



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Úvod do 3D skenování



- Tato kapitola se věnuje základnímu vymezení pojmů používaných v oblasti 3D skenování
- Jsou zde vysvětleny principy optického 3D skenování.
- Dále jsou zde popsány základní principy fungování 3D skenerů a jejich omezení možnosti využití.

3D skenery a skenovací systémy

3D skenery

- Zařízení, která jsou schopná po zadání parametrů skenování automaticky určit prostorové souřadnice bodů objektu.
- Je součástí tzv. skenovacího systému, který se dále skládá z řídicí jednotky, programu pro řízení skenování, programu pro zpracování již měřením získaných dat a dalšího příslušenství, jako je například externí baterie, kabely či stativ.

3D skenery a skenovací systémy

- 3D skener je tedy zařízení schopné zachytit tvar, texturu a případně barvu daného fyzického předmětu.
- Obvykle jsou snímány body na povrchu objektu, pomocí kterých je objekt v počítačovém programu zobrazen jako shluk bodů – můžeme jej označit jako mračno bodů.
- Mračno bodů lze převést na tzv. geometrický, trojrozměrný model pomocí polygonů (většinou se jedná o polygonální síť tvořenou trojúhelníky).

3D skenery a skenovací systémy

- Mračno bodů i polygonální síť lze vidět na obrázku.



Obrázek 1: Mračno bodů a polygonální síť tvořená trojúhelníky

Zdroj: <https://www.ems-usa.com/tech-papers/3D%20Scanning%20Technologies%20.pdf>

3D skenery a skenovací systémy

- Získaná data lze sloučit do kompletního modelu automaticky již během samotného skenování nebo až v dalším kroku při jejich dalším zpracování.
- Během následné editace jsou taktéž provedeny úpravy jako například vyčištění dat od nežádoucích bodů z mračna bodů, vyplnění děr, oprava chyb, vyhlazení povrchu apod.

3D skenery a skenovací systémy

- Na trhu se již nachází velké množství zařízení, která umožňují převod trojrozměrných objektů do digitální podoby.
- Při jejich výběru je nutné zohlednit některá kritéria, protože každý skener je více či méně vhodný k danému účelu.
- Mezi posuzovaná hlediska patří například následující: rozměry objektu, požadovaná přesnost, materiál a textura objektu, okolní podmínky, požadovaný výstup dat.

3D skenery a skenovací systémy

Obtížně se skenují:

