

Utilização do Rastreamento Ocular para Visualização do Local de Atenção em Sistemas de Edição Colaborativos

Mauro C. Pichiliani, Celso M. Hirata
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Caixa Postal 12.228-900 - São José
dos Campos – SP
{pichilia, hirata}@ita.br

Fabricio S. Soares, Carlos H. Q. Forster
Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Caixa Postal 12.228-900 - São José
dos Campos – SP
{p2p, forster}@ita.br

Abstract

Awareness is the knowledge about the present and past group's activities and it is a relevant question for cooperative work. There are many devices that supplies awareness information in synchronous collaborative editing systems. However, the current awareness devices have restrictions to accomplish effective awareness and to capture the focus of attention, e.g. identify the exact place of the participants' attentions. This paper presents an awareness device for synchronous collaborative editing systems called TeleEye that provide information about the place of the participant's attentions during a collaborative session by means of eye tracking.

Resumo

Awareness (percepção) é o conhecimento sobre o grupo e suas atividades passadas e presentes e constitui uma questão relevante para o trabalho cooperativo. Existem diversos mecanismos que fornecem a percepção durante a utilização de sistemas de edição colaborativos síncronos. Contudo, os mecanismos de percepção existentes apresentam restrições para efetivação da percepção e captura do foco de atenção, i.e. identificar o local exato da atenção dos participantes. Este artigo apresenta um mecanismo de percepção para sistemas de edição colaborativos síncronos chamado TeleEye que fornece informações sobre o local da atenção dos participantes durante uma seção colaborativa através de Rastreamento Ocular.

1. Introdução

A área de CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) tem como um de seus objetivos explorar os meios necessários para suportar 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 obter conhecimento das atividades do grupo, saber o que aconteceu, o que está acontecendo e/ou o que poderá vir a acontecer, além do próprio conhecimento do trabalho e do grupo. Contudo, esses mecanismos apresentam restrições para efetivação da 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 não explicitação de ações para fornecer percepção, menor esforço possível para obtenção da percepção e não ocupação de espaço adicional na área de trabalho.

Conhecer o foco da atenção dos participantes representa um papel importante tanto na fluidez do trabalho em grupo como na naturalidade, além de contribuir para a comunicação das atividades executadas. Além disso, 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 importante na interação humana e na comunicação em geral.

De acordo com Yarbus [19], a direção do olhar de uma pessoa é um dos indicadores de onde está o foco de sua atenção. Com base nesta 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 artigo apresenta também uma comparação entre o mecanismo proposto e os demais mecanismos de percepção visuais presentes em SECS.

Este artigo está dividido em seis seções. A 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 Interesse. Na Seção 5 apresentam-se os critérios comparativos e uma comparação dos mecanismos apresentados na Seção 2. Por fim, na Seção 6 são apresentadas as conclusões e trabalhos futuros.

2. Percepção em SECS

O suporte 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 [13], o fornecimento desse contexto aos participantes de um grupo é chamado *awareness* que, neste artigo, será identificado pela palavra percepção. Nesse sentido, percepção refere-se a ter conhecimento das atividades realizadas, saber o que aconteceu, o que está acontecendo e/ou o que poderá vir a acontecer, além do próprio 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 ao mesmo perceber e compreender no que os demais estão trabalhando. A percepção também mostra oportunidades para comunicação, seja ela informal ou não, suportando o estabelecimento e a manutenção do trabalho a ser realizado.

Ao se trabalhar em um 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 vão representar importantes papéis no desempenho do grupo como um todo, uma vez que boa parte da cooperação ocorre através da manipulação desses objetos. A percepção do que está ocorrendo nesse espaço compartilhado é chamada de *workspace awareness* e pode ser comparada à percepção que as pessoas ao redor de uma mesa em uma reunião têm umas das outras e do trabalho realizado. A *workspace awareness* é a compreensão da interação de outra pessoa com um espaço de trabalho compartilhado em um dado momento, envolvendo o conhecimento sobre onde esse alguém está trabalhando, o que está fazendo e o que vai fazer a seguir [9].

