

Anotações Multimédia Estruturadas para Ambientes Virtuais Colaborativos

João Guerreiro
INESC-ID, DEI/IST/ULisboa
Lisboa, Portugal
joao.p.guerreiro@ist.utl.pt

Daniel Medeiros
DEI/IST/ULisboa
CAPES Found.- Min. of Education of Brazil
Brasília - DF, Brazil
daniel.medeiros@tecnico.ulisboa.pt

Joaquim A. Jorge
INESC-ID, DEI/IST/ULisboa
Lisboa, Portugal
jorgej@tecnico.ulisboa.pt

Alberto Raposo
Instituto Tecgraf, PUC-Rio
Rio de Janeiro, Brasil
abraposo@tecgraf.puc-rio.br

Ismael Santos
Petrobras
Rio de Janeiro, Brasil
ismael@petrobras.com.br

Resumo

A globalização transformou o design de engenharia num processo distribuído geograficamente. A adoção disseminada de Realidade Virtual para o design e a necessidade de agir e deixar notas directamente nos objectos em discussão, levou a projectos sobre anotações em Ambientes Virtuais Colaborativos (AVCs). No entanto, as abordagens convencionais ainda estão limitadas à metáfora do post-it amarelo com texto. Na verdade, multimédia, como áudio, esboços, vídeo e animações permitem uma maior expressividade que poderia ser aproveitada nos AVCs. Além disso, anotações individuais não conseguem captar nem a lógica, nem o fluxo de discussão, que são fundamentais para compreender as decisões de design do projeto. Neste artigo, apresentamos uma abordagem com anotações multimédia estruturadas, que suportam a discussão e tomada de decisão em tarefas de revisão de design de projectos. Além disso, suportamos a argumentação baseada em *Issues* para revelar a proveniência de decisões de projetos de engenharia. Embora esta seja uma exploração inicial do espaço de soluções, exemplos mostram um maior apoio à revisão de projetos colaborativos, em relação às abordagens tradicionais.

Palavras-Chave

Ambientes Virtuais Colaborativos, Anotações Multimédia, CSCW, Revisão de Design, Proveniência

1 Introdução

A globalização transformou o design de engenharia num processo distribuído geograficamente. A adoção de Ambientes Virtuais Colaborativos (AVCs) para a revisão do design de projectos permite o trabalho colaborativo e a melhoria da eficiência [1]. Além disso, suporta reuniões que se centram e atuam sobre os modelos virtuais. A necessidade de colocar marcas diretamente sobre os objetos em discussão, levou à exploração de anotações.

Vários projetos contribuíram com anotações textuais ou esboços colocados no mundo virtual, seguindo a metáfora do post-it + texto (eg, [2, 3]). Estas anotações permitem identificar problemas e sugerir formas de os resolver. No entanto, as abordagens convencionais não têm a expressividade e eficiência de reuniões presenciais, onde os participantes podem recorrer ao discurso, esboços em papel, ou manipular objectos para ilustrar as suas opiniões. De facto, anotações multimédia podem fornecer uma expressividade semelhante através de áudio, esboços e reproduzindo mo-

vimentos de câmara em sincronia com fala e esboços.

Anotações são importantes para influenciar, guiar e documentar as decisões do projecto. Este factor torna-as importantes para as sessões colaborativas subsequentes. Ainda assim, a gestão do conhecimento trocado nas reuniões é um dos grandes desafios em AVCs [6]. A maioria das abordagens apresentam as anotações como itens isolados, o que prejudica uma discussão estruturada e a tomada de decisão. A proveniência constitui um princípio central da nossa abordagem, reflectindo a história de um produto de dados, a partir da sua fonte original [9], para suportar a discussão e revelar o fluxo de decisões.

A engenharia offshore pode beneficiar do uso de anotações multimédia. Projetos que envolvem plataformas de águas profundas, de petróleo e gás, demoram vários anos para ser concluídos e envolvem equipas geograficamente distribuídas. Além disso, estes projectos são caros e têm grandes riscos envolvidos [7]. As anotações multimédia poderiam acompanhar reuniões de revisão de projeto em AVCs, para



Figura 1. É possível criar anotações multimédia com uma estrutura em árvore, com a proveniência das decisões. (a) Anotação no AVC, criada por "Obama". (b) Anotação a ser reproduzida, usando movimentos de câmara, sincronizados com áudio, para mostrar uma anomalia no modelo. (c) Estrutura da discussão, onde os balões indicam o tipo de anotação e as cores o tipo de resposta. O utilizador está a adicionar um Pró através de uma anotação áudio.

enriquecer os argumentos dos participantes.

Neste artigo, apresentamos uma abordagem baseada em anotações multimédia estruturadas para suportar o processo de tomada de decisão em tarefas de revisão de design de projectos. As alternativas multimédia pretendem facilitar a criação de anotações (esboços e áudio; títulos textuais) e aumentá-las com movimentos de câmara, sincronizados. Para além disso, baseamo-nos numa estrutura em árvore e numa argumentação *Issue-Based* para suportar a discussão e revelar a proveniência das decisões de design. Neste processo, é possível complementar uma anotação ou contribuir com argumentos positivos/negativos.

