

Memória Episódica em Sistemas Cognitivos

Elisa Calhau de Castro
DCA-FEEC – UNICAMP - RA 950515
ecalhau@dca.fee.unicamp.br

Ricardo Ribeiro Gudwin
DCA-FEEC – UNICAMP
gudwin@dca.fee.unicamp.br

Resumo

Neste trabalho, apresentamos nossa proposta de desenvolvimento de um sistema de memória episódica em um sistema cognitivo. Iniciamos por uma descrição do que se entende por memória episódica e qual é o estado da arte nesta área de pesquisa. Em seguida apresentamos as características e a vantagem de se dotar um sistema inteligente com memória episódica e o estágio de desenvolvimento de nossas pesquisas.

I. Introdução

Uma das vertentes da pesquisa em Inteligência Artificial, busca desenvolver sistemas computacionais com capacidades cognitivas semelhantes às do ser humano. Dentre outras capacidades, a literatura tem apresentado uma miríade de trabalhos envolvendo aprendizagem, raciocínio e tomada de decisões, percepção e atenção, o uso de emoções e, até mais recentemente, consciência. O paradigma básico utilizado nestes trabalhos envolve uma entidade chamada de agente inteligente, muitas vezes também chamada de agente autônomo ou agente autônomo inteligente.

O agente autônomo inteligente é um sistema que capta dados do ambiente e com base nesses deve planejar suas ações e atuar sobre o ambiente de acordo com seu próprio funcionamento, de maneira autônoma [1]. No entanto, para que o agente execute esse planejamento, deve ser dotado de um mecanismo de processamento de informações tão complexo quanto possível, sempre visando o compromisso entre desempenho efetivo e parcimônia de recursos computacionais.

As abordagens mais antigas utilizavam-se somente de agentes reativos, ou seja, agentes que, dada uma entrada sensorial, gerava uma saída de controle correspondente a esta entrada. Diversos comportamentos inteligentes podem ser obtidos somente com agentes reativos.

Entretanto, de um ponto de vista cognitivo, podemos dizer que agentes reativos vivem somente no presente, pois utilizam somente

a informação do instante corrente em sua tomada de decisões. Um aperfeiçoamento aos agentes reativos foi o surgimento dos assim chamados agentes deliberativos. Agentes deliberativos eram capazes de planejar ações futuras e decidir por um curso de ação que não somente levasse em consideração a informação presente, mas também uma consideração de planos para o futuro. Apesar de representar uma grande melhoria na capacidade de comportamento do agente, a capacidade deliberativa (muitas vezes conjugada também a capacidades reativas) não era suficiente, por exemplo, para evitar que o agente repetisse diversas vezes um comportamento sem resultados satisfatórios (uma vez que a capacidade de planejar no futuro tem um horizonte muito limitado, por questões de poder computacional, e, portanto, normalmente não era completa). Faltava, portanto, uma capacidade que nós seres humanos possuímos e que evita que cometamos erros já efetuados no passado, além de outras vantagens: a nossa memória episódica, ou seja, nossa capacidade de nos lembrarmos de nossa história passada, envolvendo situações vivenciadas, experiências vividas no tempo e no espaço.

É nesse contexto que um módulo de memória episódica, ou seja, uma memória de eventos anteriormente “vivenciados” pelo agente, poderia auxiliá-lo no planejamento e execução de ações mais eficientemente. Esta é a grande motivação para nosso trabalho. Algumas aplicações desenvolvendo memória episódica em agentes computacionais recentemente passaram a surgir na literatura [2,4]. Baseando-nos no estudo dessas abordagens, procuramos efetuar uma crítica das mesmas e trazer contribuições à área,

conforme apresentado na sequência deste trabalho.

II. Conceito e Características de Memória Episódica

Memória episódica é um sistema neurocognitivo que possibilita ao ser humano recordar fatos passados, podendo esse realizar uma “viagem no tempo”, relembrando episódios de sua vida até o presente instante [3]. Esse conceito foi apresentado e melhor explorado junto à comunidade científica por Endel Tulving ainda na década de 70 e, ao longo dessas três décadas, vem evoluindo com as descobertas e pesquisas neurológicas e psicológicas no estudo da mente e do cérebro.

A memória episódica faz parte da chamada memória declarativa, ou seja, explícita e capaz de ser descrita verbalmente pelas pessoas. A memória declarativa compreende ainda a memória semântica, que, no entanto, ao contrário da episódica, não pressupõe uma contextualização temporal dos fatos ou entidades que a compõem.

Ao se tratar de memória episódica, deve-se ter em mente que esta compreende três grandes fases no seu processamento [4]:

Codificação: quando é registrado um episódio.

