



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Avenida Professor Luciano Gualberto, travessa 3 nº 158 CEP 05508-900 São Paulo SP
Telefone: (011) 818-5583 Fax (011) 818-5294

Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais

Aplicação de programação orientada à organização de agentes no Multi-Agent Programming Contest

Mariana Ramos Franco e Rafael Barbolo Lopes

PCS 5703 - Sistemas Multi-Agentes

Resumo Este trabalho apresenta o projeto e implementação de um SMA para participação no *Agent Contest* através da aplicação de programação orientada à organização de agentes. Para isso utilizou-se o modelo organizacional MOISE+ e a plataforma JASON.

1 Introdução

O objetivo do trabalho é projetar e implementar um Sistema Multi-Agente (SMA) para participar do *Agent Contest* de 2009.

O *Multi-Agent Programming Contest* é uma competição em que simultaneamente, dois times são situados no mesmo ambiente e competem diretamente num cenário definido pelos organizadores. Por se tratar de uma competição direta, é um cenário interessante para avaliar e comparar diferentes sistemas, assim possibilitando identificar pontos fortes e fracos de cada sistema, promovendo e avaliando o desenvolvimento de todos os participantes.

Conforme citado em [1], o *Multi-Agent Programming Contest* tem as seguintes características:

"This competition is an attempt to stimulate research in the area of multiagent systems development and programming by:

- 1. Identifying key problems,*
- 2. Collecting suitable benchmarks, and*
- 3. Gathering test cases which require and enforce coordinated action that can serve as milestones for testing multi-agent programming languages, platforms and tools."*

Em 2009, o *Agent Contest* definiu como tema para a competição um cenário de pastoreio, em que os agentes (comboys) estão localizados em um grid com árvores, vacas, cercas, currais e botões (que permitem a abertura da cerca). Árvores e currais são elementos estáticos, enquanto as cercas são controladas pelos agentes por meio de botões. Já as vacas possuem um algoritmo de movimentação com base nos elementos em torno delas, de modo a sofrerem atração mútua (tendendo a se agrupar) e a serem repelidas pelos obstáculos e agentes. A intensidade de cada um desses parâmetros comportamentais pode variar para cada cenário e é definida pelos organizadores do *Agent Contest*, não estando disponível diretamente para os competidores.

2 Análise e Especificação do SMA

Para o desenvolvimento do SMA foi utilizado um método situacional construído sob medida para o projeto, a partir de fragmentos de métodos capturados de três abordagens de desenvolvimento: USDP [3], Gaia [4] e MOISE+ [2].

O método é composto de quatro fases situacionais: Especificação de Requisitos, Análise, Design e Implementação.

Na fase de Especificação de Requisitos foram definidos os atores e os casos de uso do sistema. Já a fase de Análise foi composta de três subfases: Descrição do Ambiente em Gaia, Descrição da Organização em MOISE+, e Descrição das Interações usando Gaia.

2.1 Especificação de Requisitos

Identificação dos Atores

Ator	Papel	Uso do sistema
cowboy	Capturar vacas	Move-se pelo pasto, interage com vacas, abre/fecha cerca, interage com cowboy líder
cowboy sabotador	Atrapalhar equipe adversária	Move-se pelo pasto, interage com vacas, abre/fecha cerca da outra equipe, interage com cowboy líder
cowboy líder	Coordenar cowboys	Move-se pelo pasto, interage com vacas, abre/fecha cerca, coordena cowboys
vaca	Pastar	Move-se pelo pasto, se aproxima de rebanhos, se afasta de cowboys e de obstáculos

Observação: o ator vaca é implementado pelo simulador e por isso casos de uso iniciados por ele não serão apresentados neste documento.

