

## Utilização do rastreamento ocular para visualização do local de atenção em sistemas de edição colaborativos

Mauro C. Pichiliani, Celso M. Hirata, Fabricio S. Soares, Carlos H.Q. Forster

Divisão de Ciência da Computação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias  
12228-900, São José dos Campos, SP, Brasil

{pichilia, hirata, p2p, forster}@ita.br

### Resumo

*Awareness* (percepção), em computação, é o conhecimento sobre as atividades passadas e presentes do grupo, que constitui uma questão relevante para o trabalho cooperativo. Existem diversos mecanismos que fornecem a percepção durante o uso de sistemas de edição colaborativos síncronos. Contudo, os mecanismos de percepção existentes evidenciam restrições, ao proporcionarem efetivamente a percepção e a captura do foco de atenção, isto é, ao identificarem o local exato da atenção dos participantes. Este artigo apresenta um mecanismo de percepção para sistemas de edição colaborativos síncronos chamado TeleEye, o qual fornece informações sobre o local da atenção dos participantes durante uma sessão colaborativa com o auxílio de Rastreamento Ocular.

**PALAVRAS-CHAVE:** atenção, colaboração, percepção, rastreamento ocular.

### Abstract

*Using eye tracking to visualize the attention location in collaborative editing systems.* Awareness in computing is the knowledge about the present and past group's activities, which is a relevant issue for cooperative work. There are many devices that supply awareness information in synchronous collaborative editing systems. However, the current awareness devices have restrictions to provide awareness more effectively and to capture the focus of attention, i.e. identify the exact place of the participants' attentions. This paper presents an awareness device for synchronous collaborative editing systems called TeleEye, which provides information about the place of the participant's attention during a collaborative session by means of eye tracking.

**KEY WORDS:** attention, collaboration, awareness, eye tracking.

## 1 Introdução

A área de CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) tem como um de seus objetivos explorar os meios necessários para apoiar adequadamente o trabalho em grupo. Um dos meios utilizados para esse fim é a busca por novos mecanismos de percepção que permitam a um participante fisicamente separado tomar ciência da presença e das ações dos demais participantes do grupo.

Os atuais mecanismos utilizados para percepção em Sistemas de Edição Colaborativos Síncronos (SECS) permitem aos participantes: (i) obter conhecimento das atividades do grupo; (ii) saber o que aconteceu, o que está acontecendo e/ou o que poderá vir a acontecer; (iii) conhecer o trabalho e o grupo. Contudo, esses mecanismos apresentam restrições para que se efetive a percepção, e não são capazes de fornecer, adequadamente, informações sobre o foco da atenção dos participantes durante uma atividade em grupo. As restrições incluem a explicitação de

ações para fornecer a percepção, o esforço para obtenção da percepção e o uso de espaço adicional na interface de área de trabalho.

Conhecer o foco da atenção dos participantes constitui uma característica importante, tanto na fluidez do trabalho em grupo como na naturalidade. Além disso, contribui para a comunicação das atividades executadas. Nesse contexto, a percepção da atenção dos participantes é uma peça chave para qualquer forma de cooperação, uma vez que perceber, reconhecer e compreender a atenção dos outros é um aspecto relevante na interação humana e na comunicação em geral.

De acordo com Yarbus (1967), a direção do olhar de uma pessoa é um dos indicadores de onde está o foco de sua atenção. Com base nessa premissa, este artigo tem como objetivo apresentar um mecanismo de percepção que fornece informações sobre o local da atenção visual dos participantes, baseado na detecção da direção do olhar. O estudo também apresenta uma comparação entre o mecanismo proposto e os demais mecanismos de percepção visuais presentes em SECS.

Este artigo está dividido em seis seções. A próxima seção, seção 2, descreve os mecanismos existentes para a percepção em SECS. Na seção 3, apresentam-se alguns dispositivos utilizados para a detecção da direção do olhar. A seção 4 descreve a proposta de um mecanismo de percepção utilizado para fornecer informações sobre o local da atenção visual dos participantes, obtido pela detecção do Ponto de Visão. Na seção 5, apresentam-se os critérios comparativos e uma comparação entre os mecanismos apresentados na seção 2. Por fim, na seção 6, são apresentadas as conclusões e são propostos trabalhos futuros.

## 2 Percepção em SECS

O apoio adequado ao trabalho em grupo em SECS é um dos fatores necessários para fornecer um contexto comum entre os participantes. Esse contexto evita que um participante sinta-se isolado e não apresente contribuições, distanciando-se do trabalho realizado pelo grupo. De acordo com Pinheiro *et al.* (2001), o fornecimento desse contexto aos participantes de um grupo é chamado *Awareness* que, neste artigo, é explicitado pela palavra percepção. Nesse sentido, a percepção refere-se ao conhecimento das atividades realizadas (saber o que aconteceu, o que está acontecendo e/ou o que poderá vir a acontecer). Remete, também, ao conhecimento dos participantes do grupo e do trabalho a ser realizado.

Em SECS, a percepção é responsável por fornecer, a um participante fisicamente separado, a ciência da presença e das ações dos demais participantes do grupo e de si mesmo. Em termos práticos, a percepção permite a

cada participante coordenar e estruturar seu trabalho, pois possibilita, simultaneamente, perceber e compreender no que os demais estão trabalhando. A percepção também mostra oportunidades para comunicação, seja ela informal ou não, e suporta o estabelecimento e a manutenção do trabalho a ser realizado.

No trabalho em grupo, assumem-se ações sobre um conjunto de objetos dispostos dentro de um espaço de trabalho compartilhado entre os membros do grupo. Dessa forma, esses objetos e esse espaço de trabalho constituem um contexto determinante no desempenho do grupo como um todo, uma vez que boa parte da cooperação ocorre por meio da manipulação desses objetos. A percepção do que está ocorrendo nesse espaço compartilhado é chamada de *workspace awareness*. Esta pode ser comparada à percepção que as pessoas têm umas das outras e do trabalho realizado, quando estão em reunião em torno de uma mesa. A *workspace awareness* é a compreensão da interação de outra pessoa com um espaço de trabalho compartilhado em um dado momento, a qual envolve o conhecimento sobre onde esse alguém está trabalhando, o que está fazendo e o que vai fazer a seguir (Gutwin e Greenberg, 1998).

A noção de presença dos outros participantes é o tipo mais comum de informação oferecida em um SECS. Essa noção está ligada ao aspecto da autoria das atividades, uma vez que saber quem está ativo facilita a identificação de quem fez o que no ambiente e onde cada participante está executando suas tarefas simultaneamente aos demais. De tal modo, a percepção da presença relaciona-se com a *workspace awareness* no tocante ao conhecimento de quem está interagindo, pois esse é um importante item para o entendimento do que ocorre no espaço de trabalho.

O apoio à *workspace awareness* e à noção de presença é fornecido por um ou mais mecanismos que proporcionam informações sobre os trabalhos individuais dos participantes do grupo. Esses mecanismos fornecem aos participantes a oportunidade de ganhar uma compreensão das ações realizadas e, possivelmente, de usar esta informação para coordenar atividades. Em SECS, os mecanismos de percepção visuais que fornecem apoio à noção de presença e à *workspace awareness*, conhecidos como *awareness widgets*, são projetados como elementos de interface do usuário distintos dentro do espaço compartilhado.

