

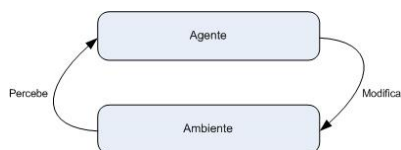
AGENTES

Dra. Juliana Fonseca Antunes

1

Definição

Um agente é tudo aquilo que pode ser visto como *percebendo* um ambiente e *agindo* sobre ele



Eu adicionaria:
... Em busca de um conjunto de *objetivos*.

AGENTE

- Conforme Wooldridge (2000), agentes são **autônomos** e **cognitivos**, situados em um **ambiente** e possuem uma biblioteca de **planos** com possíveis **ações** em resposta aos estímulos **percebidos**, com a finalidade de atingir seus **objetivos** de projeto e modificar o ambiente em que estão inseridos.

3

AGENTE

- ▶ Um agente de software é uma entidade que faz parte de um sistema (sociedade de agentes) e que pode perceber aspectos limitados de seu ambiente de execução.
- ▶ Agente é um elemento cuja execução e interação (com outros agentes e com o ambiente) levam ao alcance dos objetivos do sistema .
- ▶ Sistemas baseados em agentes estão sendo propostos como a *solução para tudo* (principalmente com o que tenha a ver com a Internet)

AGENTE

- é uma entidade **real** ou **virtual**
- que está inserida em um **ambiente**
- que pode **perceber** o seu ambiente
- que pode **agir** no ambiente
- que pode se **comunicar** com outros agentes
- que tem um comportamento **autônomo**, consequência de suas observações, de seu conhecimento e de suas interações com os outros agentes

Características de Agentes

- ▶ Os agentes são considerados entidades solucionadoras de problemas e devem ser:
- ▶ **Autônomo:** Agentes devem agir sem a necessidade de intervenção humana direta e devem ter controle sobre suas ações e seus estados internos.
- ▶ **Reativo:** Agentes devem perceber o ambiente onde estão situados e responder a mudanças ocorridas neste ambiente.
- ▶ **Pró-ativo:** Agentes devem possuir um comportamento oportunista, orientado a objetivos, executando suas ações sempre que oportuno.

Características de Agentes

- ▶ **Social:** Agentes devem interagir com outros agentes, quando apropriado, com o intuito de atingir seus objetivos ou de ajudar outros agentes.
- ▶ **Intencional:** Agentes devem ter a intenção de realizar uma tarefa. Para agentes agirem de forma intencional, eles devem possuir crenças (conhecimento sobre o ambiente) e objetivos a serem atingidos.
- ▶ Essas características são apropriadas para que as técnicas que tratam complexidade, citadas anteriormente (**decomposição, abstração e organização**), sejam utilizadas.

Interatividade (Habilidade Social)

- ▶ A vida real é um ambiente **multi-agente**, i.e., com vários agentes executando de um vez
- ▶ Muitas vezes os objetivos só podem ser cumpridos quando ocorre **cooperação** entre os agentes
- ▶ Os agentes são capazes de **interagir** com outras entidades do sistema
- ▶ Diferentemente dos objetos, os agentes não interagem chamando método de outros agentes. Os agentes enviam **mensagens** a outros agentes
- ▶ Os agentes decidem a quem irão responder
 - ▶ Um agente pode decidir não responder a uma mensagem de outro agente, os objetos no podem

Reatividade

- ▶ Ambiente fixo x ambiente variável
- ▶ Em vida real: as coisas mudam, a informação está incompleta, o ambiente é variável
 - ▶ A maioria dos ambientes são **dinâmicos**
- ▶ É difícil criar programas para domínios **dinâmicos**
 - ▶ Possibilidade de falha
- ▶ Um agente **reativo** mantém uma interação contínua com o ambiente, e responde as **mudanças** que ocorrem nele (se adapta).

