

INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

***Awareness em Sistemas Colaborativos:
Conceitos e Desafios***

*Leonelo D. A. Almeida
M. Cecília C. Baranauskas*

Technical Report - IC-08-23 - Relatório Técnico

September - 2008 - Setembro

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo do presente relatório é de única responsabilidade dos autores.

Awareness em Sistemas Colaborativos: Conceitos e Desafios

Leonelo Dell Anhol Almeida

Maria Cecília Calani Baranauskas

Resumo

A utilização de computadores como meio de comunicação vem aumentando o interesse pela área de sistemas colaborativos. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento da área fomenta essa comunicação via sistemas computacionais. Sistemas colaborativos devem ser capazes de oferecer mecanismos para que usuários possam perceber e utilizar informações dos demais usuários, objetos e atividades no sistema. A natureza multidisciplinar da área aliada a sua origem em grupos de pesquisa com diferentes focos representa uma dificuldade ao entendimento de seus conceitos fundamentais e *frameworks*. Neste artigo apresentamos uma síntese da literatura em sistemas colaborativos, com foco especial em *awareness* e propomos uma organização de conceitos representada em um diagrama de ontologia da Semiótica Organizacional. Com base no estudo identificamos desafios de pesquisa para o desenvolvimento de sistemas colaborativos relevantes à área de IHC (Interação Humano-Computador).

1 Introdução

O início da década de 80 marcou o interesse de pesquisa e desenvolvimento em trabalho colaborativo com a finalidade de suprir lacunas existentes em uma abordagem anterior, a da “Automação de Escritório”, que buscava soluções para o trabalho de escritório por meio do uso de computadores pessoais e aplicações como processadores de texto no ambiente de trabalho. Dessa pesquisa descobriu-se que problemas encontrados na automação de escritório não estavam restritos a questões técnicas. Iniciou-se um novo esforço de pesquisa que foi chamado de *Computer-Supported Cooperative Work* (CSCW) (Trabalho cooperativo apoiado por computador). O CSCW tem na multidisciplinaridade uma de suas características mais importantes, envolvendo pesquisadores com diversas formações tais como, economistas, psicólogos sociais, antropólogos, teóricos organizacionais e educadores [17, 1].

Atualmente sistemas colaborativos são utilizados nas mais diversas áreas do conhecimento e por uma grande diversidade de usuários com diferentes habilidades e objetivos, onde encontramos desde sistemas de *chat* até sistemas de apoio a procedimentos médicos. Algumas áreas de conhecimento estão utilizando sistemas colaborativos de forma bastante intensa e com demandas específicas. Dessas demandas surgiram novas comunidades acadêmicas tais como a atuante em *Computer-Supported Cooperative Learning* (CSCL), área que estuda o desenvolvimento de sistemas colaborativos que contribuem para o aprendizado e em *Computer-Supported Social Networks* (CSSN) [5, 36], área que apóia a criação de sistemas e componentes para a criação de redes sociais.

Com a popularização de dispositivos móveis tais como telefones celulares e *palm-tops*, a comunicação mediada por dispositivos eletrônicos tem sido sensivelmente intensificada. As pessoas podem ser localizadas mesmo quando estão em locais remotos; elas podem receber as últimas notícias em seus celulares e executar seu trabalho em seus computadores portáteis. Para permitir que essa rede de informação funcione corretamente é necessário o desenvolvimento de aplicações que sejam capazes de interligar todos esses artefatos e oferecer recursos para que usuários possam perceber esse ambiente. Guo et al. [18] apresentam um exemplo de sistema colaborativo para a construção colaborativa de *sketches* utilizando o iPencil, que é um dispositivo para entrada de escrita à mão. Baseiam-se no conceito de *Tangible User Interface* (TUI), que consiste da utilização de ferramentas mais próximas à realidade em vez de representações computacionais virtuais.

Aplicações colaborativas também oferecem um espaço de trabalho compartilhado, que é um “... *espaço restrito onde pessoas podem ver e manipular artefatos relacionados com suas atividades*” ([20],414). Entretanto, mecanismos para colaboração não se restringem ao espaço de trabalho compartilhado; também devem permitir a comunicação entre usuários, seja ela síncrona ou assíncrona, e a autoria colaborativa de artefatos. Para tanto, usuários devem estar conscientes da “presença” dos demais usuários. Na literatura de CSCW essa consciência é chamada de “awareness” e é definida como “... *a compreensão das atividades dos demais, que provê um contexto para sua própria atividade*” ([8], 107).

Desde trabalhos iniciais em CSCW, a tarefa de promover *awareness* é considerada uma tarefa complexa devido à dificuldade de se identificar e fornecer todas as informações que utilizamos em uma comunicação face a face [20]. Na literatura é possível encontrar uma vasta quantidade de mecanismos que visam possibilitar o *awareness* (e.g. Task Allocation Tree, User Action List e User Based History Tracking [30], Screen Sharing [33], Radar View, Fisheye View [14]) para algum tipo de interação, aplicação, perfil de usuário, entre outras características.

Todavia, ainda não existem soluções definitivas para a questão de *awareness* e muito ainda precisa ser investigado. Dada a complexidade da criação de sistemas colaborativos que sejam eficazes, alguns modelos e *frameworks* têm sido propostos variando em nível de formalismo, formas de *awareness* cobertas, formas de coleta e apresentação de informação, entre outros fatores. Alguns modelos e *frameworks* são: o modelo conceitual de *groupware* [9], o modelo Denver [32], o modelo de *awareness* de espaço de trabalho [20], os *frameworks* MARq-G* [6] e Manas [7], da Engenharia Semiótica, o *framework* F@ [34] e o *framework* de suporte a *awareness* BW-M [24].

Apesar de modelos e *frameworks* constituírem uma ferramenta importante para *designers* de aplicações e sistemas colaborativos, muitas outras questões estão envolvidas no *design* de sistemas colaborativos. Grudin [15] apontou como um dos fatores que influenciam no insucesso de sistemas colaborativos, a disparidade entre quem se beneficia do sistema e quem precisa realizar trabalho extra para manter o sistema. Já Gutwin e Greenberg ([19], 208) comentaram que “... *as interações em espaços de trabalho virtuais são pobres quando comparadas com seus equivalentes físicos*.”. Isso se deve principalmente à ausência de representação para algumas ações, tais como gestos, tons de voz e comunicação indireta. Mais recentemente, Tran et al. ([34], 462) apontam que “... *um dos fatores para a falta de sucesso é a lacuna entre os frameworks atuais e o processo de design de mecanismos*.”.

Este trabalho apresenta uma síntese de trabalhos desta área, com o objetivo de oferecer uma visão mais organizada dos conceitos, com ênfase em mecanismos de *awareness* em sistemas colaborativos existentes. Como sistemas colaborativos têm como um de seus principais objetivos viabilizar e aprimorar os processos de comunicação entre pessoas com diferentes habilidades e objetivos e que podem estar separadas temporalmente e geograficamente utilizou-se artefato da Semiótica Organizacional [26], para a clarificação do problema e representação dos conceitos fundamentais da área em um diagrama de ontologia.

