

Visão Computacional e Interação em Jogos 2D: Estudo de Caso

Jonas Ribeiro Mendes, Isabel Cristina Siqueira da Silva¹

Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) – Curso de Ciência da Computação – Câmpus Gravataí

Av. Itacolomi, 3.600 – Bairro São Vicente – Gravataí – RS

jonas.ribeiro@gmail.com

isabelc@gravatai.ulbra.tche.br

Abstract. Computer Vision can provide system interaction more intuitive for users to enabling the development of virtual environments similar to reality. Interaction should allow the implementation of actions take into account the knowledge about the real world. This paper presents a study on Computer Vision applied to 2D games, with techniques of interaction between the user and digital gaming with an emphasis on the interaction provided through the recognition of movement captured by a webcam. In order to do that, the user interacts with the application through gestures and movements that have been ordered processed and converted into shares, eliminating traditional devices like mouse, keyboard or joystick. To validate this study, was realized an experimental procedure for evaluation with users comparing the interaction with webcam and conventional mouse to point to some requirements related to initial usability first.

Keywords: Computer Vision, 2D Games, Human Computer Interaction.

1 Introdução

Os jogos digitais constituem uma realidade da sociedade moderna. Muito se evoluiu nesta área; jogos antes formados por objetos representados por agrupamentos de pixels hoje são grandes produções 3D que exploram técnicas avançadas de Computação Gráfica e hardware gráfico. O mercado do entretenimento digital cresce a cada dia e pode-se citar como exemplo a comercialização de jogos no Reino Unido em 2008, a qual superou a venda de CDs e DVDs, atingindo em torno de 4.64 bilhões de libras [1].

No entanto, embora as tecnologias gráficas e de geração de ambientes virtuais atraiam os usuários, os jogos digitais ainda apresentam algumas desvantagens em sua jogabilidade ou interação com usuário. Neste sentido, pode-se citar a necessidade de adaptação dos usuários a dispositivos como joystick, teclado e mouse, o que pode vir a dificultar a iniciação destes, a usabilidade do jogo e, até mesmo, a comprometer o seu interesse [2]. Nota-se que o modo de interação entre o jogador e o jogo não se

¹ Professora do curso de Ciência da Computação na Ulbra Gravataí e da Faculdade de Informática do UniRitter. Aluna de doutorado em Ciência da Computação na UFRGS.

desenvolveu na mesma proporção da parte gráfica, pois o usuário ainda depende fortemente de dispositivos com movimentos restritos para a interação.

Neste sentido, tem-se a área da Visão Computacional (VC) que, segundo Klette e outros [3], pode ser definida como o conjunto de métodos e técnicas através das quais sistemas computacionais podem ser capazes de interpretar imagens. A interpretação de uma imagem, em termos computacionais, é a transformação de um conjunto de dados digitais representando uma imagem (um sinal 1D, 2D, 3D ou 4D) em uma estrutura descrevendo a semântica deste conjunto de dados em um contexto.

Técnicas de VC podem ser combinadas a técnicas de outras áreas, tais como a Interação Humano-Computador [4] e a Realidade Aumentada (RA) que também contribuem para a geração de ambientes computacionais. A RA, em especial, é definida como sendo a sobreposição de objetos virtuais 3D gerados por computador com um ambiente real, por meio de algum dispositivo tecnológico [5]. O estímulo visual alcançado nos aplicativos de RA pode tornar a aplicação mais agradável, atrativa e motivadora ao usuário [6] [7].

Considerando tais aspectos, este trabalho descreve o desenvolvimento de aplicações que empregam técnicas de VC e RA voltadas à interação com jogos 2D. Para tanto, é realizada a captura de movimentos por uma webcam, os quais são interpretados a partir de técnicas de VC implementadas na linguagem *Processing*. Este tipo de interação foi comparada à interação por mouse, dispositivo comumente utilizado por usuários de jogos digitais em PC, em um procedimento experimental realizado junto a usuários com diferentes perfis. A partir dos resultados obtidos, são apontados, ao final deste trabalho, alguns requisitos necessários para o emprego e uso de VC em jogos 2D.