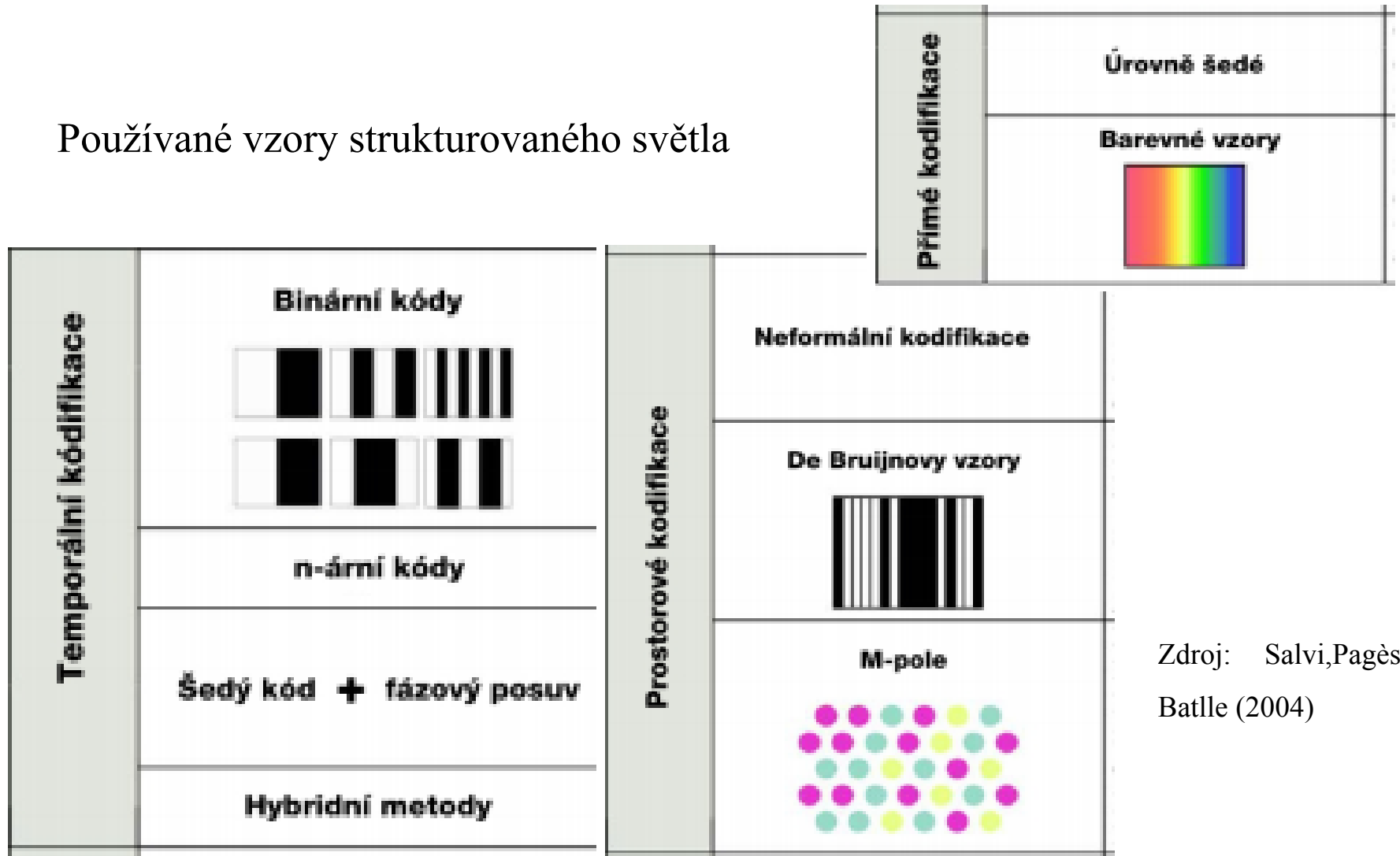
- **Opticky obtížné materiály** (průhledné, lesklé) – vyřešit lze speciálním matujícím sprejem (např. křídovým) nebo polepením speciální páskou.
- **Předměty, které jsou umístěny velmi blízko sebe nebo se překrývají.**
- **Jemné tenké prvky** – např. chlupy, vlasy či peří.
- **Hluboké a nesnadno přístupné díry** – vnitřní povrch lze domodelovat v počítači.
- **Pohybující se objekty** – ty je možné skenovat pouze ve skenovacím studiu s mnoha pevně umístěnými senzory, které sejmou daný objekt synchronizovaně v jeden okamžik.
- **Nechtěně se pohybující objekty v okolí** - vegetace, lidé, auta a apod.

Optické skenery

- Zařízení, které využívá k měření trojrozměrného objektu promítaný strukturovaný světelný vzor (structured light).
- Promítání úzkého paprsku světla na trojrozměrný povrch vytváří světelný pruh, který se oproti projekci jeví jako zkreslený vlivem zakřivení povrchu a může být použit pro přesnou geometrickou rekonstrukci tvaru povrchu.

3D skenery a skenovací systémy

Používané vzory strukturovaného světla



Zdroj: Salvi, Pagès, Batlle (2004)

3D skenery a skenovací systémy

- V počítači je porovnán snímaný vzor se vzorem promítaným.
- S využitím vhodného algoritmu jsou tyto informace převedeny na prostorové mračno bodů, ze kterého lze dalšími úpravami vytvořit finální 3D model.

