

Conhecimento Incerto

Decisões Sobre Incerteza

Profa. Josiane M. P. Ferreira

Texto base:

David Poole, Alan Mackworth e Randy Goebel -
“*Computational Intelligence – A logical approach*” – cap 10.

Stuart Russel e Peter Norving - “Inteligência Artificial” - cap 16.

outubro/2008



Decisões sobre incerteza

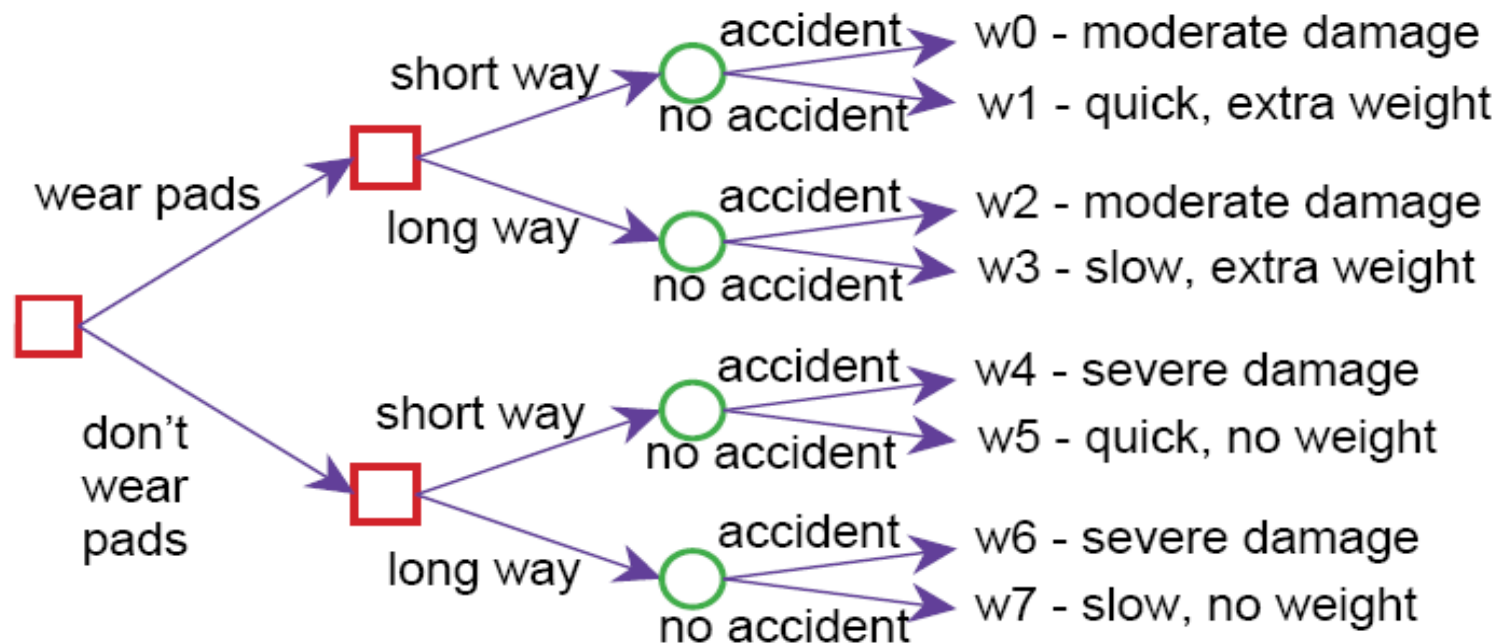


- O que um agente deve fazer depende:
 - Do que o agente acredita:
 - Baseado em todas as formas que o mundo pode estar, dadas pelo conhecimento do agente.
 - Baseado nas percepções do mundo que modificam as crenças do agente por condicionamento do que é percebido.
 - Dos objetivos do agente:
 - Quando um agente tem que raciocinar sobre incerteza, ele tem que considerar não somente o que é provável que aconteça, mas todas as coisas que podem possivelmente acontecer.
- A teoria da decisão especifica como balancear desejabilidade dos resultados com as probabilidades.

