

Detekce povrchu teplovodné folie s podpovrchovým rozptylem

Ondřej Matúšek

Katedra sklářských strojů a robotiky

Oddělení mechatronických systémů

FS, CxI TUL



Strojové vidění

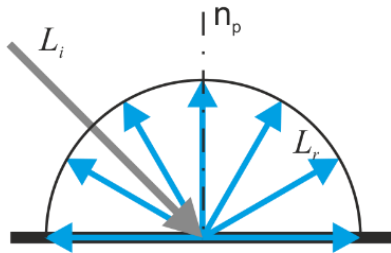
Strojové vidění

- Umožňuje **úsporu výrobních nákladů**;
- Podporuje trend **kontroly všech výrobků** uvnitř výrobního procesu i na konci ve formě výstupní kontroly;
- Zajišťuje **nalezení objektů v technologické scéně** např. pro následnou automatickou manipulaci

Lambertovský vs. zrcadlový povrch

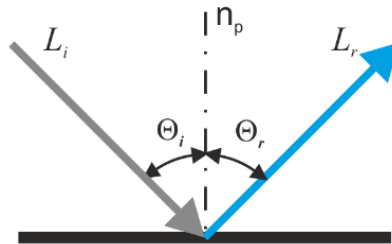
- Problém představuje snímání **materiálů s lesklým povrchem**

Lambertovský povrch



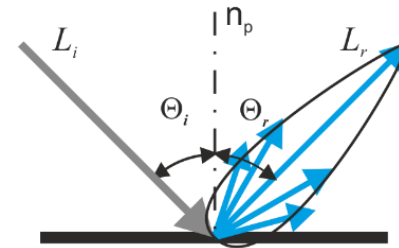
$$f_r(s, \omega_r, \omega_i) = \frac{dL_r(s, \omega_r)}{dL_i(s, \omega_i) (\omega_i \cdot \mathbf{n}_p)} d\omega_i$$

Ideálně zrcadlový povrch



$$f_r(s, \omega_r, \omega_i) = \frac{1}{\cos \theta_i} \delta(\cos \theta_i - \cos \theta_r) \delta[\varphi_i - (\varphi_r \pm \pi)]$$

