

VIZUALIZACE PROCESU MĚŘENÍ SYSTÉMEM FOTOM 2007

Lačezar Ličev¹

Anotace

Příspěvek se zabývá vývojem modulů fotogrammetrického systému FOTOM, který je už několik let vyvíjen na katedře informatiky na FEI VŠB TU Ostrava a původně sloužil k proměřování důlních jam. Nové verze modulů k vylepšení zájmových bodů a objektů na snímcích, a to co nejjednodušším a nejrychlejším způsobem. V příspěvku jsou popsány nové verze modulů systému FOTOM 2007 a architektury systému umožňující podrobnější 2D a 3D analýzu snímků a 2D a 3D animace procesu měření.

Key words: Segmentace obrazu, prahování, binární obraz, matematická morfologie, syntaktická analýza, příznaková analýza, atributy jasu, rozpoznávání, neuronová síť, zájmový bod, zájmový objekt, architektura.

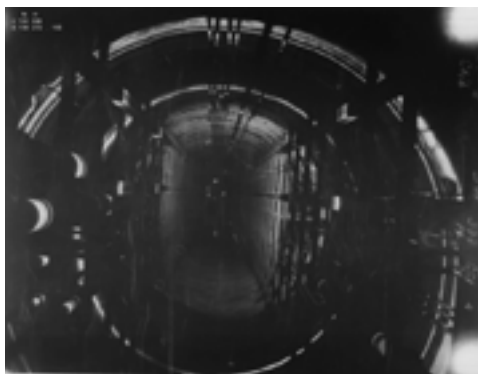
1 Úvod

Hlavním úkolem vizualizace procesu měření je prezentovat naměřené údaje, a to zcela jiným způsobem než jsou výsledky měření zobrazovány v tabulkách nebo sestavách. Přímá řeč čísel je sice jasná, avšak vyjádření výsledků měření i grafickou formou může mít někdy větší vypovídací hodnotu.

Příspěvek se zabývá vývojem modulů fotogrammetrického systému FOTOM, který je už několik let vyvíjen na katedře informatiky na FEI VŠB TU Ostrava a původně sloužil k proměřování důlních jam. Nové verze modulů vede k vylepšení analýzy zájmových bodů a objektů na snímcích, a to co nejjednodušším a nejrychlejším způsobem. V příspěvku jsou popsány nové verze modulů systému FOTOM 2007 a architektura systému umožňující podrobnější 2D a 3D analýzu snímků a 2D a 3D animace procesu měření.

2 Nova verze modulu FOTOM1 - návrh a řešení nového modulu

Jak už bylo řečeno původní FOTOM7 byl určen ke zpracovávání snímků z důlního měřičství, kde objekty na pořízených snímcích byly poměrně dobře viditelné, výrazné a s malým poměrem šumu.



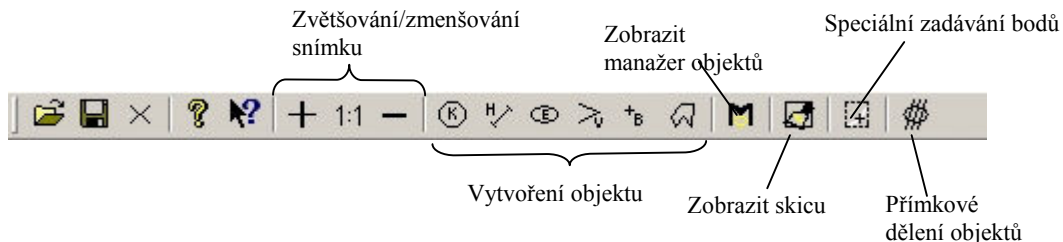
Obr. č. 1: Příklad snímku důlního

Na základě poznání a práce s modulem FOTOM1 je navrženo uživatelské prostředí vhodnější pro opakovanou editaci FTM snímků. S ohledem na zvyky uživatelů je ponechána značná část původních ovládacích prvků a nové nástroje jsou včleněny do dřívějšího rázu modulu FOTOM1, aby uživatel při přechodu z původního modulu FOTOM1 dokázal z novým modulem (Šejda P., 2004, Ličev L., 2005) pracovat i bez předešlého studia nových nástrojů. Co se týče nově vyvinuté části, jako stěžejní prostředek k editaci FTM objektů je navržen tzv. „Manažer objektů“, který soustřeďuje informace o všech zájmových objektech a jim patřících bodech do jednoho panelu.