O trabalho está organizado como segue: além desta seção introdutória, a seção 2 discute alguns trabalhos relacionados ao tema abordado; a seção 3 descreve os aplicativos desenvolvidos; a seção 4 traz detalhes do experimento realizado enquanto na seção 5 são analisados e discutidos os resultados obtidos; por fim, a seção 6 traz as considerações finais deste trabalho.

2 Trabalhos Relacionados

Diferentes autores vêm propondo o estudo de novas formas de interação com jogos digitais e/ou discutindo novas formas de aplicar as já existentes. Em [8], são discutidas diferentes formas de interação com jogos digitais em tempo real. Botões, joysticks, dispositivos apontadores, dispositivos multimodais e controladores especializados são avaliados como dispositivos de entrada. Tais dispositivos são analisados em função das possibilidades de interação e níveis de complexidade.

Em [9], a usabilidade da interação dos usuários com os jogos digitais é levantada, sendo apontado um conjunto de heurísticas voltadas especificamente para a avaliação da usabilidade. Uma das heurísticas se refere aos dispositivos de interação comumente usados em jogos digitais em termos de maus mapeamentos, limitação de interação e adequação ao uso. Dispositivos tradicionais como mouse, teclado e joystick foram apontados por alguns usuários como pouco intuitivos, podendo limitar a usabilidade com o jogo.

Saueia e outros [10] apresentam um estudo sobre a plataforma SIGUS, uma biblioteca de apoio ao desenvolvimento de aplicações para pessoas com necessidades especiais que envolve técnicas de VC. Tal estudo aponta vantagens no uso de reconhecimento de gestos e posturas para interação com jogos eletrônicos em relação a dispositivos como mouse, teclado e joystick, uma vez que pode tornar mais intuitiva a interação favorecendo o acesso a diferentes perfis de usuários incluindo aqueles com necessidades especiais.

No trabalho de Paula e outros [11], é apresentado o Camera Kombat, um jogo multijogador que emprega recursos de VC dispensando a utilização de joysticks, mouse, teclado, dentre outros. Para atingir tal fim, gestos realizados pelo jogador diante de uma webcam são mapeados em ações no jogo de luta, promovendo uma interação livre de dispositivos que precisam ser carregados por seus participantes.

Zorzal e Kirner [2] discutem o emprego da tecnologia de RA em jogos educacionais, através do uso do software ARToolKit, para a criação de jogos tanto em ambientes locais como em ambientes remotos, permitindo ampliar as possibilidades pedagógicas dos mesmos. Consegue-se, assim, gerar jogos com ambientes mais agradáveis, motivadores, planejados e enriquecidos, para estimular a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo dos usuários.

Em [12], é abordada a interação com o jogo AR Hockey também através do uso de recursos da RA baseada em projetores. Utiliza-se técnicas de rastreamento de jogadores, simulação física realista e integração do jogo ao ambiente do jogador.

Todos estes trabalhos, assim como este proposto, discutem métodos alternativos de interação de usuários com aplicações gráficas computacionais através da aplicação de técnicas inerentes às áreas de VC e RA.

3 Aplicações Desenvolvidas

Com o propósito de investigar e apontar requisitos iniciais para o uso de VC em interação com jogos computacionais 2D, foram construídas aplicações a partir do uso de algumas técnicas e filtros apresentados na seção anterior: jogo da espaçonave, jogo da vidraça e aplicação areia. Todas as aplicações foram desenvolvidas com a linguagem Processing, com a utilização das técnicas de subtração de fundo, diferença e filtro *threshold*.

A subtração de fundo tem como princípio analisar duas imagens (uma somente com o fundo e outra com o objeto sobre o fundo) fazendo sua subtração. A técnica da diferença, por sua vez, usa duas imagens com o mesmo objeto obtidas em um curto espaço de tempo também realizando a subtração destas. O filtro *threshold* analisa a similaridade dos níveis de cinza da imagem extraindo os objetos de interesse através da seleção de um limiar que separa os agrupamentos de níveis de cinza; gerando uma imagem “preto e branco”. A Fig. 1 apresenta um exemplo da seqüência de reconhecimento de um movimento por subtração de fundo e uso do filtro *threshold*.

