



Universidade de Caxias do Sul
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia

Agentes de Software

Profa. Carine Webber



O que é um agente?

Um agente é uma ferramenta de software capaz de agir de forma *independente* em favor de um usuário ou proprietário.

Um sistema multiagentes é formado por um certo número de agentes, os quais *interagem* entre si.

A fim de interagir satisfatoriamente, os agentes necessitam *cooperar*, *se coordenar*, e *negociar*.



Agente

A principal característica de um *agente* é o fato de ser *autônomo*, ou seja, capaz de agir de forma *independente* e exibindo *controle* sobre seu estado interno.

Publicação importante da área:

Journal of Artificial Societies and Social Simulation

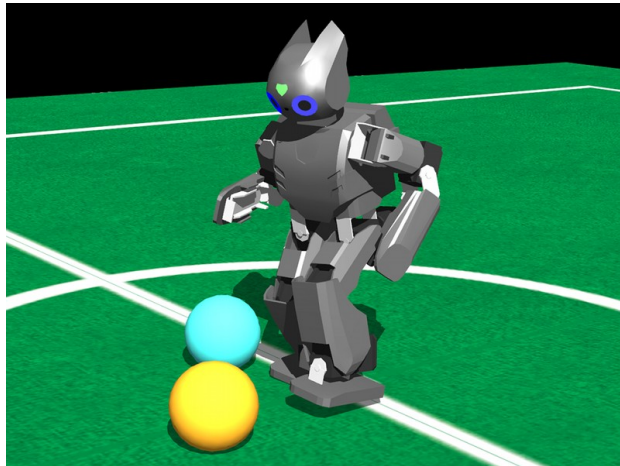
<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS.html>

Siri

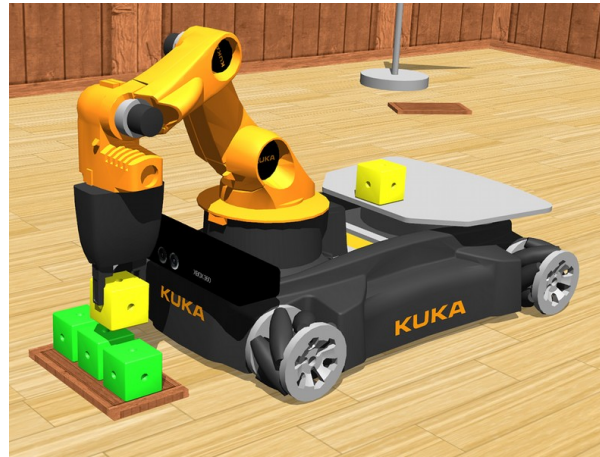


Agentes

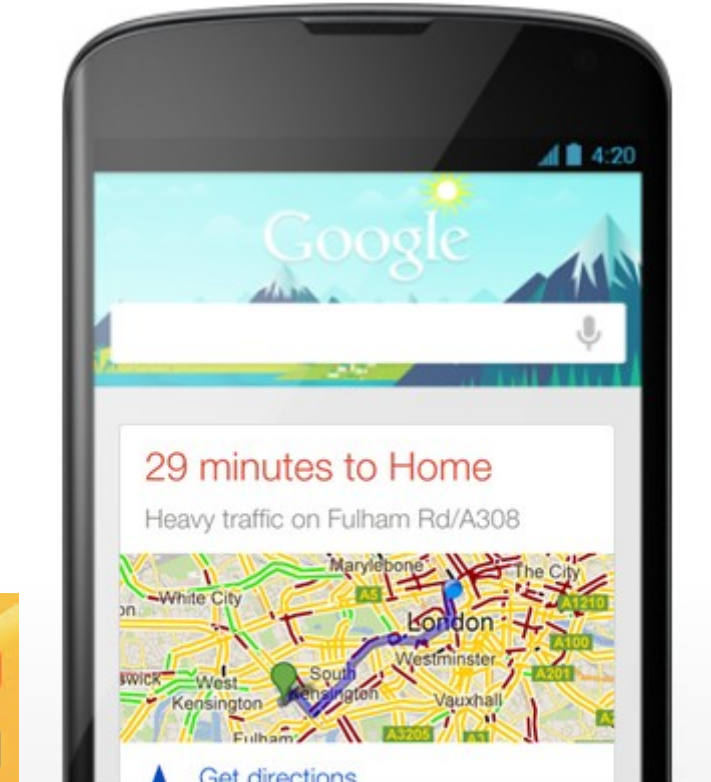
Google Now



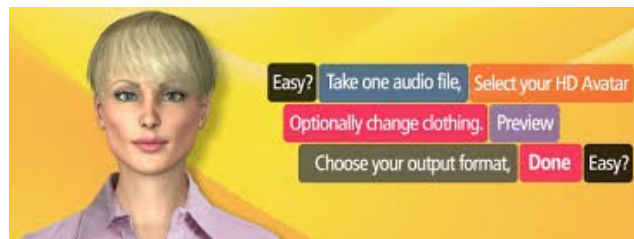
Robotis DARwIn-OP



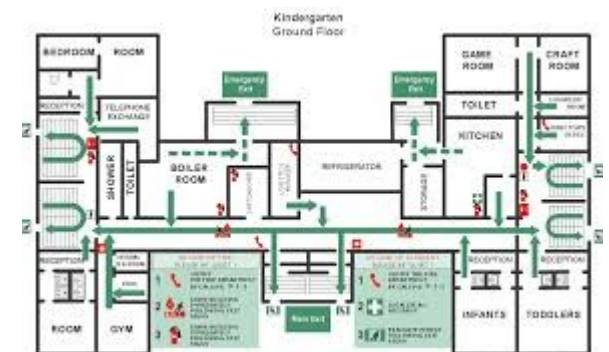
Robô Kuka



iRobot



Jogos



Evacuação em caso de desastre



Um agente pode estar incorporado em um dispositivo físico.

Exemplo: Robô DARwin

Ciclo de interação de um agente com seu ambiente



Exemplo de comportamento

- Robocup Soccer League

<https://www.youtube.com/watch?v=C2MtvTViacQ>



Problemática dos SMA

Como poderemos construir agentes capazes de agir de forma **autônoma** e **independente** podendo realizar as tarefas que lhe são delegadas de maneira satisfatória ?



Problemática dos SMA

Como poderemos construir agentes capazes de **interagirem** (cooperando, coordenando e negociando) entre si de maneira a realizarem as tarefas que lhe são atribuídas, especialmente quando não se pode assumir que os demais agentes partilhem dos mesmos interesses e metas ?



Reatividade

Um sistema **reativo** é aquele que mantém uma **interação contínua** com seu **ambiente** e responde as mudanças produzidas nele em um espaço de tempo útil.



Pró-atividade

Pró-atividade = agente toma a iniciativa a fim de realizar seu objetivo sem se contentar em responder aos eventos que ocorrem, bem que eles possam estar ligados ao objetivo do agente.

O agente deve então reconhecer e aproveitar as **oportunidades**.



Sociabilidade

Sociabilidade = capacidade de interagir com os outros agentes (e possivelmente com seres humanos) via qualquer meio e linguagem de comunicação.



Outras propriedades

Mobilidade: a capacidade de uma agente de se deslocar em uma rede;

Sinceridade: um agente não pode deliberadamente comunicar falsas informações;

Benevolência: os agentes não devem entrar em conflito com os demais, eles devem sempre tentar realizar o que é solicitado;

Racionalidade (fraca): um agente age para realizar seus objetivos e em nenhum caso deve agir para impedir a realização destes objetivos. Sempre de acordo com aquilo que ele acredita.

Adaptação e aprendizagem: os agentes melhoram seu desempenho à medida em que executam tarefas.



Ambiente

O ambiente de um agente pode ser :

Acessível ou inacessível

Determinístico ou não determinístico

Estático ou dinâmico

Discreto ou contínuo

Exemplos de ambientes

- RobotCup Rescue

<https://www.youtube.com/watch?v=gIOeJaVxJXA>

- RobotCup Soccer League

<https://www.youtube.com/watch?v=pzYHAp7b7sY>



Ambiente

Acessível

Um ambiente é acessível se o agente pode obter informações atualizadas, precisas e completas sobre o estado deste ambiente.

