

Možnosti analýz obrazových informácií – ich reálne využitie dnes a očakávané trendy

eFOCUS



Kriminalistický e expertízny ústav PZ

Ján Kuljovský, odvetvie kriminalistickej fotografie a videa



eFOCUS

Obsah prezentácie

- Čím sa zaoberá kriminalistická fotografia a video
- Možnosti využitia obrazových dát v kriminalistike
- Ďalšie možnosti analýzy obrazových dát

Čím sa zaoberá kriminalistická fotografia a video

- Kriminalistická fotografia sa zaoberá skúmaním obsahu, pôvodu a spôsobu vyhotovenia fotografických zobrazení a to v analógovej alebo digitálnej podobe.
- Kriminalistická video expertíza sa zaoberá analýzou, hodnotením dynamických obrazových záznamov a to najmä obrazových a doplnkových informácií uložených v elektronickej forme na analógových alebo digitálnych médiách.

Kriminalistická fotografia

- skúma miesto a podmienky vyhotovenia snímky,
- či ide o snímku originálnu alebo reprodukciu,
- zobrazenie reality, napr. umiestnenie predmetov a osôb zobrazených na snímkach,
- expozičné parametre, metadáta,
- určenie použitej optickej sústavy,
- dodatočný zásah do zobrazenej kompozície (fotomontáž, retuš),
- rozmerové parametre objektov v zobrazení,
- určiť fotografický prístroj na základe výrobo-technických parametrov,
- úprava a dokumentácia získaných zobrazení

Video expertíza

- skúma obsah video záznamu – popis priebehu zaznamenananej udalosti, identifikácia zaznamenaných objektov a dejov,
- porovnanie zhodnosti obsahu dvoch, prípadne viacerých video záznamov,
- dodatočné zásahy do video záznamu,
- doba vzniku digitálnych video záznamov,
- podmienky za akých vznikol analógový a digitálny video záznam,
- technické zariadenia, ktorými boli video záznamy zhotovené, spracované a uložené.

- Forenzná analýza digitálnej fotografie, videa a príslušných snímacích zariadení je často súčasťou vyšetrovania a získavanie dôkazov v trestnom konaní.
- Obrazové snímacie zariadenia, ako napríklad digitálne fotoaparáty alebo digitálne videokamery, sú dnes úplne bežné, dostupné, dokonca niektoré druhy kriminality (detská pornografia) sú na nich priamo závislé.
- Analýza obrazovej informácie ako jediný dôkaz prítomnosti páchatel'a na mieste činu (lúpežné prepadnutie v banke)

Možnosti využitia obrazových dát v kriminalistike

Skúmanie je možné rozdeliť od kategórii:

- Analýza, identifikácia zdrojového snímacieho zariadenia
 - identifikácia prístroja
 - identifikácia modelu
 - určenie duplikácie zobrazenia
- Analýza zmien v obraze - pravosť zaznamenatej informácie
 - dvojitá JPEG kompresia
 - detekcia pre vzorkovania
 - detekcia klonovania
 - nekonzistencia šumu
 - chromatická aberácia
- Rekonštrukcia obrazu fotografie a videa - nedostatočná kvalita obrazovej informácie pre prijatie rozhodnutia

