

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA DETECTAR JOGADORES EM QUADRAS POLIESPORTIVAS UTILIZANDO VISÃO COMPUTACIONAL

Karl Phillip Buhr*
Guilherme Caldart Massucato**
Eliezer Emanuel Bernart***

RESUMO

No presente estudo se apresenta a implementação de um conjunto de métodos computacionais para rastrear a movimentação de jogadores em quadras esportivas, auxiliando na interpretação de vídeos e buscando o aprimoramento do processo de treinamento tático e físico de atletas. Com base em pesquisas anteriores sobre aquisição de imagens em ginásios, foram realizadas gravações em dois ginásios poliesportivos utilizando-se uma câmera digital, optando-se pela captura frontal e lateral da quadra. Foram analisadas algumas das principais funcionalidades da biblioteca de visão computacional OpenCV, buscando identificar sua aplicabilidade ao problema abordado e suas particularidades quanto à aplicação no conjunto de imagens obtido durante as filmagens. Na detecção da região de interesse, faz-se uso da informação de luminância da imagem como forma de caracterizar a área da quadra, combinada com operadores morfológicos e detectores de contorno; já na detecção e no rastreamento de jogadores utilizam-se algoritmo de detecção de feições FAST, operadores morfológicos compostos e um detector de objetos binários para definir a localização e segmentar as regiões onde existe a presença de atletas. Os resultados dos métodos aplicados apresentam casos de sucesso na identificação da área de jogo e no rastreamento dos jogadores em ambas as gravações, tornando possível o aprimoramento do sistema para mensurar a distância percorrida pelo atleta, bem como seu tempo de permanência em quadra durante a partida.

Palavras-chave: Visão computacional. Processamento de imagens. Rastreamento humano. Esportes de quadra.

1 INTRODUÇÃO

Um dos objetivos com a visão computacional é tornar possível que máquinas analisem o ambiente ao seu redor por meio de imagens ou vídeos e, com base nessas informações, sejam capazes de auxiliar na execução ou monitoramento de diversas atividades.

Os esportes de quadra são grandes candidatos para a aplicação desse tipo de tecnologia. Isso ocorre em razão das diversas modalidades e do crescente aumento na transmissão de competições esportivas nos meios de comunicação digital, como relatado por Level 3 Communications (2012), em que 95% dos entrevistados no Reunido Unido, entre 18 e 24 anos de idade, planejavam assistir às Olimpíadas de Londres em 2012 através da Internet.

Como exemplos de aplicação, é possível citar os métodos de detecção e de rastreamento de atletas, que contribuem significativamente com o desenvolvimento tático e físico das equipes, colaborando com treinadores e preparadores físicos ou, ainda, em aplicações que empregam realidade aumentada para adicionar uma camada de informações nas imagens de transmissões do jogo e incluir pistas visuais que auxiliam a análise de cenas ou momentos do jogo que podem ser considerados duvidosos, como acontece em esportes como tênis e vôlei.

Esse tema de pesquisa surgiu da necessidade de especialistas em fisiologia do exercício de terem acesso a esse tipo de tecnologia, que, normalmente, é restrita às equipes que têm condições financeiras de fazer um investimento elevado em sistemas sofisticados de visão computacional.

*Mestre em Computação Aplicada; Professor do Curso de Engenharia da Computação; karl.buhr@unoesc.edu.br

**Graduando do Curso de Engenharia da Computação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; gc_massucato@hotmail.com

***Mestrando no programa de Pós-graduação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; eliezer.bernat@gmail.com

No presente artigo se apresenta uma metodologia para rastrear a movimentação de jogadores em quadras poliesportivas, fazendo uso de técnicas de visão computacional aplicadas a gravações de câmeras digitais convencionais.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

A detecção e o rastreamento de jogadores em quadras esportivas são problemas recorrentes na literatura; diversas pesquisas apresentam abordagens que buscam solucionar ou apresentar um modelo capaz de oferecer resultados robustos em diversos ambientes. Nesse contexto, existem alguns trabalhos que precisam ser mencionados por apresentar técnicas e resultados interessantes.