Armazenamento: como esse episódio é armazenado e gerenciado.

Recuperação: o que dispara a procura por episódios e o que leva a um ou mais determinados episódios virem à tona.

Várias áreas de pesquisa enxergam a importância da melhor compreensão da memória episódica não somente no contexto do entendimento dos processos mentais e cerebrais dos seres vivos, mas também o grande potencial aplicativo da memória episódica em sistemas inteligentes artificiais, que em última análise, tomam os processos neurológicos e comportamentais dos seres vivos como sua maior fonte de inspiração.

III. Trabalhos anteriores em Memória Episódica

Projetos computacionais envolvendo a implementação de agentes dotados de memória episódica são relativamente recentes. Os trabalhos a seguir, embora não sejam os únicos a explorarem o potencial da aplicação do conceito de memória episódica em agentes computacionais, são os que têm assumido um caráter de maior

relevância como fonte de referência e comparação no projeto em andamento da aluna:

ISAC (*Intelligent Soft Arm Control*): sistema robótico (humanóide) que serve de plataforma de pesquisa em sistemas cognitivos e de interação homem-robô. Há no mínimo quatro anos, os pesquisadores Will Dodd, Kazuhiko Kawamura e David Noelle exploram as vantagens de se dotar o sistema de agentes que controla o comportamento do robô com memória episódica de forma consistente e com a utilização adequada de recursos computacionais, apresentando resultados animadores.

Soar¹: arquitetura cognitiva genérica que estabelece uma metodologia para a criação de sistemas cognitivos artificiais. Os pesquisadores Andrew Nuxoll e John Laird foram responsáveis pela implementação de um mecanismo de memória episódica há apenas cerca de três anos no Soar, usando abordagens diversas e destacando vantagens e desvantagens das distintas abordagens.

IDA (*Intelligent Distribution Agent*): arquitetura de agentes cognitivos que explora o conceito de consciência em sistemas computacionais. A arquitetura apresenta uma interessante visão sistêmica de percepção, interpretação simbólica e uso da memória declarativa no tratamento dos dados apreendidos pelos agentes [5]. Além disso, a equipe do professor Stan Franklin tem analisado a implementação de um mecanismo de memória episódica através de uma abordagem bem diversa dos anteriores nos últimos cinco anos aproximadamente.

IV. Motivação, aplicação e vantagens da implementação no contexto computacional

Um ser humano ao se deparar com uma situação nova ou um problema a ser resolvido vê-se, comumente remetido, ainda que por alguns segundos ou minutos, ao seu passado, recordando episódios similares à situação presentemente vivida ou que, por algum motivo sensorial ou emocional, traz aqueles fatos à tona. Essa pessoa, muitas vezes, nesse contexto de dificuldade, busca uma idéia ou indicação de como proceder no presente, com base em como o fizera no passado ou como outra pessoa o fizera de modo bem sucedido. Ou seja, busca no seu arsenal de episódios na memória uma sugestão de como proceder.

¹ Originalmente um acrônimo de *State, Operator And Result* e escrito em maiúsculas. Atualmente, prefere-se o termo Soar não mais como acrônimo.

Analogamente, no contexto da inteligência artificial, esse paradigma é explorado no sentido de atribuir a um agente inteligente a capacidade de tomar uma melhor decisão com base em sua experiência pregressa. Esse paradigma é essencialmente dinâmico e cresce à medida que o agente “vive” e experimenta situações diversas. É muito complexo, se não impraticável, implementar um conjunto de regras que orientem um agente que atue num ambiente dinâmico, dispondo de elementos mutáveis e situações distintas e imprevisíveis. Sendo assim, a implementação da memória episódica é uma alternativa promissora e que, ao longo dos últimos cinco anos vem trazendo resultados muito animadores.

V. Nossa Proposta de Atuação

V.1. O Projeto de Trabalho

O trabalho em andamento objetiva implementar um agente autônomo com memória episódica que atua num cenário virtual similar ao de um jogo de computador e analisar as vantagens de sua implementação em termos de desempenho do sistema no seu cenário de atuação. O trabalho visa ainda à análise de uma forma de implementação que leve a vantagens não só quanto ao desempenho do agente no cumprimento de suas metas, mas também que se verifique viável em termos de recursos computacionais requeridos. A Fig.1 apresenta uma visão geral arquitetura do ambiente.

O cenário mencionado anteriormente compreende um (ou mais) robô(s) que vive(m) num ambiente simulado dotado de sensores visuais e de contato. Cada robô deve executar determinadas tarefas, respeitando algumas regras de desempenho e comportamento preestabelecidas, tal qual um jogo de computador.

