

Laboratório VISGRAF

Instituto de Matemática Pura e Aplicada

Presença em Mundos Virtuais

Antonia Lucinelma Pessoa Albuquerque
Luiz Velho (orientador)

Technical Report TR-02-04 Relatório Técnico

June - 2002 - Junho

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

Presença em Mundos Virtuais

Antonia Lucinelma Pessoa Albuquerque

Orientação: Luiz Velho

1 Introdução

Realidade virtual, simulações, video-conferência, computadores que falam, comunidades virtuais, realidade aumentada e outras, são tecnologias emergentes que apesar de diferirem em muitos aspectos, cada uma delas é projetada para dar ao usuário um tipo de experiência mediada (através do uso de mídias) que pareça natural, direta e real, e que pareça não mediada, que crie para o usuário um forte senso de presença.

Presença é uma propriedade do indivíduo, e é variável entre pessoas e tempo; não é uma propriedade da tecnologia ou uma das tecnologias referenciadas como mídia. As tecnologias ou mídia com características específicas são voltadas para evocar várias respostas de presença nos indivíduos [1].

Um melhor conhecimento do que é presença, o que estimula e desestimula isso nos usuários e seus efeitos, economiza tempo, dinheiro e melhora o produto final no projeto de novas tecnologias.

Alguns tópicos importantes relacionados a presença e ainda não resolvidos incluem: a definição de presença, métodos para medidas de presença, a identificação de fatores que criam ou destroem presença, e a relação de presença com desempenho de tarefas [2].

O presente trabalho disserta sobre os conceitos de presença, e como as tecnologias podem evoluir para aumentar esse sentimento de presença e melhorar as relações sociais e o senso de co-presença através dos mundos virtuais.

2 Conceito de Presença

Presença é a sensação subjetiva de estar em um ambiente distinto do ambiente físico da pessoa. A ilusão perceptual de uma experiência não mediada [3].

Em qualquer comunicação mediada entre usuários remotos, a pessoa está fisicamente em um lugar, mas envolvida e respondendo ao ambiente remoto. À medida que a sensação de presença aumenta o usuário se torna mais consciente e envolvido no ambiente remoto e menos consciente do ambiente no qual ele está fisicamente localizado [4].

Em [3] é apresentado um estudo baseado em várias literaturas que define seis conceitos de presença em ambientes virtuais. Estes conceitos estão interligados, mas distintos.

- *Presença como enriquecimento do fator social.*

É a forma como a mídia é percebida como sociável, sensível, pessoal ou íntima, quando usada para interagir com outra pessoa. Uma lista de comportamentos que propiciam essa interação inclui postura, posição dos braços, expressão facial, gestos, toque, duração da fala, qualidade de voz, olfato, etc. Dois importantes conceitos são analisados nestes comportamentos: intimidade e *immediacy* (qualidade de parecer real e importante, de forma a causar envolvimento).

- *Presença como realismo.*

Corresponde ao grau de precisão na representação de objetos, eventos, e pessoas; representação essa que pareça, soe e sinta como real.

- *Presença como meio de transporte*

São consideradas três formas de transporte: “Você está lá” - quando o usuário é transportado para outro lugar. “Isto é aqui” - outro lugar e objetos são transportados para o usuário. Está relacionado com o quanto a pessoa sente que aquilo está relacionado com ela. “Nós estamos juntos” - dois ou mais comunicadores são transportados para um lugar que eles compartilham. Em uma vídeo conferência, participantes podem ter a impressão de estarem compartilhando um espaço.

- *Presença como imersão.*

Enfatiza a idéia de imersão perceptual e psicológica. Em uma experiência de realidade virtual, os sentidos são imersos em um mundo virtual: olhos encobertos, mundo real invisível, ouvidos com headphone, mãos com luvas. Imersão perceptual é o grau de envolvimento que o ambiente virtual absorve o sistema perceptual do usuário.

- *Presença como um ator social na mídia*

Em uma interação parasocial, usuários de mídia respondem a estímulos apresentados por pessoas que se encontram na mídia, por mais ilógico e inapropriado que isso possa parecer. O tratamento ilógico de entidades mediadas como atores sociais não está limitado a televisão. Atores virtuais tem seus fãs clubes.

- *Presença da mídia como ator social*

Isto envolve respostas sociais de usuários da mídia, não às entidades tais como pessoas ou computadores, mas a sugestões fornecidas pela própria mídia. Nestas respostas sociais a computadores e televisões, usuários ignoram, de uma forma ilógica, a natureza mediada da experiência de comunicação.

Mas existem outras variações sobre o tema. Schloerb [5] divide presença em “presença subjetiva” e “presença objetiva”. Presença subjetiva como sendo a probabilidade da pessoa perceber que está fisicamente presente no ambiente. Presença objetiva como sendo a probabilidade de uma tarefa específica ser completada com sucesso. Em contrapartida, Heeter [6]

define três dimensões de presença: *presença pessoal* como a extensão do quanto e porque uma pessoa sente como se estivesse no mundo virtual; *presença social* refere-se a quanto outros seres, vivos ou sintéticos, existem no mundo e demonstram reagir à presença da pessoa; *presença ambiental* refere-se a quanto o ambiente parece saber que a pessoa está presente e reage a ela, por exemplo, luzes que acendem quando a pessoa entra em uma sala.

Pesquisadores que querem analisar subjetivamente presença em mundos virtuais podem começar por tentar identificar o maior número de características possíveis deste mundo que podem contribuir para convencer alguém de que ele está lá. Projetistas de mundos virtuais, quando projetando novas experiências, podem conscientemente procurar adicionar propriedades que melhorem o senso de presença. Talvez, coisas simples que custem barato em termos de memória ou processamento possam significativamente melhorar a experiência de presença [6].

3 Envolvimento do corpo como fator de presença

Ambientes virtuais baseados em comunicação textual ou voz são caracterizados pela ausência do corpo físico. Deve-se admitir que o senso de envolvimento do corpo em ambientes virtuais é um sentimento inteiramente construído, vindo principalmente da nossa consciência e não do nosso físico [7].

“Na comunicação real o corpo funciona como um sinal para autenticidade e confiança no que foi dito. Nós olhamos para os corpos de nossos oponentes para decidir se o outro está falando a verdade ou não, nós temos consciência das discrepâncias entre o que é e o que o corpo mostra, nós precisamos de sinais físicos para entender melhor o que o outro está falando” [7].

Presença é um dos mais elusivos e evocativos aspectos de sistemas virtuais, e forma a verdadeira base na qual a imersão é construída. Em mundos multi-usuários, não é apenas através da inclusão de uma representação do ser que se constrói presença. O crescimento de presença não só consiste de prática incorporada, mas de prática social incorporada e isto levanta importantes aspectos teóricos e implicações de projeto para mundos multi-usuários [8].

Nos mundos virtuais as pessoas podem construir identidades virtuais de acordo com seus próprios desejos e apresentar-se desta forma. O contato com a outra pessoa é via texto e/ou voz; e imagem no caso dos video-chats. O processo de comunicação é uma mistura desses recursos, mas a imaginação desempenha um papel importante nestes ambientes. Nos ambientes gráficos, com o corpo representado por avatares, as pessoas não podem nem saber exatamente se estão conversando com homens ou mulheres.

Através dos avatares, usuários incorporam a si mesmos para tornar real seu envolvimento com o mundo virtual. Os “corpos” que as pessoas usam nestes ambientes dão um significado de viver digitalmente para habitar os mundos virtuais. Os usuários não existem simplesmente com suas mentes, mas constroem sua identidade através dos avatares [8].

