



Moderní metody rozpoznávání a zpracování obrazových informací '15

Hodnocení transparentních materiálů pomocí vizualizační techniky

Vlastimil Hotař, Ondřej Matúšek

Katedra sklářských strojů a robotiky

Fakulta strojní

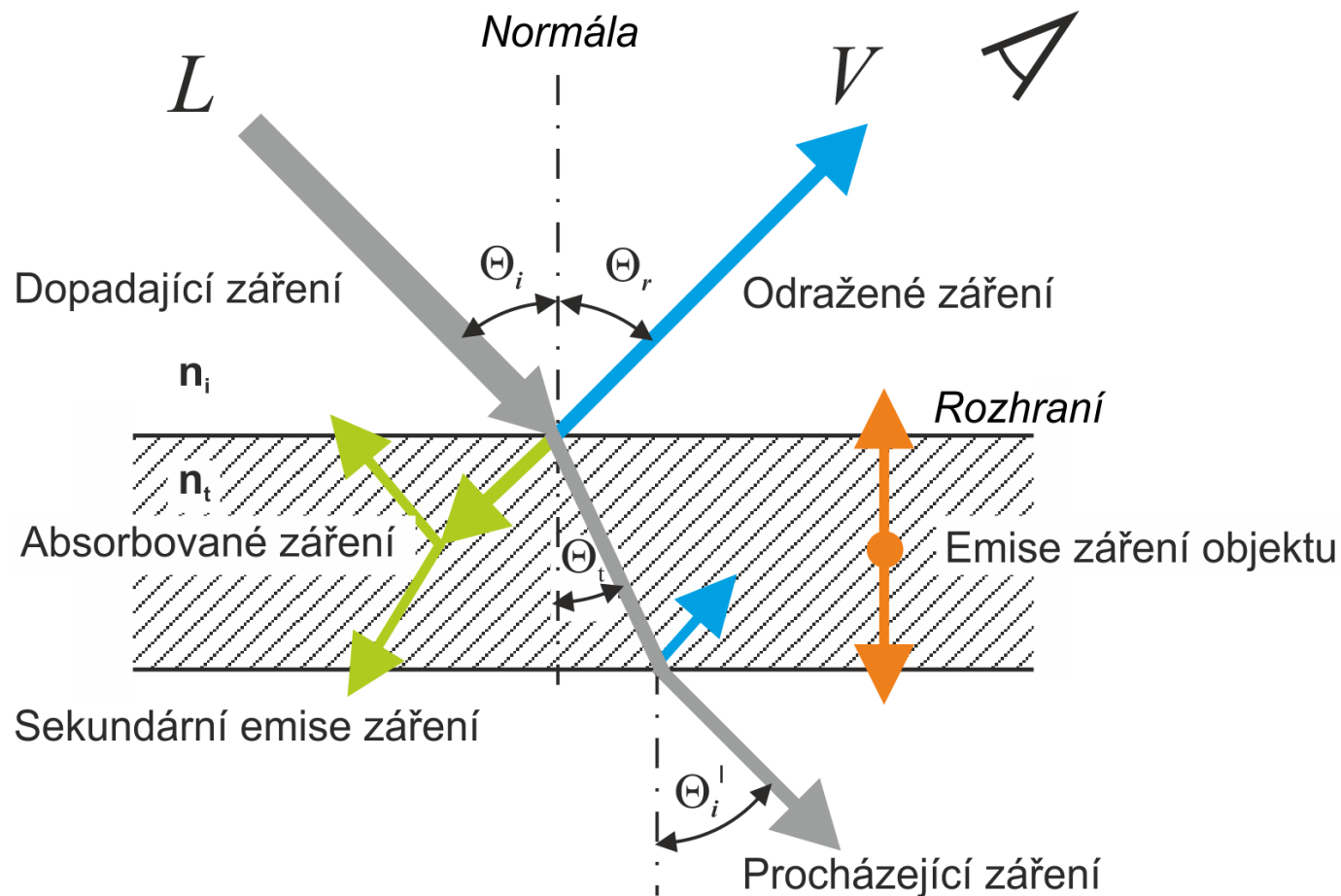
Oddělení mechatronických soustav

Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace





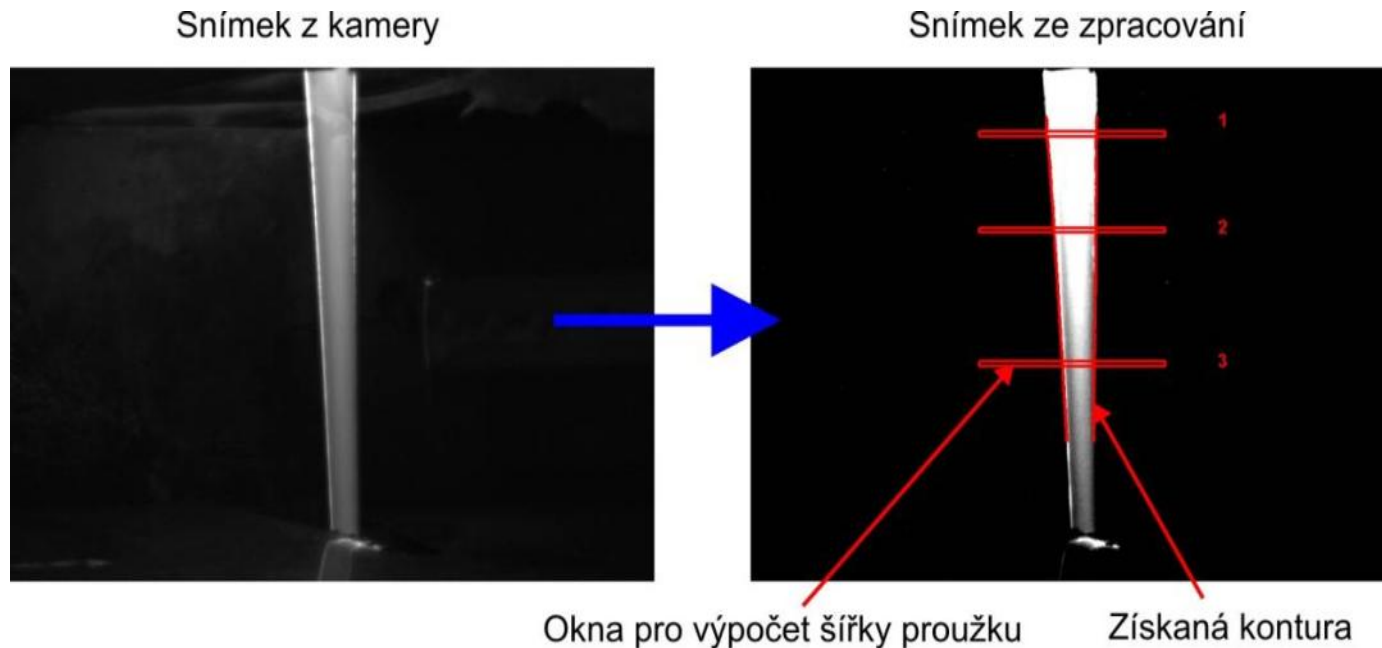
Snímání skla a skloviny





Snímání skloviny

V případě **skloviny** dochází u vyšších teplot k radiaci ve viditelném spektru elektromagnetického záření, tedy sklovina „svítí“.



Zpracování obrazu z kamery





Snímání skloviny

Hlavním problémy:

- **Zvýšená teplota** = kamera musí být **dostatečně stíněna** od tepelného záření, **opatřena filtry**, často **aktivně chlazená**. V praxi je zajištění chlazení hlavním problémem a také často nejdražší částí zařízení.
- **Vibrace** přenášené z výrobního zařízení na kameru a hardware pro zpracování obrazu.





Snímání skla

Problémy:

- **Nerozptýlený (zrcadlový) odraz** viditelného elektromagnetického záření od povrchu – platí pro většinu výrobků ze skla .
- **Transparence**, kdy viditelné elektromagnetické záření sklem prochází – v případě čirého bezbarvého skla anebo jen málo barveného skla.