Árvore de decisão para o robô de entrega



- O robô pode escolher usar almofadas para protegê-lo, ou não.
- O robô pode escolher ir pelo caminho mais curto e passar pelas escadas ou ir pelo caminho mais longo e reduzir a chance de acidente.
- Existe uma variável randômica sobre se existe um acidente.



Variáveis de decisão

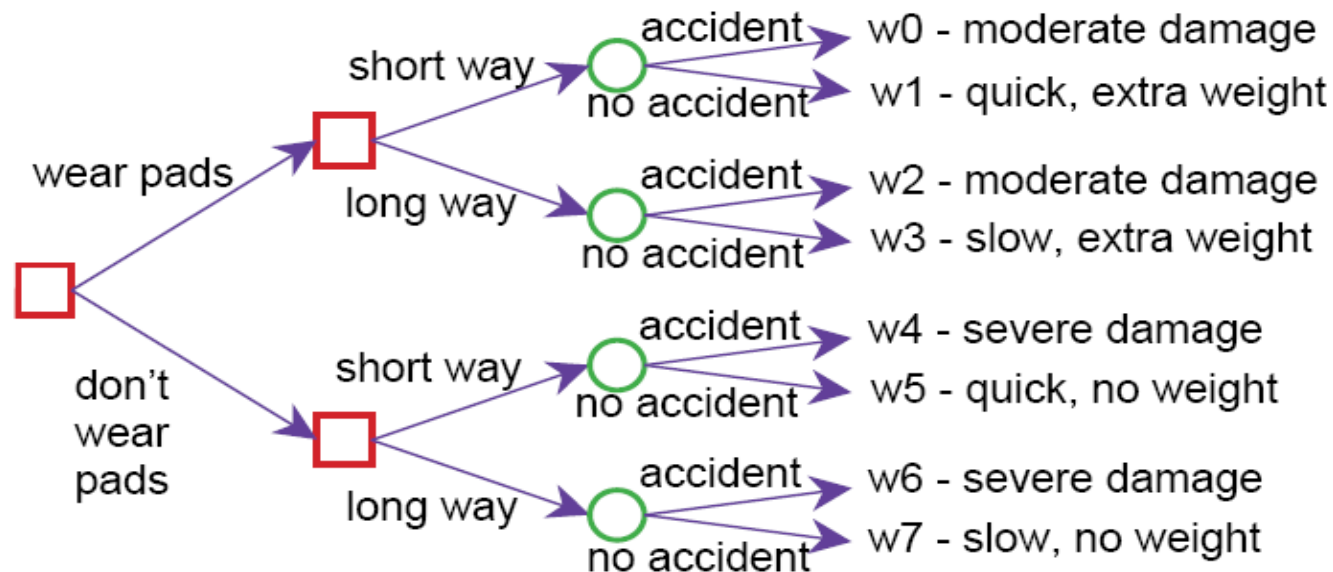


- **Variáveis de decisão** são como variáveis randômicas que um agente escolhe um valor.
 - É como uma variável randômica com um domínio, mas ela não tem uma distribuição de probabilidade associada.
- Um mundo possível especifica o valor de cada variável de decisão e cada variável randômica.
- Para cada associação de valores para todas as variáveis de decisão, a medida dos mundos que satisfazem a associação somam 1.
- Probabilidade condicionais somente serão definidas quando uma valor para cada variável de decisão for parte do que está sendo condicionado.

Variáveis de decisão - exemplo



- Correspondem às escolhas de usar ou não almofadas e qual rota pegar.
- Existem oito mundos possíveis correspondentes aos oito caminhos da árvore de decisão.
- Cada um desses mundo tem uma utilidade para o agente.
- Para cada escolha existe a probabilidade sobre os dois mundos possíveis que o agente pode terminar.



