

Modelando as ações dos agentes... (continuação)

- ◆ O que precisa ser modelado em um SMA
 - Modelar as ações dos agentes e suas consequências no ambiente
 - Funcionamento do agente visto do seu interior e do exterior
 - Interação dos agentes: modelos de comunicação são a base para cooperação, coordenação de ação e resolução de conflitos
 - A evolução do SMA

1

Modelando as ações dos agentes... (continuação)

- ◆ Ação como transformação de um estado global
- ◆ Ação como resposta à influências
- ◆ Ação como processos computacionais
- ◆ Ação como deslocamento físico
- ◆ Ação como modificação local
- ◆ Ação como comando interno

2

Ação como resposta à influências

- ◆ Extensão ao modelo de ações como transformação de um estado global
- ◆ No caso precedente é necessário modelar as ações (Planos) e os efeitos (Gestos e resultados dos Gestos)
- ◆ Na resposta à influências o resultado não é previsível, ela depende dos efeitos provocados pelo gesto nos outros agentes.
- ◆ Gestos são influências regidas pelas leis do universo
- ◆ O ambiente deve catalisar todas as influências recebidas dos agentes

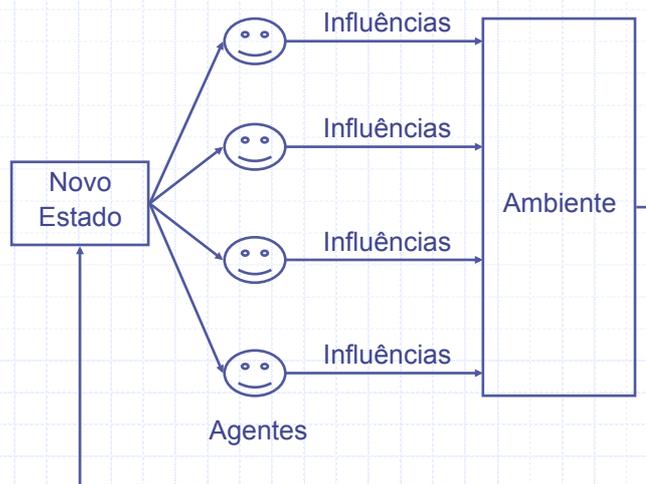
3

Ação como resposta à influências (cont.)

- ◆ Extensão ao modelo STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver)
- ◆ Introduce o operador \parallel para representar simultaneidade de ações. Ex.: $\text{Exec}(a \parallel b, E) = \text{Exec}(a, E) \cup \text{Exec}(b, E)$
 $\text{Exec}(\langle \text{op}, \text{pre}, \text{post} \rangle, E)$
- ◆ "Post" são as influências produzidas por "op" e enviadas ao ambiente
- ◆ As leis do universo são regidas pela função $\text{React} : E \times I \rightarrow E'$ executada pelo ambiente.

4

Ação como resposta à influências (cont.)



5

Vantagens do modelo de ação como resposta à influências

- ◆ Separa as propriedades dos agentes e os fenômenos do ambiente
- ◆ Permite que várias ações sejam tratadas "em paralelo"
- ◆ Permite que agentes com funcionamento diferente sejam desenvolvidos
- ◆ Simplifica o desenvolvimento de cada agente

6

Ação como resposta à influências

- ◆ Cada mapeamento de influência corresponde a uma lei de comportamento que é válida a todos os agentes
- ◆ Separa-se portanto as ações dos agentes e as influências percebidas pelo ambiente

7

Modelando as ações dos agentes... (continuação)

- ◆ Ação como transformação de um estado global
- ◆ Ação como resposta à influências
- ◆ Ação como processos computacionais
- ◆ Ação como deslocamento físico
- ◆ Ação como modificação local
- ◆ Ação como comando interno