1 Doc. Ing. Lačezar Ličev, CSc., FEI VŠB TU Ostrava, tř. 17 listopadu 15

Nástrojová lišta (Toolbar)

Většina nejdůležitějších ovládacích prvků modulu FOTOMu1 je, kromě hlavního menu, soustředěna na panelu nástrojové lišty (toolbar):



Obr. č. 2: Nástrojová lišta 1

Speciální zadávání bodů

– aktivace speciálního módu zadávání bodů.

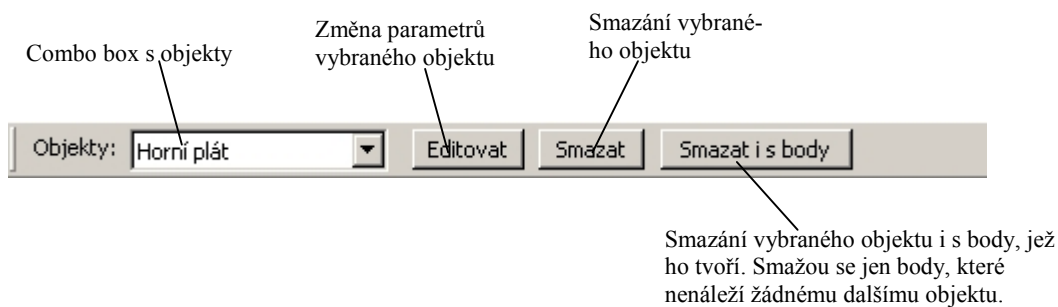
Zobrazit skicu

– zapnutí/vypnutí módu skicy. Při zapnutí zároveň zobrazí panel s grafickými nástroji pro skicování.

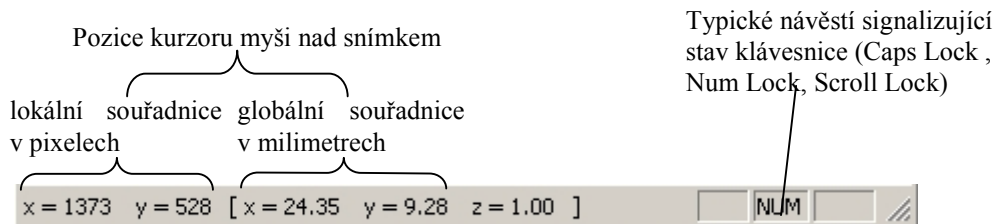
Přímkové dělení objektů

– spouští přímkové dělení 2D objektů obsažených na FTM snímku.

Druhá část nástrojové lišty slouží čistě pro práci s objekty:

