

Sympol Grounding Problem

O Problema de Fundamentação e do Significado de Símbolos e

Monografia – IA718

Eduardo Savino Gomes

Prof. Ricardo Gudwin

UNICAMP – 2006

Introdução

O processo de cognição é o principal fenômeno de mente estudado pela inteligência artificial, modelar e simular computacionalmente esse fenômeno é um grande desafio, que vem gerando inúmeras propostas de modelos e implementações.

Uma abordagem para sistemas inteligentes colocou o processo de cognição como sendo a capacidade de manipulação de representações, chamadas de símbolos, como princípio único e necessário para inteligência, esta afirmação ficou conhecida como hipótese do sistema simbólico, ou ainda hipótese do sistema de símbolos físicos (NEWELL; SIMON, 1976, citado em Loula.2003). Um sistema simbólico físico é capaz de processar expressões simbólicas a fim de produzir outras expressões simbólicas.

Essa abordagem, embora tenha trazido um grande avanço para inteligência artificial, gerando inclusive arquiteturas cognitivas como a SOAR, tem como sua principal crítica o problema da

fundamentação simbólica, (*symbol grounding problem*) (HARNAD-1990, citado por Loula 2003), onde um sistema simbólico físico não sabe ou não consegue dar significados para os símbolos por ele manipulado, uma vez que esses símbolos são colocados diretamente pela mente humana e o resultado do seu processamento só pode ser interpretado por outra mente humana,

Em (Loula,2003) é apresentada uma proposta que tenta tratar o problema da fundamentação simbólica, resolvendo o problema quanto a origem do símbolo, fazendo este emergir na “mente” de um agente artificial e não mais sendo colocado diretamente por uma mente humana.

Esse artigo propõe estender a esta proposta acoplando a arquitetura de Loula a memória episódica, dando condições ao sistema a possibilidade de remontar e emersão de um símbolo, trazendo um pouco de consciência ao sistema. Para isto iremos nos basear Memória Baseada em Casos (Memória Episódica), Slipnet e Codelets,

ferramentas extraída da arquitetura dos agentes CMattie [Franklin 2003].

Problema da Fundamentação Simbólica

Proposta pela primeira vez por Searle em 1980 em um artigo intitulado "Minds, Brains, and Programs", Searle argumentara que um indivíduo, trancado em um quarto, sem nenhum conhecimento de chinês, recebe dois conjuntos de símbolos chineses e um conjunto de regras (em português) para compara-los e gerar um novo conjunto de símbolos chineses, de forma que um observador externo julgaria que este entenderia chinês. Para Searle o indivíduo não entende nada de chinês, apenas consegue produzir conjuntos de símbolos baseado em regras pré-estabelecidas.

Embora Searle tenha feito esta crítica em 1980, foi Harnad em 1990 que propôs o problema formalmente, intitulando como o *Problema de Fundamentação Simbólica* fazendo a seguinte colocação: "*Como deve o significado de um símbolo ser fundamentado em algo que não sejam somente outros símbolos sem significado?*", ou seja, como fundamentar um símbolo em um sistema simbólico sem que esse fundamento seja outro símbolo também sem significado.

Harnad propôs uma solução para este problema, onde representações simbólicas de alto nível estariam fundamentadas em representações icônicas (cópias análogas de projeções

sensoriais), isto é, se o sistema tem uma representação (um símbolo) de um objeto, este símbolo tem uma relação com as características sensoriais do objeto pelo sistema.

Harnad chamou atenção mais tarde que fundamentação do símbolo, onde fundamentação não é igual a significado, um símbolo fundamentado não é suficiente para que este tenha significado para o sistema.

