

PDI

Calibração automática de Sistema de Visão para aplicações
em desporto

Aluno : Luís Manuel Queirós Martins – nº 040503120
Coordenadores: Armando Jorge Sousa e Catarina Santiago

1-Introdução

A localização e/ou o mapeamento automático de pessoas e de objectos com o suporte de novas tecnologias são, na actualidade, importantes e, em diferentes circunstâncias, até essenciais. Vários sistemas, permitem ao utilizador controlar, gerir, detectar e prever situações que, normalmente, poderiam não ser observadas e dificilmente seriam objecto de monitorização. Esta tecnologia, face aos resultados positivos alcançados, é actualmente utilizada em múltiplas situações a exemplo das competições de Futebol Robótico, principalmente na denominada divisão dos robots mais pequenos (Small Size League) com a designação «5dpo». Normalmente no Futebol Robótico são utilizados sensores, câmaras e outro tipo de hardware normalmente implementados no corpo do robot, para permitir obter a localização em tempo real. Baseado nestas técnicas já utilizadas, um dos próximos passos poderá passar por projectar esta tecnologia em actividades da sociedade civil, nomeadamente em actividades desportivas. Como é sabido, nestas actividades a coerência e a concentração das equipas de arbitragem são postas constante e sucessivamente em causa, permitindo com esta tecnologia, muito possivelmente, obter um contributo viável e válido para aumentar a objectividade das decisões, ajudando a actividade desportiva a manter-se credível assente em juízos imparciais. Numa fase posterior a este projecto, com estudo e investigação mais aprofundados neste âmbito, será possível fornecer a praticantes, treinadores, educadores, investigadores, decisores ou adeptos desportivos, entre os grupos mais relevantes, informações complementares e soluções suficientemente testadas. Será também relevante dizer que esta tecnologia poderá ainda ser utilizada em diferentes processos industriais ou no controlo do tráfego. Neste projecto serão utilizadas câmaras portáteis, por serem não intrusivas aos sistemas, sendo as imagens obtidas utilizadas para localizar diversos pontos nos campos desportivos.

2-Objectivo do projecto

Calculo automático dos parâmetros intrínsecos e extrínsecos de câmaras PinHole através da detecção de pontos num campo de andebol ou num campo de futebol robótico graças ao processamento de imagem.

3-Âmbito do projecto

Este projecto terá como base de estudo principal as áreas científicas da visão artificial e um estudo matemático das projecções obtidas por câmaras Pinhole.

4-Camera PinHole

Relativamente as câmaras pinholes que irão ser utilizadas, as imagens obtidas deverão ser semelhantes àquelas aqui reproduzidas:

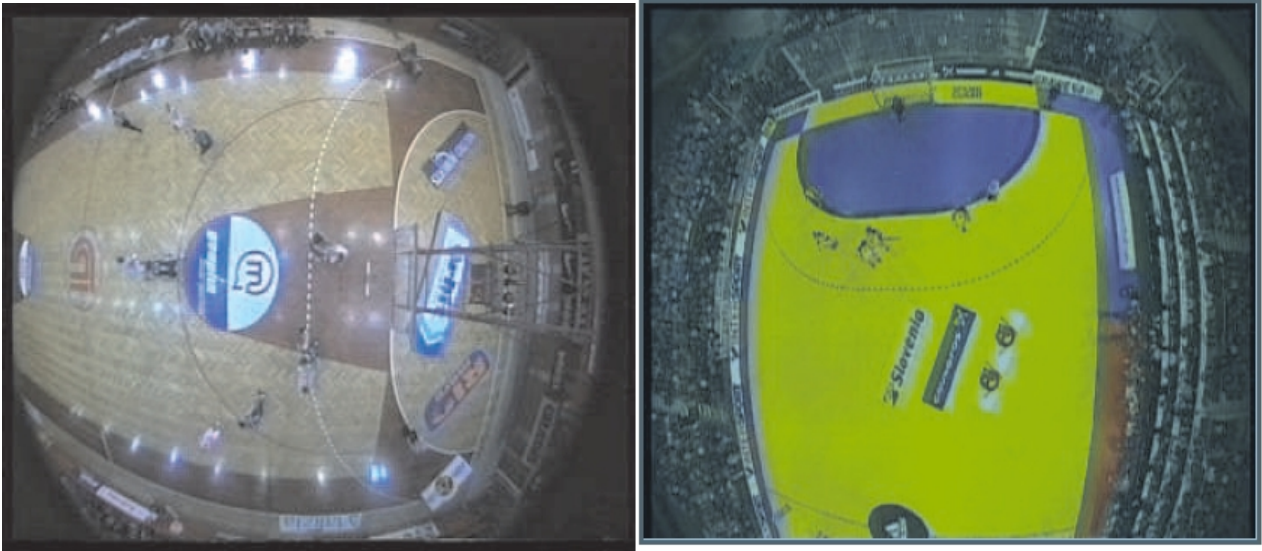


Figura 1 : Figura 2 – Fotos de campos de andebol por camera PinHole

Fonte: “Janez Pers, Matej Kristan, Matej Pers and Stanislav Kovaci - Analysis of Player Motion in Sport Matches -”

Com este tipo de cameras sendo estas moveis, será necessário haver uma constante calibração dos parametros intrinsecos e extrinsecos que envolvem os sistemas observados. Os parametros referidos serão importantes para haver uma relação entre os pixeis das imagens e as coordenadas do campo observado. Caso não haja uma calibração correcta existira uma constante distorção radial nas imagens obtidas, principalmente observavel se forem utilizadas 2 ou mais cameras. Para se obterem imagens do campo inteiro observado conclui-se que será mesmo necessario a utilização de duas cameras, ou seja, a calibração será definitivamente necessaria para se obter resultados convincentes. Uma proposta deste projecto é obter as imagens em broadcast. As cameras deverão se localizar, no caso do campo de andebol, entre a linha de nove metros (linha atrasejado) e a linha de seis metros (linha continua), não sendo obrigatoriamente a posição da lente estar a 90º em relação ao solo. Na imagem seguinte está apresentado um exemplo da implementação das duas cameras e as imagens:

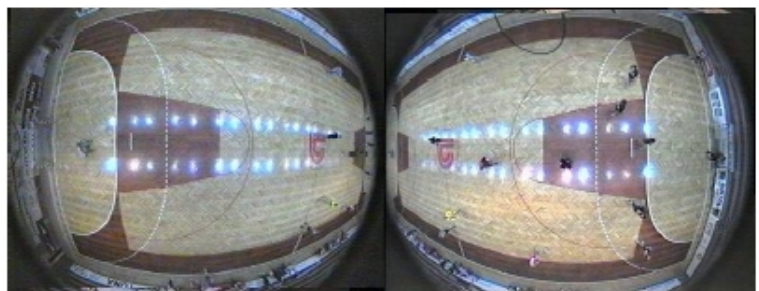
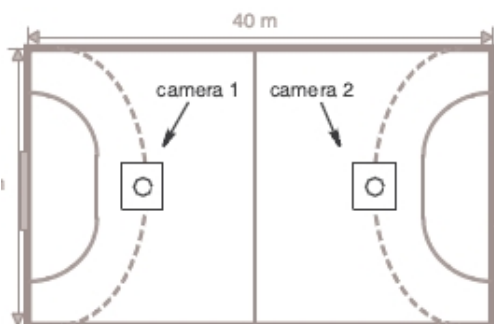


Figura 3 – Exemplos de posição espacial das cameras PinHole: Figura 4 – Fotos de campos de andebol nas posições indicadas.

Fonte: “Janez Pers and Stanislav Kovaci - Tracking People in Sport: Making Use of Partially Controlled Environment”

O estudo matematico da calibração, deste tipo de cameras, com o uso das imagens obtidas foi baseado por um trabalho do Pr. Dr. Armando Sousa [3].

4.1-Parâmetros Intrínsecos

A imagem obtida por qualquer camera coloca a realidade tri-dimensional numa imagem bidimensional. Com a variancia da localização, zoom e da amplitude da camera é possível obter-se varios tipos de projecções.