Pro detekci objektů ze skla je nutné využít buď **absorpce skla**, nebo **jeho odrazivosti**.





Snímání skla

Absorpce – nejčastěji používána v praxi pro detekci objektů ze skla.

Například:

Přířezy z plochého skla pro výrobu zasklení aut.

Je využíváno **bílého pásu, osvětlovačů s rozptýleným, difuzním světlem** umístěné nad pásem pod úhlem (aby se samy neodrážely od povrchu objektu).

Objektem položeným na pás **prochází světlo sklem dvakrát** (po průchodu objektem dopadá světlo na pás, od kterého se odráží, znovu prochází objektem a směřuje do objektivu kamery).

Snadnější snímání mají skla se zvýšenou absorpcí, která se pro zasklení automobilů používají.





Snímání skla

Průchod světla sklem je využíván také pro **stanovení distorze** (geometrického zkreslení) uvnitř skla.

V tomto případě je používáno osvětlovače s relativně přesnými geometrickými tvary, nejčastěji se jedná o černé pruhy dané šířky, pod určitým úhlem a s danou roztečí (tzv. zebredeska).





Snímání skla

Další možnosti:

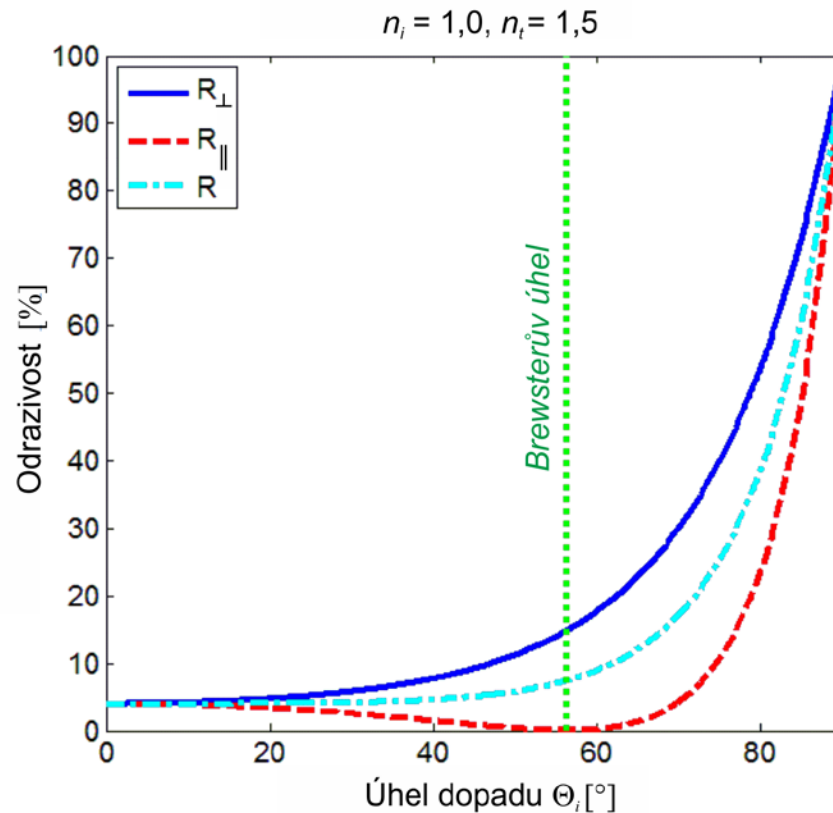
- využitím odrazu na optickém rozhraní,
- použitím ultrafialových kamer,
- použitím infračervených kamer,
- použitím konfokálních snímačů.