8

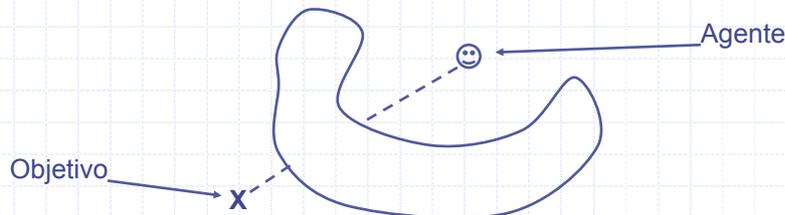
Ação como deslocamento físico

- ◆ Técnica utilizada em problemas de rota em agentes reativos
- ◆ Assume que agentes emitem sinais através do espaço e definem um potencial $U(p)$ da qual é possível derivar uma força
- ◆ Estados-meta emitem forças atrativas e obstáculos emitem forças repulsivas
- ◆ O potencial de um ponto pode ser calculado como $U(p) = U_{at}(p) + U_{rep}(p)$ onde
 - $U_{at}(p) = k * dist(p, pobj)^2$
 - $U_{rep}(p) = k' * 1 / dist(p, pobs)^2$ se $dist(p, pobs) \leq distinf^*$
 - $= 0$ caso contrário

* $distinf$ é uma distância mínima ao redor do obstáculo definida a priori e dependente do problema

Ação como deslocamento físico baseado em distância

- ◆ Vantagem
 - Simplicidade
- ◆ Desvantagem
 - Problemas com máximos locais



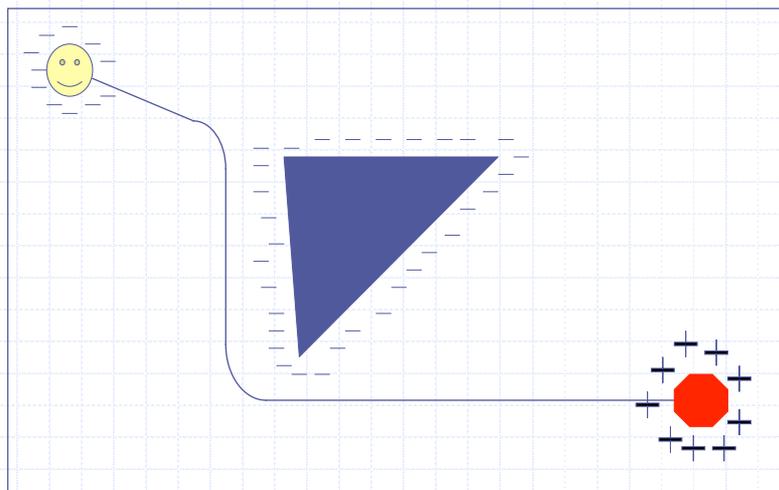
* $distinf$ é uma distância mínima ao redor do obstáculo definida a priori e dependente do problema

Ação como deslocamento: o problema da distância

- ◆ Não utilizar como atração um valor proporcional à distância para a meta
- ◆ Utilizar a distância mínima necessária para contornar um obstáculo
 - Técnicas comuns
 - ◆ Start-Goal
 - ◆ Wavefront

*distinf é uma distância mínima ao redor do obstáculo definida a priori e dependente do problema

Start-Goal



12

Wavefront

7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

13

Wavefront

- ◆ Iniciando da meta, inicialize todas as células adjacentes com valor "0" para o valor da célula atual + 1
 - 4-Pontos adjacentes ou 8-Pontos adjacentes?
 - Exemplo com 8-Pontos

7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

14

Wavefront

- ◆ Repita o processo com as células modificadas
 - Isto será repetido até que nenhum 0 seja adjacente à células com valores ≥ 2
 - ◆ Valores 0 permanecerão apenas em lugares inalcançáveis

7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	2	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15

15

Wavefront

- ◆ Repita...

7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	4	4	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	3	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	3	2	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15

16

Wavefront

◆ Repita...

7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6	6
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	4	4	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	4	3	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	4	3	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

17

Wavefront

◆ Repita...