Identificação dos Casos de Uso

Caso de uso	Breve descrição
Procurar vaca	Cowboys movem-se pelo pasto até encontrar uma vaca
Capturar vaca	Ao encontrar uma vaca, cowboys organizam-se para capturá-la
Atrapalhar equipe adversária	O cowboy sabotador atrapalha a equipe adversária
Abrir/fechar cerca	Cowboy se aproxima (ou se afasta) do botão para abrir (ou fechar) a cerca

Descrição dos Casos de Uso

Caso de Uso: Procurar vaca	
Ator:	cowboy, cowboy líder, vaca.
Início:	Cowboy líder deseja encontrar uma vaca.
Fluxo Típico	
No	Ação
1	Cowboys e cowboy líder movimentam-se para uma nova posição.
2	Cowboy encontra uma vaca na vizinhança.
3	Cowboy grava o identificador e a coordenada da vaca encontrada.
Fluxos Alternativos	
Alternativa 1: Nenhum cowboy encontrou vaca no movimento.	
No	Ação
2	Cowboy não encontra uma vaca na vizinhança.
3	Repete passo 1.

Caso de Uso:	Capturar vaca
Ator:	cowboy, cowboy líder, vaca.
Início:	Cowboy encontrou uma vaca.
Fluxo Típico	
No	Ação
1	Cowboy emite o identificador e a coordenada da vaca para o cowboy líder.
2	Cowboy líder emite ordem de captura com identificador e coordenada da vaca para todos os cowboys.
3	Cowboys fazem formação um ao lado do outro para empurrar a vaca para a cerca (cowboy líder comanda o movimento).
4	Cowboys encurralam vaca na cerca.
5	Cowboy líder manda o cowboy mais próximo do botão abrir a cerca.
6	Vaca entra na cerca.
7	Cowboy fecha a cerca.
8	Cowboys desfazem formação.

Caso de Uso:	Atrapalhar equipe adversária
Ator:	cowboy sabotador.
Início:	Cowboy sabotador caminha até a cerca do adversário.
Fluxo Típico	
No	Ação
1	Cowboy sabotador chega na cerca do adversário.
2	Cowboy sabotador envia estímulos para o botão da cerca para mantê-la sempre aberta.

Diagrama do Modelo de Casos de Uso

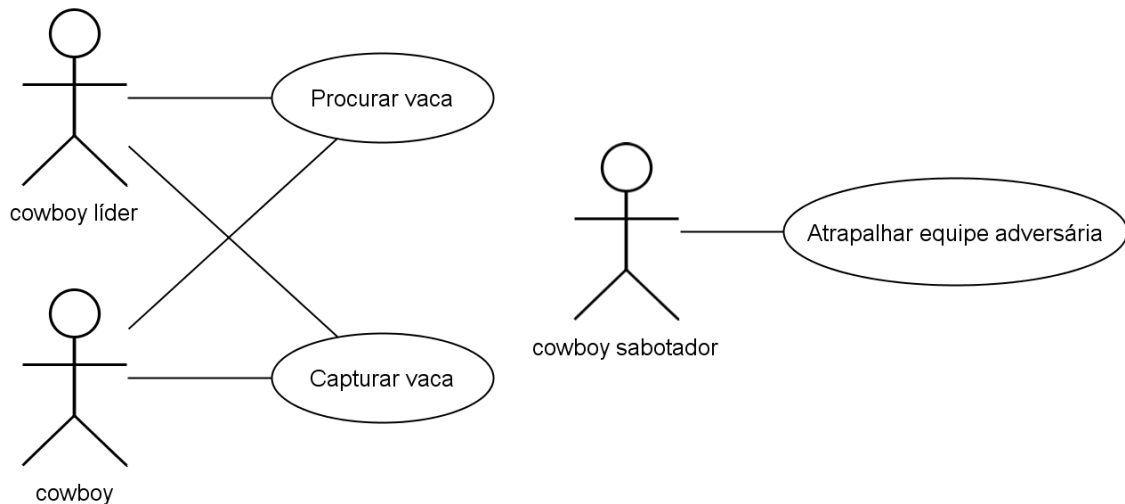


Figura 1. Diagrama do Modelo de Casos de Uso

2.2 Análise do SMA

Descrição do Ambiente (Gaia)

O ambiente em que o SMA atuará é composto de uma grade de células. O tamanho da grade é especificado no início da simulação e é variável. Porém, ele não pode ter mais de 150 x 150 células. A coordenada [0, 0] da grade está no canto superior esquerdo (noroeste). O ambiente simulado possui dois currais retangulares – um para cada equipe – que servem como um local para onde as vacas devem ser dirigidas. Além disso, há cercas que podem ser abertas através de botões.

