

Inteligência Artificial

Busca Expectimax

Profa. Debora Medeiros

Incerteza de ações

- Quando não podemos ter certeza das consequências de uma jogada:
 - Aleatoriedade explícita: jogar um dado
 - Oponentes imprevisíveis: seres humanos
 - Ações podem falhar: robótica
- Busca como Expectimax
 - Nós max como no Minimax
 - Nós de chance: como min, mas saída é incerta
 - Calcular sua utilidade esperada
 - Média ponderada dos filhos

Revisão de probabilidade

- Variável aleatória
 - Realização possível dentre um conjunto de eventos.
- Distribuição de probabilidade
 - Probabilidade de ocorrência para cada valor possível da variável aleatória
- Exemplo:
 - Tráfego na rodovia Imigrantes:
 - Variável aleatória: $T = \{\text{leve, médio, pesado}\}$
 - Distribuição: $P = \{0.25, 0.50, 0.25\}$

Revisão de probabilidade

- Probabilidades:
 - Sempre não negativas
 - Devem somar UM para todos os resultados possíveis.

Revisão de probabilidade

- Esperança (ou o valor esperado) de uma variável aleatória
 - Valor central em uma distribuição
 - Média ponderada de todos os possíveis resultados
- Matematicamente:
 - $E[X] = \int p_X(x)x dx$ (para variáveis contínuas)
 - $E[X] = \sum_i p_X(x_i)x_i$ (para variáveis discretas)
- Exemplo:
 - Para chegar na baixada santista pela imigrantes
 - O total de tempo esperado para uma viagem é:
 - $0.25 \cdot 40 + 0.50 \cdot 60 + 0.25 \cdot 120 = 70\text{mins}$

Utilidades

- Dada uma função de utilidade $U(s)$ e probabilidade p_i correspondente a cada estado terminal i
 - Utilidade esperada de um nó:
 - $E[U](n) = \sum_i p_i U(s_i)$
 - Para todo estado terminal i filho do nó n

Algoritmo Expectimax

- Acrescentamos uma nova ou camada de nós entre MAX e MIN
 - CHANCE (sorte)
 - Nós probabilísticos.

Algoritmo Expectimax

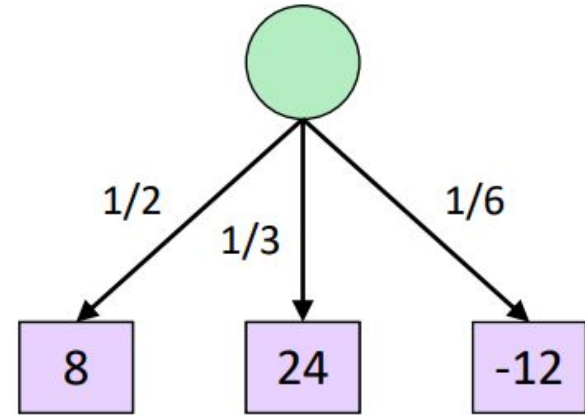
```
def valor(estado):  
    if estado é terminal: return  $U(\text{estado})$   
    if próximo jogador é MAX: return max(estado)  
    if próximo jogador é CHANCE: return exp-val(estado)
```

```
def max(estado):  
    iniciar  $v = -\infty$   
    for each sucessor do estado:  
         $v = \max(v, \text{valor}(\text{sucessor}))$   
    return  $v$ 
```

```
def exp-val(estado):  
    iniciar  $v = 0$   
    for each sucessor de estado:  
         $p = \text{probability}(\text{sucessor})$   
         $v += p * \text{valor}(\text{sucessor})$   
    return  $v$ 
```