Využití odrazu světla od povrchu skla

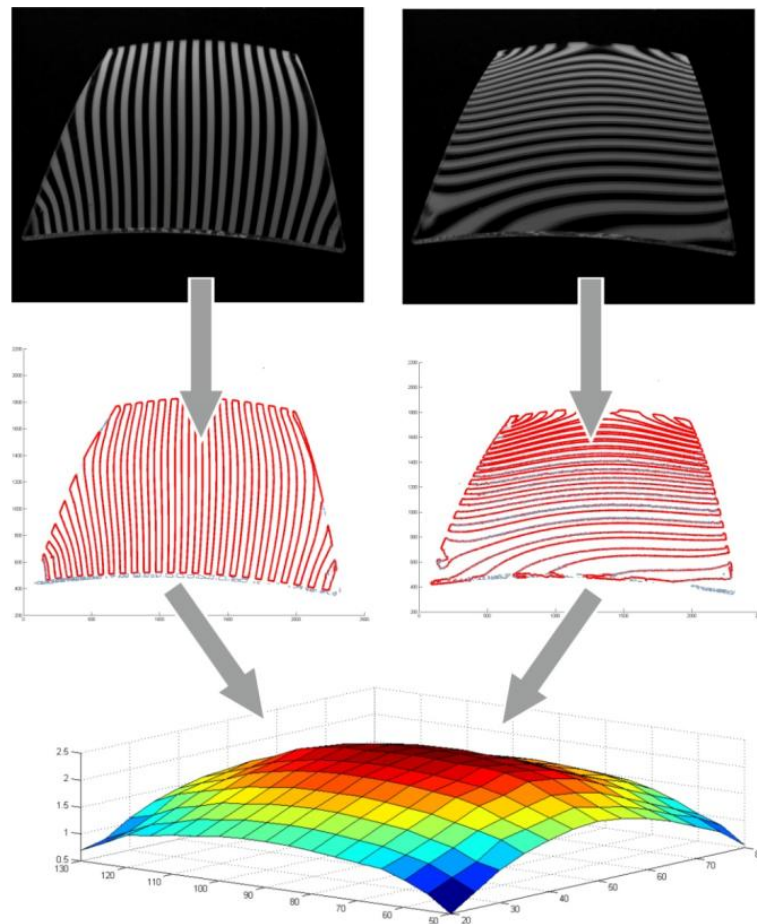
Odraz je závislý na úhlu dopadu světla a jeho polarizaci.





Využití odrazu světla od povrchu skla

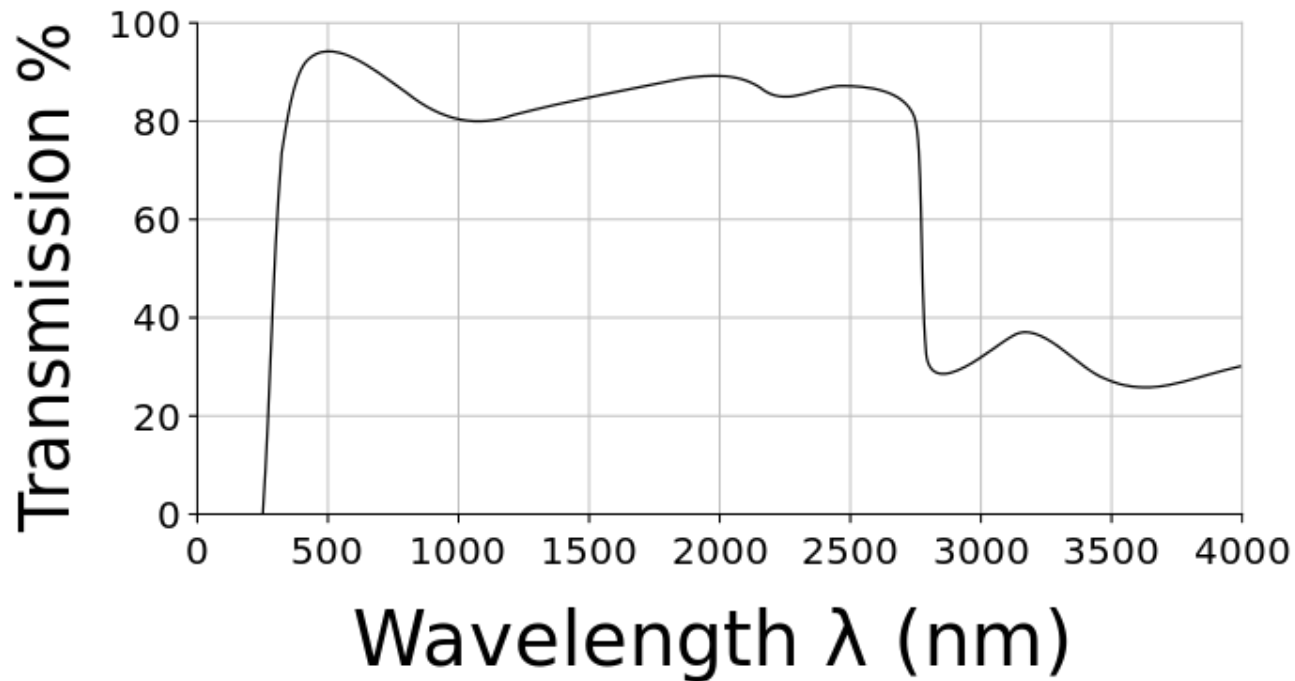
Získání 3D modelu z promítání
geometrických tvarů a jejich odrazu
pod úhlem = shape from texture





Použití jiných vlnových délek

Soda-lime glass (2 mm) Typical transmission spectrum





Použití jiných vlnových délek

Rozsah transparence ve vlnových délkách je dán složením skla.

U běžného okenního čirého bezbarvého skla bez povrchových úprav jsou sklem úplně pohlcovány vlnové délky zhruba pod 300 až 280 nm.