3D skenery a skenovací systémy

- Metodou strukturovaného světla lze měřit tvar objektu v jednom okamžiku pouze z jedné perspektivy.
- Celkový 3D model je tedy kombinací různých měření provedených z různých úhlů.
- Vytvoření finálního modelu lze dosáhnout připevněním tzv. značkovacích (vlíčovacích) bodů na objekt a následnou kombinací jednotlivých měření pomocí spojení těchto bodů.

3D skenery a skenovací systémy

Umístění značkovacích bodů a světelný vzor skládající se ze světelných pruhů je patrný z obrázku.



Obrázek 3: Objekt se značkovacími body a promítaným světelným vzorem

Zdroj: Samadi (2013)

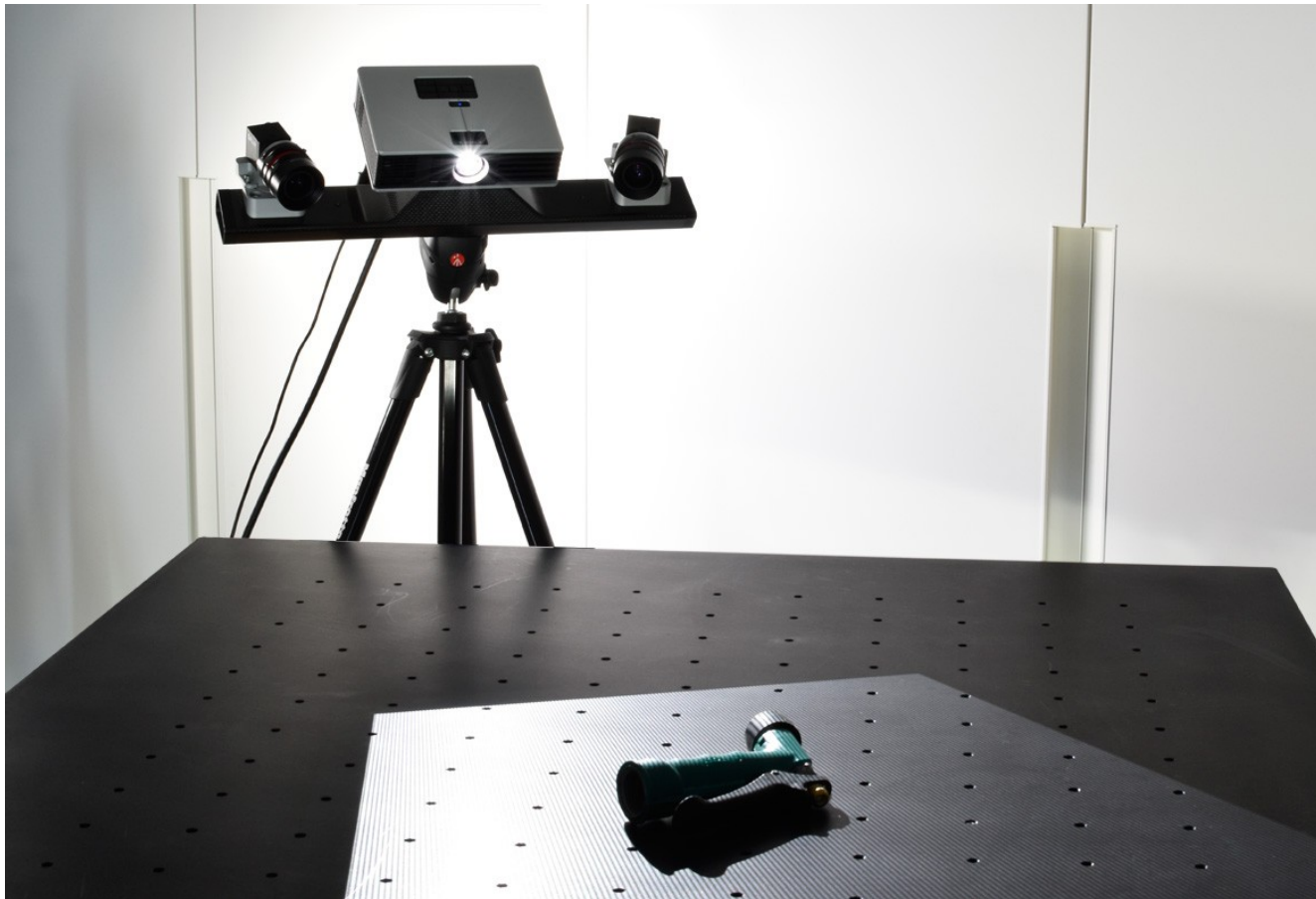