A noção de presença dos outros participantes é o tipo mais comum de informação oferecida em um SECS. Esta noção está ligada à questão 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. Dessa forma, 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 a percepção do que ocorre no espaço de trabalho.

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

A Figura 1 apresenta sete de mecanismos de percepção visuais utilizados em SECS para fornecer suporte à noção de presença e à *workspace awareness*. Eles são: 1) *Telecarets*; 2) *Telepointers*; 3) *Multi-user scrollbars*; 4) *RadarView*; 5) *Read and Write Shadows* e 6) *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.

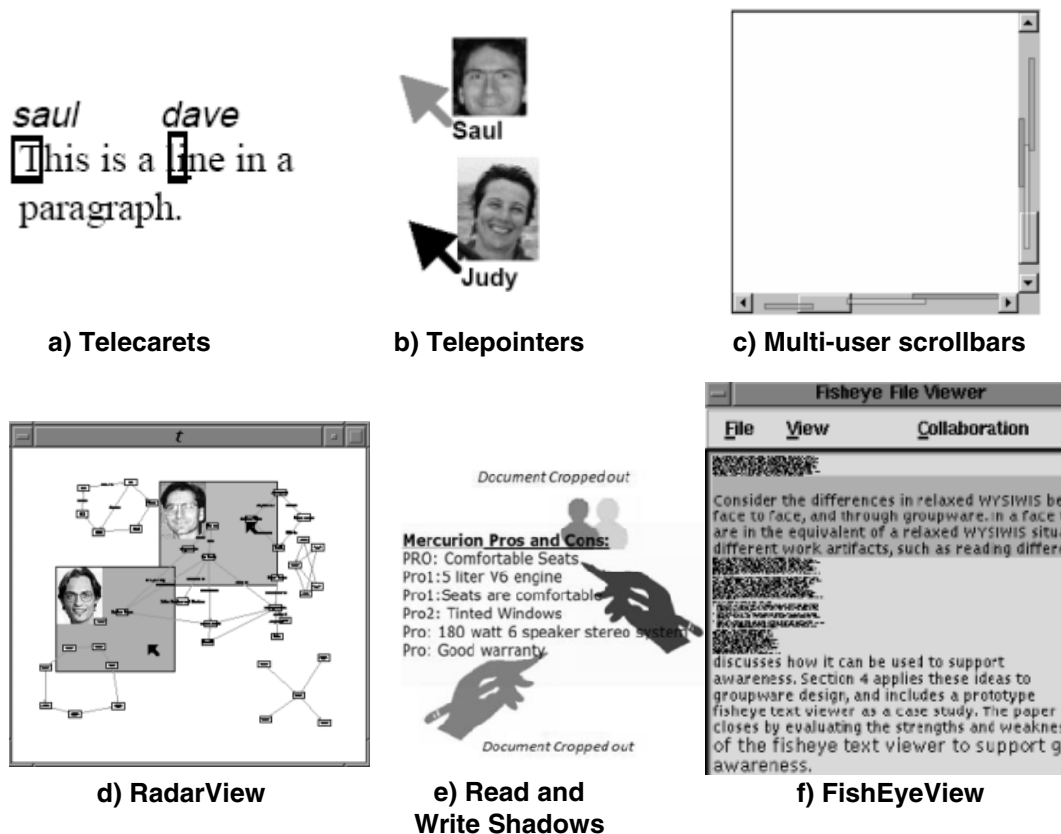


Figura 1. Mecanismos de percepção: a) Telecarets [6], b) Telepointers [5], c) Multi-user scrollbars [10], d) RadarView [7], e) Read and Write shadows [15] e f) FishEye View [4].

O *Telecaret* [6] 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, que podem rapidamente identificar a posição dos cursores em relação ao documento compartilhado.

De forma análoga ao *Telecaret*, o *Telepointer* [5] fornece a posição do ponteiro do mouse em relação à área de trabalho compartilhada. Além de fornecer 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. [5], 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 scrollbars* fazem parte do MAUI (Multi-User Awareness User Interface) [10], 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 suporte à noção de presença e à *workspace awareness*.

O *RadarView* [7] 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 indicando 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 através da movimentação direta dos *viewports*.