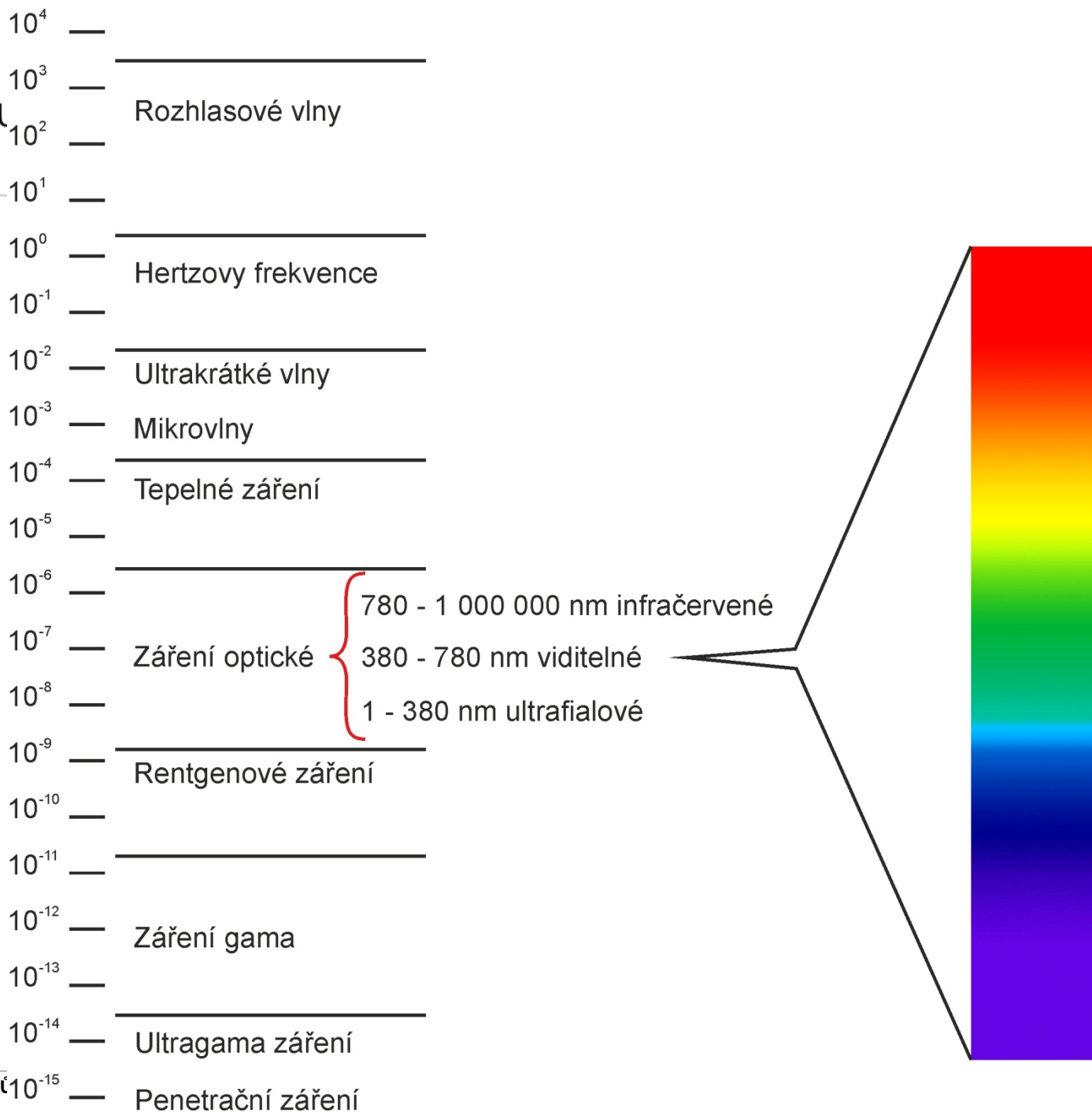
V případě delších vlnových délek, než je viditelné spektrum, je sklo transparentní prakticky v celé oblasti blízkého infračerveného záření (NIR), krátkých vlnových délek infračerveného záření (SWIR, 1400 až 3000 nm) až do vlnových délek 4000 až 5000 nm, které spadají do středních vlnových délek infračerveného záření (MWIR, 3000 až 8000 nm).

Teoreticky využitelné jsou tedy kamery, které umožní zaznamenat elektromagnetické záření nižší než je 280 nm anebo vyšší než je zhruba 4500 nm.





Použití jiných vlnových délek





Použití UV kamer

Vizualizaci procesů, které se projevují v UV části spektra tj. v oblasti vlnových délek 240 nm až 280 nm.

Využití ultrafialového záření typu C, které na zemský povrch prakticky nedopadá je problematické.

Toto záření je zhoubné pro živé organizmy a pro využití tohoto záření pro detekci by bylo nutné provést mnoho opatření, které by cenu konečného zařízení velmi zvýšily.

Kamery, které umožňují zaznamenat UV záření již od vlnových délek 190 nm, jsou na trhu dostupné (např. kamery se senzorem Sony ICX407BLA).

Jedná se o vcelku drahé řešení a to i s ohledem na požadavek speciální optiky, která nemůže být z běžného optického skla.





Použití UV kamer

Co je třeba řešit (zkoumat):

Vytvoření 3D modelu na základě snímků z UV kamery.

Stanovení reálné přesnosti měření.

Stanovení okrajových podmínek použití UV kamery.





Použití IR kamer

Teoreticky využitelné jsou tedy kamery, které umožní zaznamenat elektromagnetické záření vyšší než je zhruba 4500 nm.

Další možností je snímání výrobků ze skla při zvýšené teplotě, kdy dochází již k emisi záření v NIR oblasti.

V případě středních vlnových délek infračerveného záření lze použít vhodných termovizních kamer.

Problém je cena kamery a její relativně nízké rozlišení v poměru k ceně (např. FLIR X8400 sc 1280 x 1024 pixelů).





Použití IR kamer

Co je třeba řešit (zkoumat):

Stanovit teoretické předpoklady a ty ověřit pro snímání skla při zvýšené teplotě (specifikovat rozsah NIR kamer a závislost emise IR záření na teplotě skla pro běžná složení). Využít pokud možno stávajících kamer na pracovišti.

Stanovit teoretické předpoklady pro snímání tvaru pomocí tzv. termokamer (vlnové délky MWIR), teoretické předpoklady ověřit a využít přitom kamery FLIR, která je na pracovišti.