Em mundos virtuais gráficos, a presença do usuário é inicialmente indicada pela sua imagem na tela. É impossível esquecer que um usuário está na sala já que sua imagem (ou avatar) é constantemente visualizada. Avatares não existem isoladamente, e sim em um contexto. Erros ou projetos pobres frequentemente conspiram para romper o senso de presença. Ambientes gráficos regularmente deslocam a atenção do usuário do espaço e corpo para pequenos erros gráficos. Ver pessoas inadvertidamente atravessar paredes ou desaparecer de repente são problemas frequentes em muitos sistemas. O sentimento de ser jogado para fora de um mundo virtual a qualquer instante ressalta a fragilidade das múltiplas formas digitais de envolvimento do corpo [8].

Os sistemas não podem focar em aspectos distintos, tais como objetos, excluindo o aspecto social; ou o social, excluindo a paisagem e formas, pois irão constantemente quebrar a atenção do usuário de um total envolvimento no mundo virtual. Projetar mundos virtuais visando um grande número de formas que estimulem presença é o ponto central para um bom projeto [8].

3.1 Envolvimento progressivo do corpo em ambientes virtuais [9]

Este artigo [9] trata de como o corpo está se tornando cada vez mais presente no espaço virtual. “O corpo é a mídia de representação da mente”. Esse envolvimento progressivo do corpo está também muito evidente nas discussões, pesquisas e desenvolvimento de realidade virtual imersiva avançada, sistemas de realidade aumentada e computadores *wearables*.

Segundo Biocca [9], realidade virtual é uma tecnologia imatura. A Figura 1 mostra uma classe de variáveis que são críticas ao refinamento de ambientes virtuais e ao envolvimento progressivo do corpo. Olhando apenas pelo lado da evolução do hardware e sistemas operacionais, ele caracteriza o projeto de envolvimento progressivo do corpo pelo desenvolvimento das seguintes variáveis: acoplamento sensorial, acoplamento motor e coordenação motorsensorial.

Em muitos sistemas de ambientes virtuais, principalmente os imersivos, esse envolvimento progressivo do usuário dentro da interface requer avanços significativos nos projetos, tais como:

1. *Projetar um espaço para o corpo agir*: como criar a ilusão de um ambiente coerente e estável espacialmente, com um mínimo necessário de propriedades sensoriais do mundo físico (espaço visual, espaço auditivo, resistência e pressão tátil, paladar, etc)?
2. *Projetar outros seres inteligentes*: os mundos virtuais também não podem ser cidades fantasmas. Precisa-se ter a percepção de outros seres inteligentes. Isso normalmente é tratado nos projetos de agentes e avatares e de humanos virtuais. O objetivo é dar ao usuário total interação em primeira pessoa, com outros seres animados, com uma complexa expressividade.

Estes são alguns aspectos importantes a serem atingidos:

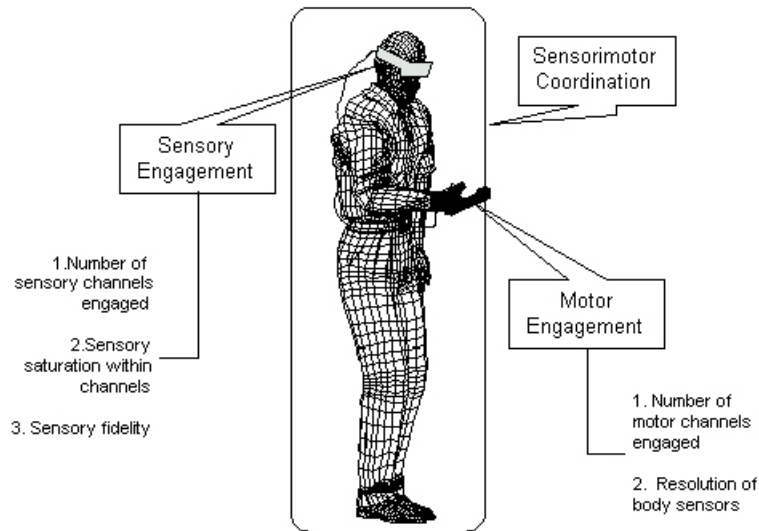


Figura 1: Cyborg

- Projeto da morfologia do corpo
- Expressividade do corpo
- Inteligência percebida via ação e expressão do corpo - controlando diretamente o movimento e comportamento de um avatar, o operador humano fornece inteligência em tempo real.

3. *Projetar a representação do corpo (avatar):* em realidade virtual imersiva a representação do corpo do usuário é um assunto que envolve profunda análise psicológica.

A interface de um sistema de realidade virtual define a fronteira entre dentro e fora, entre a parte do mundo virtual que “sou eu” e a parte que é o mundo virtual propriamente.

3.1.1 Três formas nas quais o corpo “sente” presença em um ambiente virtual, segundo Biocca [9]

Mais comumente os efeitos psicológicos ou objetivos do envolvimento do corpo em ambientes virtuais podem ser expressos como várias formas de *presença*.

- Telepresença - desejo por transcendência física e o controle de experiência sensoriada. Esse desejo já é claro nos trabalhos pioneiros de Ivan Sutherland, 1965: “Um display conectado a um computador digital nos dá a oportunidade de ganhar familiaridade com conceitos não realizáveis no mundo físico”.

- Presença como transporte dos sentidos via telecomunicação dá a ilusão de estar presente em um local distante (telefone, televisão, são exemplos)
- Intenso retorno do sensoriamento através do *tracking* da cabeça em realidade virtual faz com que as pessoas tomem consciência de seu corpo. A pessoa sente como se estivesse realmente dentro daquele mundo virtual.

3.1.2 Estar lá - O senso de presença física em um Cyberspace

“A mediação nos ambientes virtuais leva-nos a reconsiderar como o corpo ativo media nossa construção do mundo físico.”

Onde você está? Oscilações no senso de presença: o ambiente físico, o ambiente virtual e o ambiente imaginário. Presença oscila entre esses três polos.

Do ponto de vista de projeto, presença física é crítica em aplicações que envolvem cognição espacial, a transferência de modelos espaciais do mundo virtual para o mundo físico, e a fuga (escape) do mundo físico. Alguns exemplos de aplicações onde presença física é crítica são: *walkthroughs* em projetos de arquitetura, simulações de batalhas, projetos de engenharia e alguns passeios para entretenimento.

3.1.3 A ilusão de presença social

Para muitos, comunicação face-a-face é o ideal que as tecnologias de mídia tentam reproduzir. Tipicamente, a comunicação mediada é descrita como mecanicamente conveniente, algumas vezes oportuna, mas no final das contas um substituto limitado da comunicação face-a-face. Se a comunicação mediada não é um substituto adequado para a comunicação face-a-face, então em que grau uma mídia simula a presença face-a-face de outra pessoa. Ou em que grau um usuário sente a presença social de um outro?

Existem dois problemas práticos de projeto que sempre são considerados no projeto das mídias:

- Transportar e exibir padrões de energia (ex: vídeo, som) para gerar a ilusão de outra pessoa (isto é, bonecos, fotos e avatares). O transporte dos sentidos é uma questão constante da telecomunicação. Como pode-se usar tecnologia para romper espaços e dispositivos de armazenamento para romper tempo de forma que a comunicação entre duas pessoas distantes seja possível? No momento, maiores avanços destes objetivos tomam a forma de projeto de ambientes virtuais sociais populados por avatares que exibem, em tempo real, a transmissão de algumas habilidades da comunicação humana, tais como: morfologia, movimento, som, e força física.
- Criar um outro ser artificial (robots e animais). O sonho de criação do homem através da robótica, inteligência artificial, etc, para criar um dispositivo que possa imitar a morfologia, movimento e comportamentos do homem, ou para servir a seus criadores.