Fazendo uso de imagens de transmissões de televisão, Matsui et al. (1998) consideram heurísticas baseadas em cor para a detecção da região de jogo e segmentação dos jogadores; Kasiri-Bidhendi e Safabakhsh (2009) fazem uso de conjuntos de contornos para identificar mudanças de posicionamento dos jogadores que estão na quadra; enquanto Lu et al. (2013) utilizaram uma técnica chamada *DPM (Deformable Part Model)* para reconhecer partes do corpo de uma pessoa nas imagens.

Quando são utilizadas imagens de câmeras posicionadas no teto do ginásio, Santiago et al. (2012) utilizam *look up tables* para aplicar a correção na distorção das câmeras, e no rastreamento são aplicados filtros de Kalman associados com as cores do uniforme para cada um dos jogadores; Kristan et al. (2009) fazem uso de técnicas de reconhecimento de padrões para identificar a cabeça e os ombros dos jogadores, com rastreadores cooperativos para acompanhar a movimentação; Monier, Wilhelm e Rückert (2009) aplicam histogramas de cores para diferenciar a quadra dos jogadores, assumindo que o corpo dos jogadores pode ser representado por uma elipse.

Pesquisas relatam o uso de múltiplas câmeras estáticas na obtenção do posicionamento de jogadores. Morais et al. (2012) aplicam esse método de detecção ao futsal e Hamid et al. (2010), ao futebol de campo. Em ambos os trabalhos foram usados filtros de partículas, que consistem em utilizar conjuntos de amostras ponderadas, permitindo representar a probabilidade de o objeto ocorrer no próximo *frame* da sequência, antes de ser observado, considerando-se as múltiplas vistas.

Na abordagem utilizada nesta pesquisa, as gravações dos vídeos são realizadas a partir de uma visão lateral ou frontal da quadra esportiva, diferentemente dos trabalhos anteriores, e apresenta uma solução aplicável a câmeras convencionais, o que torna possível sua aplicação em um número maior de ambientes já que não há necessidade de um *hardware* especializado.

2.1 BIBLIOTECA DE DESENVOLVIMENTO OPENCV

Desenvolvida, inicialmente, pela Intel em meados de 1999, a Biblioteca de Desenvolvimento OpenCV é uma das bibliotecas de visão computacional mais utilizadas para criação de aplicações voltadas ao processamento de imagens e vídeos. OpenCV é um projeto *open source* que permite que pessoas ao redor do mundo contribuam com novas funcionalidades e correções.

De acordo com o manual de referência de OpenCV (OPENCV, 2015), a biblioteca é composta por diversos módulos que contêm funções e algoritmos, incluindo estruturas básicas para leitura e escrita de imagens e vídeos, filtros, operadores morfológicos, transformações geométricas, funções para estimativa de movimentos e subtração de fundo, detectores de feições, entre várias outras funcionalidades.

Para o desenvolvimento deste trabalho, diversas funcionalidades da biblioteca OpenCV foram utilizadas, entre elas, um detector de cantos chamado FAST, descrito em detalhes na próxima seção.

2.1.1 Detector de cantos Fast

Diferentes métodos para detecção de cantos podem ser encontrados na literatura; entretanto, muitos desses métodos apresentam uma relação de troca entre precisão e tempo de execução do algoritmo. Um método ideal para

detecção de cantos deveria conseguir executar em tempo real, por apresentar um custo computacional reduzido, e ao mesmo tempo oferecer o máximo de precisão na busca por pontos em diferentes quadros do vídeo.

A abordagem descrita neste artigo emprega o detector *FAST* (*Features from Accelerated Segment Test*), proposto por Rosten e Drummond (2006). Seu diferencial está na abordagem estatística para seleção de cantos, que faz uma pré-seleção dos pontos candidatos dada sua semelhança com o *pixel* na região central analisada, o que contribui positivamente para obter um melhor desempenho. Esse método está disponível na biblioteca OpenCV e apresenta resultados consistentes com um custo muito menor no tempo de execução do que os detectores clássicos.

3 AQUISIÇÃO DE IMAGENS

As imagens utilizadas neste projeto foram coletadas em duas ocasiões e podem ser vistas na Fotografia 1. A primeira foi em 14 de maio de 2014, no Ginásio Oscar Rodrigues da Nova, localizado na cidade de Herval D'Oeste, SC, durante uma partida referente ao Campeonato Intermunicipal de Handebol. A segunda gravação foi realizada em 20 de maio de 2014, no complexo esportivo da Universidade do Oeste de Santa Catarina, localizado na cidade de Joaçaba, SC, durante uma partida do Campeonato Catarinense de Futsal.

