



# Kalibrace mikroskopu

---

**Cíl cvičení: Kalibrace měřicího mikroskopu s kamerou a měření rozměrů objektu**

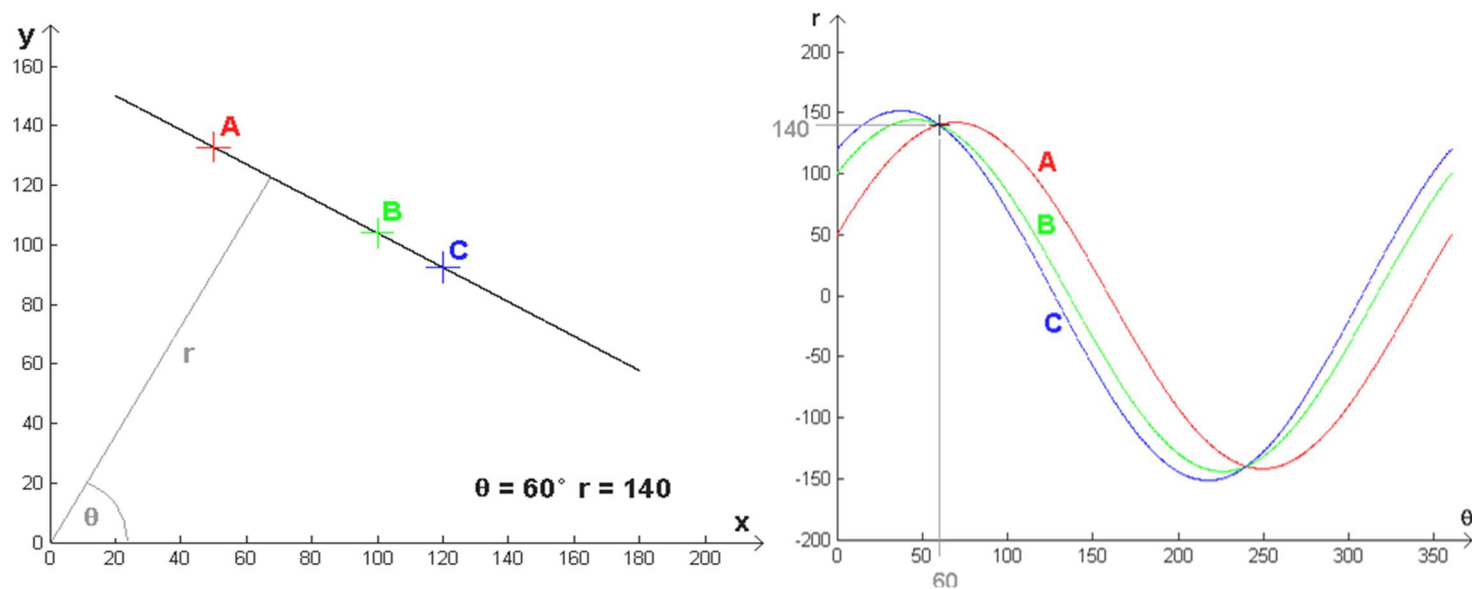
## 1 Teoretický úvod

Nedílnou součástí realizace většiny systémů počítačového vidění je přesná kalibrace kamer. Pokud to aplikace dovoluje, je vždy snahou úlohu co nejvíce zjednodušit tak, aby měření probíhala pouze v rovině kolmé na osu kamery (trojrozměrná scéna se zjednoduší na dvourozměrnou). Kalibrace se pak zjednoduší na určení měřítka (rozlišení) v obou osách snímku z kamery. Musíme si však uvědomit, že pokud není použit telecentrický objektiv, platí toto měřítko pouze v jedné kalibrované vzdálenosti od kamery. Určení měřítka v obou osách je třeba v obecných případech, kdy nemá kamera čtvercový pixel (stejný rozměr v obou osách) nebo není signál přesně digitalizován v poměru k efektivním pixelům čipu. V případě, že nelze zajistit kolmost měřicí roviny s osou kamery, je třeba uvažovat i perspektivu – měřítko se v různých částech snímku mění v závislosti na úhlu mezi kamerou a rovinou.