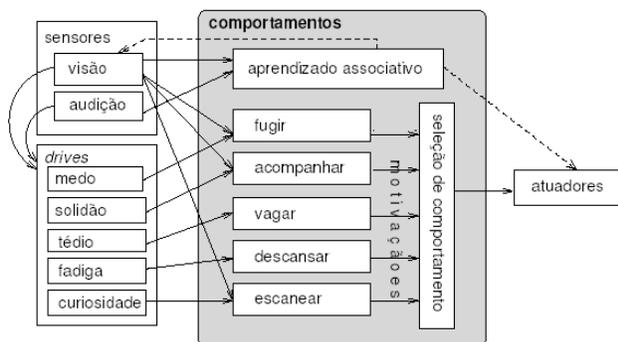
É importante notar que para Harnad a fundamentação simbólica diz respeito apenas ao surgimento do símbolo no sistema, que um símbolo fundamentado deveria emergir no sistema a partir de interações (sensoriamento e atuação) do sistema com o meio onde este está imerso e com suas próprias representações simbólicas.

Loula propôs uma solução para este problema utilizando a semiótica como fonte de inspiração. As criaturas de Loula têm apenas sensores visuais e auditivos, e através desse sensoriamento estas criaturas forma representações mentais.

As criaturas são presas que ao verem um predador emitem um sinal sonoro indicando a presença do predador e tem como reação fugir de forma mais adequada dependendo do predador.

Quando a presa (instrutor) vê o predador (a) está fuge e emite um sinal sonoro avisando as demais presas sobre o perigo, estas (aprendizes) ao ouvirem o sinal desviam seu foco para a primeira presa, e no mesmo campo visual também enxergam o predador(b). Através do aprendizado associativo, o sinal sonoro vai "ganhando" (por reforço) o significado da presença do predador, de tal maneira que após

várias experiências, a simples emissão do sinal sonoro já leva as presas aprendizes a fugirem(c) antes mesmo de focar a atenção de onde foi emitido o sinal sonoro. Note que em (a) as características sensorizadas pela visão funcionam como um ícone do predador, já em (b) o sinal sonoro funciona como um índice do predador que, através do aprendizado associativo, o sinal sonoro em (c) emerge como um símbolo do predador na mente da criatura.



Arquitetura da criatura aprendiz (Loula 2003)

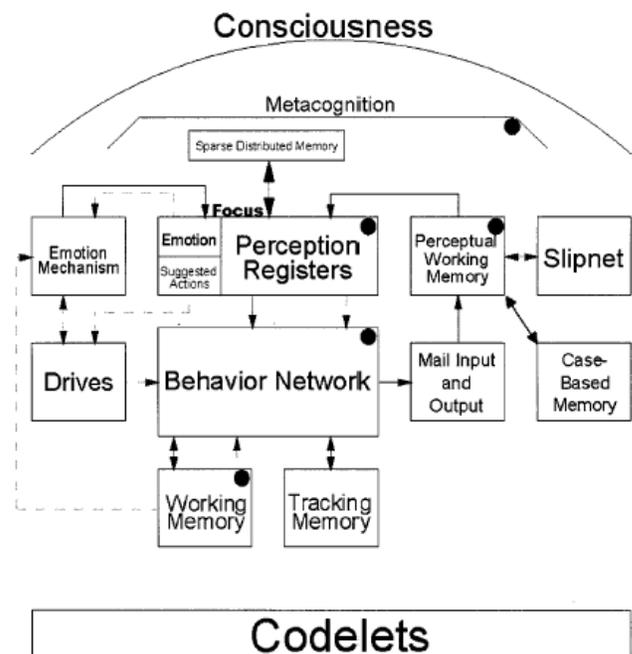
De fato a proposta de Loula faz com que símbolos emirjam nas mentes das criaturas, fazendo com que este símbolos estejam fundamentados. Mas como alertou Harnard, será que estes símbolos têm significado para as criaturas? Estas criaturas conseguiriam relacionar o sinal sonoro com um evento do passado e de alguma forma recuperar a informação de que por quê um determinado sinal sonoro ganhou aquele significado?

Arquitetura do agente CMattie

O projeto CMattie está fundamentado na teoria psicológica da consciência conhecida como Espaço de Trabalho Global (Global WorkSpace Theory), que oferece uma explicação segundo a qual a cognição humana é formada por um

grande número de pequenos processos de propósitos especiais e individualmente inconscientes.(Franklin 1999).