Pró-atividade (Orientação a objetivos)

- ▶ Reagir a um ambiente é fácil
 - ▶ estímulo → regra de resposta
- ▶ Mas queremos que os agentes *façam coisas para nós*
- ▶ E que tenham um *comportamento orientado a objetivos* e não a tarefas
- ▶ Um agente *proativo*
 - ▶ é capaz de executar para cumprir seus objetivos,
 - ▶ não faz falta que o mande fazer algo,
 - ▶ não está guiado somente pelos eventos do ambiente,
 - ▶ tem iniciativa e reconhece oportunidades.

Autonomia

- ▶ Um agente *autônomo*:
 - ▶ trabalha sem a intervenção direta do usuário (não é necessário mandar para o agente execute)
 - ▶ é capaz de selecionar o objetivo que irá tentar cumprir (pode ser capaz de criar novos objetivos)
 - ▶ tem (certo) controle sobre seu estado e seu comportamento
 - ▶ Só o agente é capaz de modificar seu estado
 - ▶ O agente decide o que irá fazer

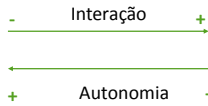
Reatividade x Pró-atividade

- ▶ **Reatividade:** queremos que nosso agente seja reativo, que responde as mudanças do ambiente a tempo e de maneira apropriada
- ▶ **Pró-atividade:** queremos que nosso agente trabalhe de acordo com seus objetivos
- ▶ Estas duas propriedades podem conviver
- ▶ Criar um agente onde estas duas propriedades estejam balanceadas é um problema de pesquisa



Interatividade x Autonomia

- ▶ Interatividade: agente interage com outros agentes para alcançar seus objetivos
- ▶ Autonomia: agente é capaz de fazer todas suas tarefas sem depender de ninguém



Agentes de Software

- ▶ Agentes autônomos podem ser considerados componentes de software que possuem as características apresentadas.
- ▶ Agentes podem ser utilizados como uma técnica de decomposição e modularização, com controle descentralizado, além de representarem abstrações para problemas existentes.
- ▶ Reatividade e próatividade tratam aspectos dinâmicos e imprevisíveis de um sistema complexo e aberto.
- ▶ Por fim, **habilidades sociais** estão fortemente relacionadas com questões organizacionais, já que é através delas que será possível **tratar as dependências e interações entre os componentes (organizações) de um sistema complexo.**

Características Adicionais

- ▶ Adaptação
 - ▶ São capazes de modificar, em algum grau, o seu comportamento devido à mudanças do ambiente e de outros agentes (*autonomic computing: self**)
- ▶ Aprendizado
 - ▶ São capazes de modificar o seu comportamento baseados em sua experiência
- ▶ Racionalidade
 - ▶ São capazes de selecionar suas ações baseados em seus objetivos
- ▶ Mobilidade
 - ▶ São capazes de se mover de um ambiente para outro

Não há consenso!

- ▶ [Wooldridge 1999] Autonomia é a habilidade de agir **sem intervenção** humana ou de outros sistemas. Isso é consequência do **controle** total sobre seu estado interno e sobre seu comportamento.
- ▶ [Maes 1995] Agente autônomo é o que consegue operar com completa autonomia, decidir por si só como **relacionar os dados** obtidos com ações de modo que seus **objetivos** sejam atingidos com sucesso.
- ▶ [Russel & Norvig 1995] Um sistema é autônomo na medida em que seu comportamento é determinado pela sua experiência, em vez de ter todo o conhecimento sobre o ambiente pré-construído. Esse sistema tem um **conhecimento inicial** e **habilidade de aprender**.

Agentes Racionais

- ▶ São aqueles que tomam a **ação correta** em busca de seus objetivos.
- ▶ Dependem:
 - ▶ Da medida de eficiência (*performance measure*) que define o grau de sucesso do agente.
 - ▶ De sua seqüência de percepções em relação ao ambiente.
 - ▶ De todo o conhecimento que tem sobre o ambiente
 - ▶ Das ações que é capaz de realizar.

Agente Racional Ideal

Para cada possível seqüência de percepção, um agente racional ideal deve realizar a ação que maximize sua medida de eficiência, com base em evidências providas pela seqüência de percepção e mais qualquer conhecimento que o agente tiver sobre o ambiente.

