



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
DAS410059-41 - **Sistemas Multiagentes** - 2020/3
Departamento de Automação e Sistemas
Professor: Jomi F. Hübner
Trabalho prático - Leilão Japonês
Acadêmica: Lara Popov Zambiasi Bazzi Oberderfer

Leilão Japonês: uma comparação entre as linguagens Jason, CArAgO e Moise

Objetivo

O objetivo do trabalho é experimentar a programação das diversas dimensões de um SMA para implementar um *Japanese Auction* (https://en.wikipedia.org/wiki/Japanese_auction).

Relatório

Conforme o cronograma da disciplina, deve ser entregue um relatório descrevendo os resultados do trabalho, em especial uma análise comparativa entre as versões desenvolvidas.

Detalhes

O trabalho consiste na implementação de três versões de um SMA que negocia a venda de um produto segundo as regras do leilão (*Japanese Auction*).

versão A Somente agentes são programados (em Jason)

versão AE O ambiente pode ser instrumentado para ajudar o leilão (com CArAgO)

versão AEO Uma organização é estabelecida para o leilão (com Moise)

O trabalho pode ser feito em dupla.

Introdução

O objetivo do trabalho é implementar três versões de um Sistema multi-agentes: Jason, CArAgO e Moise, que negocia a venda de um produto segundo as regras de um leilão no estilo Leilão Japonês (*Japanese Auction*).

Agentes podem ser definidos como um sistema de computador baseado em hardware ou software que desfruta das propriedades de: autonomia, capacidade social, reatividade e pró-atividade. Nesse sentido, os SMAs consistem de uma rede de vários

agentes que compõem uma organização que se comunica de alguma forma interagindo entre si (WOOLDRIDGE; JENNINGS, 1998).

Wooldridge e Jennings (1997) em sua definição de agentes, listam as seguintes características: reatividade é perceber o ambiente e responder de maneira oportuna (timely fashion) a mudanças que acontecem nele; autonomia é a capacidade de operar sem intervenção direta de humanos ou outros e ter alguma espécie de controle sobre suas ações e estado interno; habilidade social é a capacidade de interagir com outros agentes via algum tipo de linguagem de comunicação de agentes; pró-atividade é a capacidade de exibir comportamentos baseados em objetivos.

O SMA foi programado em uma versão estendida da linguagem AgentSpeak(L), por meio do interpretador **Jason** é baseado em sistemas de crenças, desejos e intenções (BDI - *Beliefs, Desires and Intentions*); CArAgO é um framework e infraestrutura para programação e execução de ambientes baseados em artefato e **Moise** é um modelo organizacional para sistemas multiagentes baseado em noções como funções, grupos e missões. Ele permite que um MAS tenha uma especificação explícita de sua organização.

Para o trabalho foi utilizado as diretrizes da FIPA (Foundation for Intelligent, Physical Agents - Fundação para Agentes Físicos e Inteligentes), que é uma organização internacional dedicada a promover a organização de agentes inteligentes, desenvolvendo as especificações que suportam as aplicações de agentes.

Modelagem de um Leilão Japonês

O objetivo do trabalho é implementar três versões de um Sistema multi-agentes: Jason, CArAgO e Moise, que negocia a venda de um produto segundo as regras de um leilão no estilo Leilão Japonês (Japanese Auction).

O Leilão Japonês (Japanese Auction) é um estilo de leilão dinâmico que deve obedecer os seguintes requisitos:

Para cada leilão:

- Deve ser apresentado um preço inicial do produto a ser leilado, esse preço deve ser baixo entre zero ou um preço reservado pelo leiloeiro.
- Todos os compradores devem ofertar um valor para comprar o produto que está sendo leilado na arena.
- O valor do produto que está sendo leilado deve ser aumentado continuamente.
- Os compradores podem abandonar a arena a qualquer momento, porém não podem reentrar na arena.

- Quando existir somente um comprador na arena, o leilão é finalizado, ganha o item e paga o último preço exibido.