2 Trabalho Relacionado

Anotações são importantes para complementar um AVC com informação adicional. Um exemplo bem conhecido é o *Microsoft Word* e a sua opção de *track changes*. Em AVCs, a literatura reporta uma predominância para anotações textuais semelhantes a post-its ou esboços (p.e. [2, 3]). Embora menos frequente, anotações áudio também são usadas [5].

Uma forma diferente de apoiar as discussões é através de viagens virtuais guiadas [7], onde um utilizador pode compartilhar a sua visão do modelo com os restantes. Embora este recurso seja valioso em reuniões síncronas, fica aquém no que diz respeito a interações assíncronas, se não for suportado por informação adicional. A nossa abordagem baseia-se em movimentos de câmara do utilizador (como numa visita guiada), sincronizado com o áudio e esboços, para fornecer anotações multimédia mais expressivas e apoiar interações assíncronas.

Embora úteis para identificar problemas com o modelo, anotações isoladas não suportam a discussão. Um chat convencional tenta fornecer esse suporte [10], mas o seu uso é maioritariamente síncrono. [6] apresenta uma contribuição valiosa, pois adiciona semântica às anotações. No entanto, não é clara a forma como as anotações estão

relacionadas e qual o fluxo da discussão.

3 Anotações Multimédia e Proveniência

As abordagens atuais são insuficientes para fornecer uma plataforma para a tomada de decisão assíncrona em AVCs. Aqui, apresentamos a lógica que suporta a nossa abordagem para anotações multimédia estruturadas.

Revisões de projeto colaborativas requerem suporte para discussão entre os participantes. Estas sessões geralmente são acompanhadas por notas e minutas que apontam os problemas atuais, soluções e próximas etapas. Ao utilizar um AVC, a discussão pode ser centrada no modelo real através de anotações no próprio modelo.

A nossa abordagem suporta anotações multimédia como títulos textuais, esboços e áudio. Além disso, permite a criação de anotações dinâmicas que incluem movimentos de câmara sincronizados com os restantes. Esta sincronia possibilita a reprodução de todos os passos realizados pelo autor da anotação. Estes tipos de anotações permitem-nos criar anotações rapidamente através dos esboços (mais ilustrativos) e áudio, que são mais ricos (e rápidos) que notas textuais (usados apenas em títulos para um *overview* da discussão). Os movimentos de câmara permitem que um participante guie os restantes no AVC para, sincronizado com áudio e esboços, expôr os problemas de um projecto e fornecer sugestões.

As anotações podem apoiar um processo de tomada de decisão e, portanto, são importantes para as sessões colaborativas seguintes. No entanto, anotações isoladas não suportam esses processos e os chats convencionais dificultam discussões paralelas, visto que são seguem apenas uma linha sequencial. Num chat é mais difícil manter o controlo de discussões paralelas ou argumentos incorporados. Estes problemas são exacerbados em condições assíncronas.

Para apoiar a tomada de decisão, cada anotação deve tornar-se parte de um argumento estruturado e proporcionar uma base sólida para toda a discussão. Desta forma,

pode fornecer uma compreensão de todos os argumentos da discussão em curso para identificar as questões em aberto, ajudar na sua resolução e posteriormente revelar o processo usado para resolver um problema. Este conhecimento é semelhante ao conceito de proveniência, que é usado em vários contextos. Por exemplo, o Vistrails capta a proveniência de uma visualização (como ela foi criada), bem como os dados manipulados [8], o que permite a reprodutibilidade e compreensão de todo o processo.

Tal como [6], usamos metadados (p.e. autor, posição, tempo) para atribuir responsabilidade por anotações individuais. Mais importante ainda, propomos uma estrutura baseada em árvore, inspirada em modelos *Issue-Based* que pretendem capturar a estrutura de argumentação, apoiar a tomada de decisão e permitir a compreensão posterior das decisões tomadas (*Issue-Based Information Systems* [4]). Na nossa discussão baseada em *Issues*, qualquer participante pode abrir uma nova questão, que pode incluir uma pergunta ou a identificação de um problema (e até uma sugestão de solução). Em seguida, os participantes podem responder a uma anotação existente, complementando-a com informação adicional (questões, detalhes ou tomar uma posição), ou adicionar argumentos positivos/negativos (Prós/Contras). A capacidade de responder a todas as anotações, da raiz até as folhas, cria a árvore mencionada acima. Isto tanto permite uma identificação clara do fluxo de argumentação, como suporta discussões paralelas sobre questões em aberto que possam surgir.

4 Anotações no Mundo Virtual

A nossa abordagem para anotações multimédia estruturadas foi construída em cima de um AVC multi-plataforma, que tem como objectivo suportar a Visualização 3D e discussão em reuniões colaborativas. Este sistema permite o uso de vários dispositivos como *Laptops*, *Walls* ou *Tablets*, o que permite interações individuais e/ou em equipa. Por exemplo, é possível interagir com a árvore de discussão num smartphone, enquanto se apresenta a anotação na Wall, para todos os utilizadores na sala (Figura 2-b).

