

Utilizando a Visão Computacional para a Condução de Veículos

Marcelo P. Guimarães¹, Ezequiel R. Zorzal¹, Eduardo A. Queiroz¹, Cláudio Kirner^{1,2}

Centro Universitário Adventista de São Paulo¹

Estrada de Itapeperica, 5859 CEP 05858-001 São Paulo – SP - Brasil

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP²

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

marcelodepaiva@gmail.com, ezorzal@gmail.com, eaqueiroz@yahoo.com.br, ckirner@unimep.br

Abstract. *This paper describes a system of conduction of vehicles based on images from a wireless camera. It was used Computational Visional to find signals spread on the road. When a signal is found, the system detects it and emits the appropriated command to the car. It was used a toy car to develop a prototype.*

1. Introdução

A Realidade Aumentada permite a inserção de objetos virtuais tridimensionais nos ambientes dos usuários. Desta forma, ela complementa a realidade em lugar de a substituir, como faz Realidade Virtual, onde o usuário não vê o mundo real que o rodeia. Ao decompor um sistema típico de Realidade Aumentada nos seus vários subsistemas, torna-se evidente o caráter multidisciplinar e integrador desta área de investigação, que envolve conhecimento, tecnologias e metodologias de diferentes áreas, dentre elas, da Visão Computacional, que possibilita a localização dos objetos reais e o alinhamento espacial do mundo real com o virtual [1,2,3,4].

Este trabalho apresenta um exemplo de aplicação dos recursos fornecidos pela área de Visão Computacional para desenvolvimento de um sistema para condução de veículos. Neste caso, utilizou-se um veículo de brinquedo. Além de conduzir o veículo, o sistema apresenta para o operador objetos virtuais sobrepostos ao mundo real (Realidade Aumentada). A figura 1 descreve o funcionamento do sistema. Ao longo da pista existem diversos marcadores (placas de sinalização), com sinais como: pare, vire a esquerda, vire a direita e siga em frente. Inicialmente, o sistema obtém as imagens da pista, por intermédio de uma câmera sem fio acoplada ao veículo (1). A seguir as imagens são enviadas (2) para a central (computador). Ao receber, a central processa as imagens para a localização dos marcadores - são utilizados algoritmos de Visão Computacional (3). Quando um marcador é encontrado, o comando associado a ele é enviado para o veículo. No mesmo instante, o veículo executa o comando e é mostrado para o operador a imagem real da pista com um mapa virtual da posição do veículo.

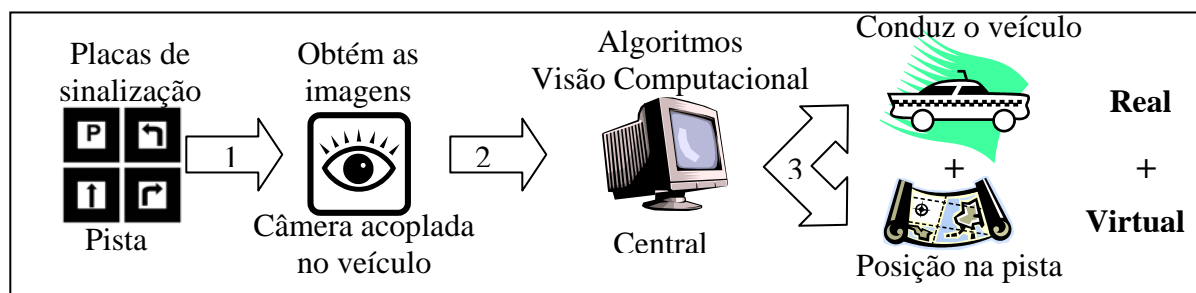


Figura 1 – Sistema de Visão Computacional para a condução do veículo

Os detalhes desta pesquisa serão apresentados nas próximas seções. A seção 2 apresenta a ferramenta ARToolKit [3]. Esta ferramenta forneceu para o sistema a posição e o alinhamento dos marcadores na imagem. A seção 3 descreve os recursos de Visão Computacional disponíveis neste *software* e que foram utilizados no protótipo. A seção 4 mostra o protótipo desenvolvido e, finalmente, na seção 5, são apresentadas as conclusões.