Estratégia:

- Suponha que um comprador acredite que o valor do item é v . Então, esse comprador tem uma estratégia dominante simples: permanecer na arena enquanto o preço exibido estiver abaixo de v ; sair da arena sempre que o preço exibido for igual a v . Isso significa que o leilão japonês é um mecanismo verdadeiro: é sempre melhor agir de acordo com o seu verdadeiro valor, independentemente dos valores alheios.
- Quando todos os compradores jogam suas estratégias dominantes, o resultado é: O comprador vencedor é o comprador com a maior avaliação; e O preço final é a segunda avaliação mais alta.

O SMA escolhido para esta aplicação no Leilão Japonês consiste em um Leilão Japonês oferecendo seus produtos (óculos de marcas) para seus compradores.

Modelagem do SMA no JASON: dimensão dos agentes

A Figura 1 apresenta a criação dos agentes em Jason do Projeto Leilão Japonês.

```

1  MAS versaoA {
2      infrastructure: Centralised
3      agents:
4          leiloeiro;
5      //Compradores
6          maxLance #1;
7          minLance #1;
8          randomLance #2;
9  }
```

Figura 1: Criação dos agentes Projeto Leilão de óculos em JASON

A estrutura da criação de um SMA em Jason (Figura 3) se apresentou muito simples, em 8 linhas podem ser criados muitos agentes, no qual após o nome do agente segue o símbolo “#” e após esse símbolo é indicado o número desejado de agentes de cada tipo. No caso, são criados os agentes: o leiloeiro que realiza o leilão, e três tipos de compradores, um que dá um lance máximo, um que dá um lance mínimo e um que gera um lance randômico.

A Figura 2 apresenta o valor do produto que está sendo leilado deve ser aumentado continuamente em Jason.

```

1  +!raisePrice(G, ParticipantsList)
```

```

2      : produtos(G, P)
3      <- NewPrice = P + 1;
4      +-produtos(G,NewPrice);
5      .print(G, ": valor agora é de R$ ", NewPrice, " reais!");
6      .send(ParticipantsList, tell, raisedPrice(G, NewPrice));
7      .wait(10);
8      !checkParticipants(G).

```

Figura 2: Parte código fonte leiloeiro.asl Projeto Leilão de óculos em JASON

A estrutura do plano de aumento do valor de um produto do leilão em Jason (Figura 2) se apresentou muito simples, em 8 linhas foi possível atualizar o preço do produto que está ativo no leilão a cada 10s.

```

Crença:
    produtos("anahickman", 1).
    produtos("mormaii", 2).
    produtos("dolce&gabana", 3).
    produtos("rayban", 4).

Objetivo:
    !getMoney.

Plano
+!chooseProd
    <- .findall(X, wantToBuy(X), L);
    .print("Tenho intensao de comprar: ", L);
    .abolish(produtos(_,_));
    -counter(_).

```

Figura 3: Exemplos de Crenças, objetivos e planos do Leilão de óculos (comprador.asl)

A Figura 3 apresenta trechos do código-fonte do comprador contendo exemplos do BDI: a crença do produto, o objetivo getMoney, valor que ele tem para gastar no leilão, e um plano referente a escolha de produtos que mostra os interesses de produtos que o comprador tem interesse de comprar.

```

[maxLance] Possui R$ 498 reais!
[randomLance2] Possui R$ 545 reais!
[randomLance1] Possui R$ 870 reais!
[minLance] Possui R$ 364 reais!
[maxLance] Tenho intensao de comprar:
["gucci","dolce&gabana","dior","vogue","mormaii","anahickman","haru","carrera","prada"]
[minLance] Tenho intensao de comprar: ["anahickman","mormaii","haru","prada"]
[randomLance1] Tenho intensao de comprar:
["rayban","gucci","mormaii","prada","haru","vogue","anahickman"]
[randomLance2] Tenho intensao de comprar:
["rayban","carrera","mormaii","dolce&gabana","dior","gucci","anahickman","haru"]
[minLance] Entrou na sala para dar lance no produto: anahickman
[randomLance2] Entrou na sala para dar lance no produto: anahickman
[randomLance1] Entrou na sala para dar lance no produto: anahickman

