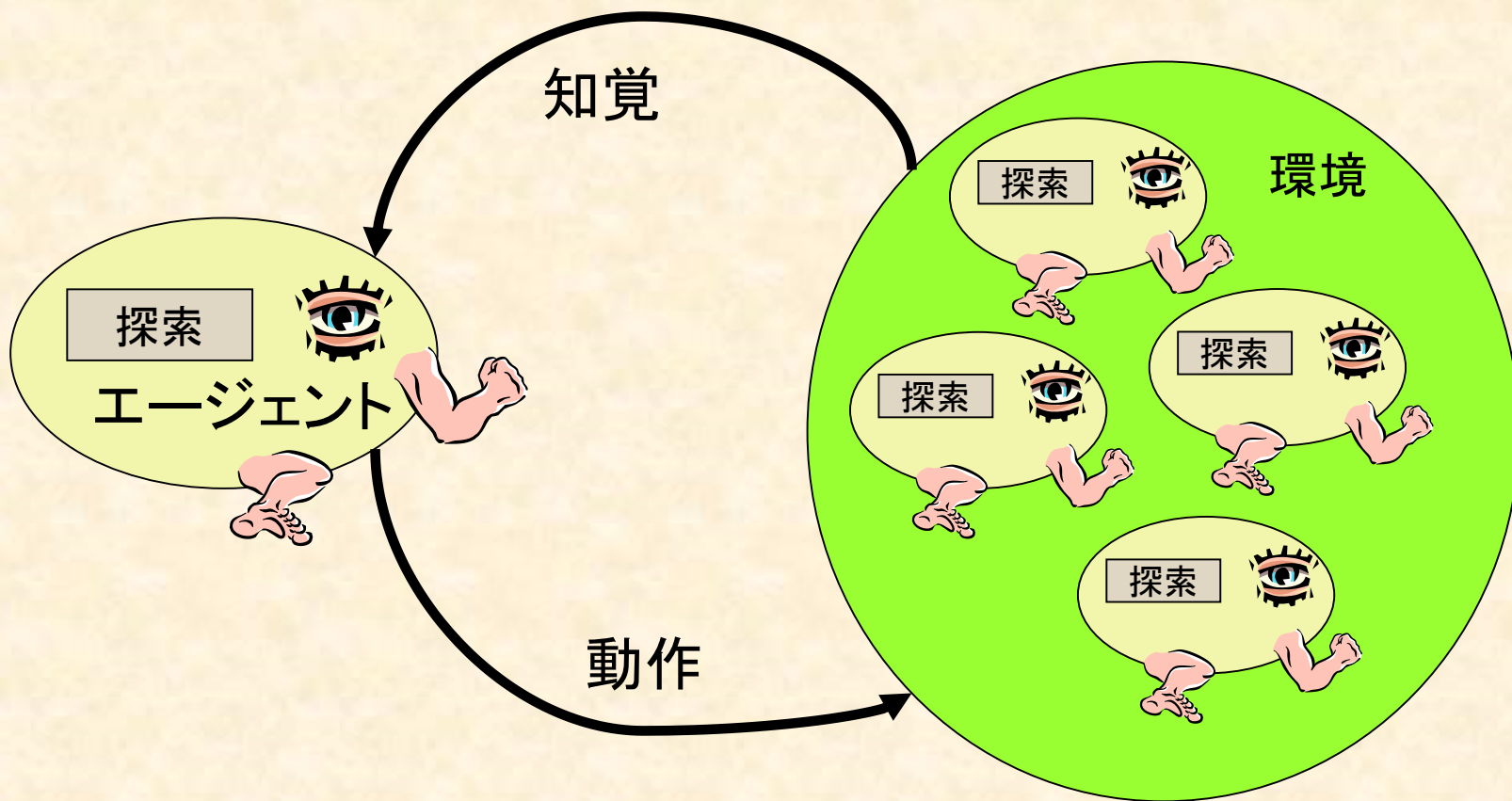
<http://www2.teu.ac.jp/gamelab/LECTURES/ArtificialIntelligence/index.html>