Oběcný příklad lesklého povrchu



$$f_r(s, \omega_r, \omega_i) = \frac{D G F}{\pi \cos \theta_i \cos \theta_r}$$

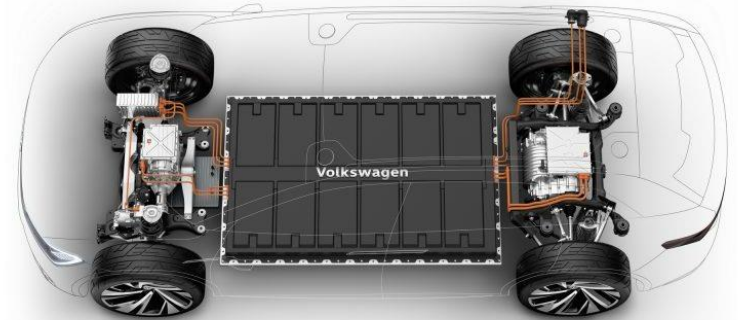


Kontrola nalepení teplovodivé folie baterie elektromobilu

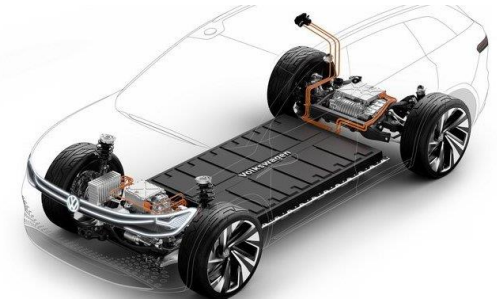
Získání 3D povrchu teplovodivé folie

Čas na skenování 3s

Možnost skenování folie pod přtlakem

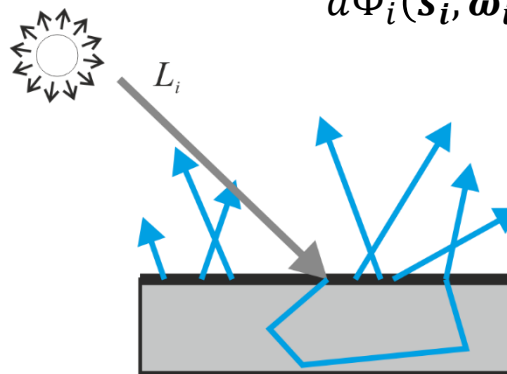
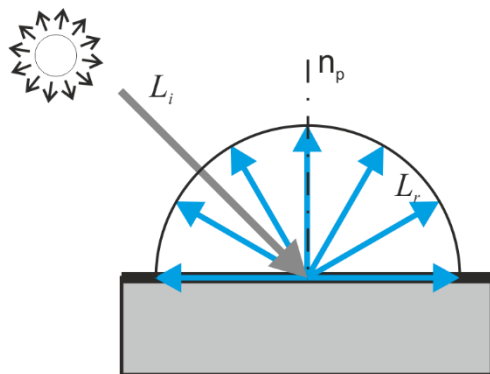


Kontrola nalepení teplovodivé folie baterie elektromobilu



Materiál s podpovrchovým rozptylem světla

- Průsvitný materiál s lesklým povrchem
- Odraz části světla v různých hladinách hloubky materiálu
- BSSRDF distribuční funkce odrazu světla
(bi-directional sub-surface scattering reflectance distribution function)



$$\frac{dL_0(\mathbf{s}_o, \boldsymbol{\omega}_o)}{d\Phi_i(\mathbf{s}_i, \boldsymbol{\omega}_i)} = S(\mathbf{s}_i, \boldsymbol{\omega}_i, \mathbf{s}_o, \boldsymbol{\omega}_o | \sigma_s, \sigma_a, g, \eta),$$

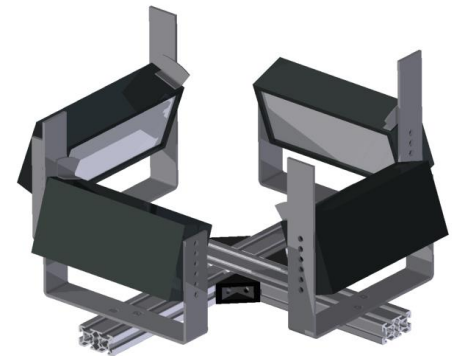
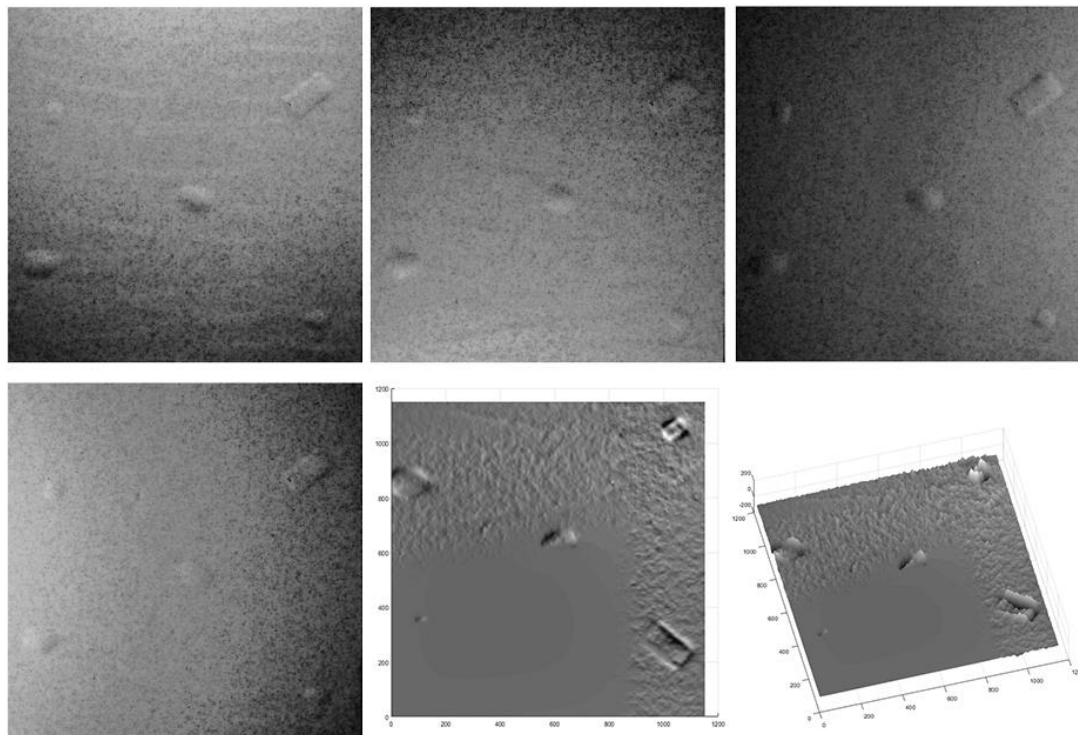