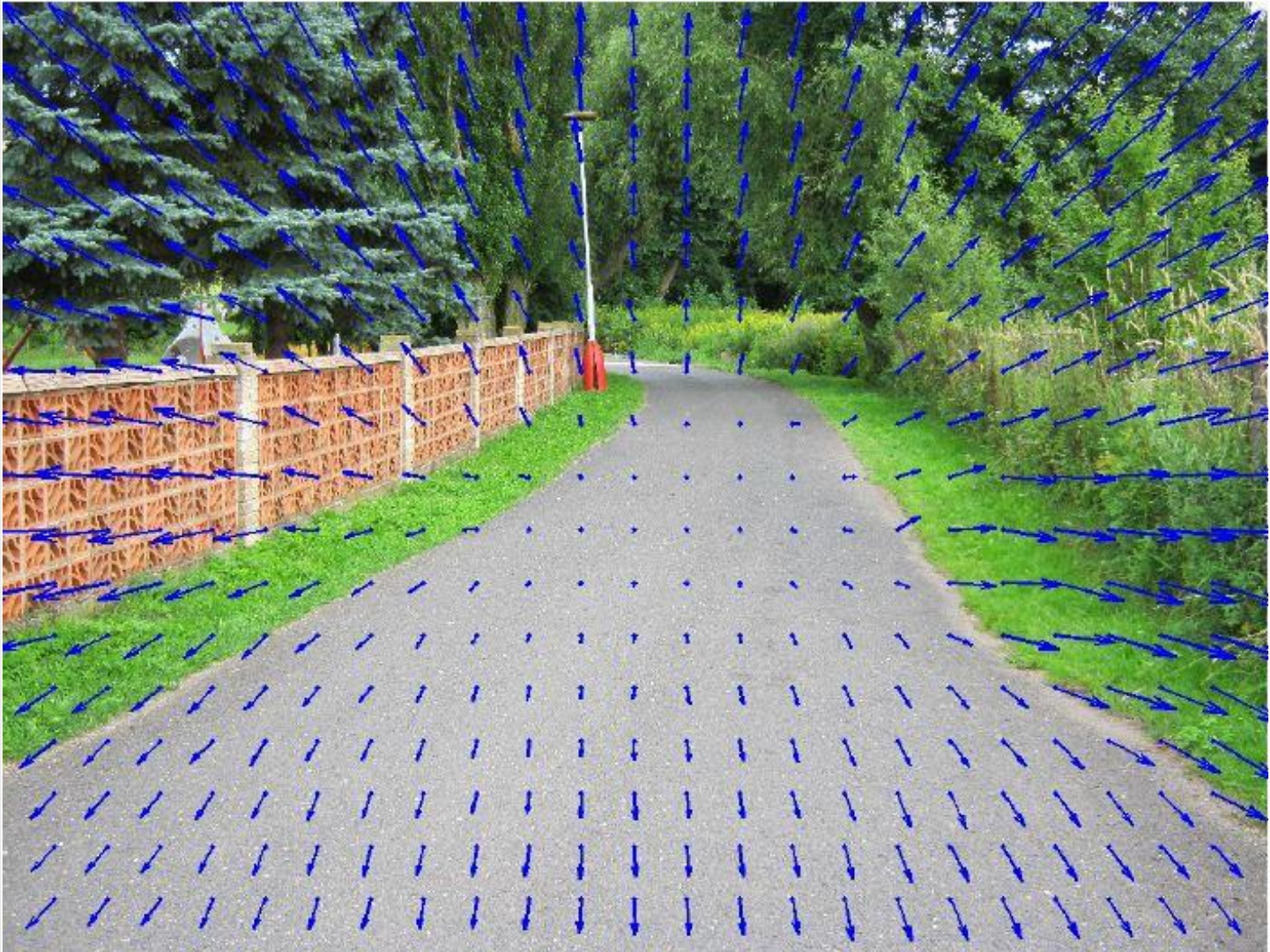
Analýza, identifikácia zdrojového snímacieho zariadenia - identifikácia prístroja.

- Metoda pracuje so šumom senzoru snímacieho zariadenia, ktorý je pre daný prístroj charakteristický, rovnako ako odtlačok prsta u človeka. Ten ktorý šum získaný zo snímača je pre každú fotografiu prirodzene daný zariadením na ktorom vznikol. Použitie metódy sa skladá z dvoch krokov. Najskôr sa zo série snímok, fotografií vytvorených preverovaným zariadením – fotografickým prístrojom vyextrahuje charakteristický šum pre testovaný fotoaparát a takto získané dáta sú následne porovnávané zo šumom vyextrahovaným z analyzovaného obrázku.
- Metoda je použiteľná aj pre videa s MPEG kompresiou.

