



# Defektoskopie

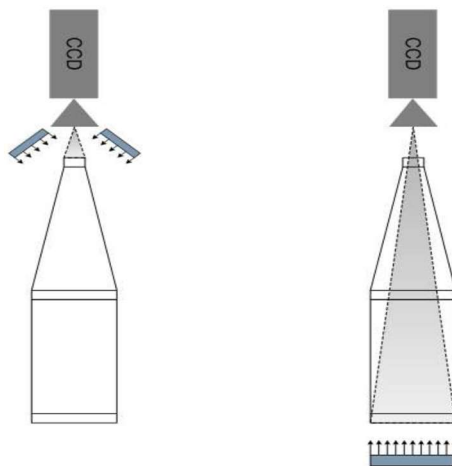
Cíl cvičení: Detekce měřicího stavu a lokalizace objektu

## 1 Teoretický úvod

Defektoskopie tvoří v počítačovém vidění oblast zpracování snímků, jejímž úkolem je lokalizovat výrobky a detekovat vady materiálu. Z pohledu pořízení snímků je zásadní správně vyřešit **metodu snímání** a **zdroj osvětlení**. Podle transparentnosti snímaného materiálu se obvykle volí jedna ze dvou základních metod snímání:

- **Reflexní metoda** – vhodná pro netransparentní a nezrcadlové materiály
- **Transmisní metoda** – vhodná zpravidla pro transparentní materiály

Rozdíl mezi reflexní a transmisní metodou spočívá ve vzájemném uspořádání kamery, snímaného objektu a zdroje osvětlení tak, jak ukazuje obrázek pro případ snímání potravinářské láhve. Snímek hrdla je pořízen reflexní metodou, zatímco snímek dna transmisní.



Obr. 1: Reflexní a transmisní metoda pořízení snímku

Podle charakteru snímaného materiálu a účelu měření je třeba zvolit vhodný typ osvětlení. V tomto případě není situace tak jednoduchá jako v případě volby metody snímání, protože zdroj osvětlení lze vybírat z rozsáhlé řady dostupných zařízení jak pro laboratorní účely tak i průmyslové nebo někdy i domácí využití. Při řešení konkrétních průmyslových aplikací se zpravidla navrhuje speciální zdroj osvětlení vyhovující dané aplikaci. Mezi nejčastěji používané typy patří:

- vláknové žárovky
- výbojky směšové, rtuťové, indukční, sodíkové
- halogenové žárovky
- kompaktní nebo lineární zářivky
- LED prvky
- lasery

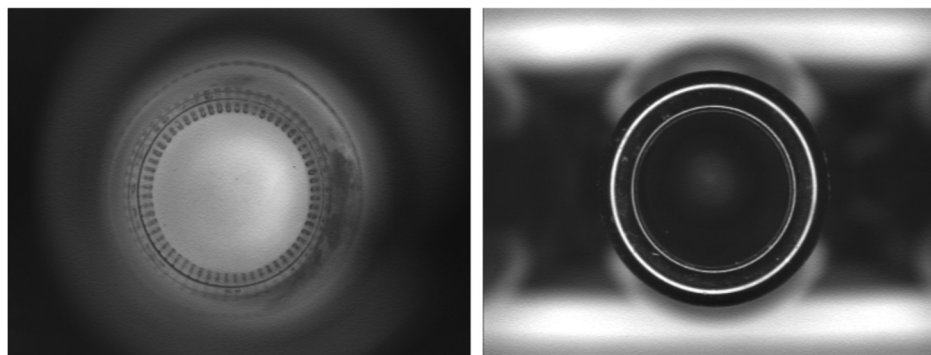
Z hlediska spektrálních vlastností se zdroje osvětlení dělí na zdroje viditelného, UV a IR záření popř. jejich vzájemné kombinace. Pro detekci kontur na kovových materiálech je vhodný např. zdroj ultrafialového záření, pro detekci podpovrchových vad na skleněném materiálu naopak infračerveného záření. Zdroj osvětlení lze provozovat ve dvou základních režimech - zábleskový a kontinuální.



**Obr. 2: Rozdílné optické vlastnosti výrobků jsou pro kompaktní zpracování obrazu nežádoucí**

V případě transparentních materiálů je obvykle třeba kompenzovat jejich odlišné optické vlastnosti, aby bylo dosaženo získání jasově uniformních snímků pro kvalitní zpracování obrazu. V případě lahví je třeba kompenzovat širokou škálu barev a odstínů skla. V reálném provozu je kompenzace řešena změnou expoziční doby za pomoci optického vlákna a řídicí karty v PC.