Superficialmente, o objetivo de presença social parece simples, mas o projeto de uma presença social verdadeiramente interativa é muito complexo.

Como usar tecnologia de comunicação para romper espaços e tempo, tal que a comunicação física entre 2 humanos distantes possa ser possível?

3.2 *Designing Personal Tele-embodiment* [10]

Este trabalho propõe uma ampliação nas pesquisas realizadas em robótica que pode resultar na inclusão da robótica na vida de pessoas comuns, da mesma forma que computadores PCs migraram dos laboratórios para uso doméstico. O interesse é identificar e apurar alguns tratamentos ou tarefas que são inerentes à comunicação de humanos, entendimento e interação para tentar implementá-los em um sistema em rede, com interface intuitiva.

O principal objetivo é prover um grau razoável de telepresença pessoal que permita às pessoas comunicarem-se e interagirem de forma usual com pessoas em lugares remotos, de forma diferente das disponíveis nos sistemas atuais. Na opinião deles, este sistema pode ser desenvolvido agora, a um custo mínimo e fornecer novas metáforas na comunicação mediada humano-humano.

Personal Roving Presence - PRoP - permite que pessoas projetem sua presença em um espaço real remoto e não em um espaço virtual, usando um robot ao invés de um avatar. Esta abordagem é chamada também de “forte telepresença” ou *tele-embodiment*.

O usuário conversa com um grupo ou uma pessoa, falando ao microfone conectado ao seu computador, o som é enviado via internet e emitido pelo auto-falante do PRoP por uma conexão sem cabo.

A Figura 2 mostra os componentes do PRoP: câmera, tela de vídeo, braço-mão apontador controlável, microfone, auto-falante, e base móvel.

A escolha para o *design* do PRoP foi amplamente baseada no estudo e observação de pessoas em suas rotinas diárias mais do que em pesquisas de hardware elaborados.

O design do PRoP inclui um duplo canal de áudio que permite engajar usuários em conversas remotas. Um resultado esperado nesta característica do áudio é captar o barulho do ambiente em torno do PRoP. A experiência usando PRoP foi notadamente mais convincente quando as pessoas puderam perceber o ambiente remoto através de alguns sinais auditivos como portas abrindo, elevadores chegando, a aproximação de outras pessoas, conversas próximas, música tocando, tráfego, etc.

A qualidade visual de uma localização (cor, forma, tamanho, iluminação, etc.) é essencial para transportar os vários intangíveis elementos de comunicação quando da tele-visita a uma localização remota. Por isso o sistema tem dois níveis de resolução de vídeo, identificado como o mínimo necessário para as atividades das pessoas. O sistema fornece um amplo ângulo de visão semelhante à visão do olho humano, para navegar e reconhecer pessoas (e objetos) e também um campo de visão menor para ler textos em papéis, quadros, portas, e telas de computador.

PRoP deve ser capaz de acessar os locais que as pessoas habitam no dia a dia, desempe-

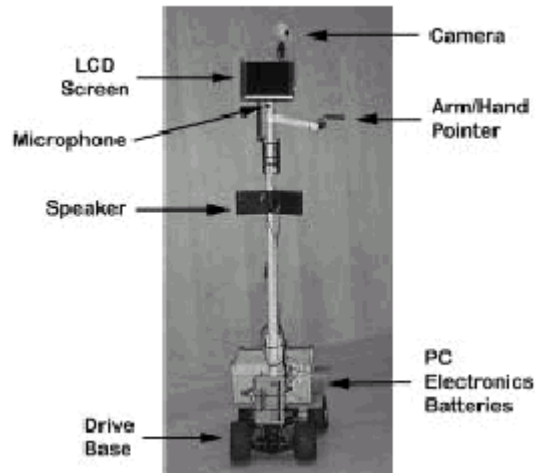


Figura 2: Componentes do PRoP

nhar locomoções simples como pequenas inclinações, curvas, degraus, e pequenas variações nas superfícies dos pisos (calçadas, gramas, etc). Para ter essa mobilidade faz-se necessário que o PRoP seja sem cabo (*wireless*). É importante também controlar a velocidade do PRoP, tipicamente através de redução de marcha, para aproximadamente imitar o andar humano.

Para melhorar o problema de navegação, quase sempre tedioso para o usuário, facilitar a habilidade de olhar uma sala, e ter uma noção de seu tamanho, ocupantes, etc, foi incorporado ao PRoP uma pequena “cabeça” móvel (isto é, uma câmera em uma plataforma com controle de *pan* e *tilt*). Isto permite PRoP fazer gestos conversacionais como humanos, tais como virar para ver rosto de alguém, dirigir-se a alguém ou simplesmente dar atenção a determinada pessoa. Estas ações são também visíveis pelas pessoas que interagem localmente com o PRoP e dão condições de mostrar gestos simples que deixam as pessoas saber quando estes estão sendo dirigidos ou vistos pelo usuário remoto.

Gestos têm uma grande importância na comunicação de humanos. Usuários remotos sentiram necessidade de apontar para uma pessoa, objeto ou direção na localização remota. Então foi adicionado um apontador simples com dois graus de liberdade. Os movimentos padrões permitem ao usuário do PRoP expressar gestos adicionais, e chamar atenção para si para fazer uma pergunta em uma sala cheia, por exemplo.

PRoPs são também uma plataforma ideal para estudar interação de humanos mediadas por computador porque eles operam em espaços sociais existentes e podem interagir com grupos de humanos.

3.3 Interações Envolvendo Corpo em Ambientes Sociais Virtuais [11]

Apesar de muitos sistemas para mundos virtuais terem sido projetados e usados para interações sociais, suas interfaces não promovem um forte senso de presença no ambiente através de personificação e nem com interatividade com objetos dentro do ambiente. O controle do usuário sobre seu avatar está restrito a um conjunto limitado de modelos de interações o que, por sua vez, limita os tipos de interações sociais que poderiam existir entre os usuários.

O ponto forte da interação social nestes sistemas ainda está no chat via texto ou voz, permitindo uma comunicação verbal. Em alguns sistemas, a interação com objetos se dá através de “Click-e-descubra”. Quando um objeto tem uma ação associada a ele, o cursor do mouse do usuário muda a forma ao passar sobre o objeto, mas o usuário não sabe previamente o significado da sua ação sobre o objeto. Além do mais essa ação se dá pelo cursor e não pelo avatar. O avatar não tem uma animação que indique a sua ação e também não há uma indicação dessa ação para outro usuário. Isso não leva a uma experiência convincente.

Este artigo estuda uma solução que envolve melhorar essa comunicação através de ações de mais alto nível realizadas sobre objetos, pelos avatares. O controle do avatar é compartilhado entre o usuário e um motor de animação baseada em comportamento. A proposta da solução é aumentar a habilidade do usuário para desempenhar tarefas em um ambiente social e com isso aumentar o senso de presença no ambiente através do sentimento de uma maior personificação.

As interações em um ambiente virtual social precisam incluir mecanismos para o usuário controlar seu avatar de forma que o próprio avatar interaja com objetos. Estes objetos de interação incluem outros avatares presentes no ambiente e poderia incluir também personagens sintéticos. Isto requer que o avatar, em certo nível, esteja consciente de sua vizinhança ou habitat, e tenha um repertório conhecido de ações que ele mesmo é capaz de executar. Exige também que o sistema seja capaz de conhecer quais ações podem ser desempenhadas sobre cada objeto.

