



Fakulta informačních technologií VUT

## Počítačové vidění POV

### Detekce kružnic v obraze pomocí Houghovy transformace

(technická zpráva)

## 1. Úvod

Úkolem projektu je implementace detekce kružnic v obraze pomocí Houghovy transformace. V počítačovém vidění se jedná o velmi důležitou podmnožinu úkolů, protože z obrazu potřebujeme získávat příznaky o základních geometrických tvarech. Jednou z používaných metod je právě Houghova transformace, kterou je relativně jednoduché implementovat především pro detekci úseček v obraze. Po úpravě se dá ovšem použít skoro na jakýkoliv tvar – jako je právě kružnice. Detekce kružnic má velké využití např. v průmyslu, ale využívá se např. i v astronomii pro hledání komet.

Tento dokument popisuje algoritmus Houghovy transformace pro detekci kružnic, jeho implementaci a obsahuje nápovědu pro použití demo aplikace používající jeho implementaci.

## 2. Houghova transformace pro detekci kružnic

Houghova transformace je technika používaná v počítačovém vidění pro extrakci příznaků z obrazu. V dnešní době používaná transformace byla popsána pány Richardem Dudou a Peterem Hartem v roce 1972 a byla pojmenována po Paulu Houghovy.

Klasické Houghova transformace se používá pro detekci přímek, kružnic, elips apod., které je možné popsat ve formě parametrů – např. parametrické rovnice. Obecná Houghova transformace se naopak používá tam, kde není možné detekovaný objekt popsat analyticky. Jedná se ovšem o výpočetně náročnou techniku, proto zde není dále popisována. Výhodou Houghovy transformace je tolerance k nepřesnosti popisu hranic hledaného příznaku a k šumu v obraze.

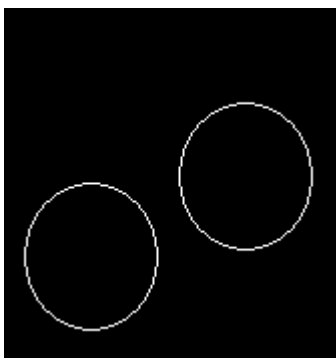
Při hledání kružnice je potřeba najít tři parametry – její střed a poloměr. Řešení se tedy nachází ve 3D prostoru. Vychází se z analytického popisu kružnice parametrickou rovnicí.

$$(x-a)^2+(y-b)^2=R^2$$

## 3. Implementace algoritmu

Implementace algoritmu se dá rozdělit do několika částí. Pro zjednodušení Houghova transformace pro kružnici se známým poloměrem.

### 1. načtení obrazu



*Illustration 1: Načtený obraz obsahující dvě kružnice o známém poloměru*

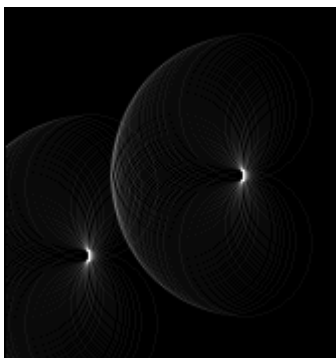
### 2. předzpracování obrazu

- převod na černobílý obraz, např. metodou thresholdingu

- ve složitějším obraze detekce hran např. Sobelovým filtrem
  - případné další úpravy pro lepší zvýraznění okrajů hledaných kružnic
3. **nalezení „vyvolených“ (votes) bodů obrazu** – tedy bodů obrazu, které obsahují pixel s hodnotou větší než 0 a jejich uložení do lineárního seznamu
  4. **příprava Houghovy matice** – její rozměr závisí na počtu parametrů, pro známý poloměr hledané kružnice je 2D, v případě neznámého poloměru kružnice přibude další rozměr.
  5. **vlastní Houghova transformace**
    - pro každý pixel v seznamu „vyvolených“ pixelů se hledají hodnoty středu kružnice a to tak, že za hodnotu  $b$  se dosazují všechny ypsilonové souřadnice a parametr  $a$  se počítá z výše uvedené parametrické rovnice.

$$a = x - \sqrt{(R^2 - (y - b)^2)}$$

- příspěvek každé dvojice parametrů ke globálnímu řešení se ukládá do tzv. *akumulačního bufferu* Houghovy matice.



*Illustration 2: Výsledná Houghova matice pro načtený obraz dvou kružnic.*

6. **vyhledání maxima/maxim v Houghově matici** (akumulačním bufferu)
7. **určení polohy středu kružnice/kružnic při daném poloměru**

V případě hledání kružnic o neznámém poloměru je algoritmus rozšířen o hledání dalšího parametru  $R$ . Tímto se řešení přenáší do 3D prostoru – Houghova matice tedy obsahuje vrstvy pro dané hodnoty parametru  $R$ . Poloměr je omezen minimální hledanou velikostí a maximální.

Určení polohy středu kružnic je úloha nalezení maxim v Houghově matici, viz. body 6. a 7. Postup je následující.

## 4. Ovládání demo aplikace

Demo aplikace je připravená v prostředí knihovny OpenCV.

## 5. Výsledky

## 6. Závěr