

Sistema de Realidade Aumentada para Visualização de Tatuagens

Jairo Henrique dos Santos Calmon (jairocalmon@dcc.ufba.br)

Orientador: Angelo Conrado Loula (angelocl@ecomp.uefs.br)

Co-orientador: Claudio Eduardo Goes (cegoes@gmail.com)

Mestrado

MMCC - Mestrado em Ciência da Computação - UFBA/UEFS

Semestre de ingresso: 2012.2

Conclusão prevista: 2014.2

Qualificação concluída em 2013.1 (21/10/2013)

Abstract

Technologies that aim user immersion in a synthetic environment have been used for various purposes. One such technology is Augmented Reality (AR) that allows the user to view the surrounding environment with overlap and composition of virtual objects, creating new ways of computer interaction. One of the objects for such virtual interactions is the human body. The human body is also an element that undergoes real physical changes, a common cultural practice for centuries, and one of the ways of expression through body modification is tattoo. We propose to design, develop and evaluate a system for AR visualization of virtual tattoos on skin for mobile platform. The design involves defining an approach for obtaining a representation of the surface of the skin, possibly 3D, in which the tattoo is projected. Further challenges come from the specifications and restrictions, such as the use of a mobile environment, in real time, using monocular camera. The project, thus, has a strong scientific potential by exploring new ways of human-machine interaction, borders and boundaries between the physical reality and digital virtual body, using the skin as the component for new interface designs.

Palavras-chave: Realidade Aumentada; Tatuagem;

1. Introdução

Tecnologias gráficas que visam imergir o usuário em um ambiente sintético, de diferentes formas e em diferentes níveis, têm sido utilizadas de maneira efetiva para as mais diversas finalidades, como, por exemplo, medicina, educação, terapia, entretenimento, robótica, dentre outros (Azuma, 1997). Uma destas tecnologias é a Realidade Aumentada (RA), que permite ao usuário a visualização do mundo real a sua volta, com a sobreposição e composição de objetos virtuais modelados por computador. Aplicações de RA complementam a realidade, ao invés de tentar substituí-la (Azuma, 1997), a partir da visualização em tempo real de um mundo real físico que foi melhorado através da adição de informação gerada por computador (Furht, 2011).

As interações entre o mundo real e o virtual, em aplicações de Realidade Aumentada são praticadas, na maioria das vezes, de forma não intrusiva. Existe, por outro lado, uma cultura humana praticada comumente por muitos séculos da alteração da aparência do corpo humano (Wohlrab et al., 2007). Diversos são os tipos de modificações praticadas no corpo, sendo que ultimamente as práticas mais populares são, a tatuagem e o *piercing*, e também são diversas as motivações para tais práticas. Tal popularidade confirma-se por dados que estimam que 23% dos americanos e 21% dos canadenses possuem pelo menos uma tatuagem. Estima-se ainda que estas pessoas gastam em tatuagens, somente nos Estados Unidos, a quantia de 1.65 bilhão de dólares por ano (Faille and Edmiston, 2013).

Este projeto está situado no contexto de desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada como forma de explorar novas interfaces aliada à necessidade ou impulso dos indivíduos modificarem seus corpos. O objetivo principal deste trabalho é projetar, desenvolver e avaliar um sistema de Realidade Aumentada, em plataforma móvel, de visualização de tatuagens virtuais na pele, acompanhando as superfícies do corpo humano. O sistema deve ser capaz de, através de um fluxo de imagens, identificar a pele e possíveis marcadores, obter uma representação da superfície da pele, realizar o processo de registro, e, então realizar a visualização considerando condições de oclusão e iluminação. Esta nova forma de tatuagem – virtual – permite abordagens dinâmicas (e até mesmo iterativas) com recursos como animações e vídeos, além da possibilidade do usuário trocá-la quando desejar.

Este projeto conta, então, com diversos desafios e inovações, dada sua especificação e restrições, como a tentativa de elaborar e/ou utilizar uma abordagem de detecção de informações de superfície da pele, utilizando apenas uma câmera (ambiente monocular), em uma aplicação prática de tempo real, em um ambiente móvel.