O sistema precisa definir componentes no nível do objeto e não no nível da descrição da cena. Animações podem ser definidas em um nível de abstração de comportamento acima das rotações e translações, o que poderia reduzir a frequência de mensagens necessárias para sincronizar as exibições no cliente.

Usando uma interface que apresente claramente as ações disponíveis sobre os objetos, ajuda ao usuário compreender as tarefas que podem ser desempenhadas por seu avatar no ambiente. Melhorando esse conhecimento, o usuário se sentirá mais engajado no ambiente que em contra partida o levará a acreditar que ele está neste ambiente. Após iniciar uma ação, o usuário será capaz de ver a ação executada pelo seu avatar sobre o objeto. Isto deve criar um maior senso de envolvimento, que deverá proporcionar um aumento no seu senso de presença.

Usuários serão capazes de olhar outros avatares desempenhando tarefas e saber que outros podem ver suas próprias ações. Além disso, como avatares são também objetos no mundo virtual, um usuário pode sinalizar seu próprio avatar para fazer uma ação sobre outro avatar. Tais atividades semelhantes à vida real devem melhorar o sentimento, entre usuários,

da existência e respostas desses avatares.

4 Fatores que influenciam o senso de Presença

Fatores determinantes de presença estão na mídia utilizada e nas características do usuário.

Qualquer experiência no mundo físico é mediada pelos sentidos humanos e por processos perceptuais complexos. Alguns estudiosos do assunto identificaram esta experiência como *experiência mediada de primeira ordem*, que é a forma natural que nós percebemos o mundo físico e que nos dá a sensação de estarmos presente em nosso ambiente, constituindo um conceito mais abrangente do termo presença e não uma simples abreviação do termo telepresença [1].

Esta experiência de primeira ordem também pode gerar percepções que não correspondem à realidade do mundo físico; presença refere-se então à parte desta experiência humana na qual esta “percepção equivocada” envolve o verdadeiro papel da tecnologia na experiência. Presença ocorre quando parte ou todo de uma experiência pessoal é mediada não apenas pelos sentidos humanos e processos perceptuais mas por tecnologia desenvolvida pelo homem, ao mesmo tempo que a pessoa percebe a experiência como se fosse mediada apenas pelos sentidos humanos e processos perceptuais. Isto é chamado de *experiência mediada de segunda ordem*. Por este fator, se faz necessário que pesquisadores comparem percepções e respostas humanas no contexto da tecnologia com percepções e respostas humanas no contexto que não envolve tecnologia (referenciados como “contextos interpessoais”, ou não mediados, ou contextos reais) [1].

Um grande número de causas possíveis já foi proposto para justificar os diversos tipos de presença. As causas podem atuar individualmente ou em várias interações e incluem:

- Características da forma da mídia/tecnologia, tais como: quantidade e consistência das saídas sensorizadas, qualidade e tamanho da imagem, distância visual, uso de movimento e cor, fidelidade e volume do áudio, dimensão visual e auditiva, inúmeras variáveis relacionadas com interatividade, técnicas de câmera.

O desenvolvimento de mídias visuais tais como fotografia, cinema e televisão pode ser visto como tentativas de aumentar o realismo melhorando o tamanho e fidelidade das telas. No caso de telas interativas, o usuário pode explorar ativamente o ambiente mediado [4].

- Características do conteúdo da mídia/tecnologia, tais como: realismo social (credibilidade), qualidade, uso de convenções e a natureza da tarefa ou atividade.
- Características do usuário da mídia/tecnologia tais como: querer acreditar, conhecimento de uma prévia experiência com a tecnologia, idade e gênero.
- Estímulo dos sentidos: estímulo visual e auditivo são os pontos de sensoriamento mais comuns e disponíveis em experiências mediadas, mas é importante considerar os ou-

tros fatores que podem aumentar o senso de presença tais como olfato, movimento do corpo (*vection*), estímulo tátil e retorno de esforço tátil (*force feedback*).

- Interferência da mídia: para ter a ilusão de uma experiência efetivamente não mediada, a mídia não deve ser evidente ou interferir na aplicação. De preferência esta não deve chamar a atenção do usuário acentuando o fato de que a experiência é mediada.
- Número de pessoas participantes: as pessoas querem conexão com outras pessoas mais do que qualquer outra experiência. Colocar mais de uma pessoa em um mundo virtual pode ser uma maneira fácil de induzir o senso de presença, sem levar em consideração outros aspectos do mundo.
- Experiência em tempo real ou pós-processada: o conhecimento de que o evento foi gravado torna mais difícil para os usuários perceberem a experiência como não mediada.

4.1 Estudos realizados para análise e medida dos fatores que influenciam no senso de presença

As diferentes evidências de presença resultaram em diferentes formas de tentar medir presença, que foram divididas em dois grandes grupos: medidas *objetivas* e *subjetivas*. Medidas objetivas envolvem monitorar o impacto de um ambiente virtual sobre reações menos conscientemente controladas, tais como respostas a sustos, ou medidas fisiológicas como pulso e respiração. Medidas subjetivas envolvem perguntar direta ou indiretamente sobre sentimento ou emoção no ambiente virtual. Exemplos de perguntas diretas são: “Quão forte foi seu senso de presença, de estar lá, no ambiente virtual?” ou “Se seu nível de presença no mundo real é 100, e seu nível é 1 quando não está presente, avalie seu nível de presença neste mundo virtual”. Outros estudos fazem comparações subjetivas: “Seu senso de estar no mundo virtual cresce, decresce ou é estável durante o experimento?” [12].

No intuito de desenvolver uma terapia para medo de falar em público usando realidade virtual, Slater [13] analisou reações de palestrantes durante 5 minutos de palestra para um público virtual. O comportamento do público variou desde entusiástico com reações de interesse como movimento de cabeça e aplausos até desinteresse e reações rudes como testa franzida ou sair da sala da palestra. Os resultados mostraram que a auto-avaliação do palestrante sobre sua performance está relacionada com a reação do público virtual, isto é, uma resposta positiva do público levou a uma auto-avaliação positiva. Apesar deste experimento visar o tratamento do medo de falar em público, pode-se concluir que medidas de presença social (ex: gestos ou expressões faciais) e psicofisiológicas (ex: frequência cardíaca) podem ser potencialmente derivadas desta situação.

Para fundamentar os fatores que causam presença e medir essas relações entre as experiências mediadas de primeiro e segundo grau, diversas pesquisas vêm sendo realizadas. Algumas delas são descritas a seguir:

4.1.1 Analisando presença em mundos virtuais e seus efeitos no desempenho do usuário [14]

Esta pesquisa teve como objetivo fornecer escalas de medidas para a percepção de presença em ambientes virtuais, explorar os efeitos de vários parâmetros do ambiente nestas medidas, construir modelos empíricos destes efeitos, e relacionar a percepção de presença com desempenho do usuário.

Isto foi feito manipulando onze variáveis independentes em uma série de três experimentos. Essas onze variáveis foram: taxa de atualização da cena, resolução do dispositivo de visualização, campo de visão, som, texturas, *tracking* da cabeça, estereoscopia, risco virtual pessoal, número de interações possíveis, presença de um segundo usuário, e detalhes do ambiente.

Os resultados indicaram que os parâmetros manipulados e analisados na pesquisa afetaram subjetivamente o sentimento de presença dos participantes no ambiente virtual. Campo de visão, som e tracking da cabeça mostraram os maiores efeitos como parâmetros que influenciam presença. Outros efeitos significativos foram encontrados nos parâmetros de resolução do dispositivo de visualização, mapeamento de texturas, estereoscopia e a presença de um segundo usuário.

