

6 Conclusão

A evolução da interação humano-computador levou ao surgimento de diferentes formas de interfaces e mecanismos de interação que cada vez mais estão convergindo em pontos de interesse comum. O suporte na realização de tarefas que demandam a utilização de interfaces diferentes está cada vez mais evidente no surgimento de campos de estudo como as interfaces híbridas, as quais tentam integrar harmoniosamente diferentes elementos de interfaces distintas.

A aproximação entre as interfaces do tipo 2D e 3D está indicando uma nova corrida de pesquisa e desenvolvimento, porém esta integração ainda é um problema em aberto. Por exemplo, enquanto as interfaces 2D do tipo WIMPs ficaram bem consolidadas com um arranjo tecnológico padrão com o mouse, teclado e monitor, as interfaces 3D ainda nem definiram um arranjo exatamente, deixando uma diversidade de dispositivos de entrada e saída a disposição. Esta falta de referência para integração, torna difícil iniciar alguma tentativa, assim como também faltam critérios para conduzir estas tentativas.

O estudo da usabilidade nas interfaces 3D ainda está em aprofundamento, porém já existem trabalhos com resultados qualitativos e quantitativos que apontam características importantes na identificação de tecnologias para realização de tarefas específicas. A identificação destas características está ajudando a definir referências mais concretas sobre quais *displays* e dispositivos de entrada são mais adequados para determinados tipos de tarefa 3D (congruência dimensional). Desta forma, pode-se dizer que estão começando a surgir pontos de partida para tentativas de integrar, por exemplo, interfaces WIMPs e interfaces 3D. Tal fato faz com que o estudo e avaliação da interação do usuário na transição entre interfaces seja quase inexistente, sendo ainda uma área de pesquisa a ser explorada.

O *HybridDesk* é uma tentativa de integração de interfaces, através de um arranjo tecnológico híbrido e mecanismos de transição entre interfaces, em um contexto bem específico levando em consideração as demandas da tarefa de anotação 3D. Para atingir tal objetivo foi desenvolvido um ambiente semi-imersivo composto de 3 ambientes interativos através de uma composição

de dispositivos de interação contemplando as tarefas de edição textual (2D), navegação e manipulação (3D). O espaço funcional da tarefa de edição de textos segue os requisitos de uma interação WIMP 2D baseada em mouse e teclado. O espaço funcional para a tarefa de navegação foi concebido em uma CAVE adaptada para uma mesa utilizando uma técnica de interação baseada em apontamento 3D. Já a tarefa de manipulação 3D é realizada através de uma técnica de interação chamada *physical props* em um ambiente interativo concebido através de uma adaptação dos setups de visualização *fish tank VR* e *reachin display*.

O *HybridDesk* também é considerado uma abordagem para transição entre interfaces, uma vez que permite a transição entre os três ambientes interativos necessários para a execução da tarefa de anotação 3D. As transições entre estes ambientes foram criadas baseando-se nas propriedades da continuidade, buscando manter o usuário sempre consciente da sua localização no contexto da tarefa dentro do *workplace* como um todo.

Uma vez que a composição das tecnologias e os mecanismos de transição entre interfaces foram consolidados, um estudo exploratório com usuários foi realizado como um primeiro passo na direção de futuras investigações sobre as interações durante as transições entre interfaces, identificando a influência das propriedades de design discutidas nesse trabalho.

Os resultados desse estudo preliminar apontaram a eficácia do *HybridDesk*, uma vez que todos os participantes dos experimentos conseguiram concluir a tarefa de anotação 3D proposta. Quanto às primeiras impressões sobre as transições, testes subjetivos indicaram que apesar da existência explícita da descontinuidade perceptiva pelo fato de haver mais de um *display* no *workplace*, isto foi bem tolerável segundo as observações e respostas nos questionários de avaliação, não sendo um fator impactante no tempo despendido durante as transições. Em relação às outras propriedades da continuidade, foi observada uma descontinuidade funcional maior do que cognitiva. O motivo predominante para este fato foi a troca de dispositivos *Wand* e mouse durante algumas das transições do *workplace*.

Apesar da presença destas descontinuidades (principalmente a perceptiva) durante as interações de transição acredita-se que houve um benefício da continuidade no âmbito global da realização da tarefa, uma vez que os tempos gastos durante as transições ocupam uma porcentagem relativamente pequena do tempo total de realização da tarefa. Além disso, o resultado do teste de satisfação indicou que a média de satisfação dos usuários encontra-se entre 60% e 80% com um grau de confiança de 90%.