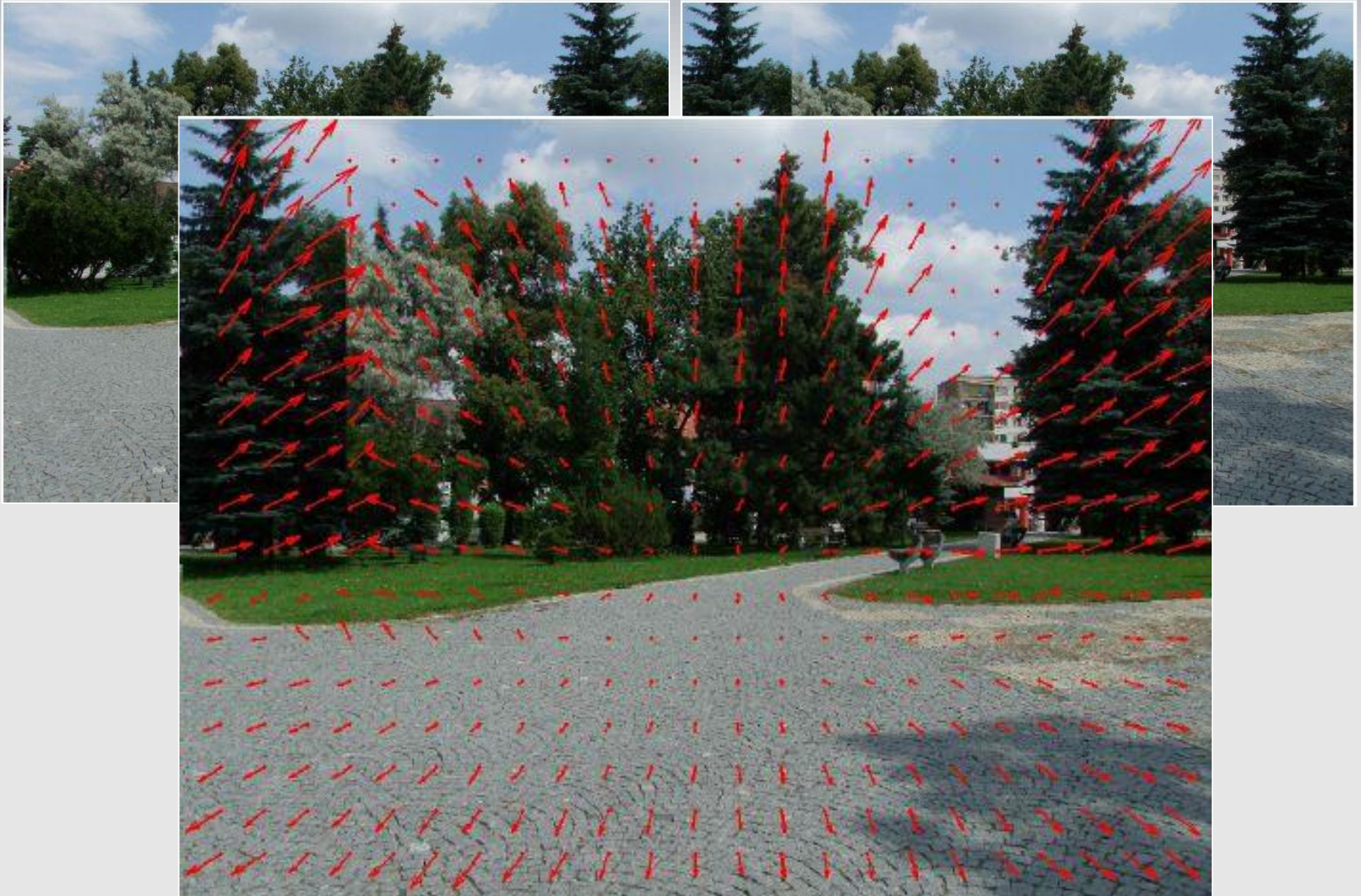
Detekcia dodatečných zmien v obraze

Fyzikálny princíp metódy sa opiera o fakt, že lom svetla závisí na vlnovej dĺžke (farbe) svetla a tato vlastnosť spôsobí, že po prechode svetla optickou sústavou fotoaparátu sa jeden bod fotografovanej scény premietne do viac bodov na snímači, pričom jednotlivé obrazy reprezentujú rôzne farby prítomné v pôvodnom spektre. Chromatická chyba nie je v každom bode obrazu rovnaká. Približne platí, že posun je nulový v mieste optickej osy (okolo stredu fotografie) a rastie so vzdialenosťou od tejto osi, tzn. v na okrajoch fotografie je najväčšia. Snímač fotoaparátu meria len tri farby – červenou, modrou a zelenou – a zo základných skladá pôvodnú farbu. Uvádzaný posun v jednotlivých farbách v každom bode optickej sústavy spôsobí, že aj nasnímané farebné kanály sú navzájom posunuté, v každom bode inak.

Detekcia dodatečných zmien v obraze



Detekcia dodatečných zmien v obraze



Analýza duplikovaných oblastí v digitálnom obraze pomocou diskretných kosínusových koeficientov.

Tato metoda hľadá oblasti v obraze, ktoré môžu byť duplikované. Duplikované oblasti sú tie oblasti, ktoré sú navzájom veľmi podobné. K vyhľadaniu pravdepodobne duplikovaných oblastí táto metóda rozdeľuje obraz do makro blokov. Potom sú tieto makro bloky reprezentované pomocí tzv. diskretnéj kosínusovej transformácie. Tato reprezentácia blokov pomáha k lepšiemu vyhľadaniu duplikovaných oblastí, ktoré sú síce podobné, ale ne identické. Ne-identičnosť duplikovaných oblasti môže byť spôsobená napr. silnou JPEG kompresiou v obraze.