Revisões de design de projectos exigem flexibilidade

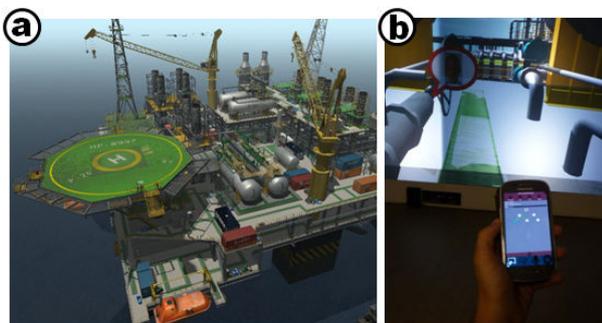


Figura 2. (a) Plataforma de petróleo utilizada. (b) Exploração da árvore no Smartphone, enquanto a Wall mostra o modelo.

quando as equipas estão distribuídas geograficamente. A nossa abordagem tenta superar esta dificuldade, principalmente em reuniões assíncronas, fornecendo uma estrutura flexível para suportar a discussão e tomada de decisão.

Os diferentes tipos de anotações são criados no mundo virtual através de um menu na parte inferior. (Figura 1-a). As anotações são retratadas no mundo virtual através de balões de banda desenhada, para metaforizar uma discussão. Para evitar a confusão no mundo virtual em tópicos populares, o número de balões desenhados é o logaritmo de base 2 de todas as anotações. Isto indica a atividade relativa (nº de anotações) da discussão de um problema, mas liberta o mundo virtual de confusão adicional.

Confiámos em elementos gráficos para retratar o estado atual das anotações e as relações entre elas. Por exemplo, a cor da margem de uma anotação no mundo virtual indica se esse problema já foi resolvido (verde) ou não (vermelho). Além disso, a imagem do perfil do autor da questão é apresentada no centro do balão de fala (Figura 1-a). Um clique/toque no balão exhibe toda a discussão em torno da anotação e permite participar na discussão.

Após selecionar uma anotação no mundo virtual, o seu menu é apresentado no lado esquerdo do ecrã (Figura 1-b,c). É possível selecionar uma das anotações e reproduzi-la (ou fazer *pause*) no botão na parte inferior. Todas as anotações são apresentadas nas mesmas condições em que foram criadas (mesmas posições e orientação da câmara).

Cada participante pode responder a uma anotação específica, adicionando um Pró, um Contra ou informação adicional (p.e. uma pergunta) e selecionando o tipo de anotação (Figura 1-c). Após terminar, um novo nó é criado com uma imagem representativa do seu tipo e a cor da ligação indica o tipo de resposta (Pro a verde; Contra a vermelho, Mais Informação a amarelo). Esta informação é útil para fornecer uma visão geral do fluxo da discussão sem reproduzir todas as anotações. Para evitar sobrecarregar esta vista, a árvore é re-arranjada para ser centrada na anotação selecionada. Por exemplo, a Figura 1-b mostra um nó colapsado (+) à esquerda, indicando maior atividade em resposta a essa anotação. Para finalizar, utilizadores com a permissão adequada podem declarar uma questão como resolvida (ou re-abri-la se necessário).

4.1 Cenário

Exemplificamos a nossa abordagem através de um cenário real, de modo a ilustrar todas as funcionalidades desenvolvidas. O cenário inclui uma revisão de projeto envolvendo engenheiros distribuídos geograficamente. Estes podem criar e reproduzir anotações multimédia, sobre as questões consideradas cruciais para a construção do modelo e/ou o modelo virtual (CAD) da plataforma (Figura 2). A Figura 3 retrata as anotações e o fluxo de discussão de uma discussão real numa reunião de projecto:

1. João pergunta se a válvula não deveriam ter um mecanismo que indicasse se está aberta ou fechada.
2. Rita, a Gestora do Projecto responde que este modelo não funciona dessa forma, e que esta é a válvula que usam

normalmente. Ela sugere que mantenham esta válvula.

3. Marco adiciona um Pró, mencionando que os trabalhadores estão habituados e sabem trabalhar com o modelo.
4. Rita adiciona que têm várias unidades deste modelo no armazém, outra vantagem para a sua utilização.
5. João insiste que a indicação é importante para trabalhadores novos que podem não ter esse conhecimento.
6. Rita diz que está incluído no treino e não é um problema.
7. João concorda em utilizar essa válvula.
8. Rita vê que a válvula está numa posição errada, e usa os movimentos de câmara para o mostrar. Ela pede ao designer para o corrigir o mais rápido possível.
9. Quando o problema é resolvido, Rita marca-o como tal.

