

Dispositivos de Gestão da Atenção em Sistemas Colaborativos

António Ferreira Pedro Antunes
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
{asfe,paa}@di.fc.ul.pt

Sumário

*Neste artigo apresentamos uma perspectiva combinada sobre Attentive User Interfaces e sistemas colaborativos para ajudar a resolver o problema de como atenuar a distração decorrente das múltiplas interrupções que caracterizam a colaboração mediada por computador, mantendo simultaneamente a necessária noção de consciência do grupo. Propomos uma abordagem para o estudo da atenção do grupo organizada em fluxos de informação e em dispositivos de atenção. Com base em factores psicológicos conhecidos, propomos quatro destes dispositivos, que são: o *time separator*, o *opportunity seeker*, o *change emphasizer*, e o *activity anticipator*. No final aplicamos a abordagem ao desenvolvimento de uma ferramenta de brainstorming electrónico.*

Palavras-chave

Attentive User Interfaces, sistemas colaborativos, fluxos de informação, dispositivos de atenção.

1. MOTIVAÇÃO E TRABALHO RELACIONADO

Desde finais dos anos 90 que vários investigadores da área da Interação Pessoa-Máquina (IPM) têm mostrado interesse nas potencialidades das Attentive User Interfaces (AUI), motivados pelo reconhecimento de que, à medida que as necessidades de informação e comunicação aumentam, também sobem os custos das interrupções e das faltas de atenção [Vertegaal03a]. Assim, em vez de assumirem que o utilizador está sempre atento e disponível para gerir e otimizar a sua atenção (ex. mostrando ou ocultando janelas no ecrã), as AUI negociam, em vez de imporem, a atenção dos utilizadores através do estabelecimento de prioridades para apresentar a informação.

A maior parte da investigação em AUI está direccionada para actividades realizadas por um só utilizador, sendo a principal assumpção que o desempenho individual diminui com o aumento do número de pedidos simultâneos de atenção. As experiências realizadas nesta área tipicamente estudam os efeitos numa tarefa primária causados por interrupções que exigem o processamento de uma tarefa secundária, possivelmente não relacionada e inesperada, como estar a editar um programa e, ocasionalmente, realizar mentalmente uma multiplicação [Fogarty05b].

Com base nestes pressupostos, vários investigadores estão a melhorar tanto os dispositivos de entrada como os de saída para que o utilizador permaneça focado na tarefa primária sem se distrair demasiado com a tarefa secundária. Isto pode ser conseguido utilizando sensores que detectam o estado de atenção transmitido pelo olhar ou postura corporal do utilizador (entre outras possibilidades) [Vertegaal03a, Fogarty05a], utilizando modelos estatísticos de interrupção que determinam a melhor ocasião para comunicar com o utilizador [Horvitz03, Fogarty05b], ou gerindo o nível de detalhe da apresentação de acordo com o foco de atenção do utilizador [Vertegaal03a].

Em paralelo com os avanços das AUI, na área dos sistemas colaborativos suportados por computador, tem-se verificado a adopção de técnicas que procuram melhorar a consciência do grupo (uma propriedade relacionada com o sentido de proximidade dentro do grupo) baseadas na partilha de *cada vez mais* informação sobre as acções que os membros do grupo realizam. Um dos argumentos apresentados é os canais de comunicação mediados por computador serem relativamente pobres quando comparados com meios mais naturais, como a interação face-a-face [Gutwin02]. Contudo, um problema desta tendência é não reconhecer que *mais pode significar menos* devido às limitações da capacidade de atenção humana, especialmente quando as pessoas ficam rodeadas de computadores e de informação (não necessariamente útil).

Existe alguma investigação sobre a aplicação de AUI a sistemas colaborativos, mas é rara e está situada na vídeo-conferência [Vertegaal03b]. Nós defendemos que o contexto colaborativo é privilegiado para expandir o corpo de conhecimento sobre AUI e colocamos a hipótese que o desempenho do grupo aumenta se a mediação suportada pelo computador utilizar conceitos das AUI. A nossa motivação está assente nos seguintes postulados:

- Pessoas envolvidas em trabalho colaborativo atendem a muito mais interrupções do que em trabalho individual. Isto está directamente relacionado com a necessidade de manutenção da consciência do grupo e com uma maior variedade de fluxos de informação;
- O trabalho colaborativo é mais fragmentado do que o individual: em vez de executarem uma única e longa tarefa, os membros de grupos tendem a realizar séries de tarefas inter-relacionadas. Esta estratégia melhora a consciência do grupo e permite recuperações mais rápidas em situações de erro;

- No trabalho em grupo as tarefas primária e secundária estão tipicamente relacionadas e podem ambas contribuir para o objectivo comum.