Exemplos

- ▶ Termostato
- ▶ Agente de Diagnóstico Médico
- ▶ Motorista de Taxi Artificial

Quais são seus receptores, ações, objetivos, ambiente e medida de eficiência?

Agente Básico

```
Função Agente-Básico (percepção) retorna ação
Var memória: memória que o agente tem do mundo
Begin
  Memória ← Atualiza-memória(memória, percepção)
  Ação ← Escolha-melhor-ação(memória)
  Memória ← Atualiza-memória(ação)
  retorna ação
End;
```

- Cadê a medida de eficiência?
- Será que a escolha da ação pode ser feita a partir de uma tabela que relacione diretamente condição/ação?

Entidade (Agente ou Objeto)

- ▶ Toda entidade tem:
 - ▶ Estado + comportamento
 - ▶ Reação com outras entidades
- ▶ **Estado**: armazena informações
- ▶ **Comportamento**: conjunto de tarefas que a entidade pode executar
- ▶ **Relacionamento**: define como as entidades estão relacionadas, conectadas

Objeto

- ▶ **Estado:** atributos
 - ▶ Armazena informação sobre o objeto e sobre outras entidades do sistema (podem armazenar outros objetos)
- ▶ **Comportamento:** métodos
 - ▶ São tarefas que podem ser executadas
 - ▶ As operações podem modificar o estado do objeto



Comunicação entre Objetos

- ▶ Envio de mensagem >> Chamada de método
- ▶ Resposta >> Execução do método e envio da resposta
- ▶ **Sempre** que um objeto envia uma mensagem a outro objeto este responde



Objeto (tradicional)

- ▶ Tem controle do seu estado (*encapsulamento*)
- ▶ Pode modificar seu estado mas não pode adicionar novos tipos de informação
- ▶ Não tem controle de seu comportamento
- ▶ Não pode modificar seu comportamento
- ▶ Os objetos são entidades *passivas*
 - ▶ Só executam quando outras entidades pedem



Agente

- ▶ **Estado:** crenças, objetivos, planos e ações
- ▶ Crenças: conhecimento sobre si mesmo, sobre o ambiente e sobre outras entidades
 - ▶ Tudo que o agente sabe, suas memórias e suas percepções
- ▶ Objetivos: estados futuros donde o objeto quer chegar ou desejo que ele quer satisfazer

Agente

- ▶ Ações: execução dos agentes
 - ▶ Ex.: modificar seu estado, enviar e receber mensagens
- ▶ Planos: composto por um conjunto de ações
 - ▶ Descrevem a ordem de execução das ações
 - ▶ Possibilitam que o agente alcance seus objetivos ou que satisfaça seus objetivos
 - ▶ Estão relacionados com os objetivos

Agente

- ▶ **Comportamento:**
 - ▶ Execução dos planos e, conseqüentemente, das ações
 - ▶ Os planos são executados de acordo com os objetivos
 - ▶ Objetivos com maior prioridade são selecionados primeiro
- ▶ A definição do comportamento do agente é parte de seu estado “mental”.

Comunicação entre Agentes

- ▶ Envio de mensagem >> Envio de uma carta (pedido, informação,...)
- ▶ Resposta >> Envio de outra mensagem
- ▶ Utilizam uma linguagem de comunicação
- ▶ Agentes podem **não responder** quando recebem uma mensagem de alguém

Agente

- ▶ Tem controle de seu estado
- ▶ Pode modificar seu estado e pode adicionar novas informações
 - ▶ Crenças e objetivos
- ▶ Tem controle de seu comportamento
- ▶ Pode modificar seu comportamento (podem criar novos planos e aprender novas ações)
 - ▶ Aprendizagem
- ▶ Os agentes são entidades **ativas**
 - ▶ Executam sem que alguém peça

Objeto

Estado:

Pode modificar mas não pode adicionar novas informações

Comportamento

Não tem controle de seu comportamento
Necessita estímulos externos para executar
Responde todas mensagens que recebe
Comportamento predeterminado