2. ARToolKit

ARToolKit é uma ferramenta em C/C++ voltada para o desenvolvimento de aplicações de Realidade Aumentada. Ela fornece técnicas de Visão Computacional para o cálculo da posição e da orientação da câmera em relação aos marcadores em tempo real, de tal forma que objetos virtuais tridimensionais possam ser sobrepostos a eles. Para o desenho dos objetos virtuais é utilizada a API (*application programming interface*) OpenGL[1].

A ferramenta ARToolKit permite a construção de sistemas do tipo *see-through* de Realidade Aumentada, tanto com visão ótica direta quanto com visão direta baseada em vídeo. Nestes sistemas os objetos virtuais são adicionados ao mundo real independente do dispositivo de visualização que está sendo utilizado. Por exemplo, para realizar a sobreposição quando o usuário está utilizando um capacete de visualização (HMD -*Head Mounted Displays*) acopla-se uma câmera de vídeo a ele. Embora um HMD com visão direta por vídeo possa ser utilizado para conduzir veículos, cabe ressaltar que o capacete com visão ótica direta é o mais indicado, por não oferecer perigo em caso de pane ou defeito no sistema computacional. Em caso de problemas, haveria a perda do complemento virtual, mas a visão do usuário continuaria mantida, permitindo o controle manual do veículo. Por outro lado, no caso de falhas, usando capacete com visão por vídeo, haveria a necessidade de retirada do capacete, deixando o motorista sem visão por alguns instantes.

Atualmente, o ARToolKit executa nas plataformas SGI Irix, PC Linux, PC Windows 95/98/NT/2000/XP e Mac OS X. Há versões separadas para cada uma destas plataformas. A funcionalidade de cada versão do pacote é a mesma, mas o desempenho pode variar conforme as diferentes configurações de *hardware* [1]. Utilizou-se no protótipo o sistema operacional Windows 2000.

3. Sistema de Visão Computacional do ARToolKit

Uma das maiores dificuldades durante o desenvolvimento de sistemas de Realidade Aumentada é calcular, de maneira precisa, a visão da câmera do usuário em tempo real. Após ter esta informação, pode-se então acertar a câmera virtual. Somente quando as duas câmeras tornam-se as mesmas, o objeto virtual pode ser adicionado na posição correta da imagem do mundo real.

Para resolver este problema, o ARToolKit, inicialmente, obtém a imagem do vídeo ao vivo e a converte em uma imagem binária (preto ou branco), baseando-se na determinação do valor de *thresholding* (separação dos pixels cujos valores são menores ou iguais a um certo limiar, daqueles com valores superiores a este mesmo limiar). Então, são localizadas as regiões quadradas na imagem. A imagem pode conter vários quadrados, contudo a maioria deles não é um marcador. Para cada quadrado encontrado, o padrão de dentro do quadrado é capturado e comparado com os modelos de padrões que foram previamente cadastrados. Todos os marcadores são previamente cadastrados. Se houver uma identificação positiva, o ARToolKit então usa o tamanho já conhecido do quadrado e do padrão de orientação para

calcular a posição da câmera de vídeo real em relação ao marcador. Em seguida uma matriz 3x4 é preenchida com as coordenadas da câmera de vídeo do mundo real em relação aos marcadores. Assim, a câmera virtual e a real tornam-se as mesmas, o que permite a adição do objeto virtual sobre o marcador [1,2].

A figura 2 ilustra o processo de funcionamento de um sistema de Realidade Aumentada utilizando ARToolkit. Na fase inicial, os marcadores são cadastrados (1). Em seguida o sistema pode iniciar a execução e a captura a imagens do ambiente real (2). Então, as imagens são transformadas em binárias (3). Logo após, são identificados os marcadores e a câmera virtual é configurada na mesma posição em que a real (4). Por fim, o objeto virtual é desenhado na imagem real e a imagem é apresentada para o usuário (5).