Quanto às aplicações desenvolvidas, no jogo da espaçonave, o usuário deve desviar de objetos que possam colidir com a nave e tem como objetivo a maior pontuação - à medida que o tempo passa, a pontuação aumenta e, proporcionalmente, a dificuldade também, pois mais obstáculos são mostrados. O jogo acaba quando a espaçonave

colide em algum obstáculo. Em relação à interação do usuário, o controle pode ser efetuado por movimentos produzidos pelo mouse ou pela mão deste, onde, neste último, o ponto extremo do dedo (que não é representado na cena) serve para posicionar a nave no cenário. A Fig. 2 mostra cenas do jogo.

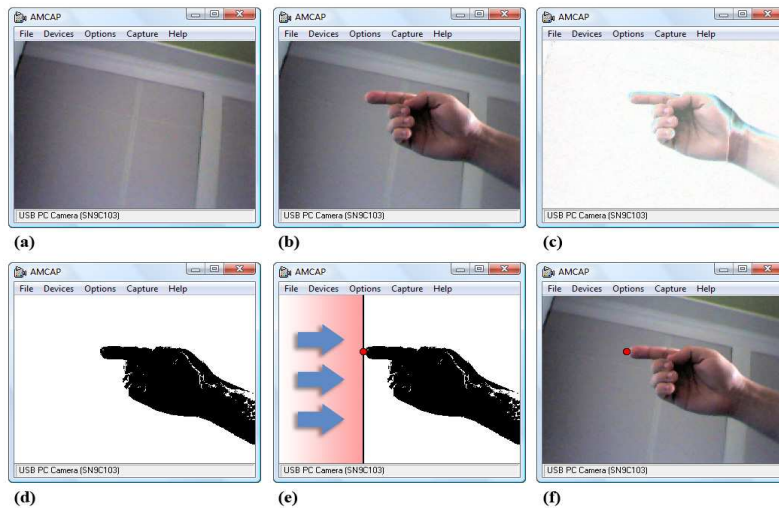


Fig. 1. Demonstração do processo de reconhecimento de um movimento na seqüência (a) cena capturada, (b) objeto a ser analisado, (c) resultado da subtração de fundo, (d) aplicação do filtro threshold, (e) processamento da imagem, (f) imagem resultante.



Fig. 2. Cenas do jogo da espaçonave em execução.

Para aplicação relativa ao jogo da vidraça, foi utilizada a técnica da diferença, pois nesta aplicação não é necessário mover ou controlar um objeto. O jogo consiste em limpar a vidraça de uma janela com movimentos que podem ser produzidos pela mão, cabeça, dedo ou com algum objeto. Para tanto, o usuário é imerso em um ambiente onde em sua frente existe uma vidraça “suja” e seu objetivo é limpá-la no menor tempo possível. Diferentemente da aplicação da espaçonave, onde o usuário é representado pela nave, esta aplicação explora técnicas de RA para simular o usuário interagindo com o ambiente virtual a partir da própria imagem deste como mostra a Fig. 3. Da mesma forma que o jogo da espaçonave, este também foi adaptado para os

dois dispositivos de entrada: webcam e mouse, neste caso o cursor é transformado em uma espécie de esponja que o usuário utiliza para limpar a vidraça.

Já a aplicação areia também utiliza a técnica da subtração de fundo e os conceitos de RA, mas não pode ser considerada um jogo, pois não tem um objetivo definido; no entanto, serve para treinar os usuários no uso da webcam para interação. A Fig. 4 mostra a tela da aplicação normal e, ao lado, a interação ocorrendo entre o dedo do usuário e a areia, representada como pontos vermelhos. A aplicação procura dar a ilusão de que o usuário está imerso no cenário, interagindo diretamente com este, nota-se que o dedo do usuário obstrui a passagem da “areia”.



Fig. 3. Cenas do jogo da vidraça em execução.