A maioria dos ambientes complexos (inclusive o mundo físico no qual vivemos) é inacessível.

Quanto mais acessível o ambiente, mais fácil é sua concepção.



Ambiente

Determinista

Um ambiente é determinista se toda ação a um único efeito. Desta forma, não existe incerteza associada ao resultado da execução de uma ação.

O mundo físico pode ser visto como um mundo não-determinista.

Um ambiente não-determinista apresenta geralmente mais dificuldades a sua concepção.



Ambiente

Estático ou dinâmico

Um ambiente estático é um ambiente que não se modifica se um agente não agir nele.

Um ambiente dinâmico é um ambiente onde existem outros processos operando e por isto ele se modifica independentemente das ações dos agentes.

O mundo físico que nos cerca é altamente dinâmico.



Ambiente

Discreto ou contínuo

Um ambiente é discreto se ele engloba um número finito e fixo de ações e percepções.

Um jogo de xadrez constitui um ambiente discreto.

A direção de um automóvel constitui um ambiente contínuo.

Questão para a aula:

Dê um exemplo de um agente que não tenha sido discutido em aula, sobre o qual você tenha lido ou conheça. Não precisa ser um agente inteligente.

Defina tão precisamente quanto possível o que segue:

- (1) O ambiente do agente (físico, software, etc.), os estados que este ambiente pode alcançar, se ele é acessível ou inacessível, determinístico ou não determinístico; estático ou dinâmico; discreto ou contínuo.
- (2) O repertório de ações disponíveis para o agente, e as pré-condições associadas com essas ações.
- (3) A meta ou objetivos que o agente busca alcançar.



Arquiteturas de Agentes

- agentes reativos
- agentes deliberativos
- agentes híbridos



Agentes puramente reativos

Agentes que decidem o que fazer sem tomar como referência seu histórico, são denominados agentes *puramente reativos*.



Comportamento Estímulo-Resposta

- 1) O agente é inicializado em um estado interno i .
- 2) O agente observa seu ambiente e gera um ciclo de percepção-ação:
 - 2.1 (percepção) monitora seu ambiente e atualiza o seu estado interno.
 - 2.2 (ação) verifica as ações que podem ser aplicadas, seleciona a de maior prioridade e a executa.

Atividade

- Instale o software NetLogo:
 - <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
- Utilize o software para testar simulações.
- Faça os exercícios solicitados.



Brooks

Brooks desenvolveu três teses:

1. Comportamento inteligente pode ser gerado *sem* uma representação explícita na forma que a IA simbólica propõe.
2. Comportamento inteligente pode ser gerado *sem* representação explícita do raciocínio abstrato na forma que a IA propõe.
3. **Inteligência é uma propriedade emergente de certos sistemas complexos.**

Exemplos na Natureza

Comportamentos coletivos:

Formigas

Peixes

Pássaros

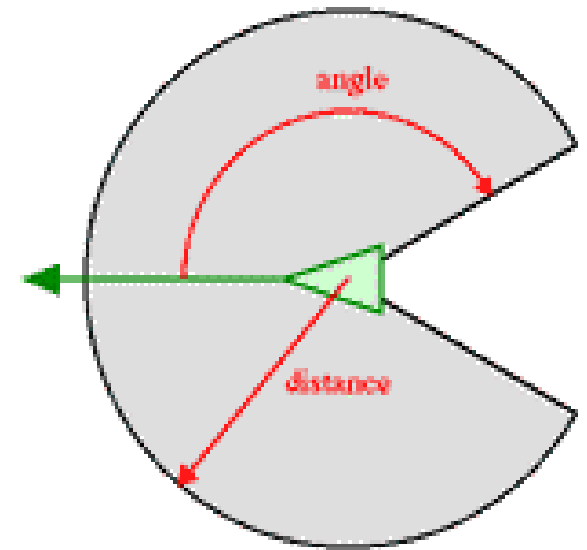


Boids

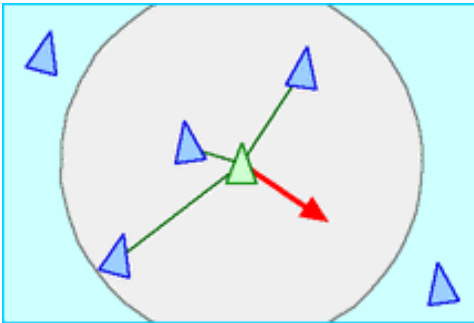
Boids são modelos de agentes que imitam os comportamentos dos seres vivos.

Perceba o comportamento de cada indivíduo em relação ao grupo, acesse o link:

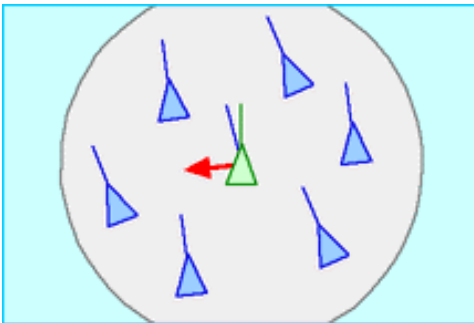
<http://www.red3d.com/cwr/boids/>



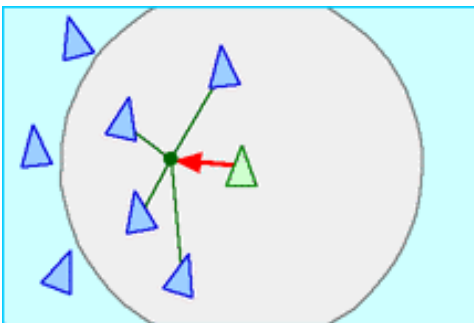
Comportamento dos Boids



1. Mantém uma distância média entre vizinhos.



2. Buscam o alinhamento médio entre vizinhos.



3. Posicionam-se no ponto médio entre vizinhos.

Insetos

FORMIGAS

Formigas são insetos *sociais* : elas não vivem sós mas em uma comunidade.

Formigas tendem a cuidar da *comunidade* preferencialmente a elas mesmas.

O formigueiro é um modelo de *organização*.



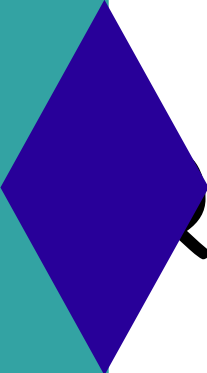


Organização do formigueiro

RAINHA : maior formiga da colônia, põe ovos, é o centro do formigueiro.

OPERÁRIAS: protegem a colônia dos inimigos. Elas são fêmeas, sem asas e não colocam ovos. As operárias alimentam e guardam a rainha, cuidam das formigas jovens, buscam comida, limpam e guardam o ninho, além de escavar novos túneis.

MACHOS : não trabalham, tem asas, são menores que a rainha, morrem após o acasalamento.



Questão sobre o comportamento das Formigas

- Acesse a applet disponível no site:

<http://www.rennard.org/alife/english/antsgb.html>

- Siga os passos indicados, configure os parâmetros e execute uma simulação com uma espécie de formigas, duas espécies, ... variando os parâmetros a cada simulação.
- 1) - Como as formigas convergem em um caminho entre o formigueiro e o recurso?
 - 2) - O que se pode dizer sobre este caminho?



Colônia de Formigas

Apresenta um comportamento coletivo complexo que fornece soluções inteligentes para problemas como:

Carregar itens grandes

Formar pontes

Encontrar o **caminho mais curto** do formigueiro até a fonte do alimento, priorizando fontes de alimento de acordo com a distância e a facilidade de acesso.



Caminho das Formigas

Como as formigas conseguem encontrar o **caminho mais curto**?

A melhor maneira das formigas encontrarem algo é colocando **formigas em todos os lugares todo o tempo**, porque se algo não acontece perto de uma formiga, elas não tomam conhecimento. Como o número de formigas é limitado, elas têm que se mover de forma a cobrir uma região de forma eficiente.