Analýza duplikovaných oblastí v digitálnom obraze pomocou diskretných kosínusových koeficientov.



Rekonštrukcia obrazového záznamu



Určenie geometrických charakteristík objektov získaných z kriminalisticky relevantných obrazových záznamov

Kriminalistická prax smeruje k požiadavke na analýzu obrazových záznamov vo vzťahu k otázke, či je možné zo získaného zobrazenia určiť rozmerové charakteristiky zaznamenaných objektov (napr. rozmer predmetu útočiacej osoby, výška postavy a podobne), čo je často veľmi dôležité v trestnom konaní. Obrazové záznamy sú však v nízkej kvalite, čo značne ovplyvňuje ich čitateľnosť. Vzhľadom na nepredvídateľný pohyb sledovaného objektu, ktorý je zachytený na snímaných sekvenciách, je potrebné vykonať rekonštrukciu základných geometrických charakteristík sledovaného objektu. Súčasné teoretické výsledky epipolárnej geometrie a geometrie zobrazovacích metód umožňujú pomerne presnú rekonštrukciu rozmerových a polohových údajov objektov z niekoľkých priemetov trojrozmerných scén pri známych kalibračných údajoch zobrazovacích zariadení, ktorými boli scény nasnímané.

Určenie geometrických charakteristík objektov získaných z kriminalisticky relevantných obrazových záznamov

Aké metódy je možné použiť?