O objectivo deste artigo é reportar a nossa investigação sobre a integração de conceitos de AUI em sistemas colaborativos. Os resultados obtidos encontram-se organizados em duas partes (Secções 2 e 3):

- Estudo dos mecanismos fundamentais de suporte à atenção dos utilizadores de sistemas colaborativos;
- Desenvolvimento de dispositivos especializados na detecção e optimização da atenção do grupo.

Na Secção 4 apresentamos uma ferramenta colaborativa de *brainstorming* electrónico que incorpora os referidos mecanismos de suporte à atenção do grupo. Delineamos ainda uma experiência laboratorial em curso, destinada a testar a hipótese sobre o aumento do desempenho do grupo. Por fim, na Secção 5, discutimos sobre a nossa abordagem e fazemos uma projecção do trabalho futuro.

2. SUPORTE À ATENÇÃO DO GRUPO

O ponto de partida para o estudo da atenção do grupo é o reconhecimento de que os humanos, e, portanto, os *grupos*, têm uma capacidade limitada de processamento de informação. Esta limitação é especialmente relevante em cenários onde os grupos necessitam de atingir um objectivo comum, e ainda mais se forem usados computadores para mediar a comunicação entre os membros do grupo, devido à existência de constrangimentos tecnológicos.

Neste contexto, e tendo por base a análise dos fluxos de informação genericamente disponibilizados pelos sistemas colaborativos, o nosso propósito consiste em identificar e classificar os fluxos fundamentais de suporte à atenção do grupo, nomeadamente os que sustentam as noções de interdependência e de consciência do grupo.

A noção de interdependência é fundamental para compreender como um grupo planeia e estrutura a multiplicidade de actividades realizadas para divergir de ou convergir para um conjunto de conceitos, enquanto a noção de consciência do grupo identifica que estímulos são necessários a uma permanente avaliação do estado do grupo, incluindo as suas capacidades e limitações, motivações, atitudes, coesão, e proximidade do objectivo comum.

A classificação dos mecanismos de suporte à atenção do grupo que propomos fundamenta-se na literatura relacionada e num estudo por nós realizado sobre a optimização dos fluxos de informação suportados por uma aplicação colaborativa [Antunes06]. O resultado desse estudo identifica três tipos de fluxos recorrentes em sistemas colaborativos: *explicit communication*, *feedthrough*, e *back-channel feedback*.

O fluxo *explicit communication* suporta informação produzida por um membro do grupo e intencionalmente dirigida a outros membros [Gutwin02]. Por exemplo, um membro do grupo pode pedir directamente permissão para usar um objecto reservado por outro membro num espaço partilhado. Este fluxo informativo pode ser suportado pelo sistema colaborativo através da distribuição de

informação de um dispositivo de entrada para vários dispositivos de saída.

O fluxo *feedthrough* entrega informação a vários membros do grupo como consequência das acções executadas por um dos membros [Hill03]. Este fluxo é fundamental para criar a consciência do grupo. Por exemplo, um espaço partilhado pode mostrar os menus actualmente seleccionados por cada membro do grupo que está a manipular objectos nesse espaço. Os fluxos de *feedthrough* podem ser suportados através da captura das entradas de cada membro do grupo seguida da distribuição da informação de *feedback* (resposta a um utilizador individual) para os outros membros.

O fluxo *back-channel feedback* suporta informação não intencional enviada por um membro do grupo a outro membro para facilitar a comunicação, indicando em particular que o destinatário está a acompanhar o remetente [Rajan01]. Este fluxo de informação pode ser automaticamente produzido pelo sistema colaborativo, por exemplo utilizando sensores do olhar ou da postura corporal, entre outros [Vertegaal03a, Fogarty05a].

Aparentemente nenhum conteúdo significativo é entregue através do fluxo *back-channel feedback* uma vez que não reflecte cogitação por parte do utilizador. Contudo, como mencionámos antes, do ponto de vista das AUI este fluxo de informação é muito importante pois permite adaptar o sistema aos vários estados de atenção humanos. Por exemplo, numa experiência de vídeo-conferência foram usados sensores de olhar para prolongar a percepção de contacto visual e minimizar as distrações durante o processo de ceder a palavra [Vertegaal03b].