Fotometrické stereo

Rekonstrukce 3D povrchu

+ Rychlé pořízení a zpracování obrazu

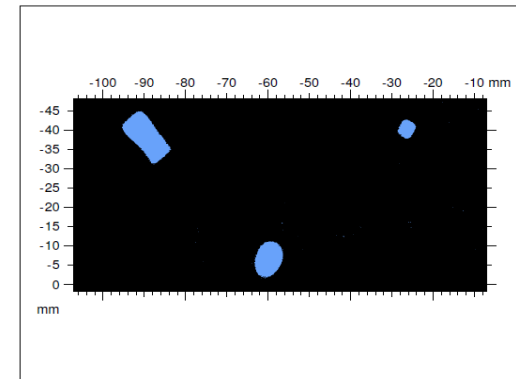
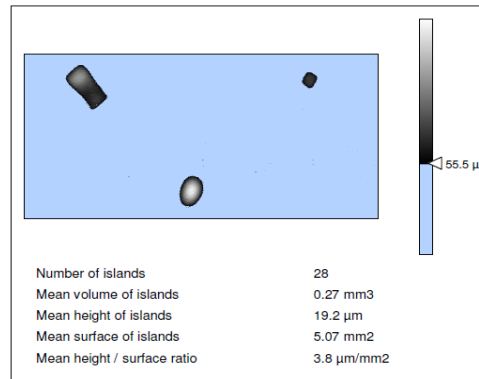
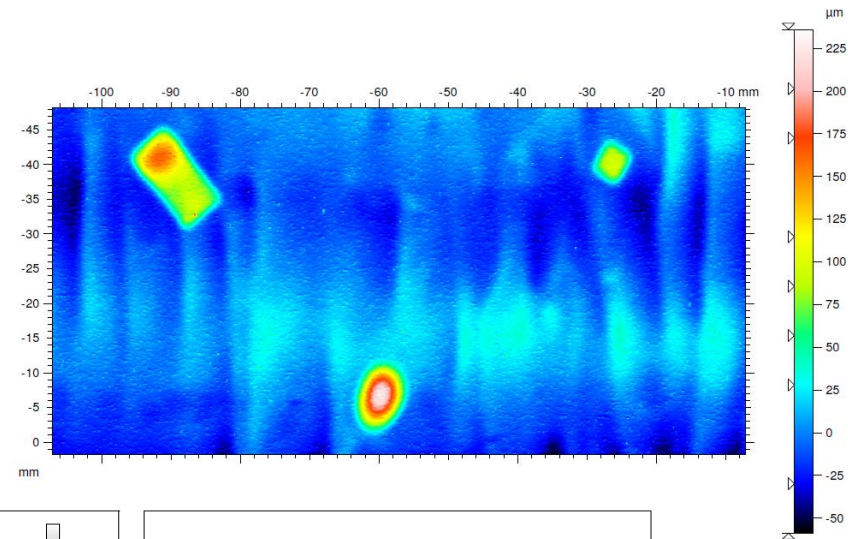
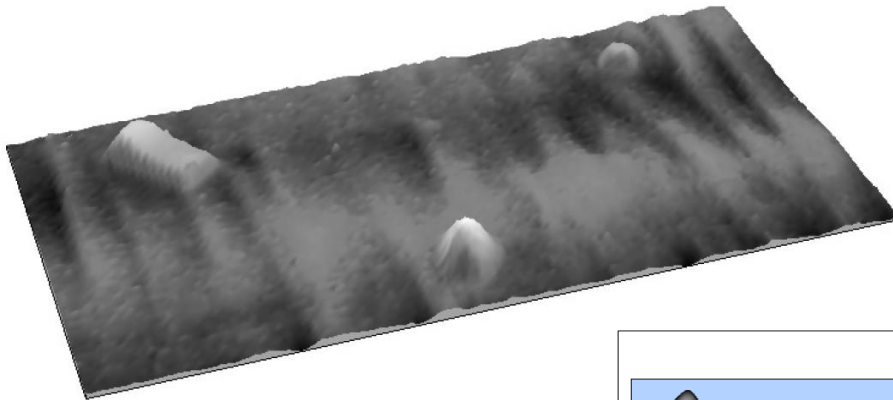
- Nedostatečné rozlišení obrazu, limitované snímání pod přítlakem



