

O USO DA REALIDADE AUMENTADA NO APRENDIZADO MUSICAL

Ezequiel Roberto Zorzal¹, Arthur A. Bastos Buccioli¹, Claudio Kirner^{1,2}

¹Centro Universitário Adventista de São Paulo - UNASP

Estrada de Itapeperica, 5859 – Jardim IAE

CEP 05858-001, São Paulo - SP

Brasil

²Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP

Faculdade de Ciências Exatas da Natureza

Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação

Rodovia do Açúcar, km 156

CEP 13400-911 – Piracicaba - SP

Brasil

ezorzal@gmail.com, arthurbuccioli@gmail.com, ckirner@unimep.br

Resumo – Este artigo demonstra a utilização da Realidade Aumentada no aprendizado musical, através do uso de técnicas de Visão Computacional e softwares apropriados, provando ser possível este aprendizado de uma forma atrativa e eficiente.

Palavras-Chave – Música, Realidade Aumentada.

Abstract – This paper demonstrates the Augmented Reality utilization in the musical learning, through the use of Computer Vision techniques and appropriate softwares, showing the feasibility of learning in an attractive and efficient way.

Keywords – Music, Augmented Reality.

I. INTRODUÇÃO

A música sempre exerceu fascínio sobre o ser humano, não importando sua etnia, localização geográfica ou religião. Cada civilização desenvolveu seus estilos musicais ao longo das eras, refletindo a cultura dos povos, situações que ocorriam e sentimentos. Com o tempo e a globalização, alguns estilos foram abandonados, outros mesclados para formar novos estilos, e outros ainda sofreram poucas modificações desde sua criação. No entanto, a composição de melodias e mesmo a correta execução das mesmas sempre foi um grande desafio, e o aprendizado difícil. A criação de um padrão de escrita musical também representou um problema em potencial.

Diversas tentativas de inventar um sistema de notação foram feitas. Os povos antigos como gregos romanos e hebreus tentaram criar formas de escrever a música, mas suas tentativas se perderam com o tempo. No século VII da Era Cristã surgiram símbolos conhecidos como neumas, que apesar de não indicarem com precisão as notas musicais, ajudavam os cantores e músicos a se localizarem na melodia. Mais tarde, o monge italiano Guido D'Arezzo [1] introduziu a utilização de 4 linhas paralelas para escrita musical. O pentagrama atual só veio a surgir no século XII como uma solução de escrita para as primeiras músicas polifônicas.

Novos símbolos foram criados para adequar a notação padrão às peculiaridades de cada instrumento, como por exemplo, o sinal de pedal em uma partitura de piano. Essas modificações, no entanto, foram introduzidas sobre a notação padrão não a substituindo em seu propósito.

Apesar das inúmeras vantagens, para se aprender a interpretar e ler de forma satisfatória a notação musical é necessário muito treino. Pode-se inclusive comparar esta fase de aprendizado com a alfabetização infantil, onde é necessário decorar cada símbolo e as combinações possíveis para se ler e escrever.

Existem hoje diversos métodos para o ensino de notação musical em conservatórios e escolas independentes. Cada método tem suas virtudes e defeitos. Alguns métodos são especializados no ensino de música para crianças, outros para adultos e assim por diante.

Este trabalho traz uma alternativa de aprendizado musical, onde é possível ensinar música às pessoas de diversas idades.

Utilizando técnicas de Visão Computacional e Realidade Aumentada, é possível fazer com que o sistema proposto interaja com o usuário de uma forma atrativa [2], muito mais eficiente e intuitiva. Símbolos conhecidos são acrescentados sob a forma de objetos virtuais tridimensionais no sistema, auxiliando o usuário visualmente na compreensão dos conceitos propostos [3][4][5][6][7].

Além disso, o sistema conta com processos paralelos que permitem a execução de sons musicais de instrumentos como o piano, saxofone e órgão, dependendo das ações recebidas, ampliando e melhorando a interação do usuário com o sistema.