Řízení expoziční doby se používá v případě transmisního neboli průchozího osvětlení, které je v laboratorní úloze použito pro pořízení snímku stěny láhve. Při zábleskovém osvětlení je naopak expoziční doba konstantní a expozice je dána amplitudou záblesku. V případě detekce vad na transparentním materiálu lahví se transmisní metoda s řízením expozice používá pro pořízení snímku dna a stěny, reflexní pak pro pořízení snímku hrdla.



**Obr. 3: Snímek dna pořízený transmisní metodou a hrdla reflexní metodou**

Na takto pořízených jasově uniformních snímcích jsou metodami zpracování obrazu hledány nehomogenity představující skutečné vady, jejichž charakteristické vlastnosti závisí na typu řešené úlohy. V případě defektoskopie na skle láhve se jedná např. o cizí předměty, poškrábaný nebo znečištěný materiál, špatné rozměry objektu apod. Detekce a klasifikace nehomogenit odpovídajících skutečným vadám materiálu se provádí zpravidla základními metodami zpracování obrazu.

Základním krokem při pořízení obrazu je synchronizace snímání, čili stanovení správného okamžiku otevření závěrky podle přítomnosti výrobku v měřicím místě pomocí optických čidel. V úloze se synchronizace řeší stavovým automatem pomocí detekce pohybu. Kamera pořizuje snímky kontinuálně v tzv. volnoběžném režimu a softwarově se vyhodnocuje jeden ze tří možných stavů: dynamická scéna (vkládání nebo odebrání láhve), statická scéna bez láhve (prázdný stůl), statická scéna s lahví (lahve umístěna na stůl). Poslední stav je stavem měřicím, kdy je analyzován snímek. Snímky z ostatních stavů se používají jen pro určení aktuálního stavu automatu. Pro rozlišení stavu scény lze snadno použít metodu rozdílových snímků s vhodnými parametry.

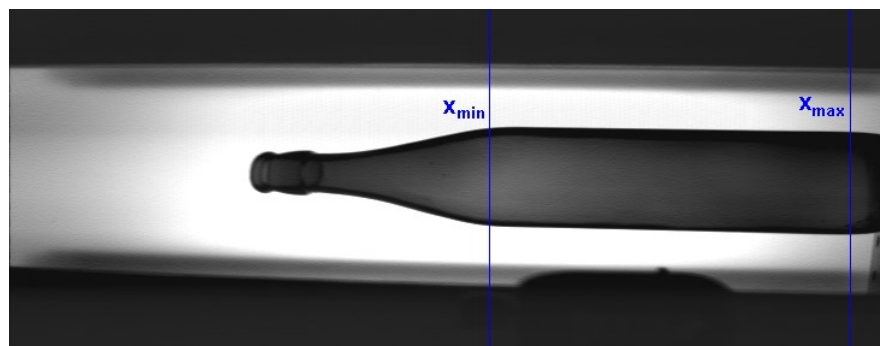
Prvním krokem zpracování defektoskopického obrazu pořízeného z měřicího stavu je přesná lokalizace pozice láhve na snímku, díky níž je možné určit oblasti pro další kontrolu např. detekci nehomogenit. Lokalizace láhve lineární aproximací je druhou částí úlohy.

## 2 Seznam vybavení

1. kamera ImagingSource DFK 41BU02
2. napařované zrcadlo – nedotýkat se povrchu!
3. plošný transmisní zdroj osvětlení
4. platforma Standa 440x440
5. sada měřených lahví č.1 - č.5
6. vertikálně stavitelná plošina Standa

