

Názov prednášky:

Spracovanie dát z fotogrametrie
- Structure from motion

Vyučujúci:

Doc. RNDr. Ján Kaňuk, PhD.

Literatúra:

Checklist for normal operation

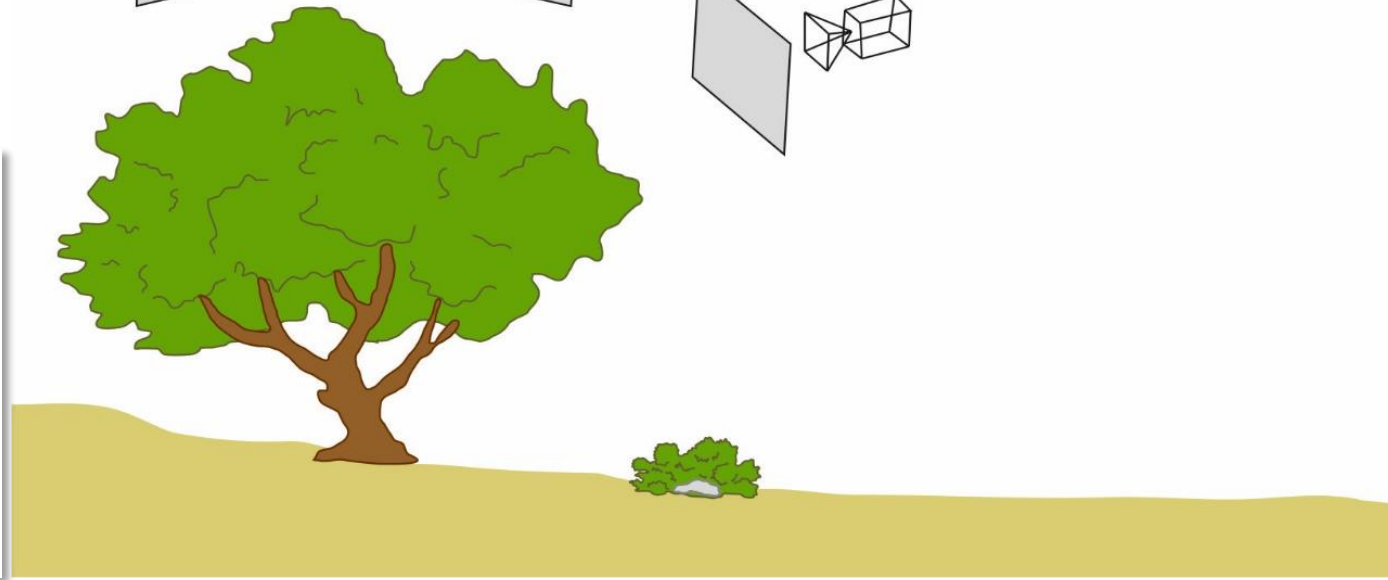
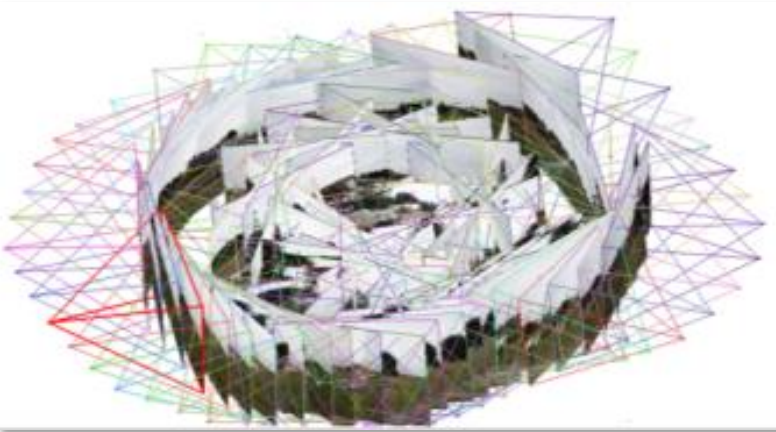
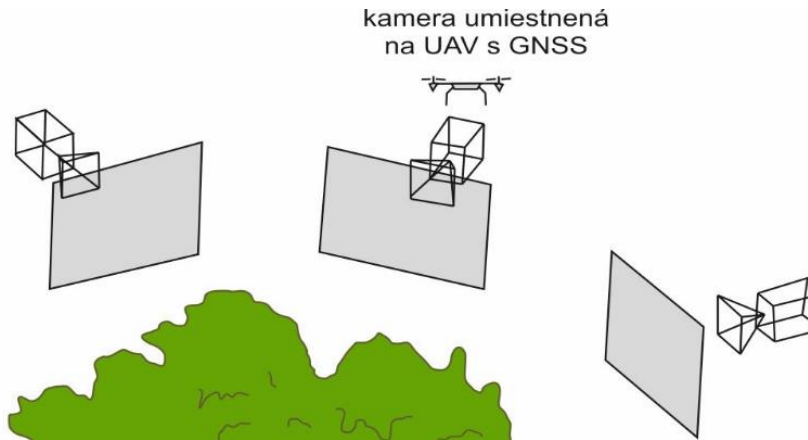
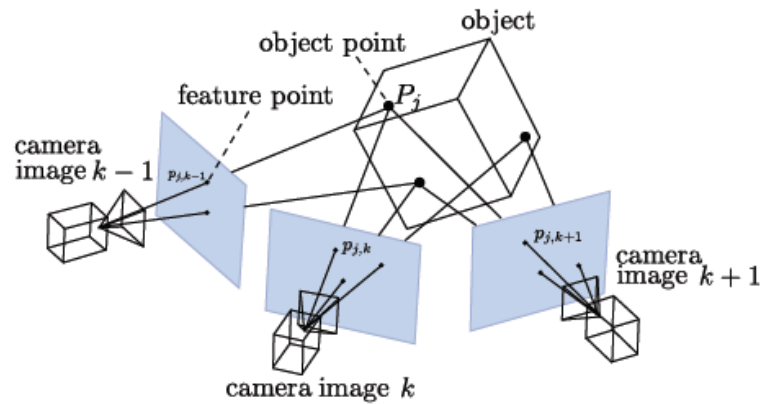
Úvod do problematiky