Použití 1D snímače s definovaným pojezdem

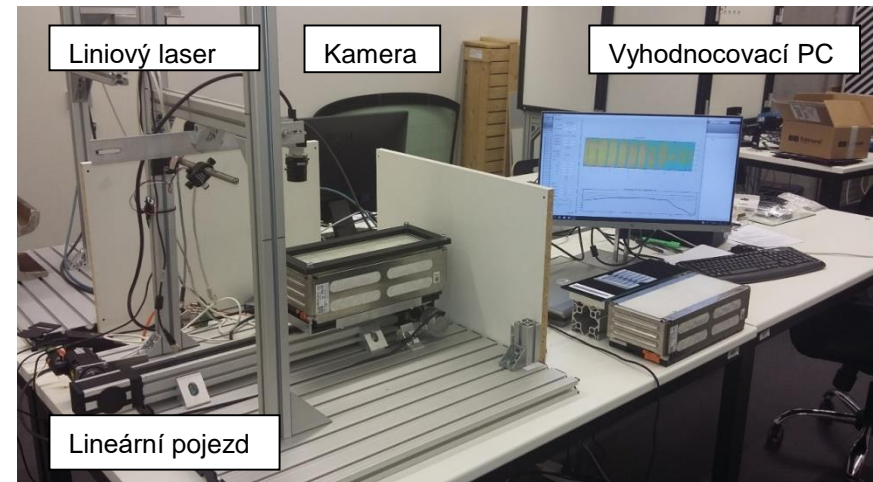
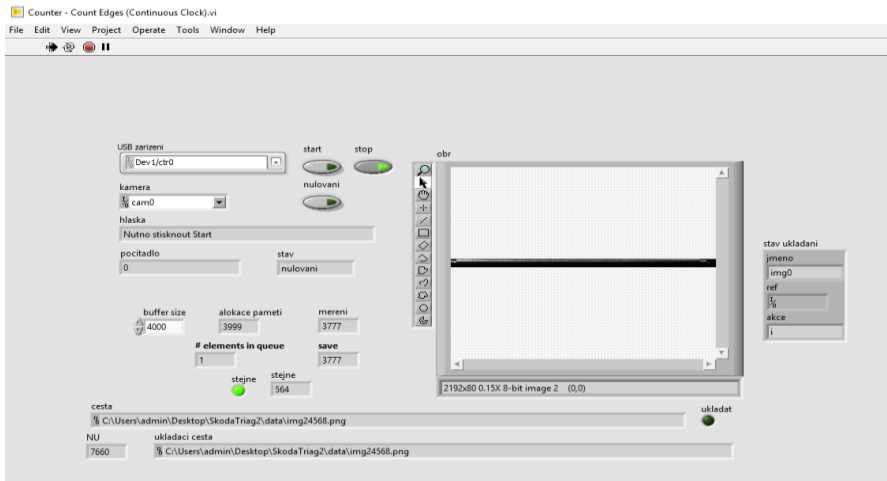
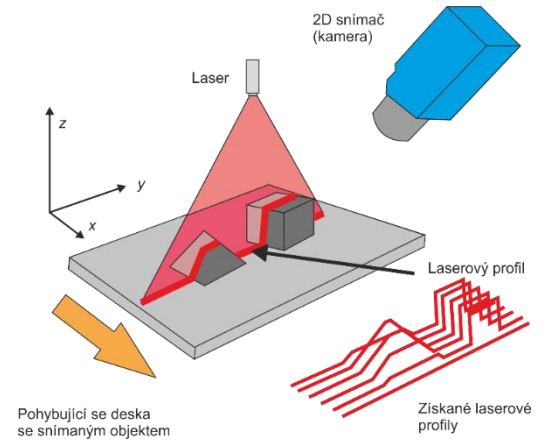
Triangulační snímač vzdálenosti, konfokální snímač