- Metóda položenia zobrazenia vedľa seba
- Fotogrametrická metóda rekonštrukcie šikmého snímku
- Analytická fotogrametrická metóda

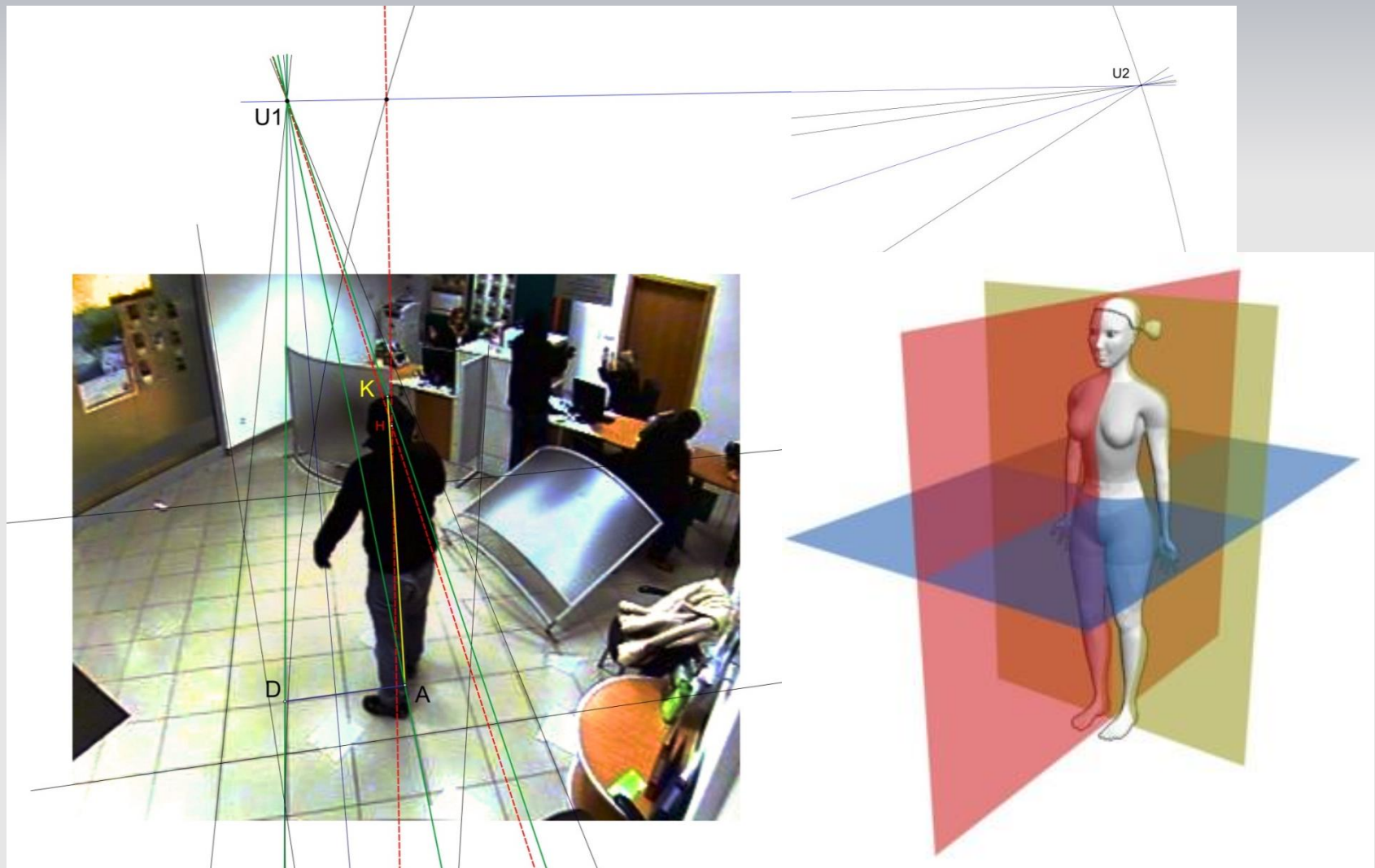
Kriminalistická metóda položenia zobrazenia vedľa seba a kriminalistická metóda prekrytia zobrazení



