

# Estruturação do Museu Theodomiro Santiago com Realidade Aumentada

Christopher Shneider Cerqueira<sup>1</sup>, Claudio Kirner<sup>2</sup>, Edison Oliveira de Jesus<sup>2</sup>, Isabela Neves Drummond<sup>2</sup>, Roberto Affonso da Costa Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Engenharia de Sistemas e Tecnologias da Informação (IESTI)

<sup>2</sup>Instituto de Ciências Exatas (ICE) – Departamento de Matemática e Computação (DMC)  
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

*christophercerqueira@gmail.com ckirner, edison, isadrummond, rcosta62br@unifei.edu.br*

## Abstract

*This paper proposes definitions of hardware and software for the development of an augmented reality application that will be applied at the Museum Theodomiro Santiago, located in the Universidade Federal de Itajubá. This demonstrates how hardware and software are used to build a robust system for this application of augmented reality.*

## 1. Introdução

Há muito tempo, o fomento tecnológico vem fazendo com que a ficção vire realidade, utilizando a inspiração cinéfila para a criação real de dispositivos que beneficiam a existência humana em diversos graus de interação com o ambiente.

A partir desta premissa, de transformar ficção em realidade, diversos institutos tecnológicos ao redor do mundo estão pesquisando um conceito de interação denominado Realidade Aumentada, que é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais [1][2].

Um segmento na qual realidade aumentada tem condição de ser vastamente explorado é o entretenimento cultural e de aprendizado, onde é possível idealizar sistemas multimídia de dados que sejam sensíveis a maneira de como o usuário enxerga estes dados, realizando de maneira atraente, inovadora e sinestésica uma incursão ao conhecimento [3].

O estado de Minas Gerais é um dos focos culturais brasileiros, possuidor de muitos parques históricos e museus. Com o auxílio de realidade aumentada, é proposta uma nova forma de interação do visitante com a informação provida nos parques históricos e museus. [4]

Assim, o objetivo deste projeto é a construção de um sistema de realidade aumentada para o Museu Theodomiro Santiago, sendo o mesmo focado na utilização em primeira pessoa baseando-se num dispositivo HMD (*Head Mounted Display*).

## 2. Museu Theodomiro Santiago

O museu Theodomiro Santiago, localizado na Universidade Federal de Itajubá, tem como proposta disponibilizar informações relacionadas à história do desenvolvimento tecnológico provido pela UNIFEI, bem como cultivar a memória de Theodomiro Carneiro Santiago, fundador do Instituto Eletrotécnico e Mecânico de Itajubá (IEMI), assim como a de outras pessoas que tenham prestado serviços considerados relevantes aos Institutos, à Escola e à Universidade [5].

Tendo também em vista o projeto do Museu da Ciência e Tecnologia, com previsão de funcionamento em 2013, este sistema poderá ser uma ferramenta para apoiar demonstrações de experimentos. Outra aplicação futura seria no Centro de Memória da Universidade, na qual as visitas poderiam ser virtualmente acompanhadas por representações de pessoas importantes da história da Universidade, que disponibilizariam conteúdo histórico e curiosidades.

## 3. Metodologia de Desenvolvimento

O desenvolvimento deste projeto abrangerá um conjunto de técnicas envolvendo a geração de imagens virtuais, para que sejam corretamente sobrepostas às imagens reais. Para isto o mundo real deve fornecer dados de referência para que o sistema localize corretamente os itens no ambiente. Então, serão implementadas quatro metodologias de posicionamento e orientação de hardware e software, que estão a seguir:

- a) Utilização padrões visuais, ou marcadores: Nesta, a imagem é processada a partir de um marcador que fornecerá um ponto de partida para o posicionamento dos componentes virtuais.
- b) Utilização de *SLAM* (*Simultaneous Location and Mapping*) [6]: método de mapeamento e localização em tempo real que captura características do ambiente para coordenar as imagens virtuais.
- c) Utilização de sensores inerciais: para informações de aceleração nos três eixos coordenados [7].
- d) Utilização de sensores infravermelhos: para estabelecer, corrigir e auxiliar as medidas de posicionamento e orientação realizados pelos outros métodos citados.

A Figura 1 mostra o fluxo de informações, representando o mundo real capturado, de forma que é necessário um processamento do vídeo capturado, onde serão aplicados os métodos de posicionamento e localização por marcadores e SLAM, para que o mundo real possa ser mapeado. A partir deste primeiro mapeamento, os dados serão refinados com informações dos sensores inerciais e infravermelhos de modo a gerar corretamente as imagens que serão inseridas no contexto da cena vista pelo usuário deste sistema. Com as imagens virtuais corretamente montadas, a camada virtual é aplicada às imagens reais para assim gerar um mundo misturado, ou realidade aumentada.