O presente projeto demonstra três formas de aprendizado, cada uma delas enfocando áreas distintas da música. A primeira forma de aprendizado utiliza oclusão de marcadores para executar sons predefinidos. Essa execução é guiada pela apresentação de símbolos ao usuário que deverá fazer a oclusão do marcador apropriado, quando o símbolo mostrado atingir um certo ponto fixo do cenário. Assim, uma pequena melodia pode ser executada, capacitando o usuário na percepção rítmica, enquanto utiliza o sistema. A segunda forma enfoca o aprendizado de leitura musical, baseado em uma notação de pentagrama em branco e um marcador impresso em transparência que é reconhecido diferentemente, de acordo com o posicionamento do

marcador na notação em branco. Quando um símbolo é reconhecido, o sistema mostra sua identificação visual e executa (emite) o som correspondente, facilitando assim o aprendizado de leitura e escrita desta notação. A última aplicação simula um leitor automático de partitura, onde os símbolos podem ser criados em forma de apresentação a partir de um software de fácil usabilidade, como por exemplo, o PowerPoint.

Para a criação destas aplicações foi utilizado o software ARToolKit [8]. Ele permite desenvolver aplicações de Realidade Aumentada, e faz uso de Visão Computacional para o reconhecimento dos marcadores de referência previamente cadastrados no sistema para a adição de objetos virtuais no mundo real.

Assim, a seção 2 apresenta o conceito de Realidade Aumentada e suas características. A seção 3 descreve o funcionamento do software ARToolKit. A seção 4 apresenta as três aplicações propostas para desenvolver a rítmica e a habilidade de construir notações no usuário. Finalmente, na seção 5 são abordadas as conclusões finais deste trabalho.

II. REALIDADE AUMENTADA

A Realidade Aumentada é uma particularização da Realidade misturada, consistindo na sobreposição de objetos virtuais e reais. A realidade misturada pode ser subdividida em duas áreas, de acordo com a predominância das partes reais ou virtuais na aplicação.

Realidade Aumentada, quando a parte predominante é o mundo real e, Virtualidade Aumentada quando ocorre o contrário, ou seja, existe a predominância no ambiente virtual [7]. A figura 1 mostra o diagrama de Realidade/Virtualidade contínua.



Fig. 1. Diagrama de Realidade/Virtualidade contínua [9].

A Realidade Aumentada apresenta uma grande vantagem sobre a Virtualidade Aumentada, que é de trazer os objetos virtuais para o mundo real, onde o usuário da aplicação tem muito mais segurança, pois mantém o senso de presença, sabendo de antemão o funcionamento das regras físicas e de interação de seu mundo

No caso da Virtualidade Aumentada ou mesmo Realidade Virtual, é necessário um treinamento para usar o mouse, teclado, joystick ou outros dispositivos tecnológicos. Essa necessidade culmina muitas vezes no desinteresse ou receio do usuário de utilizar o sistema.

Assim, a Realidade Aumentada veio para tornar a interface de interação com o usuário o mais natural possível, permitindo o manuseio de objetos sem auxílio de dispendiosos e complicados dispositivos tecnológicos.

III. ARTOOLKIT

Para que a Realidade Aumentada se concretize, é necessário um software de apoio à tecnologia e dispositivos especiais para a visualização dos objetos sobrepostos [3].

Neste contexto, o ARToolKit [1] é um software livre voltado para o desenvolvimento de aplicações em Realidade Aumentada, que, através de técnicas de Visão Computacional, faz em tempo real o cálculo da posição e da orientação da câmera em relação aos marcadores de referência. Assim, os objetos virtuais tridimensionais devidamente cadastrados podem ser sobrepostos e posicionados ao mundo real com o uso dos marcadores.

Em vista disto, o ARToolKit realiza uma série de procedimentos.

Primeiramente, o ARToolKit transforma a imagem de vídeo capturada pela câmera em uma imagem com valores binários (Preto & Branco). Em seguida, o ARToolKit busca encontrar todas as regiões quadradas da imagem binária, fazendo a captura do interior de cada região, buscando símbolos que são comparados aos símbolos existentes previamente cadastrados no sistema.