3D skenery a skenovací systémy

Skener se skládá ze tří částí (jednotek):

- **projekční jednotka** – videoprojektor, který promítá na objekt světelný vzor (nejčastěji se jedná o světelné pruhy)
- **vizuální jednotka** – alespoň jedna kamera, která slouží ke snímání zdeformovaného světelného vzoru, který je promítán na skenovaný objekt (příklad skeneru se dvěma kamerami je na svou následujících obrázcích)
- **jednotka pro zpracování a analýzu** – slouží ke zpracování a analýze snímaných dat

3D skenery a skenovací systémy

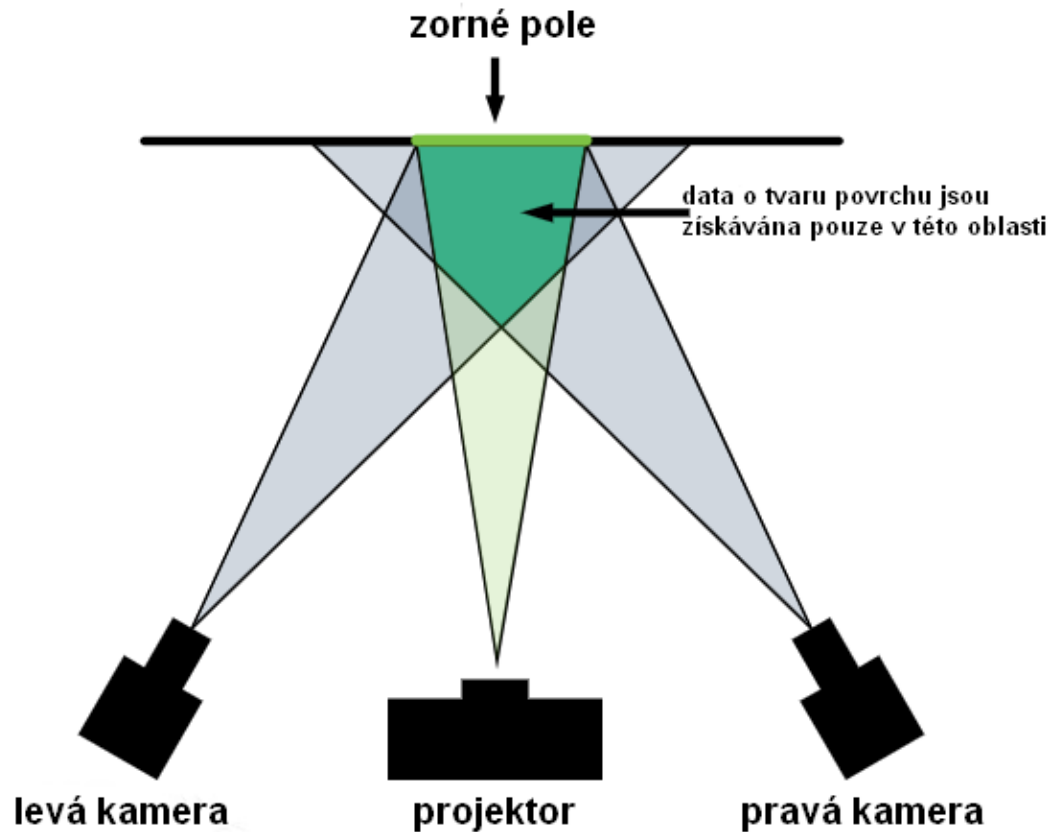
Stacionární světelný skener s dvěma kamerami