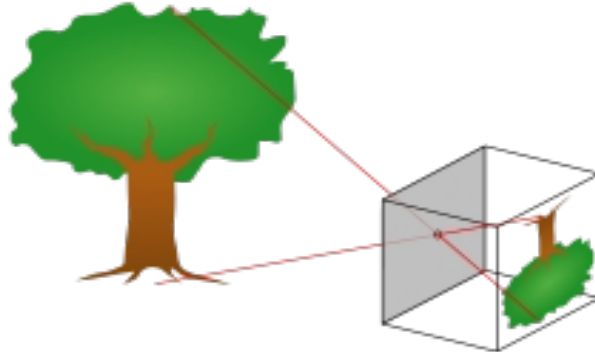


Figure 5: Esquema visual de uma câmara mostrando o plano virtual da imagem

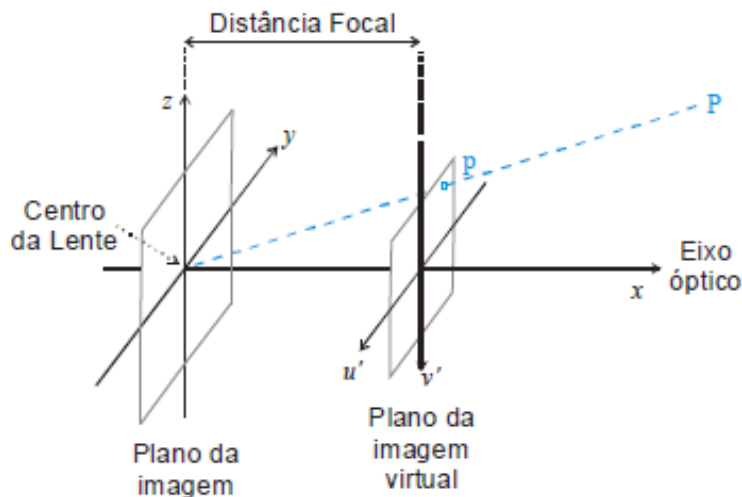


Figura 6 - Sistema de eixos no modelo da câmara

Fonte: "Armando Jorge Miranda de Sousa - Arquitecturas de Sistemas Robóticos e Localização em Tempo Real Através de Visão"

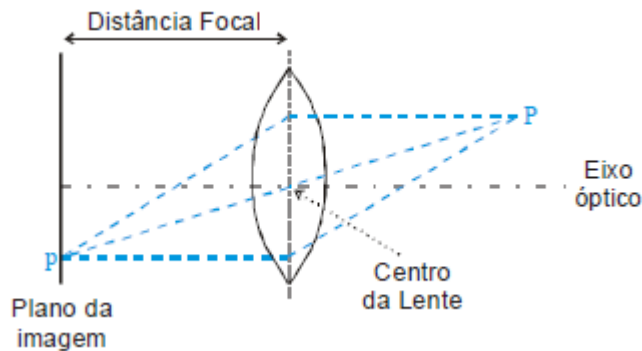


Figura 7 - Efeito de uma lente

Fonte: "Armando Jorge Miranda de Sousa - Arquitecturas de Sistemas Robóticos e Localização em Tempo Real Através de Visão"

A relação entre os pontos P(X,Y,Z) e os pontos da imagem (u',v') é:

$$\left\{ \begin{array}{l} u' = \frac{-y}{x} * f \\ v' = \frac{-z}{x} * f \end{array} \right.$$

A distância focal da lente utilizada é a variável f. Utilizando um novo eixo de referencia para se considerar os pontos da imagem obtem-se o sistema seguinte:

$$\left\{ \begin{array}{l} u' = (u - O_u) * Su \\ v' = (v - O_v) * Sv \end{array} \right.$$

No sistema anterior Su é a distancia horizontal entre pixeis adjacentes e Sv a distancia vertical entre pixeis adjacentes.

Ao ser formada a imagem é provocado o efeito Barril que são distorções provocadas na imagem. Uma forma matematica para combater este efeito é o uso da seguinte expressão matematica:

$$\left\{ \begin{array}{l} u' = (u_d - O_x) * Su * (1 + k_b * rd^2) \\ v' = (v_d - O_y) * Sv * (1 + k_b * rd^2) \end{array} \right.$$

Na seguinte expressão ud e vd são as coordenadas da imagem distorcida e rd é a distancia ao centro da imagem. A variavel Kb está relacionada com a distorção da lente.

Para ser calculado os parametros relativos à resolução da camara irá ser utilizado a seguinte expressão:

$$\left\{ \begin{array}{l} Sx = ax Px \\ Sy = Py \end{array} \right.$$

Sendo Px e Py as distancias dos pontos adjacentes e ax um factor de escala para compensar a eventualidade de haver frequencias de amostragem iguais.