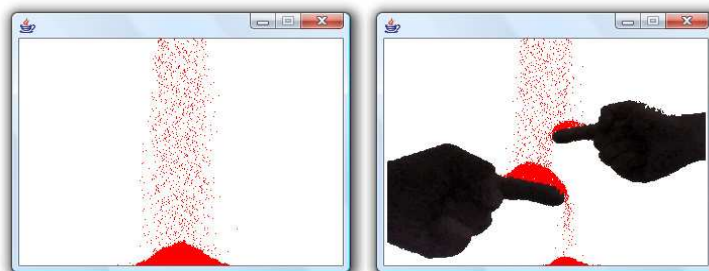


Fig. 4. Cenas da aplicação areia em execução

4 Procedimento Experimental

Nesta seção, descreve-se o procedimento experimental empregado para avaliar, através de testes de usabilidade, a interação dos usuários com as aplicações desenvolvidas de modo a identificar qual das formas de interação (mouse ou webcam) é melhor em termos de diversão, usabilidade e jogabilidade. Por diversão, subentende-se o retorno de satisfação ao interagir com o jogo, a usabilidade refere-se à facilidade de uso enquanto por jogabilidade, tem-se o grau de eficiência e destreza. A partir de tal avaliação, são apontados alguns requisitos iniciais para o uso da interação por captura de vídeo com jogos computacionais 2D. Os experimentos foram realizados em um ambiente controlado, com fundo fixo, mantendo a distância mínima de 1 (um) metro entre o usuário e a webcam.

4.1 Hipóteses levantadas

Para a avaliação deste estudo junto aos usuários, foram formuladas 4 (quatro) hipóteses (H):

H1. A interação pela webcam é de maior diversão em comparação ao mouse;

H2. A interação pelo mouse é maior usabilidade em comparação à webcam devido à grande maioria dos usuários estarem mais familiarizados ao mouse e às limitações das técnicas e do hardware utilizado;

H3. A utilização da webcam é maior usabilidade dentre os usuários do grupo não atuante na área de TI, pois estes têm menos contato com o mouse;

H4. A jogabilidade é melhor com a utilização do mouse por ser um dispositivo convencional de interação.

A diversão e a usabilidade dos usuários é uma medida subjetiva (H1, H2 e H3) enquanto a jogabilidade de cada periférico de entrada utilizado é objetiva (H4), mensurada através de contagem do tempo gasto para realização das tarefas.

4.2 Usuários e Tarefas

A avaliação contou com a participação de 20 (vinte) usuários, com idades que variam entre 7 (sete) e 62 (sessenta e dois) anos, onde 7 (sete) nunca jogaram ou jogam raramente vídeo-game, 5 (cinco) jogam pouco e 8 (oito) jogam frequentemente. Quanto ao sexo, 6 (seis) são mulheres e 14 (quatorze) são homens, sendo 11 (onze) usuários da área de Tecnologia da Informação (TI) e 9 (nove) de outras áreas. Procurou-se realizar uma amostragem heterogênea, de modo a não obter resultados viciados ao final do procedimento experimental.

Os usuários participaram de sessões individuais de avaliação, sendo que cada um recebeu instruções a respeito do funcionamento da aplicação a ser utilizada e dos objetivos a serem alcançados. Primeiramente, cada usuário preencheu o questionário, respondendo as questões pré-teste para levantamento de perfil; logo após, foi realizado um sorteio relativo à ordem de uso dos dispositivos – mouse e webcam – para cada aplicação, sendo que a primeira a ser usada foi o jogo da vidraça e o segundo o jogo da espaçonave. O jogo da espaçonave foi deixado por último por entender-se que, com as experiências anteriores, o usuário já havia assimilado o funcionamento da interação pela *webcam* e *mouse* e porque esta aplicação requer mais habilidade e destreza do usuário, exigindo atenção e coordenação.

Para introdução do usuário ao uso da webcam como meio de interação, permitiu-se que este interagisse inicialmente com a aplicação areia, de modo a ajudar na adaptação do usuário ao método de interação por intermédio da webcam. A seguir, o usuário teve um breve período de ambientação com cada aplicação a ser avaliada para poder familiarizar-se com os movimentos responsáveis pela interação e regras de cada jogo.