7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7	7
4	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6	6
3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	5	4	4
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	5	4	3
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	5	4	3
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	

18

Wavefront

◆ Final

- 0's devem permanecer apenas em regiões inalcançáveis

7	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	9	9	9	9	9	9	9
6	17	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	8	8	8	8	8	8
5	17	16	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	7	7	7	7	7
4	17	16	15	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6
3	17	16	15	14	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5
2	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	4	4
1	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	3	3
0	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15

19

E depois?

- ◆ Basta encontrar o caminho mais curto da origem até a meta escolhendo a célula com menor valor
 - Os números gerados pelo wavefront são aproximadamente proporcionais à distância para a meta

7	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	9	9	9	9	9	9	9
6	17	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	8	8	8	8	8	8
5	17	16	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	7	7	7	7	7
4	17	16	15	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	6	6	6
3	17	16	15	14	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5
2	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	4	4	4
1	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	3	3
0	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	15

20

Modelando as ações dos agentes... (continuação)

- ◆ Ação como transformação de um estado global
- ◆ Ação como resposta à influências
- ◆ Ação como processos computacionais
- ◆ Ação como deslocamento físico
- ◆ **Ação como modificação local**
- ◆ Ação como comando interno

21

Ação como modificação local

- ◆ Baseada na idéia de que uma ação tem um efeito apenas na vizinhança do agente
- ◆ A representação mais comum é a de um autômato celular
- ◆ Um autômato celular é composto por indivíduos programados com o mesmo comportamento
- ◆ Utilizada para simular fenômenos naturais, evolução de organizações, vida artificial, etc.

22

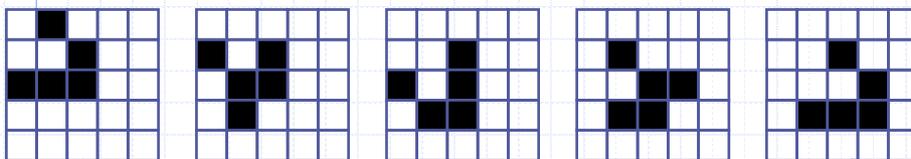
Ação como modificação local (continuação)

- ◆ Exemplo: Jogo da Vida
- ◆ Duas situações (vivo ou morto)
 - Nascimento: se um autômato está morto ele renasce se 3 de seus vizinhos estão vivos. Caso contrário ele permanece morto
 - Morte: se um autômato está vivo ele permanece vivo se dois ou três vizinhos estão vivos, caso contrário ele morre.

23

Ação como modificação local (continuação)

- ◆ Exemplo: Jogo da Vida



Mesma forma mas
deslocada em 1 posição

24

Modelando as ações dos agentes... (continuação)

- ◆ O que precisa ser modelado em um SMA
 - Modelar as ações dos agentes e suas conseqüências no ambiente
 - Funcionamento do agente visto do seu interior e do exterior
 - Interação dos agentes: modelos de comunicação são a base para cooperação, coordenação de ação e resolução de conflitos
 - A evolução do SMA

25

Modelando o Funcionamento dos Agentes

- ◆ Arquiteturas de Agentes
 - Baseados Em Lógica
 - ◆ BDI
 - Reativas
 - ◆ A arquitetura Subsumption

26

Relembrando...

- ◆ Um agente é...
 - Uma entidade autônoma, que percebe o ambiente através de seus sensores e atua neste através de seus atuadores...
- ◆ Assim...
 - **Como decidir que ações realizar?**

27

Agentes Baseados em Lógica

- ◆ Comportamento Inteligente =
Representação simbólica do ambiente +
do comportamento desejado
- ◆ Formalismo: lógica
- ◆ Manipulação: dedução lógica
 - Teoria de agentes (ϕ): como os agentes devem se comportar