Caminho das Formigas

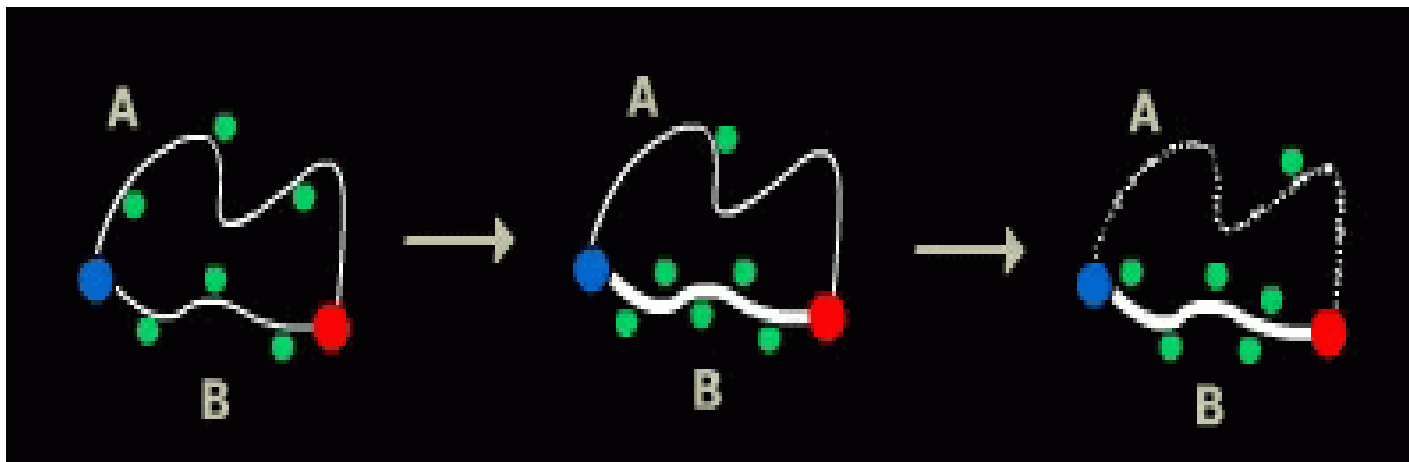
As formigas estabelecem uma comunicação indireta baseada na **liberação de feromônio** no caminho por onde passam.

Uma formiga isolada se move randomicamente, mas ao encontrar uma marca de feromônio, há uma grande probabilidade de que ela decida seguir esta marca.

Uma formiga buscando alimento deposita feromônio pelo caminho. Ao encontrar uma fonte de alimento, ela retorna ao formigueiro reforçando seu trajeto. Desta forma outras formigas terão grande probabilidade de seguir esta marca, liberando ainda mais feromônio.

Este processo gera um laço de retroação positiva, pois quanto maior a concentração de feromônio em um caminho, maior a probabilidade de uma formiga utilizá-lo.

Caminho das Formigas



Suponha os caminhos A e B entre um formigueiro e o alimento.

Como o caminho B é mais curto, as formigas o percorrerão mais rapidamente, logo mais vezes, e assim mais feromônio será depositado nele do que no caminho A.

A concentração de feromônio em B aumentará a probabilidade de que outras formigas o escolham em relação A.

Sem muitas formigas trafegando, e uma vez que o feromônio é volátil, o caminho A irá desaparecer aos poucos.

Caminho das Formigas

- A) formigas seguem um caminho entre o alimento e o ninho.
- B) Um obstáculo aparece no caminho, elas escolhem entre virar a direita ou a esquerda com igual probabilidade.
- C,D) O feromônio é depositado mais rapidamente no caminho mais curto, logo em pouco tempo todas já escolheram este caminho.

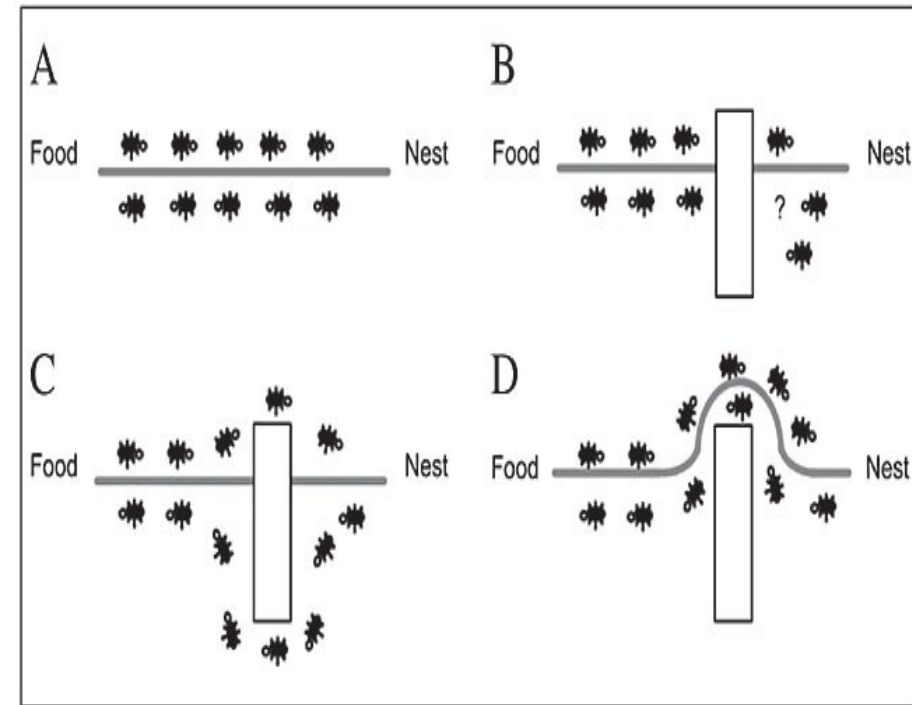
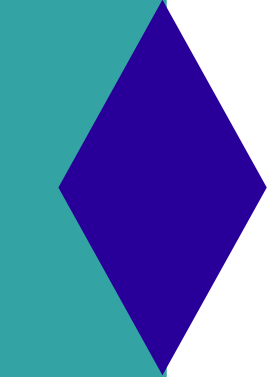


Figure 2. A. Ants in a pheromone trail between nest and food; B. an obstacle interrupts the trail; C. ants find two paths to go around the obstacle; D. a new pheromone trail is formed along the shorter path.



Formigas – Applet 2

Teste a applet seguinte

<http://staff.science.uva.nl/~jvgemert/ants/>

Configure os parâmetros inserindo poucas formigas a fim de observar mais facilmente os caminhos que emergem.



Comportamento dos agentes

Nestes modelos apresentados, a interação entre indivíduos com comportamento simples produz um **comportamento coletivo complexo e organizado**.

O comportamento de cada indivíduo é inerentemente não-linear, sendo assim, a combinação de vários comportamentos dá origem a dinâmica emergente do grupo um **aspecto caótico**. Ao mesmo tempo, o feedback negativo dado pelo controle embutido no comportamento mantém o grupo ordenado.

Como resultado observa-se um comportamento coletivo típico daquele observado nos seres vivos.



Agentes Reativos

Não possuem um modelo simbólico interno do ambiente.

Menor capacidade para realizar processamentos de raciocínios complexos.

