# Použité metody a algorimy

## Registrace uživatelem zadaných bodů

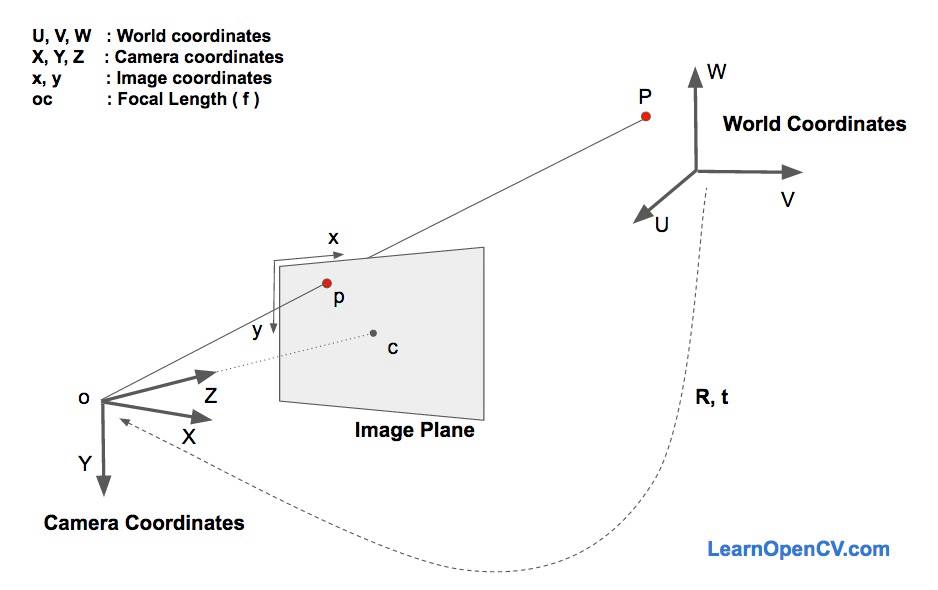
Dle kapitoly 3.1 uživatel bude vyzván, aby zadal 6 – 8 bodů. Algoritmus funguje tak načte obrázek, s kterým se bude pracovat. Inicializuje se RobustMatcher a jako počet registrovaných bodů se stanoví číslo 8. Při každém kliku se zaregistruje jeden bod. Body je třeba zadávat systematicky podle zrovna požadovaného bodu např. 0,0,0 bude nejdolnější bod.

## Odhad pozice

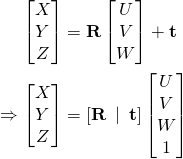
3D objekt má pouze dva pohyby vzhledem ke kameře.

Překlad: Pohyb fotoaparátu z jeho aktuálního umístění do nového umístění. Překlad má tři stupně a to X, Y, Z.

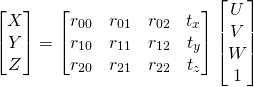
Otočení: Fotoaparát můžeme také otočit a to po ose X, Y, Z.

Takže odhad pózy z 3D objektu znamená najít 6 čísel – tři pro překlad a tři pro rotaci. Pro výpočet 3D póze budeme potřebovat 6-8 2D bodů a k ním umístění stejných 3D bodů a ohniskovou vzdálenost fotoaparátu, optický střed obrazu a radiální parametry zkreslení. Je potřeba kalibrovat fotoaparát. Ve

Klíčové jsou globální souřadnice (world coordinates), souřadnice obrázku (image coordinates) a souřadnice kamery (camera coordinates). 3D souřadnice jsou promítány do obrazové roviny s využitím přirozených parametrů kamery (ohnisková vzdálenost, optický střed). Na obrázku je vidět zobrazení *P* 3D bodu do *p* 2D bodu. Předpokládejme, že víme umístění (U, V, W) 3D bodu P v globálních souřadnicích s ohledem na souřadnice kamery, můžeme vypočítat umístění (X, Y, Z) bodu P ve fotoaparátu souřadnicového systému s použitím následující rovnice.



V rozšířené formě vypadá následovně



## Levenberg-Marquardt optimalizace

Je jedním z nejčastěji používaných algoritmů využívaných k optimalizaci. Dosahuje totiž největší rychlosti nalezení výsledku. Nevýhodou je ovšem jeho složitá implementace.

## SURF

Jedná se o zrychlenou verzi SIFT algoritmu. Slouží k detekci a k popisu klíčových bodů.