Cada tarefa foi cronometrada em segundos. Os experimentos ocorreram em dias aleatórios conforme a disponibilidade dos usuários. O hardware utilizado por todos foi o mesmo e procurou-se manter as mesmas condições referentes ao ambiente com

a finalidade de não distorcer os resultados. Ao terminar a parte prática da aplicação, o usuário preencheu o restante do questionário, respondendo questões pós-teste e, assim, encerrando sua participação. Neste questionário pós-teste, procurou-se levantar dados a respeito da opinião do usuário em relação à interação com as aplicações.

5 Resultados e Discussão

Após a tabulação dos questionários, foram feitas análises baseadas nos resultados obtidos. A Fig. 5 apresenta os resultados obtidos no quesito diversão entre os dispositivos de entrada mouse e webcam.

Iniciando pela primeira hipótese H1, observou-se que a maioria dos usuários (87,5%) considerou mais divertida a utilização da webcam como dispositivo de entrada, por considerá-la atrativa e inovadora na interação com os aplicativos; como sugere a hipótese H1.

Partindo para a hipótese H2, percebe-se que a usabilidade propiciada pelo mouse obteve, de um modo geral, a preferência dos usuários em comparação à webcam, como mostra a Fig. 6. Deste modo, se percebe uma tendência à hipótese H2, embora tenha apenas uma diferença de 5%. A usabilidade foi maior na aplicação espaçonave e igual na aplicação vidraça, porém, na média entre as aplicações, o mouse teve superioridade.

A hipótese H3 diz respeito à usabilidade por área de atuação – TI e outras. As Figs. 7 e 8 mostram o grau de usabilidade dos dispositivos pelos usuários em relação às áreas de atuação. Nota-se que, como esperado, os usuários da área de TI preferem o mouse (83%) enquanto os usuários de outras áreas (73%) preferem a webcam pela simplicidade e facilidade, tendência esta levantada na hipótese H3.

A hipótese H4 considera a jogabilidade e foi mensurada pelo tempo gasto na execução das tarefas. A Fig. 9 mostra a performance dos 20 usuários com cada dispositivo de entrada. Nota-se que, quanto à jogabilidade, o mouse obteve melhor resultado no jogo da espaçonave e pior resultado no jogo da vidraça.

A partir de tais resultados, nota-se que as técnicas de VC e de RA obtiveram bons resultados nos jogos 2D desenvolvidos, os quais não apresentam relevante complexidade. Tais técnicas podem atuar como o principal mecanismo de interação em jogos simples sem muitas opções (como neste estudo), ou podem ser utilizadas como mecanismo de apoio – por exemplo, utiliza-se a técnica de VC para movimentar o personagem em conjunto a um joystick para efetuar outras operações.

De um modo geral, pode-se dizer que as técnicas apresentadas servem para guiar/movimentar um ou mais objetos (navegação, seleção e manipulação simples). No entanto, a implementação de ações por captura de imagens é complexa, pois estas normalmente são representadas por gestos, os quais exigem mais processamento e técnicas mais avançadas de Processamento de Imagens e VC a fim de identificá-los.

Neste estudo, identificou-se que os principais problemas na interação com a webcam, em relação ao mouse, estão relacionados ao desempenho, pois o mouse é mais ágil e já faz parte do cotidiano de muitos usuários. Por outro lado, a webcam pode levar vantagem atraindo usuários não familiarizados com dispositivos computacionais e propiciando um modo mais intuitivo de interação, mais próximo à

realidade. Notou-se, pelos experimentos efetuados, que o tempo de aprendizado e adaptação com a interação pela webcam é curto.