4.1.2 Presença: Conceitos, determinantes e medidas [15]

Para identificar e testar parâmetros que afetam presença são necessárias medidas robustas e confiáveis. Este trabalho apresenta categorias de fatores que causam impacto em presença e também descreve as várias abordagens usadas para medir presença, que podem ser divididas em medidas subjetivas e objetivas corroborativas.

Como presença é uma experiência subjetiva então uma maneira direta de obter informações é através de relatos pessoais. Medidas objetivas tais como postura, fisiologia ou respostas sociais à mídia podem ser usadas para reafirmar medidas subjetivas e com isso superar algumas dessas limitações.

Medidas Subjetivas:

- Pós-testes e avaliação em escala: a maioria dos estudos realizados mede presença através de questionários aplicados após os experimentos juntamente com uma avaliação em grau de escalas. Como vantagem é considerado o fato do teste não interromper a experiência com a mídia e ser fácil de administrar. Uma limitação importante é que este teste não fornece nenhuma medida de variação temporal no fator presença.
- Avaliação contínua de presença: para superar as limitações dos pós-testes relacionadas à medida de variação temporal, o método de avaliação contínua tem sido aplicado.

Este método, originalmente desenvolvido para medir qualidade de imagem de TV, requer da pessoa um julgamento *online* do senso de presença medido através de um dispositivo de barra de rolagem, como mostra a Figura 3. Sem dúvida a grande crítica

que pode ser feita a esses tipos de teste é o fato de dividir a atenção do usuário entre a aplicação e teste. Por outro lado, os usuários relatam uma sensação de estar no ambiente, que se aproxima do que experimentaríamos se realmente estivessem lá.

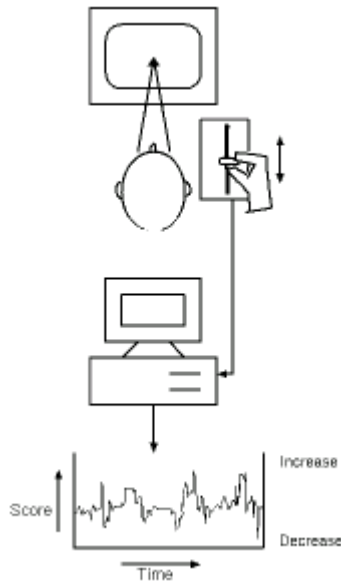


Figura 3: Um esquema de representação da avaliação contínua de presença

Até o momento, o método de avaliação contínua de presença tem sido principalmente aplicável para mídias não interativas porque o uso do dispositivo de medidas pode interferir com o uso de outros dispositivos de interação.

- Métodos psicofísicos: Vários métodos psicofísicos têm sido propostos com o intuito de medir presença, mas poucas pesquisas empíricas atualmente disponíveis empregam esta abordagem. Um dos métodos usados é o *free-modulus magnitude estimation* que consiste em submeter os participantes a uma série de estímulos e eles devem associar a cada estímulo um número que corresponde a quão forte foi a sua sensação pessoal.

Medidas Objetivas Corroborativas: a procura por medidas objetivas para reafirmar medidas subjetivas é motivada por várias razões. As medidas subjetivas requerem um certo conhecimento pelo usuário do que significa presença, e também são medidas instáveis pelo fato de serem subjetivas. Medidas objetivas, em geral, são dadas pelos usuários automaticamente e sem muita deliberação.

- Respostas posturais: medidas de comportamento e presença estão ligadas pela premissa de que quando observadores experimentam um ambiente mediado (ambiente virtual ou *broadcast*) que os faz sentir presente, eles respondem a estímulos do ambiente da

mesma forma que eles responderiam ao mesmo estímulo no mundo real. Estas respostas posturais podem ser úteis para avaliação de dispositivos de exibição (tais como telas de computadores) em aplicações específicas, e para corroborar grupos de avaliações subjetivas de presença, mas não podem substituir as avaliações subjetivas [16].

- **Medidas fisiológicas:** alguns fatores fisiológicos tais como frequência cardíaca e reação da pele têm sido sugeridos como medida corroborativa de presença. Resultados de experimentos demonstraram que o retorno tátil melhora significativamente o desempenho de tarefas e elevou o senso de co-presença.
- **Respostas sociais:** em encontros sociais as pessoas interagem através de um rico repertório de comportamentos sociais, verbal e não-verbal, que muitos dos quais ocorrem automaticamente e inconscientemente. Tais comportamentos são desejáveis que aconteçam também em interações mediadas de natureza social, como por exemplo expressões faciais (ex: sorriso), gestos (ex: apertar as mãos), movimento da cabeça e do corpo (ex: afirmação ou negação), olhar, tons de voz, interrupções nas conversações, uso do espaço físico (ex: andar na direção de alguém) e expressões verbais.

4.1.3 Um estudo participativo de requisitos para usuários de um ambiente de reunião virtual [17]

O experimento foi realizado em um ambiente virtual 3D funcionando como uma sala de reunião. Quatro participantes compartilharam o espaço em seis diferentes seções durante sete semanas, realizando tarefas específicas de comunicação entre si.

O estudo mostrou a importância dos seguintes fatores em ajudar na comunicação efetiva e no desenvolvimento de um alto senso de presença e co-presença entre os participantes:

Ambiente: preferiram soluções para o ambiente que não quebrassem o senso de realismo ou prejudicassem a geometria do espaço.

Personalização do avatar: aumentar o número de opções de personalizações do avatar serviu para aumentar a associação do avatar com seus usuários. Participantes indicaram que ao mesmo tempo que queriam um alto grau de realismo para determinados aspectos da representação do avatar, queriam um grau de generalismo para outros aspectos.

Controle de gestos do avatar: cliques e botões visuais foram preferidos em relação a menus. Os usuários favoreceram as descrições literais para identificar gestos (por exemplo: “balançar a cabeça”) no lugar de descrições interpretadas (por exemplo: “eu concordo”).

Identificação de quem fala: participantes queriam identificar seus próprios protocolos para controlar a reunião ao invés de terem seus protocolos impostos.

Ações simbólicas: o uso de animações para os avatares para indicar ações dos usuários fora do espaço compartilhado provou ser efetivo para auxiliar na dinâmica de grupo.

4.1.4 Os efeitos de movimentos na imagem sobre respostas emocionais [18]

O experimento investigou os efeitos do movimento de imagens sobre as reações emocionais de indivíduos. Medidas subjetivas de dados fisiológicos, como condução da pele e frequência cardíaca, foram testados para fornecer dados convergentes a respostas emocionais.

Cada participante do experimento viu 27 fotos 2 vezes (nas versões em movimento e paradas) enquanto dados fisiológicos eram coletados *online*. Após cada uma das 54 apresentações, as pessoas pontuaram suas respostas emocionais para a imagem que eles tinham acabado de olhar.

A frequência cardíaca foi obtida prendendo um sensor ao lóbulo da orelha direita do participante. A saída da fotocélula foi transferida para o Modelo *Grass 7P1 Low Level DC Preamplifier* e Modelo *7D Driver Amplifier* (largura de banda = 1.6 - 3.0 Hz) e depois para o modelo *Grass 7P4 Cardiometer* onde o intervalo de pulso foi convertido em batimentos cardíacos em (BPM) (*beats per minute*). A resposta de condução de pele foi obtida usando um Modelo *Coulbourn S21-22* voltagem constante (.5V). Eletrodos *Beckman Standard* (0.5 cm²) foram colocados na palma da mão.

Os resultados indicaram que imagens em movimento aumentam o interesse significativamente, fato indicado pelos dois fatores analisados.

5 Tecnologias e aplicações para favorecer presença

Esta seção apresenta aplicações que objetivam promover presença pessoal e social, usando tecnologias adequadas.