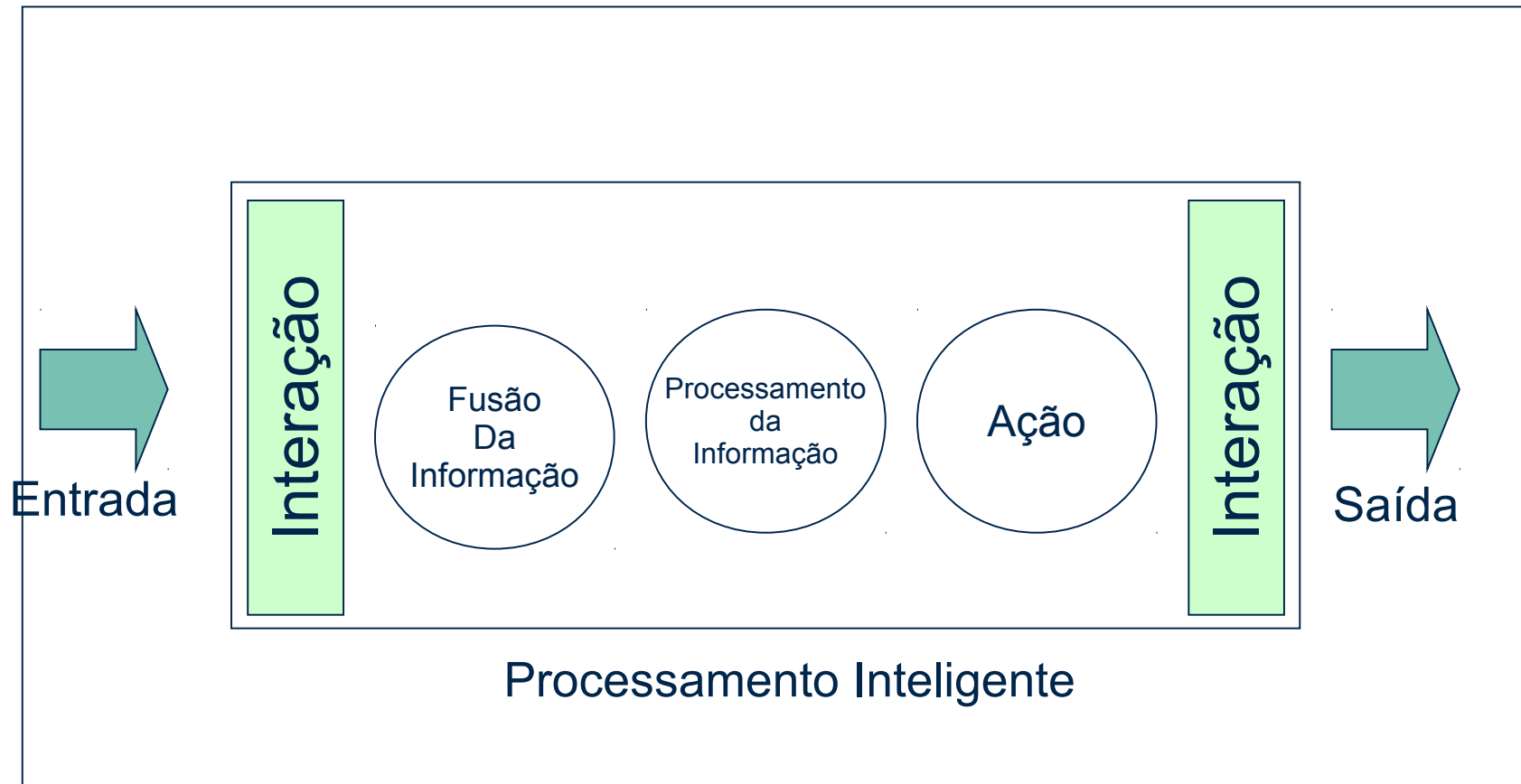
Agente compacto, tolerante a falhas e sobretudo flexível.

Retiram sua inteligência a partir de interações com o ambiente.

Tolerância a falhas devido à descentralização dos módulos de competência.

Agentes Deliberativos

Agentes deliberativos



Agentes deliberativos

Possui um ou mais módulos de interação com o ambiente.

O ambiente pode ser outros agentes, usuários humanos ou quaisquer outras fontes de informações.

Para cada tipo de ambiente, o agente possui um módulo de interação normalmente adaptado às características do ambiente correspondente.

Agentes deliberativos

Fusão da Informação

Integrar a informação à base de conhecimentos do agente de forma apropriada.

Receber informações diferentes de fontes diferentes e interpretá-los de forma similar.

Reconhecer e corrigir inconsistências

Agentes deliberativos

Processamento da Informação

Uma vez aceita a informação, esta deve ser processada.

Reflete a verdadeira funcionalidade do agente.

Avaliar os dados disponíveis e definir planos de ação específicos.

Repassar o plano de ação para o módulo de ação.

Agentes deliberativos

Ação

Utiliza os serviços dos módulos de interação quando é necessário interagir com o ambiente.

Encarregado da monitoração da execução da ação.

Utilidade : custo das ações

Problema: deliberação e raciocínio meios-fins não são processos instantâneos.

Ele possuem um custo em termos de tempo.

Suponha que a deliberação é *ótima* : o agente seleciona alguma intenção que ele queira realizar, e então esta ação seja a melhor para o agente. (Ela maximiza a utilidade esperada.)

Utilidade : custo das ações

Porém o agente selecionou uma intenção que seria ótima *no momento em que ele observou o mundo*.

Este cálculo é *racional*.

Além disso, o mundo pode *mudar*.

Deliberação é somente parte do problema: o agente precisa definir ainda como realizar a sua intenção.

Deliberação

Como um agente delibera ?

Ele inicia tentando entender que *opções* estão disponíveis;

Ele *escolhe entre elas*, e se *compromete* com alguma.

Deliberação

A função *deliberação* pode ser decomposta em duas : geração de opções e filtragem.

Geração de opções

Na qual o agente gera um conjunto de alternativas possíveis.

Ela considera as crenças do agente e suas intenções, e a partir delas determina um conjunto de opções (= *desejos*).

Deliberação

Filtragem

Nela o agente escolhe entre as alternativas possíveis e se compromete em realizá-las.

A fim de selecionar dentre as alternativas concorrentes, o agente aplica uma função de filtragem.

Compromisso

Blind commitment

O agente mantém uma intenção até que ele acredite que ela foi realizada.

Single-minded commitment

O agente mantém uma intenção até que ele acredite que ela foi realizada, ou enquanto ele acreditar que possa realizá-la.

Agentes BDI

Sistemas estão situados em um ambiente dinâmico.
Recebem contínuas entradas.
Realizam ações que afetam seu ambiente.

A partir das várias opções e alternativas disponíveis em um certo momento, o agente necessita selecionar a ação ou procedimento apropriado para executar.

A **função de seleção** deve permitir ao sistema atingir seus objetivos, dados:

- Os recursos computacionais do sistema
- As características do ambiente onde ele está situado.

Agentes BDI

Tipos de dados de entrada solicitados para a função de seleção:

Beliefs - Crenças:

representam as características do ambiente
são atualizadas após cada ação
são componentes ***informativos*** do sistema.

Desejos

contém a informação sobre os objetivos a serem atingidos, as prioridades e custos associados aos objetivos
representa o estado ***motivacional*** do sistema.

Agentes BDI

Intenções

representam a sequência corrente de ações
corresponde a saída da função de seleção
encapsula o componente *deliberativo* do sistema.



Reconsiderando intenções

O agente deve reconsiderar suas intenções cada vez que ele chegar ao final do loop de controle, ou seja :

Quando ele executou o plano previsto, ou;

Ele acredita ter realizado as intenções previstas, ou;

Ele acredita que as intenções esperadas não podem ser realizadas.

Reconsiderando intenções

Reconsideração de suas intenções é
altamente *custoso*!

DILEMA

Um agente que não pára para reconsiderar suas intenções freqüentemente continuará tentando alcançá-las mesmo quando se tornar claro que elas não podem ser realizadas.

Um agente que constantemente reconsidera suas intenções pode desperdiçar o tempo de trabalho e corre o risco de nunca realizar suas intenções.

Solução: incorporar um controle explícito de nível meta que decide se ele deve ou não reconsiderar suas intenções.

Interações

Comunicação :

Atos da fala KQML & KIF; FIPA ACL.

Cooperação:

O que é cooperação; o dilema do prisioneiro;
cooperativo *versus* não-cooperativo; contract
net (rede de contratos).

Interações

- Um sistema multiagentes deve conter um certo número de agentes . . .
- . . . que interagem através da comunicação. . .
- . . . são capazes de agir no ambiente. . .
- . . . tem diferentes “esferas de influência” (que podem coincidir). . .
- . . . são ligados por relações organizacionais.

Multiagentes

Precisa de um modelo de ambiente no qual. . .

agentes simultaneamente escolhem uma ação para realizar,
e como resultado das ações, eles observam mudanças
(consequencias);

O resultado *atual* depende da *combinação* de ações;

Suponha que cada agente tenha duas ações possíveis que
ele possa realizar *C* (“coopera”) e “*D*” (“não coopera”).