合理的エージェント

この設計方法は？



競合の環境

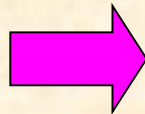


ゲームの中の敵対探索

- ✦ **ゲームが持っている抽象性は興味深い研究対象**
 - ◆ ゲームの状態は表現が容易
 - ◆ かなり少数の動作しかできないようになっている
 - ◆ 競合的な環境の理想モデル
- ✦ **人工知能において最初に研究されたテーマの一つ**
 - ◆ **1950**: *Claude Shannon* の“Programming a Computer for Playing Chess”
 - ◆ **1951**: *Alan Turing*の初めてのチェスシミュレーション
- ✦ **チェスはコンピュータにも何か知能を必要とすることの存在証明になる**

以前の探索と違うところ

- ✦ 敵対者の存在によって不確実性が導入される
 - ◆ 敵対者は何をするか？
 - ◆ 敵対者は可能な限りこちらのエージェントにとって嫌な手を指す
- ✦ 多くのゲームが完全に解くには難しすぎる
 - ◆ チェス: 平均分岐度は35、一局の手数は100手ので探索木は 35^{100} ノードをもつ
 - ◆ しかし、解けるゲームはつまらない！
 - ◆ 指し手の正確な結末を計算するための十分な時間がない
 - ◆ プレイヤーの過去の経験から指し手を決める



ゲームは標準的な探索問題よりも実世界に近い

二人ゲームにおける完全な決定

★ 二人でプレイするゲームの一般的な場合

- ◆ 二人をそれぞれをMAXとMINと呼ぶ
- ◆ MAXが先手
- ◆ ゲームが終わるまで交互に指し続ける
- ◆ ゲームが終わったときにある得点が勝者に与えられる

★ ゲームの問題定式化

- ◆ 初期状態: 盤面の状態とどちらの手番かの指示
- ◆ オペレータ: プレイヤーが指すことのできる合法手を定義する
- ◆ 終端テスト: ゲームの終了を決定する
- ◆ 効用関数(報酬関数): ゲームの結果を数値として与える