- + Velice přesné měření v μm
- Čas potřebný k naskenování povrchu



2D triangulační metoda

Červený laser 660 nm
Lasery jiných vlnových délek
Folie volně
Folie pod simulovaným přitlakem



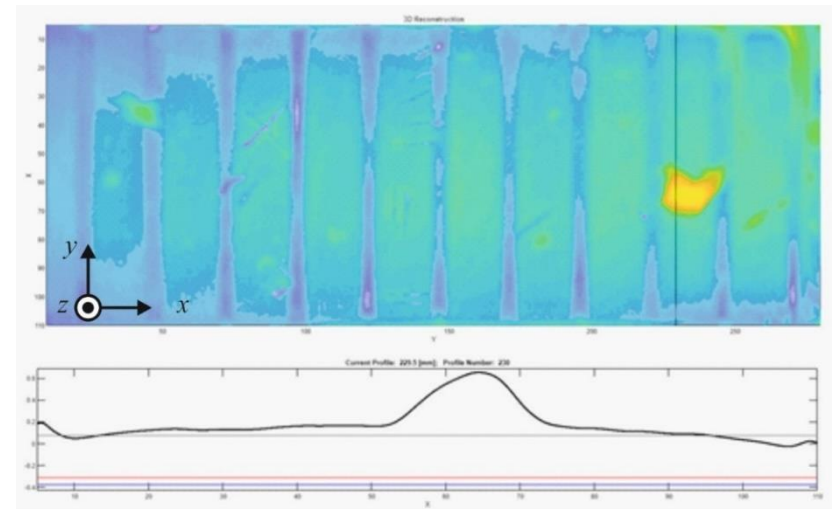
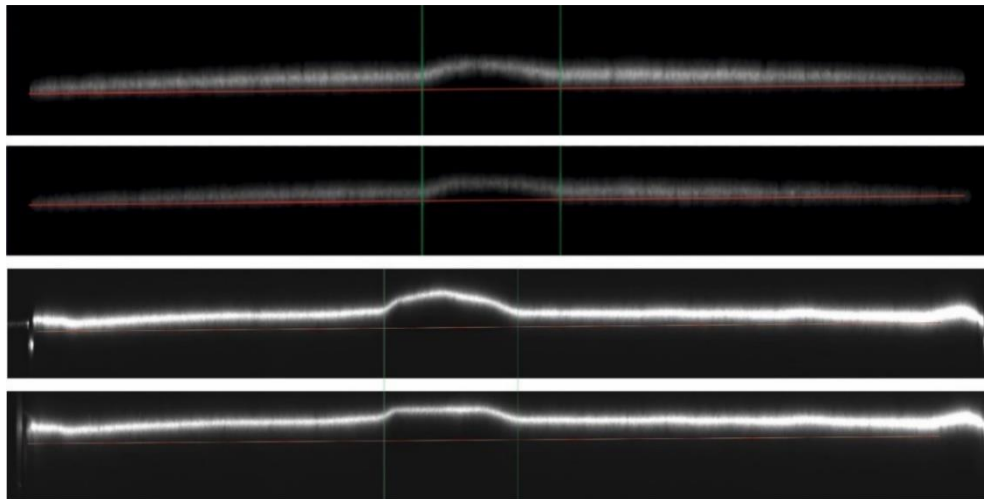
2D triangulační metoda