Agente

Estado mental:

Guarda informações sobre seu comportamento
Pode modificar e adicionar informação

Comportamento:

Tem controle de seu comportamento

Não necessita estímulos para executar
Pode não responder uma mensagem

Pode modificar seu comportamento

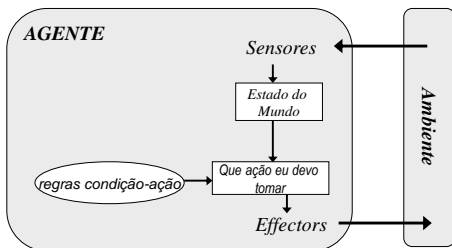
Agentes e Objetos

- ▶ **Agentes são autônomos:**
Ex: Agentes decidem quando executar uma ação requerida por outro agente
- ▶ **Agentes são inteligentes:**
Agentes podem modificar seu comportamento (reatividade, pró-atividade, habilidade social, aprendizagem...)
- ▶ **Agentes são entidades ativas:**
Uma sistema multi-agentes é tipicamente composto por várias threads, onde cada agente tem uma ou mais threads de execução que executam sem intervenção do usuário

Tipos de Agentes

- ▶ Reflexivos
- ▶ Reflexivos com estado interno
- ▶ Orientados a objetivos
- ▶ Baseados em utilidade

Agente Reflexivo

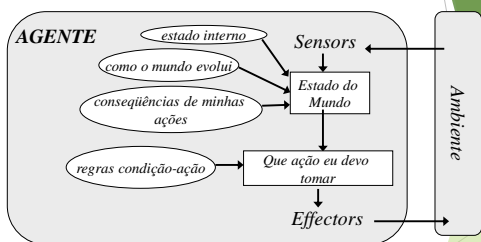


- ▶ Ações baseadas no estado atual do mundo.
- ▶ Agem por reflexo: regras condição-ação.

Agentes de simples reflexo

```
function Agente_SR (percepção)
    static: regras, conjunto condição-ação
    estado ← Interpreta-Entrada(percepção)
    regra ← Encontra_Regra(estado, regra)
    ação ← Regra_Ação[regra]
    return ação
```

Agente Reflexivo com Estado Interno

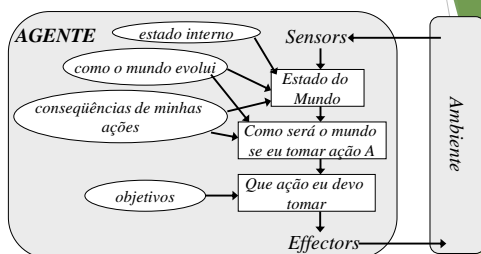


- Necessários quando um histórico é necessário, além da informação sensorial.
- Atualiza informações internas do estado

Agentes Reflexivo com Estado Interno

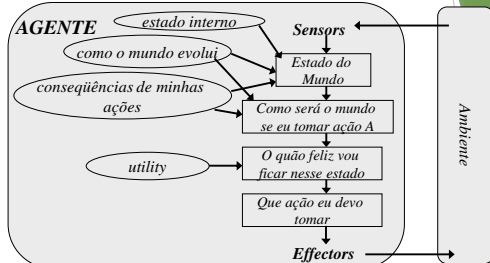
```
function Agente_R_com_estado(percepção)
    static: regras, conjunto de condição-ação
    estado, descrição do estado atual do mundo
    ação ← a mais recente, inicialmente nenhuma
    estado ← Atualiza_Estado(estado, ação, percepção)
    regra ← Encontra_Regra(estado, regras)
    ação ← Regra_Ação[regra]
    return ação
```

Agente Orientado a Objetivos



- Mais flexíveis por inferirem reações.