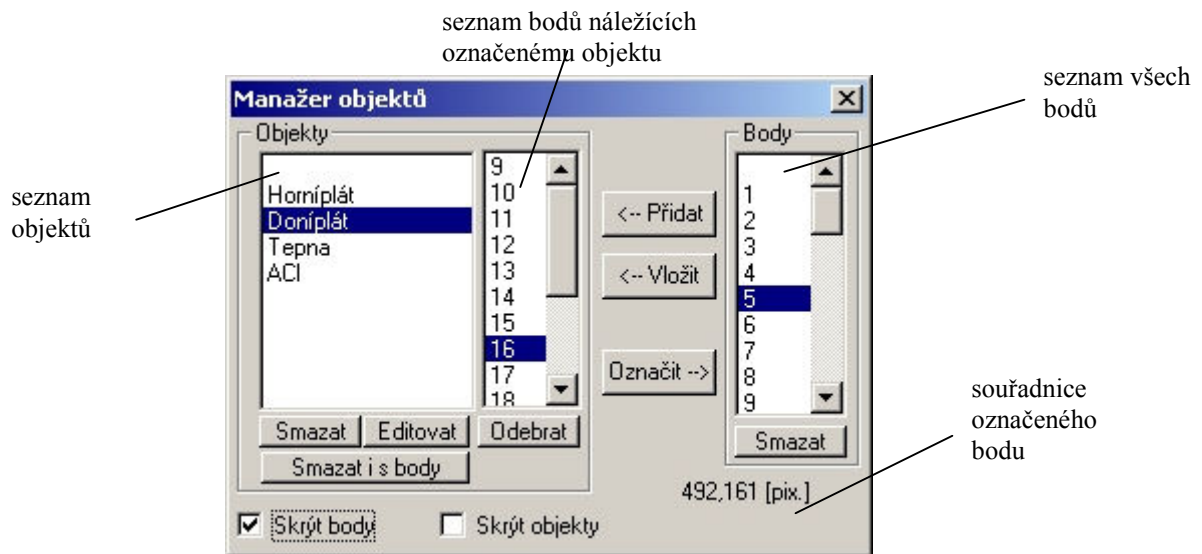


Obr. č. 3: Nástrojová lišta 2



Obr.č. 4: Stavový řádek

Manažer objektů



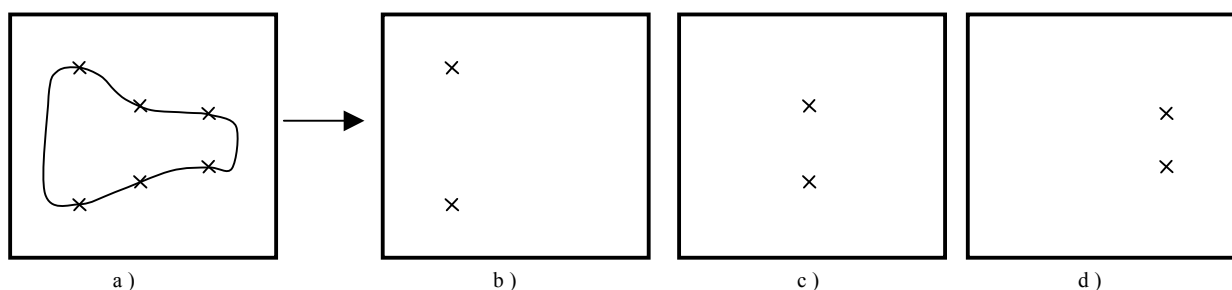
Obr. č. 5: Manažer objektů

Manažer objektů poskytuje možnost komfortní práce s FTM scénou a je obohacen především o možnost interaktivní editace bodů objektu polygon, tzn. přímé vkládání a odstraňování jednotlivých bodů z tohoto objektu.

Přímkové dělení objektů

Pro 3D modelování stačí nadefinovat zájmové objekty v jednotlivých snímcích reprezentujících vzdálenostně odstupňované řezy scénou a vzniklou sérii FTM snímku podstoupit ke zobrazení modulem FOTOM3, který kanálovým propojením sobě odpovídajících objektů v po sobě jdoucích snímcích vytvoří trojrozměrný model objektů. V tomto případě je tedy označením „série snímků“ míněna konečná uspořádaná množina 2D snímků jakožto odstupňovaných řezu 3D prostorem, respektive sledovaným trojrozměrným objektem.

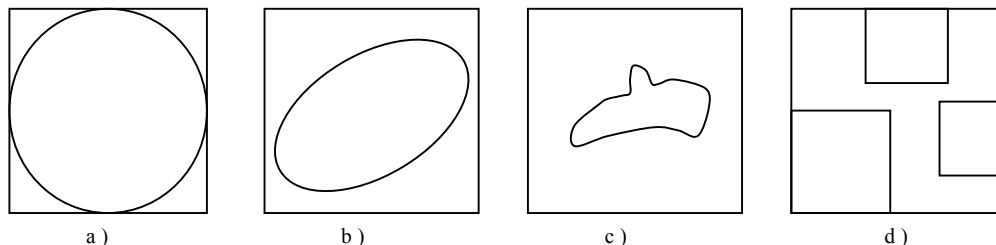
Druhým a podstatným významem označení „série snímků“ je množina, kterou by bylo přesnější nazvat série FTM snímků. Tato množina vzniká na podkladě jednoho snímku z kterého zdědí přidružený obrázek i parametry, jen zájmové body a objekty má jiné. Někdy nepotřebujeme sledovat proměnu objektu v čase, nebo v řezech, ale například průběh průměru 2D objektu na jednom FTM snímku. Výpočetní moduly FOTOM2, 4 a 5 však berou jako vstup množinu FTM snímků a proto je třeba při potřebě výpočtů hodnot z jednoho snímku tento snímek rozdělit na více snímků. Schématický příklad na obr. č. 6 demonstruje rozdělení (snímku a) při sledování y-nového průměru polygonu.