Utilidade



- Utilidade é a medida de desejabilidade dos mundos para um agente.
 - Seja U uma variável randômica de valor real para a qual $\rho(U, \omega)$ representa quão bom o mundo é para o agente.
 - Objetivos simples podem ser especificados por: mundos que satisfazem o objetivo tem utilidade 1; outros mundo utilidade 0.
 - Às vezes utilidades são mais complicadas.
 - Exemplo: a quantidade de prejuízo/danos para o robô, quanta energia ele usa, quais objetivos são alcançados, e quanto tempo ele leva.

Decisões Simples



- **Decisões simples:** o agente escolhe o valor para cada variável de decisão.
 - Vamos compor a variável de decisão d como uma tupla de todas as variáveis de decisão originais.
 - O agente pode escolher $d = di$ para qualquer $di \in dom(d)$.
 - A **utilidade esperada** da decisão $d = di$ é $\mathbf{E}(U|d = di)$.
 - Uma **decisão simples ótima** é a decisão $d = dmax$ a qual maximiza a utilidade esperada.
 - $\mathbf{E}(U|d = dmax) = \max_{di \in dom(d)} \mathbf{E}(U|d = di)$.

Exemplo para o robô de entrega



- É um problema de decisão simples onde o robô tem que decidir sobre os valores das variáveis *vestir_almofadas* e *qual_caminho*.
- A decisão simples é uma variável complexa $\langle \text{vestir_almofadas}, \text{qual_caminho} \rangle$
- Cada associação de valores para a decisão tem um valor esperado.
 - Por exemplo, a utilidade esperada de *vestir_almofadas* ^ *qual_caminho = short* é dada por:

$$E(U|\text{vestir_almofadas} \wedge \text{qual_caminho} = \text{short}) = \\ P(\text{acidente} | \text{vestir_almofadas} \wedge \text{qual_caminho} = \text{short}) \times \text{utilidade}(w_0) \\ + (1 - P(\text{acidente} | \text{vestir_almofadas} \wedge \text{qual_caminho} = \text{short})) \times \\ \text{utilidade}(w_1)$$

Decisões sequenciais



- Uma agente inteligente não faz decisões no escuro (sem observações), nem faz somente decisões simples.
- Um cenário mais típico é onde o agente observa, toma uma decisão condicionada à observação e age, observa, toma uma outra decisão condicionada à observação e age...
- Ações subsequentes podem depender do que é observado.
- O que é observado depende das ações anteriores.
- Às vezes a única razão para executar uma ação é fornecer informação para ações futuras.
 - Por exemplo, testes de diagnóstico, espionagem...