Fotogrametrická metóda rekonštrukcie šikmého snímku

- Pomocou fotogrametrickej metódy je možné rekonštruovať objekty zobrazené na snímkach.
- Rekonštrukciou objektov sa určuje ich tvar, poloha a veľkosť.
- Objekt zobrazený na snímke je v podstate jeho stredové (centrálne) zobrazenie a rekonštrukcia tohto objektu je vyhotovenie jeho kolmého priemetu do zvolenej pravouhlej súradnicovej sústavy v ktorej je možné zistiť (merať) rozmerové charakteristiky na základe známych referenčných hodnôt.
- Na určenie výšky zaznamenaných osôb zo snímky, ktorá nebola vyhotovená špeciálnym (kalibrovaným) prístrojom alebo zariadením je možné použiť konštruktívnu fotogrametrickú metódu rekonštrukcie šikmého snímku.

Konstruktívna fotogrametrická metóda rekonštrukcie šikmého snímku



Analytická fotogrametrická metóda

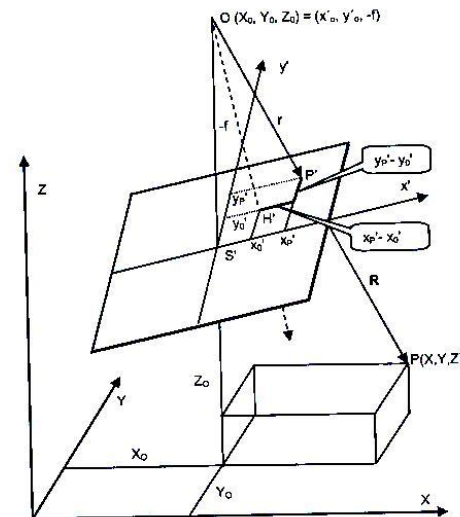
- Pre určenie polohy a tvaru objektov zo snímok, musíme poznať zákonitosti projektívnej geometrie t.j. centrálnej projekcie, vzťah medzi snímkou a priestorovým referenčným objektom zobrazeným na tejto snímke.
- V analytickej fotogrametrii je tento projektívny vzťah definovaný rovnicami kolineárnosti

$$x'_p = x'_0 - f \left[\frac{m_{11}(X_p - X_0) + m_{12}(Y_p - Y_0) + m_{13}(Z_p - Z_0)}{m_{31}(X_p - X_0) + m_{32}(Y_p - Y_0) + m_{33}(Z_p - Z_0)} \right]$$

$$y'_p = y'_0 - f \left[\frac{m_{21}(X_p - X_0) + m_{22}(Y_p - Y_0) + m_{23}(Z_p - Z_0)}{m_{31}(X_p - X_0) + m_{32}(Y_p - Y_0) + m_{33}(Z_p - Z_0)} \right]$$

$$X_p = X_0 + (Z - Z_0) \left[\frac{m_{11}(x'_p - x'_0) + m_{21}(y'_p - y'_0) - m_{31}f}{m_{13}(x'_p - x'_0) + m_{23}(y'_p - y'_0) - m_{33}f} \right]$$