Inicialmente apresentamos um levantamento dos conceitos disponíveis na literatura e, em seguida, discutimos os invariantes dos conceitos apresentados, as discordâncias e as complementaridades. Com o levantamento da literatura e com a organização proposta no diagrama de ontologia apontamos alguns desafios que sistemas colaborativos têm encontrado nos últimos anos e os desafios que estão surgindo com as novas tecnologias e formas de utilização de sistemas computacionais.

O trabalho está organizado da seguinte maneira: apresentação dos conceitos fundamentais para sistemas colaborativos; apresentação do conceito de awareness dada sua importância em sistemas colaborativos e relevância na pesquisa em Interação Humano-Computador (IHC); realização de uma discussão dos conceitos apresentados e; por fim, são apresentadas as conclusões do trabalho.

2 Sistemas Colaborativos - Histórico e Conceitos Fundamentais

Nesta seção discutimos os conceitos fundamentais que formam a base teórica para a área de sistemas colaborativos. Também são apresentadas as áreas aonde estes sistemas vêm sendo utilizados, assim como os mecanismos de colaboração desenvolvidos. Os conceitos e mecanismos apresentados nesta seção constituem uma seleção de trabalhos da década atual, publicados nas revistas e conferências mais conceituadas na área e alguns trabalhos anteriores que formam a base literária de sistemas colaborativos. Os temas discutidos são: tempo, espaço, níveis de interação, contexto, espaço de trabalho compartilhado, *feedback* compartilhado, situação interativa, protocolo social interativo, coordenação, segurança, avaliação e, por fim, *awareness*.

O primeiro conceito a ser clarificado em sistemas colaborativos é o conceito de grupo. Tran et al. ([34], 464) definem grupo como um conjunto de pessoas, espaço de trabalho, propósitos e relações: “... *uma coleção de pessoas que interagem e colaboram juntas em um espaço de trabalho compartilhado para alcançar objetivos do grupo*.”. Então, um sistema colaborativo pode ser visto como “... *um sistema multiusuário que suporta as ações de grupos de usuários e, em particular a consciência dos outros participantes*” ([10], 89). Este tipo de sistema representou uma mudança significativa na forma de utilização de computadores, conforme observado por Ellis e Wainer ([9], 85): “... *reflete uma mudança na ênfase do uso do computador para resolver problemas para o uso do computador para facilitar a interação humana*.”.

Sistemas colaborativos representam uma resposta à diversidade de usuários e propósitos no uso do computador e outros dispositivos de comunicação. Grudin ([16], 30) observou

que “*colaboração é um sinal de maturidade*” e pode ser vista como uma evolução natural dos usuários e de suas necessidades.

As pesquisas do comportamento dos usuários de sistemas colaborativos permitiram a identificação de diversas características que podem afetar a forma de interação e a necessidade de informações adicionais para que a colaboração ocorra. Um resultado relevante foi o obtido por Hinds et al. [1], que apontam que uma organização hierárquica informal do trabalho em equipes distribuídas pode facilitar a coordenação mais do que uma estratégia de decomposição e modularização do trabalho.

Em decorrência da diversidade de usuários e finalidades de sistemas colaborativos a área apresenta aplicações em diversos domínios do conhecimento. Considerando somente a última conferência de CSCW da ACM (2006) e da IEEE (2007) foram identificados os temas: jogos, engenharia de software colaborativa, saúde, dispositivos móveis, redes sociais, educação, controle de transporte aéreo, editores textuais, editores gráficos, mediação de conversa (e.g., mensagens instantâneas, e-mail, conferências), apoio à tomada de decisão, bibliotecas digitais, projetos de engenharia, cidades digitais, energia e sistemas automotivos.

Dois fatores que afetam significativamente sistemas colaborativos são tempo e espaço. Por tempo entende-se a relação do momento de utilização de um sistema colaborativo entre seus participantes. Espaço refere-se à distribuição geográfica dos usuários de sistemas colaborativos. No entanto, a medida dos limiares que determinam o que é “próximo” e o que é “distante” geograficamente é dependente de cada instância de sistema colaborativo.

A tarefa de auxiliar o trabalho colaborativo em grupos distribuídos geograficamente é ainda um desafio. Hinds et al. ([1], 343) comentam que equipes distribuídas geograficamente “... *podem encontrar desafios significativos no estabelecimento e manutenção de redes sociais densas. Portanto, somente quando estruturas sociais e de trabalho provêm valor significativo no apoio a esses times para coordenar seu trabalho, essas estruturas resultam em resultados melhores*”.

Vários trabalhos buscam a identificação de invariantes para tempo e espaço para a modelagem de sistemas colaborativos. Um desses trabalhos é o de Jones et al. [23], que realizaram um estudo sobre requisitos para sistemas de *awareness* de localização para comunidades. Esses autores propõem uma classificação de mecanismos de *awareness* por meio de uma matriz, que é o cruzamento entre interface de usuário (focada em pessoas ou lugares) e sincronismo, conforme o praticado pela literatura de CSCW. Nesta classificação, Jones et al., informam para cada célula a finalidade de mecanismos de *awareness* de localização, quais perguntas tais mecanismos devem responder e quais mecanismos já foram propostos anteriormente.

Outro trabalho relacionado a espaço é o de Monclar et al. [28] que propuseram o Mobile Exchange of Knowledge (MEK), um conceito que refere-se ao compartilhamento de informação feito de forma transparente por meio de dispositivos móveis que se comunicam e trocam informações conforme o nível de afinidade entre os perfis dos usuários. Estudos iniciais realizados permitiram a identificação de interesses em comum entre usuários que não se conheciam (e.g, usuários que tinham interesse por arquitetura e que almoçavam na mesma hora e mesmo local).

Espaço de trabalho compartilhado consiste em um espaço restrito onde pessoas podem ver e manipular objetos relacionados com suas atividades [20, 34]. Assim, espaço de tra-

balho compartilhado torna-se um ambiente de trabalho virtual no qual um grupo colabora [34]. Geralmente, as informações das atividades de usuários que devem ser propagadas aos usuários pertencentes ao mesmo grupo são oriundas das atividades efetuadas no espaço de trabalho compartilhado. Em sistemas colaborativos, além do *feedback* tradicional, é necessário que os sistemas forneçam informações adicionais relacionadas às atividades executadas no espaço de trabalho compartilhado. Uma delas é a comunicação explícita, que é a informação produzida por um usuário direcionada explicitamente a outros [2], esse tipo de informação permite que usuários se comuniquem por artefatos como mensagem instantânea, fórum, etc. Outro tipo de informação que contribui para a comunicação em sistemas colaborativos é o *feedback* compartilhado, que é uma solução para apresentar *feedback* sobre as atividades individuais dos usuários dentro de um espaço de trabalho compartilhado [8].