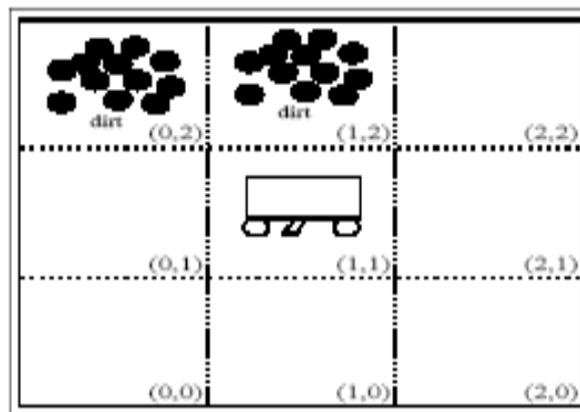
28

Agentes Baseados em Lógica

- ◆ Estados internos dos agentes: fórmulas lógicas
 - aberta(válvula221)
 - interessante(aula_agentes)
- ◆ Comportamento do agente: determinado por sua Base de Conhecimento (regras + fatos)
 - Aquilo que o Agente acredita sobre seu ambiente
- ◆ Três funções básicas:
 - See – determina a percepção
 - Próximo – atualiza a BC
 - Action – escolhe a próxima ação

29

O Robô Aspirador de Pó



30

O Robô Aspirador

- ◆ Agente recebe:
 - Sujeira
 - *Null*
- ◆ Ações:
 - para frente
 - para trás
 - sugar
 - virar
- ◆ Objetivo: mover-se no ambiente buscando e removendo sujeira
- ◆ Três predicados:
 - Em(x,y)
 - Sujeira(x,y)
 - Direção(d)
- ◆ Comportamento do agente
 - função próximo
 - regras de dedução

31

Agentes Baseados em Lógica

- ◆ Função "próximo":
 - Analisar as percepções
 - Atualizar a Base de Conhecimento
 - Remover informações velhas ou irrelevantes

32

Agentes Baseados em lógica

◆ Regras de dedução:

- predicado(termo) \rightarrow predicado(termo)
- Ex: Em(0,0) \wedge Sujeira(0,0) \rightarrow Faça(sugar)

◆ Problemas com essa abordagem

- Como mapear percepções para fórmulas?
- Complexidade da prova do teorema
- Difícil representar conhecimento procedimental
- Ambiente estático!!! Como seria num dinâmico?

33

Agentes BDI

◆ BDI – *Beliefs, Desires, Intentions*

◆ Motivação: Raciocínio prático

- Processo de Decidir, a cada momento, que ações tomar para chegar mais perto dos objetivos.

◆ Implica

- Decidir que objetivos quer realizar
- Como vão ser executados esses objetivos

◆ Requer

- Três conjuntos de sentenças lógicas: B, D e I 😊
- Estes conjuntos são consistentes entre si.

34

Os Estados Mentais

- ◆ Crenças: o que se sabe sobre o estado do ambiente e dos agentes
 - ◆ "Recife é ensolarada".
- ◆ Desejos: estados do mundo que o agente quer atingir
 - ◆ "Eu gostaria de ganhar 45 milhões de reais", mensais!!!
- ◆ Intenções: Comprometimento com ações para alcançar objetivo
 - ◆ "Vou ser político"

35

Um Exemplo...



- ◆ Daniel acabou de se formar... O que fazer?
 - Virar acadêmico... } Que **Desejo**
 - Ir para o Mercado } escolher?
- ◆ Se resolve ser acadêmico... Se compromete a realizar ações neste sentido → **Intenções**
 - Conseguir emprego em uma Universidade.
- ◆ E o mundo, como está? → **Crenças**
 - Daniel se formou, Daniel pode ser professor

36

Desejos

- ◆ Especificam as preferências dos agentes sobre os estados do ambiente
- ◆ Podem ser inconsistentes
 - Eu desejo perder 30 Kg
 - Gostaria de comer quilos de chocolate suíço
- ◆ Desejos causam intenções ⇒ ações
- ◆ Objetivos: subconjunto consistente dos desejos.