2. Fundamentação Teórica

Realidade Aumentada (RA) é definida como a visualização em tempo real direta ou indireta de um mundo real físico que foi “ampliado” através da adição de informação gerada por computador (Furht, 2011). Um importante processo em aplicações de Realidade Aumentada, é o processo de registro (“*registration*”), que é o processo de alinhar objetos reais e virtuais de modo a dar a ilusão de que os objetos coexistem no mesmo espaço (Azuma, 1997) sendo um difícil problema atualmente limitando aplicações de Realidade Aumentada. O processo de rastreamento de um objeto, pelo qual o registro é obtido, em um fluxo de imagens envolve identificar de forma contínua

a localização da câmera ou objeto que está em movimento. Uma das formas de se realizar o procedimento de rastreamento é inserir no ambiente alguns marcadores (Azuma, 1997) que irão fornecer dicas visuais para facilitar o entendimento da cena, abordagem esta que será utilizada neste trabalho.

2.1. Tatuagem e Tecnologia

A alteração física do corpo constitui prática comum por séculos e são praticadas por uma variedade de motivos. Na última década, a popularidade de tatuagens e *piercings* têm aumentado de forma significativa, não só em números mas também em relação ao espectro de classes sociais (Wohlrab et al., 2007). As motivações para realizar uma alteração corporal por tatuagem ou de outras formas são diversificadas. Um estudo realizado por Wohlrab et al. (2007) definiu categorias motivacionais que descrevem impulsos dos indivíduos para modificar o corpo: Beleza, arte e moda; Narrativa pessoal; Tolerância Física; Afiliação à grupos e comprometimento; Resistência; Espiritualidade e tradição cultural; Vício; e Motivação sexual.

De forma simplificada, uma tatuagem é uma inscrição plástica invasiva na segunda camada da pele, a derme, através de microincisões feitas de variados modos. Portanto, abordagens no desenvolvimento de tatuagens devem ter como base o seu suporte, a pele. Após um longo período sem mudanças significativas de projeto e aplicação, desde sua origem, novas tecnologias de tatuagens começam a emergir, permitindo, por exemplo, o surgimento de dispositivos epiteliais dinâmicos, isto é, artefatos intencionalmente inscritos ou anexados à pele nos quais a aparência é potencialmente modificada no tempo (Bitarello, Fuks e Queiroz, 2011). Estes projetos estão associados com a pesquisa de novos dispositivos biotecnológicos, bem como a síntese de novos materiais e aplicações tecnocientíficas. Algumas dessas novas tecnologias visam, por exemplo, realizar a leitura de estados orgânicos (estados neural, endócrino) e com isso possíveis novas formas de relações interpessoais podem passar a existir como resultado da criação desses novos padrões de comunicação.

2.2. Trabalhos Relacionados

Trabalhos acadêmicos na área de Realidade Aumentada envolvendo a visualização de tatuagens através da detecção da superfície da pele não foram encontrados nas buscas do autor. Dessa forma, apresentaremos projetos comerciais encontrados, além de trabalhos acadêmicos relacionados à Realidade Aumentada em superfícies não rígidas (como a pele).

Alguns projetos comerciais e aplicativos para dispositivos móveis foram encontrados nos quais é tatuado no corpo de uma pessoa um marcador, ou a própria tatuagem do usuário, e então a aplicação detecta e sobrepõe um objeto animado virtual, como o projeto ThinkAnApp¹). No entanto, tais projetos são muito próximos da detecção já realizada em cartões, sendo a diferença apenas da superfície em uso. Dessa forma, o objeto virtual é apenas posicionado de modo a flutuar sobre a pele, sem qualquer deformação ou integração com a superfície.

¹ Veja notícia Dybwad, B. Augmented Reality Tattoo Makes Your Skin Come Alive, FEB 17, 2010. <http://mashable.com/2010/02/17/augmented-reality-tattoo/>

A utilização de projeções em realidade aumentada sobre a pele também pode ser vista em campos de pesquisas acadêmicos, como, por exemplo, na medicina. Nicolau et al. (2005), por exemplo, apresentam um sistema de Realidade Aumentada para auxílio em procedimentos médicos no fígado. É possível identificar similaridades entre a aplicação demonstrada e este trabalho. Em contraste, uma considerável diferença encontra-se no fato da aplicação médica ter um ambiente bastante controlado e fazer usos de dispositivos de captura sofisticados, caros e de uso restrito, como a tomografia computadorizada.

3. Metodologia

O projeto proposto envolve desenvolver um sistema de visualização de tatuagens utilizando a tecnologia de Realidade Aumentada, com possível uso para dispositivos móveis. Para alcançar este objetivo, várias etapas são necessárias, desde a aquisição da imagem, detecção de marcadores sobre a pele até sobreposição de imagens virtuais sobre a imagem adquirida. As etapas do projeto são descritas em mais detalhes a seguir.