Para que membros de um grupo possam interagir de maneira eficiente em cooperação e colaboração é necessário que tais sistemas forneçam informações do contexto onde usuários estão inseridos. Dourish e Bellotti ([8], 107) mostram a importância do contexto para grupos: “... contexto não é somente o conteúdo de contribuições individuais, mas também sua natureza; sua significância em relação o grupo e seus indivíduos”. Ellis e Wainer [9] enfatizam que usuários não fazem parte do contexto, pois este conota objetos e condições que estão no *background*. Ainda em relação a contexto, Borges et al. [3] consideram contexto como uma descrição complexa do conhecimento físico, histórico ou outras circunstâncias dentro das quais uma ação ou evento ocorrem. Naquele trabalho, Borges et al., definiram os conceitos de contexto individual e contexto de grupo. Segundo eles, contexto individual “... contém as informações sobre cada um dos indivíduos que são membros de um grupo.” ([3], 48). Por exemplo, nome, foto, endereço de e-mail. Enquanto que contexto de grupo “... refere-se ao grupo como um todo. Inclui a composição da equipe, suas habilidades e experiências anteriores do grupo e sua estrutura organizacional.” ([3], 48). Para compor o contexto, tanto Rosa et al. [31] como Borges et al. [3] utilizam as cinco categorias de informação propostas inicialmente no modelo Denver [32]: 1) pessoas e grupos, 2) tarefas agendadas, 3) relacionamento entre pessoas e tarefas, 4) local onde as tarefas ocorrem e 5) tarefas e atividades já concluídas.

Além de ser informados sobre as atividades dos demais membros do grupo, usuários de sistemas colaborativos, em determinados momentos e lugares, necessitam estabelecer comunicação, seja por meio de mensagens instantâneas, videoconferência, entre outros. Para favorecer a comunicação em situações interativas, usuários estabelecem diferentes protocolos de comunicação, dependendo da ferramenta utilizada, sincronia, quantidade de participantes da situação interativa, entre outros; esse protocolo é chamado de protocolo social interativo ([32], 55-56).

Os níveis de interação em sistemas colaborativos são muito variados e, por vezes, são determinantes para o sucesso ou fracasso de seu uso. Não existe uma classificação bem definida para os níveis de interação, no entanto, níveis bem aceitos na literatura são: colaborativo (i.e., onde todos os membros de um grupo possuem um objetivo comum e trabalham diretamente no mesmo artefato), cooperativo (i.e., onde os membros de um grupo possuem um objetivo comum que é alcançado por meio de objetivos menores que são executados por subgrupos ou individualmente), misto (i.e., onde pessoas alternam freqüentemente entre tarefas individuais e colaborativas [8, 32, 20]) e individual (i.e., quando, apesar de estar

utilizando um sistema colaborativo, a pessoa está realizando uma tarefa individual). Prates [29] propôs níveis de interação classificados como: 1) ilha - as atividades dos membros são completamente independentes umas das outras; 2) modelos de encaixe rígido ou nebuloso - existe uma intersecção entre as atividades dos membros; 3) modelo de sobreposição - onde as atividades de dois ou mais membros é realizada em conjunto; 4) único, ou coincidente - onde todas as atividades devem ser executadas por dois ou mais membros. É possível estabelecer relação entre o nível de interação ilha e o individual e os níveis único e de sobreposição em relação ao colaborativo. Já o nível de encaixe rígido ou nebuloso pressupõe uma forma mista de interação.

Em redes sociais, como *websites* de relacionamento (e.g., Orkut¹, Facebook², MySpace³) os modelos de coordenação são, geralmente, bastante simples; já as políticas de privacidade e segurança são bastante complexas pois há um grande volume de pessoas com propósitos distintos. Uma forma bastante aceita de realizar o controle de privacidade e acesso a informações é por meio de atribuições de papéis (e.g., [22]) a cada usuário e da definição de permissões e atividades relacionadas ao papel. Goecks e Mynatt [13] utilizam políticas de compartilhamento de informação utilizando o Level Of Details (LoD); este consiste na definição de níveis de detalhes para cada número de nós ou tamanho de caminho em relação a outros indivíduos. Esta política foi utilizada no SAORI, que é uma arquitetura que permite que usuários e aplicações utilizem redes sociais para gerenciar a disseminação de informações. Guzdial et al. [22] propuseram o CoWeb, uma ferramenta colaborativa assíncrona para a criação de conteúdo na Web. A ferramenta foi utilizada por estudantes da Georgia Institute of Technology. Com a utilização do CoWeb foi identificado que a segurança não foi um problema apesar de suas políticas abertas [22]. Um dos fatores apontados como possíveis influenciadores desses resultados foi o sistema de *backup* que permite a fácil recuperação de conteúdo.

Como apresentado nesta seção, sistemas colaborativos possuem diversos recursos para promover a comunicação entre usuários: espaço de trabalho compartilhado, níveis de interação, protocolos sociais interativos, situações interativas, etc. Assim, tais sistemas devem ser capazes de manter seus usuários “conscientes” de todos estes elementos e da dinâmica envolvida entre eles. O ato de perceber, compreender e, a partir desta compreensão, poder planejar próximas ações no sistema colaborativo, é chamado de “awareness”. Este conceito será discutido com maiores detalhes na próxima seção.

Na literatura existem vários modelos de avaliação de sistemas colaborativos. No entanto, como já apontado por Grudin [15], avaliar um sistema colaborativo é uma tarefa que necessita mais tempo do que em sistemas mono-usuário, que podem ser avaliados em questão de horas. Em sistemas colaborativos, a interação tende a se alterar em função do tempo e experiência dos usuários do sistema. Portanto, a avaliação de sistemas colaborativos deve ser um processo de acompanhamento da utilização dos sistemas por um período de tempo, período este, que varia, principalmente, conforme a complexidade do sistema e das diferentes formas de interação por ele oferecidas.

¹Orkut. <http://www.orkut.com>

²Facebook. <http://www.facebook.com>

³MySpace. <http://www.myspace.com>

3 *Awareness* em Sistemas Colaborativos

Awareness é um dos conceitos mais discutidos atualmente em sistemas colaborativos. O aumento do interesse deve-se, em boa parte, à utilização de sistemas computacionais como meio de comunicação em aplicações que alcançam usuários não sofisticados tecnologicamente. Cadiz et al. ([4], 314) enfatizam o aumento do interesse por *awareness* nos últimos anos: “A palavra ‘*awareness*’ não apareceu em um título de artigo nas cinco primeiras conferências de CSCW, mas apareceu oito vezes nas próximas cinco e onze vezes nas cinco mais recentes conferências. Artigos focando *awareness* e notificação aumentaram de um ou dois em conferências anteriores para um quarto de todos os artigos mais recentes.”. Atualmente, reservar espaço para o estudo de *awareness* durante o desenvolvimento de um sistema colaborativo é um requisito indispensável e um fator determinante para o sucesso do sistema, pois é reconhecido que *awareness* facilita a colaboração simplificando processos de comunicação e a coordenação [35].