5 Discussão e Conclusões

Revisão de design de projectos em AVCs requer uma estrutura flexível para apoiar a discussão. As anotações podem facilitar a comunicação ao colocar marcas diretamente no objeto de interesse. No entanto, as anotações convencionais não têm a flexibilidade e expressividade para visualizar e apoiar as discussões *multi-threaded* e argumentos complexos. Recorremos a diferentes opções multimédia para maximizar a expressividade. É possível criar e reproduzir anotações de áudio e esboços, onde as condições de visualização são replicadas para mostrar a perspectiva dos autores. Ainda assim, é com anotações de movimentos de câmara (posição e orientação) que os utilizadores podem explicar e demonstrar melhor os seus pontos de vista. Como visto no nosso cenário, pode-se manipular a câmara enquanto se explica uma anomalia que parece inexistente, mas que se torna visível de outra perspectiva.

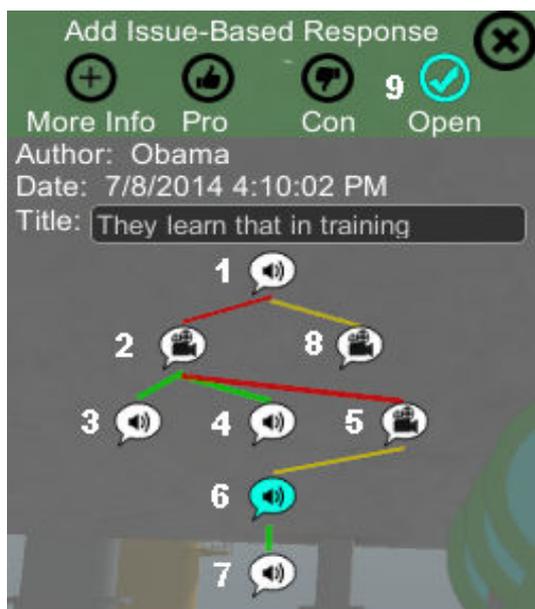


Figura 3. Árvore de discussão, baseada num cenário real. Numeração indica a ordem.

As anotações multimédia suportam argumentos completos e expressivos, mas não suportam a discussão por si só. A discussão do nosso cenário não seria suportada por anotações isoladas. A estrutura *Issue-Based* permite que os utilizadores respondam a anotações específicas com argumentos bem identificados. Tal estrutura é essencial para apoiar a tomada de decisão e para revelar a proveniência das decisões de design, o que não seria possível com um conjunto de post-its.

Embora este artigo apresente um modelo virtual numa fase de *design* avançada, cenários em fases mais precoces também podem ser explorados. No entanto, são necessários esforços adicionais para suportar o destaque de partes do modelo e para apresentar as mudanças que ocorrem num modelo virtual (CAD) 3D ao longo do tempo. Esta abordagem também pode ser estendida para suportar as actividades de formação e manutenção de forma natural.

6 Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado pela FCT através dos projetos CEDAR PTDC/EIA-EIA/116070/2009, TECTON-3D PTDC/EEI-SII/3154/2012 e Pest-OE/EEI/LA0021/2013. Daniel Medeiros agradece à Capes pela bolsa recebida (ref 9040/13-7)

Referências

- [1] HUANG, G. Q. Web-based support for collaborative product design review. *Computers in Industry* (2002).
- [2] JOTA, R., AND ET AL. Immiview: a multi-user solution for design review in real-time. *Journal of Real-Time Image Processing* (2010).
- [3] JUNG, T., AND ET AL. Annotating and sketching on 3d web models. In *Proceedings of IUI* (2002), ACM.
- [4] KUNZ, W., AND RITTEL, H. W. *Issues as elements of information systems*, vol. 131. 1970.
- [5] LANGLOTZ, T., AND ET AL. Audio stickies: visually-guided spatial audio annotations on a mobile augmented reality platform. In *Proceedings of OZCHI* (2013), ACM.
- [6] LENNE, D., AND ET AL. Supporting design with 3d-annotations in a collaborative virtual environment. *Research in Engineering Design* (2009).
- [7] SANTOS, I. H., AND ET AL. A collaborative virtual reality oil & gas workflow. *International Journal of Virtual Reality* (2012).
- [8] SILVA, C. T., AND ET AL. Provenance for visualizations: Reproducibility and beyond. *Computing in Science & Engineering* (2007).
- [9] SIMMHAN, Y. L., AND ET AL. A survey of data provenance in e-science. *ACM Sigmod Record* (2005).
- [10] UVA, A. E., AND ET AL. Distributed design review using tangible augmented technical drawings. *Computer-Aided Design* (2010).