### Houghova transformace

Houghova transformace[11] je metoda pro nalezení jednoduchých (nejlépe analyticky popsateľných) objektů v obraze. Nejčastěji se používá na detekci přímek, kružnic, elips a objektů složených z těchto jednoduchých tvarů např. trojúhelník, obdélník. Princip je založený na mapování bodů na křivky (do prostoru příznaků a naopak) a sčítacích buňkách (akumulátorech)- sčítají kolik bodů patří k přímce, kružnici, ... (viz **Obr. 1** a Algoritmus). Nejvhodnější je aplikace na binární (naprahovaný) snímek hran.

Pro **detekci přímek** je vhodné použít rovnici v normálovém tvaru  $r = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$ , kde  $r$  je délka normály přímky od počátku,  $\theta$  je úhel mezi normálou a osou  $x$ . V tomto případě se přímka mapuje na bod, bod na křivku (podobná průběhu sinu). Interval hodnot pak může být např.  $\theta \in \langle 0; 360^\circ \rangle$  a  $r \in \langle 0; \text{velikost úhlopříčky obrázku} \rangle$ .



Obr. 1: Obrazový prostor – vlevo, Houghův prostor - vpravo

Algoritmus:

1. Pro všechny body binárního vyhranovaného snímku  $I$ , pro které  $I(x, y) = 1$ :
  - a. Pro úhly  $\theta$  od 0 do 359
    - urči  $r$  :  $r = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$
    - do akumulátoru  $H$  o rozměrech  $(0:359; 0:\sqrt{x^2 + y^2})$  na pozici  $\theta, r$  přičti jedničku
2. Nalezni maximum (maxima) akumulátoru  $H$

## 2 Seznam vybavení

1. mikroskop Motic SMZ-168
2. kamera ImagingSource DMK 31BF03
3. kalibrační vzory: průsvitný a neprůsvitný
4. testovací vzorky: čarový obrazec, hologram ČR, případně další (list s textem, kalibrační vzory, reálné objekty apod.)
5. plastové posuvné měřidlo

## 3 Návod

1. Zapněte PC, spusťte prostředí Matlab a v zadní části mikroskopu rozsviňte spínačem světlo a zkontrolujte připojení kamery.
2. Pomocí prvního staženého mfile souboru získáte video z kamery, nastavte zvětšení mikroskopu a manuálně snímek zaostřete.
3. Nastavte vhodnou orientaci kalibračního vzoru tak, aby bylo možné z nalezených hranic objektu na šabloně, co nejlépe určit měřítko v ose  $x$  i  $y$ .
4. Pro výběr čar ve zvolené ose použijte jako funkci druhý stažený mfile soubor.
5. Mfile rozšiřte o funkci, která nalezne přímky v obraze. Použijte vhodný hranový detektor.
6. Použijte knihovní funkci Matlabu *hough* pro nalezení čar v obraze.
7. Ze získaných dat určete šířku čar a proveďte výpočet měřítka v ose  $x$  (viz Pozn. 1)
8. Opakujte postup od bodu 4 také pro osu  $y$ .
9. Vložte pod mikroskop vybraný testovací vzorek a proveďte měření rozměrů. Kontrolní měření proveďte na přiloženém posuvném měřítku.
10. Výsledky prezentujte vyučujícímu. Zařízení vypněte a vše uveďte do původního stavu (na mikroskop nasadte ochranný obal).

**Pozn. 1:** Číslo uvedené na kalibračních vzorech udává, kolik dvojic čar (černá a bílá) připadá na jeden milimetr.

**Pozn. 2:** Při použití funkce *houghpeaks* je nutné hodnoty *rho* přepočítat podle použitého rozlišení ve funkci *hough*.