37

Intenções

- ◆ Guiam a escolha das Ações
 - Devem ser consistentes com desejos e crenças
- ◆ Devem ser persistentes
 - Demasiado persistentes. Fazem o agente perder tempo!
 - Pouco persistentes. Não alcançam nenhum objetivo
- ◆ É preciso reconsiderar as intenções com alguma frequência
 - ◆ Ainda é possível realizá-las?
 - ◆ Já foram realizadas?
 - ◆ Seria melhor se comprometer com outra intenção?

38

Reconsiderando Intenções...

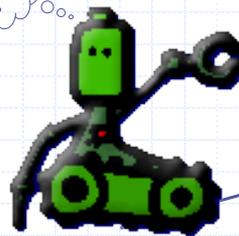


P

Tempo $t = 0$
Desejo: Atingir o alien
Intenção: Aproximar-se de P
Crença: o Alien está em P

39

Reconsiderando Intenções...



Q

P

Tempo $t = 10$
Desejo: Atingir o alien
Intenção: Aproximar-se de P
Crença: o Alien está em P 

40

O Dilema BDI

- ◆ O agente não pára para reconsiderar suas intenções:
 - Perde tempo tentando o impossível!
- ◆ O agente pára demais para reconsiderar:
 - Não tem tempo de fazer nada! (Indeciso)
- ◆ Como encontrar o equilíbrio?

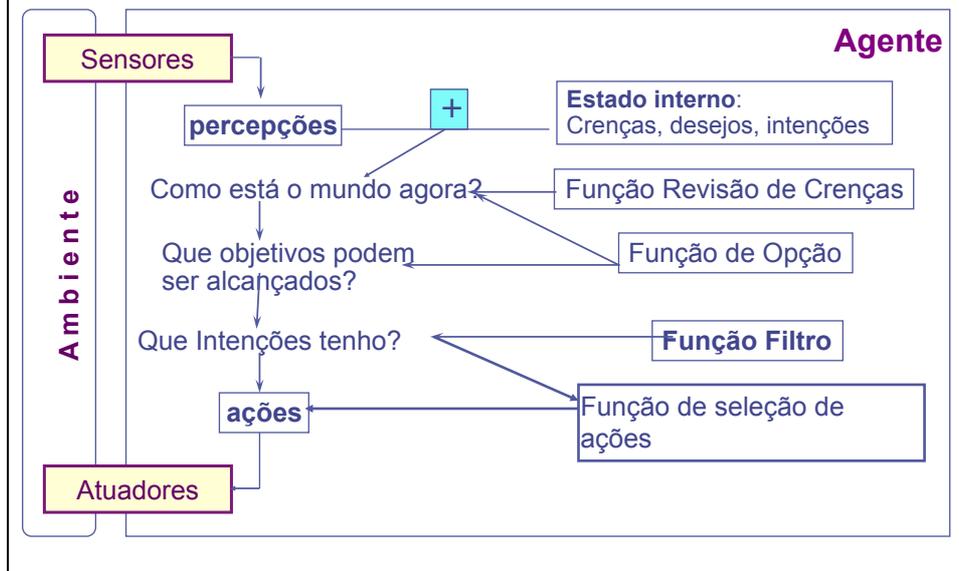
41

O que o agente BDI tem?

- ◆ 3 conjuntos de sentenças
 - Crenças
 - Desejos
 - Intenções
- ◆ 4 Funções
 - Revisão de Crenças **BRF(BeI, BC)**
 - Geração de Intenções **Options(BeI, Int)**
 - Função Filtro **Filter(BeI, Des, Int)**
 - Função Seleccionadora de Ações **Execute(Int)**

42

A Arquitetura BDI



Algoritmo do Agente BDI

◆ Programa Agente BDI

$t := 0$ //contador de tempo

enquanto Agente-BDI vivo, faça

Tell(BC , Percepções-Sentença($percepção, t$))

BRF($Percepcao, BC$)

$Desejos \leftarrow$ Options($BC, intenção$)