A Figura 1 apresenta seis mecanismos de percepção visuais utilizados em SECS para fornecer apoio à noção de presença e à *workspace awareness*. Eles são: (i) *Telecarets*; (ii) *Telepointers*; (iii) *Multi-user scrollbars*; (iv) *RadarView*; (v) *Read and Write Shadows* e (vi) *FishEyeView*. Apesar de não ser uma lista exaustiva, os mecanismos apresentados na Figura 1 fornecem informações sobre atividades realizadas pelos participantes em SECS e estão descritos em detalhes na literatura da área de CSCW.

O *Telecaret* (Greenberg e Marwood, 1994) é um mecanismo de presença que mostra a área ao redor do cursor utilizado na edição colaborativa de textos. Cada vez que o usuário executa uma operação de edição, seleciona um texto ou faz uma navegação entre os caracteres, a posição do cursor em relação ao texto é imediatamente replicada para o *Telecaret* dos participantes da edição colaborativa, os quais podem, rapidamente, identificar a posição dos cursores em relação ao documento compartilhado.

De forma análoga ao *Telecaret*, o *Telepointer* (Greenberg *et al.*, 1996b) fornece a posição do ponteiro do *mouse* em relação à área de trabalho compartilhada. Além de precisar a posição do *mouse* dos participantes remotos, pode-se utilizar o *Telepointer* para indicar informações semânticas a respeito da ação sendo executada, como apresentado por Greenberg *et al.* (1996b), modificando-se a forma, a cor e a imagem do ponteiro de acordo com a ação realizada.

*Muti-user scrollbars* são mecanismos gerados a partir da modificação das barras de rolagem horizontais e verticais encontradas em interfaces gráficas que utilizam a metáfora de janelas. Esses mecanismos fornecem informações sobre a parte da área de trabalho compartilhada visualizada pelo grupo, pois a localização do *viewport* de cada participante é representada por um retângulo colorido embutido dentro das áreas de rolagem. Os *Muti-user scroll-*

*bars* fazem parte do MAUI (*Multi-User Awareness User Interface*) (Hill e Gutwin, 2004), um *toolkit* que possui diversos componentes de interface gráfica utilizados para proporcionar informações de percepção. Além dos *Muti-user scrollbars*, o MAUI possui outros mecanismos, porém apenas os *Multi-user scrollbars* fornecem o apoio à noção de presença e à *workspace awareness*.

O *RadarView* (Greenberg e Roseman, 1998) é um mecanismo que permite a visualização em miniatura da área de trabalho compartilhada. Esse dispositivo apresenta a posição do *viewport* de cada participante sobre a área de trabalho e indica qual é a parte visível para cada participante. Além de mostrar a área de trabalho, cada modificação realizada no documento compartilhado é imediatamente apresentada no *RadarView*, que também mostra os *Telepointers*. O *RadarView* também pode ser utilizado para a navegação no documento compartilhado por meio da movimentação direta dos *viewports*.

*Read and Write Shadows* (Junuzovic *et al.*, 2007) são mecanismos usados para percepção de leitura e gravação no documento, respectivamente. O mecanismo *write shadow* é utilizado para indicar que um usuário local está editando uma parte do texto, e é representado por uma figura da mão direita colocada na posição do último caractere modificado. Essa figura da mão direita possui uma cor que identifica cada usuário e aparece como uma mão esquerda na área de traba-

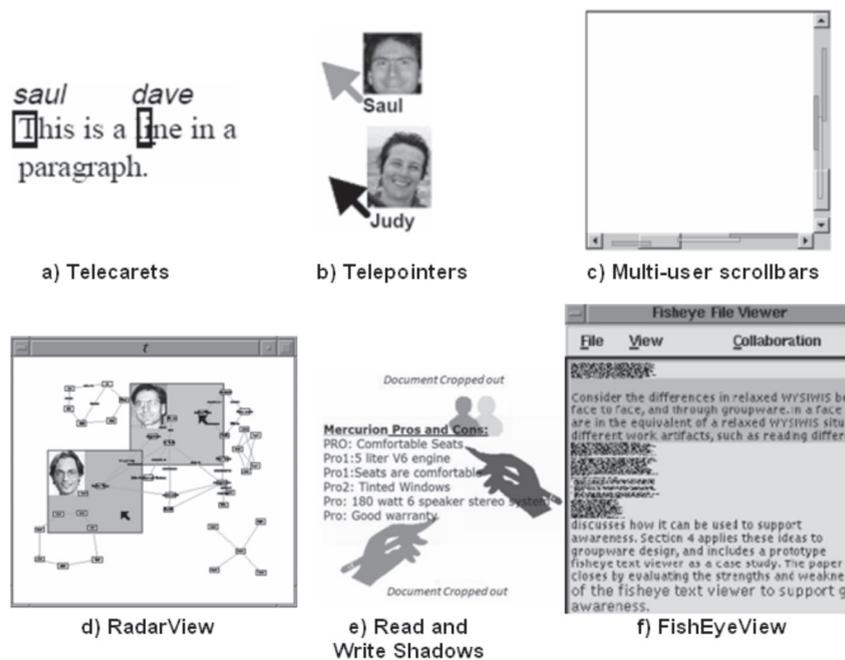


Figura 1. Mecanismos de percepção: (a) *Telecarets* (Greenberg e Marwood, 1994), (b) *Telepointers* (Greenberg *et al.*, 1996b), (c) *Multi-user scrollbars* (Hill e Gutwin, 2004), (d) *RadarView* (Greenberg e Roseman, 1998), (e) *Read and Write Shadows* (Junuzovic *et al.*, 2007) e (f) *FishEye View* (Greenberg *et al.*, 1996a).

Figure 1. Awareness devices (a) *Telecarets* (Greenberg and Marwood, 1994), (b) *Telepointers* (Greenberg *et al.*, 1996b), (c) *Multi-user scrollbars* (Hill and Gutwin, 2004), (d) *RadarView* (Greenberg and Roseman, 1998), (e) *Read and Write Shadows* (Junuzovic *et al.*, 2007) and (f) *FishEye View* (Greenberg *et al.*, 1996a).

lho dos outros usuários. O mecanismo *read shadow* indica qual é a parte do texto que um usuário está visualizando, sendo representado pela silhueta de uma pessoa posicionada na parte do texto visível pelo usuário.

O *FishEyeView* (Greenberg *et al.*, 1996a) é um mecanismo que permite a visualização da área de trabalho por meio da modificação do tamanho dos objetos do documento compartilhado. Quando um usuário está posicionado em um local na área de trabalho, denominado ponto focal, os objetos próximos a este ponto aumentam de tamanho, enquanto os demais objetos, mais distantes do ponto focal, têm seus tamanhos reduzidos. Desse modo, cada usuário visualiza a área de trabalho compartilhada de forma distorcida, pois os objetos próximos ao ponto focal são aumentados, enquanto os demais objetos são diminuídos.