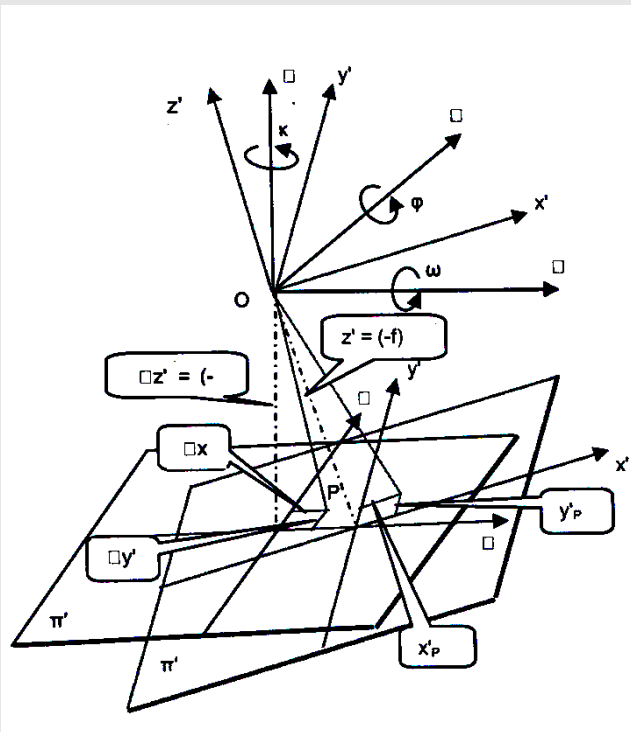
$$Y_p = Y_0 + (Z - Z_0) \left[\frac{m_{12}(x'_p - x'_0) + m_{22}(y'_p - y'_0) - m_{32}f}{m_{13}(x'_p - x'_0) + m_{23}(y'_p - y'_0) - m_{33}f} \right]$$



Obr. 3.1.1 Podmienka kolineárnosti

Analytická fotogrametrická metóda

Transformácia snímky v ľubovoľnom bode je definovaná transformačnými rovnicami:



$$x'_P = x'_0 - f \left[\frac{m_{11}(X_P - X_0) + m_{12}(Y_P - Y_0) + m_{13}(Z_P - Z_0)}{m_{31}(X_P - X_0) + m_{32}(Y_P - Y_0) + m_{33}(Z_P - Z_0)} \right]$$

$$y'_P = y'_0 - f \left[\frac{m_{21}(X_P - X_0) + m_{22}(Y_P - Y_0) + m_{23}(Z_P - Z_0)}{m_{31}(X_P - X_0) + m_{32}(Y_P - Y_0) + m_{33}(Z_P - Z_0)} \right]$$

Podobne sú odvodené aj *inverzné* rovnice kolinearnosti a majú tvar:

$$X_P = X_0 + (Z - Z_0) \left[\frac{m_{11}(x'_P - x'_0) + m_{21}(y'_P - y'_0) - m_{31}f}{m_{13}(x'_P - x'_0) + m_{23}(y'_P - y'_0) - m_{33}f} \right]$$