Obr. č. 6: Dělení na více snímků

Přímkové dělení má evidentně smysl aplikovat jen u 2D objektů, tedy u kružnice, elipsy a polygonu. K dosažení požadovaného výsledku je procházeno scénou přímkou se směnicí odpovídající směru řezů a intervalovým posunem ve směru normály. Úkol se rozloží na opakované řešení úloh hledání průsečíku přímky a kružnice, přímky a elipsy a přímky a polygonu. Jediným problémem zůstává stanovení výchozí přímky de facto jednoho libovolného bodu této přímky, protože její směr je už dán.

V ideálním případě by první dělicí přímka procházela „těsně“ za začátkem objektu a poslední dělicí přímka „těsně“ před koncem objektu aby byly krajní části objektu důkladně popsány. Jedna z podmínek je konstantní velikost intervalů mezi jednotlivými dělicími přímkami, což už nedovoluje ani synchronizaci první a poslední přímky v rámci jednoho, natož v případě více objektů. K určení výchozího bodu je stanoveno u každého 2D objektu jeho obdélníkovou obálku, to znamená obdélník pro nějž platí, že zaobalovaný objekt leží celý, včetně své hranice uvnitř tohoto obdélníku. Při více objektech ve scéně se vypočte celková obdélníková obálka všech objektů jako obdélníková oblast mezi bodem z minima x-ových a y-ových souřadnic (levý horní roh) a z maxima x-ových a y-ových souřadnic (pravý dolní roh) rohů dílčích obdélníkových oblastí.

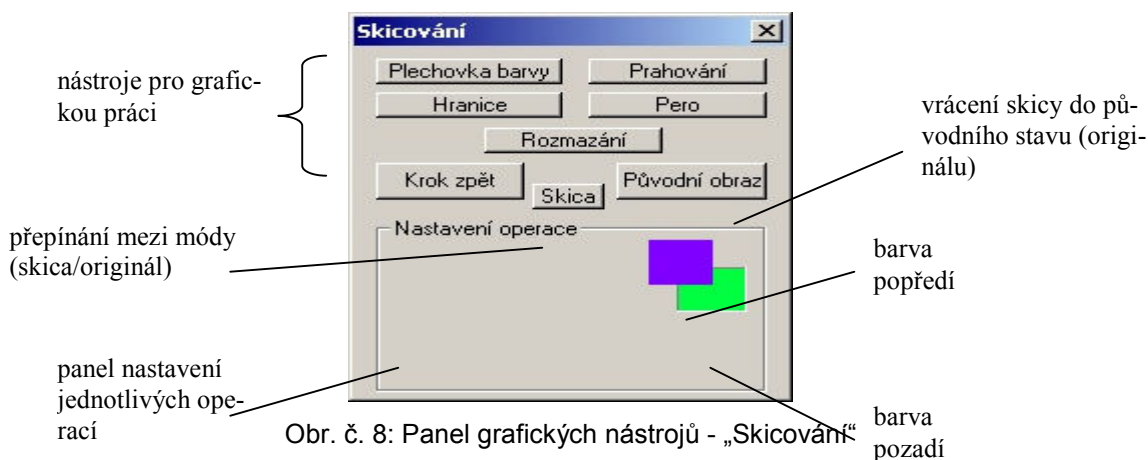


Obr. č. 7: a,b,c - obálky 2D těles ; d – celková obálka tří obálek

Jak je v předchozím odstavci uvedeno synchronizace dělicích přímek je v obecném případě více objektů nemožná, tak i obálky jednotlivých geometrických objektů není nutné hledat přesně a co nejmenší. Stačí se tudíž spokojit s vytvořením obálky, která pouze zaobaluje celý objekt a čímž vlastně přibližně definuje polohu objektu a tím dále zpracovávanou oblast, v níž jsou hledány průsečíky s objektem. U kružnice je obálkou čtverec se středem ve středu kružnice a hranou délky průměru této kružnice. Obálku elipsy tvoří čtverec se středem ve středu elipsy a hranou velikosti délky hlavní poloosy elipsy. U polygonu jsou zjištěny minimální a maximální X-ové a Y-ové souřadnice z bodů generujících Bezierovu křivku (polygon). Takto vzniklý obdélník je dále zvětšen P_k – krát, kde P_k je koeficient určený experimentálně na hodnotu 0,5.