- automatické spracovanie dát pomocou digitálnych obrazových záznamov na báze optických korelačných metód
 - Vyvinuté v oblasti počítačového videnia (computer vision)
- Pomocou rôznych automatizovaných algoritmov implementovaných v počítačových programoch je možné rekonštruovať snímané objekty a vytvárať ich digitálnu reprezentáciu v podobe virtuálnych 3D modelov
- Z pozície užívateľa je tvorba 3D modelov pomerne jednoduchá
 - nie sú potrebné vysokoodborné znalosti
 - Nie sú potrebné rôzne vstupy v podobe kalibračných protokolov kamery či meračských snímkov
 - Táto metóda je v súčasnosti veľmi populárnou

Obrazová korelácia a tvorba odvodených 3D objektov

- je nutné, aby na snímkach bola zaznamenaná určitá scéna, obrázky môžu byť vytvorené:
 - z rôznych pohľadov a stanovísk
 - v rôznom čase
 - z rôznych zdrojov
 - s rôznorodým geometrickým skreslením obrazu
 - so špecifickými rádiometrickými deformáciami

Zitová a Flusser (2003)



Metóda registrácie obrazu

- Pozostáva s niekoľkých krokov:
 - Predspracovanie obrazu
 - vyhladzovanie obrazu
 - ostrenie obrazu
 - Odstránenie distorcie obrazu
 - Detekcia prvkov
 - Na základe rôznych filtrov sú detekované body, línie a plochy
 - Vytvorenie zhodných dvojíc
 - Určenie korešpondenčných bodov

Metódy pre detekciu prvkov

FBM (feature-based matching) – extrakcia najvýznamnejších štruktúrnych prvkov v krajine

- výber funguje v iteráciách – spočiatku sú identifikované výrazné prvky v rôznych mierkach
- prvky predurčujú výslednú presnosť 3D modelu
- ďalšie odvodené metódy detekcie
 - metóda prvkov, hrán, rohov a textúry
 - základný predpoklad pre vytvorenie identických párov je to, aby bol **identický prvok rozpoznaný na viacerých obrazových záznamov**
 - vychádzame z predpokladu, že identické prvky sú:
 - priestorovo stabilné v čase
 - ich poloha je invariantná
- V prípade automatickej detekcie prvkov z obrazu však často dochádza k tomu, že z rôznych pohľadov ten istý prvok vyzerá inak. Z tohto dôvodu je nevyhnutné zvoliť vhodné požiadavky na parametre funkcií (Dhindsa a Babbar, 2011).
- Detekciu identických prvkov je možné ovplyvniť pomocou presne stanovených podmienok na funkcie, podľa miery podobnosti, alebo na základe zoznamu korešpondujúcich bodov.