Cada célula da grade pode ser ocupada por exatamente um dos seguintes objetos:

- Agente (controlado e capaz de se mover de uma célula para outra adjacente);
- Obstáculo (bloqueia a célula);
- Vaca (controlada pelo simulador, pode se mover de uma célula para outra adjacente, tende a formar rebanhos em áreas abertas e mantém distância de obstáculos e de agentes);
- Cerca (pode ser aberta usando um botão, para isto o agente deve ficar parado na célula adjacente ao respectivo botão).

Vacas devem ser empurradas para os currais. Cada time aprende a posição e as dimensões do seu curral no início de cada simulação.

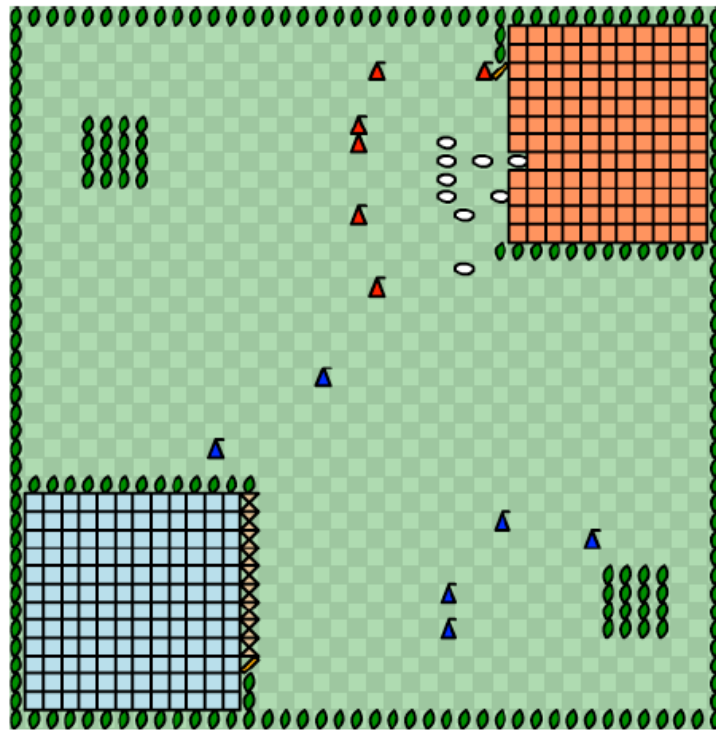


Figura 2. Ambiente de simulação. Agentes (triângulos vermelhos e azuis) são dirigidos pelos competidores. Obstáculos (círculos verde) bloqueiam células. Vacas (círculos brancos) movimentam-se de acordo com um algoritmo de vaca. Cercas (formas em x) podem ser abertas por um agente parado na célula adjacente ao botão (em forma de barra). As vacas têm que ser empurradas para dentro dos currais (retângulos vermelhos e azuis.)

Descrição da Organização (MOISE+)

O propósito da organização de agentes é capturar o maior número possível de vacas e atrapalhar o time adversário.

Existem 3 grupos de agentes:

- Liderança: grupo composto pelo cowboy líder que coordena os outros cowboys;
- Sabotagem: grupo composto pelo cowboy sabotador que procura atrapalhar a equipe adversária;
- Captura: grupo composto pelos cowboys responsáveis por capturar as vacas.

Existem 3 metas a serem cumpridas pelos agentes: procurar vaca, capturar vaca e atrapalhar equipe adversária. Para cada uma dessas metas, há missões específicas que os agentes devem cumprir. A especificação funcional no item 3.1 apresenta essas metas e missões.

Descrição das Interações (Gaia)

O modelo de interações representa as dependências e relacionamentos entre os papéis do sistema multiagentes, de acordo com as definições de um protocolo de comunicação entre os agentes.

As comunicações entre os agentes modelados ocorrem apenas entre os agentes com papel de capturador e o agente com papel de coordenador. Mais detalhes são dados no item 3.2.