Função de Transformação

Função de transformação do estado:

$T(i,j)$

Ambiente é sensível as ações de ambos os agentes :

$T(D,D)=w1$; $T(D,C)=w2$; $T(C,D)= w3$; $T(C,C)=w4$

Nenhum dos dois tem influência sobre o ambiente :

$T(D,D)=w1$; $T(D,C)=w1$; $T(C,D)= w1$; $T(C,C)=w1$

O agente j controla o ambiente :

$T(D,D)=w1$; $T(D,C)=w2$; $T(C,D)= w1$; $T(C,C)=w2$

Conclusão sobre Agentes Deliberativos

Comunicação

Capacidade de trocar informações com outras entidades (agentes, humanos, objetos, ambiente)

Agentes comunicam-se com outros agentes.

Eles devem acessar informações sobre o estado atual do ambiente externo, via os repositórios dessa informação, que podem ser outros agentes (pedido/levantamento com um simples e conciso conjunto de respostas possíveis ou comunicação complexa com respostas variáveis)

Protocolos de comunicação

- + Se os agentes interagem em uma rede remota de comunicação, eles devem possuir um protocolo de comunicação.
- + Este protocolo é responsável pelas informações que trafegam pela rede local ou remota.
- + Os protocolos definem os passos de diálogos a serem executados pelos agentes em cada tipo de interação possível numa sociedade de agentes.

Colaboração

- + Como os agentes devem ser organizados para conseguirem colaborar entre si ?
- + Duas abordagens diferentes tem sido exploradas: -
 - **comunicação direta** - os agentes mesmos cuidam da coordenação
 - **coordenação auxiliada**, na qual há programas especiais para organizar a coordenação.

Sistema intencional

As intenções são um problema para os agentes, que necessitam determinar como alcançá-las.

Se eu tenho uma intenção, espera-se que eu vá fazer uso de recursos a fim de decidir como torná-la realidade.

As intenções constituem um tipo de “filtro” para adotar outras intenções, as quais **não** devem entrar em conflito.

Se eu tenho uma intenção, espera-se que eu adote uma nova intenção que não seja incompatível com a primeira.

Sistema intencional

Os agentes buscam o sucesso de suas intenções, e eles tentam novamente após uma tentativa falha.

Se em sua primeira tentativa um agente falha, então ele tenta um plano alternativo para alcançar a realização de suas intenções.

Sistema intencional

Os agentes acreditam que suas intenções são possíveis de serem realizadas.

Eles acreditam que exista pelo menos uma maneira para realizá-la.

Eles adotam intenções porque eles acreditam que **eles possam realizá-las**.

Se uma agente tem uma intenção, então ele acredita que “sob circunstâncias normais” ele obterá sucesso.

Efeitos colaterais

Os agentes podem não ter a intenção em obter certos efeitos colaterais de suas intenções.

O problema do efeito colateral escapa do controle do agente.

Exemplo: *Eu acredito que ir ao dentista envolve sentir dores, e eu posso ter a intenção de ir ao dentista – mas isto não significa que eu tenha a intenção de sentir dores.*

Raciocínio Meios-Fins

Planejamento é o projeto necessário à realização de uma seqüência de ações que permitirão ao agente de alcançar uma meta desejada.

Um sistema de planejamento é composto por:

- (representação de) metas/intenções a alcançar;
- (representação de) ações que ele pode realizar; e
- (representação do) ambiente.

Em seguida, gera-se um *plano* que visa alcançar a meta. Esta é uma forma de *programação automática*.

Análise Meios-Fins

É um processo de resolução de problemas que se baseia na detecção de diferenças entre estados, tentando reduzir estas diferenças.

Dois passos principais :

- Compare o estado atual com o estado final. Se forem idênticos, então retorne “sucesso”.

- Reduza a diferença aplicando os seguintes operadores. Selecione um operador aplicável ao estado atual. Se não houver operador, retorne “falha”.

Raciocínio de um agente

Interações entre agentes

Agentes interagem para resolverem problemas e atingirem seus objetivos.

Tais interações podem ser modeladas como processos de :

cooperação

coordenação

negociação

Negociação

Um processo de negociação pode visar:

- Resolver conflitos
- Alocar recursos limitados
- Conciliar preferências
- Buscar Soluções Globais
- Modelar as intenções dos demais

Teoria dos Jogos

A Teoria dos jogos é uma ferramenta matemática que analisa as interações entre dois ou mais indivíduos e busca um modelo de atuação ótimo.

Foi desenvolvida por Von Neuman & Morgenster em seu livro : “*The Theory of Games Behavior*” (1944).

Elementos

Jogadores

Ambiente

Ações

Informação

Estratégias

Resultados

Equilíbrio

Teoria dos Jogos

Jogos estão presentes em nossa vida desde nossa infância :

Jogos de equipes, jogos eletrônicos, campeonatos de xadrez, competições esportivas, etc.

Por que estudar os jogos ?

Situações de jogos fazem parte de nosso dia a dia;

O jogo da política internacional;

O jogo da livre concorrência.

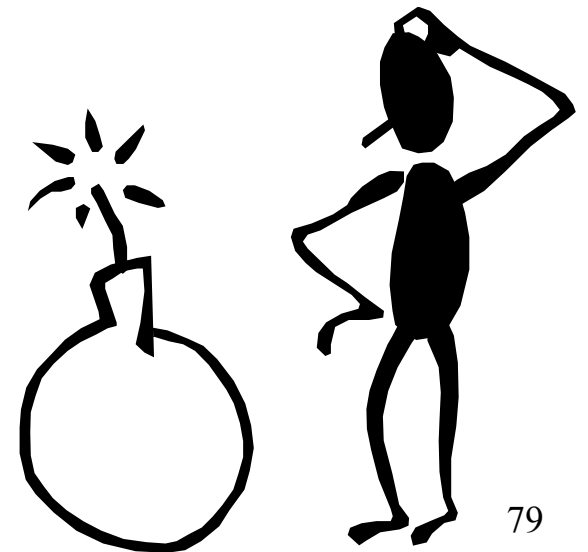
Teoria dos Jogos

Existe algo em comum entre :

As negociações internacionais,

As decisões estratégicas de executivos de
empresas concorrentes, e

Uma partida de xadrez ?



Teoria dos Jogos

Resposta :

SIM, existem características importantes presentes ao mesmo tempo em uma partida de xadrez em um encontro internacional de líderes para discutir medidas de não proliferação nuclear e nas decisões de empresários quanto ao lançamento de um produto para competir com produtos semelhantes.

Estas situações podem ser vistas como um jogo...

O que é um jogo ?

Situações que envolvam **interações** entre **agentes racionais** que se comportam estrategicamente podem ser analisadas formalmente como um **jogo** (Fiani, 2004).

A teoria dos jogos ajuda a entender *teoricamente* o processo de decisão dos agentes que interagem.

Jogo simultâneo

Problema : uma empresa pegou empréstimos de dois bancos \$5 milhões. Em virtude dos maus negócios, seus ativos valem menos do que a soma de seus empréstimos: os ativos totais da empresa seriam de \$6 milhões, insuficiente para cobrir o total de empréstimos de \$10 milhões.

Se os bancos decidem renovar seus empréstimos, a perspectiva é de que a empresa consiga se manter operando por mais um ano pagando juros de \$1 milhão para cada banco. Após isso, a empresa seria obrigada a decretar falência. Decretando falência, os bancos dividiriam os ativos de \$6 milhões, resultando então para cada banco \$3 milhões: \$3 milhões da partilha mais \$1 milhão dos juros.