5.1 Compartilhamento de fotos em uma tele-aplicação para promover presença social [19]

Presença social e satisfação parecem ser os critérios mais apropriados quando se trata de aplicações de uso doméstico e informal. *Photoshare* é uma aplicação desenvolvida com o intuito de permitir que pessoas possam ver fotos juntas (por exemplo: fotos familiares ou de férias), quando estiverem em locais diferentes e remotos. Estes conceitos foram usados como base para a avaliação desta aplicação.

A esquia da plataforma de implementação é mostrado na Figura 4.

A entrada do sistema é baseada em visão computacional e a imagem de saída é projetada em uma superfície de mesa. O usuário usa um *wooden bricks* (ver Figura 5), ao invés de mouse, para selecionar a miniatura da imagem e vê-la em tamanho maior. A versão da plataforma distribuída é assimétrica, isto é, apenas um lado pode selecionar fotos para ampliá-las (área do apresentador). Para o apresentador, o *brick* pode ser usado também como apontador na área de visualização, o que gera um ponto vermelho na imagem visível pelo outro usuário. A plataforma distribuída também fornece um canal de comunicação de vídeo para grandes telas de projeção (*life-size*), e comunicação em áudio entre os dois lugares.

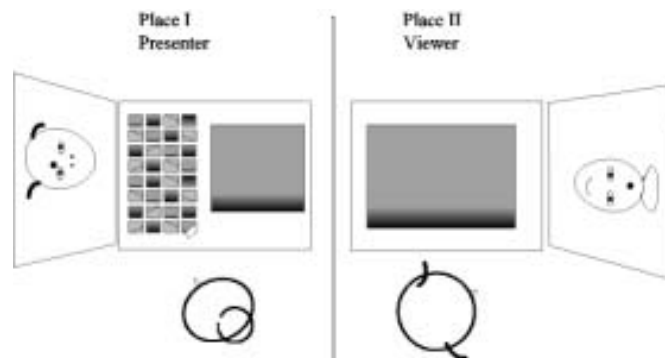


Figura 4: Compartilhamento de Fotos



Figura 5: Dispositivo de interação - brick

Este estudo investigou os efeitos da comunicação em vídeo em presença social e satisfação. É importante ressaltar que presença social ou o “senso de estar juntos” é bastante diferente da presença física ou o “senso de estar lá” em um ambiente mediado. Apesar da manipulação de várias mídias causarem efeitos semelhantes em ambas, social e física, os dois tipos de presença podem ser significativamente diferentes. Uma mídia pode causar um alto grau de presença física sem ser capaz de produzir presença social.

5.2 A Pelvis como centro físico do corpo em ambientes virtuais [20]

O crescente uso de ambientes virtuais torna ainda mais importante avaliar como o corpo humano se relaciona com os conceitos de movimento e espaço. O senso visual é usado como centro dos ambientes virtuais, sendo os olhos o ponto físico de controle. Entretanto, este estudo mostra que a pelvis deve ser usada como centro físico para criar a conexão necessária entre humanos e espaço virtual.

Baseado nos conceitos de “Humanos e Espaço” de Rudolph Laban, quando homens entram em um espaço, a conexão entre humanos, espaço e objetos cria uma expectativa de preparação muscular, intelectual e emocional. Isto constitui o fundamento da harmonia entre humanos e espaço chamado de *espaço de extroversão*. Dentro deste espaço o homem cria seu próprio espaço físico chamado de *espaço de introversão*. Laban usou o conceito geométrico

do icosaedro (poliedro de vinte faces), para capturar a esfera cinética total do indivíduo, definida pelo alongamento máximo do corpo sem sair fora do seu centro de gravidade.

Realidade virtual tem uma forte tradição de simulação visual, baseada na visão do observador (câmera virtual), em tempo real. Com os *head mounted displays* e os imersivos *3D-Cubes*, as pessoas sentem-se presentes nos ambientes virtuais com seus próprios corpos. Estas tecnologias fazem o tracking da cabeça do usuário para dar-lhes a perspectiva correta de visão. As mãos podem ser usadas para interagir com o ambiente mas o corpo funciona apenas como o tripé de uma câmera. Isto causa desconforto em um ambiente virtual imersivo.

Quando a cabeça é usada como centro físico, o usuário dirige com sua mão definindo a orientação espacial a partir da relação mão e olhos. O único ponto de controle que o usuário tem é o dispositivo manual para navegar pelo CAVE correspondendo à perspectiva de tempo e espaço. Este fato confunde o senso natural baseado no centro físico do usuário e conseqüentemente gera um conflito entre o método da navegação usando a mão e o forte sentimento da gravidade. Então, o senso de equilíbrio é perdido e o usuário fica enjoado.

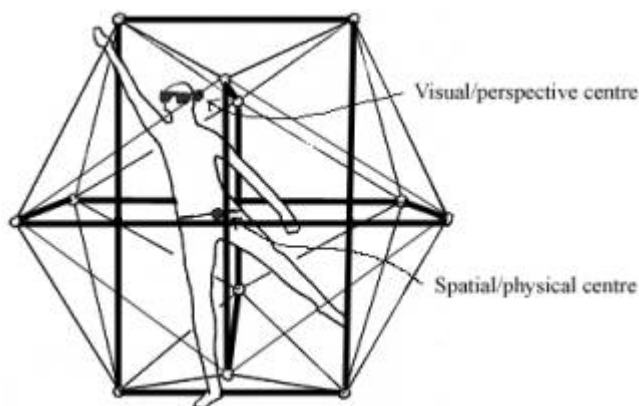


Figura 6: O icosaedro virtual

Quinze diferentes aplicações imersivas em ambientes virtuais foram exploradas para este experimento, desde ambientes arquitetônicos até jogos e visualizações científicas. Mas para ilustrar o problema, o labirinto CAVE foi a aplicação escolhida.

No experimento usando a pelvis como centro físico do corpo, a orientação espacial é agora deslocada da cabeça ou mãos para a pelvis, onde um sensor foi acoplado permitindo a definição das direções da pessoa através do tracking deste ponto, como mostra Figura 6. Agora as direções físicas no espaço de extroversão são estabelecidas e as três dimensões do espaço de introversão estão centradas. A gravidade pode ser experimentada a partir deste centro.

As conclusões obtidas são que: é muito importante conectar o centro físico aos conceitos de navegação e orientação, é necessário separar o centro visual/perspectiva do centro espacial/físico. É mais natural que os olhos atuem como centro visual já que nós vemos através

dos olhos, assim como deve ser natural o uso da pelvis como centro físico pois é onde está centrada a direção do corpo humano em relação ao espaço.

As tentativas iniciais mostraram uma maior diferença na experiência de estar presente no ambiente virtual quando o corpo está mais envolvido. A melhora no senso de equilíbrio é um fator que diminui a náusea em realidade virtual.

5.3 Uma mesa redonda virtual [21]

Trata-se de um ambiente cooperativo orientado para tarefas interativas baseado em tecnologia de realidade aumentada. A idéia básica da mesa redonda virtual é a visualização de uma cena sintética no ambiente de trabalho do mundo real do usuário. O uso de um óculos, pelos usuários, permite a visão da projeção da cena e o compartilhando de uma aplicação 3D.

A mesa redonda virtual é independente da localização e fornece uma visão estéreo do mundo virtual, adaptada individualmente para cada usuário. Em contraste aos ambientes virtuais comuns ou sistemas de vídeo-conferência, as comunicações verbal e não verbal não são restritas pelo sistema. Essa abordagem enfatiza o uso de mecanismos de colaboração e cooperação comuns usados em reuniões normais de trabalho, estendendo-as para ambientes virtuais.

