

Configuração Automática de um Laboratório de Acesso Remoto por Meio de Agentes e Framework O-MaSE

Marckson M. da Silva, José Francisco M. Netto

Instituto de Computação (IComp/PPGI) – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Av. Gen. Rodrigo Otávio, 3.000, Coroado – Manaus – AM – Brasil

{marcksonms, jnetto}@icomp.ufam.edu.br

***Resumo.** Nesse artigo é apresentado o problema de configuração de cenários experimentais em Laboratórios de Acesso Remoto (LARs) e como esse problema é resolvido usando a abordagem de Sistemas Multiagente (SMA). Para apresentar como resolver o problema, o SMA é modelado usando a metodologia O-MaSE. Esta metodologia permite modelar SMA a partir da abordagem organizacional e é focada em objetivo do SMA e não em cada agente de forma isolada.*

1. Introdução

O avanço das tecnologias de comunicação, a crescente expansão de ofertas de cursos nas modalidades semipresencial e Educação a Distância (EaD) e o aumento da procura por plataformas educacionais baseadas na Internet, que consigam apoiar eficientemente as diversas interações que ocorrem entre professores e alunos, têm transformado a Internet em uma importante ferramenta para fins pedagógicos. Cada vez mais as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são consideradas no processo de ensino-aprendizagem, usadas para tentar romper as barreiras do tempo e distância, além de procurar atingir um processo efetivo, onde as ferramentas usadas permitam uma dinâmica mais flexível e agradável.

Geralmente, disciplinas como Física, que são ministradas no ensino médio, têm seus horários divididos em duas partes: uma carga horária de teorias e outra de práticas laboratoriais. Se o curso de Física adotar a forma de EaD, um dos desafios é a prática de laboratório, que nessa modalidade são realizados pelos LARs. Várias tecnologias e abordagens apoiam a prática de LARs, mas mesmo assim, apresentam vários problemas, alguns desses apresentados por Gravier [Gravier 2008]: falta de reutilização de software em sua construção, falta de interoperabilidade entre laboratórios com mesmo campo científico de experimentação e a falta do uso de ferramentas de aprendizado colaborativo apoiado por computador. O problema abordado neste trabalho é apresentado dentro do tema dos LARs e é baseado na seguinte questão: Como robôs autônomos podem configurar cenários para experimentação?

Uma maneira de resolver esse problema é usando SMA. Este artigo está estruturado como segue: além desta seção de introdução, na seção 2 é apresentado sobre a configuração automática de LARs e a justificativa de usar SMA na solução do problema proposto neste artigo. Na seção 3 é descrito em resumo o processo de modelagem em O-MaSE criado para LAR. Na seção 4 são apresentados os modelos desenvolvidos usando o processo O-MaSE. Na seção 5 é apresentada a conclusão desse trabalho.

2. Laboratório de Acesso Remoto

Depois de examinar vários trabalhos sobre laboratórios remotos distintos, exemplo do ambiente telerrobótico educacional LARRE [Souza 2010], WebLab-Box Deusto [Zubía 2010] e plataforma de experiências com microcontrolador [Masár 2011], não foi encontrado um laboratório que montasse de forma autônoma um determinado experimento a ser executado. No levantamento realizado o cenário de experimentação já se encontrava pronto para uso. O grau máximo de configuração experimental encontrado foi de configuração de parâmetros das variáveis experimentais. A falta de liberdade de experimentação tira a oportunidade do usuário de escolher qual domínio experimental quer executar e este fica limitado a executar o mesmo experimento em um LAR. A partir dessa observação surge a definição do problema abordado nesse artigo: como realizar a configuração autônoma de ambientes? A estratégia adotada para solução desse problema é usar SMA. Para montar o cenário experimental de forma autônoma, o SMA é usado em conjunto com um Sistema Robótico Móvel (SRM).

A justificativa principal para usar SMA para resolver esse problema encontra-se no fato de que a configuração de cenários de experimentação pode ser resolvido de forma distribuída. O uso de SMA oferece uma maior variedade de recursos para solucionar problemas onde as atividades são distribuídas [Reis 2003]. Nesse problema as atividades são realizadas pelos agentes robóticos autônomos que montam os cenários. Além disso, com o paralelismo de atividades desempenhadas pelos agentes, podemos atribuir diferentes tarefas a diferentes agentes robóticos de forma que a execução da configuração do cenário seja mais rápida, aproveitando assim as características de cooperação, colaboração e negociação entre agentes para uma montagem de cenários mais eficaz. Pelo o fato da solução do problema ser distribuída, podemos ter um sistema com maior robustez, flexibilidade e escalabilidade.