O processo se inicia pela aquisição da imagem através de uma câmera monocular. Isso dá acesso a um fluxo (*stream*) de imagens sob as quais serão realizados os diversos processamentos seguintes. A partir do fluxo de imagens, cada quadro da imagem passa por uma série de processamentos, a começar pelo processo de segmentação por limiarização (Gonzalez e Woods, 2006) para identificar e separar a pele de todo o ambiente ao redor. Nessa etapa também são aplicados operadores morfológicos (Gonzalez e Woods, 2006), como, por exemplo, os operadores de dilatação, erosão, abertura e fechamento, para refinar os resultados obtidos na segmentação.

Em seguida o procedimento de identificação de marcadores na pele é efetuado, utilizando a imagem binarizada de segmentação da pele (Phung, Bouzerdoum e Chai, 2005) como máscara para limitar a região de busca e eliminar *outliers*. Os marcadores são utilizados para capturar informações sobre a superfície na qual foram aplicados. Para esta etapa é necessário o projeto e análise de marcadores adequados, o que envolve verificar os possíveis tipos de marcadores e identificar quais os mais adequados para a aplicação, considerando as diversas limitações, como, por exemplo, de processamento (deve ser dentro do limite da taxa de aquisição da amostragem das imagens), tolerância em relação a oclusões e facilidade de remoção da cena.

Alguns tipos de representação de superfície podem ser obtidos a partir do processamento de imagens. Existem diversas estratégias e algoritmos (Salzmann e Fua, 2010) que analisam o conteúdo da imagem em busca de informações que permitam extrair a pose de determinadas superfícies bem como possíveis deformações. Uma das formas possíveis é através da adição de elementos conhecidos à cena, como uma textura ou grade de pontos, e então realizar um processo de correspondência entre *features* do elemento conhecido e *features* encontradas na imagem. O resultado deste processo informa, de maneira resumida, que cada ponto-chave A de uma imagem de referência foi encontrado na cena capturada no ponto B. Para algumas aplicações este resultado já é suficiente para realizar a sobreposição em RA (registro 2D, por exemplo), enquanto outras realizam processos adicionais para obter representações mais elaboradas da superfície (deduzir a forma tridimensional, por exemplo).

Uma das etapas que precede o processo de sobreposição do modelo da tatuagem depois da detecção dos marcadores, porém, é realizar o procedimento de exclusão dos marcadores, uma vez que a tatuagem a ser inserida possui áreas vazadas e tais marcadores prejudicariam a visualização. A depender do tipo e tamanho dos marcadores presentes na pele, tal procedimento pode ser alcançado com a utilização de alguns filtros (como o da média da vizinhança de *pixels*, por exemplo) na área de interesse com resultados satisfatórios, ou utilizando técnicas de *inpainting* (Telea, 2004).

Com os marcadores detectados e removidos, o processo de registro e visualização é realizado. Esta etapa envolve sobrepor um modelo à imagem capturada, com as devidas distorções aplicadas, de modo a fornecer a percepção de que a tatuagem encontra-se na superfície da pele e acompanha seu contorno. Para atingir um nível de realismo satisfatório, diversas técnicas podem ser utilizadas (Pessoa et al., 2010), como a utilização de transparência. Como a descrição da tatuagem será feita através de uma imagem, além do desenho da tatuagem ela também será composta, geralmente, por uma parte totalmente transparente (vazada). Além dessa transparência, ao aplicar a tatuagem sobre a pele uma transparência sobre a parte opaca da imagem também pode ser aplicada, de forma a não eliminar completamente a textura da pele nessas áreas. Uma técnica semelhante seria aplicar algumas metodologias de mesclagem de imagens, como a operação de multiplicação entre *pixels* das imagens (Gonzalez e Woods, 2006).

4. Resultados Parciais e Testes

As Figura 1 e 2 resumem o estado atual do trabalho que encontra-se atualmente na detecção de marcadores e visualização da tatuagem, sendo que as etapas de revisão da literatura, aquisição e calibração da imagem, segmentação da pele já foram realizadas, sendo necessário apenas alguns ajustes finos. A detecção e o registro são etapas fundamentais para o projeto e são as tarefas prioritárias no momento.