São várias as definições encontradas na literatura para *awareness*, várias delas são especializadas para um determinado contexto:

“... é a compreensão das atividades dos demais, a qual provê um contexto para sua própria atividade.” ([8], 107). Esta definição vem sendo utilizada amplamente pela literatura de CSCW (e.g., [4, 21]).

“... é o estado de conhecer ou ser informado que permite a colaboradores interpretar as ações dos demais para guiar as próprias ações. Consiste da combinação de pessoas, atividades e *awareness* contextual.” ([12], 140). Segundo Elmarzouqi et al. [10] *awareness* envolve quatro fatores: tempo, espaço, população e tarefa.

Rosa et al. [31] contrastam contexto e *awareness*: “... contexto é a representação do conhecimento que envolve uma situação, enquanto *awareness* pode ser o ato de se tornar contextualizado ou, em outras palavras, perceber o contexto onde o grupo está atuando.”.

“... provê aos usuários conhecimento suficiente sobre o estado de um documento e todas as atividades que outros usuários executam neste documento.” ([30], 127) para o contexto de autoria.

“Informação de *awareness* de grupo inclui conhecimento sobre quem está no projeto, onde no código estão trabalhando, o que estão fazendo e quais seus planos.” ([21], 72) para o contexto de desenvolvimento de aplicações.

Awareness é importante tanto em sistemas onde níveis de sincronismo e distribuição geográfica são maiores, como em sistemas onde o trabalho é basicamente assíncrono ou no mesmo local de trabalho. No entanto, para cada uma das combinações de tais níveis, e dos demais temas discutidos na seção anterior, as características e necessidades de mecanismos de *awareness* podem ser sensivelmente alteradas. Para exemplificar essas variações, consideremos um sistema que permita a comunicação tanto síncrona como assíncrona de participantes. Quando em comunicação síncrona, usando uma ferramenta de *chat*, participantes precisam saber quem está digitando, qual o estado (e.g., *online*, ausente por um tempo curto) das pessoas com quem se está conversando. Por outro lado, quando em comunicação assíncrona, como um cliente de e-mail, usuários não precisam saber o estado de outros usuários, mas precisam saber “quando”, “quais” e “por quem” sobre as mensagens que foram enviadas a eles.

Estudos na área de *awareness* ainda são bastante recentes e, portanto, não existem soluções absolutas para a maioria dos cenários de colaboração. Mesmo em comunidades compostas por desenvolvedores de aplicações, Gutwin et al. ([21], 72) relatam: “*nós ficamos surpresos em saber que os principais mecanismos para a manutenção de awareness de grupo eram ferramentas de comunicação baseadas em textos simples - listas de e-mail de desenvolvedores e chat em texto*”.

Com o intuito de prover mecanismos para *awareness* em sistemas colaborativos, vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos. Markopoulos et al. ([27], 2128) definem sistemas de *awareness* (ou mecanismos de *awareness*) como “*...sistemas cujo propósito é auxiliar indivíduos ou grupos conectados a manter awareness periférica das atividades e a situação de cada um ...*”. A seguir serão apresentados alguns dos mecanismos de *awareness* mais conhecidos e presentes em sistemas colaborativos:

Fisheye Views têm o objetivo de permitir a visualização do contexto local e global ao mesmo tempo. Para tanto, Greenberg et al. [14], desenvolveram dois mecanismos: o Fisheye Graph Browser e o Fisheye Text Viewer (ver Figura 1). O primeiro consiste de uma representação em forma de grafo, onde cada usuário do sistema colaborativo pode definir seu ponto focal no espaço de trabalho compartilhado. Dessa forma, objetos e atividades mais próximas ao ponto focal serão ampliados e os mais distantes serão reduzidos. Além disso, o mecanismo também permite a visualização dos pontos focais de outros usuários. O segundo mecanismo é um editor de texto colaborativo que exibe textos com tamanhos relacionados à proximidade do ponto focal de cada usuário. O mecanismo também permite a visualização dos pontos focais dos demais usuários nos textos por meio de coloração. Cadiz et al. [4] identificaram em pesquisa realizada com funcionários da Microsoft, uma pré-disposição em ceder parte do espaço de tela para a exibição permanente de *awareness* periférica. Como resultado da pesquisa, Cadiz et al. criaram o Sideshow (ver Figura 2.a) que é uma aplicação que ocupa espaço lateral permanente na área de trabalho do usuário do sistema operacional. No Sideshow é possível incluir diversos mini-aplicativos que têm por função oferecer *awareness* periférica das aplicações, grupos e informações relevantes ao usuário. Cadiz et al., relatam que a aplicação foi bem aceita pelos funcionários envolvidos.

Tee et al. [33] propuseram uma ferramenta para compartilhamento de tela, que são aplicações onde usuários compartilham regiões da tela ou do espaço de trabalho com os demais usuários. Tee et al., comentam que a idéia não é nova e foi inicialmente proposta em 1968. A ferramenta proposta é o Community Bar (ver Figura 2.b), que oferece como principal diferencial a sua localização periférica na área de trabalho dos usuários e o recurso de selecionar a porção da tela a ser compartilhada.

Um tipo de ferramenta demanda significativamente mecanismos de *awareness* são os editores de texto colaborativos. Raikundalia e Zhang ([30], 127) ressaltam que “*Real-time Distributed Collaborative Writing Systems (RDCWS) (Sistemas de Escrita Colaborativa Distribuída em Tempo Real) permitem que autores distribuídos geograficamente trabalhem em documentos ao mesmo tempo*”. Dentre os RDCWS existentes destacam-se o Google Docs⁴, da Google e o Buzzword⁵, da Adobe, que são iniciativas comerciais, ambos em versão