Além do *RadarView* e do *FishEyeView*, existem outros mecanismos que também fornecem apoio à noção de presença e à *workspace awareness*, por meio da visualização da área de trabalho compartilhada. Gutwin e Greenberg (1998) apresentam o *dragmag view* como uma lente de aumento virtual que permite ao usuário escolher um local da área de trabalho compartilhada cujos objetos terão seu tamanho aumentado. O *two-level view*, também apresentado por Gutwin e Greenberg (1998), sobrepõe a janela de visualização em miniatura do *Radar View* na área de trabalho compartilhada. Esses mecanismos permitem que um usuário focalize sua atenção em determinados objetos do documento e, simultaneamente, tome ciência das ações dos demais usuários realizadas em outros locais da área de trabalho. A Figura 2 apresenta o *FishEyeView*, *dragmag view* e o *two-level view*, utilizados no editor de mapas conceituais colaborativo proposto por Gutwin e Greenberg (1998).

O apoio à noção de presença e à *workspace awareness*, em SECS, não é fornecido apenas por mecanismos de percepção visual. Gaver (1991) utilizou recursos sonoros para representar as ações e os tipos de atividades realizadas pelos usuários na área de trabalho compartilhado. Outro

exemplo de percepção provida por estímulos sonoros em SECS é o projeto Kansas (*Sun Microsystems*, 2009), que modifica o volume e a direção de sons específicos para indicar a distância e localização de atividades exercidas pelos usuários, e, assim, permite a divisão destes em grupos de discussão distintos dentro do espaço compartilhado.

Marquardt e Greenberg (2007) sugerem o uso de interfaces físicas de usuários, as quais devem ser distribuídas para fornecer apoio à noção de presença e à *workspace awareness*. As interfaces são compostas por sensores que capturam informações do ambiente do usuário, como a temperatura, a movimentação, a intensidade luminosa, o toque e a vibração; os dados coletados pelos sensores podem fornecer o apoio à noção de presença e à *workspace awareness* por meio de componentes da interface gráfica do usuário ou de dispositivos físicos, incluindo servo motores, painéis compostos por LEDs (*Light-emitting Diodes*) e diversos tipos de atuadores.

Os mecanismos de percepção apresentados permitem aos participantes obter apoio à noção de presença e à *workspace awareness*. Contudo, esses mecanismos não são capazes de fornecer adequadamente informações sobre o local exato do foco da atenção dos participantes durante uma atividade em grupo. O foco de atenção está relacionado ao conceito de *gaze awareness* (Gutwin e Greenberg, 2002), que é definido como o local na área de trabalho compartilhada para o qual os participantes estão olhando.

A relação entre foco de atenção e o local para onde uma pessoa está olhando é apresentada por Yarbus (1967). Por meio de experimentos psicológicos, o autor coletou dados que sustentam a conjectura de que o Ponto de Visão (*Point of Regard*) de uma pessoa é um dos indicadores de onde está o foco de sua atenção e, em termos práticos, essa direção do olhar pode ser utilizada para identificar o local específico do foco de atenção imediato.

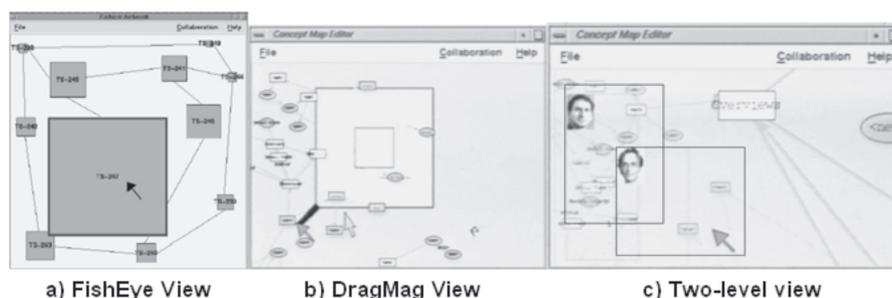


Figura 2. Visualização distorcida da área de trabalho compartilhada: (a) *FishEye View* (Greenberg *et al.*, 1996A); (b) *DragMag View* (Gutwin e Greenberg, 1998); e (c) *Two-level view* (Gutwin e Greenberg, 1998).

Figure 2. Distorted display of the shared workspace: (a) *FishEye View* (Greenberg *et al.*, 1996a) ; (b) *DragMag View* (Gutwin and Greenberg, 1998); and (c) *Two-level view* (Gutwin and Greenberg, 1998).

Contudo, na área de CSCW, há escassos estudos sobre o foco de atenção de uma pessoa, com base na direção do seu olhar, provavelmente devido aos requisitos necessários para o rastreamento ocular. Um dos poucos estudos é o apresentado por Vertegaal e Ding (2002), que simularam o encontro de olhares em reuniões presenciais. Esse trabalho avaliou o uso de um Dispositivo Rastreador (*Eye Tracker*) em uma sessão de videoconferência e concluiu que o encontro de olhares, nesse contexto, pode aumentar em até 46% o desempenho na execução das tarefas realizadas pelos participantes.

Outro estudo relevante sobre o uso de rastreamento ocular na área de CSCW foi apresentado por Vertegaal (1999). Ele propôs o sistema chamado GAZE, com o objetivo de simular uma reunião presencial de quatro pessoas, participando de uma videoconferência em uma sala virtual. Por meio do rastreamento ocular, o sistema GAZE rotaciona a janela que contém o vídeo de cada participante em um espaço tridimensional, de acordo com o local para onde o participante estiver olhando. Dessa maneira, é possível indicar, na sala virtual, quem está falando diretamente com quem, pois a janela que contém o vídeo se posiciona em frente à janela do outro participante. Além disso, o sistema GAZE mostra círculos coloridos projetados sobre os documentos compartilhados, chamados de *lightspots*, que mostram quais documentos os participantes estão observando. Quando um documento é aberto apenas para leitura, em um editor de texto, os *lightspots* de todos os usuários são apresentados, como se mostra na Figura 3. Apesar de fornecer um indicador do foco de atenção, o sistema proposto por Vertegaal (1999) não explora a possibilidade de utilização desse mecanismo em SECS e tampouco verifica a viabilidade de implementação desse sistema em outras formas de colaboração que não utilizem videoconferência.

Considerando-se o âmbito de pesquisa para este artigo e a varredura bibliográfica realizada, não foram en-

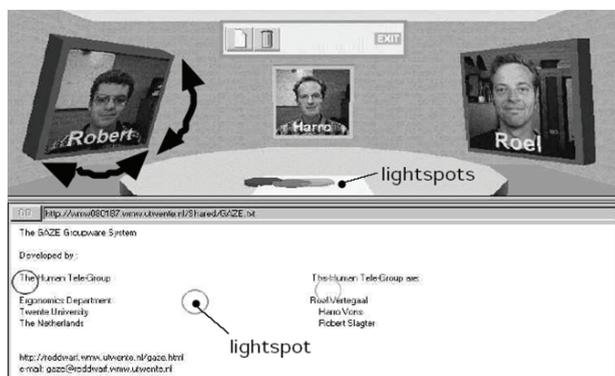


Figura 3. Rastreamento ocular utilizado em uma videoconferência (Vertegaal, 1999).

Figure 3. Eye tracking used in a videoconference (Vertegaal, 1999).

contrados registros bibliográficos de trabalhos na área de CSCW que fazem uso do Rastreamento Ocular (*Eye Tracking*) durante o uso de SECS, com o objetivo de fornecer informações sobre o Ponto de Visão do usuário.