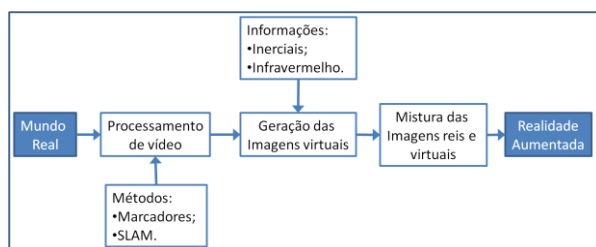


Figura 1 - Fluxo de informação

A montagem do sistema será dividida em três partes:

- a) Hardware embarcado, onde será construída a arquitetura dos sensores, entrada e saída de vídeo e unidade de processamento.
- b) Modelagem 3D das cenas, onde serão estudados os mecanismos do funcionamento dos sistemas a serem implantados neste projeto piloto.
- c) Desenvolvimento do software, onde será realizado todo o processamento de imagem, localização e montagem da imagem real com a virtual.

### 3.1. Hardware embarcado

O sistema de hardware embarcado é composto de uma mochila que contém um notebook, um óculos com os sensores e um microcontrolador para conectar os sensores ao notebook. Este equipamento será fornecido ao usuário no momento do uso.

Um dos sensores do óculos seria um sensor inercial, como o *ADXL335* [8] produzido pela *Analog Devices*, que disponibiliza três níveis de tensão relativa à quantidade de aceleração exercida em cada eixo ou o *ADXL345* [9] que já disponibiliza esta informação no formato digital. Deve-se notar que esta informação de aceleração será responsável por auxiliar e, em alguns casos, puramente compor a informação de posicionamento e orientação do usuário deste sistema de realidade aumentada.

Outro sensor que pode ser utilizado é o infravermelho, suportado por dois conjuntos: transmissor e receptor. No conjunto transmissor, são utilizados LEDs (*Light Emitting Diode*) infravermelhos. No conjunto receptor é utilizada a câmera infravermelha do controle do videogame da *Nintendo*, o *Wii* [10]. O tipo de informação que é adquirido por este sistema infravermelho é o de distância relativa, uma vez que a câmera infravermelha filmará dois pontos que estiverem emitindo infravermelho e, a partir do distanciamento da câmera em relação aos dois pontos, calculará a distância relativa entre a câmera e os sensores.

Numa primeira etapa de desenvolvimento, a fim de descobrir as características de funcionamento, a observação e a compreensão dos sensores inerciais e da câmera infravermelha podem ser feitas com o controle do *Wii*, pois este possui o sensor inercial e a câmera de infravermelho para o seu funcionamento. Além disso, ele pode comunicar-se via Bluetooth, excluindo a necessidade de um hardware de interface entre os sensores e a unidade de processamento.

### 3.2. Modelagem 3D

A implantação deste projeto pretende introduzir componentes virtuais no contexto do Museu Theodomiro Santiago. Foram escolhidos três itens, o Laboratório Termohidrelétrico, um avatar, que fará uma apresentação, e um experimento físico.

A proposta do Laboratório Termohidrelétrico consistirá na apresentação do equipamento, e a mecânica dos fluidos passantes pelo sistema. A utilização do avatar consistirá na existência de um interlocutor, ou tutor virtual para realizar a apresentação do Laboratório Termohidrelétrico. Este poderá ser uma personificação de Theodomiro

Carneiro Santiago. Ao final, o experimento físico será uma incursão natural, já que, para a realização das outras propostas, aspectos relevantes à aceleração, gravidade e mecânica dos fluidos serão levados em conta.

A modelagem pode ser realizada, utilizando *Vivaty Studio* [11] como uma possível *IDE (Integrated Development Environment)*. Os modelos gráficos podem ser realizados em qualquer software, como por exemplo, o *Blender* [12], já que posteriormente o *Vivaty Studio* permite a importação de diversos formatos.

### 3.3. Desenvolvimento do Software

A base da construção deste aplicativo está na biblioteca *ARToolKit* [13]. Esta biblioteca será modificada para conter mais métodos de localização e orientação, de forma que a imagem continue a ser projetada mesmo não tendo o marcador no campo visual. Para isto serão utilizadas técnicas envolvendo SLAM. Os marcadores originalmente propostos pela biblioteca continuam em uso, sendo utilizados para o propósito de calibração e inicialização da cena.

No modelo final deste projeto piloto, espera-se que o resultado seja a abordagem híbrida entre marcadores e infravermelho para o propósito de calibração.