⁴Google Docs. <http://docs.google.com>

⁵Buzzword. <http://www.buzzword.com>

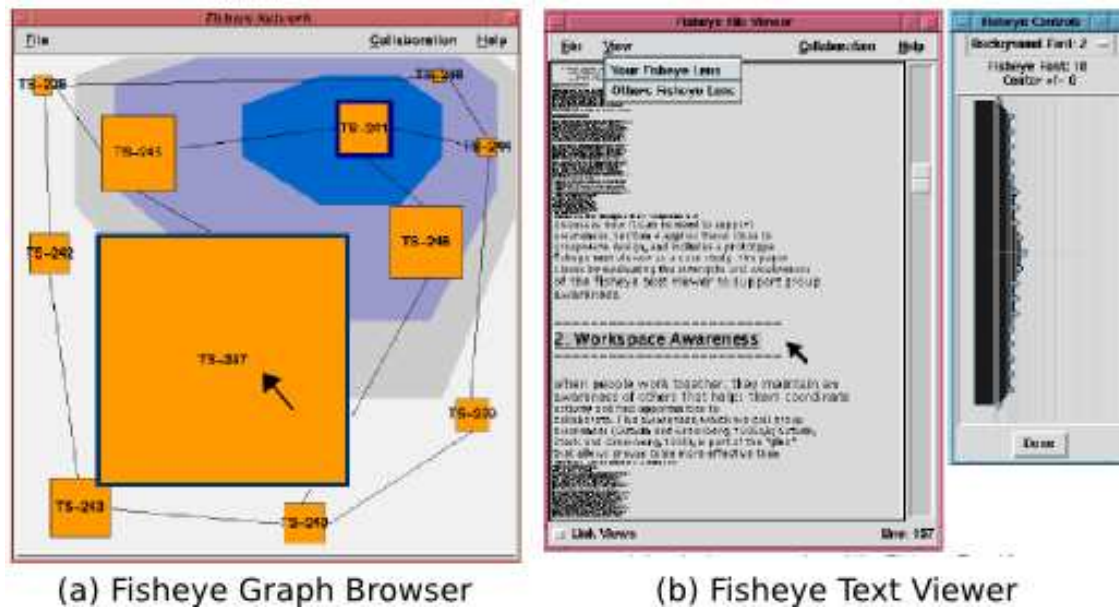


Figura 1: Os artefatos Fisheye Graph Browser e Fisheye Text Viewer [14].

de teste, e o REDUCE (Real-time, Distributed, Unconstrained Collaborative Editing) [37] que é um editor produzido como resultado de trabalho acadêmico.

Raikundalia e Zhang [30] propuseram três mecanismos de *awareness* para o contexto de editores colaborativos (ver Figura 3): o Task Allocation Tree, o User Action List e o User Based History Tracking. Task Allocation Tree é uma estrutura em forma de árvore onde usuários são alocados a cada tarefa do sistema colaborativo. Assim, é possível ter *awareness* de atividades futuras dos usuários. User Action List é um mecanismo que permite a visualização das ações dos usuários que estão ocorrendo no momento e as que ocorreram no passado. O mecanismo User Based History Tracking permite que usuários possam visualizar historicamente as alterações realizadas no texto; juntamente com as alterações são exibidos os autores de cada alteração.

Em decorrência da variedade de situações de interação, usuários, sistemas colaborativos e áreas de aplicação e, para tentar entender as implicações de cada um desses fatores nos mecanismos de *awareness*, qualificações identificadas na literatura analisada são apresentadas a seguir:

Auto-awareness é a percepção de uma pessoa em relação ao grupo (e.g., uma pessoa sabe quanto trabalho ela fez comparado a outras pessoas) ([34], 464).

Awareness Contextual é a percepção dos objetivos colaborativos, tarefas colaborativas e resultados colaborativos ([34], 464). *Awareness* Contextual, em sistemas com grande quantidade de usuários, seleciona qual informação é relevante e como apresentá-la ao usuário. Sistemas de *awareness* contextual “... são aqueles com o objetivo de facilitar interações não planejadas” ([25], 5).

Awareness de espaço de trabalho é a percepção de um espaço de trabalho compartilhado

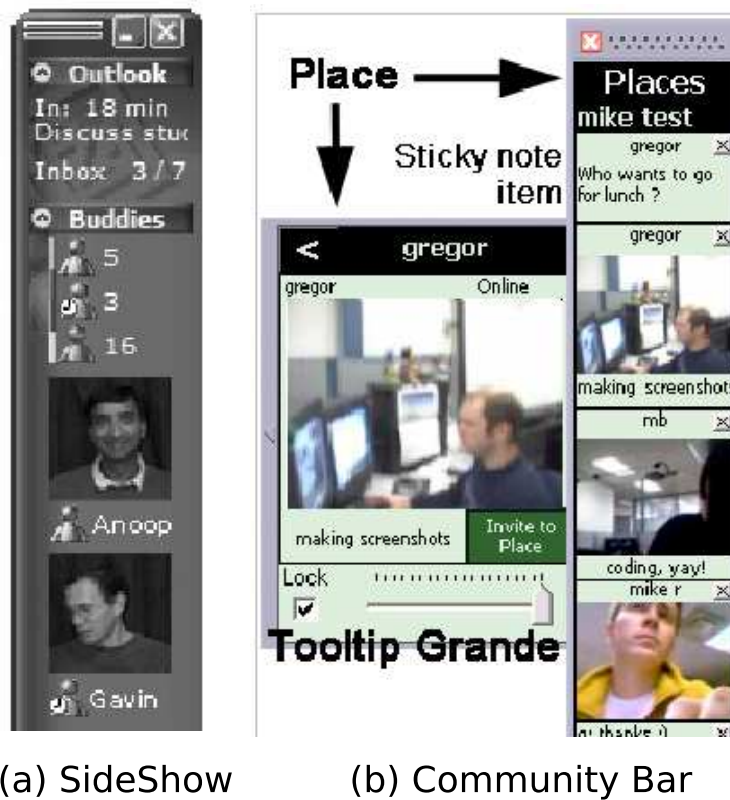


Figura 2: Os artefatos de *awareness* periférica SideShow [4] e Community Bar [33].

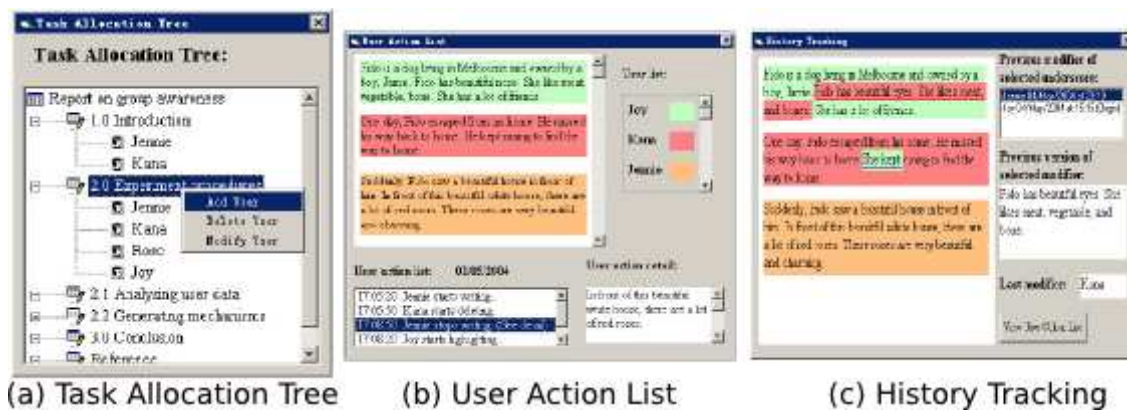


Figura 3: Artefatos de *awareness* voltados para edição colaborativa [30].