O CMattie é um agente de distribuição inteligente (IDA – *intelligent distribution agent* Franklin 2003) formado por um conjunto de agentes que interagem deliberativamente para executar as tarefas de receber, filtrar, reescrever e enviar, através de mensagens de email. Suas unidades processadoras (responsáveis pelos pequenos processos) são denominadas **codelets** - Pequeno pedaço de código, um pequeno programa, que faz uma única coisa.



Arquitetura dos CMattie (Franklin-1999)

A arquitetura prevê o registro de percepção (no caso o recebimento de e-mail), a **Memória de Trabalho Perceptual** (Perceptual Working Memory) guarda as informações sensorizadas (conteúdo de e-mail) e os resultados parciais do processo de

percepção. Esse processo envolve a **Slipnet** onde reside o domínio do conhecimento do agente, ligado a cada Slipnet temos um conjunto de Codelets capaz de reconhecer parte do domínio de um determinado conhecimento (conceito). A **Memória Baseada em Casos** (Memória Episódica) armazena seqüências de eventos (e-mails) que formam episódios, isso permite ao CMattie relacionar novos eventos com eventos passados e auxilia o aprendizado de novos conceitos na Slipnet através da memória episódica.

De maneira geral a arquitetura tem o seguinte funcionamento, um evento ocorre e é sensoriado pelo CMattie, os Codelets associados a nós do Slipnet buscam entender o evento para identificar (através de um conceito) o evento ocorrido. Se o evento é reconhecido (tipo de mensagem do e-mail), este é encaminhado a um Slipnet e os Codelets ligados ao Slipnet extraem mais informações (características) do evento. Nesse momento a Memória Episódica entra em ação, verificando se no passado um evento similar já ocorreu, ou um outro evento com características similares detectadas pelos Codelets. Caso isso ocorra um novo conceito pode ser adicionado na Slipnet, os outros Codelets podem se ligar em um nó da Slipnet.

As Criaturas de Loula e os CMattie

Acoplado parte da arquitetura dos CMattie apresentada as criaturas de Loula, poderíamos ter uma criatura capaz não só de aprender, mas também

recuperar todo o processo de aprendizado que levou o sensoriamento de um evento (um sinal sonoro) a um determinado conceito (a presença do predador). Ao relacionar eventos passados com novos eventos a criatura de Loula poderá adquirir a habilidade de avaliar se de fato o novo evento deve gerar o mesmo significado, criando a figura do contexto, isto é um símbolo pode gerar interpretantes diferentes quando eles ocorrem em contextos diferentes.

Conclusão

Harnad propôs o problema da Fundamentação Simbólica, onde ele mesmo depois alertou pela diferença de um símbolo fundamentado e um símbolo com significado para o sistema.

Procuramos mostrar aqui que Loula encaminhou muito bem o problema da fundamentação do símbolo, fazendo com que símbolos emirjam nas mentes de suas criaturas a partir de dados sensorizados. Mas o símbolo ainda não tinha um real significado para suas criaturas, uma vez o símbolo emergido, este perdia toda ligação com sua origem ou com o processo que o desencadeou.

A partir da arquitetura CMattie, adicionamos algumas propriedades nas criaturas de Loula que, se não nos permite dizer que o símbolo tenha um real significado para as criaturas, podemos dizer que as criaturas conseguem pelo menos recuperar como o símbolo emergiu e avaliar se o interpretante gerado ainda é o adequado.

Bibliografia

Loula, 2003. Loula, Ângelo Conrado – Comunicação Simbólica entre Criaturas Artificiais: um experimento de Vida Artificial – Dissertação de Mestrado Unicamp

Franklin, 1999. Franklin, Stan e Graesser, Art - A Software Agent Model of Consciousness

Franklin, 2003. Franklin, Stan - IDA - A Conscious Artifact.pdf