Červený laser 660 nm + filtrace

Fialový laser 405 nm

Folie volně

Folie pod simulovaným přitlakem

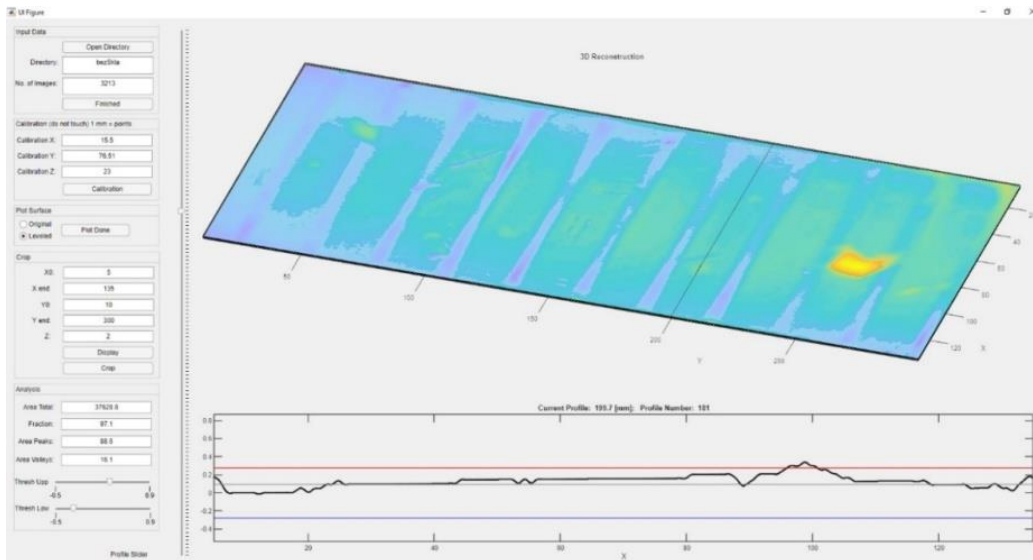
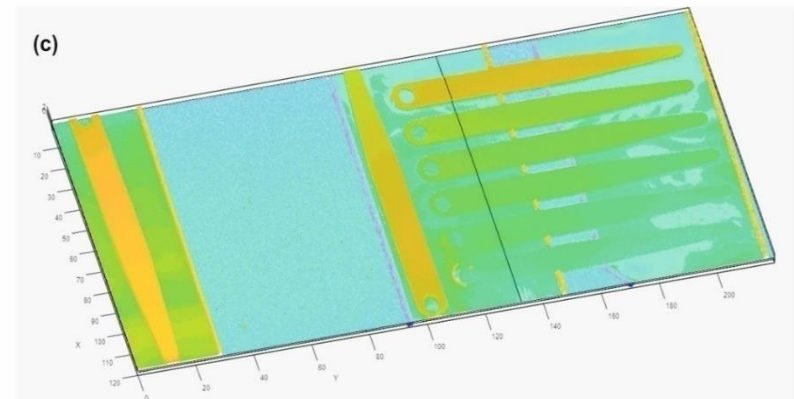
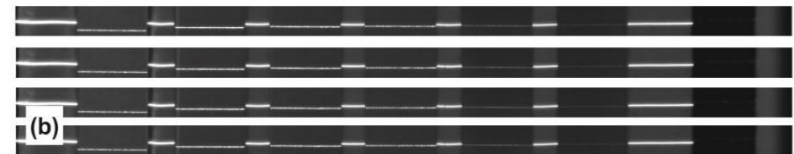
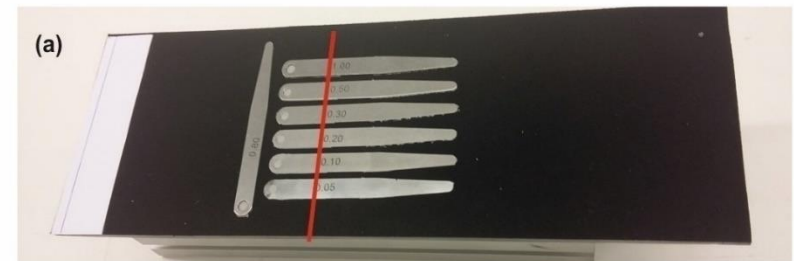


Kalibrace

Kvantifikace defektů

Přesné etalony známých rozměrů

Výpočet plochy bublin a škrábů



Závěr

Neexistuje univerzální spolehlivý, přesný a dostupný **system** pro snímání a získání 3D modelu objektů s lesklým, nebo obtížně detekovatelným povrchem.

Nelze aplikovat univerzální postupy na celou škálu obtížně detekovatelných povrchů sledovaných objektů

Možné **využití nestandardních vlnových délek** laserových zdrojů ke snímání transparentních a průsvitných povrchů.



Děkuji za pozornost