Eery Proxemics: Proximidade à Distância usando Múltiplas Superfícies

Maurício Sousa Daniel Mendes Alfredo Ferreira
João Madeiras Pereira Joaquim A. Jorge
INESC-ID/IST/Universidade Técnica de Lisboa

{antonio.sousa, danielmendes, alfredo.ferreira}@ist.utl.pt
{jap, jaj}@inesc-id.pt

Resumo

Com os avanços das ferramentas de video-conferência e de software colaborativo, as reuniões virtuais tornaram-se cada vez mais comuns, uma vez que permitem poupanças em tempo e recursos. No entanto, a sensação de presença ainda é diminuta. Na verdade, os participantes remotos queixam-se de ter uma presença reduzida, enquanto que os participantes locais têm dificuldades para perceber as atividades das pessoas remotas. Neste artigo, apresentamos o conceito de Eery Proxemics, uma extensão dos Proxemics que visa trazer a sintaxe das interações proxémicas para reuniões virtuais e aumentar a consciência das atividades e situação dos participantes remotos. O nosso trabalho centra-se em reuniões virtuais facilitadas por várias superfícies interactivas, que vão desde écrans de grandes dimensões (Walls), tablets e smartphones. Portanto, o nosso objetivo é aumentar o conhecimento mútuo de participantes em locais diferentes, que não se conseguem ver uns aos outros, através de um espaço virtual comum. Nós chamamos este espaço virtual Eery Space. Através dele, é possível tornar a área de interação proxémica visível para que os participantes distantes consigam usar as interações proxémicas naturais e estabelecer intercâmbios de informação. Foi realizada uma avaliação preliminar com pessoas fora do nosso grupo de investigação, onde os resultados indicam que a nossa abordagem é eficaz na melhoria do conhecimento mútuo entre os participantes e suficiente para iniciar as relações proxémicas, independentemente da localização física.

Palavras-Chave

Realidade Virtual, Realidade Aumentada, Colaboração, Interação Proxémica

1. INTRODUÇÃO

Quando as pessoas se reúnem, comunicam de várias maneiras além da forma verbal. Hall [Hall 66] observou que o espaço e a distância entre pessoas (*Proxemics*) tem impacto na comunicação interpessoal. Embora isso tenha sido explorado para ajudar a criação de conteúdo digital colaborativamente [Marquardt 12b], hoje em dia é cada vez mais comum as equipas de trabalho estarem geograficamente espalhadas pelo globo. Com apertados orçamentos de viagens e horários restritos, os membros da equipa contam com as reuniões virtuais. Estas reuniões conseguem reunir convenientemente pessoas de vários e diferentes locais. De facto, através de tecnologia adequada, torna-se possível ver os outros, bem como ouvi-los, o que significa que se torna mais fácil comunicar verbalmente, e até mesmo não-verbalmente, à distância. As novas soluções de videoconferência e telepresença suportam ambos os ambientes desktop comuns e as mais recentes tecnologias móveis, como smartphones e tablets. Exemplos notáveis incluem o Skype e o FaceTime. No entanto, apesar dos avanços tecnológicos, as pessoas remotas muitas vezes sentem-se negligenciadas devido à sua presença li-



Figura 1. Visão do Eery Space: uma pessoa remota controla a Wall, dois participantes separados geograficamente colaboram e uma quarta pessoa olha para eles através de uma janela virtual.

mitada [Neyfakh 14]. Além disso, embora a comunicação verbal e visual possa ser fácil em reuniões virtuais, outros modos de comunicação, ou seja, *proxemics*, ainda podem

ser explorados.

Neste trabalho, apresentamos *Remote Proxemics* como uma forma de interagir proxemicamente com pessoas remotas. Para este fim, nós exploramos o espaço à frente de dois ou mais ecrãs de grandes dimensões (Walls) em locais diferentes, onde as pessoas locais e remotas podem-se encontrar, partilhar recursos e envolverem-se em tarefas colaborativas, como ilustrado na Figura 1. Propomos técnicas que permitem que as pessoas interajam como se estivessem no mesmo espaço físico, bem como abordagens para melhorar a sensação mútua de presença. Finalmente, apresentamos a avaliação preliminar da nossa abordagem.

2. TRABALHO RELACIONADO

Os ambientes virtuais partilhados [Raskar 98] oferecem uma experiência diferente das "cabeças falantes", uma vez que as pessoas podem explorar uma localização remota. Os sistemas mais adequados para a colaboração são os imersivos, ou através de Walls, ou mesmo, através de ecrãs estilo CAVE. Estes sistemas fornecem o tamanho necessário para todas as pessoas numa reunião conseguirem ver os outros e utilizarem o espaço físico para o trabalho colaborativo. Por exemplo, [Cohen 14] apresentaram um sistema de vídeo-conferência com uma cena visual compartilhada para promover um jogo cooperativo com crianças. Os autores mostraram que a metáfora do espelho melhora a sensação de proximidade. Seguindo uma metáfora diferente, [Beck 13] apresentaram um sistema imersivo de telepresença que permite a grupos distribuídos de pessoas se encontrarem num mundo virtual 3D. Os participantes encontram-se frente-a-frente e exploram o modelo 3D. Enquanto que a maioria das interfaces de utilizador comuns exigem que seja a pessoa a despoletar uma ação, como um toque num botão, alguns sistemas têm a capacidade de reagir à presença do utilizador. Para isto, é importante detectar a presença e analisar as relações espaciais entre as pessoas. [Hall 66] declara que as relações espaciais podem evidenciar informação sobre a intenção das pessoas interagirem entre si. [Laga 09] sugere que o conceito de espaço privado pode ser utilizado como indicativo de comunicação não verbal e define um modelo matemático para identificar este espaço.