```

```

[maxLance] Entrou na sala para dar lance no produto: anahickman
[leiloeiro] Leilão para anahickman iniciou!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 1 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 2 reais!
[minLance] O lance max eh inferior ao novo preco. Saindo da sala do produto: anahickman
[leiloeiro] minLance abandonou a sala do produto: anahickman
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 3 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 4 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 5 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 6 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 7 reais!
[randomLance1] O lance max eh inferior ao novo preco. Saindo da sala do produto:
anahickman
[leiloeiro] randomLance1 abandonou a sala do produto: anahickman
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 8 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 9 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 10 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 11 reais!
[leiloeiro] anahickman: valor agora eh de R$ 12 reais!
[randomLance2] O lance max eh inferior ao novo preco. Saindo da sala do produto:
anahickman
[leiloeiro] randomLance2 abandonou a sala do produto: anahickman
...
[leiloeiro] ----- Todos os produtos foram leiloados -----

```

Figura 4: Compilação Projeto Leilão de óculos em JASON

A Figura 4 apresenta a compilação do Projeto Leilão de óculos em JASON para ilustrar a modelagem do SMA, no qual todos os compradores (comprador que dá um lance máximo (maxLance), comprador que dá um lance mínimo (minLance), comprador que dá sempre um lance randômico (randomLance e um outro comprador (todos os casos podem ser criados mais agentes)) apresentam quanto possuem de valor e sua intenção de comprar produtos. O leiloeiro oferece um produto iniciando um leilão, os compradores que têm intenção de comprar esse produto entram na arena e o valor do produto vai sendo incrementado até ficar somente um comprador na sala (compradores saem da sala, pois o lance que haviam dado era inferior ao novo preço do produto), quando restar um comprador então esse comprador adquire o produto e o saldo dele é decrementado.

Modelagem do SMA em CArtaGO: dimensão do ambiente

Para a modelagem do projeto no framework CArtaGO, segundo Ricci et al. (2011) a coordenação do agente é um aspecto principal da programação do MAS e, de fato, um dos mais desafiadores. Uma vez que os artefatos são entidades compartilhadas e usadas simultaneamente por agentes, eles podem ser explorados diretamente para fornecer funcionalidades de coordenação, que funcionam como artefatos de coordenação.

Artefatos de coordenação são particularmente úteis em todos esses contextos ou problemas em que seja útil adotar uma abordagem objetiva para a coordenação, ou seja,

encapsular o estado e as regras que definem a política de coordenação em algum controle adequado, fora dos agentes interagentes (RICCI et al. , 2011).

Além disso, a capacidade dos agentes de substituir artefatos em tempo de execução ou de inspecionar e possivelmente mudar / adaptar o comportamento do artefato, torna a abordagem interessante para os contextos em que as políticas gerais de coordenação precisam ser alteradas em tempo de execução, possivelmente sem exigir mudanças nos agentes participantes (RICCI et al. , 2011).

A dimensão ambiente, pode ser composta por um ou mais entidades de workspace. Onde cada workspace é formado por um ou mais artefatos. Um artefato provê um conjunto de operações e propriedades observáveis, definindo assim uma interface de uso de artefatos (RICCI et al. , 2011).

A Figura 5 apresenta a criação dos agentes do Projeto do Leilão em CArtAgO.

```
1  mas versaoCartago {
2
3      agent leiloeiro          : auctioneer.asl {
4          join: arena
5      }
6
7      agent comprador          : participant.asl {
8          instances: 2
9          join: arena
10     }
11
12     workspace arena { }
13
14     // agent source path
15     asl-path: src/agt
16             src/agt/inc
17 }
```

Figura 5: Criação dos agentes Projeto Leilão de óculos em CArtAgO

Pode-se perceber na Figura 5 que podemos acessar os workspaces diretamente no arquivo de criação dos agentes, a partir de agora temos o ambiente (workspace arena) para poder projetar e programar nossos agentes que estarão entrando neste ambiente (join: arena).