### 3 Dispositivos de detecção da direção do olhar

O desenvolvimento de Dispositivos Rastreadores que permitem a detecção da direção do olhar é uma realidade vivenciada há alguns anos. Uma das principais motivações para a detecção do Ponto de Visão é a possibilidade de melhorar significativamente a capacidade de interação dos portadores de deficiências motoras, permitindo que pessoas, cujos movimentos se limitem ao globo ocular, possam utilizar computadores e se comunicar.

Existem diversos dispositivos que permitem a Interação Humano-Computador por meio de movimentos dos olhos. A Figura 4 apresenta quatro exemplos de Dispositivos Rastreadores baseados em vídeo-oculografia, que representam o que existe em estudo sobre em detecção da direção do olhar.

Com o objetivo de tornar a comunicação por meio do computador uma opção para deficientes físicos não vocalizados que movem somente os olhos, Foggiatto (2002) apresenta o MCMO (*Mouse Controlado pelo Movimento do Olho*), composto de uma câmera infravermelha embutida em uma das lentes de óculos. Apesar de a autora não fornecer dados sobre o grau de ângulo visual desse dispositivo, testes realizados indicam que os usuários se adaptaram rapidamente ao dispositivo e conseguiram se comunicar adequadamente.

O Dispositivo Rastreador, proposto por Li *et al.* (2006), é um dispositivo portátil baseado em *hardware* e *software* abertos, que pode ser construído a partir de componentes de baixo custo. Composto por duas câmeras Firewire embutidas em óculos e conectadas a uma mochila com um *laptop*, configurado com o sistema operacional Linux, esse dispositivo possui uma taxa de erro na estimação do Ponto de Visão de até um grau no ângulo visual.

Coutinho e Morimoto (2006) apresentam um protótipo REGT (*Remote Eye Gaze Tracking*) que permite a livre movimentação da cabeça durante o uso. Esse dispositivo é composto por uma câmera cercada de vários emissores de luz infravermelha ao redor de sua lente, que se movimenta de acordo com a face do usuário. Outros quatro emissores de luz infravermelha foram colocados nos quatro cantos do monitor, para criar um polígono iluminado na íris do usuário. Com o auxílio desse polígono, é possível recalibrar automaticamente o Dispositivo Rastreador, permitindo que o usuário mova livremente a cabeça após o processo de calibração

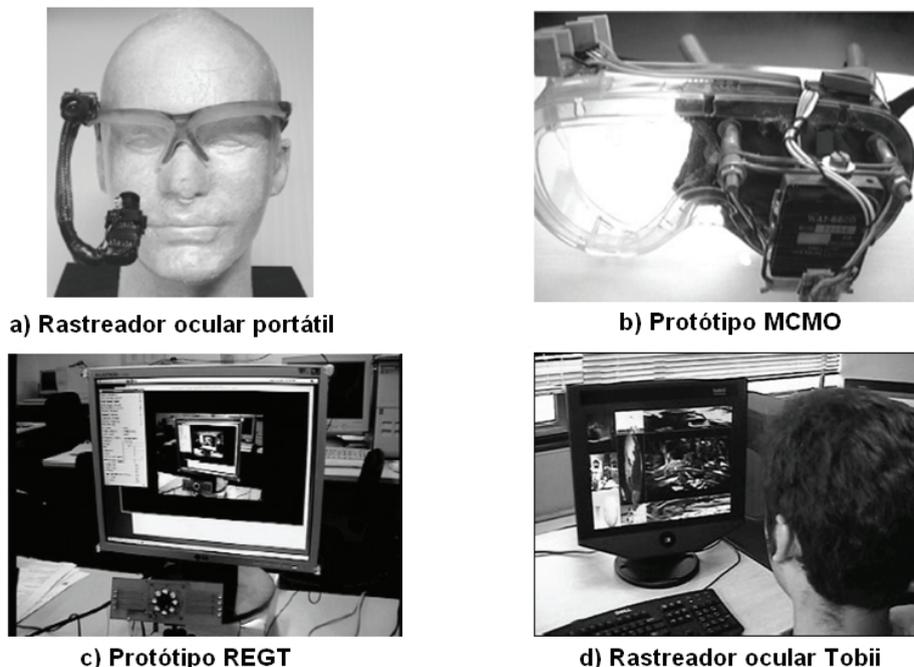


Figura 4. Exemplos de dispositivos de rastreamento ocular: (a) Rastreador ocular portátil (Li et al., 2006), (b) Protótipo MCMO (Foggiatto, 2002), (c) Câmera ocular que permite livre movimentação da cabeça (Coutinho e Morimoto, 2006) e (d) Rastreador ocular Tobii (Tobii Technology, 2009).

Figure 4. Examples of eye tracking devices: (a) Portable Eye Tracker (Li et al., 2006), (b) Prototype MCMO (Foggiatto, 2002), (c) eye camera that allows head free movement (Coutinho and Morimoto, 2006 ) and (d) Eye Tracker Tobii (Tobii Technology, 2009).

inicial do dispositivo. De acordo com os autores, o erro médio de estimação da direção do olhar desse dispositivo varia entre 0,91 e 2,4 graus no ângulo visual.

O Dispositivo Rastreador Tobii (Tobii Technology, 2009), o qual obtém a estimativa da direção do olhar em uma solução completa, é um produto disponível no mercado. Esse dispositivo possui a forma de um monitor CRT de 17 polegadas e conta com uma câmera infravermelha acoplada na parte inferior. Dentre suas principais características, o Tobii permite que os usuários utilizem óculos ou lentes de contato, suporta a movimentação da cabeça do usuário em um espaço de 30x15x20 cm, transmite os dados da direção do olhar por meio de uma conexão TCP/IP e possui uma taxa de erro de, aproximadamente, 1 grau no ângulo visual.

Recentemente, a queda dos custos de dispositivos de captura de imagens, como as populares *webcams*, e os avanços na área de Visão Computacional impulsionaram o desenvolvimento de Dispositivos Rastreadores baseados em vídeo-oculografia, e com baixo custo. Contudo, essas soluções apresentam moderada precisão e ainda carecem de melhorias antes de serem utilizadas em aplicações reais. Espera-se que essas soluções sejam economicamente viáveis e tecnologicamente aceitáveis em breve.

Os Dispositivos Rastreadores baseados em vídeo-oculografia não são os únicos que permitem o rastreamento da direção do olhar. Recentemente, a técnica conhecida como eletro-oculografia vem obtendo resultados significativos no processo de inclusão digital de pacientes com deficiências motoras. A eletro-oculografia é uma técnica que utiliza eletrodos fixos na região dos olhos para identificar a posição observada por meio da variação do potencial elétrico da pele. Ao mover os olhos, uma pessoa consegue gerar potenciais elétricos de até 200  $\mu V$  nos músculos faciais. Essa técnica analisa os movimentos oculares em relação à cabeça. Porém, os Dispositivos de Rastreamento baseados em eletro-oculografia geralmente não são indicados para estimar o ponto observado pelo indivíduo com precisão, a não ser que seja utilizado um rastreador de cabeça em segundo plano.