Por fim, podemos concluir que até então não existe uma teoria que poderá

guiar de forma sistemática projetistas de futuras interfaces de transição, porém, com esse estudo foi possível mostrar como as propriedades de continuidade da interação juntamente com a propriedade de congruência dimensional das tarefas podem vir a guiar a concepção, implementação e avaliação de futuras interfaces de transição visando a usabilidade das interações de transições entre interfaces.

6.1 Trabalhos Futuros

O *HybridDesk* ainda é um protótipo sujeito a várias modificações, por este motivo uma série de sugestões para trabalhos futuros são relatados a seguir.

Adaptação de novas *3DIts* para *HybridDesk* ou vice-versa e realizar avaliações. Acredita-se que técnicas de navegação que utilizam manipulações locais sejam um ponto de partida, por exemplo, a técnica WIM (*World in Miniature*). Esta técnica poderia tirar proveito de uma variação *HybridDesk* onde o VR-Manip e o VR-Nav operariam juntos ao mesmo tempo, desta forma, o usuário poderia manipular o mapa do ambiente atrás do LCD utilizando uma ou duas *Wands*, ou até luvas, e visualizaria o feedback da movimentação no VE nas telas da *MiniCave*.

Modificação do arranjo de tal forma que assemelhe-se a mesas de arquiteto e engenheiro, ou seja, com um pouco de inclinação. Esta característica poderia propiciar a utilização da tecnologia multi-toque e tracking 3D ótico resultando na exploração de técnicas de interação híbridas envolvendo gestos no plano e movimentos de ferramentas no espaço.

Trocar o uso do LCD por uma superfície transparente para que as interações ficassem similares aos *reachin displays* que permitem a visualização das mãos. Para isto seria necessário incluir mais um projetor no sistema, e a sua posição poderia ser suspensa apontando-o para baixo. Mas isto leva a uma série de questões que precisam ser analisadas mais profundamente, por exemplo, interferência na área de cobertura do *tracking*, interferência na projeção da imagem da superfície de projeção inferior, entre outras.

A substituição do estéreo do tipo anaglifo por circular passivo poderia ser vantajoso na questão da utilização das interfaces WIMP.

Substituir a tecnologia de *tracking* ótico por magnético para permitir a utilização de interfaces multi-toque através da tecnologia FTIR (*Frustrated Total Internal Reflection*) (Han05) na superfície horizontal na *MiniCave*.

Posicionar as câmeras do sistema de rastreamento para um ponto mais alto. Com isto a área de cobertura do *tracker* ficará maior e provavelmente

os problemas relatados com a área de cobertura pequeno para o *head-tracking* poderão diminuir.

Permitir o rastreamento dinâmico do monitor LCD, ou seja, colocar pontos de rastreamento fixados nele. Desta forma, haveria uma atualização dinâmica do ponto de vista da câmera durante o movimento físico do display.

Substituir o sistema de trilhos por uma forma de braço articulado aonde o LCD ficaria fixado na ponta, e acrescentar um ponto de rastreamento neste braço. Esta abordagem seria uma forma de integrar a tecnologia do *BOOM-Chameleon* (ver Seção 2.3.4) e a *MiniCave* juntas.

Fazer um mecanismo que capture automaticamente os *bitmaps* dos ícones dos arquivos escolhidos no Windows Explorer e use-os como textura nos ícones 3D dentro do *VE*. Isto poderá contribuir mais para a continuidade cognitiva entre os ambientes, uma vez que os dois elementos (ícone 2D no WIMP e o ícone 3D no *VE*) sejam interpretados como a mesma coisa.

Aplicar uma metodologia de avaliação de usabilidade que vise isolar mais os fatores que influenciam as propriedades da continuidade ao longo das transições, assim como em cada ambiente interativo. Ou seja, identificar respostas mais direcionadas para cada propriedade evitando que hajam informações sobre mais de uma propriedade da continuidade.

Criar adaptação para outros contextos de uso, ou seja, aplicações diferentes da anotação 3D. Por exemplo, modelagem e pintura. Provavelmente a incorporação de outros dispositivos como os do tipo *haptic* que proporcionam *force-feedbacks* pode ser um passo inicial.

Criar técnicas de interação que visem apoiar mais especificamente a tarefa da anotação 3D. Por exemplo, uma forma de navegação que fosse influenciada pela proximidade espacial a uma anotação, ou seja, a criação de um mecanismo que simulasse uma forma de atração do deslocamento para as anotações dada uma certa proximidade.

Criar novos cenários de uso para propiciar mais diversidade em avaliações futuras na questão de estudos comparativos entre a tecnologia versus as tarefas apoiadas por ela. Realizar estudos ergonômicos sobre a relação os elementos físicos do workplace e o posicionamento e movimentação do usuário.