Agente Baseado em Utilidade

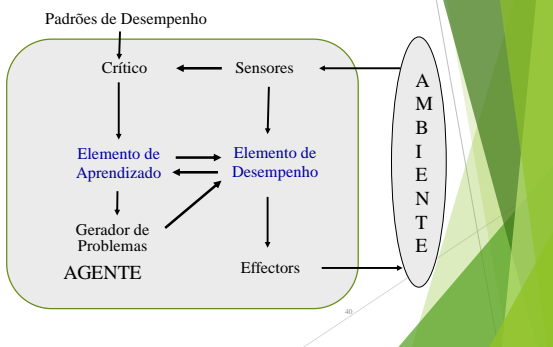


- Funciona escolhendo sempre um estado mais útil.
- Função de utilidade; determina o grau de satisfação do agente em relação a um determinado estado.

Agentes por Utilidade

- Utilidade é portanto uma função que mapeia um estado num número real, o qual descreve o grau de "felicidade"
- Aparecem
 - quando existem objetivos conflitantes
 - muitos objetivos para o agente "procurar"
- Um agente pode tomar decisões racionais se ele possui um função de utilidade explícita.

Agentes com Aprendizagem



Propriedades do Ambiente

- ▶ Acessível x Inacessível
- ▶ Determinístico x Não-determinístico
- ▶ Episódico x Não-episódico
- ▶ Estático x Dinâmico
- ▶ Discreto x Contínuo

Ambiente Acessível

- ▶ Sensores têm acesso ao estado completo do ambiente (i.e. os agentes vêem tudo).
- ▶ Os sensores captam toda informação relevante para a escolha por uma ação.
- ▶ Não é necessário manter o estado interno.
 - ▶ Ex.:
 - ▶ xadrez - acessível
 - ▶ robô que seleciona peças - inacessível

Ambiente Determinístico

- ▶ Próximo estado = estado atual + ações dos agentes.
- ▶ Devemos dizer se um ambiente é ou não determinístico do ponto de vista de um agente.
- ▶ Ex.:
 - ▶ xadrez - determinístico
 - ▶ robô que seleciona peças - não-determinístico

Ambiente Episódico

- ▶ A experiência dos agentes é dividida em episódios, i.e. pares percepção-ação.
- ▶ A qualidade da ação depende apenas do episódio em si, porque episódios subsequentes não dependem da ação que ocorrem em episódios anteriores.
- ▶ É mais simples porque o agente não precisa pensar no futuro.
- ▶ Ex.:
 - ▶ xadrez - não-episódico
 - ▶ robô que seleciona peças - episódico

Ambiente Estático

- ▶ O ambiente não muda enquanto o agente está deliberando.
- ▶ É mais simples de lidar porque o agente não precisa monitorar o ambiente enquanto toma uma decisão.
- ▶ Semi-dinâmico: o ambiente não muda mas a medida de eficiência do agente muda.
- ▶ Ex.:
 - ▶ Xadrez sem relógio - estático
 - ▶ Xadrez com relógio - semi-dinâmico
 - ▶ robô que seleciona peças - dinâmico

Ambiente Discreto

- ▶ Há um conjunto limitado e bem definido de perceptores e ações distintos.
- ▶ Ex.:
 - ▶ xadrez - discreto
 - ▶ robô que seleciona peças - contínuo



Ambiente x Agente

- ▶ Cada ambiente requer um tipo de agente.
- ▶ Ambiente mais simples: acessível, determinístico, episódico, estático e discreto.
- ▶ Quanto mais complexo for o ambiente, mais complexo deve ser o agente.



Sistemas Multiagentes

- ▶ Definição 01: Sistemas compostos por dois ou mais agentes.
- ▶ Definição 02: Uma rede de resolvedores de problemas que trabalham juntos para solucionar problemas que estão acima de suas capacidades e conhecimentos individuais.