3 Arquitetura e Design do SMA

A fase de design (projeto) do SMA especificada no método situacional é composta de quatro subfases: Modelo de Organização (MOISE+), Modelo de Interações (Gaia), Projeto de Agentes (Gaia) e Projeto de Comportamento Organizacional (MOISE+).

3.1 Modelo de Organização (MOISE+)

MOISE+ define 3 tipos de especificação para o modelo e projeto de organizações em um SMA:

- Especificação Estrutural: define os papéis, relações entre papéis e grupos.
- Especificação Funcional: define as missões e planos.
- Especificação Deontica: especifica, no nível individual, como permissões e obrigações de um papel estão relacionadas com uma missão.

Especificação Estrutural

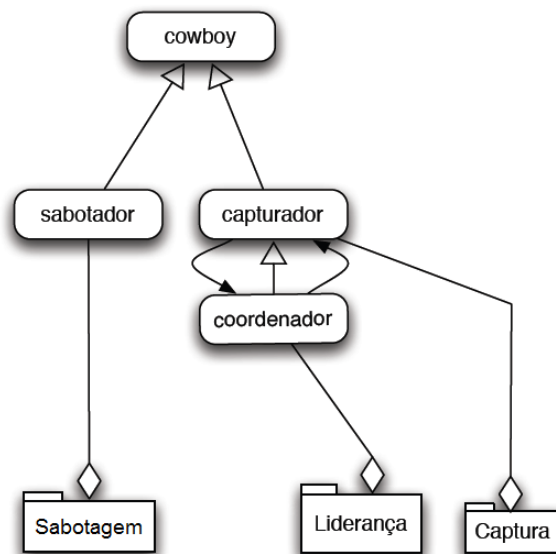


Figura 3. Especificação Estrutural

Papel de origem	Papel de destino	Tipo de link
Coordenador	Capturador	Autoridade
Capturador	Coordenador	Comunicação