Deste modo, ao fazer este procedimento, o ARToolKit procura encontrar alguma similaridade entre os símbolos capturados com os símbolos pré-cadastrados, de forma que, ao ter sucesso, ele considera que encontrou um dos marcadores de referência.

Assim, o ARToolKit faz uso do tamanho conhecido da região quadrada e da orientação deste marcador encontrado para calcular a posição real da câmera em relação à posição real do marcador.

Dessa forma, uma matriz com tamanho 3X4 conterá as coordenadas reais da câmera em relação ao marcador.

Esta matriz é utilizada para calcular a posição das coordenadas da câmera virtual.

Portanto, se as coordenadas virtuais e reais da câmera forem iguais, o objeto virtual indicado pode ser precisamente desenhado sobre o marcador no mundo real.

IV. APLICAÇÕES

Para demonstrar o funcionamento da Realidade Aumentada no aprendizado musical efetivo, foram desenvolvidas duas aplicações enfocando áreas distintas da música.

A primeira aplicação desenvolvida faz uso de técnicas de oclusão de marcadores [10][11] para interagir com o usuário. Quando o usuário coloca a mão sobre um dos marcadores previamente posicionados no ambiente, o sistema nota a ausência daquele marcador e executa uma ação, que neste caso é tocar a nota musical correspondente. Isso é feito acionando uma thread [12] em paralelo à execução do ARToolKit.

Essa thread procura um arquivo midi no disco e o executa no hardware disponível. A vantagem dos arquivos midi é o seu tamanho reduzido, aumentando assim, sua portabilidade.

A desvantagem é que se o hardware de áudio disponível for de baixa qualidade e possuir recursos escassos, o som produzido pode fugir completamente do original.

A figura 2 demonstra o processo de oclusão de um marcador e o acionamento da thread responsável pela execução do arquivo de som.

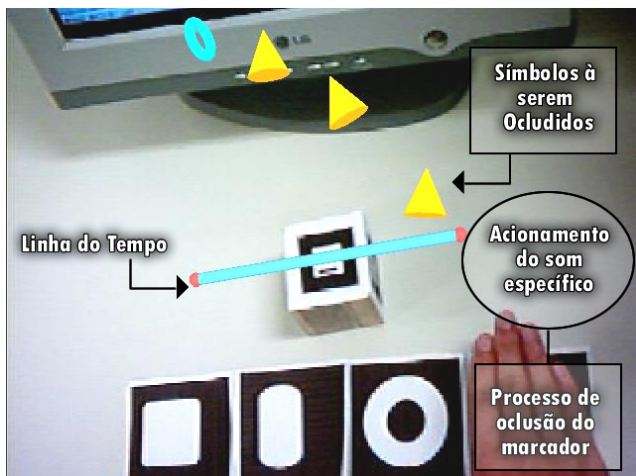


Fig. 2. Processo de oclusão de um marcador.

Com o processo de oclusão dos marcadores e alguns símbolos pré-posicionados, já é possível uma grande variedade de interações do usuário com o sistema, como a criação de melodias personalizadas e mesmo a simples experimentação musical.

Porém, a aplicação foi desenvolvida com um módulo de objetos virtuais animados que servem como guia para a execução de uma melodia simples e popular. Cada objeto virtual tem formato similar a um dos símbolos pré-posicionados. Existe uma espécie de régua virtual posicionada no cenário. Os objetos virtuais são animados descendo em direção a essa régua. No momento em que um objeto toca a régua o usuário deve fazer a oclusão do símbolo correspondente e, ao ouvir o som, deixar o símbolo livre novamente para reconhecimento da câmera. Esse modo assemelha-se a sistemas de karaokê e jogos de dança interativos. Dessa forma, animando corretamente os objetos de forma a caírem ritmicamente sobre a régua, é possível executar de forma satisfatória melodias diversas respeitando a duração de cada nota.