Panel grafických nástrojů

Za účelem zjednodušení práce se snímkem je navržen nástroj „skicy“. Opakovanou prací se snímkem jsem dospěl k závěru, že je vhodné rozdělit zobrazování pozadí do dvou módů. V prvním klasickém módu je na pozadí pasivně zobrazena originální bitmapa načtená z přidruženého BMP souboru. Druhý mód je zobrazeno kopie originálního snímku, v níž by uživatel měl k dispozici sadu grafických nástrojů pro její modifikaci dle své úvahy. Mezi oběma módy je možno kdykoliv přepínat a porovnat modifikovanou skicu s původním originálem. V obou módech bude samozřejmě zachována možnost editace a práce se zájmovými body a objekty. Potřebné a pro zpřehlednění obrazu nejvýhodnější nástroje jsou popsány v následujících částí (vyplnění, prahování, hranice, pero, rozmazání). Tyto nástroje pro práci s obrazem jsou soustředěny v panelu „Skicování“:



Obr. č. 8: Panel grafických nástrojů - „Skicování“

Velmi důležitá je funkce hranice, jakožto stěžejního nástroje v kombinaci s nástrojem pera a popřípadě rozmazání.

- **Prahování**

Prahování se často používá jako jedna z nejjednodušších metod detekce celých oblastí. Podstatou je rozdělení pixelů obrazu na pixely popředí a pixely pozadí. Výstupem prahování je binární obraz, v němž bodům oblasti (popředí) přiřazujeme hodnotu 1 a zbývajícím bodům (pozadí) hodnotu 0.

- **Vyplňování**

Nástroj vesměs známý pod názvem „plechovka barvy“. Vyplnění oblasti pixelů stejného nebo podobného jasu kolem zadaného bodu obrazu vybranou barvou. Vyplňovat se začíná ze zadaného bodu o souřadnicích (x,y) s jasem $J(x,y)$ a semínkovým způsobem se pokračuje přes jeho sousedy. Pokud pixel (x',y') s hodnotou jasu $I(x',y')$ splňuje následující podmínku:

$$J(x,y) - r \leq I(x',y') \leq J(x,y) + r \quad (1)$$

je zařazen do oblasti a pokračuje se jeho sousedy. Konstanta r je povolená odchylka jasu od jasu prvotního pixelu ($J(x,y)$). U barevného RGB obrazu se podmínce podrobují všechny tři barevné složky.

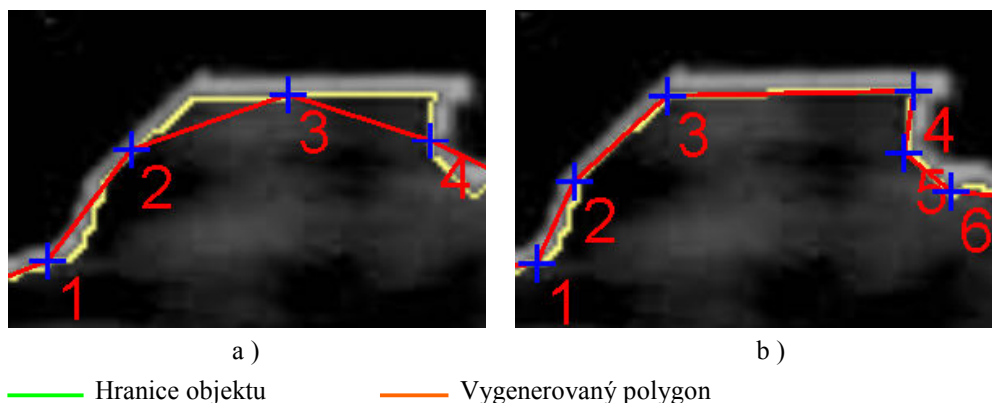
- **Hranice**

Je důležitým nástrojem grafickou úpravu skicy. Prahováním nebo vyplňováním byly sice určeny přímo plochy náležící jednotlivým objektům, ale při měření je vyžadována především explicitní znalost hranice těchto objektů.