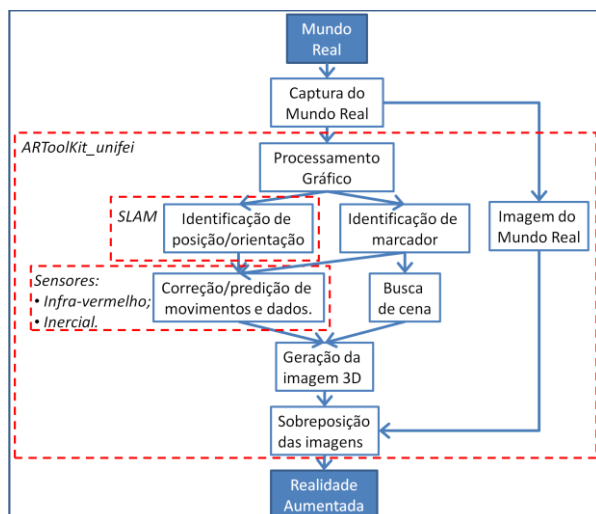


Figura 2 - Processamento de imagem e geração da Realidade Aumentada

Como o processamento de imagem via software é de alto custo computacional para a unidade de processamento, resolveu-se auxiliar os cálculos da variação de posicionamento e orientação, com o uso de sensores inerciais. Desta forma, será possível diminuir o custo computacional para calcular o movimento de todos os pontos encontrados pelo SLAM, já que a

informação de aceleração do movimento está sendo dada pelo sensor inercial.

Considerando uma cena já escolhida, os dados provenientes dos sensores, SLAM e marcadores são aplicados sobre a imagem virtual, adaptando a imagem ao ponto de vista do usuário. A Figura 2 exemplifica este processamento.

### 4. Ferramental de Implementação

Para a utilização do sistema, é necessário um dispositivo de entrada visual de dados através de uma câmera digital 3D [14]. Esta câmera digital 3D possui dois obturadores que capturarão duas imagens do mundo de forma que será possível montar um anáglifo da imagem ou uma imagem polarizada, para fornecer uma imagem tridimensional estereoscópica. A imagem é formada por duas camadas de cor sobrepostas, mas com uma pequena distância entre as duas para produzir um efeito de profundidade.

São necessárias entradas de dados do tipo inercial e infravermelho, de forma a auxiliar a composição das informações de posicionamento e localização.

Para a exibição das imagens em primeira pessoa, é necessário que o mesmo possua um visualizador que proporcione uma imagem relativa ao seu ângulo de visão. Para isto, será utilizado um “*personal media viewer*”, pois seu custo é bem inferior aos HMDs[15].

Desta forma, com os componentes que foram descritos, é possível montar uma visão geral de como este sistema será desenvolvido. A Figura 3 mostra uma representação dos componentes de hardware necessários ao desenvolvimento deste sistema:

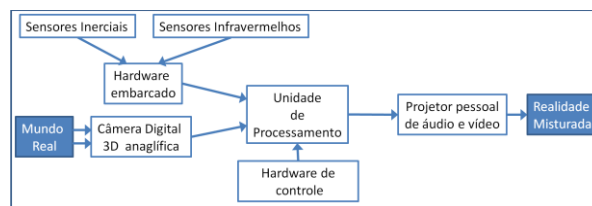


Figura 3 - Componentes de Hardware

Exemplificando os componentes de hardware, a Figura 4 propõe alguns componentes que poderiam ser utilizados numa primeira abordagem para a construção deste sistema. A câmera 3D conecta-se via USB (Universal Serial Bus) à unidade de processamento, de forma a capturar as imagens, os sensores inerciais e a câmera infravermelha representados pelo controle de Wii conectam-se via Bluetooth. Para exibição das imagens, o personal media viewer deve conectar-se a saída de vídeo da unidade de processamento. Caso a mesma não possua saída de vídeo composto, do tipo NTSC (*National Television System(s) Committee*), é

necessário um decodificador de vídeo para intermediar a ligação ao personal media viewer. [16]

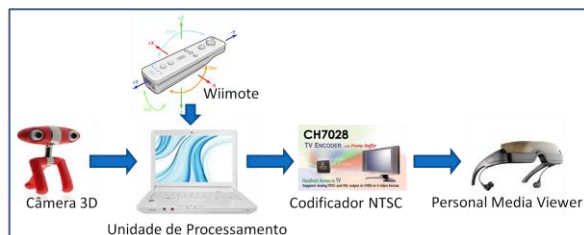


Figura 4 - Exemplo de hardware

## 5. Conclusão

Para a realização deste projeto é necessário o conhecimento de técnicas e processos para implantação de sistemas de realidade aumentada, que consistem numa das mais avançadas técnicas de interação homem - máquina. As técnicas de processamento de imagem serão usadas para o mapeamento visual, enquanto que as técnicas de hardware serão úteis para o desenvolvimento e utilização de sensores para informações de posicionamento e orientação. Será feito um estudo aplicado a situações específicas, visando avaliar a capacidade destes sistemas em aplicações educacionais, contextualizando-as a diversas disciplinas, tanto na modalidade presencial quanto a distância.