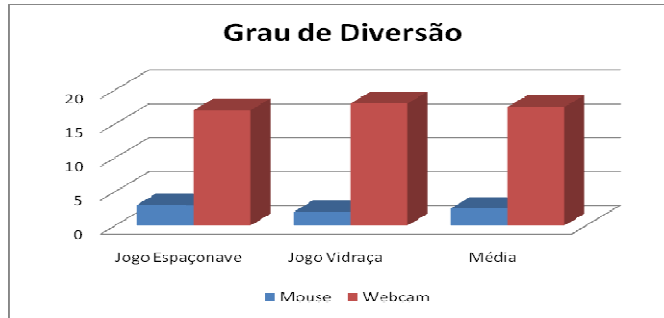


Fig. 5. Grau de Diversão (quantidade de usuários)

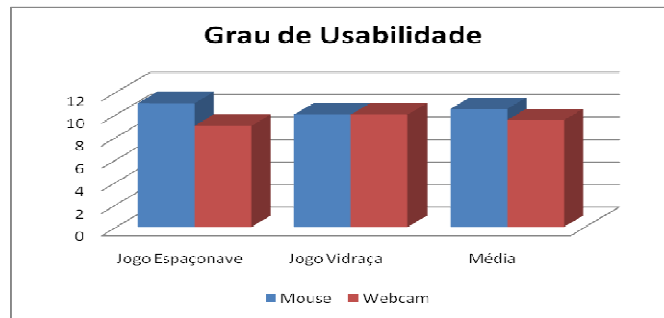


Fig. 6. Grau de Usabilidade (quantidade de usuários).

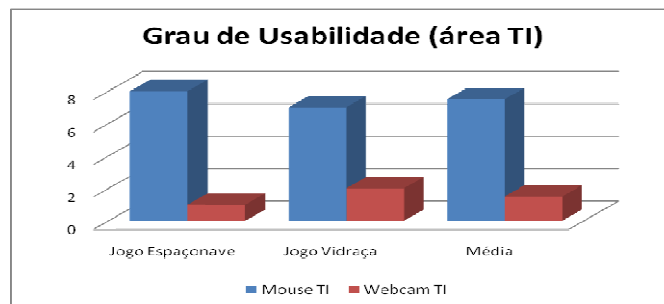


Fig. 7. Grau de Usabilidade da Área de TI (quantidade de usuários).

6 Considerações Finais

Este estudo abordou o emprego da VC, auxiliada por RA, em jogos digitais 2D e investigou a criação de jogos intuitivos e com maior usabilidade a partir do uso da webcam como dispositivo de entrada, fato este que pode estimular a jogabilidade e a diversão por parte dos usuários com diferentes perfis. Mesmo junto a usuários ligados à área de TI e/ou àqueles mais habituados a jogos computacionais e dispositivos

convencionais como mouse e joystick, a interação por webcam pode vir a se tornar um meio eficiente e mais intuitivo em função dos graus de liberdade de movimento.

Através das manifestações de aprovação dos usuários durante e após o procedimento experimental, é possível afirmar que o objetivo foi alcançado, e que os participantes do experimento demonstraram um interesse relevante por novos métodos de interação com jogos 2D.

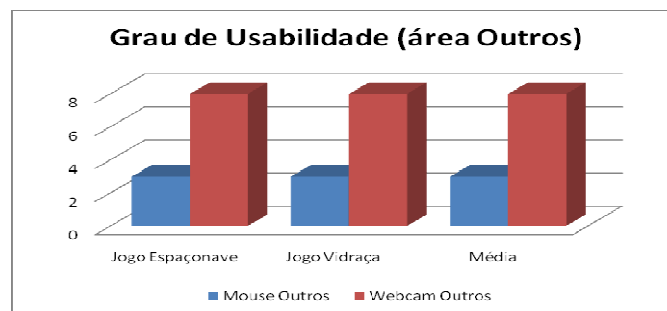


Fig. 8. Grau de Usabilidade de Outras Áreas (quantidade de usuários).

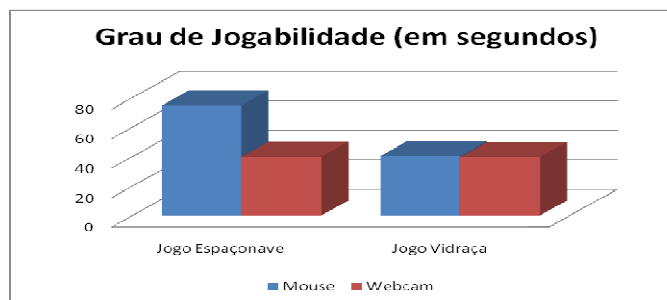


Fig. 9. Grau de Jogabilidade por Área (quantidade de usuários).