Před samotným hledáním hranice se na obraz aplikuje prahování v kombinaci s vyplňováním, které rozdělí pixely obrazu na pixely popředí a pozadí, v závislosti na příslušnosti zadaného bodu. Jedním ze vstupních parametrů je zadaný bod, který určuje pixel oblasti, která má být ohraničena. Množina do níž tento bod spadá po prahování, je brána jako popředí (objekt).

Z nalezené hranice ve formě posloupnosti pixelů je pak možno generovat uspořádanou množinu zájmových bodů ležících na této hranici a samozřejmě okamžitě proložit těmito body zájmový objekt polygon. Dochází tak k výraznému ušetření práce uživateli, který nemusí ručně zadávat velké množství bodů.

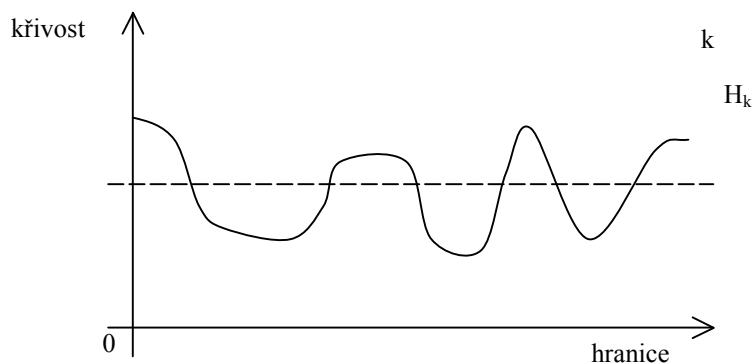
Algoritmus generování zájmových bodů by se mohl na první pohled jevit jako jednoduchý. V základní verzi generování bodů při konstantních intervalech výsledný polygon proložený vygenerovanými body nepřesně popisuje původní hranici.



Obr. č. 9: a - nevhodně vygenerované body, b – vhodně vygenerované body

Často dochází ke ztrátě („seříznutí“) části objektu v místě náhlé změny směru (rohu) viz. obr. č. 9a. Naopak ideální případ, kterého bychom rádi dosáhly, je ukázán na obr. č. 9b, na němž si můžeme povšimnout, že generované body leží v místech, kde se mění směr hranice, jinak řečeno v místech s velkou křivostí. Hranici máme ve formě diskretní řady bodů a neznáme tedy její matematický předpis jako spojitě křivky.

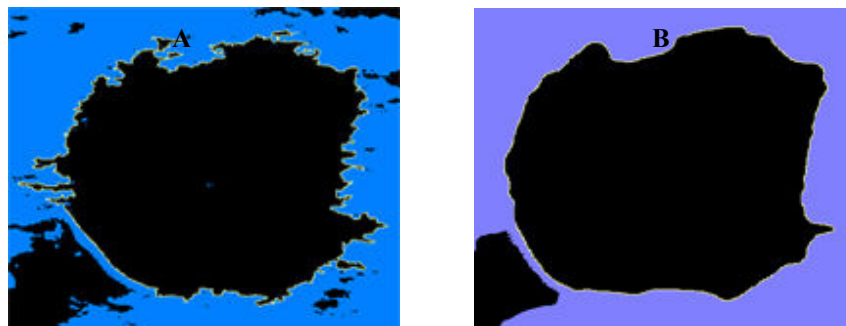
Průběh křivosti skrze celou hranici, jak je například ukázáno na obr. č. 10. Posledním krokem zůstává generování bodů v závislosti na průběhu takto získané křivosti.



Obr. č. 10: Průběh křivosti

- **Rozmazávání**

Přestože aplikace nástroje „hranice“ urychlí a zefektivní definování zájmových bodů a objektů, nalezená hranice je většinou značně nerovná až bych použil slova „kostrbatá“, oproti teoreticky hledané hranici například tkání.