SMA

- ▶ Contem um quantitativo de agentes que se comunicam entre si e podem **agir** em determinado ambiente.
- ▶ Diferentes agentes possuem esferas de influência onde terão controle sobre o que será **percebido** do ambiente e que podem coincidir em alguns casos
- ▶ Os agentes ainda podem estar agrupados em **organizações** com a finalidade de atingir **objetivos** e metas comuns

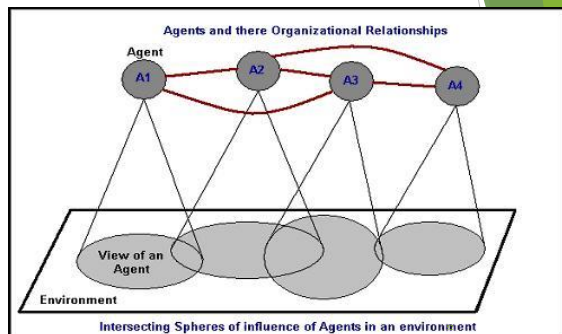
Características de um MAS

- ▶ Cada agente tem informação ou capacidade incompleta para solucionar o problema, assim:
 - ▶ cada agente tem um ponto de vista limitado;
 - ▶ Não há controle global do sistema;
 - ▶ Os dados estão descentralizados;
 - ▶ A computação é assíncrona.

Sistemas Multi-Agentes

- ▶ Um agente em geral não é encontrado completamente sozinho em uma aplicação, mas formando em conjunto com outros agentes: Sistemas Multi-Agentes (SMA).
- ▶ O paradigma de Engenharia de Software para SMA oferece:
 - ▶ uma **abstração** para o desenvolvimento de software baseada no domínio do problema;
 - ▶ um método de **decomposição**;
 - ▶ um modo apropriado para a modelagem de sistemas como um conjunto de organizações que se relacionam;
 - ▶ uma descentralização que reduz a quantidade de interação entre unidades.

SMA



Tipos de SMA

Agentes Cognitivos

- ▶ representação explícita
- ▶ têm histórico
- ▶ comunicação direta
- ▶ controle deliberativo
- ▶ organização social
- ▶ poucos agentes

Agentes Reativos

- ▶ representação implícita
- ▶ não têm histórico
- ▶ comunicação indireta
- ▶ controle não deliberativo
- ▶ organização etológica
- ▶ muitos agentes

Tipos de Interação em um MAS

▶ Cooperação

- ▶ trabalhar juntos em busca de um objetivo comum.

▶ Coordenação

- ▶ gerenciar as dependências entre diferentes atividades, de forma que as ações dos diferentes agentes sejam sincronizadas e o trabalho dobrado seja evitado.

▶ Negociação

- ▶ chegar a um acordo que seja aceitável para todas as partes envolvidas.

Quando usar?

Sistemas Multi-agentes são adequados para representar problemas que têm múltiplos *métodos de resolução*, múltiplas *perspectivas* e/ou múltiplos *resolvedores de problema*.



Quando utilizar agentes de software?

- ▶ Quando a tarefa é grande e complexa
- ▶ Quando é necessário que as decisões sejam feitas com rapidez
- ▶ Quando envolvem riscos as pessoas
- ▶ Quando é muito caro ou difícil manter um grupo de pessoas controlando um software (ou um robô)



Projetar Agentes

- ▶ Antes que se projete agentes de programas devemos:
 - ▶ ter idéia muito clara das percepções e ações possíveis
 - ▶ quais objetivos ou medidores de performance são esperados dos agentes
 - ▶ em qual ambiente ele vai operar



Motorista de TAXI

- ▶ Open Ended - não existe limite para as combinações de circunstâncias que podem ocorrer.
- ▶ Temos que pensar em Sensores, Ações, Objetivos e Ambiente para esse agente.
- ▶ Tipo de Agente: Motorista de Taxi
 - ▶ Medidas de Desempenho:
 - ▶ Atuadores:
 - ▶ Sensores:



Motorista de TAXI

- ▶ Tipo de Agente: Motorista de Taxi
- ▶ Medidas de Desempenho:
 - ▶ Viagem mais curta, viagem mais segura, viagem mais agradável, maximizar lucros...
- ▶ Atuadores:
 - ▶ Direção, acelerador, freio, sinal, buzina, retrovisores...
- ▶ Sensores:
 - ▶ Câmeras, velocímetro, GPS, sonar...