

MONITORAMENTO DA NATAÇÃO USANDO IMAGENS

M. R. S. Giannetti¹, C. J. Tierra Criollo², W. C. Boaventura¹

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil

²Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Horácio Macedo 2030, 21941-914, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

renegia@hotmail.com

Abstract: *The advances in technology and equipments devoted to sports made it common the use of such systems for telemetry training in dry sports. However, concerning the work in swimming pools, most analysis systems are based on techniques in which athletes are linked directly to the measuring apparatus by means of wire. In this paper, it is proposed the use of imaging equipment to measure the kinematic variables without physical connection to swimmer.*

Palavras-chave: Processamento de imagens, distância, cinemática, treinamento, natação.

Introdução

O termo “treinamento” é utilizado na linguagem coloquial em diferentes contextos com o significado de “exercício”, cuja finalidade é o aperfeiçoamento em uma determinada área [1].

A administração efetiva de um programa de natação requer monitoramento preciso das mudanças em ambos os desenvolvimentos aeróbico e anaeróbico para determinar se estes estão melhorando ou não e porque não. Neste contexto, é importante o monitoramento das velocidades de treinamento para estas produzam os efeitos desejados. Testes baseados em análise sanguínea são os métodos mais precisos disponíveis, mas nem todos os técnicos possuem equipamentos, dinheiro, tempo ou pessoal preparado para usá-los. Neste caso, testes alternativos são utilizados como séries padronizadas, monitoramento dos batimentos cardíacos e tabelas de percepção subjetiva (RPE) [2].

O objetivo deste artigo é apresentar a aplicação do Sistema de Posicionamento Local usando Imagens [3] no cálculo da velocidade desenvolvida por um atleta praticando natação sem conexão física entre este e qualquer equipamento.

O sistema de coleta das informações consiste de uma câmera instalada na borda da piscina em uma posição cinco metros acima do nível da água. Esta posição se faz necessária para que toda a região do nado esteja dentro do campo de visão da câmera de modo que o nadador sempre seja enquadrado na filmagem.

A grande vantagem deste método em relação aos métodos de avaliação usados atualmente é a não

necessidade de uma conexão entre o atleta e o sistema de medição, deixando o atleta livre para executar seu nado sem qualquer interferência como apresentando na Figura 1.

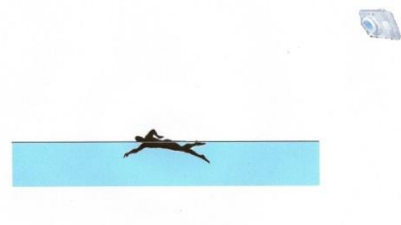


Figura 1: Ilustração da montagem do sistema de monitoramento usando imagens e, portanto, sem conexão física com o nadador. Uma câmera foi utilizada para o enquadramento do nadador em todo seu movimento.

Materiais

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais, com o parecer 0446/10 em janeiro de 2011. O participante foi informado do assunto da pesquisa e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido.

O desenvolvimento do sistema ocorreu em duas áreas diferentes: hardware e software. Para o hardware foi utilizado um sistema computacional com processador Intel Core i5-600, com 4 gigabytes de memória DDR3 DRAM e portas USB 2,0. O software foi desenvolvido usando a plataforma Labview da National Instruments na qual a metodologia de programação é baseada em blocos de funções que são os Sub-vi's. A linguagem gráfica do Labview é chamada “G” [4].

Método

Para avaliação do nado, os pixels da imagem são convertidos em distância no mundo real através de um valor de referência. Este valor de referência é determinado após a calibração da imagem tomando como base quatro pontos conhecidos com suas respectivas posições e então calculando sua distância no mundo real [3].

Para calibração da imagem quatro pontos de referência estão marcados como referências na imagem, sendo dois próximos à câmera e dois do outro lado da piscina mantendo todo o percurso percorrido dentro da imagem transformada e eliminando o efeito de perspectiva.



Figura 2: Fotografia de uma piscina em perspectiva com um atleta praticando a natação e os pontos de calibração.

A Figura 3 mostra o processamento da imagem da Figura 2 após o ajuste pelo software. Ressalta-se que após o processamento as raiais estão paralelas às linhas vermelhas - um retângulo inserido para referência. Uma linha amarela marca a trajetória para obtenção do valor de luminância de onde podemos a posição do atleta.