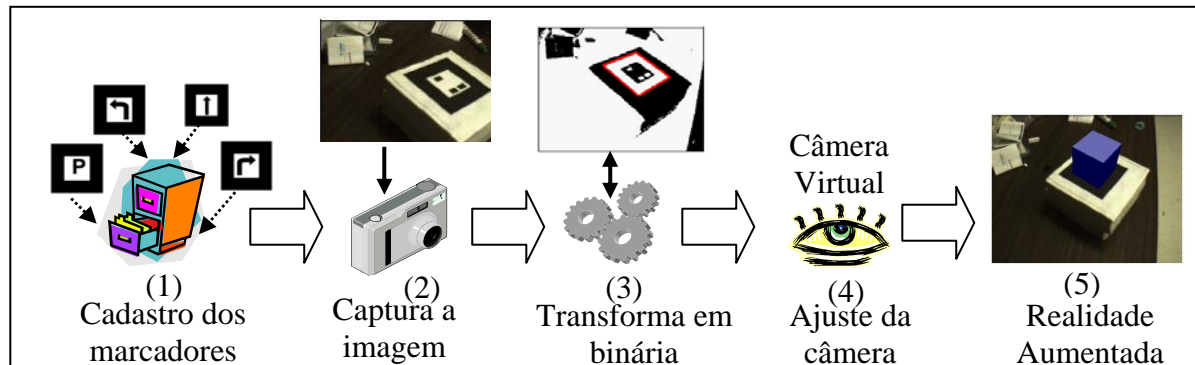


Figura 2 – sistema de Realidade Aumentada utilizando ARToolkit

4. O protótipo

O sistema foi construído para demonstrar a condução de um veículo de brinquedo. Por isso, foi necessário interligar o controle remoto do veículo ao computador, por intermédio de um circuito que liga a porta paralela do computador ao controle. Assim, os sinais elétricos da porta paralela (comandos de controle do veículo) são enviados para o controle remoto, o qual transmite para o veículo.

Na central é executado um aplicativo que tem as seguintes funções: ser a interface de interação e de visualização do operador; tratar as imagens da câmera; e gerar os comandos a serem executados pelo veículo. A interface do aplicativo desenvolvido é apresentada na figura 3(a). Note que é apresentada a imagem real da pista e um objeto virtual (mapa da pista com a posição do veículo). A figura 3 (b) mostra a pista com um marcador e o veículo com a câmera sem fio acoplada.



(a) Interface



(b) Pista

Figura 3 – Protótipo

A distância do veículo em relação aos marcadores varia no decorrer da simulação. Como consequência, o sistema detecta os marcadores de diversas distâncias. Além disso, quando o veículo recebe um comando, ele o executa imediatamente. Por isso, foi necessário calibrar o aplicativo para que este envie o comando a ser executado para o veículo somente quando o veículo estiver na distância correta. Assim, a Visão Computacional foi importante, neste projeto, tanto para detectar os marcadores, quanto para informar a distância do veículo ao marcador.

5. Conclusões

A Visão Computacional é uma área que oferece diversas oportunidades de aplicações, como na área educacional, de comércio e de controle industrial. Este artigo mostrou um exemplo de uso desta tecnologia. Foi apresentado um sistema de condução de veículos que se baseia nas imagens para decidir quais ações devem ser executadas pelo veículo. Para a implementação, utilizou-se a ferramenta ARToolKit.

No futuro, espera-se que os veículos sejam conduzidos por sistemas automáticos de controle, sem a necessidade de motorista. Isto proporcionará diversas vantagens à sociedade, como, por exemplo, facilitar a locomoção de idosos e de deficientes visuais. Além disso, têm outros valores agregados, como: o conforto (mais espaço no veículo, pois não há a necessidade de dispositivos de condução – pedais, volantes) e segurança (os pedais e volantes geralmente causam graves ferimentos nos motoristas).

6. Referências

- [1]KATO,H & BILLINGHURST,M. & POUPYREV,I. **ARToolKit**. Version2.33. Tutorial. November 2000. Disponível em: <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>. Acessado em: 15 julho de 2005.
- [2]AZUMA,R.T. **A Survey of Augmented Reality**. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 355 - 385. ACM SIGGRAPH '95. Los Angeles. CA. August. 1995.
- [3]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. 1 ed. v.1, p.3-20. São Paulo.2004.
- [4]SANTIN,R & KIRNER,C.**Desenvolvimento de Técnicas de Interação para Aplicações de Realidade Aumentada com o ARToolKit**. Anais do WRA 2004. I Workshop sobre Realidade Aumentada. Piracicaba. 2004.