## RANSAC

Jedná se o iterační metodu pro odhad parametrů matematického modelu ze sady pozorovaných dat, který obsahuje nekorespondující body, které nemají žádný vliv na hodnoty odhadů. Z toho to důvodu může být interpretován jako způsob detekce odlehlých hodnot. Jedná se o nedeterministický algoritmus ve smyslu, že produkuje přiměřený výsledek jen s určitou pravděpodobnosti. Se zvýšením počtu iterací se zvyšuje pravděpodobnost.

Data se skládají z „inliers“, tedy z dat, jejichž rozdělení lze vysvětil nějakým souborem parametrů modelu. „Outliers“ jsou data, které jsou mimo model a nemají žádný vliv na výsledek.

## Triangulace

Zajišťuje metoda triangulatePoints.

## Kalibrace kamery

Kalibrace je proces, při kterém se získají různé parametry kamery.

## Řídká 3D rekonstrukce

# Postup

## Kalibrace

Prvním krokem našeho výpočtu re-fotografického nástroje je kalibraci kamery a zjištění parametrů neznámého historického fotoaparátu. Provedeme 3D rekonstrukci scény na nichž byla historická fotka pořízena. Uživatel pořídí dva snímky, následně je provedena optimalizace parametrů neznámé fotoaparátu, aby se minimalizovala projekční chyba.

### 3.1 3D rekonstrukce

Uživatel začíná tím, že zachytí dva obrazy s širokou základní linie. Široký základ zlepšuje přesnost a stabilita 3D rekonstrukce. Předpokládáme, že současná kamera je kalibrována, a poté se provede SFM, což registruje dvě fotky a rekonstruuje 3D strukturu. Konkrétně, využíváme robustní algoritmus pro odhad pózy. Shodné body mezi těmito dvěma pohledy ve vzorkovací smyčce se vypočte pomocí RANSAC. Pak, vzhledem k projekci dvou kamer, můžeme rekonstruovat 3D souřadnic každého bodu pomocí triangulace. Tyto 3D body se pak promítá do druhého pohledu a zobrazí je uživateli podél referenčního snímku. Uživatel je vyzván ke kliknutí 6-8 bodů. Tyto body se používají k registraci referenční kamery v dalším kroku registrace

## 3.2 Referenční snímek

Dále se nás týká referenční snímek na rekonstruované scéně z prvních dvou fotografií pořízených uživatelem. K zjištění důležitých parametrů referenčního fotoaparátu je použita Levenberg-Marquardt optimalizace, čímž se minimalizuje počet projekčních chyb porovnaných bodů. Předpokládáme nulové zkreslení a devět stupňů volnosti: jeden pro ohniskovou vzdáleností, dva pro hlavní bod, tři pro otáčení a tři pro překlad. Inicializujeme rotaci matice k matici identity, překlad matice na nulu, a ohnisková vzdálenost na ohniskové vzdálenosti aktuální kamery. Inicializace hlavní bodu je popsáno v kapitole 3.2.1.

3.2.1 Princip odhadu bod.

Hlavním bodem je střed optické osy v obrazové rovině. Hlavní bod není ve středu snímku, a musí být vypočítaný. Analýza mizející bodů poskytuje silné podněty pro odvozování umístění hlavního bodu. Vzhledem k mizejícím bodům tří kolmic je hlavní bod umístěn na trojúhelníku, jehož vrcholy jsou mizející body.

Žádáme uživatele ke kliknutí na třech paralelních linek ve stejném směru, i když dvě paralelní linky jsou dostatečné pro výpočet, žádáme o tři ke zlepšení robustnosti. Vypočítá se průsečík z rovnoběžek. Lokalizují se jednotlivé úběžníky na základě váženého průměr tří průsečíků. Hmotnost je úměrná úhlu mezi dvěma řádky, poněvadž umístění z úběžníku stává méně spolehlivý při menších úhlech. Vyřadí se úběžný bod, pokud je součet těchto tří úhlů nižší než 5 stupňů.

Během Levenberg-Marquardt nelineární optimalizace, se inicializuje hlavní bod jako optický střed. Máme-li jeden konečný a dva nekonečné mizející body.

V souhrnu lze konstatovat, že výsledek z výše uvedených metod je 3D rekonstrukce scény z první a druhé fotky, stejně jako kalibrace referenčního zobrazení a jeho relativní představovat od prvního pohled. Tato informace je pak použita v dalším stupni.