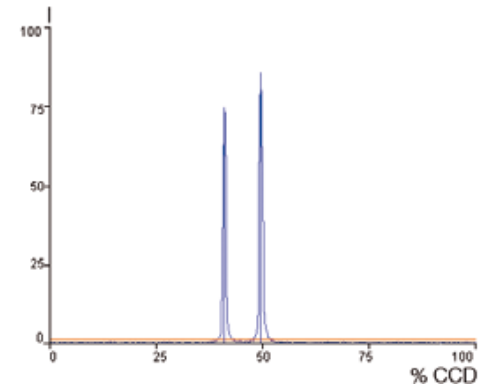
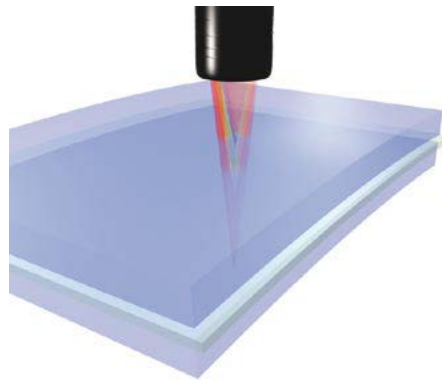
Stanovení okrajových podmínek použití IR kamer.





Použití konfokálních snímačů

- Zaměření polychromatického bílého světla.
- Světlo rozptýleno do složek soustavou čoček.
- Každá odchylnka má svou vlnovou délku.
- Vhodné i pro transparentní a zrcadlové povrchy.





Použití konfokálních snímačů

V praxi jsou omezení:

- především malý rozsah měřených vzdáleností,
- přesné měření musí být provedeno kolmo na měřený objekt (jen s relativně malou odchylkou),
- vysoká cena zařízení,
- limitovaná vzdálenost mezi snímačem a cílem,
- čisté prostředí pro průchod paprsku.





Použití konfokálních snímačů

Co je třeba řešit (zkoumat):

- Možnosti přesného polohování konfokálních snímačů:
 - pro odměření rozměrů objektů mimo rozsah měření sondy,
 - pro odměření rozměrů objektů v jiných bodech/liniích.
- Propojení odměřování pohybu objektu s informacemi o odměřování konfokálními snímači.
- Stanovení okrajových podmínek použití konfokálních snímačů pro odměřování skleněných výrobků (parazitní osvětlení, úhel náklonu měřené plochy objektu, skutečná přesnost měření, ...).



Příklady vybavení laboratoří

Konfokální snímače

Precitec CHRcodile S

Vybavení:

- 3x řídicí jednotka;
- 3x měřicí sonda v rozsahu 25 mm;
- 1x měřicí sonda v rozsahu 15 mm;
- 1x měřicí sonda v rozsahu 8 mm.

Hlavní oblast využití:

- K přesnému měření vzdálenosti různých druhů povrchů s rozdílnými odraznými vlastnostmi, vč. transparentních materiálů, přičemž je možné měřit až 3 jednotkami současně;
- K jednostrannému přesnému měření tloušťky transparentních materiálů (sklo, ...).



EVROPSKÁ UNIE

EVROPSKÝ FOND
PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OP Výzkum a vývoj
pro inovace



centrum
PRO NANOMATERIÁLY,
POKROČILÉ TECHNOLOGIE
A INOVACE





Jak získat 3D model výrobku ze skla?

Shape from X:

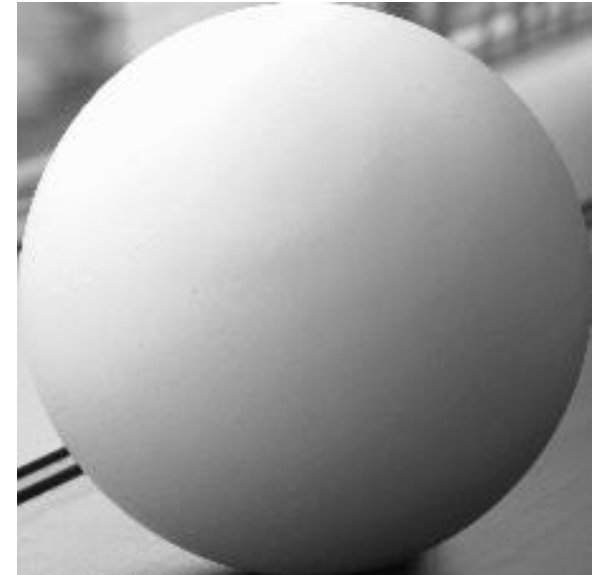
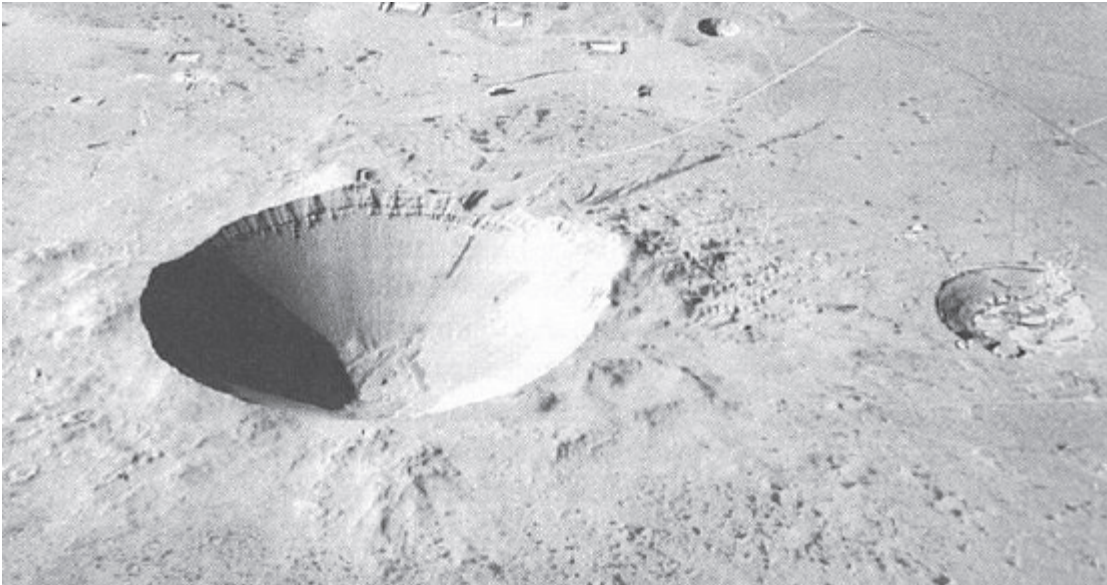
- Shading (one image)
- Texture (one image)
- Stereo Vision (two and more images)
- Photometric Stereo (two and more images)
- Motion (two and more images)
- Contours (two and more images)
- *Focus (two and more images)*
- *Zooming (two and more images)*
- Combination (two and more images)

3D scanners (time-of-flight, triangulation).