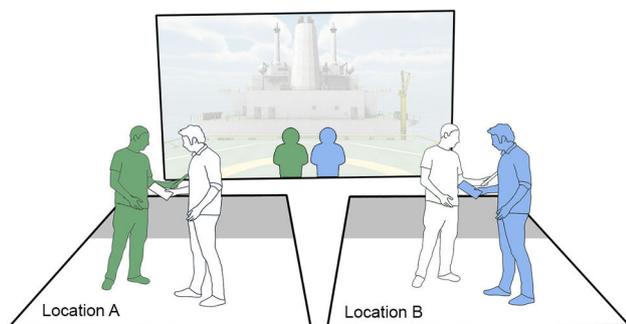


Figura 2. Duas pessoas em locais diferentes interagindo no Eery Space. As Walls mostram o mesmo em ambos os locais.

Mais recentemente, [Marquardt 12b, Marquardt 12a] propõem o uso de interações proxémicas para mediar pessoas, dispositivos e objectos não digitais. Os autores demonstram que através da análise da distância e orientação, as aplicações podem alterar os dados no ecrã ou reagir às pessoas para activar eventos implicitamente.

3. EERY SPACE

De forma a explorar as interações entre pessoas fisicamente separadas, criamos um espaço virtual comum, de forma a ultrapassar a distância que as separa. A este espaço chamamos de Eery Space, onde pessoas munidas de um dispositivo móvel conseguem se encontrar, colaborar e partilhar recursos à frente de uma Wall. Em vez de colocar os utilizadores em frente uns dos outros, como é típico nas soluções comerciais e outros trabalhos [Benko 12, Beck 13], colocamos ambas as pessoas remotas e as locais lado-a-lado, de forma similar ao descrito em [Cohen 14]. Consideramos as posições das pessoas ao longo da Wall e as suas distâncias até ela. Ao contrário da prática comum das interações com utilizadores remotos utilizando a metáfora do espelho, incutimos nas pessoas a sensação de que as pessoas remotas estão à volta das locais e presentes no mesmo espaço partilhado. Assim, o Eery Space cria e reforça o modelo da reunião partilhada onde as interações podem acontecer. Mais, todos os ecrãs Wall mostram a mesma perspectiva de forma a que o foco partilhado da reunião seja plausível.

4. DESENHO DA INTERAÇÃO

Ao colocar as pessoas no mesmo espaço virtual comum, apesar de estarem geograficamente distantes, novas formas de interação se tornam possíveis. Essas novas interações levam em conta o espaço pessoal de cada participante. O lugar de cada pessoa deve ser contabilizado, como se os participantes locais e remotos estivessem na mesma sala. Ao contrário dos sistemas convencionais, que se focam no contato visual, nós concentramos-nos em interações proxémicas.

4.1. Remote Proxemics

Criamos os *remote proxemics* para ser possível identificar as interações naturais que ocorrem entre as pessoas co-localizadas e torná-las disponíveis às pessoas que não estão fisicamente na mesma sala. Trabalhos anteriores indicaram que as pessoas respondem socialmente e naturalmente a elementos de mídia [Reeves 96]. Assim, permitimos que as pessoas remotas interajam através de proxies virtuais apropriados, fazendo tanto o espaço como as ações mutuamente visíveis. Dentro do Eery Space, quando uma pessoa entra no espaço pessoal de outra (um metro da sua posição), estas podem começar a interagir no que chamamos de *Bolha de Interação*. Esta bolha abrange duas ou mais pessoas, locais ou remotas. Quando localizados na mesma bolha, as pessoas podem participar em atividades colaborativas. No nosso protótipo, os participantes podem criar anotações conjuntas e têm a capacidade de ver o conteúdo dos outros em tempo real.

4.2. Moderador

O moderador é a pessoa que tem a autoridade especial de controlar a visualização comum nas Walls, espelhando ações feitas no seu dispositivo móvel. Esta autoridade é concedida a quem se aproxima da Wall, dentro do espaço do moderador (como demonstrado na Figura 2), aproveitando as interações próximas pessoa-dispositivo. O moderador atual abandona o seu papel ao sair deste espaço. Se isso acontecer e outra pessoa está neste espaço, então, essa passa a moderador. Caso contrário, o papel do moderador fica aberto para quem o quiser reclamar depois.

5. VISIBILIDADE E CONSCIÊNCIA

Permanecer conscientes dos outros é algo que tomamos como certo na vida quotidiana, mas manter essa consciência tem-se revelado difícil em sistemas distribuídos em tempo real [Gutwin 02]. Ao tentar manter as pessoas conscientes da presença de outras, um problema importante é como fornecer essa informação de forma não intrusiva, mas eficaz. Seguindo as orientações de colaboração propostas por [Erickson 00], utilizamos as técnicas descritas abaixo para aumentar a visibilidade e notoriedade das outras pessoas, ou seja, dos participantes remotos, seja através da Wall ou dos dispositivos móveis.