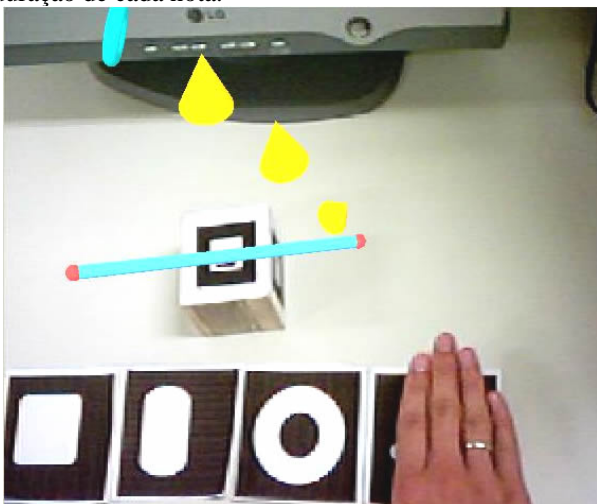


Fig. 3. Funcionamento do sistema.

A melodia do guia musical pode ser facilmente trocada com a substituição do arquivo fonte dos símbolos animados ou através de uma placa de controle[12]. Assim, abre-se uma vasta gama de possibilidades para execução musical, tornando a aplicação mais atrativa e diversificada para o usuário.

A área musical explorada por esta aplicação é a rítmica, pois o usuário precisa acionar os marcadores nos intervalos de tempo corretos para conseguir o resultado final esperado, ou seja, a melodia completa. A figura 3 mostra o funcionamento do guia juntamente com a interação do usuário ocultando um marcador no momento apropriado.

A segunda aplicação desenvolvida utiliza a técnica de marcadores dinâmicos [13]. Esses marcadores podem ser modificados pelo usuário, trocando o símbolo mostrado. Essa característica amplia as possibilidades do sistema, visto que com apenas um marcador dinâmico é possível alternar entre vários símbolos e ações.

O marcador utilizado na aplicação consiste em um quadrado fixo, contendo as 5 linhas da notação musical, e uma parte móvel que permite alterar a posição vertical de um círculo nas linhas da notação. Com isso, é possível representar algumas notas musicais em seu ambiente natural que é a notação musical. É interessante ressaltar que essa parte móvel pode ser facilmente trocada por outra com um símbolo diferente, possibilitando representar além do tom a duração da nota. A figura 4 mostra o formato do marcador construído.

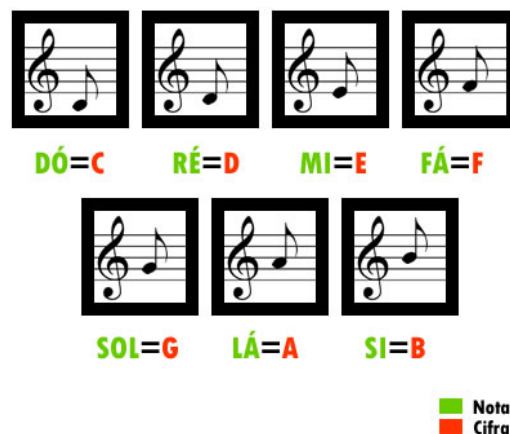


Fig. 4. Marcadores construídos.

Quando o software ARToolKit reconhece um símbolo composto com o marcador dinâmico, imediatamente é sobreposta ao objeto uma espécie de legenda com informações úteis, como o nome da nota, sua duração, etc.

Paralelamente é acionada uma thread com som o correspondente àquele símbolo, ampliando assim as características cognitivas da apresentação, visto que o aprendizado se dá por múltiplos canais sensoriais, como a visão, o tato e a audição. A figura 5 ilustra o reconhecimento de um símbolo pelo sistema, a sobreposição de legendas informativas e execução do som apropriado.



Fig. 5. Ambiente do sistema.