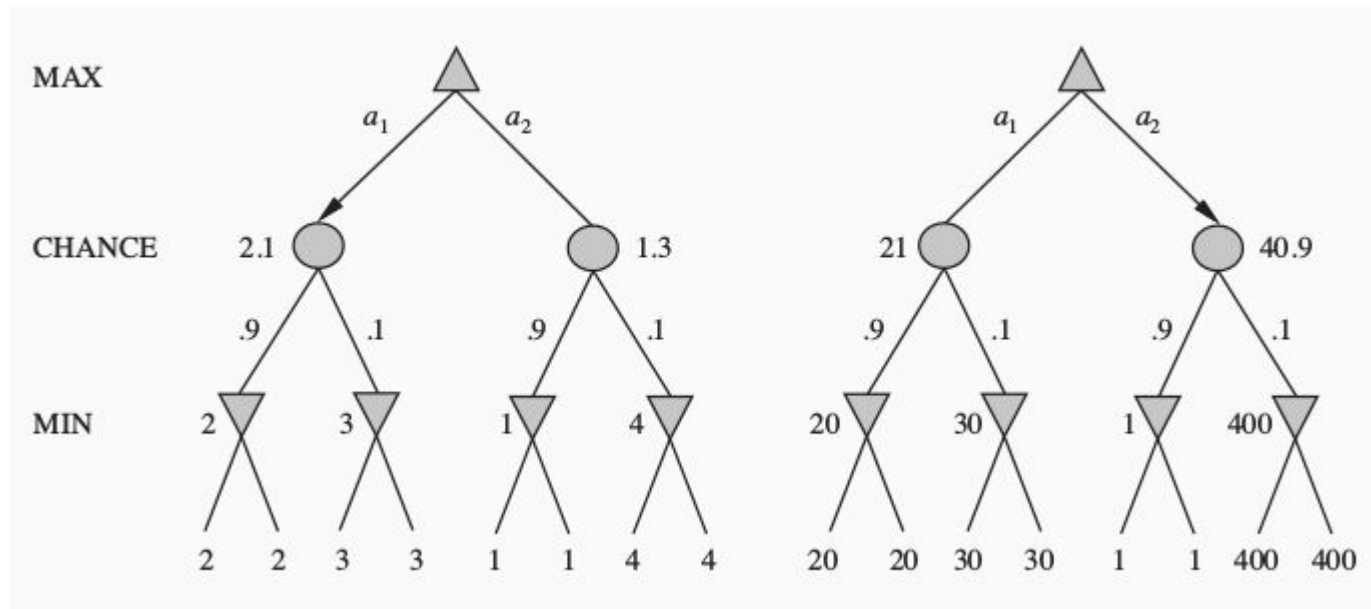

Exemplo

```
def exp-val(estado):  
    iniciar v = 0  
    for each sucessor de estado:  
        p = probability(successor)  
        v += p * valor(successor)  
    return v
```



