

O uso do ACT-R no tratamento de questões de IHC

Juliano Niero Moreno

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Campinas, SP – Brasil

juliano.moreno@cenpra.gov.br

Resumo

Este artigo tem por finalidade apresentar um levantamento sobre a utilização do ACT-R em pesquisas na área de Interação Humano-Computador – IHC. São apresentados 5 trabalhos que fazem uso do ACT-R na interação com interfaces do usuário.

Palavras-chave

Arquiteturas Cognitivas, ACT-R, Interação Humano-Computador, Interfaces de Usuário.

1 Introdução

A busca por sistemas com maior facilidade de uso por parte dos usuários finais, tem sido o anseio de muitos pesquisadores em Interação Humano-Computador – IHC, os quais compreendem que para alcançar tal objetivo é necessário compreender o comportamento do usuário quando este está interagindo com a interface do sistema. Diante disto várias técnicas de análise de interface têm sido adotadas a fim de avaliar a usabilidade de um sistema, e quase todas se baseiam na observação do usuário durante a utilização do sistema. No entanto, há uma restrição em tais técnicas, as quais, em sua maioria, são lentas e custosas, pois necessitam que um grupo de usuários reais as executem.

A fim de tornar estas análises de interface menos custosas e mais rápidas, porém sem perder a qualidade das mesmas, pesquisadores em IHC pesquisam novas técnicas de análise. A utilização de modelos cognitivos, com o intuito de se compreender o comportamento do usuário, tem se mostrado uma provável solução para o problema apresentado acima.

Pesquisas em modelagens cognitivas direcionaram algumas das rigorosas análises iniciais do comportamento do usuário, provendo compreensão e orientação em áreas tais como efeitos de prática em execução, tomada de decisão racional e resolução de problemas em interface de usuário. [3]

Como uma substituição do mundo real, a interface gráfica do usuário provê um ambiente simples, mais tratável no qual problemas de interesse possam ser colocados e resolvidos. De fato, as propriedades de um ambiente tratável para um modelo cognitivo é estritamente

correspondente com as propriedades de interfaces gráficas do usuário. [3]

Alguns sistemas de modelagem cognitiva, são capazes de interagir com as interfaces dos usuários, podendo analisá-las através da utilização das mesmas. Para alguns destes sistemas, as entradas visuais é gerada pela busca de propriedades em especificação de interface construída a mão, por exemplo, através de uma interface de arquivos. Outros modelos interagem com simulações dinâmicas de interfaces, construídas para imitar o comportamento de uma interface real, mas adaptadas para requisições de entradas e saídas do modelo. Ainda há outros modelos que interagem diretamente com as interfaces do usuário, porém com restrições que comumente envolve um sistema de gerenciamento da interface do usuário para gerar representações baseadas em atributos ou em objetos que espelham a tela interativa e são apropriados como entradas e saídas para um modelo cognitivo. [3]

Dentre os sistemas que interagem com a interface do usuário de forma direta, destaca-se a arquitetura cognitiva ACT-R – *The Adaptive Control of Thought - Rational* –, a qual integra teorias de cognição, atenção visual e movimento, e tem sido a base de uma quantidade de modelos em IHC.

Este artigo está estruturado de forma a apresentar na seção 2 os trabalhos correlatos, na seção 3 uma descrição sobre a arquitetura cognitiva ACT-R e, e na seção 4 uma breve descrição dos trabalhos que empregaram o ACT-R a fim tratar problemas de IHC. Para finalizar, na seção 5 será apresentada a opinião autor sobre a utilização do ACT-R em análises de questões de IHC.

2 Trabalhos Correlatos

Embora nenhum trabalho semelhante a este tenha sido encontrado, é importante destacar [3], o qual apresenta vários sistemas de modelagem cognitiva que interagem de diferentes maneiras com o ambiente de interface do usuário, onde cada modelo incorpora componentes de percepção e ação que interagem com uma interface de usuário modificada ou uma interface programada de forma intermediária, porém tal trabalho não apresenta um

levantamento maior sobre a utilização do ACT-R em análises de interface do usuário.

3 The Adaptive Control of Thought – Rational – ACT-R

A arquitetura cognitiva ACT-R implementa e integra métodos de cognição humana, incluindo teorias de cognição, atenção visual e movimentos. Esta arquitetura tem sido empregada com grande sucesso em fenômenos de cognição de alto nível.