(e.g., informação sobre presença de pessoas no espaço de trabalho, propriedades, artefatos no espaço de trabalho, atividades das pessoas) ([34], 464). *Awareness* de espaço de trabalho é a percepção atualizada da interação de outras pessoas com um espaço de trabalho compartilhado. É limitada aos eventos que acontecem em um espaço de trabalho compartilhado

dentro de limites temporais e físicos da tarefa que o grupo está executando [19, 20, 25].

Awareness situacional é definida em três níveis: 1) percepção dos elementos relevantes do ambiente; 2) compreensão desses elementos; 3) predição dos estados desses elementos em um futuro próximo [20].

Awareness conversacional é a percepção dos elementos de uma conversa entre pessoas em um grupo. Os componentes da *awareness* conversacional, segundo Tran et al. ([34], 464), são: emissores, receptores, mensagens e linguagem.

Awareness periférica denota a forma como alguns sistemas apresentam informação relativa à *awareness* aos seus usuários sem requerer seu foco ([25], 5).

Awareness de artefato refere-se à percepção que uma pessoa tem dos artefatos e ferramentas com que outra pessoa está trabalhando. ([33], 99).

4 Um Modelo de Ontologia e Discussão

A partir do estudo apresentado propomos uma ontologia dos conceitos essenciais ao entendimento de *awareness* em sistemas colaborativos. O gráfico apresentado na figura 4 é um Diagrama de Ontologia, resultante de Análise Semântica no domínio de sistemas colaborativos [26]. Na Análise Semântica, o foco está nas ações dos agentes e a análise é realizada por meio da observação dessas ações e da detecção de invariantes (i.e., padrões gerais de comportamento) [26]. No diagrama de ontologia estão representados:

Affordances - Este conceito foi definido inicialmente por Gibson [11] como o conjunto de invariantes de repertórios de comportamento que estruturas de organismos oferecem e como elas são percebidas por agentes. No gráfico, *affordances* são representadas por retângulos;

Specifics - São utilizados quando é desejada a explicitação dos comportamentos possíveis de um *affordance*. No gráfico, *specifics* são apresentados como retângulos na parte inferior dos *affordances*;

Agentes - São um tipo especial de *affordance* que remete aos que são capazes de ter responsabilidades. Neste contexto, não se incluem agentes computacionais. No gráfico, agentes são representados por elipses;

Dependência ontológica - Expressa uma dependência existencial entre dois *affordances*. É uma relação existencial e não causal. No gráfico, dependências ontológicas são representadas por ligações entre dois *affordances*, onde a existência do elemento à direita depende ontologicamente da existência do elemento à esquerda, seu antecessor ontológico (i.e., o elemento da direita existe enquanto o da esquerda existir).

No diagrama de ontologia apresentado na Figura 4, “sociedade” é o agente raiz, indicando que os demais agentes e *affordances* existem no contexto de uma sociedade específica. “Pessoa” e “grupo” são agentes (i.e., possuem padrões de comportamento e são capazes de assumir e responder por responsabilidades) e “hardware” e “software” são *affordances* de sociedade (produtos da cultura e de comportamentos na sociedade). Um “sistema colaborativo” é um *affordance* dependente ontologicamente de “grupo” e “infraestrutura colaborativa” (i.e., sua existência depende da existência de seus antecessores). Atividades e estruturas em sistemas colaborativos são moldadas pelos *affordances* “representação

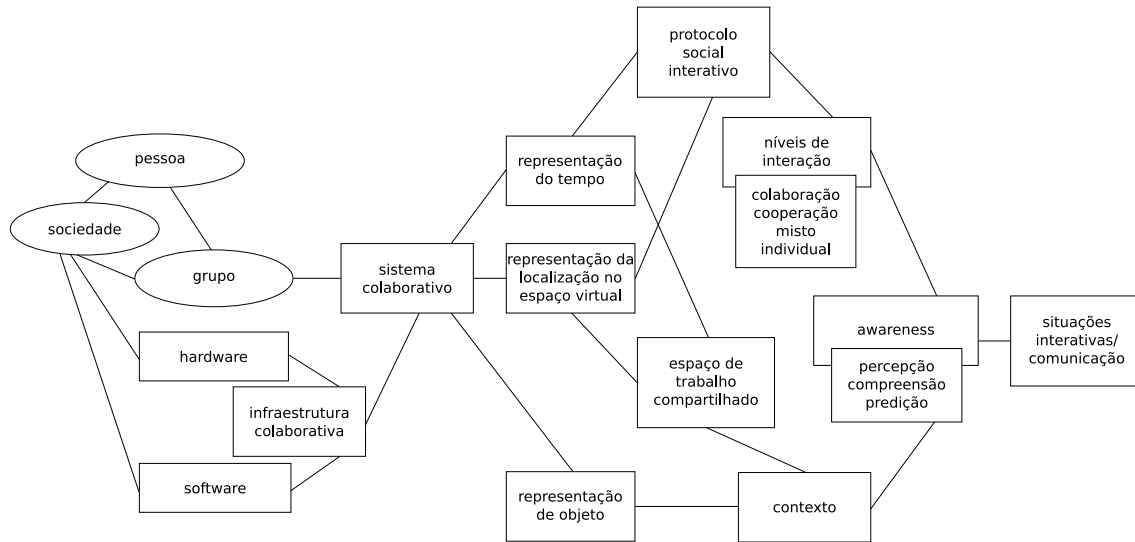


Figura 4: Gráfico de ontologia de sistemas colaborativos baseado nos conceitos da literatura analisada.

do tempo”, “representação da localização no espaço virtual” e “representação de objeto”; “Representação do tempo” compreende tanto o momento em que atividades foram realizadas, históricos foram registrados, objetos foram criados ou alterados, entre outros; como a relação de sincronicidade/assincronicidade na interação dos grupos mediados pelo sistema colaborativo. “Representação da localização no espaço virtual” compreende a relação de distribuição geográfica de membros dos grupos, o que pode contribuir para a seleção das ferramentas adequadas para cada situação de uso. “Representação de objeto” refere-se aos mecanismos (e.g., autoria colaborativa, *feedthrough*, comunicação) e conteúdos oferecidos pelo sistema colaborativo. A partir da configuração de “representação do tempo” e “representação da localização no espaço virtual”, sistemas colaborativos possuem *affordances*, representados no diagrama por “espaço de trabalho compartilhado” e “protocolo social interativo”. O conceito de “contexto” remete às características propostas no modelo Denver [32], que inclui objetivos, atividades e tarefas do grupo; e é dependente da existência de “espaço de trabalho compartilhado” e de “representação de objeto” para dar suporte à interação de grupos. O conceito de “awareness”, portanto, depende da existência de “contexto” e de “níveis de interação” e é condição para a existência (e manutenção) de “situações interativas e de comunicação” em sistemas colaborativos.