A partir de então, pode-se apontar alguns requisitos iniciais para o emprego de VC como forma de interação:

- a captura de imagens depende de um controle rígido das condições do ambiente, tais como iluminação, fundo e texturas;
- apropriada para interações simples em jogos 2D (navegação, seleção pontual e movimentação de objetos);
- em jogos mais complexos, é possível que as técnicas estudadas neste trabalho possam ser empregadas como mecanismo de apoio aos dispositivos convencionais.

No entanto, deve-se considerar o universo restrito onde foi aplicado este experimento, tanto em termos de usuários participantes do experimento quanto em relação aos tipos de interação implementadas. Assim, para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de aplicações mais complexas, onde a experiência de interação possa ser ampliada, utilizando recursos de hardware mais modernos e diferentes tipos de filtros e técnicas de processamento de imagens. Também em aplicações multi-

jogadores, via internet ou rede local, podem ser desenvolvidos jogos 2D utilizando recursos de técnicas de VC e RA e avaliar estes junto a usuários de modo a levantar novos requisitos para interação.

Agradecimentos

Agradecemos aos participantes do experimento de avaliação.

Referências

1. Rory Cellan, Jones - BBC News - Games 'to outsell' music, video - Technology correspondent [S.l.]: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7709298.stm>>. Acesso em: 7 de novembro de 2008.
2. Zorzal, E. R., Queiroz, E. A., Buccioli, A. A. B., Guimarães, M. P., and Kirner, C. A Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Jogos em Primeira Pessoa. WARV - Workshop de Aplicações de Realidade Virtual, UFU, Uberlândia, MG, 2005
3. Klette, Reinhard; Schluens, Karsten; Koschan, Andreas. Computer Vision - Three-Dimensional Data from Images. Springer, Singapore, 1998. ISBN 981-3083-71-9
4. [Rocha 2003] ROCHA, H.; BARANAUSKAS, M. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador. Campinas, SP:NIED/UNICAMP, 2003.
5. Milgram, P. et. al. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. Telem manipulator and Telepresence Technologies, SPIE, V.2351, 1994.
6. Billinghurst, M. Crossing the Chasm. Presented at International Conference on Augmented Tele-Existence, (ICAT 2001), 5-7 December, Tokyo, Japan [S.l.]: [s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/publications/r-2002-62/r-2002-62.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2008.
7. Kirner. Uso de Realidade Aumentada em Ambientes Virtuais de Visualização de Dados. Proc. of VII Symposium on Virtual Reality, SP, outubro 2004.
8. Richer, J., Drury, J. L., "A video game-based framework for analyzing human-robot interaction: Characterizing interface design in real-time interactive media applications," in First ACM International Conference on Human-Robot Interaction, ACM press: Salt Lake City, UT, USA, 2006.
9. Pinelle, D., Wong, N., Stach, T. (2008) Heuristic Evaluation for Games: Usability Principles for Video Game Design. Proceedings of the 2008 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2008), ACM Press, pp. 1453-1462. CHI 2008 Honorable Mention Award.
10. Saeia, V. et al.. Plataforma SIGUS e o Desenvolvimento de Jogos Eletrônicos com Interação Homem-Computador baseada em Visão Computacional. SBGAMES - VI Simpósio Brasileiro de Jogos para Computador e Entretenimento Digital, Short Papers, UNISINOS, São Leopoldo, Novembro 7-9, 2007
11. Paula, L. R. P. ; Bonini, R. ; MIRANDA, F. R. . Camera Kombat - Interação Livre para Jogos. In: V Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment, 2006, Recife. Proceedings of the V Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment, 2006.
12. Vieira, B. N. S., Theodoro, C., Trias, L. P., Miranda, F. R., Tori, R. ARHockey: Um Jogo em Realidade Aumentada Baseada em Projetores. In: Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, 2006, Recife. Digital Proceedings of the V Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment, 2006.