Jogo simultâneo

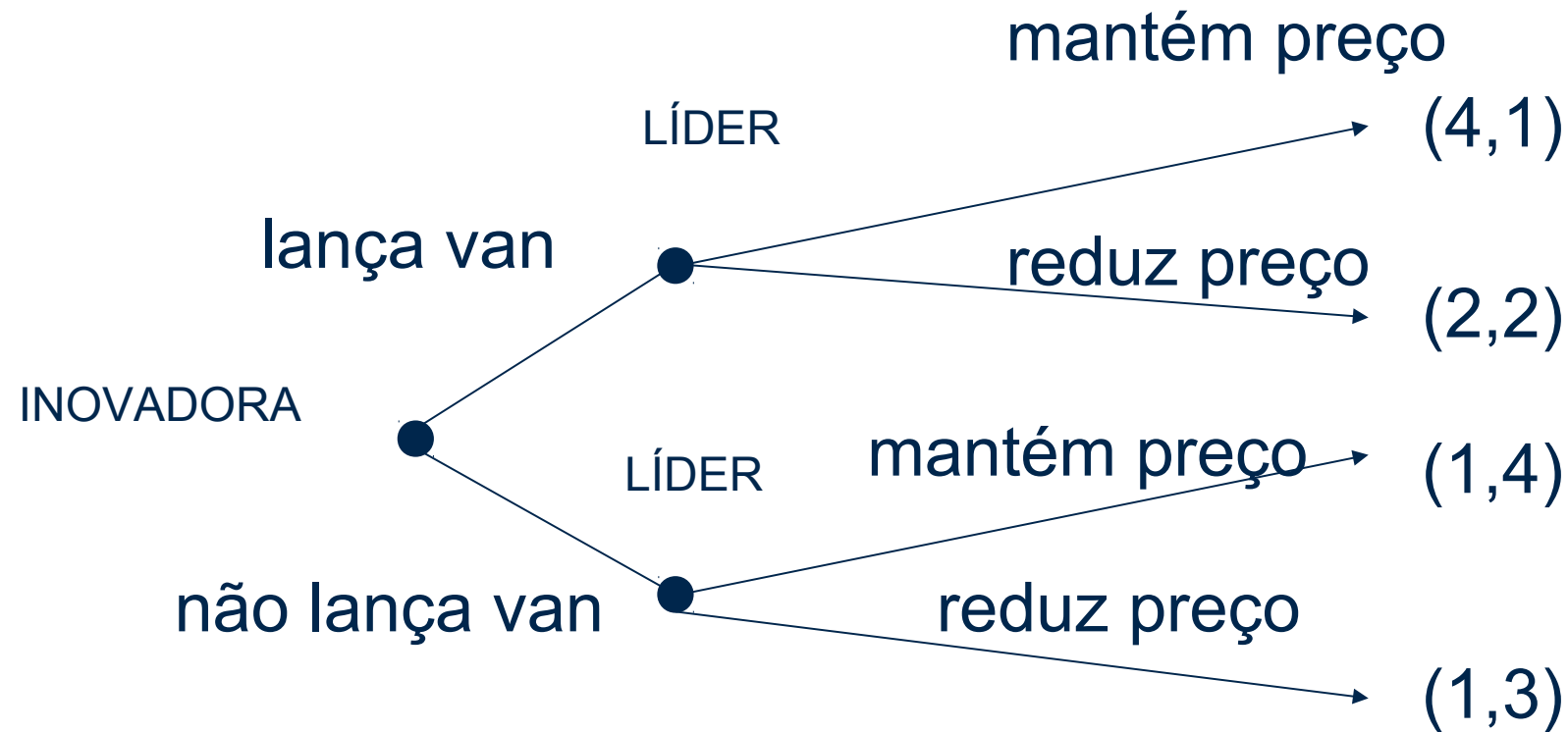
Se um dos bancos apenas decide não renovar seus créditos, ele recebe integralmente o seu empréstimo de \$5 milhões de volta, mas acaba precipitando a falência da empresa. Como ela seria obrigada a pagar de volta o empréstimo, sobraria ao segundo banco reclamar o \$1 milhão remanescente.

A última possibilidade seria que os dois bancos decidam ao mesmo tempo não renovar seus empréstimos: neste caso, os dois bancos partilhariam o ativo, ou seja, cada um receberia \$3 milhões.

Jogo em forma normal

	renova	não renova
renova	4	5
não renova	1	3

Jogo seqüencial



FORMA ESTENDIDA

Agentes que Negociam...

Negociação... O que é?

Utilidades... E Estratégias

Equilíbrio de Nash

Negociando Recursos

Leilões

Negociando mais...

Protocolos

Negociando...

De acordo com o Aurélio...

Negociar significa manter relações para concluir tratados ou convênios

Para SMA...

Negociação é uma forma de interação entre agentes *self-interested*. Em outras palavras, é o processo de conseguir um **acordo** para **cooperação** entre agentes buscando seus **objetivos pessoais**.

Negociamos ...

Para Determinar

- A distribuição das Tarefas

- A distribuição dos Recursos

- A coordenação das atividades

Entre

- Dois Agentes

- Entre múltiplos agentes

 - Formação de coalizões

O Processo deve Ser

Eficiente

Maximiza o somatório das utilidades.

Estável

Racionalidade Individual

Deve ser preferível atuar em grupo

Racionalidade de grupo

É melhor participar deste grupo do que de outro

Racionalidade de coalizão

Ninguém quer sair da coalizão

Como possibilitar?

Precisamos definir...

A linguagem utilizada pelos participantes

Como cada um decide suas posições?

Os Protocolos seguidos pelos agentes.

O processo de negociação

E a maneira através da qual agentes se comunicam e se comprometem, a fim de chegar a um acordo benéfico a todos.

Os agentes tem o interesse comum em cooperar, mas um conflito de interesses sobre como exatamente cooperar.

Problema da negociação

O problema que cada agente deve resolver é “como cooperar”, antes mesmo da cooperação, a fim de obter os frutos desta cooperação.

Cada agente prefere chegar a um acordo ao invés de discordar e não chegar a nenhum acordo.

Mas, apesar disso, cada agente gostaria de chegar a um acordo o mais favorável possível.

Negociação comprador-vendedor

Negociação um-para-um

Com data limite

Ofertas e contra-ofertas

Baseadas em informações coletadas

Informações úteis

- 1) Data limite quando a negociação precisa estar encerrada;
- 2) Tempo no qual o acordo é alcançado
o agente “paciente” pode ganhar utilidade em chegar a um acordo tarde (dentro do deadline);
o agente “impaciente” pode ao contrário perder utilidade com o tempo.
- 3) Limite de preço

Mecanismo de negociação

Especifica como uma negociação deve proceder.

Mais importantes:

- Leilão (Auctions)

- Barganha (negociação um-para-um)

Representando Preferências

Função de Utilidade

i e j são dois agentes

$$\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n\}$$

ω_x é um estado do mundo.

As preferências dos agentes são capturadas pela função de utilidade.

$$\mu_i : \Omega \rightarrow \mathbb{R} \quad \mu_j : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

Estratégias Dominantes

Que ações tomar?

Uma estratégia Ω_1 domina Ω_2 para o agente i se todo o elemento de Ω_1 é preferido a todos os elementos de Ω_2 .

Ω_1 domina fortemente Ω_2 se $\forall \omega_1 \in \Omega_1, \forall \omega_2 \in \Omega_2, \omega_1 >_i \omega_2$

Nem sempre teremos estratégias fortemente dominantes! As vezes precisamos ter estratégias fracamente dominantes.

Equilíbrio de Nash

Duas estratégias estão em EN se:

Considerando que agente i executa S_1 agente j não pode fazer melhor que executar S_2 .

Considerando que o agente j vai executar S_2 i não pode fazer melhor que S_1

No equilíbrio, os agentes não têm incentivo de se desviar... O problema é que nem todas as situações tem EN.

Equilíbrio de Nash

Diz-se que uma combinação de estratégias constitui um equilíbrio de Nash quando cada estratégia é a melhor resposta possível às estratégias dos demais jogadores, e isso é verdade para todos os jogadores.

Pensando mais um pouco...

Interações Competitivas...

Suponha que temos dois agentes i e j , onde um i prefere um estado ω_1 sss j prefere ω_2 .

Interações de soma Zero.

Quando a $\mu_i(\omega_1) + \mu_j(\omega_1) = 0$

Ex. um jogo de xadrez

Mas...

E quando computar utilidades for muito caro?

Negociar envolve planejamento...

E um modelo do oponente!

Vários aspectos sob negociação...

Agora... E quanto a concordar?

Quando o problema é alocar recursos...