Ainda, associadas ao “protocolo social interativo” existem normas (formais e informais), não representadas no diagrama, cuja existência é condição para a existência de níveis específicos de interação (colaboração, cooperação, misto, individual). O *affordance* “awareness” como representado capta a diversidade de formas de *awareness* documentadas na literatura (e.g., *awareness* de espaço de trabalho, *awareness* conversacional, *awareness* de artefato). Para “awareness” consideramos os *specifics* que compõem o *awareness* situacional [20] onde, para as etapas percepção e compreensão, sistemas colaborativos devem oferecer

feedback compartilhado.

A partir da Análise Semântica realizada para conceitos essenciais em sistemas colaborativos ilustrada no diagrama de ontologia (Figura 4) é possível verificar que o processo de interação e comunicação em sistemas colaborativos depende de mecanismos que promovam o *awareness* no ambiente (usuários dependem de informações sobre alterações em objetos, *status* dos usuários e outras informações do contexto e da interação).

A modelagem apresentada nos permite traçar alguns desafios em relação ao conceito de *awareness* em sistemas colaborativos:

Acessibilidade e inclusão em sistemas colaborativos - Sistemas colaborativos com grandes volumes de usuários, tais como redes sociais, estão sujeitos a uma grande diversidade de usuários, o que resulta em diferentes necessidades, preferências e propósitos de uso. Para atender a essa diversidade é necessário que sistemas colaborativos ofereçam recursos de acessibilidade, de forma que usuários não sejam discriminados dos demais por terem características distintas (e.g., uso de ferramentas assistivas, sem recursos de audição, baixo letramento, etc.).

Relevância da informação de *awareness* - Definir quais informações de *awareness* são relevantes para um usuário é uma tarefa complexa e é uma questão ainda não resolvida. Como verificado no diagrama de ontologia (Figura 4), informação de *awareness* deve estar presente para que uma situação interativa possa existir. Entretanto, relevância para este tipo de informação não é dependente exclusivamente do propósito da aplicação, mas também do contexto em que as partes envolvidas na comunicação estão inseridas e dos requisitos de cada usuário. Conseqüentemente, um processo de definição de relevância deve ser capaz de absorver a dinâmica do sistema colaborativo.

Visões do sistema colaborativo - Diferentes usuários e grupos necessitam de diferentes ferramentas para trabalhar em grupo; além de necessidade específica, usuários podem desejar personalizar sua área no espaço de trabalho compartilhado. Para tanto, sistemas colaborativos podem prover mecanismos para a definição de visões de usuários, ou seja, a seleção de recursos e *layout* dos artefatos que serão utilizados para sua interação. No entanto, deve ser garantida a igualdade de oportunidades em relação aos demais, independente dos recursos que cada um necessita utilizar. Por exemplo, um usuário que navegue pelo sistema somente via teclado pode selecionar uma visão mais seqüencial e estruturada do que usuários que navegam usando mouse e, apesar disso, ele não deve ser impedido de interagir com os demais usuários, nem ser apresentado aos demais usuários como um usuário “especial” ou “limitado”.

Manutenção da comunicação em meio à diversidade de usuários - Em decorrência da possibilidade de oferta da definição de relevância de informação de *awareness* e de visões do sistema colaborativo cria-se a necessidade da definição do que vem a ser um “conjunto mínimo de informação para *awareness*”. Isto é necessário, pois, considerando um cenário em que usuários pudessem realizar mudanças significativas nas medidas de relevância e de visões do sistema colaborativo, usuários poderiam ficar impossibilitados de comunicar-se e realizar referências aos objetos do espaço de trabalho compartilhado e ao contexto. Portanto, é importante a definição de um conjunto mínimo que contenha as informações de *awareness* que são indispensáveis para que determinada configuração do protocolo social interativo seja compreendida.

5 Conclusões

Apesar de ainda recente (pouco mais de duas décadas), a área de sistemas colaborativos possui uma comunidade ativa e bastante diversificada em conhecimentos e interesses. Desde o início da utilização do termo CSCW, sistemas colaborativos foram abordados de forma multidisciplinar tanto no que diz respeito aos perfis de pesquisadores envolvidos na modelagem e construção de tais sistemas, como nas áreas de atuação onde tais sistemas seriam utilizados. Ficou evidenciado que existem trabalhos em sistemas colaborativos à maioria das áreas do conhecimento como engenharia, antropologia e medicina.

Com o desenvolvimento da área vários conceitos foram criados e outros tantos foram especializados para atender aos requisitos de sistemas colaborativos. Exemplos importantes de conceitos da área são: espaço de trabalho compartilhado, protocolo social interativo, nível de interação, *awareness*, entre outros. Alguns desses conceitos são definidos sob diversos pontos de vista que, por vezes, dificultam o entendimento geral dos sistemas.

Neste trabalho fizemos uma revisão de conceitos apresentados na literatura da área e foi possível expressá-los em um diagrama de ontologia resultante de análise semântica no domínio. Especial foco foi colocado no conceito de *awareness* e verificou-se ser ele um conceito central para promover a interação e comunicação entre usuários em sistemas colaborativos. Oferecer recursos de *awareness* em sistemas colaborativos vem se mostrando uma tarefa significativamente complexa tanto em relação à modelagem das diversas formas de *awareness* que o ser humano utiliza durante o processo de comunicação como na tradução de modelos e *frameworks* teóricos para mecanismos computacionais que promovam o *awareness*. Na tentativa de orientar novas pesquisas, apontamos alguns desafios que são determinantes para o avanço da pesquisa no tema e, conseqüentemente, para que tais sistemas possam ser utilizados de forma inclusiva pela diversidade cada vez maior de seus usuários.

Por fim, ainda há espaço amplo de pesquisa em sistemas colaborativos de uma forma geral, como, mais especificamente, em *awareness*, especialmente dentro do domínio de IHC. Em continuidade desta pesquisa estamos trabalhando nos desafios aqui apontados, especificamente relacionados ao contexto de redes sociais inclusivas.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido com suporte financeiro da FAPESP (processo 2007/02161-0) e do Instituto Microsoft Research - FAPESP de Pesquisas em TI (processo 2007/54564-1).

Referências

- [1] ACM. *CSCW '06: Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2006), ACM. General Chair-Pamela Hinds and General Chair-David Martin.