A realidade aumentada é obtida a partir do uso de um óculos de estéreo semi-transparente, permitindo a projeção semi-transparente de objetos virtuais na cena real. A Figura 7 mostra a arquitetura básica da mesa redonda virtual.

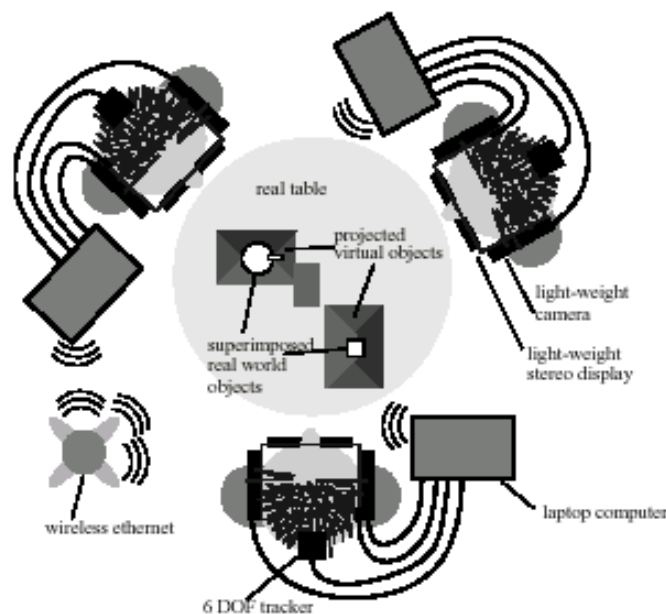


Figura 7: Arquitetura básica da Mesa Redonda Virtual

Um problema básico que precisa ser resolvido para todos os ambientes de realidade aumentada ou mista, é o tracking do ponto de visão dos usuários e o registro dos objetos virtuais exibidos no ambiente real. Para suportar um alto grau de mobilidade do usuário, o sistema precisa conhecer exatamente os movimentos do usuário no espaço físico. Para manter a cena virtual constantemente sincronizada com os movimentos de seus usuários, a localização no mundo real e a direção de visão de cada participante precisam ser acompanhadas (*tracked*) continuamente e em tempo real por um dispositivo de tracking apropriado. Os sistemas de tracking magnético ou ultrasônico existentes têm problemas com interferências de metais ou oclusão, o que são inaceitáveis para este tipo de aplicação.

Para superar esses problemas, está sendo desenvolvido um dispositivo de tracking inercial com seis graus de liberdade, com importantes propriedades como: dispositivo de tracking sem cabo, baixo custo, simples inicialização externa e recalibração. Este protótipo é baseado em três tipos de sensores: sensores inerciais para detectar aceleração linear em três eixos perpendiculares; sensores giroscópicos para detectar aceleração rotacional; sensores magnéticos para calibração adicional dos valores de rotação (inclinação e declinação). Além disso, é necessário uma inicialização externa e recalibração dos sensores inerciais para prevenir deslocamentos.

O paradigma de interação usado é a manipulação de objetos virtuais usando objetos do mundo real. Dessa forma, objetos real e virtual formam uma unidade conceitual, ficando um objeto real associado a um objeto virtual 3D, como mostra a Figura 8.

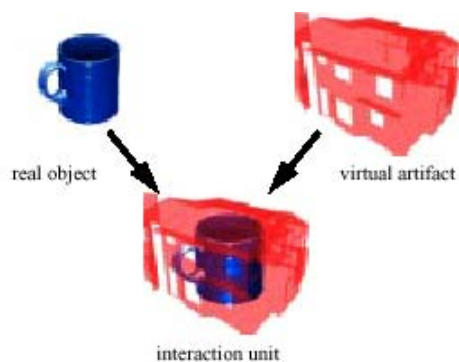


Figura 8: Interação como os objetos

Superimpondo objetos físicos com objetos virtuais e usando-os como objetos de interatividade, estes se tornam uma representação simbólica de suas duplicatas virtuais associadas. Assim, as manipulações podem ser diretamente mapeadas no objeto virtual adequado e a partir disso permitir que os usuários interajam com esses objetos de forma mais direta.

Apesar da abordagem inicial do projeto ser para suportar usuários locais, a arquitetura pode ser usada para incorporar usuários remotos. Enquanto toda a manipulação de cena for transferida, dando uma visão consistente para todos os participantes (local e remoto), as interações baseadas em objetos do mundo real devem ficar restritas a usuários locais. De

outra forma, o conceito de unidade interativa entre objeto real e virtual poderia ser facilmente destruído, já que os objetos reais locais não responderiam às interações remotas com os objetos virtuais correspondentes.

Um ou mais participantes conectados à mesa redonda virtual, de forma distribuída, tem sido especialmente útil e permite que especialistas externos participem de discussões. Um grupo de arquitetos avaliando um projeto é um bom exemplo dessa interação. Ferramentas apropriadas poderiam ser usadas para permitir a representação de participantes através de avatares, recurso este que permitiria a visualização dos participantes remotos. Esta opção ainda não foi realmente explorada, assim as interações de usuários remotos ainda não são representadas por animações de avatares adequadas.

5.4 Um experimento sobre a influência da comunicação tátil no fator de co-presença [22]

Este trabalho descreve um experimento em andamento para estudar se a comunicação através de dispositivos reativos (*force feedback*) pode facilitar o senso de estar junto, quando duas pessoas estão interagindo no mesmo ambiente virtual, e fisicamente em lugares diferentes.

O experimento consiste em um cenário onde duas ou mais pessoas, em lugares remotos, devem cooperar executando uma tarefa juntas ou jogando um jogo. O enfoque é dado principalmente ao impacto do impulso tátil na qualidade percebida na interação.

Analogamente ao rendering gráfico, rendering tátil preocupa-se com a transmissão, em tempo real, de toque e sensibilidade a objetos virtuais para um operador humano através de dispositivo refletor de força. Estes dispositivos vêm sendo desenvolvidos para várias aplicações tais como CAD, simulações médicas, mas não têm sido explorados para aplicações em ambientes virtuais compartilhados.

A plataforma usada no experimento foi um PC IBM com dois processadores de 300 MHz, o Open Inventor para exibir o modelo gráfico do ambiente virtual 3D e um dispositivo reativo PHANTOM (SensAble Technologies Inc.), para conduzir ao usuário o senso de tocar e sentir objetos virtuais.

Durante o experimento, as pessoas interagiram através de um ambiente virtual usando um jogo colaborativo. Os jogadores estavam em localidades diferentes, vendo uma cena comum e podiam sentir os objetos da cena (Figura 9).

Os usuários tinham que mover um anel ao longo de um arame, em colaboração um com o outro, de forma que o contato entre o anel e o arame fosse mínimo ou evitado; duas esferas pequenas, verde e azul, representam os pontos de contato com o anel, como mostra a Figura 10.

Cada pessoa manipulava seu cursor através de um objeto preso ao dispositivo de retorno tátil localizado perto da cadeira.



Figura 9: Dois jogadores

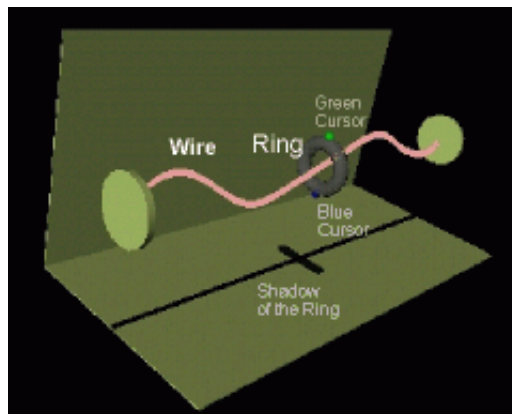


Figura 10: Anel no arame

6 Conclusões

A pesquisa científica sobre presença está ainda em um estágio relativamente inicial de desenvolvimento. No momento, não existe uma teoria sobre presença genericamente aceita. Apenas recentemente, avanços tecnológicos têm sido desenvolvidos com base na exploração sistemática de medidas de presença [15].