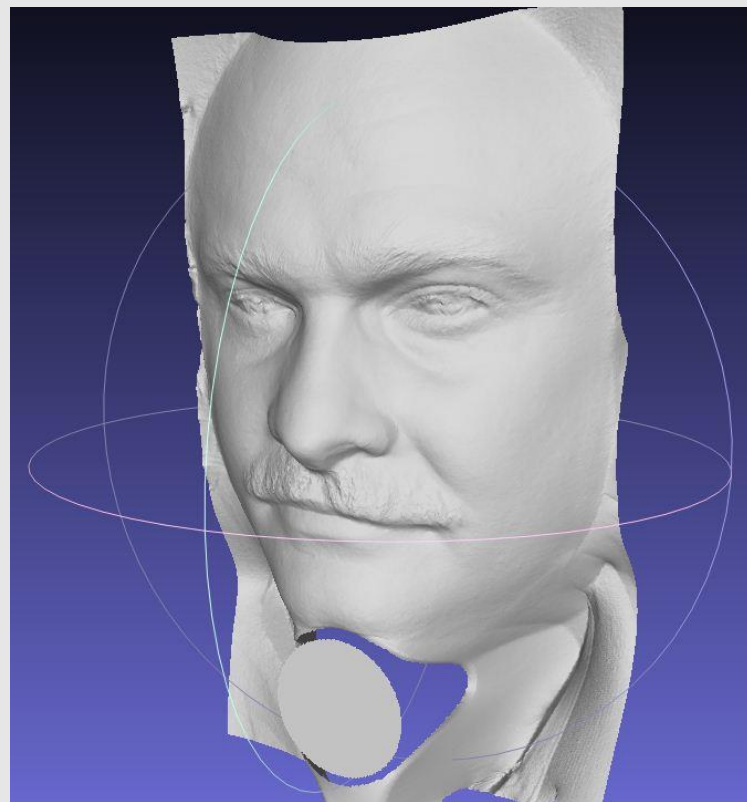
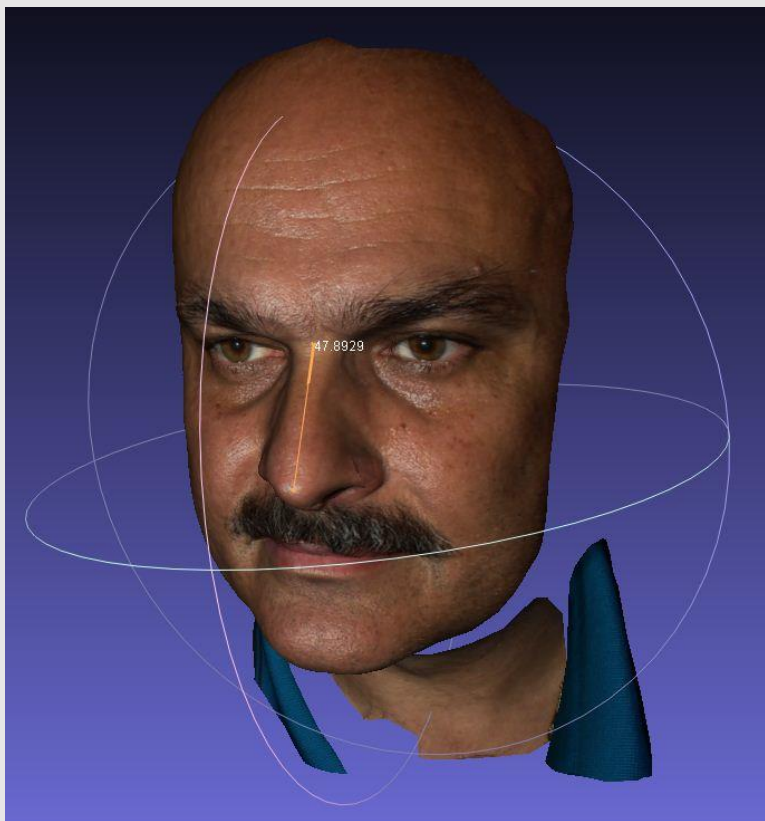
$$Y_P = Y_0 + (Z - Z_0) \left[\frac{m_{12}(x'_P - x'_0) + m_{22}(y'_P - y'_0) - m_{32}f}{m_{13}(x'_P - x'_0) + m_{23}(y'_P - y'_0) - m_{33}f} \right]$$

Analytická fotogrametrická metóda

- Uvedené úlohy rieši projekt APVV-0161-12 s názvom:
- **Určenie geometrických charakteristík objektov zo zobrazení získaných z kriminalisticky relevantných obrazových záznamov.**
- Začiatok projektu: 10/2013, Koniec projektu: 9/2017
- Spolu riešiteľ projektu: KEU PZ, STU Ústav matematiky a fyziky Strojníckej fakulty, Stavebná fakulta.
- Hlavným cieľom projektu je vytvorenie a overenie funkčných algoritmov a ich programové spracovanie pre automatickú analýzu 3D scén získaných z kamerových systémov známych kalibrovaných údajov.
- Validácia získaných údajov za účelom využitia pri znaleckom skúmaní v odvetví kriminalistická fotografia a video.

Očekávané trendy analýzy obrazových dat

Statické obrazové data – rekonstrukcia objektov z 3D zobrazení



Očekávané trendy analýzy obrazových dat

Dynamické obrazné dáta - analýza vo vysokom rozlíšení – 4K



Ďakujem za pozornosť



eFOCUS