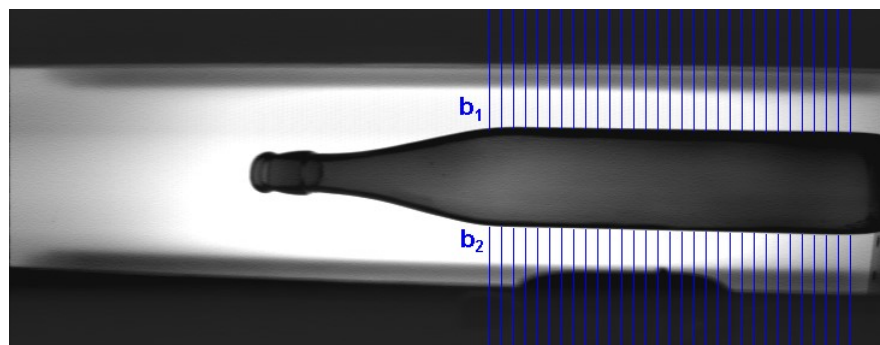
## 3 Úkoly

1. Zapněte PC a zdroj plošného kontinuálního osvětlení. Spusťte Matlab a dále jen doplňujte mfile soubor.
2. V souboru je vytvořena smyčka kontinuálního snímání, do které doplňte jednak algoritmus detekce měřicího stavu (tj. rozpoznání přítomnosti či nepřítomnosti láhve před matnicí) a poté vlastní algoritmus lokalizace láhve pomocí nalezení její osy. Aktuální stav měření indikujte graficky ve vykreslovacím okně podle vlastního uvážení a na konci prezentujte vyučujícímu.
3. Láhve se postupně vkládají do snímaného prostoru na stolek mezi napařovaným zrcadlem a matnicí, proto musí být ošetřeno správné vyhodnocení osy láhve i při mírném naklonění a posunu láhve z přesně středové polohy.
4. Úlohu řešte následovně: ručně si stanovte hranice  $y_{min}$  a  $y_{max}$  spodní lineární části láhve, ve kterých budete detekovat její levý a pravý okraj (snímky dále z prostorových důvodů otočeny o  $90^\circ$  proti směru hodinových ručiček, proto  $x_{min}$  a  $x_{max}$ ).



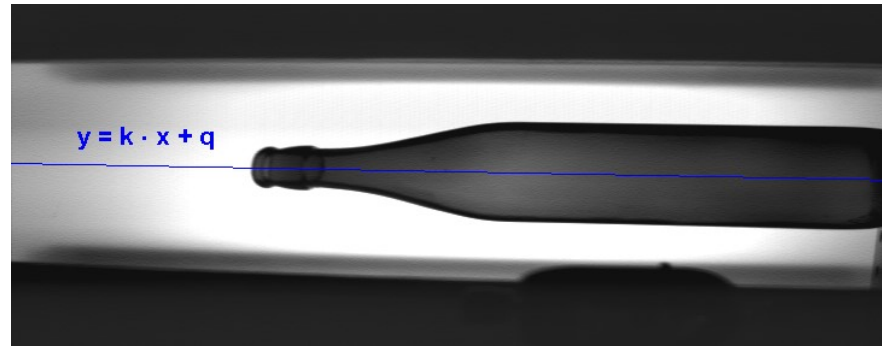
Obr. 5: Vymezení hranic lokalizačního algoritmu

5. Pomocí výpočtu horizontálního/vertikálního gradientu nalezněte po kroku **10 pxl** levý ( $\mathbf{b}_2$ ) a pravý ( $\mathbf{b}_1$ ) vektor hraničních bodů láhve. Pro výpočet velikosti gradientu v bodě  $(x,y)$  použijte jednorozměrnou konvoluční masku  $[1\ 1\ 1\ 0\ -1\ -1\ -1]$ .



Obr. 6: Levý a pravý vektor hraničních bodů

6. Z hraničních vektorů  $\mathbf{b}_1$  a  $\mathbf{b}_2$  vypočtete vektor  $\mathbf{c}$ , jehož hodnoty odpovídají středu láhve. Z vektoru  $\mathbf{c}$  pak vypočítejte pomocí regresní funkce **polyfit** parametry přímky osy láhve ve směrnicovém tvaru  $\mathbf{y}=\mathbf{k}\cdot\mathbf{x}+\mathbf{q}$ .



Obr. 7: Určení a vykreslení osy láhve

7. Pomocí funkce **line([x<sub>1</sub> x<sub>2</sub>],[y<sub>1</sub> y<sub>2</sub>])** barevně zobrazte na jednom snímku současně průběh hledání obou hranic (Obr.6) a osu láhve (Obr.7).
8. Zkontrolujte funkčnost algoritmu se všemi předloženými láhvemi.
9. Ve vybrané části láhve detekujte vady (na statickém obrázku nebo lépe automaticky v kontinuálním režimu snímání při malém natočení láhve).
10. Výsledky prezentujte vyučujícímu. Zařízení vypněte a uklidte pracoviště.