ゲームの戦略

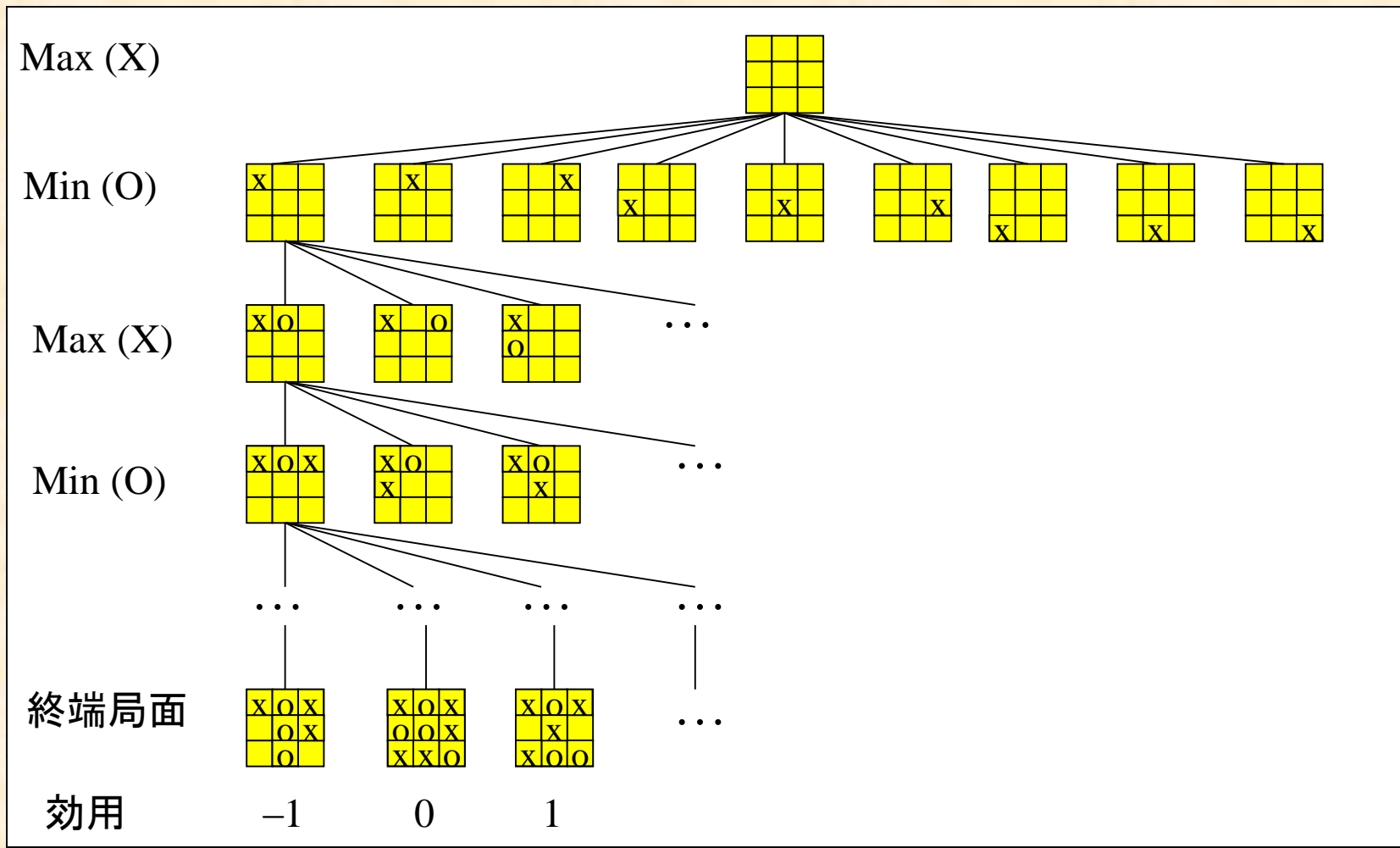
★ 普通の探索問題

- ◆ 勝者となる終端状態へ達する指し手列を探索し、その列の最初の手を指す
- ◆ MINはそれを許さない！

★ ゲームの場合、戦略が必要

- ◆ MINが指すことのできるそれぞれの手に対するMAXの最適な手を決定

三目並べ(○×ゲーム)



ゲーム木

✦ 手を決めるためにプレイヤーは「先読み」する

✦ **ゲーム木**

- ◆ ゲームの「先読み」をコンピュータで計算するために利用されるもの

- ◆ 「先読み」は「探索」と呼ぶことが多い

✦ **ゲーム木を作成するために必要**

- ◆ 局面

- ◆ 着手

局面

✦ 局面

- ◆ ゲームの現在状況を表す

✦ 局面の情報はゲームによって変わる

- ◆ オセロ: 盤面の駒の配置、手番
- ◆ 将棋: 盤面の駒の配置、先手と後手の持ち駒、手番、開始からの局面の変遷(千日手の判定)
- ◆ 囲碁: 盤面の石の配置、あげはま、手番、直前の相手の着手(劫の判定)