Cardoso (2009) criou um Dispositivo Rastreador que usa a técnica eletro-oculografia. Mediante cinco eletrodos fixos na face, o usuário consegue manusear o computador por meio da captura e da codificação de movimentos dos músculos da face e da íris. O dispositivo permite que o usuário mova o cursor com os movimentos oculares, escreva textos com o auxílio do teclado virtual do Sistema Operacional e simule os cliques dos botões com o piscar dos olhos. A Figura 5 apresenta os quatro



Figura 5. Esquema de funcionamento do *Mouse Ocular* baseado em eletro-oculografia (Cardoso, 2009).  
 Figure 5. Eye Mouse's scheme operation based on electro-oculography (Cardoso, 2009).

passos do esquema de funcionamento do Dispositivo de Rastreamento proposto por Cardoso

Na próxima seção, apresenta-se a proposta de mecanismo de percepção, baseado nos dispositivos de Detecção da Direção do Olhar apresentados.

#### 4 Proposta do mecanismo de percepção baseado no ponto de visão do usuário

Os Dispositivos Rastreadores apresentados na seção anterior têm como objetivo determinar o Ponto de Visão de um indivíduo ou a estimativa do seu campo visual mediante o rastreamento ocular. De posse da informação sobre a direção do olhar de um indivíduo, é possível realizar um mapeamento entre a posição de seus olhos e o local aproximado que ele está observando na tela do computador. Esse mapeamento geralmente é precedido pelo passo de calibração requerido pelo Dispositivo Rastreador. Após o término da calibração, o dispositivo traduz o posicionamento do olho em coordenadas da tela.

Com base nessas coordenadas, é possível utilizar a direção do olhar para fornecer ao próprio usuário algum elemento visual que identifique o local que ele está observando. Contudo, no mecanismo proposto para percepção do foco de atenção em SECS, as coordenadas da tela que representam o ponto que cada participante está observando

devem ser apresentadas aos demais, de modo que cada um fique ciente dos focos de atenção dos demais.

Após avaliar os Dispositivos Rastreadores existentes, desenvolvemos um mecanismo de percepção que não depende de um Dispositivo Rastreador específico. O mecanismo proposto recebeu o nome de *TeleEye*, seguindo os nomes *Telepointer* e ao *Telecaret*, os quais informam a posição do ponteiro do *mouse* (*pointer*) e do cursor de edição de texto (*caret*), respectivamente.

Para verificar a viabilidade do *TeleEye*, um protótipo deste mecanismo foi construído a partir da implementação do *Telepointer* em um SECS existente. O SECS escolhido foi o *CoArgoUML* (Pichiliani e Hirata, 2006), uma ferramenta CASE modificada para suportar a edição colaborativa síncrona de diagramas da UML. O *CoArgoUML* contém *Telepointers*, um mecanismo de controle de concorrência baseado em travas de múltiplos níveis (Pichiliani e Hirata, 2007), uma área de trabalho compartilhado, controle de sessão e uma lista de usuários que estão trabalhando de forma colaborativa.

Um Dispositivo de Rastreamento baseado em vídeo-oculografia foi utilizado para realizar o Rastreamento Ocular e para testar o posicionamento dos *TeleEyes*. O Dispositivo Rastreador utilizado para realizar o Rastreamento Ocular e testar o posicionamento dos *TeleEyes* foi o protótipo desenvolvido por Soares (2008), batizado de *Mouse Óptico Ocular* (MOO). O MOO é um rastreador ocular baseado na técnica de vídeo-oculografia, que emprega uma versão modificada

do algoritmo da Transformada de Hough para detecção de círculos. O algoritmo detecta o centro da íris do usuário e estima o ponto na tela do computador em que o usuário está focando seu olhar. Com o uso da Transformada de Hough, o MOO apresentou um bom grau de precisão na detecção da borda da íris, mesmo nas imagens capturadas com as pálpebras cobrindo parcialmente a íris do usuário.

O protótipo apresenta uma taxa de processamento de 93 milissegundos por imagem analisada, um ponto positivo para aplicações que utiliza técnicas de Rastreio Ocular com processamento de imagens capturadas em tempo real. Soares (2008) utilizou uma heurística na Transformada de Hough, que elimina porções de elementos (*pixels*) processados por imagem analisada, com o intuito de diminuir o tempo de processamento e manter a precisão do Rastreio Ocular.

Os testes realizados por Soares (2008) mostraram que o MOO pode ser utilizado por indivíduos com olhos claros ou escuros, também com o uso de lentes de contato e óculos de grau. Mesmo em imagens ruidosas, o algoritmo de detecção de círculos consegue detectar a circunferência da íris em um número elevado de imagens, inclusive em ambientes com baixa iluminação. O dispositivo utilizado não é capaz de compensar movimentos do pescoço, pois ele se fixa na cabeça do usuário e não conta com um detector de movimentos em segundo plano. O protótipo MOO foi refinado ao longo de três gerações, junto à utilização de óculos com uma câmera acoplada, como pode ser visto na Figura 6.

A primeira geração do MOO utiliza uma câmera sem fio acoplada em óculos de proteção cuja armação é de acrílico. Um pequeno tubo de plástico foi inserido na lente direita dos óculos para fixar a câmera, o que bloqueia a visão do olho direito do usuário. Apesar de funcional, a primeira geração do protótipo não é facilmente ajustável, devido ao modo como a câmera se fixa. Além disso, o uso dos óculos de acrílico apresentou incômodo aos usuários que testaram o protótipo.

A segunda geração do MOO substituiu os óculos de acrílico por uma armação de alumínio, procedimento que diminuiu o peso do dispositivo. Além disso, a câmera sem fio foi substituída por uma *webcam* convencional, que apresenta uma resolução melhor que a câmera sem fio, não sofre interferências por utilizar uma conexão USB com fio e permite ajustes na posição da lente da câmera. Apesar de o protótipo da segunda geração tornar o uso do dispositivo mais confortável, a quantidade de ajustes da *webcam* foi limitada, devido à maneira como a câmera se fixa na haste de sustentação, posicionada abaixo da linha visual do usuário.

A terceira geração do MOO posicionou a *webcam* diretamente na linha de visão do usuário, permitindo três ajustes diferentes do eixo da mesma: na horizontal, na vertical e na distância entre o olho do usuário e a *webcam*. Essa terceira geração também incluiu ajustes para tornar o dispositivo mais ergométrico, fato que diminuiu o peso

do protótipo e fixou o fio da *webcam* ao longo da haste de sustentação.

As principais motivações para o refinamento do protótipo MOO, durante as três gerações, foram a melhoria do grau de precisão, o conforto dos usuários e a possibilidade de utilização de uma *webcam*. Contudo, a variação do grau de precisão entre as três gerações não foi significativa. Os principais testes do protótipo MOO foram realizados com a primeira geração do MOO junto com um teclado virtual, apresentados por Soares (2008). O uso da primeira geração do MOO por dois usuários e a janela de detecção de íris da aplicação que acompanha o MOO podem ser visualizados na Figura 7.

Apesar de o dispositivo utilizado não fornecer coordenadas precisas sobre o posicionamento ocular, ele se apresentou como uma solução adequada para os testes do TeleEye. A Figura 8 mostra uma visualização dos *Telepointers* e dos *TeleEyes* de dois usuários, A e B, durante a edição colaborativa de um diagrama de classes.

A seguir, traz-se um exemplo de uso do TeleEye junto com o *Telepointer*. Na área de trabalho compartilhada apresentada na parte superior da Figura 8, o usuário A observa o *Telepointer* do usuário B, representado por uma cruz preta e posicionado à esquerda da classe *Binding*. Já o *TeleEye* do usuário B, representado por uma circunferência de cor preta com o nome do usuário, está posicionado perto de um dos relacionamentos entre as classes *ModelElement* e *Dependency*. O ponteiro do mouse do usuário A está posicionado do lado direito da classe *Abstraction* na sua área de trabalho.