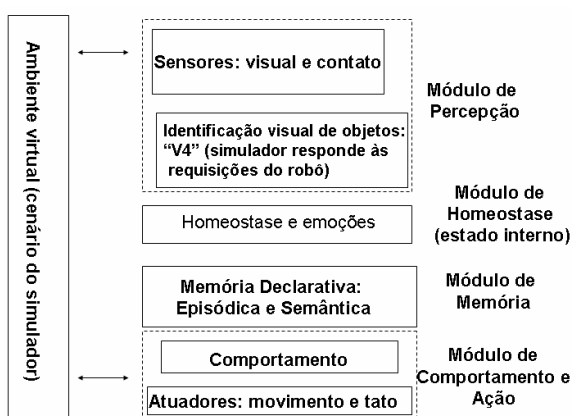


Fig.1. Visão modular da arquitetura.

V.2. Descrição do ambiente

O ambiente está sendo desenvolvido numa arquitetura cliente-servidor, onde chama-se “Simulador” o servidor e “Mente do robô” o cliente:

a. Cenário no Simulador

Um robô deve transportar objetos solicitados por uma fábrica, coletá-los do ambiente e levá-los até ela na ordem solicitada. Nesse ínterim, deve controlar seu estado interno (homeostático), no que se refere a sua energia (bateria), recarregando-se quando necessário. Vide Fig. 2.

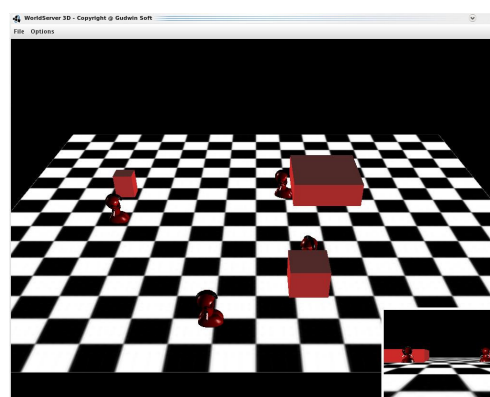


Fig.2. Cenário no Simulador.

b. Personagens Principais

Robô: atuador responsável pela ação no simulador e ao qual a “mente” se conecta. Reflete no cenário virtual o desempenho da aprendizagem do sistema cognitivo presente na “mente” (cliente);

Objetos: estruturas sem mobilidade e sobre as quais o robô atua. Existem diversas e com características distintas;

predadores de objetos: entidades com as quais o robô deve evitar a aproximação, quando transportando certos objetos;

fonte de energia precívél: fornece energia ao robô, mas deve ser consumida num determinado intervalo de tempo;

fonte de energia não-precívél: não tem prazo de validade para ser consumida pelo robô;

fábrica: representa o ponto de partida e chegada dos robôs no simulador, onde “recebem suas metas a serem cumpridas” e onde devem descarregar os objetos coletados no ambiente.

c. Mente do robô

Módulo externo ao simulador e que se conecta a este como um cliente. Esse módulo é visto como a “mente” de cada robô (ao qual se conecta)

pois envia as decisões referentes ao comportamento a ser tomado: pegar ou não um objeto, deslocá-lo ou enterrá-lo ou desenterrá-lo, consumi-lo (no caso de fonte de energia), direção e sentido de deslocamento do robô, etc. Portanto, é onde reside a implementação, propriamente, o sistema cognitivo dotado de memória episódica.

VI. Conclusão

Embora seja um tema de pesquisa relativamente recente, diversos trabalhos têm sido divulgados junto à comunidade científica, nos últimos cinco anos atestando o imenso potencial aplicativo do uso dos conceitos de memória episódica no contexto de aprendizagem em sistemas inteligentes artificiais, com resultados promissores.

Este trabalho tem sido motivado por esses resultados e está em processo de definição, como a determinação dos elementos mais relevantes para constituírem o episódio, bem como uma estrutura de dados adequada para o armazenamento e gerência dos mesmos.

VII. Referências

[1] Franklin, S. and Graesser, A (1996)., "Is it an Agent, or just a Program?: A Taxonomy for Autonomous Agents". University of Memphis;

[2] Dodd, W. (2005), "The Design of Procedural, Semantic and Episodic Memory Systems for a Cognitive Robot". Vanderbilt University

[3] Tulving, E. (2002), "Episodic Memory: From Mind to Brain". Annual Review of Psychology;

[4] Nuxoll, A. M. (2007), "Enhancing Intelligent Agents with Episodic Memory". University of Michigan.

[5] Franklin, S., A. Kelemen, and L. McCauley (1998), "IDA: A Cognitive Agent Architecture", IEEE Conf on Systems, Man and Cybernetic.