Leilões

Se precisamos coordenar tarefas, decidir o que e quando fazer...

Coordenação

Argumentação

Um parêntese...

Negociação

Ato de Discutir com o objetivo de atingir um consenso.

Argumentação

Apresentar argumentos contra ou a favor de algo, com o intuito de convencer alguém de nossa própria opinião.

Voltando...

Consensos dependem da capacidade de **negociação** e **argumentação** dos agentes envolvidos...

Negociação governada por **protocolos**...

Como desenvolver estratégias para os agentes utilizarem enquanto negociam?

Parâmetros no design de Protocolos...

Sucesso Garantido... Em algum momento!

Maximização do Bem-Estar Social

Pareto-Eficiência

Não há nenhum outro resultado que vá tornar um agente melhor de vida sem prejudicar os outros.

Individualmente Racional

Jogar limpo é o melhor a fazer

Estabilidade

Simplicidade e Distribuição

Alocando Recursos... Os Leilões

Forma de Negociação cada vez mais comum...

Duas classes de Agentes:

- Leiloeiro

- Compradores

Alguns fatores alteram o protocolo...

- Valor público?

- Ou privado?

- Valor Correlato

Dimensões dos Protocolos

Determinação do Vencedor

Lances

- Open-Cry

- Sealed Bid

Mecanismo Utilizado

- One Shot

- Crescente

- Descendente

Mentiras e Conluíus

Nada impede que os compradores se juntem...

Uma solução...

Impedir os compradores de se identificarem...

Mas o leiloeiro também pode ser desonesto!

Contra-especulação...

Negociando...

Para situações mais complexas, leilões não bastam...

Qualquer negociação tem 4 componentes:

- Conjunto de negociação

- Um protocolo

- Uma coleção de estratégias

- Uma regra que determina quando o consenso foi atingido

Um Protocolo Famoso... A Contract net

A1 reconhece que tem um problema

A1 anuncia que precisa de um serviço

Pode envolver um broadcast geral... Um limitado... Ou um contato direto.

A_i, \dots, A_j respondem, oferecendo seus préstimos.

A1 contrata o serviço.

Quando o contratado termina, envia um relatório ao contratante.

Quando recebemos as mensagens...

Processando um anúncio...

- Agente decide se é candidato...

- Guarda os detalhes da tarefa, para poder competir por elas...

Processando a oferta

- Gerentes guardam as ofertas até o deadline.

- Depois a tarefa é alocada a um competidor.

Quando recebemos as mensagens...

Processando o Award

Ganhador começa os procedimentos para executar a tarefa.

Requerimentos e Informação

O conteúdo que chega é adicionado à base de conhecimento do agente.

Domínio

Orientados a Tarefas (DOT)

Representados por uma tupla $\langle T, Ag, C \rangle$

T é o conjunto de todas as tarefas

$Ag = \{1, \dots, n\}$ é o conjunto de participantes

C é a função de custo para cada subconjunto de tarefas.

Acordos... (Deals)

Um acordo é uma alocação de tarefas.

A utilidade do acordo δ é a diferença entre o custo das tarefas que o agente faria inicialmente (T_i) e as tarefas que lhe foram atribuídas.

$$Utility_i(\delta) = c(T_i) - c(\delta_i)$$

Se os agentes não chegarem a um acordo temos o conflict deal.

Mais sobre acordos

Um acordo δ_1 domina δ_2 se

δ_1 é tão bom quanto δ_2 para todos os agentes.

δ_1 é melhor que δ_2 para algum agente.

δ_1 domina fracamente δ_2 se a primeira condição se verifica.

Um acordo que não é dominado por nenhum outro é chamado de pareto-optimal.

δ é individual racional se domina fracamente o acordo de conflito

Assim...

O conjunto de possibilidades a colocar em negociação consiste nos conjuntos de acordos que são

Individual racional

Pareto optimal

Comunicação

Capacidade de trocar informações com outras entidades (agentes, humanos, objetos, ambiente)

Agentes comunicam-se com outros agentes.

Eles devem acessar informações sobre o estado atual do ambiente externo, via os repositórios dessa informação, que podem ser outros agentes (pedido/levantamento com um simples e conciso conjunto de respostas possíveis ou comunicação complexa com respostas variáveis)

Comunicação

Eles devem acessar informações sobre o estado atual do ambiente externo, via os repositórios dessa informação, que podem ser outros agentes (pedido/levantamento com um simples e conciso conjunto de respostas possíveis ou comunicação complexa com respostas variáveis)

Adaptabilidade

Um agente deve ser capaz de ajustar-se às preferências de seus usuários.

Colaboração

Não deve aceitar instruções sem considerações, mas deve prever erros, omissão de informações importantes e/ou informações ambíguas, e no caso, fazer perguntas ao usuário. Deve ser permitido a um agente recusar executar certas tarefas.

Protocolos de comunicação

Se os agentes interagem em uma rede remota de comunicação, eles devem possuir um protocolo de comunicação.

Este protocolo é responsável pelas informações que trafegam pela rede local ou remota.

Os protocolos definem os passos de diálogos a serem executados pelos agentes em cada tipo de interação possível numa sociedade de agentes.

Colaboração

Como os agentes devem ser organizados para conseguirem colaborar entre si ?

Duas abordagens diferentes tem sido exploradas: -

comunicação direta - os agentes mesmos cuidam da coordenação

coordenação auxiliada, na qual há programas especiais para organizar a coordenação.

Colaboração

Os agentes se comunicam através de um supervisor, que comunica com os diversos supervisores e seus agentes.

Alguns requisitos básicos, permitindo que os agentes possam: pedir informações de outros agentes, observar as atividades de outros agentes, interceptar e mudar os pedidos destinados a outros agentes, estabelecer comunicação com agentes sob o controle de outros supervisores.

Arquitetura de Agentes

Arquitetura de agentes

Todas as propriedades que um agente apresenta devem estar implícitas em sua arquitetura.

O conjunto dos módulos e suas interações devem prover uma resposta para a questão de como os sensores de dados e o estado interno corrente do agente determinam suas ações e futuros estados internos. Uma arquitetura abrange técnicas e algoritmos para suportar esta metodologia.

Arquiteturas

As arquiteturas podem ser divididas em três áreas:

a arquitetura deliberativa (abordagem clássica do Paradigma de IA),

a arquitetura reativa.

Arquitetura mínima

Agente como uma caixa preta.

Recebe entradas utilizando percepção.