Todos estes parametros após serem calculados não poderão ser alterados para o mesmo tpo de camara e de optica. Os parametros mencionados são:

- O_u e O_v
- d
- k_b
- M_u e M_v

4.2-Parâmetros Extrínsecos

Os parâmetros extrínsecos dependem unicamente da posição da câmara em relação ao exterior (mundo). Havendo uma enorme possibilidade de soluções as variáveis relativamente a estes parâmetros serão:

- β Rotação em torno do eixo dos xx ;
- α Rotação em torno do eixo dos yy ;
- θ Rotação em torno do eixo dos zz ;
- (X, Y, Z) Posição da câmara no mundo.

Estas variáveis serão calculadas no momento de implementação do sistema visual.

4.3-Tipo de Imagens Obtidas

As imagens obtidas poderão ser ou em fotografia ou em vídeo devendo estas não serem relativamente muito pesadas para não sobrecarregar o sistema de processamento desnecessariamente. Cada um dos resultados serão utilizados consoante o desenvolvimento do projecto. Sendo as fotografias testadas no início do projecto enquanto que os vídeos numa fase mais tardia devido à maior complexidade envolvente. Em princípio por facilidade de leitura e por serem ficheiros menos pesados para o sistema poderão ser do tipo .gif para as fotografias e do tipo .rmvb para os vídeos.

5-Processamento Visual

Nesta segunda parte do projecto o objectivo principal é a detecção de certos pontos nas imagens obtidas. Através de um algoritmo computacional, em linguagem C ou em C++ irão ser detectados pontos interessantes para o cálculo de parâmetros das câmaras utilizadas.

Para a detecção dos pontos uma das hipóteses é o uso de técnicas de *Thresholding* originando uma binarização da imagem. Depois de se obter uma imagem constituída por pixels preto e branco deverá ser seleccionada posteriormente uma técnica que permitirá detectar regiões onde existirá uma razoável uniformidade nos valores das propriedades locais utilizadas.

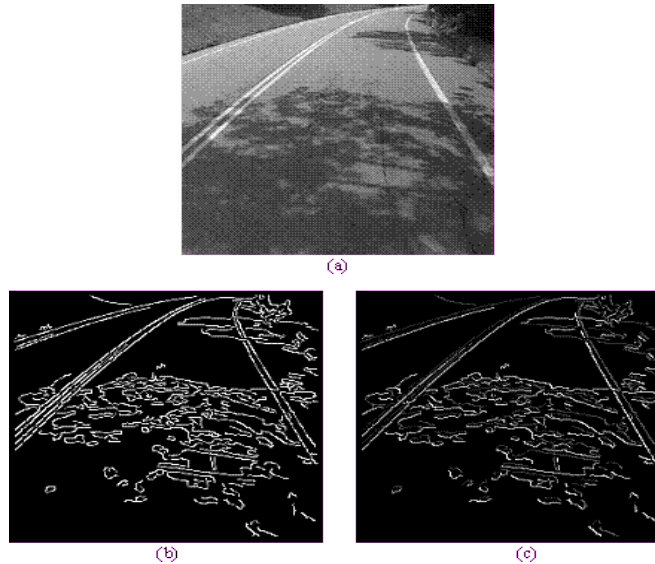


Figura 8 – Exemplo da binarização de uma imagem

Nas imagens anteriores (b e c) anterior pode-se observar os resultados obtidos depois da execução de dois tipos de thresholdings na imagem a). Conclui-se que com o uso de thresholding será possível obter-se uma filtragem de linhas facilitando assim a procura de locais pretendidos.

De seguida será necessário o algoritmo fazer um varrimento pela imagem para identificar os pontos. Existem várias técnicas de varrimento para a detecção de pontos ou linhas. Para este caso poderá ser utilizado, consoante os resultados obtidos, os seguintes casos:

- *Matching*
- *Transformada de Hough*

5.1-Matching

Esta técnica permite procurar nas imagens uma forma conhecida, estabelecendo uma relação entre o modelo pre-definido e a imagem utilizada. O método consiste em deslocar o padrão para todas as posições possíveis e medir o grau de semelhança na área analisada.