Os sistemas colaborativos podem recorrer a estes diferentes fluxos de informação para manter a atenção do grupo, permitindo interrupções explícitas, mantendo a consciência sobre as actividades em curso, suportando as interdependências, e influenciando as estratégias de trabalho do grupo. Alguns sistemas computadorizados podem combinar todos os tipos de fluxos, em particular os sistemas colaborativos síncronos operados remotamente, enquanto outros podem prescindir da mediação de alguns fluxos, como é o caso dos sistemas de suporte a reuniões face-a-face, que podem dispensar *explicit communication* e *feedthrough*.

3. DISPOSITIVOS DE ATENÇÃO

Iremos agora propor alguns dispositivos para manipular os fluxos de informação em sistemas colaborativos, dado que a quantidade de informação gerada pelos membros do grupo e pelo próprio sistema pode exceder a capacidade de atenção humana e, portanto, fazer diminuir o desempenho do grupo.

O problema que especificamente abordamos é como atenuar a distração decorrente das múltiplas interrupções que caracterizam a colaboração mediada por computador, mantendo simultaneamente a necessária noção de consciência do grupo.

Começamos por categorizar os dispositivos relacionados com a interacção colaborativa em dispositivos de *aware-*

ness e de *coupling*. Os dispositivos de *awareness* são dedicados à detecção e apresentação de informação sobre a actividade colaborativa do grupo. Vários tipos de dispositivos de *awareness*, como vistas de radar e *telepointers*, podem, por exemplo, ser encontrados num estudo sobre sistemas colaborativos organizado em torno da capacidade em transmitir informações sobre quem, o quê, e onde os utilizadores actuam no sistema [Gutwin02]. Nesta categoria de dispositivos também incluímos os sensores que detectam a atenção humana (pelo olhar, postura corporal, e outros) [Vertegaal03a, Fogarty05a], e dispositivos de saída que fazem variar o nível de detalhe de acordo com o foco de atenção do utilizador [Vertegaal03a].

Outra característica dos dispositivos de *awareness* é a de permitirem que os membros do grupo percebam as limitações e o papel mediador da infra-estrutura de comunicação. Isto é particularmente relevante quando a Internet é usada para suportar os fluxos de informação, na qual, por exemplo, os atrasos de *feedthrough* são significativamente maiores e menos previsíveis do que os atrasos de *feedback* [Gutwin04]. Estas limitações também afectam os fluxos *explicit communication* e *back-channel feedback*, e atingem indirectamente as estratégias de colaboração, dado que os atrasos significativos reduzem a consciência do grupo e estimulam as actividades individuais.

Os dispositivos de *coupling* permitem que os membros do grupo façam a separação entre as acções executadas e a informação de consciência do grupo [Dewan95]. Consideramos dois tipos de controlo de *coupling*: por um lado, os membros do grupo podem definir na origem qual e quando deve ser tornada pública a informação sobre as acções que eles próprios realizam; por outro lado, o *coupling* pode ser também controlado no destino, através da especificação de filtros que restringem a consciência do grupo a determinados objectos e acções (ex. mover um *viewport* num espaço de trabalho público).

Os dispositivos de *coupling* requerem a discriminação e controlo manuais da informação de consciência do grupo, quer na origem quer no destino, pelo que penalizam o desempenho individual. Contudo, esta desvantagem é compensada pela flexibilidade que oferecem na gestão da quantidade de informação e do número de interrupções, o que pode contribuir para melhorar a atenção do grupo. Esta contrapartida prepara o palco para a apresentação dos dispositivos especializados para gerir dinamicamente a atenção do grupo.

Nós propomos um conjunto de dispositivos dedicados à recolha da informação recebida dos sensores de *awareness* (entradas) associados a cada membro do grupo, e que automaticamente gerem a informação enviada e apresentada pelos respectivos dispositivos de *awareness* (saídas), em concordância com factores psicológicos conhecidos. O aspecto inovador da nossa abordagem, em comparação com a investigação existente em AUI, está na gestão ser feita ao nível da interacção do grupo, o que significa que os dispositivos têm acesso, não apenas à informação que chega a um utilizador, mas também à informação que é

originária do mesmo ou de outros membros do grupo. Os dispositivos de atenção que propomos são:

Time separator. Entrega a informação a apresentar nos dispositivos de *awareness* de saída após ter decorrido um intervalo de tempo desde a entrega anterior. O propósito deste dispositivo é atenuar os efeitos do *psychological refractory period* (ou *attentional blink*) durante o qual o tempo de resposta a um segundo estímulo é consistentemente mais lento [Eysenck00].