Figura 1. Imagem de tatuagem a ser sobreposta na pele

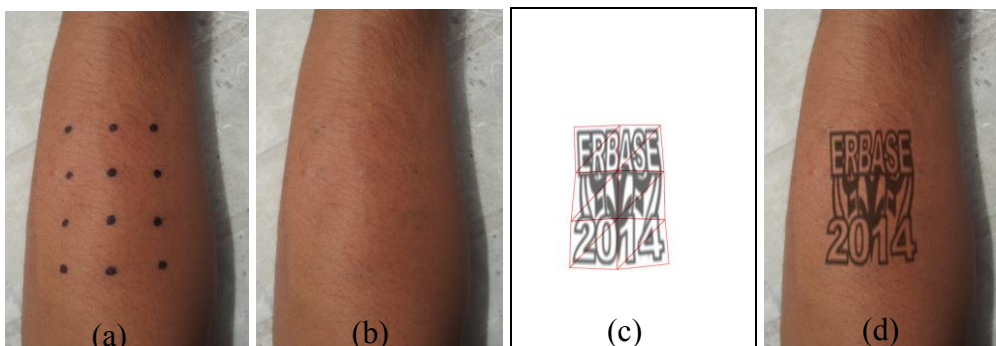


Figura 2. (a) Imagem original capturada pelo usuário. (b) Processo de remoção de marcadores. (c) Deformação aplicada na tatuagem de acordo com a posição dos marcadores (o *wireframe* é mostrado para evidenciar a deformação). (d) Superposição da imagem da tatuagem, resultado da multiplicação de (b) e (c) seguida de ajustes para preservar a textura da pele na tatuagem.

A Figura 2 mostra uma das imagens proveniente do fluxo (Figura 2-a), o processo de excluir os marcadores da imagem original utilizando a técnica *inpainting* (Figura 2-b), a deformação aplicada à tatuagem através de uma malha (Figura 2-c) e a sobreposição da tatuagem de acordo com os marcadores (Figura 2-d), de acordo com a deformação detectada pelos marcadores (que atuam como vértices da malha sobreposta).

O projeto conta com apoio da FAPESB e o desenvolvimento do sistema está sendo inicialmente realizado para o ambiente *desktop* para facilitar a pesquisa e investigação de soluções, porém, uma das intenções é gerar um produto derivado da pesquisa que funcione em ambientes móveis. Assim, finalizada a implementação dessa primeira etapa, o sistema deverá ser portado para dispositivos móveis utilizando o seu respectivo ambiente de desenvolvimento.

References

- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4).
- Bitarello, B., Fuks, H., and Queiroz, J. (2011). New technologies for dynamic tattoo art. In *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction, TEI '11*, pages 313–316, New York, NY, USA. ACM.
- Dybwad, B., (2010). Augmented Reality Tattoo Makes Your Skin Come Alive. <http://mashable.com/2010/02/17/augmented-reality-tattoo/>
- Faille, M. and Edmiston, J. (2013). Graphic: The tattoo industry. <http://news.nationalpost.com/2013/08/16/graphic-the-tattoo-industry/>.
- Furht, B. (2011). *Handbook of augmented reality*.
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. (2006). *Digital Image Processing (3rd Edition)*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Nicolau, S., Pennec, X., Soler, L., and Ayache, N. (2005). A complete augmented reality guidance system for liver punctures: First clinical evaluation. *Medical Image Computing*, pages 539–547.
- Pessoa, S., Moura, G., Lima, J., Teichrieb, V., and Kelner, J. (2010). Photorealistic rendering for augmented reality: A global illumination and brdf solution. In *Virtual Reality Conference (VR)*, 2010 IEEE, pages 3–10. IEEE.
- Phung, S., Bouzerdoum, A., and Chai, D., S. (2005). Skin segmentation using color pixel classification: analysis and comparison. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *IEEE Transactions on*, 27(1):148–154.
- Salzmann, M. and Fua, P. (2010). Deformable Surface 3D Reconstruction from Monocular Images. *Synthesis Lectures on Computer Vision*, 2(1):1–113.
- Telea, A. (2004). An Image Inpainting Technique Based on the Fast Marching Method. *Journal of Graphics, GPU, and Game Tools* 9 1, pp 23-34.
- Wohlrab, S., Stahl, J., and Kappeler, P. M. (2007). Modifying the body: Motivations for getting tattooed and pierced. *Body image*, 4(1):87–95.