

5 Conclusão

Neste trabalho propusemos a criação da v-Glove, um dispositivo de interação para ambientes imersivos de realidade virtual. A v-Glove é uma luva que permite ao usuário interagir com aplicações de realidade virtual de forma natural através do movimento da mão no espaço e a seleção e manipulação de objetos através da aproximação da mão a uma área de toque virtual mapeada neste mesmo espaço. Como prova de conceito criamos uma aplicação capaz de interagir com o software Environ em tarefas de manipulação e configuração de parâmetros em modelos de plataformas de petróleo 3D visualizados em um ambiente imersivo. Realizamos um estudo de usabilidade da luva com avaliações quantitativas e qualitativas com três grupos de usuários com diferentes perfis de utilização de aplicações 3D.

Identificamos que a luva ainda não possui condições de substituir integralmente um dispositivo como o mouse 3D e que, por ser um produto comercial produzir em escala industrial, o mouse leva uma grande vantagem por questões como acabamento, resistência e ergonomia, enquanto o protótipo da luva desenvolvido apresentar uma certa fragilidade ao ser manuseada. Entretanto observamos um grande potencial de uso caso algumas situações de usabilidade identificadas nas avaliações sejam aprimoradas. O uso da luva como elemento de controle de cursor na tela teve uma resposta bastante positiva na opinião dos usuários quando comparado ao mouse, sendo sua principal deficiência o movimento necessário para a seleção de objetos e *widgets* de interface gráfica. Entendemos que a luva também foi prejudicada em sua com o mouse 3D porque as tarefas de interação suportadas pelo Environ já foram mapeadas para um modelo 2D de forma a facilitar sua utilização com o mouse em ambientes desktop.

Uma parte significativa deste trabalho foi dedicada à adaptação dos componentes de interface gráfica (*widgets*) ao contexto de aplicações imersivas. Assim como no caso de aplicações de toque e multi-toque, os controles das

aplicações necessitam prever seu uso dentro das peculiaridades de um ambiente imersivo. Aplicações projetadas para o padrão WIMP dificilmente poderão ser utilizadas nesse tipo de ambiente sem algum tipo de adaptação.

Em relação aos componentes de interface gráfica estudados, identificamos que o *slider* é o *widget* mais problemático, independente do dispositivo de interação utilizado. Mesmo com o mouse foi possível observar situações de usabilidade neste componente, o que nos leva a concluir que é necessário que se pense em um redesenho deste elemento de interface de forma a melhor adequá-lo ao contexto da imersividade. Sugestões de alguns usuários recomendam que se altere o formato deste componente para que a régua de valores seja vertical e não mais horizontal, como usado atualmente.

No componente *combobox* também identificamos alguns problemas de interação, já que para que o usuário possa selecionar uma opção são necessários pelo menos dois cliques, um para visualizar as opções disponíveis e outro para escolher a opção desejada. Este *widget* necessita também ser redesenhado de forma melhorar seu uso. Dentre as possíveis alternativas de formatos estão as propostas por Gerber e Bechmann (2004) e Dachsel e Ebert (2001). Estes autores propõem respectivamente a adoção de menus de opções nos formatos de anel (*ring menu*) e cilíndrico (*collapsible cylindrical trees*).

Sobre o recurso de feedback tátil observamos que este é de fato essencial para a operação da luva, resultado confirmado nos testes comparativos da luva com e sem este recurso. Alguns aprimoramentos ainda podem ser feitos a esta funcionalidade, como o suporte à variação de intensidade da vibração e a implementação do feedback tátil progressivo. Essas modificações levam em consideração as ponderações de Wright (2011) visando uma melhor adequação às expectativas dos usuários.

5.1. Trabalhos futuros

Existem muitas possibilidades de trabalhos futuros a partir das conclusões que chegamos neste trabalho. Muitos direcionamentos surgiram a partir de observações feitas durante os testes e principalmente a partir das entrevistas com os usuários. Algumas iniciativas são direcionadas a melhorias no princípio

de funcionamento da luva, enquanto outras envolvem a expansão de sua utilização para domínios de tarefas de interação mais complexos. As seções a seguir apresentarão nossas principais ideias nesse sentido.

5.1.1. Teste da v-Glove com tarefas de interação 3D

As tarefas de interação selecionadas para o estudo de caso deste trabalho foram essencialmente tarefas 2D para interação com objetos presentes em uma cena de visualização 3D, uma vez que o Environ faz um mapeamento das tarefas de interação para um modelo de duas dimensões voltado para sua utilização com o mouse em ambientes desktop. Sugerimos que a v-Glove seja testada num contexto de tarefas de interação 3D como a rotação e movimentação de objetos, tarefas essas onde se espera que o mouse enfrente maiores dificuldades.

5.1.2. Ajuste na escala de cores do feedback visual

De forma a melhorar a percepção do usuário em relação ao feedback visual do cursor, a escala de cores deve ser modificada, substituindo-se a tonalidade de laranja por uma cor que tenha menor chance de ser confundida com o vermelho dependendo das características da tela ou do projeto utilizado. Modelos de escala de cor como o proposto por MacAdam (1974) devem ser estudados.

5.1.3. Suporte multi-toque e de gestos

As tarefas de interação realizadas durante o estudo de caso deste trabalho utilizaram o conceito de toque, mas não chegaram a explorar a possibilidade de multi-toque e do suporte a gestos. Sugerimos portanto que a v-Glove seja testada no contexto de uma aplicação que utilize este tipo de interação, com tarefas como a rotação e manipulação de objetos.

5.1.4. Interação com as duas mãos

De forma a expandir o uso da v-Glove sugerimos a construção de uma segunda luva para ser usada na mão esquerda permitindo assim a interação

com as duas mãos simultaneamente. Neste modelo entendemos que a luva tem um grande potencial para tarefas de interação baseadas em gestos, especialmente para tarefas como a manipulação de objetos 3D na cena.

5.1.5. Alteração no Posicionamento das câmeras

Configurar o posicionamento das câmeras baseado nos conceitos de geometria epipolar. Isso resolveria o problema da oclusão no eixo Z permitindo a utilização da luva com o suporte ao rastreamento da profundidade de mais de um dedo simultaneamente.

5.1.6. Clicar através do movimento de pinçar entre os dedos

A partir do que se observou na análise de situações de usabilidade e com base em algumas sugestões de participantes sugerimos que sejam feitos testes com a v-Glove alterando-se a forma de efetuar o clique. Ao invés do conceito de aproximar o dedo da superfície de toque virtual, sugerimos que seja testada a ideia de clicar através do gesto de “pinçar” entre os dedos indicador e o polegar. Para selecionar um arrastar um objeto o usuário deveria efetuar o gesto de juntar as pontas desses dois dedos, liberando o clique ao separá-los novamente.

Tal funcionalidade é característica das luvas do tipo *pinch glove* existentes no mercado [Bowman et al 2001], cuja integração com a proposta da v-Glove poderá ser estudada no futuro.

5.1.7. Plano de toque virtual relativo à localização do usuário

Também com base na análise de situações de usabilidade e nas sugestões dos usuários sugerimos que se faça uma outra alteração na forma de clicar da v-Glove. Ao invés de identificar o clique pela aproximação da luva a uma área fixa mapeada no espaço virtual da sala onde o usuário se encontra, propõe-se que a identificação do clique seja feita através do mapeamento do movimento da luva a partir da posição atual do usuário. A superfície de toque virtual não teria mais uma localização absoluta, mas sim relativa ao ponto onde o usuário se encontra em um determinado momento dentro da sala.