Opportunity seeker. Combina informação de consciência do grupo com o estado de atenção do membro do grupo para determinar o instante de tempo mais adequado para entregar a informação a apresentar no respectivo dispositivo de *awareness* de saída. O objectivo deste dispositivo é descobrir oportunidades que minimizem a distração motivada pelas interrupções.

Change emphasize. Salienta mudanças que ocorreram desde a anterior entrega de informação apresentada nos dispositivos de *awareness* de saída. O propósito deste dispositivo é atenuar a *change blindness* facilitando a detecção visual de mudanças para evitar ter de atender a toda a imagem de consciência do grupo [Simons05].

Activity anticipator. Detecta actividade que pode afectar o desempenho do grupo e entrega informação preliminar para ser apresentada nos dispositivos de *awareness* de saída. O objectivo deste dispositivo é preparar os membros do grupo para estarem atentos para resultados colaborativos iminentes, possibilitando tempos de resposta mais rápidos [LaBerge99].

Estes dispositivos de atenção oferecem suporte explícito para mediar a atenção do grupo num leque alargado de cenários colaborativos. Por exemplo, em sistemas colaborativos assíncronos, o *change emphasize* pode ser usado para salientar diferenças que ocorreram entre dois estados discretos do trabalho em grupo; outro exemplo, desta vez em sistemas síncronos, pode ser a utilização do *opportunity seeker* para evitar interrupções enquanto dois ou mais membros do grupo estiverem activamente a ceder a palavra entre si, numa discussão vídeo, áudio, ou de texto.

4. APLICAÇÃO

Descrevemos agora a aplicação de todos os dispositivos de atenção ao desenvolvimento de uma ferramenta de *brainstorming* electrónico. A descrição está organizada de acordo com a distinção que anteriormente fizemos entre fluxos de informação e dispositivos de atenção.

Sobre os fluxos de informação, as interacções dentro do grupo são feitas exclusivamente através de *feedthrough*. Isto é, a ferramenta de *brainstorming* distribui automaticamente ideias para todos os membros do grupo à medida que vão sendo geradas, sem necessitar de *explicit communication* ou de *back-channel feedback* entre um membro do grupo e outro membro.

Sobre os dispositivos de atenção, a ferramenta de *brainstorming* implementa um dispositivo *time separator* que apresenta novas ideias apenas em intervalos de tempo pré-definidos, um *opportunity seeker* que espera que o

membro do grupo pare de escrever para apresentar novas ideias de outros, um *change emphasize* que realça ideias de outros que foram recentemente recebidas, e um *activity anticipator* que detecta inatividade no grupo e alerta os membros que a sessão irá terminar em breve caso nenhuma nova ideia seja proposta.

Esta ferramenta está actualmente na fase final de desenvolvimento e será posteriormente utilizada em diversas experiências laboratoriais com o objectivo de avaliar o efeito dos dispositivos de atenção em sistemas colaborativos. Os dispositivos de atenção instalados na ferramenta serão utilizados como variáveis independentes no teste à hipótese de melhoria de desempenho do grupo.

O cenário colaborativo experimental é caracterizado por um grupo com cerca de 10 participantes reunidos na mesma sala e a usar a ferramenta de *brainstorming*. Cada sessão dura até 60 minutos, durante os quais a ferramenta mede o número de ideias, o número de ideias de outros que foram recebidas enquanto uma ideia estava a ser escrita, e o tempo de inatividade logo após a recepção de novas ideias de outros membros do grupo. No final, cada participante preenche individualmente um questionário sobre a percepção que teve do seu próprio estado de atenção durante a sessão.

5. DISCUSSÃO E TRABALHO FUTURO

A actual investigação em AUI está quase exclusivamente orientada para actividades realizadas por um só utilizador. Contudo, os utilizadores de sistemas colaborativos também podem beneficiar de soluções computacionais que reconhecem explicitamente as limitações de processamento de informação dos humanos, e, portanto, dos grupos, pelo que defendemos que o corpo de conhecimento existente pode ser estendido para esta área. Com este fim em vista empreendemos o estudo da atenção do grupo, identificando os fluxos de informação típicos dos sistemas colaborativos, e lançámos a hipótese que o desempenho do grupo aumenta se as ferramentas fizerem uso de dispositivos especializados de atenção.