3. Criação do processo de modelagem usando O-MaSE

Usando a metodologia O-MaSE é explicitado quais os agentes criados, como serão programados e como eles vão atuar no ambiente. O uso da metodologia O-MaSE é justificada por ser bastante difundida em modelagem de SMA. Ainda, o projeto O-MaSE têm ferramentas que apoiam o seu uso, como o AgenTools. No desenvolvimento do SMA, o primeiro passo da modelagem é criar o processo personalizado em O-MaSE [DeLoach 2010] para o SMA LAR. O Engenheiro de SMA adota ou cria sua organização em fases. A organização de fases deve respeitar as dependências entre atividades que são definidas em diretrizes de construção do método [Garcia-Ojeda 2007]. O processo de criação é formado por fases, iterações, atividades, tarefas e modelos. O processo criado tem uma única fase e não há iterações. Nas atividades são criados os modelos, como mostrado na seção a seguir.

4. Modelos do processo O-MaSE criado para LAR

Nessa seção são apresentados os produtos de modelagem do LAR: modelo de objetivos, modelo de organização, modelo de papéis, modelo de classe de agente, modelos de protocolos e modelos de planos de agentes, cada um desses detalhados em uma subseção.

4.1. Modelo de Objetivos

O modelo de objetivos é definido para capturar os objetivos principais do SMA, e geralmente vem após definir o documento com requisitos do SMA. O modelo tem os objetivos organizados de forma hierárquica. Para capturar o dinamismo inicial do SMA é refinado o modelo de objetivos com informações adicionais. Esse novo modelo é o *GMoDS*, que pode ser visto na Figura 1.

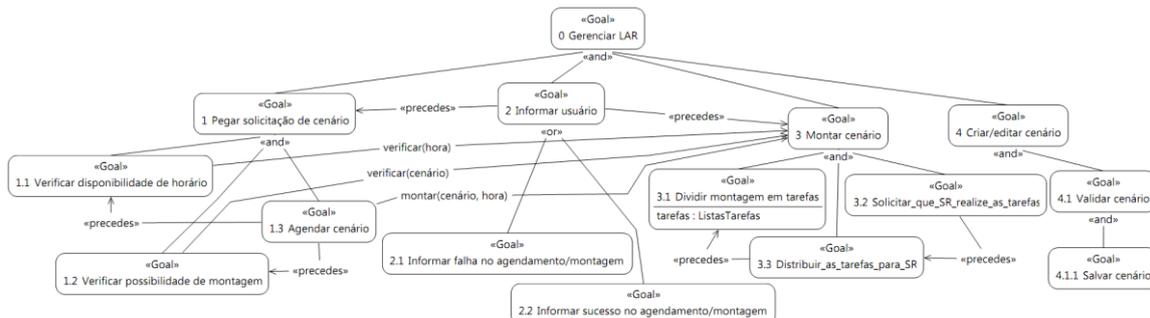


Figura 1. GMoDS

4.2. Modelo de Organização

O modelo de organização tem objetivo de identificar interfaces do SMA com os atores externos. O *GMoDS* é predecessor do modelo de organização, ficando mais fácil identificar interface organizacional. O modelo de organização do LAR é visto na Figura 2a. O ator externo SR (Sistema Robótico) segue a taxonomia de configurações em alocação de tarefas robóticas de Gerkey [Gerkey 2003a] e [Gerkey 2003b]

4.3. Modelo de Papéis

O objetivo do modelo de papéis é identificar os papéis do SMA e suas interações. O *GMoDS* e modelo de organização são predecessores para esse modelo. Os atores e protocolos do modelo de organização são mapeados para modelo de papéis, assim como os objetivos do *GMoDS*, representados pelo uso pré-fixado de <<achieves>>. O modelo de papéis do LAR pode ser visto na Figura 2b. O papel *Interface Professor* pode modificar os cenários experimentais que o ator estudante escolhe usando o papel *Interface Estudante*. Para agendar o cenário escolhido pelo estudante, o papel *BD Agenda* é o responsável por agendar de maneira correta e respeitando as condições de limite e ordem do LAR. O papel *Coordenador Laboratório* fica responsável pela organização eficiente da montagem do cenário chegando a solicitar ao papel *Extrator Tarefas* o desmembramento da montagem do cenário em tarefas atômicas. O papel mais próximo do SR é o *Robô Móvel* que tem como principal objetivo enviar comandos de tarefas e aguardar respostas.