O ACT-R faz a distinção entre dois tipos de conhecimento, declarativo e procedural. Conhecimento declarativo é relativo aos fatos, e manipula informações como “ $3 \times 5 = 15$ ”. A unidade básica do conhecimento declarativo são os *chunks*, os quais são como esquemas de estruturas, formando efetivamente uma rede proposicional. Conhecimento procedural consiste de regras de produção que codifica habilidades e as colocam em forma de pares condição-ação. Regras de produção se aplicam para um objetivo específico ou sub-objetivos, e principalmente recupera e modifica conhecimentos declarativos.[6]

Como apresentado na Figura 1, o núcleo da arquitetura ACT-R é um sistema de produção que inclui um número de *buffers*. Estes *buffers* representam a informação que o sistema está processando. O *buffer* de objetivos contém o objetivo presente (atual) do sistema; o *buffer* ou memória declarativa contém o conhecimento declarativo que atualmente está disponível. A comunicação entre a central de cognição e os *buffers* é realizada pela aplicação das regras de produção.[6]

A primeira parte da regra de produção, o lado condição, testa se um determinado conhecimento declarativo (na forma de um *chunk*) está presente num dado *buffer*. A segunda parte, o lado ação, então envia uma requisição para um *buffer* a fim de mudar o objetivo atual, recuperando o conhecimento de um *buffer* como uma memória declarativa, ou realização de alguma ação. O sistema de produção e os *buffers* executam em paralelo, mas o processamento é serial dentro de cada componente.[6]

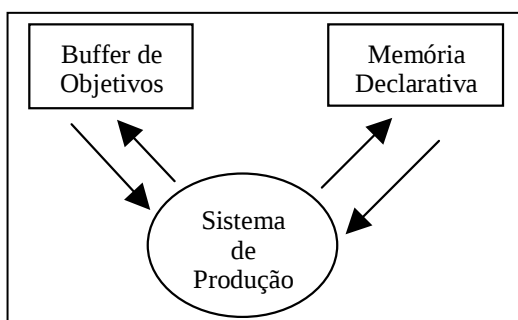


Figura 1: Estrutura do ACT-R

3.1 ACT-R/PM – Percepção e Movimento

ACT-R/PM é um esforço para melhorar um sistema que tem tido um reconhecido sucesso em descrever e prever comportamento humano em domínios, principalmente cognitivos, com um sistema de percepção e movimento. Este faz a coordenação da percepção, ação e cognição, ao invés de apenas cognição, o problema central.

Algo que muitos pesquisadores em ciência cognitiva não tem se atentado, é que capacidades perceptivas e motoras, vêm primeiro; há vários organismos que funcionam muito bem com um mecanismo cognitivo extremamente limitado. [1]

Como demonstrado na Figura 2, o ACT-R/PM possui módulos de percepção e motor, que se comunicam com a cognição central, a qual é realizada como um sistema de produção. [1]

Os módulos adicionais incluídos pelo ACT-R/PM, permitem a arquitetura ACT-R interagir com o ambiente externo, são eles:

- módulo visão: através de sensores de captação de imagens, realiza o reconhecimento de objetos na tela;
- módulo motor: permite ao ACT-R/PM atuar no ambiente externo através de movimentos, como por exemplo, pressionar um tecla;
- módulo fala (ainda em desenvolvimento): permite ao ACT-R/PM atuar no ambiente externo através da emissão de sons;
- módulo audição (ainda em desenvolvimento): através de sensores de captação de sons, realiza o reconhecimento de sons do ambiente externo.