Read and Write Shadows [15] são mecanismos utilizados 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. Esta figura da mão direita possui uma cor que identifica cada usuário e aparece como uma mão esquerda na área de trabalho dos outros usuários. O mecanismo *read shadow* indica qual é a parte do texto que um usuário está visualizando, sendo representado pela silueta de uma pessoa posicionada na parte do texto visível pelo usuário.

O *FishEyeView* [4] é um mecanismo que permite a visualização da área de trabalho através da modificação de tamanho dos objetos do documento compartilhado. Quando um usuário está posicionado em um local a 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. Deste 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 suporte à noção de presença e à *workspace awareness* por meio da visualização da área de trabalho compartilhada. Gutwin e Greenberg [8] 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, sobrepõe a janela de visualização em miniatura do *Radar View* na área de trabalho compartilhado. Esses mecanismos permitem que um usuário foque sua atenção em determinados objetos do documento e simultaneamente tome ciência das ações dos demais usuários realizadas em outros locais da área de trabalho.

O suporte à noção de presença e à *workspace awareness* em SECS não é fornecido apenas por mecanismos de percepção visual. Gaver [3] utilizou recursos sonoros para representar as ações e os tipos de atividades realizadas pelos usuários na área de trabalho compartilhado. Outro exemplo de percepção fornecida por estímulos sonoros em SECS é o projeto Kansas

[16], que modifica o volume e a direção de sons específicos para indicar a distância e localização de atividades exercida pelos usuários, permitindo a divisão dos mesmos em grupos de discussão distintos dentro do espaço compartilhado.

Os mecanismos de percepção apresentados permitem aos participantes obter suporte 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. Esse foco de atenção é relacionado ao conceito de *gaze awareness* [9], que é definido como o local na área de trabalho compartilhada no qual os participantes estão olhando.

A relação entre foco de atenção e o local onde uma pessoa está olhando é apresentada por Yarbus [19]. Por meio de experimentos psicológicos o autor coletou dados que suportam a conjectura de que o Ponto de Interesse (*Point of Regard*) de uma pessoa é um dos indicadores de onde está o foco de sua atenção e, em termos práticos, esta direção do olhar pode ser utilizado para identificar o local específico do foco de atenção imediato.

Contudo, a área de CSCW possui poucos estudos sobre o foco de atenção de uma pessoa baseado na direção do seu olhar, provavelmente devido aos requisitos necessários para o rastreamento dos olhos. Um dos poucos estudos é apresentado por Vertegaal e Ding [18], que simulou o encontro de olhares encontrado em reuniões presenciais. Esse estudo avaliou o uso de um Dispositivo Rastreador (*Eye Tracker*) em uma vídeo conferência e concluiu que o encontro de olhares, nesse contexto, pode aumentar em até 46% o desempenho na execução das tarefas realizadas pelos participantes.

Até onde os autores deste artigo puderam determinar, não existem registros bibliográficos de trabalhos na área de CSCW que fazem uso do Rastreo Ocular (*Eye Tracking*) durante o uso de SECS com o objetivo de fornecer informações sobre o Ponto de Interesse do usuário.

3. Dispositivos de Detecção da Direção do Olhar

O desenvolvimento de Dispositivos Rastreadores que permitem a detecção da direção do olhar vem sido considerado por vários anos. Uma das principais motivações para a detecção do Ponto de Interesse 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 através de movimentos dos olhos. A Figura 2 apresenta quatro exemplos de Dispositivos Rastreadores que representam o estado da arte em detecção da direção do olhar.

O Dispositivo Rastreador proposto por Li et al. [11] é um dispositivo portátil baseado em hardware e software abertos e que pode ser construído a partir de componentes de baixo custo. Composto por duas câmeras *Firewire* embutidas em óculos e conectadas à uma mochila com um laptop configurado com o sistema operacional Linux, esse dispositivo possui uma taxa de erro na estimação do Ponto de Interesse de até um grau no ângulo visual.