- [2] ANTUNES, P., BORGES, M., PINO, J., AND CARRICO, L. Analyzing groupware design by means of usability results. *Proceedings of the Ninth International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design 1* (2005), 283–288.
- [3] BORGES, M. R. S., BRÉZILLON, P., PINO, J. A., AND POMEROL, J.-C. Groupware system design and the context concept. In *Computer Supported Cooperative Work in Design*, vol. 3168/2005. Springer Berlin, 2005, pp. 45–54.
- [4] CADIZ, J. J., VENOLIA, G., JANCKE, G., AND GUPTA, A. Designing and deploying an information awareness interface. In *CSCW '02: Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2002), ACM, pp. 314–323.
- [5] CHUNG, K. S. K., HOSSAIN, L., AND DAVIS, J. Individual performance in knowledge intensive work through social networks. In *SIGMIS-CPR '07: Proceedings of the 2007 ACM SIGMIS CPR conference on Computer personnel research* (New York, NY, USA, 2007), ACM, pp. 159–167.
- [6] DE A. BARBOSA, C. M., PRATES, R. O., AND DE SOUZA, C. S. Marq-g*: a semiotic engineering approach for supporting the design of multi-user applications. In *CLIHIC '05: Proceedings of the 2005 Latin American conference on Human-computer interaction* (New York, NY, USA, 2005), ACM, pp. 128–138.
- [7] DE ALMEIDA BARBOSA, C. M. *Manas - uma ferramenta epistêmica de apoio ao projeto da comunicação em sistemas colaborativos*. PhD thesis, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 2006.
- [8] DOURISH, P., AND BELLOTTI, V. Awareness and coordination in shared workspaces. In *CSCW '92: Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work* (New York, NY, USA, 1992), ACM, pp. 107–114.
- [9] ELLIS, C., AND WAINER, J. A conceptual model of groupware. In *CSCW '94: Proceedings of the 1994 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 1994), ACM, pp. 79–88.
- [10] ELMARZOUQI, N., GARCIA, E., AND LAPAYRE, J.-C. Accm: a new architecture model for cscw. *11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2007* (2007), 84–91.
- [11] GIBSON, J. J. *The Ecological Approach to Visual Perception*. Lawrence Erlbaum Associates, 1979.
- [12] GIRGENSOHN, A., AND LEE, A. Making web sites be places for social interaction. In *CSCW '02: Proceedings of the 2002 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2002), ACM, pp. 136–145.
- [13] GOECKS, J., AND MYNATT, E. D. Leveraging social networks for information sharing. In *CSCW '04: Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2004), ACM, pp. 328–331.

- [14] GREENBERG, S., GUTWIN, C., AND COCKBURN, A. Awareness through fisheye views in relaxed-wysiwiw groupware. In *GI '96: Proceedings of the conference on Graphics interface '96* (Toronto, Ont., Canada, Canada, 1996), Canadian Information Processing Society, pp. 28–38.
- [15] GRUDIN, J. Why cscw applications fail: problems in the design and evaluation of organization of organizational interfaces. In *CSCW '88: Proceedings of the 1988 ACM conference on Computer-supported cooperative work* (New York, NY, USA, 1988), ACM, pp. 85–93.
- [16] GRUDIN, J. Cscw. *Communications of ACM* 34, 12 (1991), 30–34.
- [17] GRUDIN, J. Computer-supported cooperative work: history and focus. *Computer* 27, 5 (1994), 19–26.
- [18] GUO, F., ZHANG, C., AND CUI, L. Sketching interfaces for remote collaboration. *11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2007* (2007), 63–68.
- [19] GUTWIN, C., AND GREENBERG, S. Workspace awareness for groupware. In *CHI '96: Conference companion on Human factors in computing systems* (New York, NY, USA, 1996), ACM, pp. 208–209.
- [20] GUTWIN, C., AND GREENBERG, S. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. In *Computer Supported Cooperative Work* (2002), vol. 11, Springer Netherlands, pp. 411–446.
- [21] GUTWIN, C., PENNER, R., AND SCHNEIDER, K. Group awareness in distributed software development. In *CSCW '04: Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2004), ACM, pp. 72–81.
- [22] GUZDIAL, M., RICK, J., AND KERIMBAEV, B. Recognizing and supporting roles in cscw. In *CSCW '00: Proceedings of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2000), ACM, pp. 261–268.
- [23] JONES, Q., GRANDHI, S. A., WHITTAKER, S., CHIVAKULA, K., AND TERVEEN, L. Putting systems into place: a qualitative study of design requirements for location-aware community systems. In *CSCW '04: Proceedings of the 2004 ACM conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2004), ACM, pp. 202–211.
- [24] KIRSCH-PINHEIRO, M., VILLANOVA-OLIVER, M., GENSEL, J., AND MARTIN, H. Bwm: a framework for awareness support in web-based groupware systems. In *Proceedings of the Ninth International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design* (Coventry, United Kingdom, 2005), IEEE, pp. 240–246.
- [25] LIECHTI, O. Awareness and the www: an overview. *SIGGROUP Bull.* 21, 3 (2000), 3–12.

- [26] LIU, K. *Semiotics in information systems engineering*. Cambridge University Press, New York, NY, USA, 2000.
- [27] MARKOPOULOS, P., DE RUYTER, B., AND MACKAY, W. E. Awareness systems: known results, theory, concepts and future challenges. In *CHI '05: CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems* (New York, NY, USA, 2005), ACM, pp. 2128–2129.
- [28] MONCLAR, R., OLIVEIRA, J., AND DE SOUZA, J. Use of space and time information for context identification. *11th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2007* (2007), 709–714.
- [29] PRATES, R. O. *A Engenharia Semiótica de Linguagens de Interfaces Multi-Usuário*. PhD thesis, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática, 1998.
- [30] RAIKUNDALIA, G. K., AND ZHANG, H. L. Newly-discovered group awareness mechanisms for supporting real-time collaborative authoring. In *AUIC '05: Proceedings of the Sixth Australasian conference on User interface* (Darlinghurst, Australia, Australia, 2005), Australian Computer Society, Inc., pp. 127–136.
- [31] ROSA, M., SANTORO, F., AND BORGES, M. Influence of context on group work collaboration level. *10th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2006* (May 2006), 1–6.
- [32] SALVADOR, T., SCHOLTZ, J., AND LARSON, J. The denver model for groupware design. *SIGCHI Bull.* 28, 1 (1996), 52–58.
- [33] TEE, K., GREENBERG, S., AND GUTWIN, C. Providing artifact awareness to a distributed group through screen sharing. In *CSCW '06: Proceedings of the 2006 20th anniversary conference on Computer supported cooperative work* (New York, NY, USA, 2006), ACM, pp. 99–108.
- [34] TRAN, M. H., YANG, Y., AND RAIKUNDALIA, G. K. F@: A framework of group awareness in synchronous distributed groupware. In *APWeb* (2006), pp. 461–473.
- [35] VIVACQUA, A., BARTHES, J.-P., AND DE SOUZA, J. A framework to support self-governing software design groups. *10th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, 2006* (2006), 1–6.
- [36] WELLMAN, B. For a social network analysis of computer networks: a sociological perspective on collaborative work and virtual community. In *SIGCPR '96: Proceedings of the 1996 ACM SIGCPR/SIGMIS conference on Computer personnel research* (New York, NY, USA, 1996), ACM, pp. 1–11.
- [37] YANG, Y., SUN, C., ZHANG, Y., AND JIA, X. Real-time cooperative editing on the internet. *IEEE Internet Computing* 04, 3 (2000), 18–25.