O dispositivo utilizado para a gravação foi uma câmera digital semiprofissional da marca Fujifilm, modelo S4500, que possui 14 megapixels de resolução, permitindo gravações de vídeos com resolução HD (1280x720 *pixels*) e com uma taxa de amostragem de 30 *frames* por segundo.

Fotografia 1 – À esquerda, complexo esportivo da Unoesc; à direita, Ginásio Oscar Rodrigues da Nova



Fonte: os autores.

4 METODOLOGIA

O método para detecção de jogadores é dividido em duas partes: a detecção da área de jogo e a detecção dos jogadores. Essa divisão permite reduzir a complexidade do problema ao limitar a busca dos jogadores apenas à região da quadra, contribuindo para a diminuição de problemas de detecção.

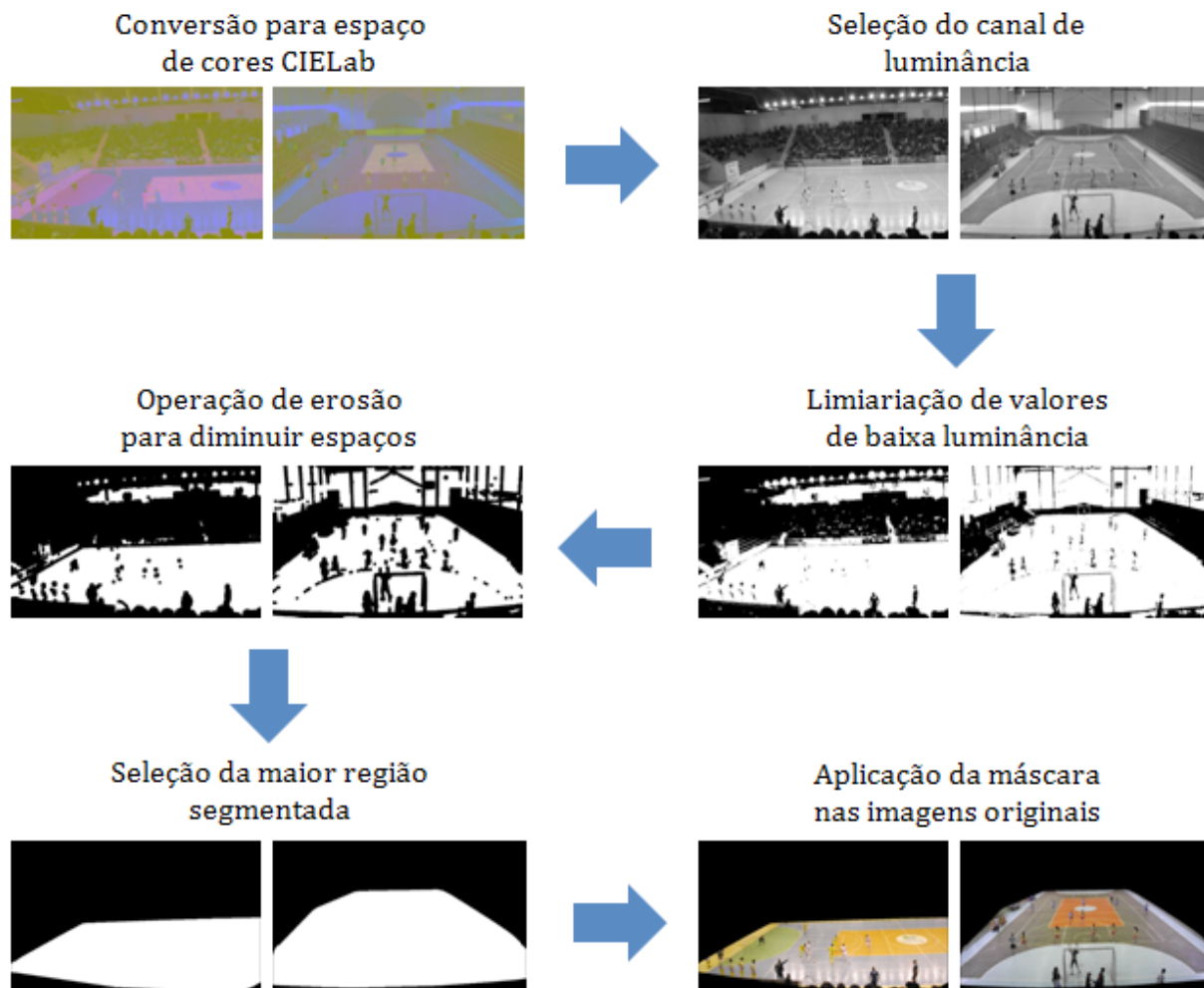
4.1 DETECÇÃO DA ÁREA DE JOGO

A primeira etapa para rastrear os jogadores é encontrar a região que a quadra ocupa na imagem, para, posteriormente, aplicar a sequência de filtros apenas nessa parte de interesse. Alguns tipos de quadra apresentam uma cor uniforme para toda a sua extensão; entretanto, nos ginásios onde as gravações foram realizadas, por se tratarem de uma quadra poliesportiva, apresentam quantidades variadas de cores e linhas no chão.

Para alcançar a segmentação da área de jogo, foi aplicada uma técnica que utiliza como base a luminância de um *pixel*, definida por Pedrini e Schwartz (2008, p. 102) como “intensidade luminosa por unidade de área”. Nas gravações realizadas foi possível perceber que as regiões mais iluminadas sempre eram as regiões da quadra, mesmo quando a única iluminação presente era a luz natural. Dessa forma, decidiu-se que esse seria o modelo mais apropriado a ser utilizado na segmentação.

Esse modelo de segmentação, exibido em detalhes no Esquema 1, é baseado na luminância dos *pixels* e se mostrou mais preciso e eficiente para ambos os casos de teste comparando-o com o modelo tradicional baseado na segmentação por cores, pois este permite que o conjunto de técnicas seja aplicado em qualquer vídeo com características semelhantes, sem estar vinculado a um tipo ou aspecto específico da região de jogo.