Esta aplicação demonstra ser de grande valia no estudo de notação musical por pessoas de diversas faixas etárias, facilitando a compreensão dos conceitos envolvidos nesta forma de leitura ajudando a memorização das notas. Além disso, a possibilidade de visualizar o símbolo e imediatamente poder associá-lo ao som correspondente é uma ferramenta poderosa para o bom aprendizado musical.

A terceira forma de aprendizado simula um leitor automático de notação musical. Primeiramente, é criado no sistema uma série de marcadores e os mesmos associados às notas musicais. Após isso, através de um aplicativo de apresentação, como por exemplo, o PowerPoint e o Flash, monta-se uma seqüência melódica qualquer, contendo uma nota em cada slide.

Em seguida, com uma câmera apontada para o monitor dá-se início à apresentação. A cada slide, a câmera captura o símbolo existente e o ARToolKit faz o reconhecimento destes símbolos, executando em paralelo o som referente a ele.

A figura 6 mostra um slide da aplicação construído pelo software PowerPoint.



Fig. 6. Exemplo de um slide construído.

Assim, o usuário pode visualizar as notas e ouvir os sons, tornando o aprendizado mais dinâmico. É possível inclusive que o usuário monte suas apresentações, contendo uma seqüência personalizada de notas, formando assim, sua melodia preferida. O que se torna ainda mais motivante.

V. CONCLUSÕES

Este trabalho discutiu o uso da Realidade Aumentada para apoiar o ensino musical. Assim, neste contexto, foi possível perceber que as características dessa vasta área tecnológica, garantem um grande potencial na criação de softwares específicos para o aprendizado musical.

Foi notado que a Realidade Aumentada é uma tecnologia crescente, que possibilita unir o ambiente virtual ao mundo real, permitindo uma imersão natural e motivadora ao usuário, fazendo com que aumente sua percepção e garantindo um melhor aprendizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] História da Música Ocidental – Capítulo II <http://www.movimento.com/especial/basica/2.asp> (11/10/2005).
- [2] Zorzal, E. R.; Kirner, C. *Jogos Educacionais em Ambiente de Realidade Aumentada*. II Workshop sobre Realidade Aumentada. Unimep. Piracicaba, SP; 2005.
- [3] Azuma, R. T. *A Survey of Augmented Reality*, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v.6, n.4, p. 355-385. 1997.
- [4] Bajura, M.; Neumann, U. *Dynamic Registration Correction in Video-Based Augmented Reality Systems*. IEEE Computer Graphics & Applications, v.15, n.5. p.52-60. 1995.
- [5] Boman, D. K. *International Survey: Virtual Environment research*, IEEE Computer, 28(6):57-65. Junho. 1995.
- [6] Feiner, S. et al. *Knowledge-Based Augmented Reality*, Communications of the ACM, 36(7):52- 62. Julho. 1993.
- [7] Kirner, C. ; Tori, R. *Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade*, In: Claudio Kirner; Romero Tori. (Ed.). Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências. 1ed. São Paulo, v. 1, p. 3-20. 2004.
- [8] ARToolKit, *ARToolKit*. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> (08/03/2005).
- [9] Milgram, P. et al. *Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum, Telematopulador and Telepresence Technologies*, SPIE, V. 2351, p. 282-292, 1994.
- [10] Gomes, W. L. et al. *Uma Proposta de Interação com as Mãos para Aplicações em Realidade Aumentada*. II Workshop sobre Realidade Aumentada. Unimep. Piracicaba, SP; 2005.
- [11] Oliveira, R. B. et al. *Botões Virtuais para Interação em Ambientes de Realidade Aumentada*. II Workshop sobre Realidade Aumentada. Unimep. Piracicaba, SP; 2005.
- [12] Santin, R. et al. *Ações interativas em Ambientes de Realidade Aumentada com ARToolKit*, VII Symposium on Virtual Reality, SBC, p. 161-168. 2004.
- [13] Meiguins, B. S. et al. *Cartões Marcadores Dinâmicos em Ambiente de Realidade Aumentada*. II Workshop sobre Realidade Aumentada. Unimep. Piracicaba, SP; 2005.