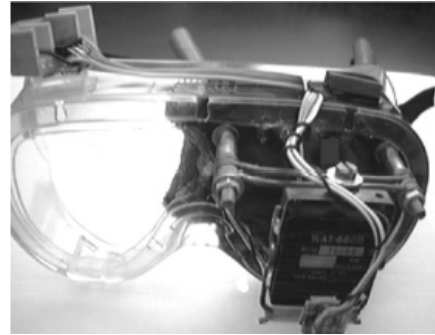
Com o objetivo de tornar a comunicação através do computador uma opção para deficientes físicos não vocalizados que movem somente os olhos, Foggiatto [2] apresenta o MCMO (Mouse Controlado pelo Movimento do Olho), composto de uma câmera infravermelha embutida em uma das lentes de óculos. Apesar da autora 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.

Coutinho et al. [1] 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 e 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. Através desse polígono é possível recalibrar automaticamente o Dispositivo Rastreador, permitindo que o usuário mova livremente a cabeça após o processo de calibração 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.



a) Rastreador ocular portátil



b) Protótipo MCMO



c) Protótipo REGT



d) Rastreador ocular Tobii

Figura 2. Exemplos de dispositivos de rastreamento ocular: a) Rastreador ocular portátil [11], b) Protótipo MCMO [2], c) Câmera ocular que permite livre movimentação da cabeça [1] e d) Rastreador ocular Tobii [17].

O Dispositivo Rastreador Tobii [17] é um produto disponível no mercado que obtém a estimativa da direção do olhar em uma solução completa. O 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 através 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 construídos 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.

4. Proposta do Mecanismo de Percepção Baseado na Ponto de Interesse do Usuário

Os Dispositivos Rastreadores apresentados na seção anterior têm como objetivo determinar o Ponto de Interesse de um indivíduo ou a estimação do seu campo visual através do

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 um participante está observando devem ser apresentadas apenas para os demais participantes, ou seja, cada participante fica ciente apenas 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, em alusão ao *Telepointer* e ao *Telecaret* que 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 [12], uma ferramenta CASE modificada para suportar a edição colaborativa síncrona de diagramas da UML. Um dispositivo composto por uma câmera sem fio acoplada a um óculos foi utilizado para realizar o Rastreo Ocular e testar o posicionamento dos TeleEyes. Este protótipo, batizado de MOO (Mouse Óptico Ocular), utiliza uma versão modificada do algoritmo de detecção de círculos chamado Transformada de Hough, cujo objetivo é detectar o centro da íris do usuário para a estimação do ponto na tela do computador em que ele está focando seu olhar. O dispositivo utilizado não é capaz de compensar movimentos da cabeça, pois ele é um fixado na cabeça do usuário e não conta com um detector de movimentos em segundo plano. O protótipo MOO, a janela de detecção de imagem e o uso deste dispositivo por um usuário podem ser visualizados na Figura 3.

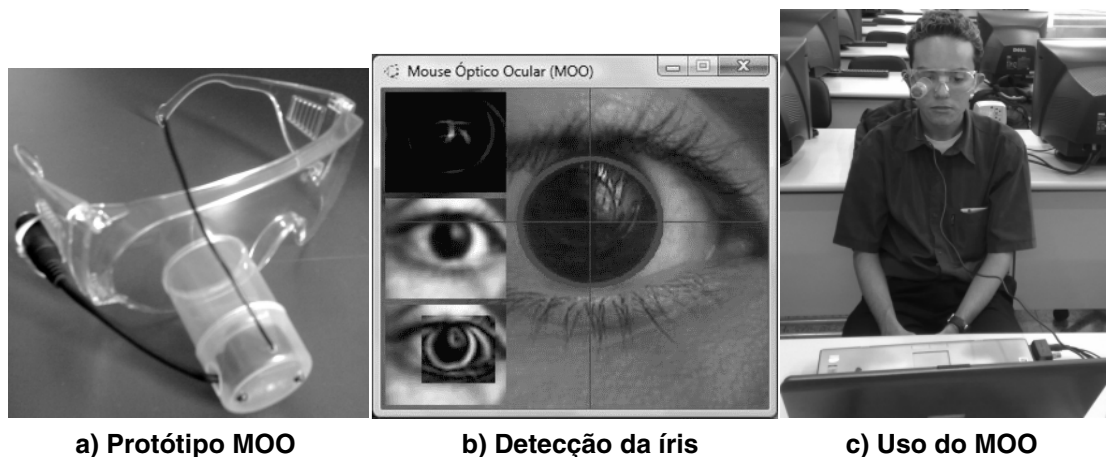


Figura 3. Dispositivo Rastreador construído para testes do TeleEye: a) Protótipo MOO, b) Janela de detecção da íris e c) Usuário utilizando o MOO.

