

VISUAL DETECTION OF BILLIARD SITUATION

Michal Zítka

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xzitka04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Karel Horak

E-mail: horakk@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This project treats visual analysis of billiard game, pre-processing, segmentation and object classification. Final version of the project should contain system for gameplay assistance.

1 ÚVOD

Cílem tohoto projektu je vytvoření asistenčního systému pro hru na biliardu snímanou pomocí barevné kamery umístěné nad hrací plochou. Tento systém slouží k detekci faulů, určení stavu a pokračování hry, a to pomocí implementace v C/C++ a knihovny OpenCV [1].

Hlavní části projektu jsou předzpracování obrazu, segmentace koulí a detekce stavu hry. U předzpracování se jedná především o odstranění geometrického zkreslení a detekci hrací plochy. Segmentace koulí se provádí v linearizovaném RGB prostoru, částečně i v klasickém RGB prostoru. Pro tuto práci byla použita kamera od firmy Micron s CMOS senzorem MT9P031 o velikosti 1/3“ a objektiv od firmy Honeywell, s ohniskem F 2,8 - 8 mm.

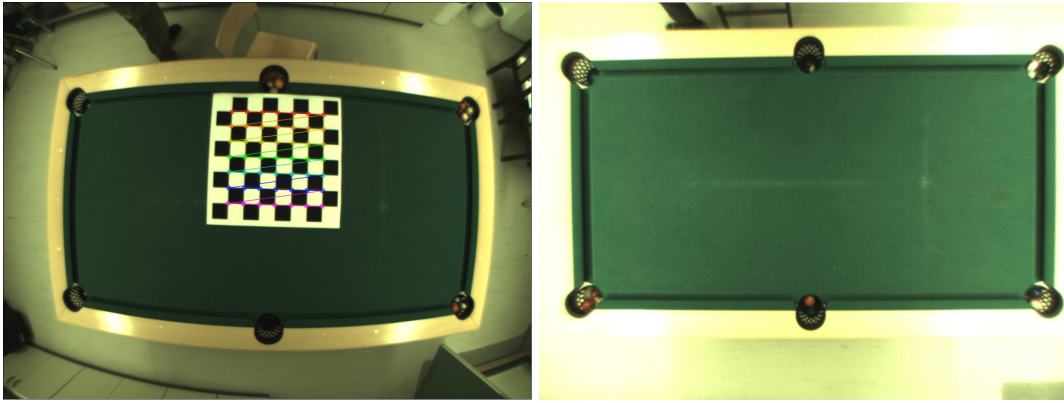
2 PŘEDZPRACOVÁNÍ

Předzpracování obrazu v tomto projektu představuje především odstranění geometrického zkreslení. Dále je zapotřebí detekovat plátno stolu, aby samotná segmentace objektů (koulí, tága, hráčů) byla prováděna pouze nad hrací plochou. Tím se zároveň zkrátí výpočetní doba algoritmu.

2.1 SOUDKOVITÉ ZKRESLENÍ

Soudkovité zkreslení je vada optické soustavy objektivu. Ke zkreslení obrazu dochází proto, že se body, které jsou různě vzdálené od osy, zobrazí s různým příčným zvětšením.

K odstranění je využít snímek šachovnice, kde jsou nejprve detekovány jednotlivé body šachovnice. Z těchto bodů jsou spočítány odchylky v dané části snímku. Na základě těchto odchylek jsou určeny transformační matice [1].



Obrázek 1: Kalibrační a kalibrovaný snímek kulečnicku

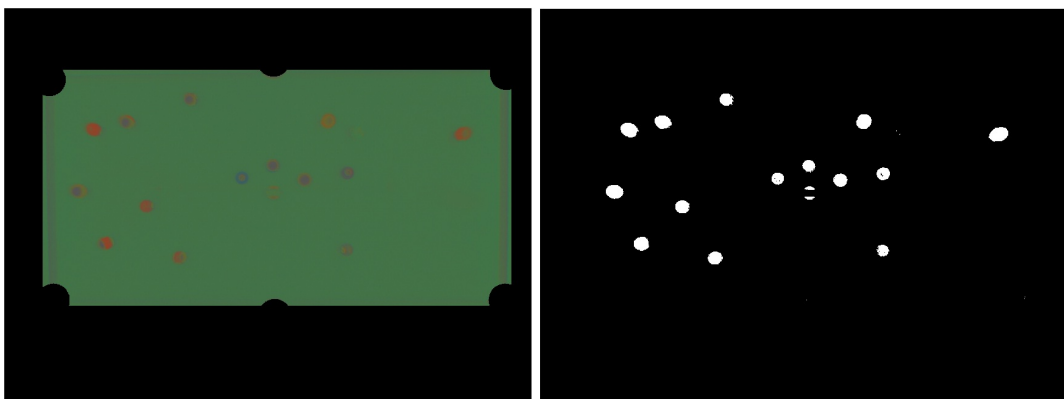
2.2 DETEKCE HRACÍ PLOCHY

Detekce hrací plochy je založena na hraně, kterou tvoří přechod mezi plátnem a rámem stolu. Tyto hrany tvoří přímky, které jsou detekovány pomocí Houghovy transformace [2]. Houghova transformace je využita také pro detekci kulečnickových děr.