$$v = (1/2) (8) + (1/3) (24) + (1/6) (-12) = 10$$

Exemplo

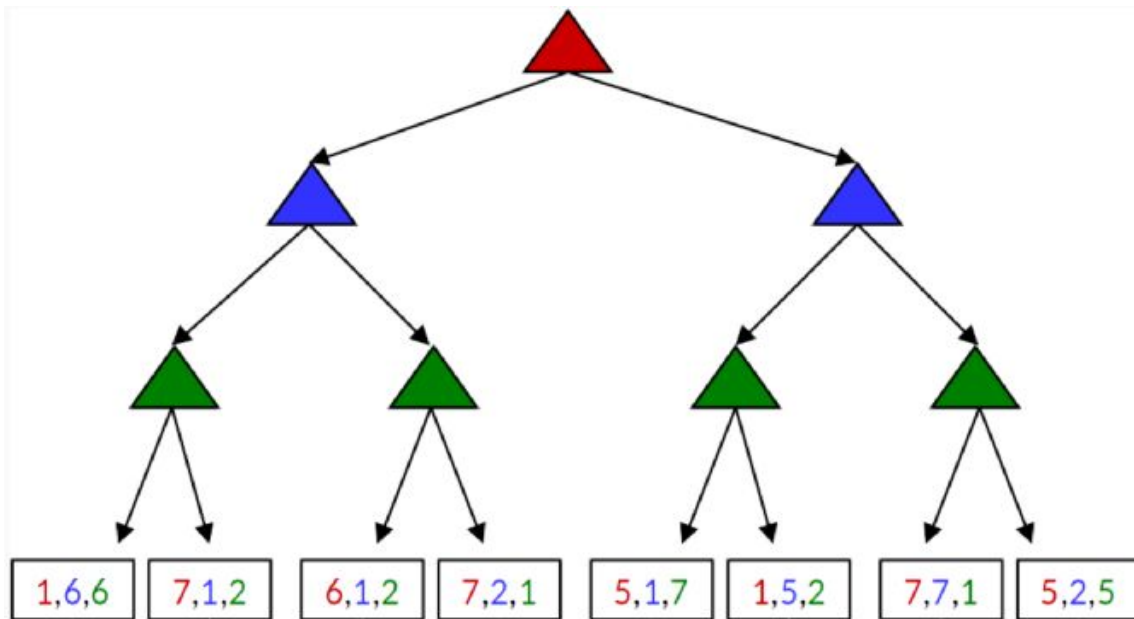


Expectimax

- Caso as probabilidades não sejam conhecidas
 - Elas podem ser estimadas
 - Pelo conhecimento que temos do jogo
 - Simulações aleatórias

Jogos com mais de 2 jogadores

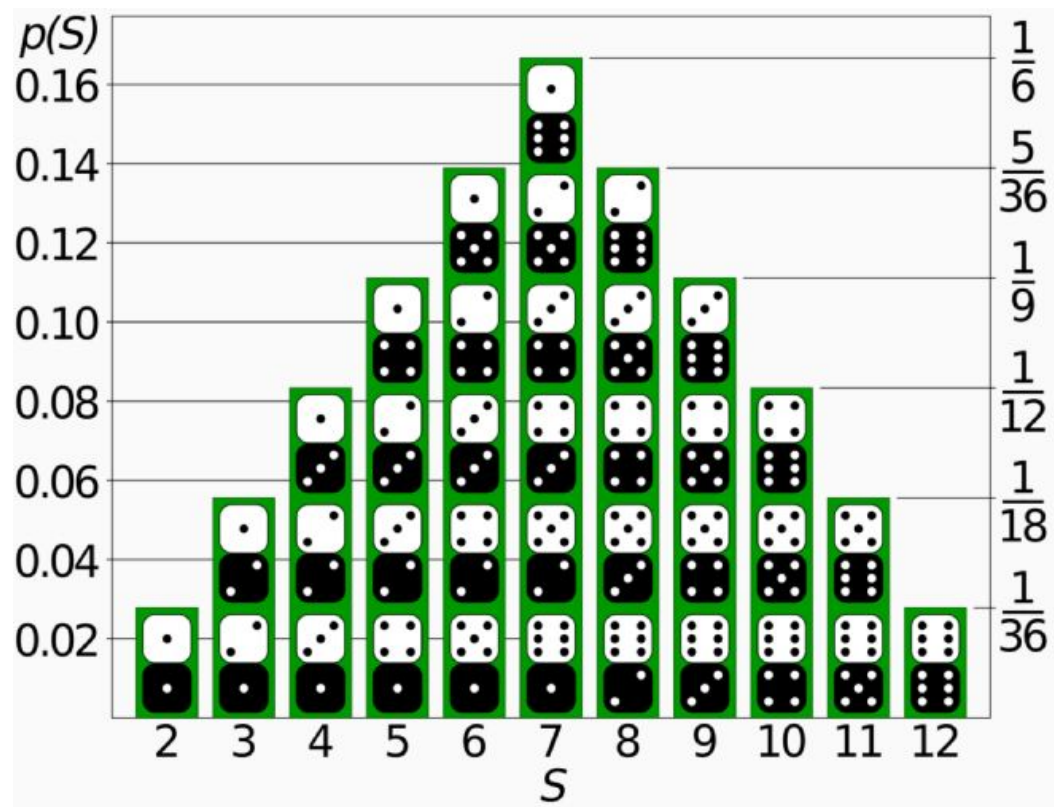
- Adaptar o Minimax para esses casos!
 - Terminais contém tuplas de utilidades para cada jogador
 - Todos os jogadores se tornam MAX



Exercício

- Considere o jogo:
 - Anuncie um número entre 7 e 9.
 - Role dois dados
 - Se o número for igual ou maior que o número anunciado, você ganha a quantia do número anunciado em reais.
 - Se for menor, você recebe apenas 2 reais.
- Monte os ramos da árvore para esse problema.
- Qual é a melhor opção para maximizar o ganho?

Exercício



Referências

- Material de:
 - Denis Fantinato e Fabrício, UFABC
 - Anca Dragane e Sergey Levine, University of California, Berkeley