Apesar do dispositivo utilizado não fornecer coordenadas precisas sobre o posicionamento ocular, ele apresentou-se como uma solução adequada para os testes do TeleEye. A Figura 4 apresenta uma visualização dos *Telepointers* e dos TeleEyes de dois usuários, A e B, durante a edição colaborativa de um diagrama de classes.

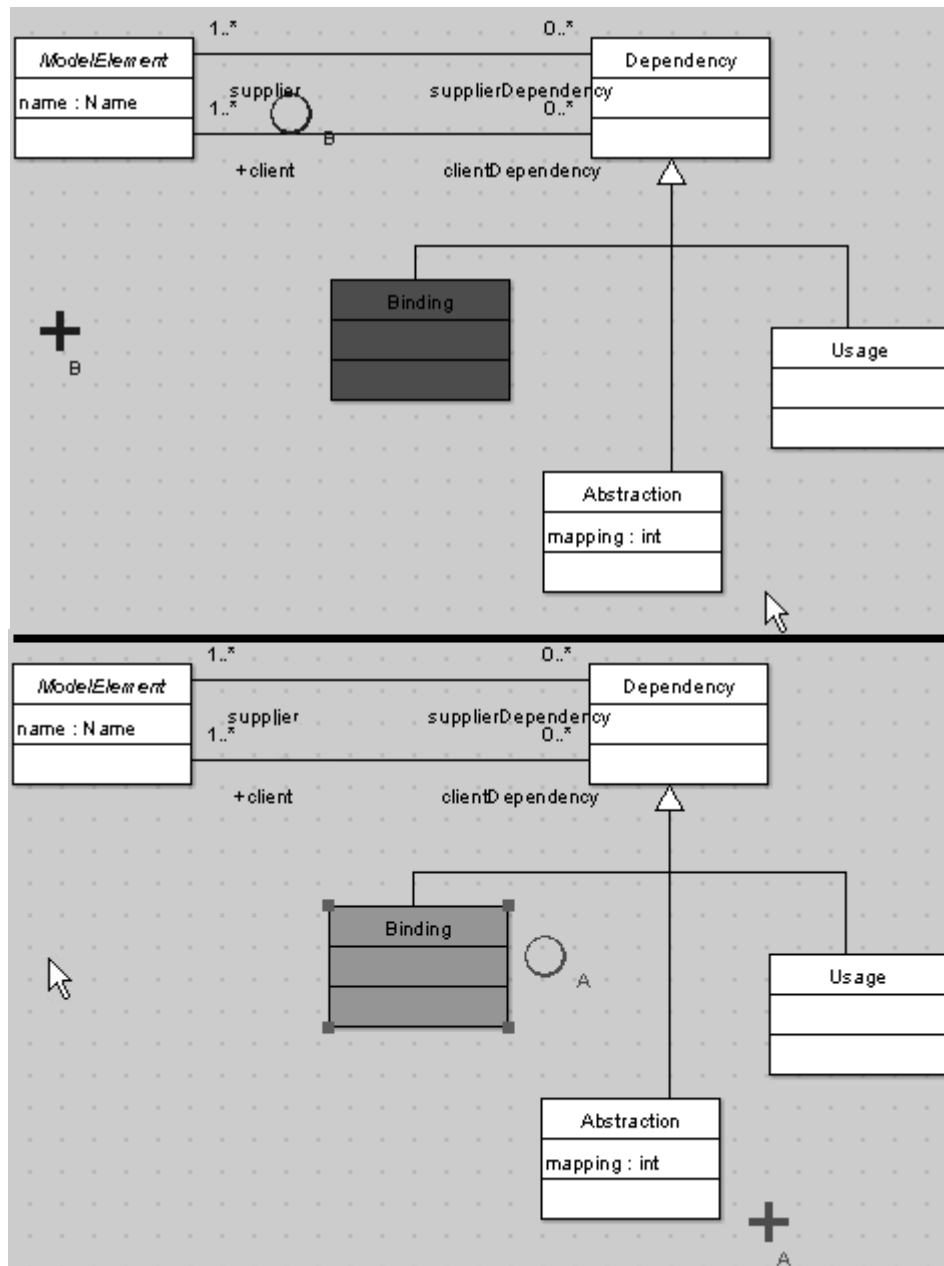


Figura 4. Áreas de trabalho compartilhado, Telepointers e TeleEyes dos usuários A e B durante a edição colaborativa de um diagrama de classes.

A seguir ilustra-se um exemplo de uso de TeleEye junto com o *Telepointer*. Na área de trabalho compartilhada apresentada na parte superior da Figura 4 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 um círculo preto 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.

O usuário B, cuja área de trabalho compartilhada é apresentada na parte inferior da Figura 4, 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 como um círculo cinza posicionado à direita da classe Building.

Um outro exemplo de uso do TeleEye em SECS pode ser encontrado durante a explicação de uma parte de um documento numa seção colaborativa. Enquanto um participante explica os detalhes do documento ele pode perceber pelos TeleEyes se os demais participantes estão prestando atenção ou não na parte sendo explicada. De posse desta informação o participante que está explicando os detalhes pode tomar alguma atitude para focar a atenção do grupo naquilo que está sendo explicado. Desse modo o TeleEye pode contribuir para auxiliar a coordenação da atividade, fornecendo dados sobre a atenção dos participantes que podem levar à uma ação que direcione o foco das atenções.

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 quando um participante ficar um determinado período de tempo sem utilizar seu mouse. Outra combinação possível é a representação do TeleEye dentro da visão miniaturizada apresentada pelo *RadarView*.

A utilização do *TeleEye* pode contribuir para a potencialização da colaboração. Esta afirmação é baseada na definição do tipo de percepção que é fornecida por este dispositivo, o foco da atenção. Conhecer onde está o foco da atenção de um participante pode influenciar as 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, afetando a colaboração de forma positiva ou não. Esta conjectura requer estudos mais aprofundados e dados empíricos que possam ser utilizados para comprová-la.