Zdroj: <https://www.polyga.com/3d-scanning-101/>

3D skenery a skenovací systémy

Stacionární světelný skener s dvěma kamerami – princip získávání dat



Zdroj: <https://www.polyga.com/3d-scanning-101/>

3D skenery a skenovací systémy

Výhody optických skenerů

- + je kompaktní, skládá se pouze ze 3 částí
- + obvykle malé ruční zařízení
- + bezkontaktnost
- + vysoké rozlišení
- + rychlost
- + cenová dostupnost
- + využití v mnoha odvětvích (zábavní průmysl, medicína, strojírenství...)
- + bezpečnost při pohledu do světla oproti laserovým

3D skenery a skenovací systémy

Nevýhody optických skenerů

- Vhodné jen pro skenování menších objektů (cca 1cm – 3m)
- Nejsou vhodné pro skenování všech materiálů
- Nutnost pořízení specializovaného softwaru ke zpracování dat

3D skenery a skenovací systémy

Požadavky a omezení

- **Skenovaný objekt musí být zajištěn proti pohybu a dostupný ze všech stran**
 - Lze zajistit zavěšením nebo zajištěním lany proti rotaci
 - Zachytit lze i hýbající se tělesa (např. člověka, kde dochází k mírnému pohybu), musíme ovšem počítat se vznikem nepřesností a snížení kvality digitalizovaného modelu.

3D skenery a skenovací systémy

- **Obtížně se skenují objekty z průhledného či lesklého materiálu**
 - Paprsky světla emitované projektorem se na těchto površích mohou odrazit pod úhlem nevhodným pro zachycující zařízení nebo dokonce projít skrze povrch.
 - Základní podmínkou je, aby objekt měl dostatečnou difúzní odrazivost, jinak dochází k výraznému ovlivnění a zkreslení naměřených dat → pozice naměřených bodů se liší od souřadnic skutečných bodů.
 - Lze vyřešit alespoň částečně nanesením například křídového matujícího spreje.

3D skenery a skenovací systémy

- **Pokud je to možné, je nejvhodnější skenovat objekt v neosvětlené místnosti.**
 - Naopak nevhodné je skenování na přímém slunečním světle (brání správnému odrazu strukturovaného světla a tím pak dochází k chybám v měření či vzniku děr)
 - Pokud nelze skenovat v interiéru, je nejlepší objekt po dobu skenování zastínit.
 - Problém způsobuje i mokrý povrch.

Kontrolní otázky

1. Co chápete pod pojmem 3D skener?
2. Definujte pojem strukturovaný paprsek světla.
3. Popište, co rozumíte pod pojmem vlíčovací bod a k čemu slouží?
4. Jaké povrchy jde obtížně skenovat?
5. Z jakých jednotek se skládá skener?



Děkuji za pozornost

Realizováno v rámci projektu:

Kurzy pro společnost 4.0, s registračním číslem: CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_031/0011591,
ve výzvě č. 02_16_031 Celoživotní vzdělávání na vysokých školách v prioritní ose 2 OP,
Operačního programu Výzkum, vývoj a vzdělávání.

Realizace projektu je spolufinancována z prostředků ESF a státního rozpočtu ČR.

dedic@mail.vstecb.cz

www.VSTEcb.cz

Zdroje obrázky

Obrázek 1: Mračno bodů a polygonální síť tvořená trojúhelníky.....	4
Obrázek 2: Používané vzory strukturovaného světla	9
Obrázek 3: Objekt se značkovacími body a promítaným světelným vzorem	12
Obrázek 4: Stacionární světelný skener s dvěma kamerami.....	14
Obrázek 5: Světelný skener se dvěma kamerami – princip získávání dat.....	15