Figura 6. Protótipos do MOO: (a) Primeira geração; (b) Segunda geração; e (c) Terceira geração.

Figure 6. MOO's prototypes: (a) First generation; (b) Second generation; and (c) Third generation.



Figura 7. Dispositivo Rastreador construído para testes do TeleEye: (a) Usuários da primeira geração do MOO; e (b) Janela de detecção da íris.

Figure 7. Tracker device built for TeleEye tests: (a) MOO first generation users; and (b) Iris detection window.

O usuário B, cuja área de trabalho compartilhada é apresentada na parte inferior da Figura 8, observa a cruz cinza que representa o *Telepointer* do usuário A, localizada do lado direito da classe *Abstraction*, replicando a posição do cursor do *mouse*. Na área de trabalho compartilhada do usuário B, o *TeleEye* do usuário A é representado por uma circunferência de cor cinza, posicionada à direita da classe *Building*.

O *TeleEye* também pode ser utilizado para fornecer informações a respeito do histórico do foco de atenção dos usuários na área de trabalho compartilhada. Essa informação sobre o histórico permite aos participantes obter conhecimento dos locais que atraíram o foco da atenção, possivelmente indicando quais as partes específicas do documento compartilhado exigiram mais atenção ou aquelas que requerem uma carga cognitiva elevada para sua compreensão. A partir da análise do histórico do posicionamento do *TeleEye*, é possível montar uma visualização que destaque na área de trabalho compartilhada o local que recebeu a maior parte do foco da atenção dos usuários. Um exemplo de visualização do histórico do posicionamento do *TeleEye* de um usuário é apresentado na Figura 9.

A partir da versão completa do diagrama de classes, apresentado na Figura 8, e do mapeamento do histórico das posições do *TeleEye* de um usuário durante a sessão colaborativa, montou-se uma visualização conhecida como *heatmap*. Um *heatmap* é uma representação gráfica dos dados sobrepostos em uma figura ou mapa com o objetivo de facilitar a visualização da frequência das coordenadas dos dados (Ling, 1973). No exemplo da Figura 9, foram colocados círculos coloridos nas coordenadas centrais do *TeleEye* de um usuário sobre a área de trabalho compartilhada, contendo a versão final digrama de classes apresentada na Figura 8. Quando há uma interseção de círculos no mapa, eles são convertidos para formar uma nova forma geométrica e suas cores são misturadas. Desse modo, quando uma região do mapa apresentar uma frequência grande de dados, o mapa apresenta um aspecto de manchas coloridas, e, quanto maior for a concentração de pontos em um local, mais acentuada será a cor da mancha.

Na Figura 9, pode-se notar que há uma concentração de pontos entre a classe abstrata *ModelElement*, a classe *Dependency* e os relacionamentos entre elas. Essa concentração mostra que o usuário focou sua atenção, em boa parte do tempo, sobre esses elementos do diagrama, possivelmente indicando algum nível de dificuldade para a compreensão das informações. Outra possível justificativa para a concentração do foco de atenção do usuário nesses elementos é o fato de ele ser o autor dos elementos e, por isso, focar boa parte da sua atenção visual neles. Outra informação relevante, apresentada pelo *heatmap* da Figura 9, indica que o usuário apenas olhou rapidamente as clas-

ses do diagrama que herdam da classe *Dependency*, com exceção da classe *Permission*.

A partir das informações fornecidas pela visualização do histórico de posicionamento do *TeleEye*, é possível fazer análises e traçar estratégias de modo a considerar

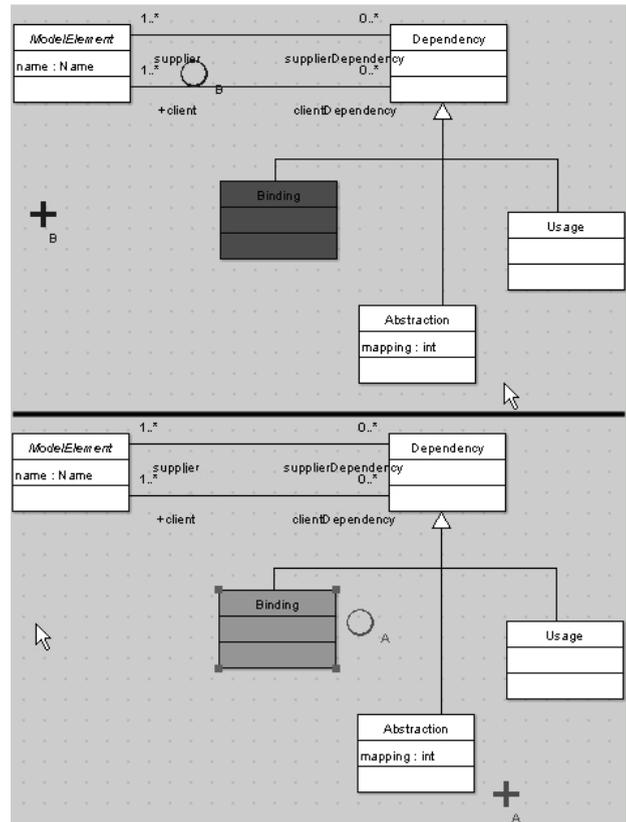


Figura 8. Áreas de trabalho compartilhado, *Telepointers* e *TeleEyes* dos usuários A e B, durante a edição colaborativa de um diagrama de classes.  
 Figure 8. Shared workspace areas, *Telepointers* and *TeleEyes* A and B users, during the collaborative editing of a classes' diagram.

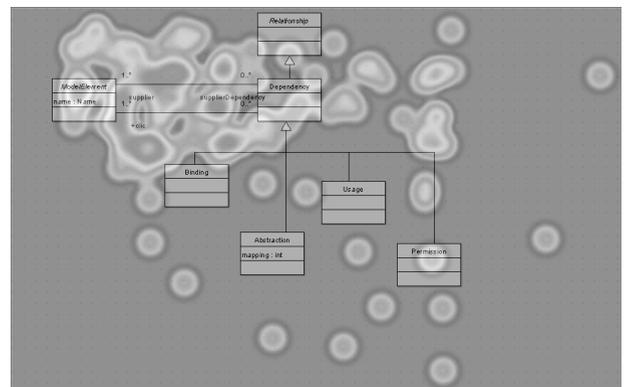


Figura 9. *Heatmap* produzido a partir da movimentação do *TeleEye* de um usuário na área de trabalho compartilhada.  
 Figure 9. *Heatmap* produced from *TeleEye*'s movement of a user on the shared workspace.

elementos que apresentam um grau de dificuldade maior para a compreensão.

Outro exemplo de uso do TeleEye em SECS pode ser encontrado durante a explicação de uma parte de um documento numa sessão colaborativa. Enquanto um participante explica os detalhes do documento, pode perceber pelos TeleEyes se os demais participantes estão prestando atenção ou não à parte que está sendo explanada. De posse dessa informação, o palestrante pode tomar alguma atitude para tentar melhorar o foco de atenção. De tal maneira, o TeleEye pode contribuir para auxiliar a coordenação da atividade, ao fornecer informação sobre a atenção dos participantes, fato que pode levar a uma ação efetiva na comunicação.