5. Comparação dos Mecanismos de Percepção

Uma comparação foi realizada entre as características relacionadas à percepção presentes no TeleEye e nos mecanismos de percepção visual apresentados na Seção 2. Esta comparação não substitui a necessidade de estudos de usabilidade, porém ela fornece uma base 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 Sasa et al. [15]: (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 destes 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 também permite visualizar o foco da atenção. Porém, 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 de atenção 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 do usuário 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 espera-se que o usuário realize esta ação naturalmente ao trabalhar no computador.

Tabela 1. Comparações dos mecanismos de percepção visuais.

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
<i>TeleEye</i>	Satisfaz	Satisfaz	Satisfaz	Sim

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 uma alta carga cognitiva, pois assume-se 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 *Radar View* 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 Interesse de uma pessoa que, por sua vez, pode ser utilizado para descobrir as coordenadas na tela de um computador que indicam qual é o foco de atenção desta pessoa. Dessa forma este artigo apresentou 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 apresenta também uma comparação entre o mecanismo proposto, chamado *TeleEye*, e os mecanismos de percepção visuais existentes baseada em critérios de percepção. A comparação de mecanismos permite concluir que o *TeleEye* é um dispositivos que não requer ações explícitas dos usuários, requer pouco esforço para compreensão de suas informações, não requer espaço adicional na área de trabalho e fornece informações sobre o foco de atenção do usuário. Contudo, uma limitação importante do *TeleEye* é a disponibilidade de um Dispositivo Rastreador para que ele seja utilizado.