A coordenação voltada para o meio ambiente, na qual os agentes trocam mensagens com o artefato, a Figura 6 apresenta trecho do código-fonte do artefato utilizada pelo leilão, ao invés de utilizar trocas de mensagens entre os agentes, como somente no Jason, nessa abstração do JaCaMo, podemos situar este artefato em um espaço de trabalho, duplicá-lo e controlar seu acesso.

```

1 public class AuctionArtifact extends Artifact {
2
3     String currentWinner = "no_winner";
4
5     public void init() {
6         // observable properties
7         defineObsProperty("running", false);
8         defineObsProperty("best_bid", Double.MAX_VALUE);
9         defineObsProperty("winner", new Atom(currentWinner));
10    }
11
12    @OPERATION public void start(String task) {
13        if (getObsProperty("running").booleanValue())
14            failed("The protocol is already running and so you cannot start it!");
15
16        defineObsProperty("task", task);
17        getObsProperty("running").updateValue(true);
18    }

```

Figura 6: Trecho do código do artefato utilizado (AuctionArtifact.java) (JaCaMo, 2021)

Conforme Figura 7, cada leilão é gerenciado por uma instância de artefato onde (JaCaMo, 2021):

- O leiloeiro inicia o leilão definindo a descrição do serviço,
- Os participantes percebem o serviço e provavelmente fazem seus lances,
- Após algum tempo, o leiloeiro interrompe o leilão e o vencedor é definido.

Este artefato de leilão tem as seguintes propriedades observáveis (JaCaMo, 2021):

- a descrição do serviço (ou tarefa),
 - o melhor lance atual,
 - o vencedor atual (mostrado apenas quando o leilão terminar),
 - se o leilão está em andamento ou não,
- e as seguintes operações:
- iniciar (tarefa_descrição),
 - pare e
 - lance (valor).

A especificação deste artefato é baseado na Figura 7:

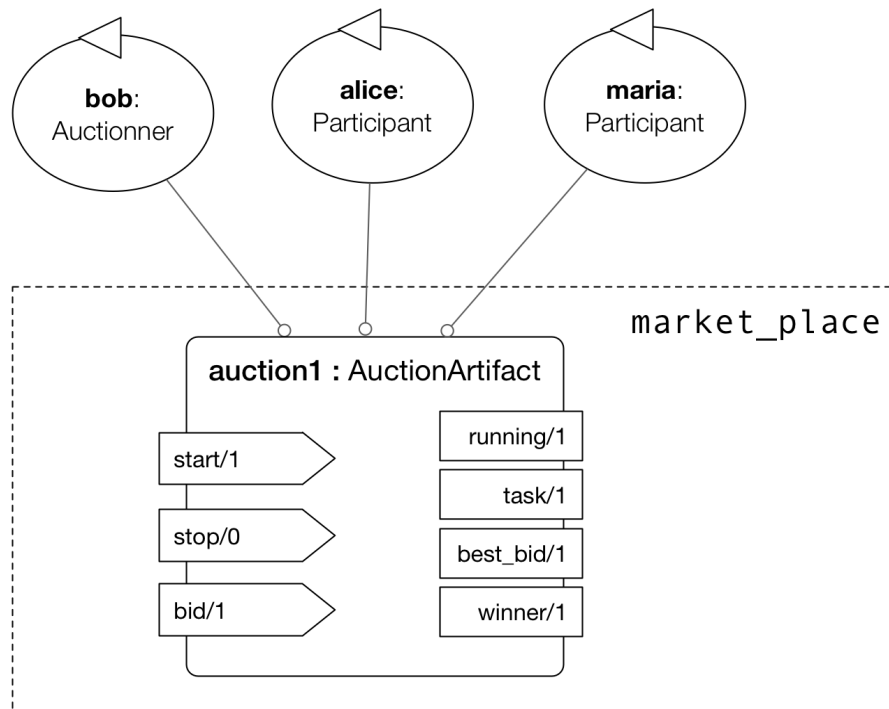


Figura 7: Artefato AuctionArtifact (JaCaMo, 2021)

```

CartAg0 Http Server running on http://127.0.1.1:3273
Jason Http Server running on http://127.0.1.1:3272
[Cartago] Workspace arena created.
[Cartago] getJoinedWorkspaces: [main]
[leiloeiro] joinned workspace arena
[leiloeiro] Leilão para produtos(anahickman,1) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(mormaii,2) iniciou!
[comprador1] joinned workspace arena
[comprador2] joinned workspace arena
[leiloeiro] Leilão para produtos(dolce&gabana,3) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(rayban,4) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(prada,5) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(dior, 6) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(vogue, 7) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(carrera, 8) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(haru, 9) iniciou!
[leiloeiro] Leilão para produtos(gucci, 10) iniciou!
Received bid 88.4457562360176 from comprador1 for produtos(anahickman,1)
Received bid 85.89879278153016 from comprador2 for produtos(anahickman,1)
Received bid 51.4679087096883 from comprador2 for produtos(mormaii,2)
Received bid 83.91915601848072 from comprador1 for produtos(mormaii,2)
Received bid 93.03571000557268 from comprador2 for produtos(dolce&gabana,3)
Received bid 25.13292426731071 from comprador1 for produtos(dolce&gabana,3)
Received bid 19.02591103572109 from comprador1 for produtos(gucci, 10)
Received bid 84.26905716169435 from comprador1 for produtos(haru, 9)
Received bid 21.628894683935776 from comprador1 for produtos(carrera, 8)
Received bid 55.23431096760003 from comprador1 for produtos(vogue, 7)
Received bid 105.190827999446 from comprador1 for produtos(dior, 6)
Received bid 98.6665440105898 from comprador1 for produtos(prada,5)
Received bid 91.9103184007464 from comprador2 for produtos(dior, 6)
  
```



```

Received bid 91.87382321437022 from comprador2 for produtos(rayban,4)
Received bid 15.573740240887293 from comprador2 for produtos(prada,5)
Received bid 28.588696584327703 from comprador1 for produtos(rayban,4)
Received bid 13.398900005620254 from comprador2 for produtos(vogue, 7)
Received bid 14.227022692606397 from comprador2 for produtos(carrera, 8)
Received bid 37.70296176370039 from comprador2 for produtos(gucci, 10)
Received bid 44.7081233502634 from comprador2 for produtos(haru, 9)
[leiloeiro] comprador2 comprou produtos(anahickman,1) por R$ 85.89879278153016 reais!
[comprador2] I Won!
[leiloeiro] comprador2 comprou produtos(mormaii,2) por R$ 51.4679087096883 reais!

```

Figura 8: Compilação Projeto Leilão de óculos em JASON

A Figura 8 apresenta a compilação do Projeto Leilão de óculos em JaCaMo para ilustrar a modelagem do SMA, no qual todos os compradores entram na sala e dão seu lance para comprar o produto. O leiloeiro transmite o vencedor.

Devido a falta de tempo e dificuldades na programação não consegui avançar para finalizar as regras do leilão japonês, mas tem uma versão 2, porém incompleta nos anexos.

Modelagem do SMA em Moise: dimensão orientada a organização

Segundo Ricci et al. (2011) o modelo organizacional do Moise está dividido em: especificação estrutural, que é descrita pelo grupo e pelas regras das entidades, no qual ambas definem diferentes grupos de agentes e sub-grupos dentro da organização; especificação funcional, que é definida pelo esquema social, missão e entidades objetivo, no qual, esquema social define os objetivos da organização (missões); e a especificação normativa, que é definida através da entidade norm a qual vincula regras para as missões, restringindo assim o comportamento do agente.

A Figura 9 apresenta a criação dos agentes do Projeto do Leilão em Moise.

```

1  mas versaoMoise {
2
3      agent leiloeiro      : auctioneer.asl{
4          instances: 1
5          //join: aorg
6      }
7
8      agent comprador      : participant.asl {
9          instances: 10
10         //join: aorg
11     }
12
13     organisation aorg : auction_os.xml {
14         group agrp : auctionGroup {
15             players: leiloeiro      auctioneer
16                   comprador      participant
17         debug
18     }

```

```

19     }
20     asl-path: src/agt
21         src/agt/inc
22 }

```

Figura 9: Criação dos agentes Projeto Leilão de óculos em Moise

Pode-se perceber na Figura 9 que utilizamos uma especificação de organização para coordenar os agentes todos juntos no ambiente, usando o artefato leilão como meio de interação entre eles, a estratégia de coordenação é especificada por meio de uma organização normativa composta por um grupo (linha 13 da Figura 9) no qual duas funções podem ser desempenhadas: **auctioneer** e **participant**.

Para que esse grupo seja bem formado (e então seja responsável por um esquema), pelo menos um agente deve desempenhar o papel de leiloeiro. Os objetivos a serem alcançados sob esta estrutura são especificados dentro de um esquema social (identificado como **doAuction**). Eles são: **start**: iniciando o processo de leilão, **bid**: propondo um lance e **decide**: decidir quem é o vencedor do leilão. Esses objetivos devem ser alcançados exatamente na ordem em que são apresentados acima, ou seja, a decisão deve ser tomada após as licitações que devem ser propostas após o início.