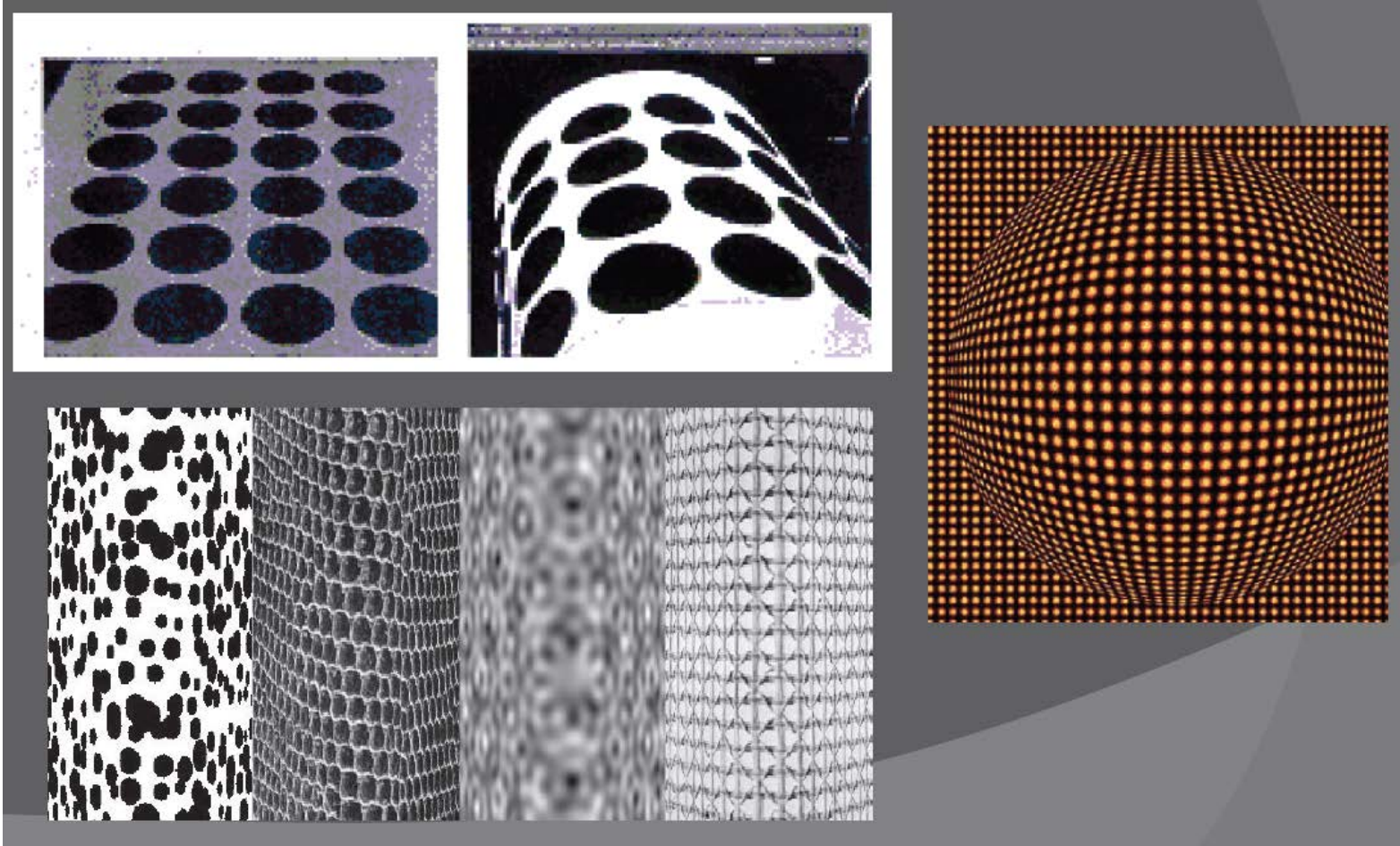


Shape from Shading





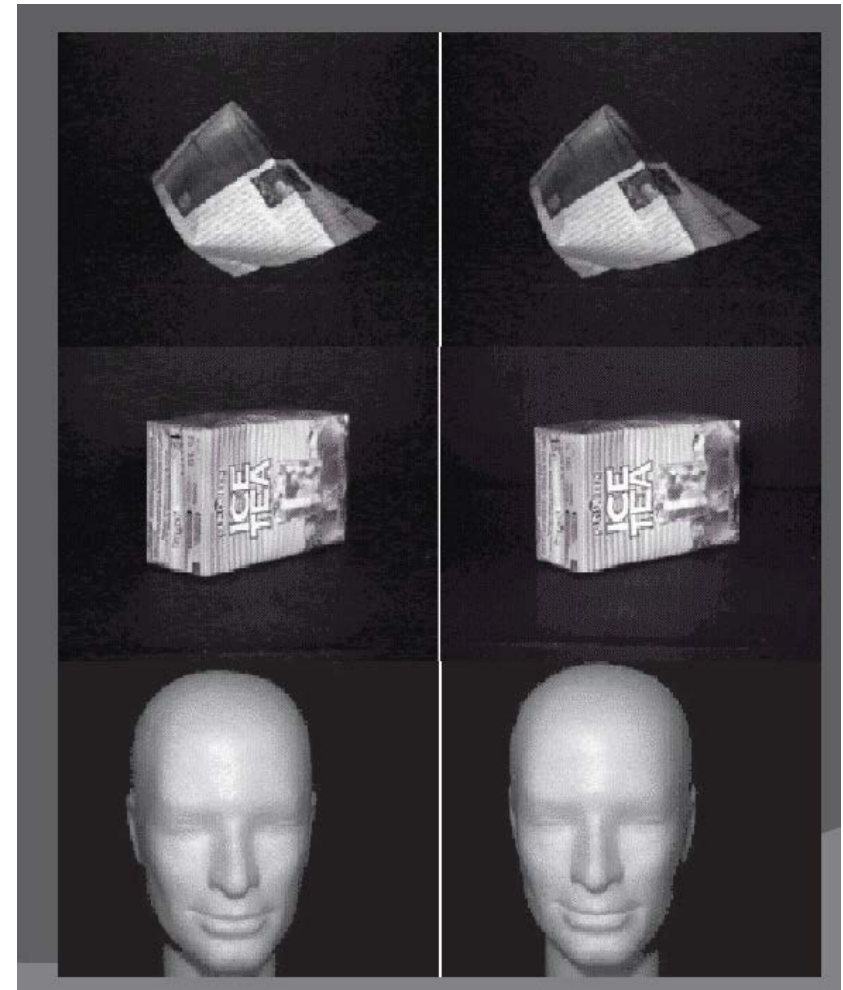
Shape from **Texture**





Shape from Stereo Vision

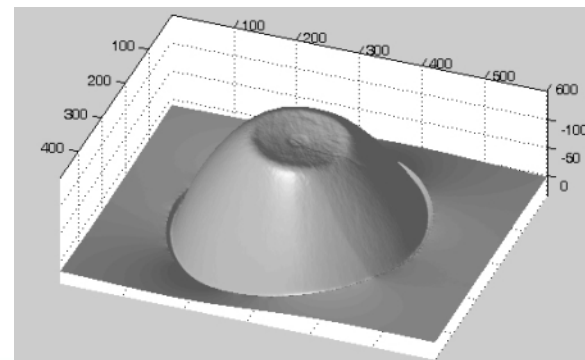