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

Como trabalho futuro estuda-se a possibilidade da utilização de um ou mais Dispositivos Rastreadores em um estudo de usabilidade do *TeleEye*, pois desta forma será possível coletar dados quantitativos e qualitativos a respeito da usabilidade deste 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.

7. Referências

- [1] Coutinho, F. L., Morimoto, C., H., “Free Head Motion Eye Gaze Tracking Using a Single Camera and Multiple Light Sources”, Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens (Sibgrapi 2006), Manaus, 2006, pp. 1-10.
- [2] Foggiatto, M. N. S., Mouse Controlado pelos Olhos, Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2002.
- [3] Gaver, W. W., “Sound Support for Collaboration”, Proceedings of the 2nd European Conference on Computer Supported Cooperative Work, Amsterdam, Holanda, 1991, pp. 293-308.
- [4] Greenberg, S., Gutwin, C., Cockburn, A., “Awareness Through Fisheye Views in Relaxed-WYSIWIS Groupware”, Proceedings of the 1996 Graphics Interface (GI 1996), Toronto, Canada, 1996, pp. 28-38.
- [5] Greenberg, S., Gutwin, C., Roseman, M., “Semantic Telepointers for Groupware”, Proceedings of the 6th Australian Conference on Computer-Human Interaction, Hamilton, Nova Zelândia, 1996, pp. 24-27.
- [6] Greenberg, S., Marwood, D. “Real Time Groupware as a Distributed System: Concurrency Control and its Effects on the Interface”, Proceedings of the 5th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, Carolina do Norte, E.U.A, 1994, pp. 207-217.
- [7] Greenberg, S., Roseman, M., Groupware Toolkits for Synchronous Work, John Wiley & Sons, Nova York, 1998.
- [8] Gutwin, C., Greenberg, S., “Focus and Awareness in Groupware”, Video Proceedings of the 7th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, Washington, E.U.A, 1998.
- [9] Gutwin, C., Greenberg, S., “A Descriptive Framework of Workspace Awareness for Real-time Groupware”, Journal of Computer Supported Cooperative Work, volume 11, número 3, Novembro de 2002, pp. 411-446.
- [10] Hill, J., Gutwin, C., “The MAUI Toolkit: Groupware Widgets for Group Awareness”, Computer Supported Cooperative Work, volume 13, números 5-6, Dezembro de 2004, pp.539-571.
- [11] Li, D., Babcock, J., Parkhurst, D. J., “openEyes: A Low-cost Head-mounted Eye-tracking Solution”, Proceedings of the 4th ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications, California, E.U.A., 2006, pp. 95-100.
- [12] Pichiliani, M. C., Hirata, C. M., “A Guide to map application components to support multi-user real-time collaboration”, Proceedings of the 2nd International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCon 2006), Georgia, E.U.A., 2006.
- [13] Pinheiro, M. K., Lima, J. V., Borges, M. R. S., “Awareness em Sistemas de Groupware”, Anais do IV Workshop Iberoamericano de Engenharia de Requisitos e Ambientes de Software (IDEAS’01), San Jose, Costa Rica, 2001, pp. 323-335.
- [14] Roseman, M., Greenberg, S., “Building Real Time Groupware with GroupKit, a Groupware Toolkit”, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, volume 3, número 1, Março de 1996, pp.66-106.
- [15] Sasa, J., Dewan, P., Rui, Y., “Read, Write, and Navigation Awareness in Realistic Multi-View Collaborations”, Proceedings of the 3rd International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing (CollaborateCon 2007), Nova York, E.U.A, 2007.
- [16] Sun Microsystems. “The Kansas Project”, web site acessado em julho/2008: <http://research.sun.com/ics/kansas.html>.
- [17] Tobii Technology. “Tobii Eye Tracking”, web site acessado em julho/2008: <http://www.tobii.com/corporate/start.aspx/>.
- [18] Vertegaal, R., Ding, Y., “Explaining Effects of Eye Gaze on Mediated Group Conversations: Amount or Synchronization?”, Proceedings of the 9th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, Louisiana, E.U.A, 2002, pp. 41-48.
- [19] Yarbus, A. L., Eye Movements and Vision, Plenum Press, Nova York, 1967.