5.2-Transformada de Hough

As transformadas de Hough são métodos para detecção de linhas e curvas em que o espaço da imagem dos *pixels* é transformado num espaço de representação. Após a transformação dos *pixels* detectados a detecção das linhas faz-se no espaço transformado e por transformação inversa, obtém-se a expressão analítica das linhas do espaço-imagem original. Para a detecção de linhas considera-se um ponto P da imagem e a partir deste constroi-se um vector transformado. Ao longo deste vector quando se encontrar um ponto este irá ser incrementado num endereço dado por $\omega = y_i * x_i$. Após a detecção de todos os pontos o vector construído apresentará contagens muito elevadas nos endereços correspondentes ao coeficiente angular das rectas passantes por P. Na imagem seguinte está um exemplo de como a transformada funciona:

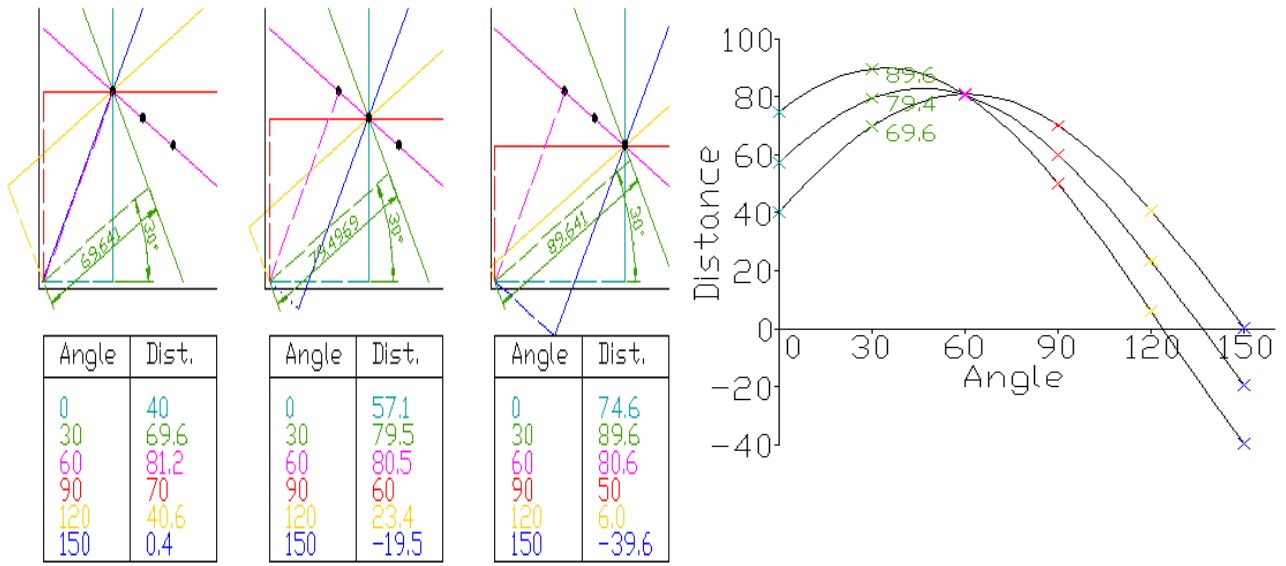


Figura 9 – Pontos Obtidos num vector transformado pelo método de Hough.
 Figura 10 – Curvas Obtidas com os valores dos vectores obtidos

6-Rreferencias

- [1] – Artigo “ Janez Pers and Stanislav Kovaci - Tracking People in Sport: Making Use of Partially Controlled Environment ”
- [2] – Artigo “ Janez Pers, Matej Kristan, Matej Pers and Stanislav Kovaci - Analysis of Player Motion in Sport Matches ”
- [3] – Tese de Doutoramento “ Armando Jorge Miranda de Sousa - Arquitecturas de Sistemas Robóticos e Localização em Tempo Real Através de Visão ”
- [4] – Artigo “Catarina Santiago, Armando Sousa, Maria Luísa Estriga, Luis Paulo Reis e Martin Lames - Survey on Team Tracking Techniques Applied to Sports”
- [5] – Artigo “Hongzhi Wang e John Oliensis – Shape Matchingby segmentation Averaging”
- [6] – Artigo “*Li.S.Y, Ruan.X.F,Zhu.Q.H - The research of vision calibration method for target localization*”
- [7] – Artigo “ J.Apolinar Muñoz Rodríguez - Laser imaging and approximation networks for calibration of three-dimensional vision “