Links entre papéis

Especificação Funcional

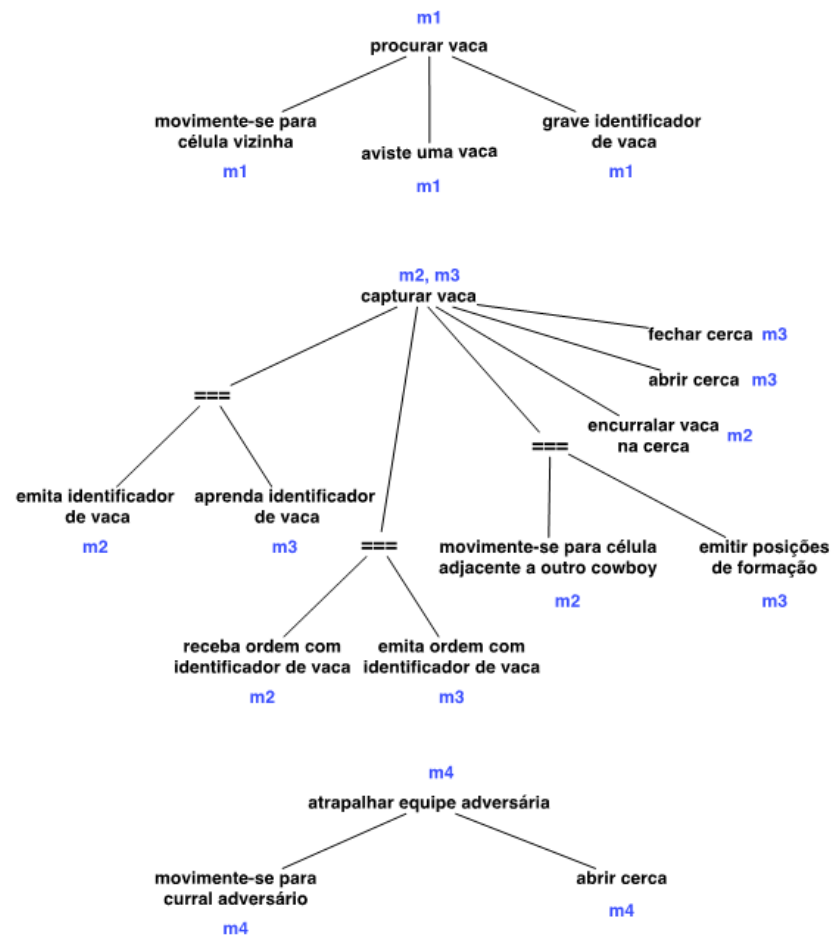


Figura 4. Especificação Estrutural

Especificação Deontica

Papel	Relação deontica	Missão	Restrição temporal
Sabotador	Obrigaçao	m4	A qualquer momento
Capturador	Obrigaçao	m1	Enquanto procura vaca
Capturador	Obrigaçao	m2	Enquanto captura vaca
Coordenador	Obrigaçao	m1	Enquanto captura vaca

3.2 Modelo de Interações (Gaia)

As comunicações entre os agentes modelados ocorrem apenas entre os agentes com papel de capturador e o agente com papel de coordenador.

A seguir definimos os possíveis protocolos de comunicação entre os agentes:

Protocolo: Encontrou vaca		
Iniciador: comboy	Parceiro: cowboy líder	Entrada: identificador e coordenada da vaca encontrada.
Descrição: Comboy informa o líder que encontrou uma vaca.		Saída OK, dados recebidos.

Protocolo: Cercar vaca		
Iniciador: cowboy líder	Parceiro: cowboy	Entrada: identificador e coordenada da vaca a ser capturada; coordenada para onde o cowboy deve se locomover para começar a cercar a vaca.
Descrição: Líder ordena o cowboy capturar vaca.		Saída OK, dados recebidos.

Protocolo: Abrir/Fechar cerca		
Iniciador: cowboy líder	Parceiro: cowboy	Entrada: vaca no curral.
Descrição: Líder ordena o cowboy a abrir/fechar a cerca.		Saída OK, cerca aberta/fechada.

3.3 Projeto de Agentes (Gaia)

O time de agentes para a competição será sempre formado de:

- 1 comboy líder
- 1 comboy sabotador
- 1 à N comboys

onde N é o número máximo de agentes no time - 2.

3.4 Projeto de Comportamento Organizacional (MOISE+)

No sistema multiagente proposto, não é possível que agentes entrem ou saiam do ambiente. Cada time é composto de um número fixo (definido pelo simulador) de cowboys que permanecem no ambiente durante toda a simulação.

Os agentes recebem os papéis no início da simulação. Um agente receberá o papel de coordenador, e liderará a procura e captura de vacas. Outro agente receberá o papel de sabotador, e terá como missão

atrapalhar o time adversário a atingir seus objetivos. Os outros agentes serão capturadores, e agirão em conjunto na procura e captura de vacas.

Todos os agentes do sistema estão compromissados com pelo menos uma meta global do sistema (capturar vacas e atrapalhar o adversário). As metas locais desses agentes foram projetadas para alcançar as metas globais. Logo, o comportamento dos agentes sempre será dirigido por missões locais que visam as metas globais.

4 Linguagens de programação e plataforma de execução

5 Estratégia para time de agentes

A nossa estratégia consiste em garantir duas coisas:

- Nossa equipe vai capturar pelo menos 1 vaca durante a partida;
- A equipe adversária não vai capturar nenhuma vaca.

Para que isto se concretize, devemos ter um cowboy (sabotador) que vai até a cerca adversária e a mantém constantemente aberta. Os outros cowboys se empenham em capturar vacas e garantem que pelo menos 1 vaca esteja dentro da cerca no final do jogo.

6 Características técnicas

7 Discussão e conclusão

Referências

1. Multi Agent Programming Contest Home. <http://www.http://multiagentcontest.org/>.
2. Jomi Hubner, Jaime Sichman, and Olivier Boissier. A model for the structural, functional, and deontic specification of organizations in multiagent systems. 2507:439–448, 2002.
3. Ivar Jacobson, Grady Booch, and James Rumbaugh. *The unified software development process*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1999.
4. Franco Zambonelli, Nicholas R. Jennings, and Michael Wooldridge. Developing multiagent systems: The gaia methodology. *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, 12:317–370, July 2003.