Várias questões permanecem em aberto: irá o desempenho do grupo melhorar significativamente? Que dispositivos de atenção serão mais apropriados para diferentes cenários colaborativos? Poderão ser criados grupos maiores mantendo-se os níveis de atenção e produtividade? Estamos a abordar algumas destas questões com uma ferramenta de *brainstorming* electrónico. O caminho está aberto a muitas mais experiências e aplicações.

6. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi em parte suportado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, projecto POSI/EIA/57038/2004.

7. REFERÊNCIAS

[Antunes06] P. Antunes, A. Ferreira, e J. A. Pino, "Analyzing shared workspaces design with human-performance models," Aceite para publicação na *CRIWG'06: Proc. of the 12th international workshop on Groupware*, Valladolid, Spain, Setembro 2006.

- [Dewan95] P. Dewan e R. Choudhary, "Coupling the user interfaces of a multiuser program," *ACM Trans. on Computer-Human Interaction* 2(1), 1995, pp. 1–39.
- [Eysenck00] M. W. Eysenck e M. T. Keane, *Cognitive psychology: A student's handbook*, 4^a ed. Psychology Press, 2000, pp. 119–150.
- [Fogarty05a] J. Fogarty, S. E. Hudson, C. G. Atkeson, D. Avrahami, J. Forlizzi, S. Kiesler, J. C. Lee, e J. Yang, "Predicting human interruptibility with sensors," *ACM Trans. on Computer-Human Interaction* 12(1), 2005, pp. 119–146.
- [Fogarty05b] J. Fogarty, A. J. Ko, H. H. Aung, E. Golden, K. P. Tang, e S. E. Hudson, "Examining task engagement in sensor-based statistical models of human interruptibility," *CHI'05: Proc. of the SIGCHI conf. on Human factors in computing systems*, Portland, Oregon, USA, Abril 2005, pp. 331–340.
- [Gutwin04] C. Gutwin, S. Benford, J. Dyck, M. Fraser, I. Vaghi, e C. Greenhalgh, "Revealing delay in collaborative environments," *CHI'04: Proc. of the SIGCHI conf. on Human factors in computing systems*, Vienna, Austria, Abril 2004, pp. 503–510.
- [Gutwin02] C. Gutwin e S. Greenberg, "A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware," *Computer Supported Cooperative Work* 11(3), 2002, pp. 411–446.
- [Hill03] J. Hill e C. Gutwin, "Awareness support in a groupware widget toolkit," *GROUP'03: Proc. of the 2003 international ACM SIGGROUP conf. on Supporting group work*, Sanibel Island, Florida, USA, Novembro 2003, pp. 258–267.
- [Horvitz03] E. Horvitz, C. Kadie, T. Paek, e D. Hovel, "Models of attention in computing and communication: From principles to applications," *Commun. of the ACM* 46(3), 2003, pp. 52–59.
- [LaBerge99] D. LaBerge, "Attention," in *Cognitive Science*, B. M. Bly e D. E. Rumelhart, Eds. San Diego, CA, USA: Academic Press, 1999, pp. 44–98.
- [Rajan01] S. Rajan, S. D. Craig, B. Gholson, N. K. Person, e A. C. Graesser, "AutoTutor: Incorporating back-channel feedback and other human-like conversational behaviors into an intelligent tutoring system," *International Journal of Speech Technology* 4(2), 2001, pp. 117–126.
- [Simons05] D. J. Simons e R. A. Rensink, "Change blindness: Past, present, and future," *Trends in Cognitive Sciences* 9(1), 2005, pp. 16–20.
- [Vertegaal03a] R. Vertegaal, "Attentive user interfaces," *Commun. of the ACM* 46(3), 2003, pp. 30–33.
- [Vertegaal03b] R. Vertegaal, I. Weevers, C. Sohn, e C. Cheung, "GAZE-2: Conveying eye contact in group video conferencing using eye-controlled camera direction," in *CHI'03: Proc. of the SIGCHI conf. on Human factors in computing systems*, Ft. Lauderdale, Florida, USA, Abril 2003, pp. 521–528.