Além de fornecer informações sobre o foco de atenção do usuário, o TeleEye pode ser combinado com outros mecanismos de percepção existentes. Por exemplo, o TeleEye pode substituir o *Telepointer*, movimentando-o, se, por alguma razão, o participante achar mais conveniente o movimento do cursor virtual do TeleEye. Outra combinação possível é a representação do TeleEye dentro da visão miniaturizada, apresentada pelo *RadarView*.

O TeleEye é um mecanismo de percepção que não depende diretamente da interação do usuário com o *mouse* e o teclado para fornecer informações de percepção. Devido a essa característica, ele se torna uma opção para o fornecimento de informações de percepção em ambientes onde a interação com o *mouse* e o teclado não é constante, como as aplicações utilizadas em dispositivos que contêm interfaces sensíveis ao toque, e nas aplicações presentes em dispositivos móveis. Nessas aplicações, o usuário utiliza a interface sensível ao toque apenas quando deseja manifestar alguma contribuição, ou seja, enquanto o usuário não está utilizando a aplicação diretamente, não há como fornecer informações de percepção utilizando os mecanismos tradicionais. Nesses casos, o TeleEye pode ser utilizado para indicar a noção de presença e *workspace awareness* aos outros participantes.

A utilização do *TeleEye* pode contribuir para a potencialização da colaboração. Essa afirmação é baseada na definição do tipo de percepção que é fornecida por esse dispositivo, o foco da atenção. Conhecer onde está o foco da atenção de um participante pode influenciar nas ações dos demais, pois é razoável admitir que, quando um participante conhece o foco de atenção de outro, ele obtém uma informação de percepção adicional que pode influenciar a sua próxima ação e, por conseguinte, afetar a colaboração de forma positiva. Essa conjectura requer estudos mais aprofundados e dados empíricos que possam ser utilizados para comprová-la.

Na próxima seção, apresenta-se uma comparação dos mecanismos de percepção discutidos na seção 2.

## 5 Comparação dos mecanismos de percepção

Uma comparação foi realizada entre as características relacionadas à percepção presentes no TeleEye e os mecanismos de percepção visual apresentados na seção 2. Essa comparação não substitui a necessidade de estudos de usabilidade, porém fornece uma base conceitual importante para a avaliação do TeleEye como um mecanismo de percepção visual em SECS.

A comparação entre os mecanismos de percepção visuais e o TeleEye foi realizada de acordo com critérios elaborados a partir dos três princípios de percepção apontados por Junuzovic *et al.* (2007): (i) o princípio Ações Explícitas diz que um usuário não deve realizar ações explícitas para fornecer percepção aos demais; (ii) o princípio Pouco Esforço dita que os participantes remotos devem obter a percepção com o menor esforço possível e (iii) o princípio Espaço Adicional indica que o mecanismo não deve ocupar espaço adicional na área de trabalho. Além desses três princípios, o critério Foco de Atenção foi utilizado para classificar se um determinado mecanismo permite, em maior ou menor grau, fornecer informações sobre o local do foco da atenção dos participantes dentro de sua área de trabalho visível. A Tabela 1 apresenta a comparação dos mecanismos com base nos quatro critérios apresentados.

A comparação da Tabela 1 mostra que o TeleEye é o único mecanismo que satisfaz os três princípios e que também permite visualizar o foco da atenção. De acordo com a definição do critério Foco da Atenção, os mecanismos *Telecarets*, *Telepointer*, *FishEyeView*, *dragmag view* e *two-level view* também permitem a visualização do foco de atenção dos participantes, mesmo que em menor grau, desde que esse foco esteja contido na área de trabalho visível pelo participante.

O critério Ações Explícitas indica que os mecanismos *Telecarets*, *Telepointers* e *Multi-user scrollbars* requerem ações explícitas dos usuários para fornecerem a percepção. Estas ações são, respectivamente, a movimentação do cursor de edição de texto, a movimentação do cursor do *mouse* e a ação de rolagem nas barras de ferramentas. Nesse contexto, a movimentação dos olhos não é considerada uma ação explícita, uma vez que se espera que o usuário realize essa ação naturalmente ao trabalhar no computador, mesmo que ele não esteja interagindo com o *mouse* ou com o teclado.

O critério Pouco Esforço indica que os mecanismos *FishEyeView*, *dragmag view* e *two-level view* requerem do usuário uma quantidade substancial de esforço para obter a percepção. O motivo desse esforço está relacionado com a visualização distorcida proporcionada por esses dispositivos, que não é intuitiva e requer

Tabela 1. Comparações entre os mecanismos de percepção visuais.  
Table 1. Comparisons between the mechanisms of visual awareness.

Mecanismo	Ações explícitas	Pouco esforço	Espaço adicional	Foco da atenção
<i>Telecarets</i>	Não satisfaz	Satisfaz	Satisfaz	Sim
<i>Telepointers</i>	Não satisfaz	Satisfaz	Satisfaz	Sim
<i>Multi-user scrollbars</i>	Não satisfaz	Satisfaz	Não satisfaz	Não
<i>RadarView</i>	Satisfaz	Satisfaz	Não satisfaz	Não
<i>FishEyeView, dragmag view e two-level view</i>	Satisfaz	Não satisfaz	Satisfaz	Sim
<i>Read and Write Shadows</i>	Satisfaz	satisfaz	Satisfaz	Não
TeleEye	<i>Satisfaz</i>	<i>Satisfaz</i>	<i>Satisfaz</i>	<i>Sim</i>

uma alta carga cognitiva, pois se assume que os usuários não estão acostumados com distorções no documento compartilhado.

Por fim, o critério Espaço Adicional qualificou os *Multi-user scrollbars* e o *RadarView* como mecanismos que requerem espaço adicional na área de trabalho. Como apresentado na seção 2, o *RadarView* necessita de um espaço adicional para mostrar a versão em miniatura da área de trabalho compartilhada. Já os *Multi-user scrollbars* requerem o espaço das barras de rolagem, que nem sempre estão presentes nos SECS.

## 6 Conclusões e comentários finais

A partir da utilização de dispositivos rastreadores, é possível obter uma estimativa do Ponto de Visão de um participante de sessão colaborativa. Os dispositivos rastreadores podem ser utilizados para descobrir as coordenadas na tela de um computador, as quais indicam qual é o foco de atenção da pessoa. Com base nessas afirmações e constatações, este artigo apresenta um mecanismo de percepção que fornece informações sobre o local da atenção visual dos participantes, a partir da detecção da direção do olhar.

O artigo realiza também uma comparação entre o mecanismo proposto, chamado TeleEye, e os mecanismos de percepção visuais existentes baseados em critérios de percepção. A comparação de mecanismos permite concluir que o TeleEye é um dispositivo que não requer ações explícitas dos usuários, exige pouco esforço para compreensão de suas informações, não demanda espaço adicional na área de trabalho e fornece informações sobre o foco de atenção do usuário. Os principais mecanismos de percepção encontrados na bibliografia da área de CSCW foram apresentados e estudados para fornecer dados durante a fase de projeto do TeleEye. O artigo topicaliza uma breve

discussão das tecnologias empregadas em quatro tipos de Dispositivos Rastreadores que realizam a detecção da direção do olhar.