Esquema 1 – Etapas de processamento envolvidas na segmentação da área de jogo

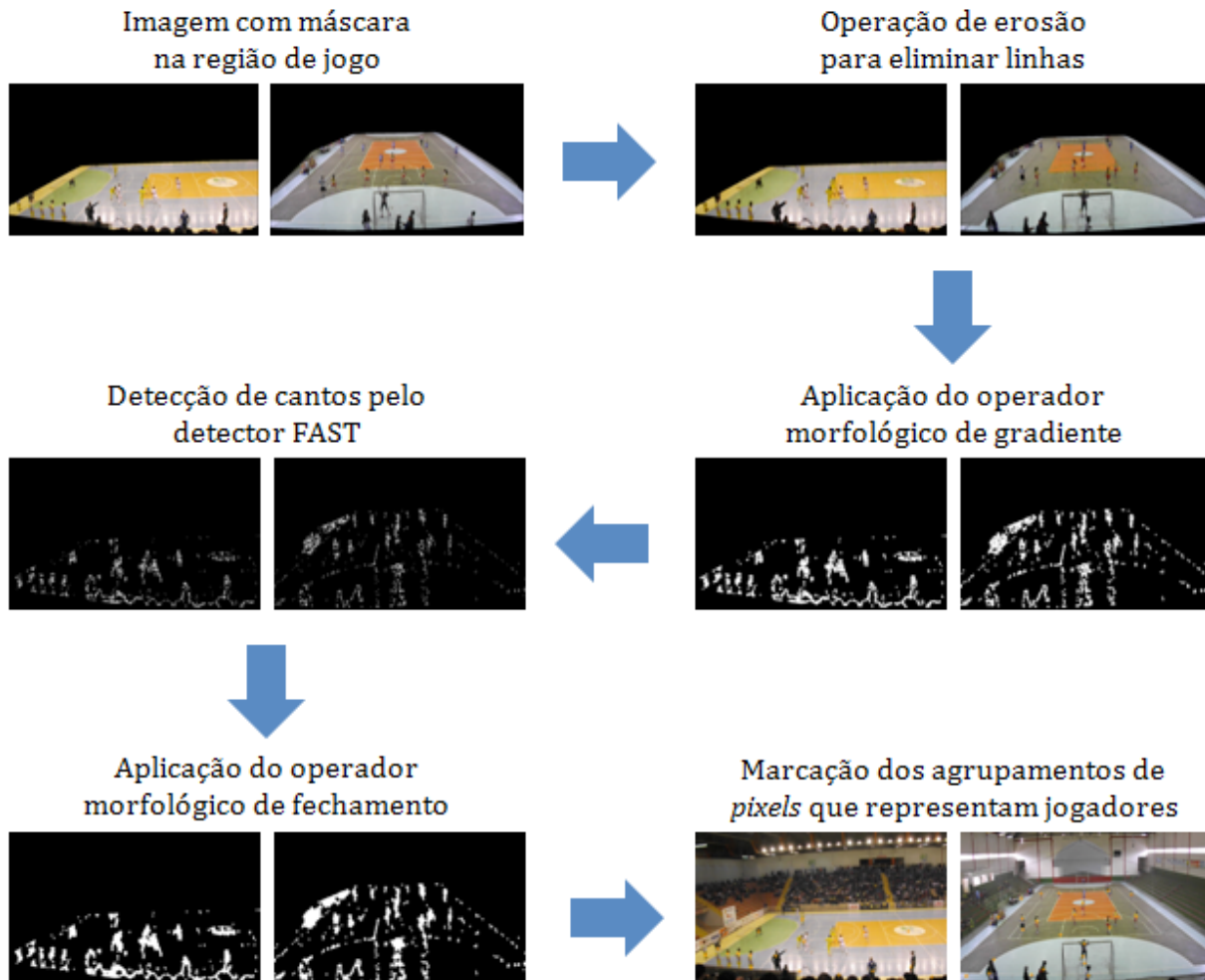


Fonte: os autores.

4.2 DETECÇÃO DOS JOGADORES

A abordagem empregada para rastrear os jogadores pode ser visualizada no Esquema 2. Ela consiste na utilização da imagem gerada na etapa de detecção da área de jogo, seguida de uma operação de erosão para eliminar as linhas da quadra, permitindo a aplicação do detector de características. Nesse momento, os pontos encontrados pelo detector FAST passam por operações morfológicas para definir os *blobs*, e, quando estes são encontrados, marcadores amarelos são adicionados à sua localização.

Esquema 2 – Etapas de processamento envolvidas na detecção dos jogadores



Fonte: os autores.

Esse processo pode elencar alguns problemas como a detecção de múltiplos pontos para um mesmo jogador, ou, ainda, um único ponto para um grupo de jogadores e a falta de estabilidade na detecção dos movimentos. Porém, fatores como qualidade da imagem a movimentação da câmera também são considerados nos testes.

Ao realizar um comparativo entre os métodos utilizados anteriormente baseados na segmentação de cores e a nova abordagem, percebeu-se que a nova abordagem proporciona vantagens como: aplicabilidade da solução em imagens de baixa qualidade, gravações a partir de diversos ângulos de visualização, invariabilidade à cor do uniforme dos jogadores e invariabilidade à cor da quadra esportiva.

5 RESULTADOS

O processamento em tempo real da aplicação dessas duas técnicas implicou uma redução na taxa de reprodução deles. Enquanto o vídeo original apresenta uma taxa de 30 fps (frames por segundo), o mesmo vídeo exibido durante a execução do algoritmo de detecção da quadra e dos jogadores apresentou uma taxa média de reprodução de 10 fps. Isso representa uma perda de, aproximadamente, 20 fps, resultado da utilização de detectores de contorno e de objetos binários, incluindo o detector de cantos FAST.

Imagem 1 – Captura de tela do protótipo de *software* desenvolvido durante a pesquisa



Fonte: os autores.

Considerando que o algoritmo do detector FAST é um dos que apresenta melhor desempenho entre os detectores de características, a utilização de outras técnicas poderia implicar um comprometimento ainda maior na velocidade de execução da abordagem proposta.

6 CONCLUSÃO

Gravações realizadas em ginásios esportivos locais utilizando vídeos capturados por uma câmera digital, inevitavelmente, irão apresentar ruídos de imagem e som. Mesmo assim, a aplicação da metodologia obteve resultados interessantes na identificação da região da quadra, considerados precisos o suficiente em ambos os casos de teste.