✦ 実際のデータ構造もゲームによって変わる

着手

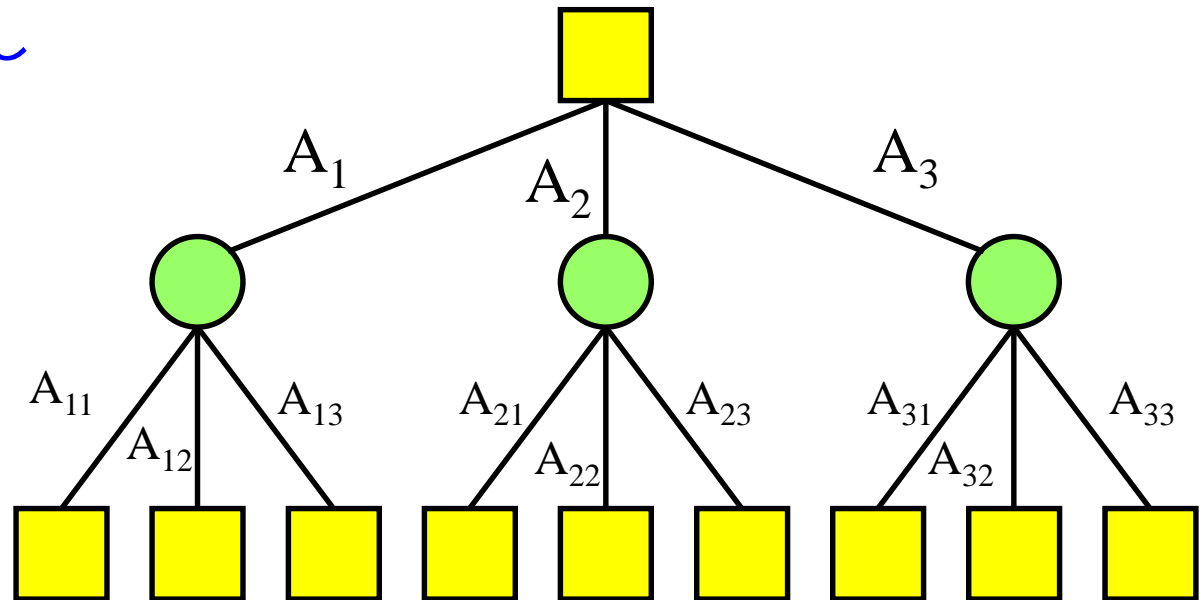
✦ 「先読み」のため、現在局面に対して「次局面」を作成しなければならない

✦ 可能な着手

- ◆ 現在局面での合法的な着手すべてを求める
- ◆ 可能な着手を列挙する手続き
 - ・ 現在局面→可能な着手の集合
- ◆ 勝ち負け判定手続き
- ◆ 次局面を求める手続き