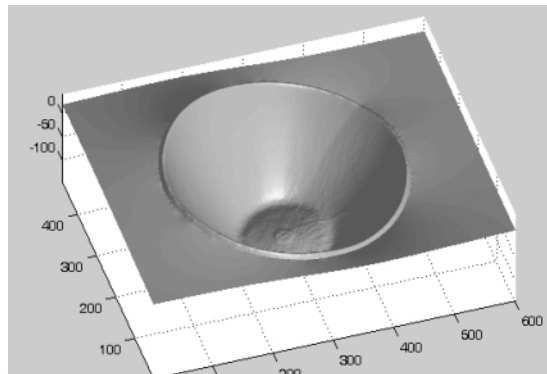
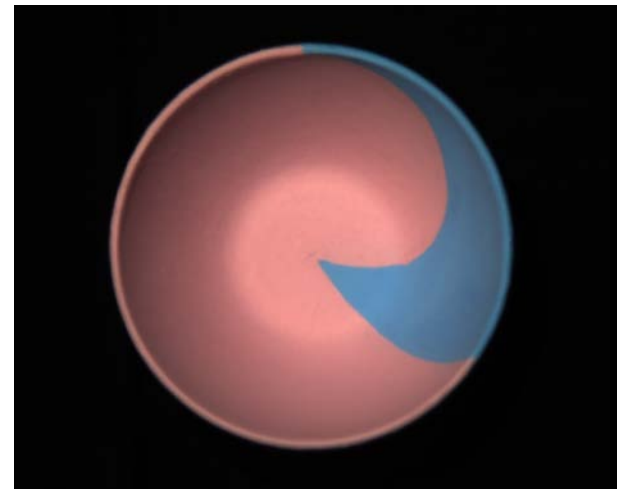
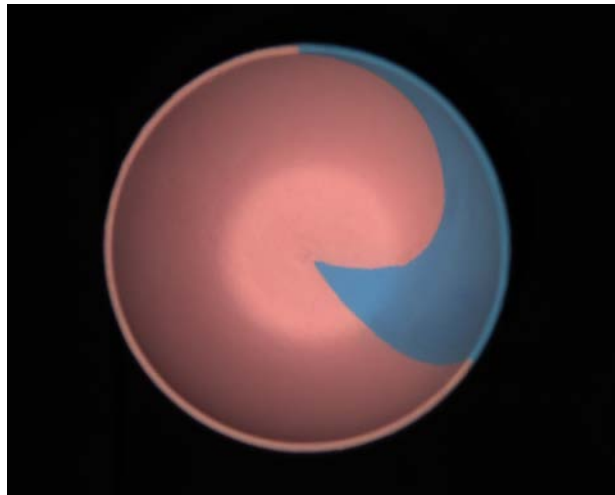
- to reproduce human stereo vision
- 3D television