Finalmente, a especificação normativa declara o conjunto de funções e permissões que os agentes terão que cumprir enquanto desempenham algumas funções no grupo. As normas são as seguintes: **auctioneers**: têm permissão para alcançar **start** e **decide**, e **participants**: são obrigados a alcançar **bid**.

Os objetivos **start** e **decide** portanto, fazem parte da mesma missão **mAuctioneer**, e **bid** faz parte da missão **mParticipant**. Esta especificação é descrita na Figura 10 na notação de Moise:

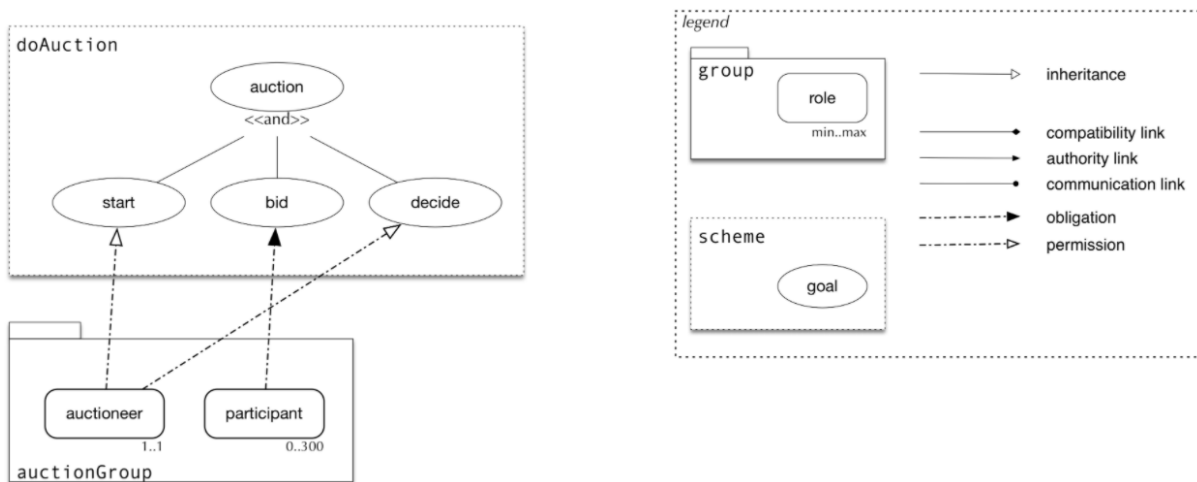


Figura 10: Especificação normativa com funções e permissões (JaCaMo, 2021)

organisation entity	normative state	normative
agrp (group)		
created from specification auctionGroup (root group)		
Formation: ok		
Players <ul style="list-style-type: none"> • comprador1 plays participant • comprador10 plays participant • comprador2 plays participant • comprador3 plays participant • comprador4 plays participant • comprador5 plays participant • comprador6 plays participant • comprador7 plays participant • comprador8 plays participant • comprador9 plays participant • leiloeiro plays auctioneer 		
Responsible for the following schemes: <ul style="list-style-type: none"> • sch_a2 • sch_a1 		

Figura 11: Papéis para os agentes da organização e esquemas do Leilão no Moise

A Figura 11 apresenta, durante a compilação do programa do Leilão no Moise, a delegação de papéis para os agentes pela organização e os esquemas que devem seguir.

```

CArtAg0 Http Server running on http://127.0.1.1:3273
Jason Http Server running on http://127.0.1.1:3272
[Moise] Workspace aorg created.
[Moise] getJoinedWorkspaces: [aorg]
Moise Http Server running on http://127.0.1.1:3271
[Moise] group created: agrp: auctionGroup using artifact ora4mas.nopl.GroupBoard
...
[comprador1] joinned workspace aorg
[comprador2] focusing on artifact aorg (at workspace aorg) using namespace default
[comprador1] focusing on artifact aorg (at workspace aorg) using namespace default
[comprador9] joinned workspace aorg
[comprador9] focusing on artifact agrp (at workspace aorg) using namespace default
[leiloeiro] joinned workspace aorg
[leiloeiro] focusing on artifact agrp (at workspace aorg) using namespace default
...
[leiloeiro] Iniciando leilao sch_a2 para produtos(mormaii,2)
[comprador1] I am obliged to commit to mParticipant on sch_a2... doing so
...
[comprador2] Nao dei lance!
[comprador1] Nao dei lance!
[comprador8] I am not obliged to achieve bid for scheme sch_a2 anymore, dropping the
intention.
[comprador10] I am not obliged to achieve bid for scheme sch_a1 anymore, dropping the
intention.