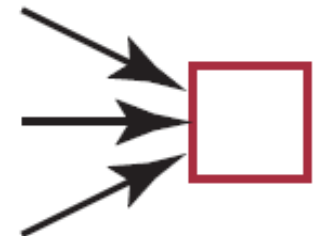
Redes de decisão



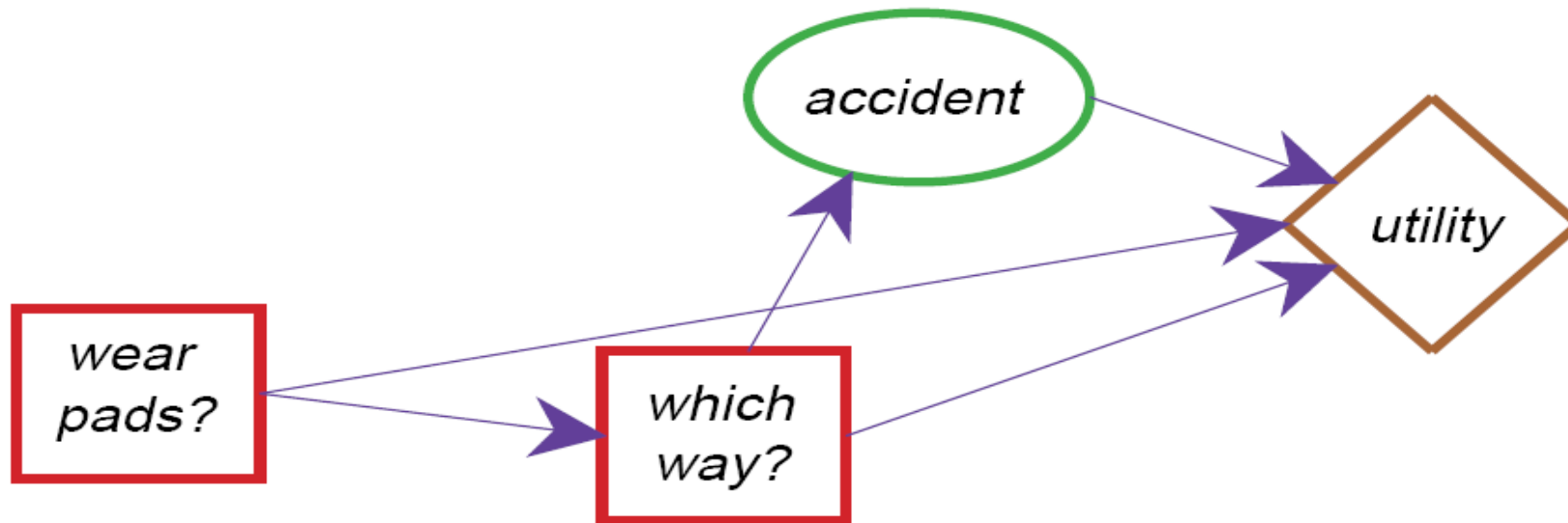
- Uma **rede de decisão (ou diagrama de influência)** é uma representação gráfica de um problema de decisão simples ou de um problema de decisão sequencial finito.
 - Estendem redes de crença para incluir variáveis de decisão e utilidade.
 - Especifica qual informação está disponível quando um agente tem que agir.
 - Especifica de quais variáveis a utilidade depende.
 - São DAGs com três tipos de nós: variáveis randômicas, variáveis de decisão e valores.

Tipos de nós de uma rede de decisão

- De **variáveis randômicas** são desenhadas como uma elipse.
 - São o mesmo tipo de nó de uma rede de crença.
 - Tem variáveis randômicas, domínios e tabelas de probabilidade associadas a eles.
- De **variáveis de decisão** são desenhadas como um retângulo.
 - São rotulados com variáveis de decisão para as quais os valores podem ser setados pelo tomador de decisão.
 - Arcos entrando nos nós representam informações disponíveis quando a decisão for feita.
- De **valor** são desenhados como um losângulo.
 - Representam a utilidade. Uma rede de decisão tem um único nó de valor.
 - Arcos entrando no nós representam valores dos quais o valor depende.



Exemplo de rede de decisão



- Mostrando explicitamente quais nós afetam a existência de um acidente.

Exemplo da construção de um aeroporto



Nós de variáveis randômicas e de decisão



- Cada nó de variável **randômica** está associado a uma distribuição condicional de probabilidade que é indexada pelo estado dos nós pais.
 - Em redes de decisão os nós pais podem incluir nós que são variáveis aleatórias ou variáveis de decisão (local do aeroporto).
 - Cada nó com uma variável randômica poderia fazer parte de uma grande rede de crença.
- Nós de variáveis de **decisão** representam pontos onde o tomador de decisão tem a possibilidade de escolher diferentes ações.
 - Exemplo: *LocalAeroporto* pode ter um valor diferente para cada local que está sendo considerado.
 - A escolha influencia o custo, a segurança e o ruído resultantes.

Nós de valor



- Nós de valor (ou de utilidade) representam a função de utilidade do agente.
 - Tem como pais todas as variáveis que descrevem o resultado que afeta diretamente a utilidade.
 - Associada a este nó temos uma descrição de utilidade do agente como uma função dos atributos do pai.