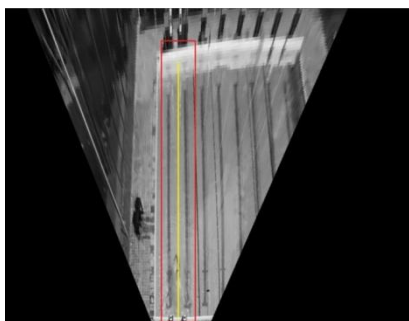


Figura 3 Imagem processada do sistema de monitoramento utilizando apenas uma câmera para a localização do atleta.

O corpo do atleta apresenta uma intensidade de luminância mais baixa (uma cor mais escura) que a da água. Desta forma, a linha amarela na Figura 3 apresenta uma baixa luminância no local que o atleta está presente e assim o sistema usa a região de luz que apresenta uma luminância mais baixa em relação à água como indicação de onde o atleta está localizado.

As rotinas computacionais desenvolvidas são apresentadas pelos fluxogramas das Figuras 4 e 5.

Como a leitura do filme pode ser feita por arquivo previamente gravado ou por uma filmagem (opção do operador) a primeira etapa é direcionar para que tipo de coleta será realizada. Se for de um arquivo armazenado, o programa abre este arquivo e processa o filme. Se for uma leitura “on-line”, ou seja, de uma câmera, o programa a inicializa para o fornecimento de imagens. Uma segunda etapa é verificar se a imagem esta em perspectiva ou não. Se a imagem for capturada em perspectiva é necessário fazer a transformação do filme em perspectiva para eliminar as distorções lineares.

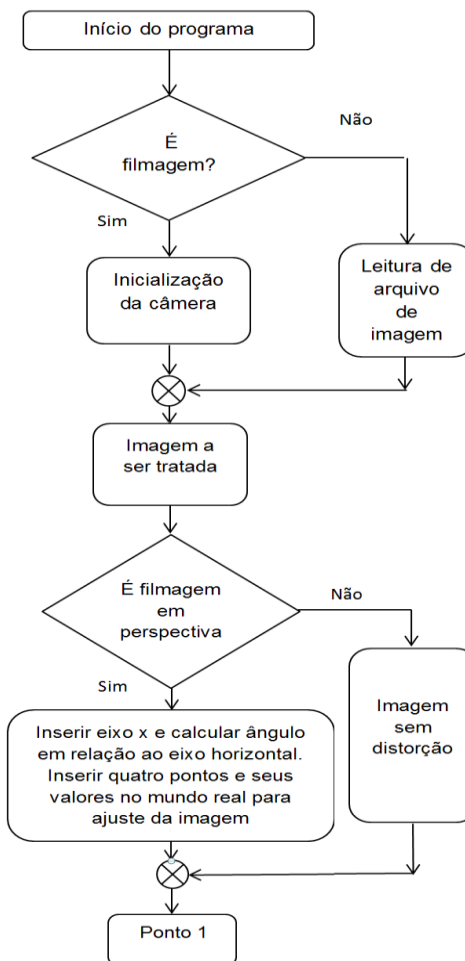


Figura 4 Etapa de preparação para o cálculo do posicionamento do atleta na imagem.

Iniciando o envio das imagens para a parte de processamento e objetivando o aumento na velocidade do tratamento das mesmas, as imagens são reduzidas apenas a área de interesse definida como “ROI” (*Region of Interest*) mostrada na figura 3 pelo retângulo vermelho acelerando o processamento. O programa faz o ajuste (calibração) das imagens e a conversão do mundo dos pixels para o mundo real, de forma que a variação da posição medida em pixels seja convertida com precisão em metros [4].

Este procedimento é repetido em todos os quadros buscando garantir uma detecção suave (sem variações bruscas) do deslocamento do atleta.

A partir da linha de distribuição de luminância é aplicada uma filtragem digital “passa-baixas” para remoção de ruídos provenientes de variações de luminância (altas frequências) geradas pelas ondas e reflexos no espelho d’água. A posição do atleta é definida como o ponto de mais baixa luminância após a aplicação do filtro em toda a curva obtida.

Paralelamente ao cálculo da posição do atleta o tempo entre quadros é calculado a partir do “time stamp”, definido como o tempo em que o quadro é produzido na câmera para garantir a precisão das leituras dos intervalos de tempo entre quadros.