```

```

...
Received bid 1.6179238213760842E308 from comprador8 for produtos(anahickman,1)
[comprador1] Melhor oferta para produtos(anahickman,1) eh 1.7976931348623157E308,
ofertando novamente.
...
Received bid 1.6179238213760842E308 from comprador9 for produtos(anahickman,1)
Received bid 1.6179238213760842E308 from comprador1 for produtos(anahickman,1)
...
Received bid 47.93204003575601 from comprador8 for produtos(anahickman,1)
[comprador1] Melhor oferta para produtos(anahickman,1) eh 53.25782226195112, ofertando
novamente.
[comprador1] Melhor oferta para produtos(anahickman,1) eh 28.29740030238083, ofertando
novamente.
Received bid 47.93204003575601 from comprador1 for produtos(anahickman,1)
Received bid 25.467660272142748 from comprador1 for produtos(anahickman,1)
..
[comprador1] Melhor oferta para produtos(anahickman,1) eh 50.21040248484917, ofertando
novamente.
...
[comprador1] Ganhei o lance!
[leiloeiro] Vencedor produtos(anahickman,1) eh comprador1 com 25.467660272142748

```

Figura 12: Compilação Projeto Leilão de óculos em Moise

A Figura 12 apresenta a compilação do Projeto Leilão de óculos em Moise para ilustrar a modelagem do SMA, no qual todos os compradores entram na sala e dão seu lance para comprar os produtos. O leiloeiro transmite o vencedor.

Devido a falta de tempo e dificuldades na programação não consegui avançar para finalizar as regras do leilão japonês, mas tem uma versão 2, porém incompleta nos anexos.

Resultados e discussões

Nesta seção seguem algumas comparações entre as implementações Jason e CArtaGO e Moise.

Como pudemos ver ao longo do trabalho, referente às simulações do leilão japonês, os três tipos de modelagens foram eficazes com algumas ressalvas em relação a alguns pontos específicos de limitação dos mecanismos.

De forma geral a implementação em Jason foi a mais fiel ao modelo, apesar de não possuir o ambiente, foi o que mais conseguiu evoluir.

O modelo implementado em CArtaGO, com interação com o ambiente, apesar de haver uma interação simples de ações entre agentes e meio ambiente, tive dificuldades de implementação.

E o modelo implementado em Moise, com a dimensão orientada a organização, foi mais complexo, na qual os agentes devem possuir papéis, necessita possuir normas, e protocolo explícito.

Tabela 1: Comparação das soluções

	Dimensão do agente	Dimensão do meio ambiente	Dimensão da organização
Mecanismo de organização	ACL - simples	ação / percepção simples	esquemas complexos
Coordenação dos agentes	Lado de dentro	misturado	Lado de fora
Requisitos para participar	ACL	CARTAgO	Moise
Protocolo explícito	não	não	sim

Fonte: JaCaMo (2021).

Considerações finais

O objetivo do trabalho foi a implementação de três versões de um Sistema multi-agentes: Jason, CARTAgO e Moise, que negocia a venda de um produto segundo as regras de um leilão no estilo Leilão Japonês (Japanese Auction) e comparar as diferentes soluções.

Referências

JaCaMo (2021). Playing with Dimensions of Coordination. Disponível em: <http://jacamo.sourceforge.net/tutorial/coordination/>. Acesso em: Abr. 2021.

M. Wooldridge (2002). An Introduction to MultiAgent Systems. Sussex: JohnWiley and Sons.

RICCI, A., PIUNTI, M. & VIROLI, M. Environment programming in multi-agent systems: an artifact-based perspective. Auton Agent Multi-Agent Syst 23, 158–192 (2011). <https://doi.org/10.1007/s10458-010-9140-7>