Importantes áreas a serem abordadas em presença incluem: o conceito de presença, o estado da arte desta pesquisa, presença compartilhada em ambientes virtuais, metodologias para medidas e aplicações como realidade virtual, TV imersiva, dentre outras.

A eficácia na ilusão de presença criada por um mundo virtual pode ser parcialmente estimada estudando-se experiências pessoais de usuários dos mundos virtuais, e o quanto eles sentem como se estivessem lá e o que os faz sentir dessa forma [6].

Desenvolver tecnologias que aumentem o senso de presença em um ambiente virtual é o objetivo central na pesquisa de ambientes virtuais. Técnicas visando este objetivo são importantes porque dão condições para que as tecnologias levem as pessoas para dentro dos mundos virtuais, acabem com o descrédito e prendam a atenção delas. Estes resultados são

obviamente de interesse da indústria do entretenimento que em retorno tem interesse em ambientes virtuais sociais, mas o aumento de presença seguramente beneficia outros tipos de aplicações [11].

A comunicação visual, isto é, expressão facial e postura corporal têm um papel importante no mundo real. Entretanto, no mundo virtual o uso destes recursos é bem mais problemático. Em particular, deve-se escolher entre o uso direto de vídeo para os participantes (comparativamente ao uso de microfone para transmitir a própria voz das pessoas), e o uso de sistemas de sensoriamento especial para extrair as informações visuais relevantes sobre os participantes e o uso de algoritmos especiais para gerar as expressões e posturas apropriadas para os avatares (comparáveis ao uso de sistemas para análise e síntese de fala para criar fala artificial). Escolhendo-se a primeira abordagem, tem-se o problema de combinar apropriadamente a saída de vídeo com as imagens gráficas em tempo real. Aparentemente, este problema é maior no domínio visual do que no domínio auditivo; a tarefa de combinar sons real e sintético é relativamente mais simples [2].

Talvez o canal de maior potencial para melhorar o senso de estar junto em um mundo virtual compartilhado seja o canal tátil. Parece que tocar e manipular objetos em mundos virtuais aumenta o senso de presença, apesar de existirem poucos experimentos feitos para testar este aspecto. Toque não é, como audição e visão, um “sentido distante”; no mundo natural é preciso estar muito perto para ser capaz de tocar um objeto. O sentido tátil obviamente tem um importante papel na interação de humanos. Tocar não está somente relacionado a atividade sexual ou a noções de intimidade, mas são evidências em nossa linguagem usadas como metáforas de impacto emocional. Além do mais, como evidenciado em pesquisa sobre “tocar socialmente”, o toque desempenha um importante papel, embora algumas vezes subconsciente, em uma maior variedade de transações sociais do que é normalmente avaliado. Em termos gerais, parece claro que a inclusão de toque em ambientes virtuais compartilhados aumenta fortemente o senso de co-presença [2].

Referências

- [1] Lombard, M. Resources for the study of presence: Presence explication. Julho, 2000. <http://nimbus.temple.edu/~mlombard/Presence/explicat.htm>
- [2] Nat Durlach and Mel Slater. Presence in shared virtual environments and virtual togetherness. BT Presence Workshop, 1998.
- [3] Matthew Lombard, Theresa Ditton. At the Heart of It All: The Concept of Presence. JCMC (3)2. 1997.
- [4] Freeman, J., Avons, S.E., Pearson, D.E., and IJsselsteijn, W.A. Effects of Sensory Information and Prior Experience on Direct Subjective Ratings of Presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 8(1), 1-13. 1999.
- [5] Schloerb DW. A Quantitative Measure of Telepresence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. (Winter 1995); 4(1): 64-80.
- [6] Carrie Heeter. Being There: The Subjective Experience of Presence. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, fall, 1992.
- [7] Barbara Becker. To be in touch or not? Some remarks on communication in virtual environments. <http://duplox.wz-berlin.de/docs/panel/becker.html>
- [8] T.L.Taylor. Living Digitally: Embodiment in Virtual Worlds. R.Schroeder (Editor) The Social Life of Avatars: Presence and Interaction in Shared Virtual Environments. London:Springer-Verlag,2002.
- [9] Frank Biocca. The Cyborg's Dilemma: Progressive Embodiment in virtual environments. JCMC (3)2. 1997.
- [10] Paulos, E. and Canny, J. Designing Personal Tele-embodiment. IEEE Int. Conference on Robotics and Automation, Leuven, Belgium, 16-20. Maio, 1998.
- [11] Elisabeth Cuddihy and Deborah Walters. Embodied Interaction in Social Virtual Environments. ACM Collaborative Virtual Environments, 2000.
- [12] Huang, M. and Alessi, N. Presence as an Emotional Experience. In: Westwood, J.D, Hoffman, H.M., Robb, R.A. and Stredney, D. (eds), Medicine Meets Virtual Reality: The Convergence of Physical and Informational Technologies Options for a New Era in Healthcare, pp. 148-153. Amsterdam: IOS Press. 1999.
- [13] Slater, M. Co-presence as an amplifier of emotion. Invited talk at the 2nd International Workshop on Presence, University of Essex, Colchester. Abril, 1999.

- [14] Michael P. Snow. Charting Presence in Virtual Environments and Its Effects on Performance. Phd Thesis, Blacksburg, Virginia, 1996.
- [15] IJsselsteijn, W.A., de Ridder, H., Freeman, J. and Avons, S.E. Presence: Concept, determinants and measurement. Proceedings of the SPIE, Human Vision and Electronic Imaging V, 3959-76. Janeiro 2000.
- [16] Freeman, J., Avons, S.E., Pearson, D.E., Meddis, R., and IJsselsteijn, W.A. Using Behavioural Realism to Estimate Presence: A Study of the Utility of Postural Responses to Motion-Stimuli. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 9(2), 149-164. 2000.
- [17] James Anderson, Nahella Ashraf, Craig Douthier, Mervyn Jack. A Participatory Design Study of User Requirements for a Shared Virtual Meeting Space. Presented at PRESENCE 2000 - 3rd International Workshop on Presence, Delft, The Netherlands, 27-28. Março, 2000.
- [18] Benjamin H. Detenber, Robert F. Simons and Gary G. Bennett, Jr. Roll em!: The Effects of Picture Motion on Emotional Responses. Journal of Broadcasting and Electronic media, 42,113 - 127. 1998.
- [19] Paul de Greef e Wijnand IJsselsteijn. Social Presence in the PhotoShare Tele-Application. Presence 2000 - 3rd International Workshop on Presence. Março, 2000.
- [20] Widestrom, J., Muchin, P., and Ahlberg, H. The Pelvis as Physical Centre in Virtual Environments. Presented at PRESENCE 2000 - 3rd International Workshop on Presence, Delft, The Netherlands. Março, 2000.
- [21] Wolfgang Broll, Eckhard Meier, Thomas Schardt. The Virtual Round Table - a Collaborative Augmented Multi-User Environment. 2000.
- [22] C. Ho, C. Basdogan, M. Slater, N. Durlach, M. A. Srinivasan. An Experiment on the Influence of Haptic Communication on the Sense of Being Together. BT Workshop on Presence in Shared Virtual Environments. Junho, 1998.