Shape from Photometric Stereo

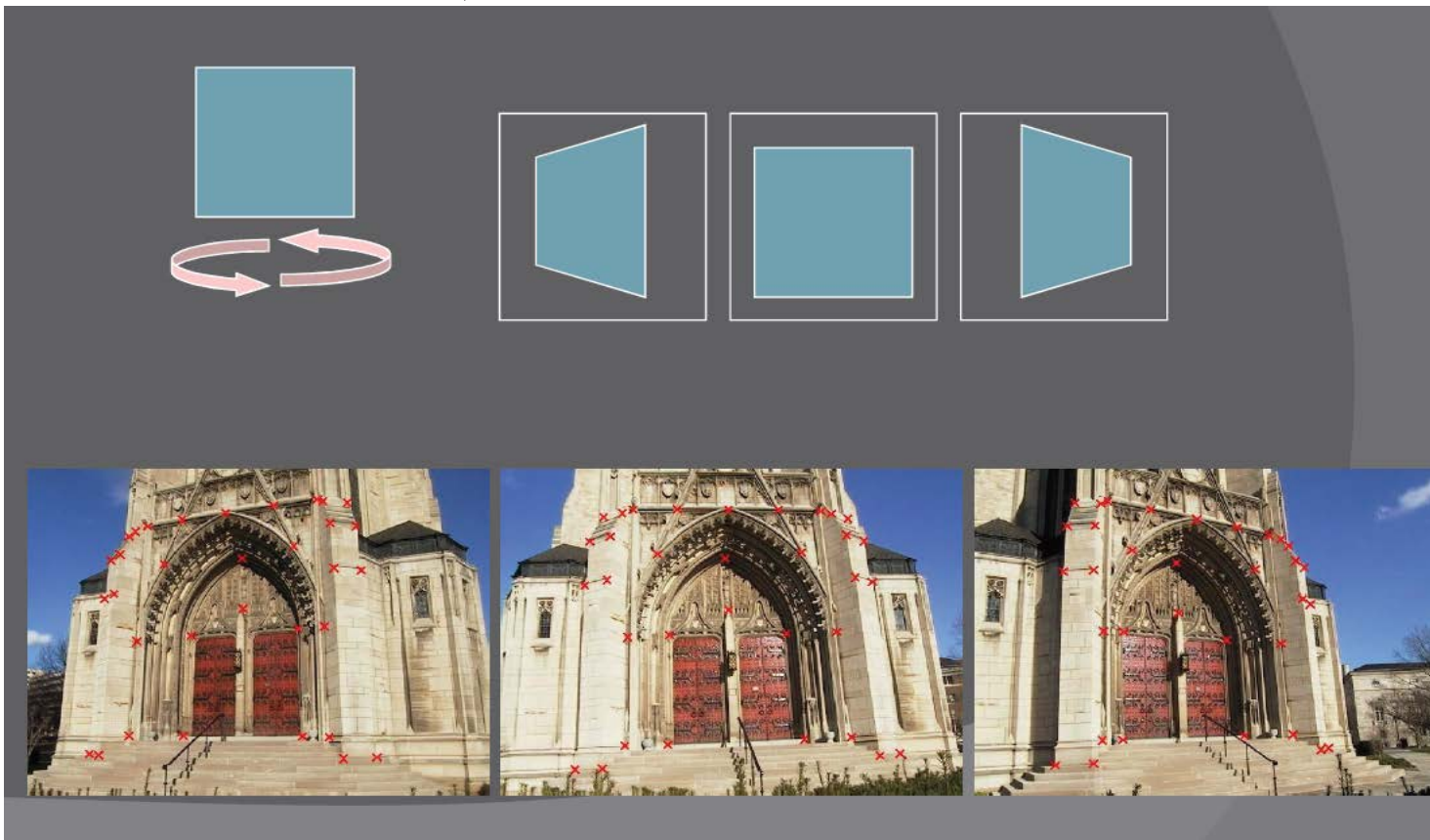
– a fixed camera and multiple light sources





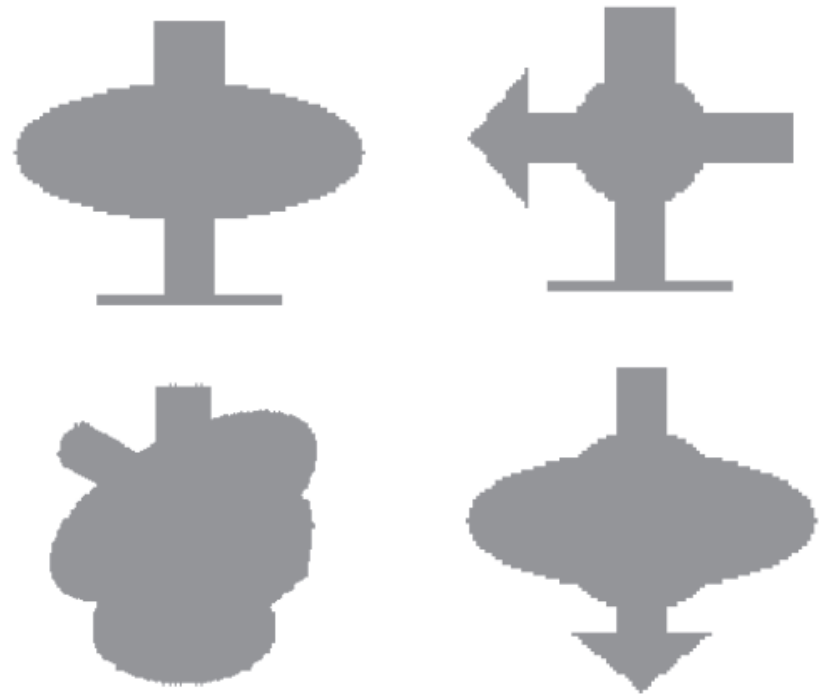
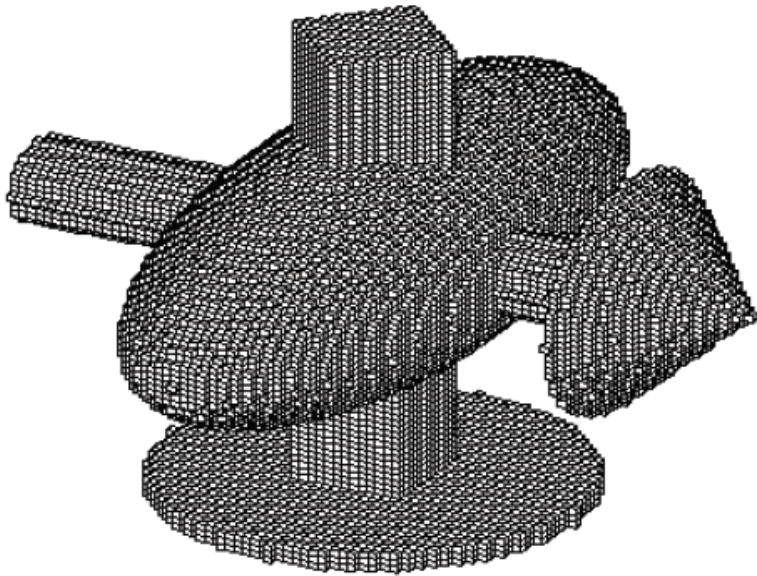
Shape from Motion

- vision with many cameras under fixed lighting





Shape from contours





Děkuji za pozornost