$intenção \leftarrow$ Filter ($Bel, Desejos, intenção$)

$ação \leftarrow$ Executa($intenção$)

fim

44

Arquiteturas Reativas

- ◆ Alternativa a representação simbólica
- ◆ O comportamento do agente é produto de sua interação com o ambiente
- ◆ Comportamento inteligente emerge da interação entre vários comportamentos mais simples.
- ◆ Abordagem comportamental, **situada**, reativa

45

The Subsumption Architecture

- ◆ A tomada de decisão é um conjunto de comportamentos realizadores de tarefa.
 - Cada comportamento é uma função de ação
 - ◆ Neste caso máquinas de estados finitos.
 - Cada um assume a forma situação → ação
- ◆ Há uma hierarquia de comportamentos
 - Comportamentos de nível mais alto inibem os de nível mais baixo

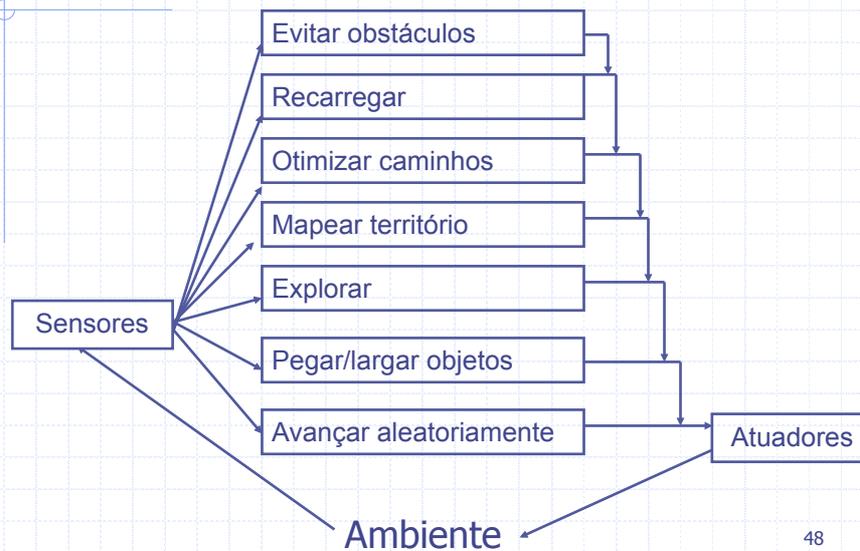
46

A arquitetura de Brooks

- ◆ Módulos (e organização) definidos pelo designer
- ◆ Pode ser usada para descrever agentes cognitivos também.

47

Um Exemplo – Robô explorando ambiente



48

Um exemplo...

O objetivo é explorar um planeta distante, para coletar amostras de rocha. Não se sabe onde estão, mas há áreas de maior concentração delas. Vários veículos autônomos estão disponíveis para coletar amostras e depois voltar para a nave-mãe. Há um mapa do planeta disponível, mas o planeta tem vários obstáculos que impedem os veículos de se comunicar.

49

Comportamentos Utilizados...

1. Se detectar obstáculo, mude de direção
2. Se amostras carregadas e na base, largue
3. Se amostras carregadas e fora da base, vá na direção do gradiente
4. Se achar amostra, pegue
5. Se true, se mova aleatoriamente

50

Para assegurar cooperação

1. Se detectar obstáculo, mude de direção
2. Se amostras carregadas e na base, largue
3. Se amostras carregadas e fora da base, **largue dois fragmentos** e vá na direção do gradiente
4. Se achar amostra, pegue
5. **Se detectar fragmento, pegue e vá no sentido contrário ao gradiente**
6. Se true, se mova randomicamente

51

Nem tudo são flores...

- ◆ O ambiente deve fornecer informação suficiente para os agentes...
- ◆ Mais complicado tomar decisões de longo prazo.
- ◆ Difícil projetar comportamento emergente.
- ◆ Difícil construir agentes com muitos comportamentos.

52