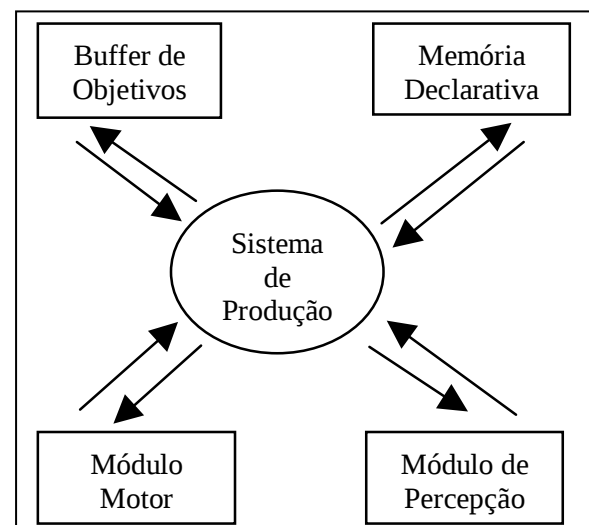


Figura 2: Estrutura do ACT-R/PM

4 Trabalhos que utilizaram ACT-R em IHC

Esta seção tem por finalidade apresentar uma rápida descrição de 5 trabalhos que empregaram a arquitetura cognitiva ACT-R em questões de IHC.

Em [2], é proposto uma ferramenta que simule a percepção e o comportamento motor humano na interação com interfaces gráficas de usuários no ambiente Microsoft Windows, podendo ser usada em combinação com qualquer arquitetura cognitiva, inclusive com o Soar. Devido a ferramenta simular mãos e olhos de humanos, ela é chamada de “*Simulated Hand and Eye*”, a qual abreviada ficou SHE. Esta ferramenta pretende se posicionar entre a interface do usuário e a arquitetura cognitiva, o que substituiria os módulos de percepção e movimento do ACT-R/PM. Nos testes realizados com SHE, nos quais a arquitetura de cognição escolhida foi o ACT-R, os trabalhos de interação foram satisfatórios com interfaces desenvolvidas em Visual Basic, Visual C++ e Java AWT, porém para interfaces desenvolvidas em Delphi e em Java Swing, a mesma apresentou algumas limitações.

Em [3] é discutido uma abordagem prática para processamento visual e interação manual para modelos cognitivos em IHC, baseado em agentes *softbot*, os quais controlam um sistema interativo através da interface gráfica do usuário, assim como usuários humanos fazem, sem se basear numa aplicação com interface programável ou acesso ao código fonte da interface. Para suportar esta funcionalidade em ambiente Microsoft Windows foi proposto o VisMap, para manipulação visual. Assim como no trabalho anterior, VisMap também é projetada para se posicionar entre o modelo cognitivo e a interface do usuário. Do ponto de vista da interface do usuário de uma aplicação, VisMap é um conjunto de funções para observação passiva e controle ativo. Da perspectiva do modelo cognitivo, VisMap é essencialmente invisível: esta mapeia a percepção primitiva e operação motora do modelo, tal como encontrar-objeto-com-atributo, mover-mouse-para-localização, pressionar-tecla, para estas observações e funções de controle.

Ainda com relação ao VisMap, é realizado um experimento onde o VisMap é integrado com o ACT-R para realizar uma simples tarefa de encontrar substantivos e um texto, e então excluir os substantivos encontrados. As ações necessárias para realizar tal tarefa, são: buscar-palavra, mover-para-substantivo, clicar-substantivo, apagar-substantivo e pular-palavra. Conforme relatado no trabalho, VisMap conseguiu uma boa integração com o ACT-R. [3]

Outro trabalho que merece destaque é [4], no qual foi realizado um experimento a fim de comparar modelos de predição de comportamento do usuário, com o próprio usuário durante a interação com os menus de telefone celular. O experimento consistia em definir um determinado ponto no menu de interação, e para atingir este ponto alvo, era necessário navegar pelos itens de menu apresentados na tela do telefone celular. Foram selecionados 12 usuários treinados na utilização do modelo de telefone celular escolhido, e os modelos ACT-R, GOMS¹ e Fitts' law². Na realização do experimento com o modelo ACT-R, um campo de visão simulada foi mantido para representar os itens de menu na hierarquia. Esta visão mudava dependendo da seleção e ações de navegação realizadas pelo modelo. Antes de iniciar o experimento, a memória do modelo foi inicializada com um conjunto de *chunks* representando o relacionamento hierárquico entre os itens de menu intermediários e o item final. Isso permitia ao modelo determinar se um dado item estava no caminho para o item final, recuperando essa informação da memória.