Sombras na Wall Cada pessoa tem uma sombra correspondente na Wall, que se distingue por um nome e uma cor única, como demonstrado na Figura 3, de forma similar a [Apperley 03]. O tamanho da sombra reflete a distância da pessoa à Wall para dar uma noção da relação espacial entre as pessoas e a superfície interativa. Além disso, cada pessoa tem uma aura colorida em torno da sua sombra. Quando duas ou mais pessoas têm a mesma cor da aura, encontram-se na mesma bolha e podem iniciar tarefas colaborativas.

Janelas Virtuais fornecem uma representação direta da posição e orientação das outras pessoas. Estas representam uma vista do mundo virtual, de forma similar a [Basu 12]. Combinando a posição das pessoas e a orientação dos seus dispositivos móveis, calculamos uma perspectiva indivi-

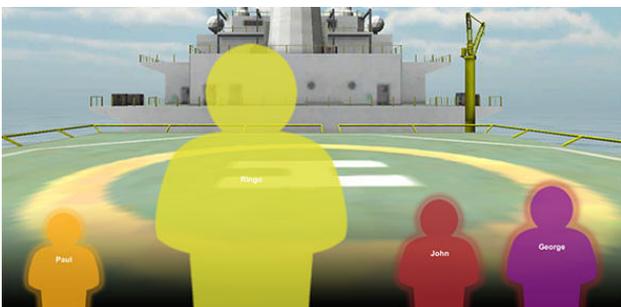


Figura 3. Sombras dos participantes na Wall. A maior representa o moderador. As duas pessoas na direita com auras vermelhas estão na mesma bolha. Quanto maior for a sombra mais próxima a pessoa está da Wall.



Figura 4. A Janela Virtual oferece uma visão pessoal para o mundo virtual, mostrando avatares com a posição e orientação de acordo com a Wall, do ponto de vista do proprietário do dispositivo. Neste caso, dois participantes, um local e um remoto.

dual. A Janela Virtual mostra ambas as pessoas locais e remotas (Figura 4), representadas por avatares dentro do mundo virtual.

Mapa da Bolha Sempre que um participante inclina o seu dispositivo para uma posição horizontal, uma vista superior parcial do espaço Eery é mostrada, como demonstrado na Figura 5. No centro, o dono do dispositivo é representado por um grande círculo branco. Outros participantes que estão perto o suficiente para estar na mesma bolha também são retratados por grandes círculos, pintados com a sua cor única. Participantes fora da bolha são representados fora do écran. Recorrendo a uma abordagem similar a [Gustafson 08], colocamos esses círculos (menores do que as pessoas na mesma bolha) na borda, indicando a sua direção de acordo com a sua posição no Eery Space.

Espaço Íntimo O Eery Space foi concebido, tendo em mente o respeito pelo espaço pessoal de cada participante. Todos os participantes têm o seu próprio espaço assegurado, mesmo quando não estão na mesma sala física que os outros. Para prevenir participantes de invadir o espaço de outros, oferecemos *feedback* háptico, vibrando os seus dispositivos móveis sempre que isto acontece.

6. AVALIAÇÃO PRELIMINAR

Para avaliar se as nossas técnicas fornecem *feedback* suficiente para que as pessoas possam interagir remotamente, realizámos uma pequena experiência. Construímos o nosso sistema usando um rastreador baseado em múltiplas câmeras Microsoft Kinect, que é capaz de identificar seis pessoas, lida com oclusões e resolve a posição de cada um. Utilizamos Unity3D para desenvolver um sistema distribuído multi-cliente para exploração de um ambiente virtual 3D, com suporte para múltiplos écrans, tablets e

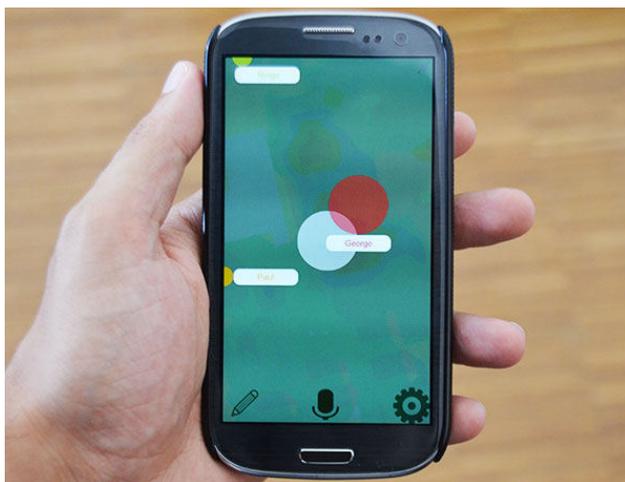


Figura 5. Mapa da Bolha. O círculo branco no centro representa o dono do dispositivo. O vermelho representa um participante na mesma bolha. Os pequenos círculos na borda são pessoas fora da bolha.

smartphones. Para esta experiência, dois participantes foram colocados em salas diferentes equipadas com um display Wall. O nosso cenário foi construído à volta de tarefas de desenho e revisão de modelos 3D. Ambos os participantes foram convidados a assumir o controlo Wall, em turnos, para navegar até um ponto no modelo e, em seguida, abordar uma pessoa local e outra remota para iniciar uma anotação colaborativa. Através de um questionário qualitativo usando uma escala Likert de 6 valores (1 - muito difícil, 6 - muito fácil), seis participantes indicaram que foi fácil (≥ 5) executar as tarefas. Ainda, descobrimos que não existem diferenças significativas em localizar a pessoa remota no *Eery Space* em relação a uma pessoa local (≥ 5 em ambos os casos).