4.4. Modelo de Classe de Agente

O modelo de classes de agentes tem objetivo de aproximar do formato da implementação, portanto, são capturadas as funcionalidades básicas do SMA. Os papéis do Modelo de Papéis são atribuídos para classes de agentes pelo uso pré-fixado de <<plays>>. O LAR possui um agente *Coordenador* que desempenha dois papéis enquanto os outros agentes desempenham somente um, como pode ser visto na Figura 3.

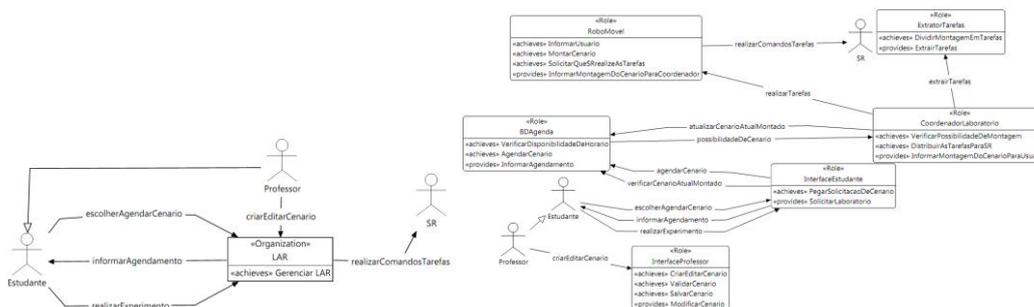


Figura 2. a) Modelo de Organização. b) Modelo de Papéis.

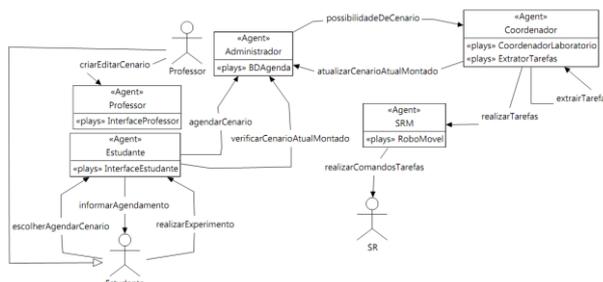


Figura 3. Modelo de Classes de Agentes.

As classes de agentes e protocolos foram identificadas, porém não definidas. Então, são criados modelos de protocolo e modelos de plano do agente.

4.5. Modelos de Protocolos

O modelo de protocolos tem objetivo de detalhar cada protocolo entre agentes ou entre ator externo apresentado no modelo de classes de agentes. O modelo de protocolos usa a abordagem do diagrama de interação AUML. Devido a limitações de espaço é apresentado apenas um dos dois modelos de protocolos. A Figura 4a representa a montagem dos cenários e é formado por 5 protocolos: *verificarCenarioAtualMontado*, *realizarTarefas*, *atualizarCenarioAtualMontado*, *realizarComandosTarefas* e *extrairTarefas*.

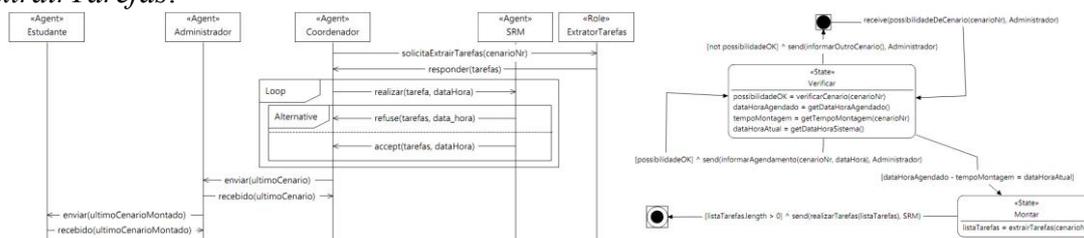


Figura 4. a) Modelo dos Protocolos de Montagem. b) Modelo de Plano do Agente Coordenador.