Princip: Každý bod vstupního obrazu je přemapován na křivku tvořenou jedničkami, tyto křivky jsou zakreslovány (sčítány) do Houghova prostoru (akumulátor). Rozměr akumulátoru je dán rovnicí hledaných objektů, počtem parametrů a velikostí jejich rozsahů (rovnice přímky a kružnice). Maxima v akumulátoru ukazují na hledané objekty [2].

3 SEGMENTACE

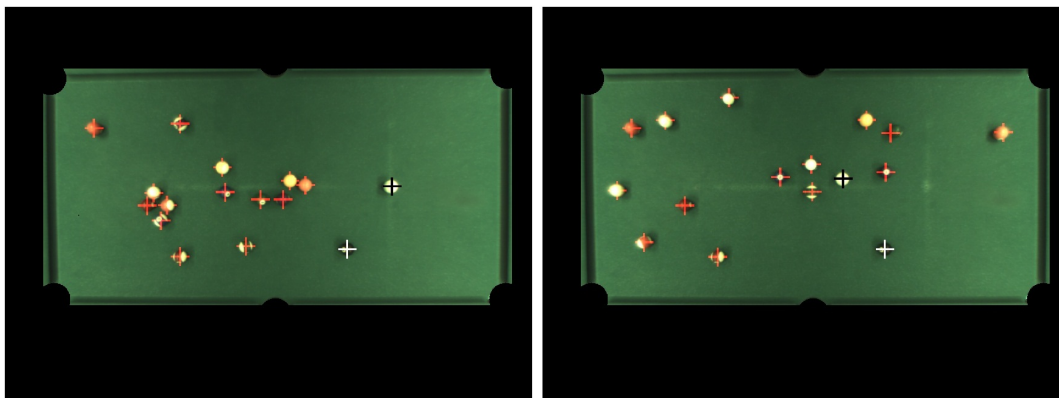
Segmentace využívá snímek pozadí pro rozdílový snímek [2]. Protože objekty se nacházejí nad jednobarevnou plochou, je vhodné použít segmentaci prahováním rozdílového snímku. Díky použití linearizovaného RGB modelu (s výjimkou zelené koule) je odstraněn vliv stínu. Tento model vznikne linearizací klasického RGB modelu (každá složka RGB je podělena součtem všech ostatních složek, čímž se získají čisté spektrální barvy). Souřadnice koulí je pak získána pomocí korelace [2].



Obrázek 2: Snímek v linearizovaném RGB prostoru a prahovaný rozdílový snímek

Problém nastal u zelené koule, která není v linearizovaném RGB prostoru téměř vůbec vidět, protože splývá s pozadím. Pro detekci je tedy nutné se vrátit do klasického RGB prostoru, kde

jsou nejprve vyřazeny objekty reprezentující již nalezené koule a poté je detekována souřadnice zbývajících zelených koulí. Způsob segmentace je stejný jako u ostatních koulí, tedy prahováním a korelací. Dalším úkolem je detekce bílé a černé koule. Ta je prováděna na základě jasových vlastností koule, a tedy pomocí počtu bílých (černých) pixelů.



Obrázek 3: Souřadnice detekovaných koulí - bílý terč = černá koule, černý terč = bílá koule

4 DETEKCE STAVU HRY

Nejprve je nutné určit, zda je scéna statická či dynamická. To se určí z rozdílu dvou po sobě jdoucích snímků [2]. V případě statické scény se provede jednou detekce koulí, pak se už jen čeká na změnu scény. Naopak v případě dynamické scény je nutné detekovat koule v každém snímku a navíc zabránit kritickým situacím (hráč zakrývá kouli, koule spadla do díry pod hráčem apod.). Detekované koule musí být vždy potvrzeny ze statické scény, tím se zabrání některým kritickým stavům (zakrytí koule).

5 ZÁVĚR

Tento článek popisuje postup řešení návrhu pro asistenční systém pro hru na biliardu. Ze snímků je nejprve odstraněno zkraslení na základě transformačních matic a poté je detekována hrací plocha. Takto upravené snímky jsou segmentovány pomocí rozdílových snímků a prahováním. Tato metoda segmentace je zvolena kvůli rychlosti. Segmentované objekty jsou klasifikovány na základě jasových hodnot jednotlivých složek RGB.

Velkým problémem je osvětlení. Čím intenzivnější, tím kratší je doba expozice a vyšší počet snímaných snímků. Důležitá je také rovnoměrnost osvětlení, aby jasové vlastnosti objektů byly stejné ve všech částech snímku.

Jednotlivé části byly pro zjednodušení programovány v programu Matlab. Výsledná aplikace je z důvodu nároku na zpracování v reálném čase tvořena v prostředí Visual Studio C++.

REFERENCE

- [1] BRADSKI, Gary, KAEHLER, Adrian. *Learning OpenCV - Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly Media Inc. 2008. ISBN 978-0-596-51613-0.
- [2] Sonka M., Hlavac V., Boyle R. *Image Processing, Analysis and Machine Vision*. Toronto, Thomson. 2008. ISBN 04-95-08252-1.