7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

Nas reuniões virtuais, os participantes remotos muitas vezes se sentem negligenciados devido à sua presença limitada. De forma a mitigar isto, o nosso *Eery Space* traz interações proxémicas a pessoas geograficamente distantes. Nós exploramos ambas as interações proxémicas pessoa-pessoa e pessoa-dispositivo, e técnicas desenvolvidas para fornecer a consciência adequada das ações dos participantes, tanto remotos como locais. Os resultados da avaliação preliminar com utilizadores sugerem que a nossa solução é capaz de fornecer os meios necessários para que as pessoas se envolvam em actividades de cooperação com base na sua localização dentro do espaço virtual comum e em relação às Walls. Para trabalho futuro, gostaríamos de verificar se avatars, que representem mais fielmente as pessoas, conseguem aumentar a sensação de presença dos participantes remotos e locais. Além disso, temos a intenção de aplicar o nosso conceito a diferentes campos, tais como edição e manipulação colaborativa de modelos de engenharia ou visualização de dados médicos.

8. AGRADECIMENTOS

O trabalho apresentado neste artigo foi parcialmente financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através dos projetos CEDAR (PTDC/EIA-EIA/116070/2009), TECTON-3D (PTDC/EEI-SII/3154/2012), Pest-OE/EEI/LA0021/2013 e através da bolsa SFRH/BD/91372/2012.

Referências

- [Apperley 03] Mark Apperley, Laurie McLeod, Masood Masoodian, Lance Paine, Malcolm Phillips, Bill Rogers, e Kirsten Thomson. Use of video shadow for small group interaction awareness on a large interactive display surface. 2003.
- [Basu 12] Aryabrata Basu, Andrew Raij, e Kyle Johnsen. Ubiquitous collaborative activity virtual environments. Em *Proc. of CSCW '12*, 2012.
- [Beck 13] S. Beck, A. Kunert, A. Kulik, e B. Froehlich. Immersive group-to-group telepresence. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 2013.
- [Benko 12] Hrvoje Benko, Ricardo Jota, e Andrew Wilson. Miragetable: freehand interaction on a projected augmented reality tabletop. Em *Proc. of CHI '12*, 2012.
- [Cohen 14] Maayan Cohen, Kody R. Dillman, Haley MacLeod, Seth Hunter, e Anthony Tang. Onespace: Shared visual scenes for active freeplay. Em *Proc. of CHI '14*, 2014.
- [Erickson 00] Thomas Erickson e Wendy A. Kellogg. Social translucence: An approach to designing systems that support social processes. *ACM TOCHI*, 2000.
- [Gustafson 08] Sean Gustafson, Patrick Baudisch, Carl Gutwin, e Pourang Irani. Wedge: Clutter-free visualization of off-screen locations. Em *Proc. of CHI '08*, 2008.
- [Gutwin 02] Carl Gutwin e Saul Greenberg. A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware. *CSCW*, 2002.
- [Hall 66] Edward T. Hall. *The Hidden Dimension*. Doubleday, 1966.
- [Laga 09] Hamid Laga e Toshitaka Amaoka. Modeling the spatial behavior of virtual agents in groups for non-verbal communication in virtual worlds. Em *Proc. of IUCS '09*, 2009.
- [Marquardt 12a] Nicolai Marquardt, Till Ballendat, Sebastian Boring, Saul Greenberg, e Ken Hinckley. Gradual engagement: Facilitating information exchange between digital devices as a function of proximity. Em *Proc. of ITS '12*, 2012.
- [Marquardt 12b] Nicolai Marquardt, Ken Hinckley, e Saul Greenberg. Cross-device interaction via micro-mobility and formations. Em *Proc. of UIST '12*, 2012.
- [Neyfakh 14] Leon Neyfakh. My day as a robot, May 2014. Online: <http://www.bostonglobe.com/ideas/2014/05/10/day-robot/6UAMgmUFn0mZhoMS8vy0GK/story.html>, accessed 14-June-2014.
- [Raskar 98] Ramesh Raskar, Greg Welch, Matt Cutts, Adam Lake, Lev Stesin, e Henry Fuchs. The office of the future: A unified approach to image-based modeling and spatially immersive displays. Em *Proc. of SIGGRAPH '98*, 1998.
- [Reeves 96] Byron Reeves e Clifford Nass. *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. 1996.