Neste projeto, relacionado com o Museu Theodomiro Santiago, a aplicação envolve três itens, o Laboratório Termohidrelétrico, um avatar, e um experimento físico.

Com o avanço da tecnologia, a mochila pode ser substituída por um hardware integrado contendo a unidade de processamento e os sensores, de forma a existir um hardware único para o sistema. O conjunto ficaria então composto por este hardware integrado e o óculos.

Com a execução deste projeto, espera-se desenvolver a base necessária para estender esta técnica de interação para outras utilizações, dentro e fora da universidade, utilizando um sistema de custo relativamente baixo.

## 6. Referencias

- [1] TORI, Romero; KIRNER, Claudio. *Fundamentos de Realidade Aumentada. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Belém - PA: SBC, 2006. Pp 22-38. Disponível em: <<http://www.realidadevirtual.com.br/>>. Acesso em: 09 outubro 2009.
- [2] KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza G. *RVA - Definições. Realidade Virtual e Aumentada*. Disponível em:

<<http://www.realidadevirtual.com.br/>>. Acesso em: 09 outubro 2009.

[3] BOTEAGA, Leonardo Castro; CRUVINEL, Paulo Estevão. *Realidade Virtual: Histórico, Conceitos e Dispositivos. Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada*. XI Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: SBC - Sociedade Brasileira de Computação, 2009. Pp. 8-30.

[4] BRAGA, Isis Fernandes. *Realidade Aumentada em Museus: As Batalhas do Museu Nacional de Belas Artes, RJ*. Rio de Janeiro, 2007. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro .

[5] PORTAL AD-UNIFEI. *Estatuto da Fundação Theodomiro Santiago*. Itajubá, 1960. Disponível em: <[http://www.adunifei.com.br/adunifei/public/files/estatuto\\_ftsi.pdf](http://www.adunifei.com.br/adunifei/public/files/estatuto_ftsi.pdf)>. Acesso em: 03 setembro 2009.

[6]. DURRANT-WHYTE, Hugh; BAILEY, Tim. *Simultaneous localisation and mapping (SLAM): Part II - State of the art*. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 13(3), September, 2006.

[7] ANALOG DEVICES. *Analog Devices' Inertial Sensing Technology*. Disponível em: <[http://www.analog.com/en/sensors/inertial-sensors/products/overview/over\\_Inertial\\_Sensing\\_Technology/fca.html](http://www.analog.com/en/sensors/inertial-sensors/products/overview/over_Inertial_Sensing_Technology/fca.html)>. Acesso em: 04 setembro 2009.

[8] ANALOG DEVICES. *ADXL335: Small, Low Power, 3-Axis ±3 g Accelerometer*. Disponível em: <<http://www.analog.com/en/mems/low-g-accelerometers/adxl335/products/product.html>>. Acesso em: 04 julho 2009

[9] ANALOG DEVICES. *ADXL345: 3-Axis, ±2 g/±4 g/±8 g/±16 g Digital Accelerometer*. Disponível em: <<http://www.analog.com/en/mems/low-g-accelerometers/adxl345/products/product.html>>. Acesso em: 04 julho 2009.

[10] NINTENDO OF AMERICA INC. *Nintendo Wii*. Disponível em: <<http://www.nintendo.com/wii/>>. Acesso em: 03 junho 2009

[11] VIVATY INC. *Vivaty: Vivaty Developer*. Disponível em: <<http://developer.vivaty.com/>>. Acesso em: 04 novembro 2009

[12] BLENDER. *Blender*. Disponível em: <<http://www.blender.org/>>. Acesso em: 04 novembro 2009.

[13] UNIVERSITY OF WASHINGTON. *ARToolKit*. [Online] Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>. Acesso em: 03 junho 2009.

[14] MINORU 3D. *Minoru from Novo is the worlds first consumer 3D webcam*. Disponível em: <<http://www.minoru3d.com/>>. Acesso em: 04 setembro 2009

[15] MYVU. *Myvu personal media viewer*. Disponível em: <<http://www.myvu.com/>>. Acesso em: 17 junho 2009.

[16] CHRONTEL, INC. *PC to TV Encoder Products - Chrontel - The world's leading supplier of PC-TV encoders*. Disponível em: <<http://www.chrontel.com/>>. Acesso em 17 junho 2009.