ゲーム木

1. 現在の局面から開始
2. 可能な着手を列挙する
3. 次局面を求める
4. 2からの繰り返し



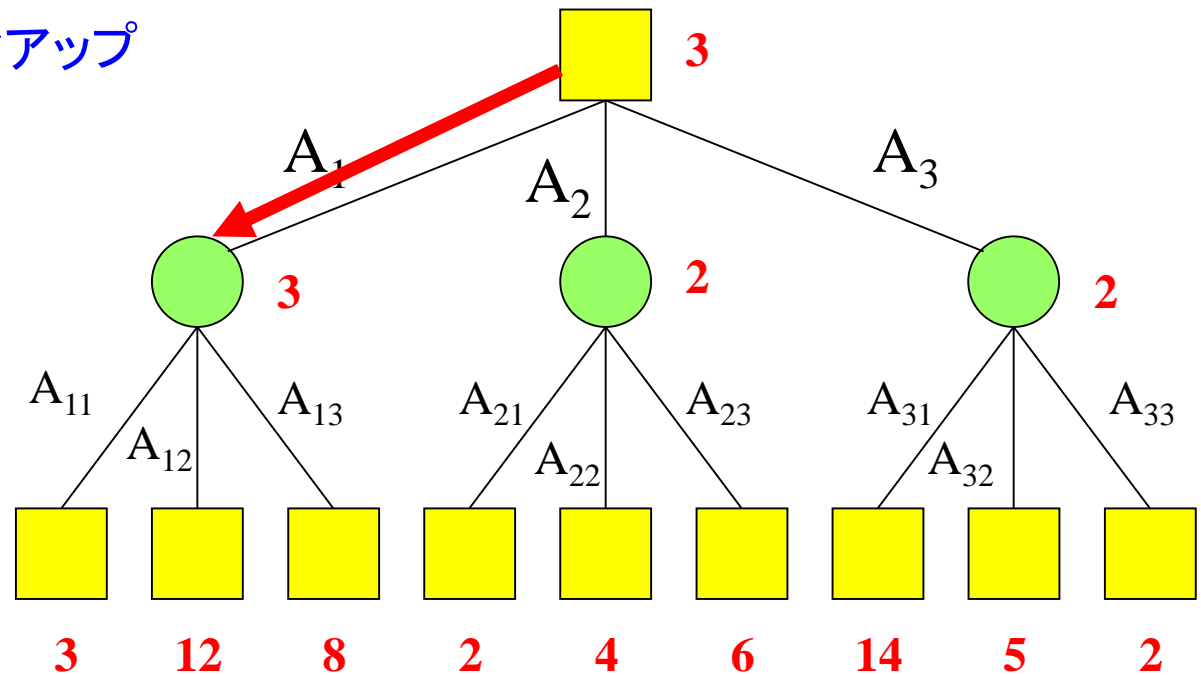
Min-max戦略

★ Min-max戦略

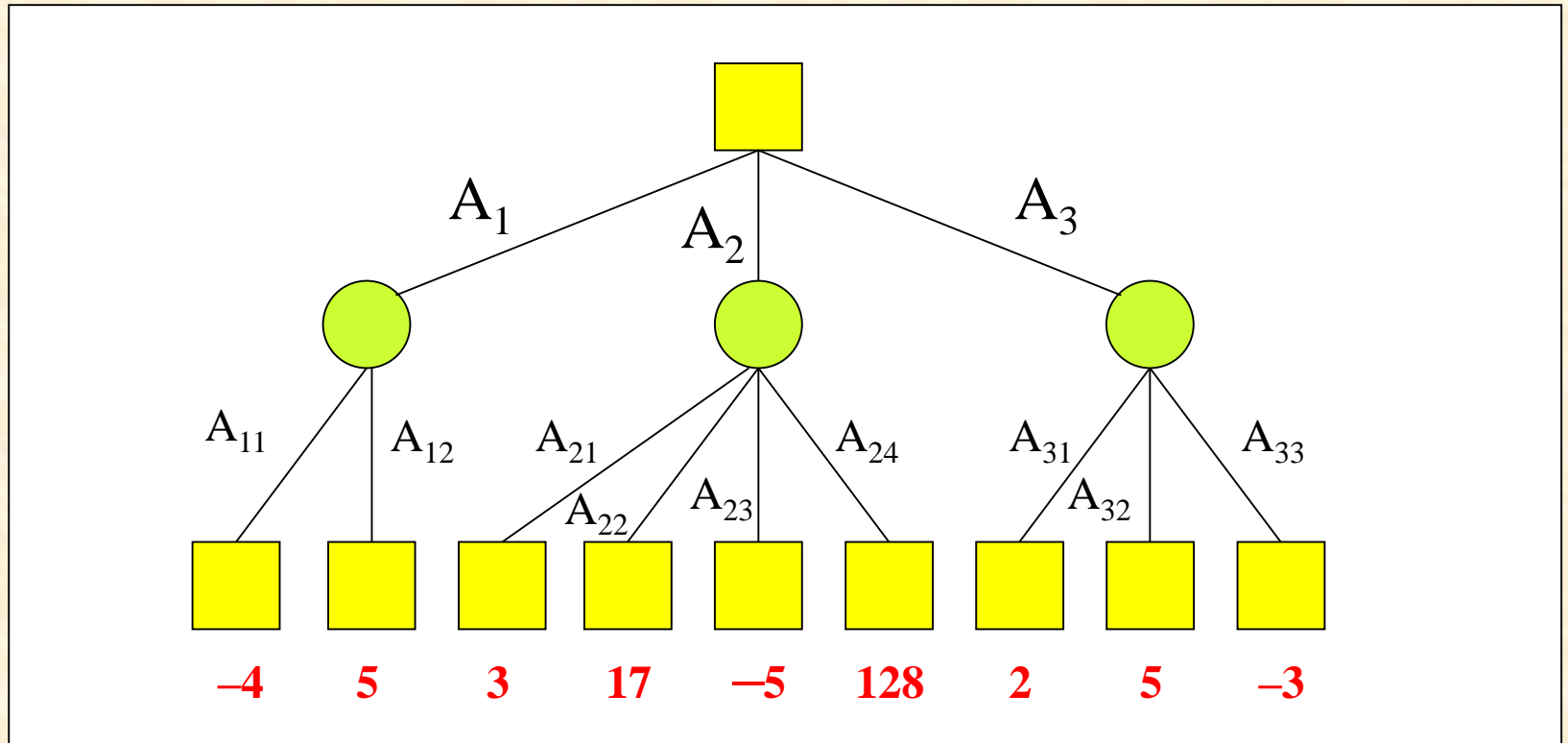
- ◆ 自分側の評価観をもとにした場合
 - 自分が判断を下す局面では、その価値が最大のものを選択する
 - 相手が判断を下す局面では、その価値が最小のものを選択する
- ◆ 最終的に最適な行動がとれる