4.6. Modelos de Planos de Agentes

Os modelos de planos do agente representam o algoritmo para alcançar o objetivo do agente na organização. A quantidade de modelos de planos deve ser pelo menos a mesma da quantidade de agentes no Modelo de Classes de Agentes, ou seja, um para cada agente. O comportamento do agente no Modelo de Plano é definido em um autômato finito e cada transição corresponde às mensagens recebidas ou enviadas. A sintaxe da transição é $[guard] \text{receive}(message, sender) / \text{send}(message, receiver)$, onde o parâmetro $[guard]$ determina a habilitação da transição. Os modelos de planos dos agentes devem ser desenvolvidos em coerência e consistência com os protocolos

identificados no modelo de classe de agentes e modelos de protocolos. Devido a limitações de espaço é apresentado um dos cinco modelos de plano de agentes, Figura 4b.

5. Conclusão e trabalhos futuros

Primeiro foi realizada a adaptação do processo da metodologia O-MaSE para LAR e sua execução resultou em modelos que podem ser usados para descrever como implementar os agentes do sistema. Concluímos que o uso da abordagem SMA para configurar cenários de experimentação é factível para ser modelado por O-MaSE. Entretanto são limitadas as técnicas de formalização de mapeamento e navegação e as limitações dos dispositivos de hardware usados para atuar e sensoriar o ambiente físico.

Como trabalhos futuros queremos aproveitar o atributo de capacidades do O-MaSE para desenvolver um sistema mais flexível e adaptativo, onde os papéis são definidos em termos de capacidades assim como as classes de agentes. Com esse atributo podemos ter LAR com características de reorganização dos agentes, selecionando o melhor agente para desempenhar determinado papel no ambiente conforme a capacidade e seus estados.

Referências

- [DeLoach 2010] DeLoach, S.A. e Garcia-Ojeda, J.C. “O-MaSE: a Customizable Approach to Designing and Building Complex, Adaptive Multiagent Systems”. In: *International Journal of Agent-Oriented Software Engineering*, 2010.
- [Garcia-Ojeda 2007] Garcia-Ojeda, J.C., DeLoach, S.A., Robby, Oyenon, W.H., e Valenzuela, J. “O-MaSE: A Customizable Approach to Developing Multiagent Development Processes”. In: *International Workshop on Agent Oriented Software Engineering*, 2007.
- [Gerkey 2003a] Gerkey B.P. “On Multi-Robot Task Allocation” Tese de Doutorado. University Of Southern California, 2003a.
- [Gerkey 2003b] Gerkey B.P. e Mataric, M.J., “Multi-robot Task Allocation: analyzing the Complexity and Optimality of Key Architectures” In: *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 2003b.
- [Gravier 2008] Gravier, C.; Fayolle, J.; Bayard, B.; Ates, M. e Lardon, J. “State of the Art About Remote Laboratories Paradigms – Foundations of Ongoing Mutations”. In: *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, 2008.
- [Masár 2011] Masár, I.; Bahník, P.; Batora, V. e Hudacek, M. “Design of an Easy Re-configurable Remote Laboratory”. In: *14th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 2011.
- [Reis 20003] Reis, L. P. “Coordination in Multi-Agent Systems: Applications in University Management and Robotic Soccer”, Tese do Doutorado, FEUP, 2003.
- [Russell 2009] Russell, S. e Norvig, P. “Artificial Intelligence: a Modern Approach”, 2009. Edition: 3.
- [Souza 2010] Souza, M.B. e Netto, J.F.M. “LARRE, Um Ambiente Telerobótico Educacional Baseado em Sistemas Multiagente”. In: *XVI WIE*, 2010.
- [Zubía 2010] Zubía, J.G., Angulo, I., Irurzun, J., Orduña, P., Ruiz, J., Hernández, U., Castro, M. e Cristóbal, E.S. “Easily Integrable Platform for the Deployment of a Remote Laboratory for Microcontrollers”. In: *IEEE EDUCON 2010*.