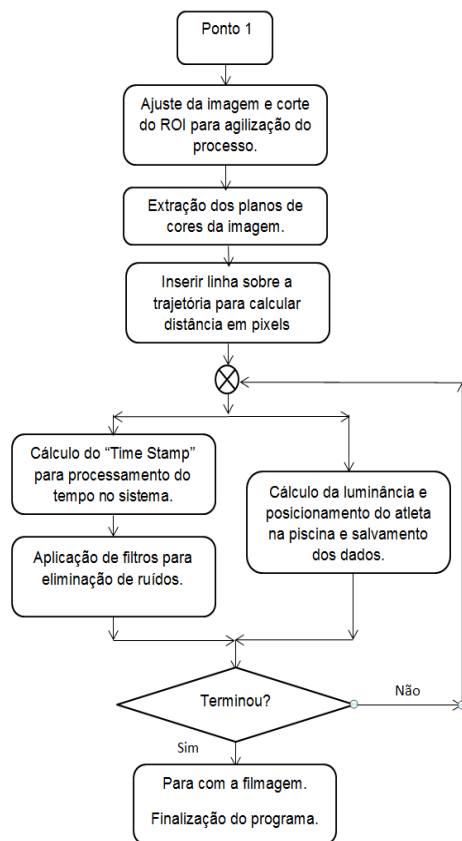


Figura 5 Etapa de cálculo do posicionamento e da velocidade de nado.

Foram realizados dezesseis testes para medir a distância de nado, onde cumpriu a distância de 50 metros (dois percursos completos de 25 metros). O atleta que participou desta pesquisa é adulto, nadador máster de 50 anos, com altura de 1,79 m e massa de 90 kg.

Para os testes foram utilizados dois estilos de nados dentre os quatro normalmente usados na natação. A escolha dos nados crawl e peito foram baseados pela diferença entre os nados.

Resultados

Na Tabela 1 apresentamos os resultados de testes onde o atleta realizou dezesseis nados de 50 m em dois estilos diferentes.

Tabela 1: Valores de velocidades médias calculadas pelo sistema. Em todos os nados foram percorridos 50 metros (1º trajeto = ida, 2º. Trajeto = volta).

Filme	Velocidade (m/s)		Estilo
	1º trajeto	2º trajeto	
1	1,14	1,14	Crawl
2	1,19	1,14	
3	1,19	1,14	
4	1,19	1,19	
5	1,25	1,00	
6	1,25	1,08	
7	1,31	1,19	

8	0,83	0,92	Peito
9	0,89	0,89	
10	0,89	1,08	
11	1,08	0,89	
12	0,89	1,08	
13	0,96	0,86	
14	0,89	0,92	

Discussão

O centro de massa do corpo de uma pessoa está localizado aproximadamente na região da cintura, sendo assim, o centro de massa não percorre a distância nadada, ou a distância da piscina completa. Mesmo antes de começar ou após parar de nadar, o atleta fica a uma distância de meio metro da borda da piscina causando assim uma diminuição da distância a ser cumprida inclusive quando ele executa uma virada olímpica.

Durante a virada, este ponto percorre uma distância um pouco menor que o comprimento total da piscina. Este detalhe explica as diferenças encontradas entre a distância nadada e a distância calculada pelo sistema, refletindo sobre a velocidade calculada. Ressalta-se que todas as distâncias determinadas pelo sistema foram inferiores a 50 m.

Nestes testes realizados, o erro apresentado foi de 1,74 metros, correspondendo a 3,49 % da distância percorrida total.

O desenvolvimento de um sistema sem interferências cria novas metodologias de acompanhamento de um treinamento, pois a cada dia o treinamento se apoia cada vez mais em técnicas baseadas em sensoriamento. Maiores estudos são necessários, pois os testes atuais mostram que uma segunda câmera, colocada no outro lado da piscina, reduziria o erro na parte mais distante (oposta à posição da câmera) como acontece hoje, além de fornecer precisão para velocidade instantânea.

Agradecimentos

À FAPEMIG, CAPES e CNPQ pelo apoio financeiro. Ao NICE (Minas Tênis Clube) e Mackenzie Esporte Clube pelo apoio às pesquisas.

Referências

- [1] Weineck, J., Treinamento ideal. 9ª edição Manole São Paulo, 2003.
- [2] Maglischo, Ernest W. (2003) *Swimming fastest*. Human Kinetics
- [3] Giannetti, M. R. S. (2011), *Desenvolvimento de um Sistema de Posicionamento Local para Monitoramento da Natação*. Dissertação de Mestrado, PPGEE/UFMG, Belo Horizonte,. 105 p. jun.
- [4] Portal da National Instruments <http://www.ni.com/labview>. Acesso em 5 mai 2014.