Contudo, conforme indicado, duas limitações importantes do TeleEye incluem a disponibilidade e a usabilidade de Dispositivos Rastreadores de precisão adequada. Conforme o que foi apresentado, existem dispositivos rastreadores de baixo custo, entretanto, não se sabe se a precisão proporcionada é satisfatória. Conjectura-se que a precisão requerida não precisa ser tão alta, uma vez que a identificação e o foco de atenção de participante, em geral, dependem do número de elementos visuais na tela, que, geralmente, não é grande. Mesmo que um dispositivo rastreador apresente uma precisão razoável, ele pode ser adequado. Outro aspecto a ser considerado é a análise da usabilidade dos dispositivos rastreadores. A usabilidade está relacionada a características ergométricas, as quais podem depender de fatores como peso do dispositivo, necessidade de cabos, facilidade de calibragem e uso e outros.

Dessa forma, como trabalho futuro, investiga-se a possibilidade da utilização de um ou mais Dispositivos Rastreadores em um estudo de usabilidade do TeleEye, pois é possível coletar dados quantitativos e qualitativos sobre a usabilidade desse mecanismo de percepção.

Com o mecanismo de percepção apresentado neste trabalho, espera-se que os usuários de aplicações colaborativas possam contar com um meio adicional para melhorar a percepção e auxiliar a localização do foco de atenção dos participantes.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Professor Nivaldo C. Pichiliani, pelo refinamento dos protótipos do MOO; e a Manoel S. Curvello, pelas contribuições e valiosos ensinamentos.

## Referências

- CARDOSO, M. 2009. Fundação Desembargador Paulo Feitoza: Mouse Ocular. Disponível em: <http://www.fpf.br/cont.php?modulo=hardware&op=mouse>. Acessado em: 12/02/2009.
- COUTINHO, F.L.; MORIMOTO, C.H. 2006. Free head motion eye gaze tracking using a single camera and multiple light sources. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO GRÁFICA E PROCESSAMENTO DE IMAGENS (SIBGRAPI), XIX, Manaus, 2006. Anais...* Manaus, p. 1-10.
- FOGGIATTO, M.N.S. 2002. *Mouse controlado pelos olhos*. Curitiba, PR. Tese de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 96 p.
- GAVER, W.W. 1991. Sound support for collaboration. *In: EUROPEAN CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, II, Amsterdam, 1991. Anais...* Amsterdam, p. 293-308.
- GREENBERG, S.; GUTWIN, C.; COCKBURN, A. 1996a. Awareness through fisheye views in relaxed-WYSIWIS groupware. *In: GRAPHICS INTERFACE, I, Toronto, 1996. Anais...* Toronto, p. 28-38.
- GREENBERG, S.; GUTWIN, C.; ROSEMAN, M. 1996b. Semantic Telepointers for Groupware. *In: AUSTRALIAN CONFERENCE ON COMPUTER-HUMAN INTERACTION, VI, Hamilton, 1996. Anais...* Hamilton, p. 24-27.
- GREENBERG, S.; MARWOOD, D. 1994. Real time groupware as a distributed system: Concurrency control and its effects on the interface. *In: ACM CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, V, Chapel Hill, 1994. Anais...* Chapel Hill, p. 207-217.
- GREENBERG, S.; ROSEMAN, M. 1998. Groupware toolkits for synchronous work. *In: M. BEAUDOUIN-LAFON (ed.), Computer supported cooperative work*. Nova York, John Wiley e Sons, p. 135-168.
- GUTWIN, C.; GREENBERG, S. 1998. Focus and awareness in groupware. *In: ACM CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, VII, Seattle, 1998. Video proceedings...* Seattle. Duração: 7:25.
- GUTWIN, C.; GREENBERG, S. 2002. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. *Computer Supported Cooperative Work*, **11**(3):411-446.
- HILL, J.; GUTWIN, C. 2004. The MAUI Toolkit: Groupware widgets for group awareness. *Computer Supported Cooperative Work*, **13**(5-6):539-571.
- LI, D.; BABCOCK, J.; PARKHURST, D.J. 2006. openEyes: A low-cost head-mounted eye-tracking solution. *In: ACM SYMPOSIUM ON EYE TRACKING RESEARCH & APPLICATIONS, IV, San Diego, 2006. Anais...* San Diego, p. 95-100.
- LING, R.F. 1973. A computer generated aid for cluster analysis. *Communications of the ACM*, **16**(6):355-361.
- MARQUARDT, N.; GREENBERG, S. 2007. Distributed Physical Interfaces with Shared Phidgets. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TANGIBLE AND EMBEDDED INTERACTION, I, Baton Rouge, 2007. Anais...* Baton Rouge, p. 13-20.
- PICHILIANI, M.C.; HIRATA, C.M. 2006. A Guide to map application components to support multi-user real-time collaboration. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COLLABORATIVE COMPUTING: NETWORKING, APPLICATIONS AND WORKSHARING (COLLABORATECON), II, Atlanta, 2006. Anais...* Atlanta, p. 1-5.
- PICHILIANI, M.C.; HIRATA, C.M. 2007. Multi-level locks to control collaborative modeling sessions. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COLLABORATIVE COMPUTING: NETWORKING, APPLICATIONS AND WORKSHARING (COLLABORATECON), III, Nova York, 2007. Anais...* Nova York, p. 303-307.
- PINHEIRO, M.K.; LIMA, J.V.; BORGES, M.R.S. 2001. Awareness em sistemas de groupware. *In: WORKSHOP IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS E AMBIENTES DE SOFTWARE (IDEAS), IV, San Jose, 2001. Anais...* San Jose, p. 323-335.
- JUNUZOVIC, S.; DEWAN, P.; RUI, Y. 2007. Read, write, and navigation awareness in realistic multi-view collaborations. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COLLABORATIVE COMPUTING: NETWORKING, APPLICATIONS AND WORKSHARING (COLLABORATECON), III, Nova York, 2007. Anais...* Nova York, p. 494-503.
- SOARES, F.S. 2008. *Mecanismos de interação ocular baseados em imagens voltados à inclusão digital de portadores de necessidades especiais*. São José dos Campos, SP. Tese de Mestrado. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 186 p.
- SUN MICROSYSTEMS. 2009. The Kansas Project. Disponível em: <http://research.sun.com/ics/kansas.html>. Acessado em: 12/02/2009.
- TOBII TECHNOLOGY. 2009. Tobii Eye Tracking. Disponível em: <http://www.tobii.com/corporate/start.aspx/>. Acessado em: 12/02/2009.
- VERTEGAAL, R. 1999. The GAZE groupware system: Mediating joint attention in multiparty communication and collaboration. *In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS: THE CHI IS THE LIMIT, XIX, Pittsburgh, 1999. Anais...* Pittsburgh, p. 294-301.
- VERTEGAAL, R.; DING, Y. 2002. Explaining Effects of Eye Gaze on Mediated Group Conversations: Amount or Synchronization? *In: ACM CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK, IX, Nova Orleans, 2002. Anais...* Nova Orleans, p. 41-48.
- YARBUS, A.L. 1967. *Eye movements and vision*. Nova York, Plenum Press, 222 p.

Submitted on February 13, 2009.

Accepted on March 6, 2009.