

# 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.**

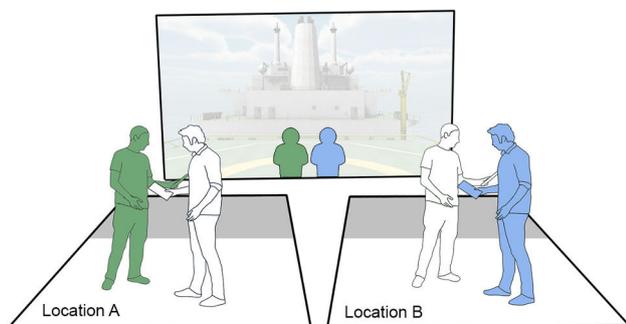
mitada [Neyfakh 14]. Além disso, embora a comunicação verbal e visual possa ser fácil em reuniões virtuais, outros modos de comunicação, ou seja, *proxemics*, ainda podem

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 écrans 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 écrans 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 écran 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 écrans 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

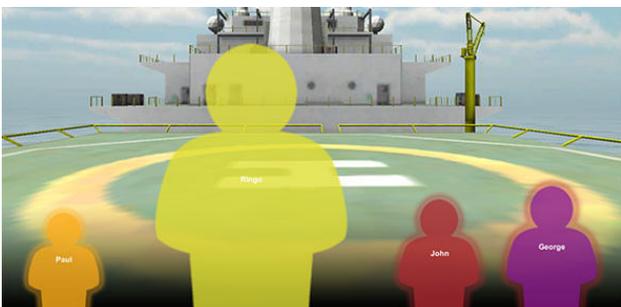
O moderador é a pessoa que tem a autoridade especial de controlar a visualização comum nas Walls, espelhando ações feitas no seu dispositivo móvel. Esta autoridade é concedida a quem se aproxima da Wall, dentro do espaço do moderador (como demonstrado na Figura 2), aproveitando as interações próximas 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.**

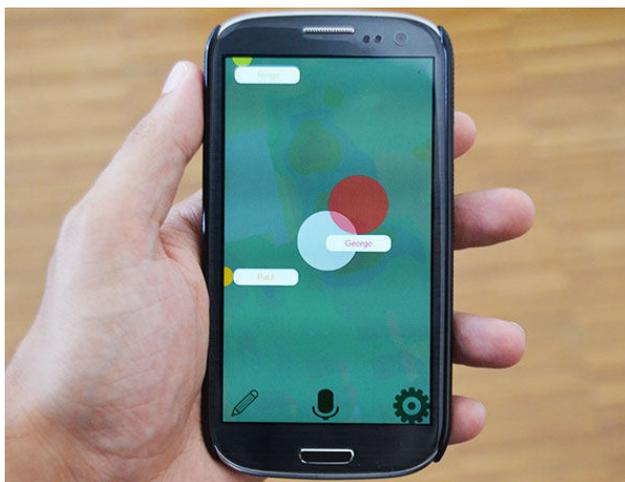
dual. A Janela Virtual mostra ambas as pessoas locais e remotas (Figura 4), representadas por avatares dentro do mundo virtual.

**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 ( $\geq 5$ ) executar as tarefas. Ainda, descobrimos que não existem diferenças significativas em localizar a pessoa remota no *Eery Space* em relação a uma pessoa local ( $\geq 5$  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.