Na comparação entre os modelos de predição de comportamento de usuário com os usuários, o ACT-R se apresentou como uma boa alternativa de modelo de predição, pelo menos nessa situação, pois os dados coletados durante a sua execução, foram muito próximos dos apresentados pelos usuários reais. [4]

Em [5] é apresentado o sistema G2A, o qual realiza a tradução de um modelo GOMS para o modelo ACT-R. Dado um modelo GOMS, G2A gera e avalia modelos alternativos de ACT-R, devido a variação do mapeamento de operadores GOMS para produções ACT-R. Num experimento com um editor de texto, o modelo ACT-R gerado pelo G2A apresentou um comportamento com 95% de semelhança com o comportamento do modelo GOMS.

Finalmente em [6], o modelo ACT-R é utilizado para explorar questões relevantes em IHR – Interação Homem-Robô. Neste trabalho foi acoplado ao ACT-R/PM o sistema SegMan, o qual possui módulos de visão e movimento, que permite ao modelo interagir com muitos

¹ GOMS é um acrônimo para Goals, Operators, Methods and Selection Rules, este modelo é utilizado a fim de permitir que se encontre o caminho mais rápido para que um usuário realize uma dada tarefa, durante a interação com uma interface.

² Um modelo de movimentos humanos, predizendo o tempo requerido para mover rapidamente de um ponto inicial para o ponto alvo.

tipos de interface, pois este reconhece os objetos realizando uma análise do *bitmap* da tela. Desta forma o ACT-R/PM pode acessar qualquer interface no ambiente Windows, sem que esta tenha sido criada por alguma ferramenta específica. SegMan também pode gerar movimentos de *mouse* e entradas por teclado.

No experimento realizado em [6], a tarefa escolhida foi controlar um carro num ambiente de simulação 3D. Os dados coletados no experimento utilizando o ACT-R/PM, permitiu aos autores analisar várias questões relevantes em IHR, como por exemplo, a importância que a orientação visual tem em tarefas semelhantes a essa.

5 Conclusão

Este artigo apresentou um levantamento de trabalhos, que empregaram o ACT-R na análise e tratamento de questões de interação entre usuários e sistemas informatizados.

Espera-se com este artigo demonstrar o quanto modelos como o ACT-R podem ser úteis na área de IHC, e com isto despertar o interesse de outros pesquisadores da área, no uso do ACT-R.

Como demonstrado pelos trabalhos apresentados nesse artigo, o ACT-R demonstra ser um modelo de grande valia para estudo de questões relacionadas a interação humano-computador, pois demonstrou ter um comportamento muito próximo ao comportamento do usuário real. No entanto, sua maior limitação está na necessidade de se utilizar outros sistemas para poder interagir com alguns tipos de interface, principalmente em ambiente Windows.

Apesar das limitações apresentadas, modelos como o ACT-R, podem contribuir muito na área de IHC, diminuindo o tempo das avaliações de interação do usuário com o sistema, bem como, reduzir os custos empregados nas mesmas, já que o a utilização destes modelos, tende a diminuir o número de avaliadores reais.

6 Referências Bibliográficas

- [1] BYRNE, M. D. (2001). **ACT-R/PM and menu selection: Applying a cognitive architecture to HCI**. International Journal of Human-Computer Studies, 55, 41-84.
- [2] MISKER, J., TAATGEN, N. A., & AASMAN, J. (2001). **Validating a tool for simulating user interaction**. In Proceedings of the Fourth International Conference on Cognitive Modeling, pp. 163-168. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- [3] St. AMANT, R. & RIEDL, M. O. (2001). **A perception/action substrate for cognitive modeling in HCI**. International Journal of Human-Computer Studies, 55(1), pp. 15-39.

- [4] St. AMANT, R., HORTON, T. E., & RITTER F. E. (2004). **Model-based evaluation of cell phone menu interaction**. In Proceedings of the CHI'04 Conference on Human Factors in Computer Systems 343-350. New York, NY: ACM.

- [5] St. AMANT, R., FREED, A. R., RITTER, F. E. (2005). **Specifying ACT-R models of user interaction with a GOMS language**. Cognitive Systems Research, 6, 71-88.

- [6] RITTER, F. E., van ROOY, D., St. AMANT, R., & SIMPSON, K. (2006). **Providing user models direct access to interfaces: An exploratory study of a simple interface with implications for HRI and HCI**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Part A, Systems and Humans.