No que diz respeito à detecção de jogadores, o número de falsos positivos, falsos negativos e detecções duplicadas ainda é alto; porém, é importante considerar que a mesma técnica utilizada está sendo aplicada em diferentes ambientes e com diferentes tipos de iluminação. Assim, é natural que muitas abordagens sejam eficientes em apenas um dos casos, diferentemente da solução proposta neste trabalho.

Ao se considerar o tempo gasto pelo algoritmo de processamento do vídeo, que é de, aproximadamente, 10 quadros por segundo, conclui-se que a solução obtida no momento pode ser utilizada apenas como uma ferramenta para análise pós-jogo, uma vez que a performance do algoritmo não permite o processamento do vídeo em tempo real.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se a extração de informações baseada no processamento dos vídeos; o aprimoramento na técnica de detecção de jogadores; e, o desenvolvimento de uma *GUI* (*Graphical User Interface*) para que o *software* ofereça ao usuário um total controle sobre o procedimento.

Development of methodology to detect players in multi-sports courts using computer vision

Abstract

The present study shows the implementation of a set of computational methods to track a player's movement in a sport court, assisting in the interpretation of videos and aiming at the improvement of an athletes' tactical and physical training. Two separated video recordings were performed based on previous research methods and with the help of a digital camera that recorded from front and lateral viewpoints of the court. Some of the core features of OpenCV computer vision library were analyzed aiming to identify its applicability to the research problem at hand and its particularities related to the set of images that were recorded. The detection of the region of interest uses the luminance information as a way to describe the court's surface, along with morphological operators and contour detection, while player detection and tracking was performed with an algorithm for feature detection named FAST, composed morphological operators and a binary object detector to define the location and to segment regions where the athletes are present. The results of the application of the method presents cases of success in the identification of the game's area and on tracking players on both recordings, making it possible to improve the system to measure the

distance that was ran by the athlete, as well as the time of permanence inside the court during the match.

Keywords: Computer vision. Image processing. Human tracking. Indoor sports.

REFERÊNCIAS

- HAMID, Raffay et al. Player localization using multiple static cameras for sports visualization. **CVPR 2010: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**, San Francisco, USA, p. 731-738, 2010.
- KASIRI-BIDHENDI, Soudeh; SAFABAKHSH, Reza. Effective tracking of the players and ball in indoor soccer games in the presence of occlusion. **4th International Computer Society of Iran Computer Conference**, Tehran, Iran, p. 524-529, 2009.
- KRISTAN, Matej et al. Closed-world tracking of multiple interacting targets for indoor-sports applications. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 113, i. 5, p. 598-611, 2009.
- LEVEL 3 COMMUNICATIONS. **The revolution in sport viewing**: how the Internet and technology are transforming our experience of sport. 2012. Disponível em: <<http://www.iptv-news.com/wp-content/uploads/iptv-news/2012/08/Level3-Sport-Report.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2015.
- LU, Wei-Lwun et al. Learning to track and identify players from broadcast sports videos. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, v. 35, i. 7, p. 1704-1716, 2013.
- MATSUI, Kentaro et al. Soccer image sequence computed by a virtual camera. **1998 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition**, p. 860-865, 1998.
- MONIER, Emad; WILHELM, Per; RÜCKERT, Ulrich. Template matching based tracking of players in indoor team sports. **Third ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras**, Como, Italy, p. 1-6, 2009.
- MORAIS, Erickson et al. Automatic tracking of indoor soccer players using videos from multiple cameras. **SIBGRAPI 2012 - Conference on Graphics, Patterns and Images**, Ouro Preto, p. 174-181, 2012.
- OPENCV. **The OpenCV Reference Manual**. 2015. Disponível em: <<http://docs.opencv.org/opencv2refman.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2015.
- PEDRINI, Hélio; SCHWARTZ, William Robson. **Análise de imagens digitais**: princípios, algoritmos e aplicações. Thomson Learning, 2008.
- ROSTEN, Edward; DRUMMOND, Tom. Machine learning for high-speed corner detection. **Computer Vision-ECCV 2006**, Springer Berlin Heidelberg, p. 430-443, 2006.
- SANTIAGO, Catarina B. et al. Tracking players in indoor sports using a vision system inspired in fuzzy and parallel processing. In: VOLOSENCU, C. (Org.). **Cutting Edge Research in New Technologies**. Rijeka, Croatia: InTech, 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida.