Min-max探索

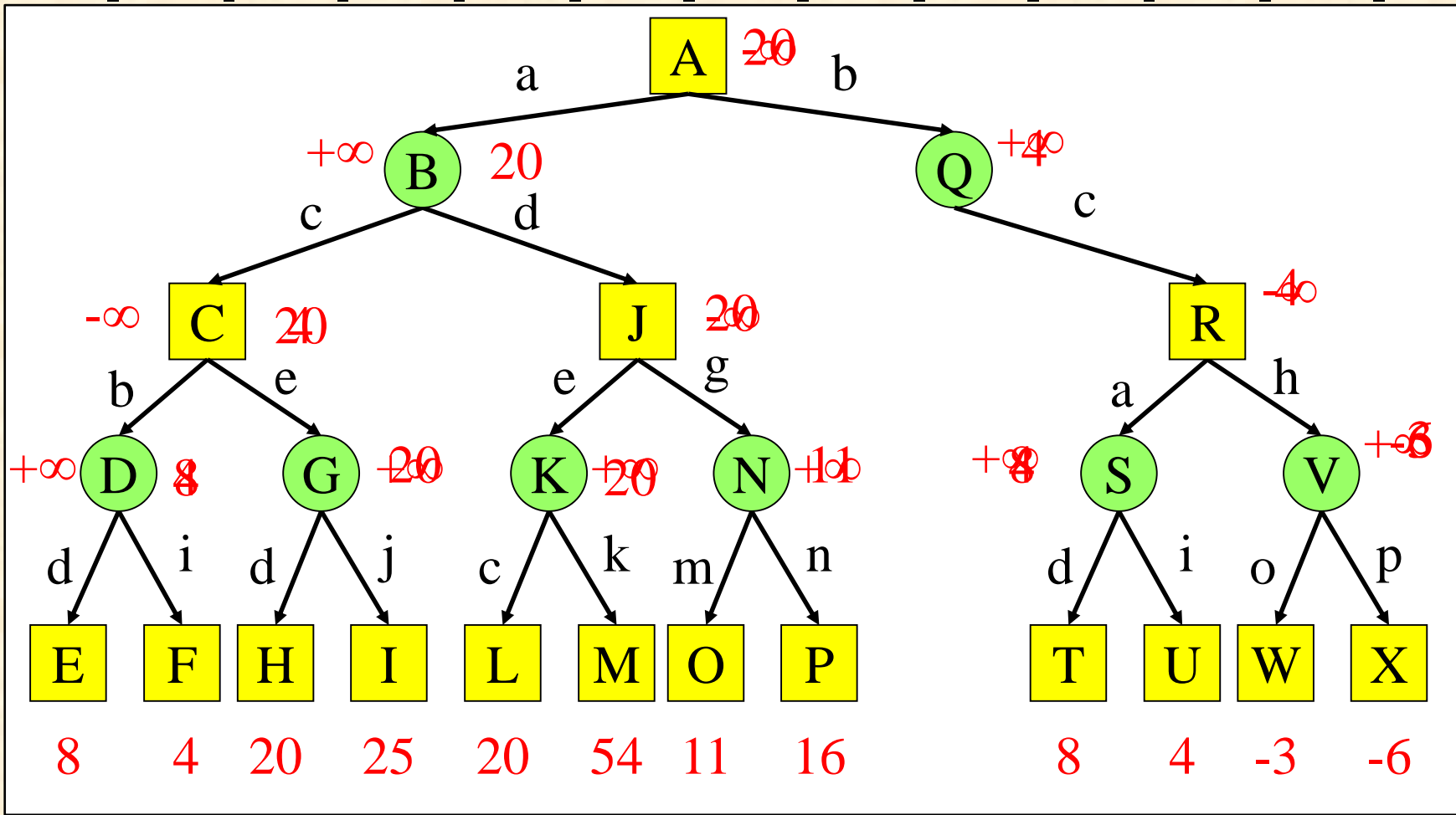
1. 現在の局面から開始
2. 探索木を作成
3. 局面の評価
4. 評価値をバックアップ
5. 最善手を決定



演習問題11: Min-max探索



Min-max探索



まとめ

✦ 敵対探索

- ◆ 競合的な環境の中の探索

✦ 二人でプレイするゲームの場合の敵対探索

- ◆ MAX(先手)とMIN(後手)はゲームが終わるまで交互に指し続ける
- ◆ ゲームが終わったときにある得点が勝者に与えられる

✦ ゲームの問題定式化

- ◆ 初期状態、オペレータ、終端テスト、効用関数

✦ Min-max探索

- ◆ MINが指すことのできるそれぞれの手に対するMAXの最適な手を決定