Usa inteligência para processar as entradas

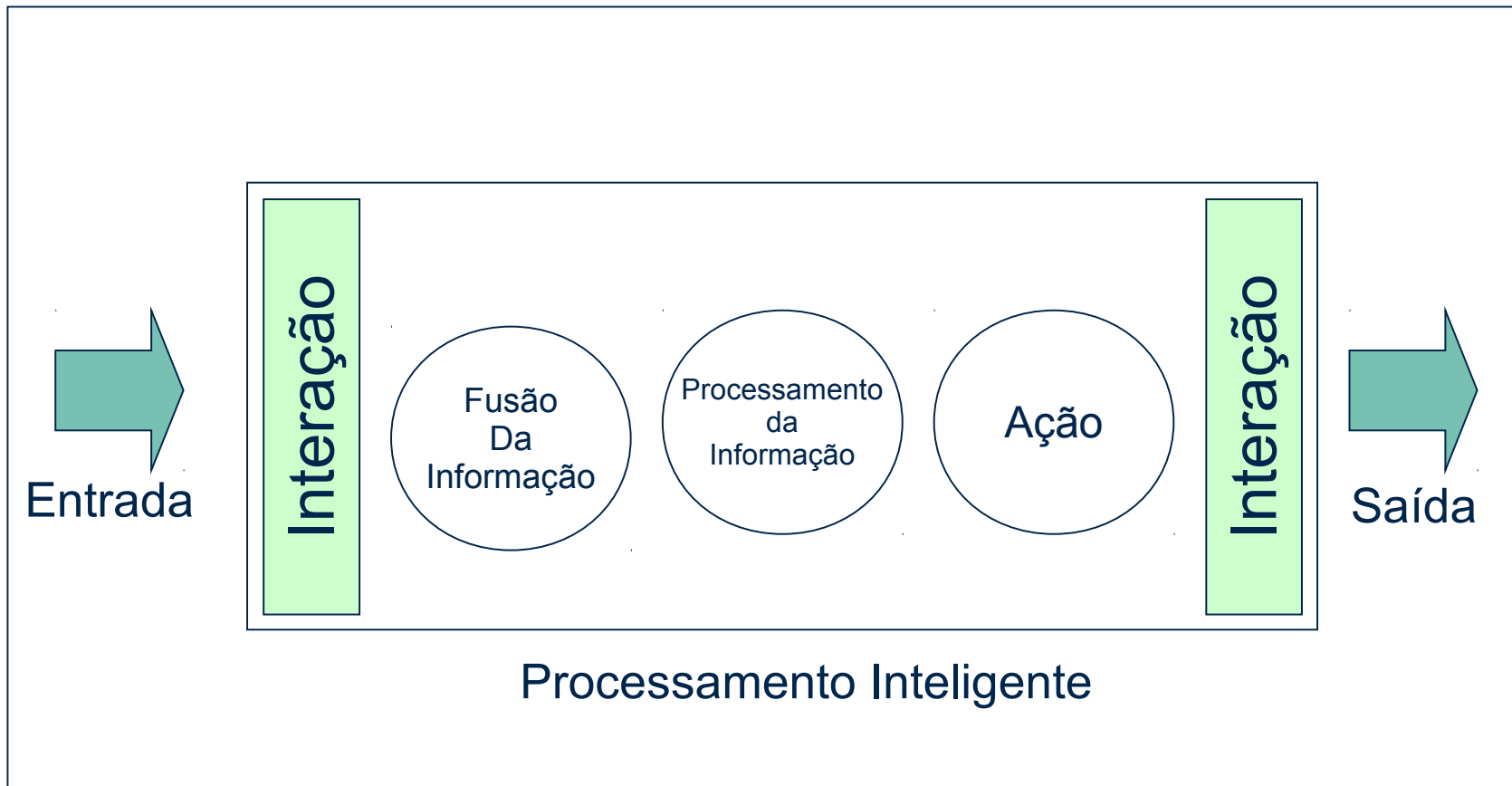
Produz saídas, normalmente na forma de ações.

Necessário inteligência para que as características de autonomia, cooperação e proatividade sejam possíveis.

Agente como uma Caixa Preta



Agentes deliberativos



Agentes deliberativos

Possui um ou mais módulos de interação com o ambiente

O ambiente pode ser outros agentes, usuários humanos ou quaisquer outras fontes de informações

Para cada tipo de ambiente, o agente possui um módulo de interação normalmente adaptado às características do ambiente correspondente

Interação X Processar e interpretar as informações e definir suas próprias metas.

Agentes deliberativos

Fusão da Informação

Integrar a informação à base de conhecimentos do agente de forma apropriada.

Receber informações diferentes de fontes diferentes e interpretá-los de forma similar.

Reconhecer e corrigir inconsistências

Agentes deliberativos

Processamento da Informação

Uma vez aceita a informação, esta deve ser processada

Reflete a verdadeira funcionalidade do agente

Avaliar os dados disponíveis e definir planos de ação específicos

Repassar o plano de ação para o módulo de ação

Agentes deliberativos

Ação

Utiliza os serviços dos módulos de interação quando é necessário interagir com o ambiente.

Encarregado da monitoração da execução da ação.

Utilidade : custo das ações

Problema: deliberação e raciocínio meios-fins não são processos instantâneos.

Ele possuem um custo em termos de tempo.

Suponha que a deliberação é *ótima* : o agente seleciona alguma intenção que ele queira realizar, e então esta ação seja a melhor para o agente. (Ela maximiza a utilidade esperada.)

Utilidade : custo das ações

Porém o agente selecionou uma intenção que seria ótima *no momento em que ele observou o mundo*.

Este cálculo é *racional*.

Além disso, o mundo pode *mudar*.

Deliberação é somente parte do problema: o agente precisa definir ainda como realizar a sua intenção.

Deliberação

Como um agente delibera ?

Ele inicia tentando entender que *opções* estão disponíveis;

Ele *escolhe entre elas*, e se *compromete* com alguma.

Deliberação

A função *deliberação* pode ser decomposta em duas : geração de opções e filtragem.

Geração de opções

Na qual o agente gera um conjunto de alternativas possíveis.

Ela considera as crenças do agente e suas intenções, e a partir delas determina um conjunto de opções (= *desejos*).

Deliberação

Filtragem

Nela o agente escolhe entre as alternativas possíveis e se compromete em realizá-las.

A fim de selecionar dentre as alternativas concorrentes, o agente aplica uma função de filtragem.

Compromisso

Blind commitment

O agente mantém uma intenção até que ele acredite que ela foi realizada.

Single-minded commitment

O agente mantém uma intenção até que ele acredite que ela foi realizada, ou enquanto ele acreditar que possa realizá-la.

Reconsiderando intenções

O agente deve reconsiderar suas intenções cada vez que ele chegar ao final do loop de controle, ou seja :

Quando ele executou o plano previsto, ou;

Ele acredita ter realizado as intenções previstas, ou;

Ele acredita que as intenções esperadas não podem ser realizadas.

Reconsiderando intenções

Reconsideração de suas intenções é
altamente *custoso*!

DILEMA

Um agente que não pára para reconsiderar suas intenções freqüentemente continuará tentando alcançá-las mesmo quando se tornar claro que elas não podem ser realizadas.

Um agente que constantemente reconsidera suas intenções pode desperdiçar o tempo de trabalho e corre o risco de nunca realizar suas intenções.

Solução: incorporar um controle explícito de nível meta que decide se ele deve ou não reconsiderar suas intenções.

Interações

Comunicação :

Atos da fala KQML & KIF; FIPA ACL.

Cooperação:

O que é cooperação; o dilema do prisioneiro;
cooperativo *versus* não-cooperativo; contract
net (rede de contratos).

Interações

- Um sistema multiagentes deve conter um certo número de agentes . . .
- . . . que interagem através da comunicação. . .
- . . . são capazes de agir no ambiente. . .
- . . . tem diferentes “esferas de influência” (que podem coincidir). . .
- . . . são ligados por relações organizacionais.

Multiagentes

Precisa de um modelo de ambiente no qual. . .

agentes simultaneamente escolhem uma ação para realizar,
e como resultado das ações, eles observam mudanças
(consequencias);

O resultado *atual* depende da *combinação* de ações;

Suponha que cada agente tenha duas ações possíveis que
ele possa realizar *C* (“coopera”) e “*D*” (“não coopera”).

Função de Transformação

Função de transformação do estado:

D – ação do agente i

C – ação do agente j

Ambiente é sensível as ações de ambos os agentes :

$$T(D,D)=w1; T(D,C)=w2; T(C,D)= w3; T(C,C)=w4$$

Nenhum dos dois tem influência sobre o ambiente :

$$T(D,D)=w1; T(D,C)=w1; T(C,D)= w1; T(C,C)=w1$$

O agente j controla o ambiente :

$$T(D,D)=w1; T(D,C)=w2; T(C,D)= w1; T(C,C)=w2$$

O dilema do prisioneiro

Dois homens são acusados de um crime e mantidos em células separadas sem condições de encontrar-se ou comunicar-se.

Eles foram avisados que :

se um confessar e o outro não, o primeiro será libertado e o outro será condenado por **três anos**.

se ambos confessarem, então cada um será condenado por **dois anos**.

Ambos sabem também que se nenhum confessar eles serão condenados por **um ano**.

O dilema do prisioneiro

Matriz de ganhos

		confessa	nega
confess a		24	13
nega		41	33

Melhor
escolha
individual

A melhor
escolha é
cooperar!

O dilema do prisioneiro

A ação *individual racional* é *negar*.

Ela garante um ganho de no mínimo 2, enquanto cooperar garante um ganho no máximo de 1.

Sendo assim, negar é a melhor resposta a todas as estratégias: ambos os agentes negam e obtém um ganho = 2.

Mas este não é o melhor resultado : se ambos cooperam cada um pode obter um ganho de 3.