Metóda registrácie obrazu

- Liao, Liu a Hui (2013) rozdeľuje algoritmy umožňujúce automatickú detekciu obrazu do dvoch kategórií
 - algoritmy založené na parametroch funkcií, ktoré spracovávajú **obraz ako celok**
 - Ich silnou stránkou je, že testovací obraz rozdeľujú na viacero častí, následne vyextrahujú globálne prvky a použijú ich pre štatistickú klasifikáciu.
 - Ich slabou stránkou sú však nepresnosti v lokálnych oblastiach.
 - algoritmy, ktoré pracujú s **obrazom po častiach**
 - Tieto algoritmy sú veľmi presné, ale výber lokálnych prvkov je nejednoznačný, nakoľko pracujú s kľúčovými bodmi v oblastiach 15x15 a 21x21 pixelov.
- **Globálne algoritmy dosahujú lepšie výsledky pre modelovanie homogénnych objektov, lokálne algoritmy sú vhodnejšie pre objekty s vyššou textúrou (Babbar., 2010).**

Metóda registrácie obrazu

- Ďalšou možnosťou pre vytvorenie párov je **detekcia hrán**
 - pri automatickom rozpoznávaní obrazu sú **hrany** charakterizované ako **miesta s náhlou zmenou** hodnoty šede. Pre detekciu hrán na základe obrazu sa používa viacero operátorov - najčastejšie Cannyho, Harrisov a Laplaceov operátor (Dai, Khorram, 1999)
 - hrany nám slúžia pre vyhľadávanie hraníc jednotlivých objektov
 - silná stránka tohto postupu je v tom, že pomocou hrán je možné lokalizovať určité plochy, pre ktoré sa vypočítajú ťažiská.
 - pre párovanie obrazov je vhodnejšie používať ťažiská plôch, nakoľko pri vytváraní obrazu dochádza ku deformáciám objektov spôsobenými:
 - Rotáciou
 - zmenou mierky
 - perspektívou snímania
 - avšak ťažiská detekovaných prvkov sú polohovo invariantné. (Zitová, Flusser, 2003)
- Najjednoduchšou možnosťou pre detekciu prvkov je **vyhľadávania bodov**.
 - na základe princípu Moravcoho operátora dochádza ku detekcii bodov, kde variancia jasu vo všetkých smeroch prekračuje hraničnú hodnotu

Metóda registrácie obrazu

- Jedným z najpoužívanějších algoritmov je SIFT (Scale-Invariant Feature Transform)
 - ktorý vyhl'adáva obrazové prvky na základe priebehu funkcií vo všetkých smeroch.
- miesta náhlych a výrazných diskontinuít identifikuje na základe:
 - extrémneho priebehu funkcií
 - vygeneruje inflexné body,
 - s ktorými ďalej pracuje interatívne (Liao, Liu, Hui, 2013)
- Z obrazu je taktiež možné detekovať aj rohy. Roh je obrazový bod, v ktorom sa zbiehajú dve hrany.
- Pre detekciu rohov sa používa algoritmus FAST (Features from Accelerated Segment Test) (Jazayeri, Cronk, Fraser, 2010).

Metóda registrácie obrazu

- Najpoužívanejším algoritmom pre automatickú tvorbu 3D súradníc je **Structure from Motion (SFM)**.
 - Tento algoritmus vypočíta na základe fundamentálnych matíc pozície kamery, z ktorých boli urobené obrazové záznamy a následne z nich vypočíta 3D body pre významné prvky (Westoby, Brasington, Glasser, Hambrey, Reynolds, 2012; James a Robson, 2014; Micheletti, Chandler, Lane, 2014).
 - Aby algoritmus SFM bol schopný vyrovnať parametre (distorcia obrazov, poloha kamier a rotácia obrazov v priestore, súradnice významných bodov) a minimalizovať projekčné chyby, bol vyvinutý algoritmus zväzkového vyrovnania známy ako **Bundle Adjustment** (Triggs, McLauchlan, Hartley, Fitzgibbon, 1999; Westoby, et al., 2012).
 - výsledné bodové pole, ktoré vznikne vygenerovaním SFM a Bundle Adjustment je nepostačujúce
 - V súčasnosti sú dostupné aj algoritmy pre zahustenie bodového poľa. Algoritmus s názvom **Clustering Views for Multi-View Stereo** (CMVS) vytvára zoskupuje snímky do skupín s rovnakým pohľadom a vytvára stereoskopickú vizualizáciu, ktorá výrazne znižuje nároky na výpočtovú kapacitu zefektívňuje výpočtový proces.
 - Na tento algoritmus nadväzuje **Patch-based Multi-View Stereo** (PMVS), v ktorom dochádza ku generovaniu malých plôšok.
 - Následne sú generované ďalšie plôšky, až kým nedôjde k pokrytiu celého povrchu scény. V poslednom kroku dochádza ku filtrovaniu vygenerovaných plôšok a odstráneniu nesprávne lokalizovaných plôšok (Yang, Chao, Huang, Lu, Chen, 2013).