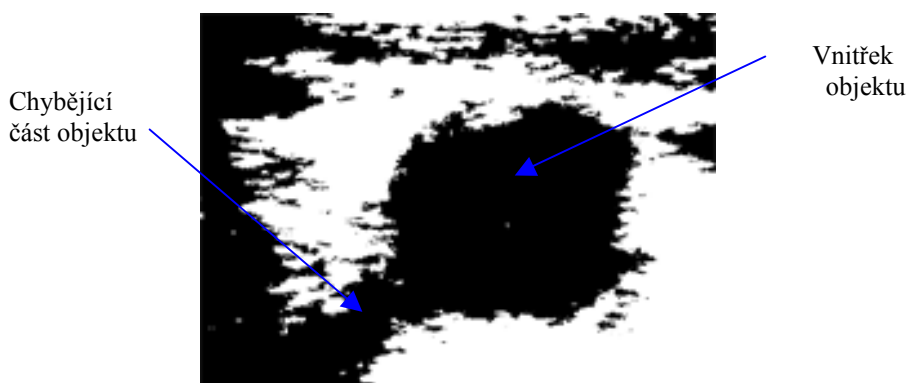


Obr. č. 11: Výsledný efekt nalezení hranice s (B) a bez (A) předešlého použití rozmazání.

Vyhazení hranice docílíme podrobením obrazu nástroji „rozmazávání“ (smoothing) před aplikací samotného hledání hranice. Algoritmus „rozmazávání“ pracuje na jednoduchém principu výpočtu hodnoty jasu bodu výsledného obrazu jako průměru velikostí jasů v oblasti pixelů kolem tohoto bodu ve vstupním obraze. Průměrovaná oblast je čtvercového tvaru o liché délce strany. Úroveň rozmazání je závislá na velikosti této oblasti.

- **Pero**

Nástroj pera umožňující kreslit do obrázku skici tužkou potřebné barvy a tloušťky. Je určen hlavně jako doplněk nástrojů „vyplnění oblasti“ a „hranice“, kde při vyplňování oblasti nebo její hranice může vlivem nepřesnosti obrazu chybět část objektu.



Obr. č. 12: Příčný snímek objektu po prahování

Pro názornost na příkladu z obr. č. 12 by při pokusu vyplnit oblast uvnitř objektu došlo k vyplnění požadované vnitřní části, ale také vlivem neúplného ohraničení k vyplnění vnější části objektu. Takovouto vadu je možno odstranit zásahem uživatele, který nejprve „perem“ ručně dokreslí chybějící uzávěr (uživatel – odborník má praxí získaný odhad o chybějícím tvaru objektu).

Speciální zadávání bodů

V mnoha případech je snímek velmi málo čitelný a zcela nevhodný pro zpracovávání (generování bodů a objektů) pomocí „nástrojů pro grafickou práci se snímkem“ (hranice, rozmazávání, ...). V takovém případě jsme odkázáni na „ruční“ zadávání zájmových bodů jeden po druhém což je poněkud zdoluhavé, a to zvláště, chcete-li zadávat body přesně na hranici objektu, a to je samozřejmě vždy žádoucí. Tento časový problém se ještě více projeví při zpracovávání velkého množství snímků.

Je zaveden speciální režim zadávání bodů, kdy není vytvořen přímo bod v pozici kurzoru myši, ale na základě již popsaných algoritmů, tj. v jeho okolí je hledána optimální pozice nového bodu vzhledem k přidruženému obrázku (pozadí). Podobně na funkci v modulu FOTOM1 („speciální zadávání bodů“). Narozdíl od FOTOMU1, kde se počítalo se zpracováním obrázků obsahujících stopy (relativně tenké čárové objekty) a funkce se snažila nalézt jejich střed, v našem případě půjde o hledání barevného přechodu (okraje objektu).

3 2D modelování

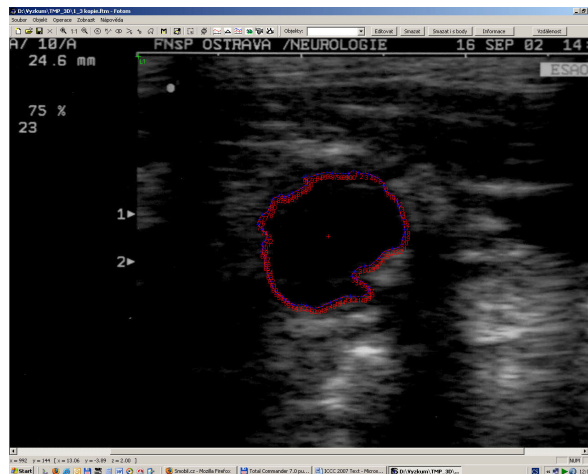
3.1 Objekty:

Je navrženo šest druhů zájmových objektů: samostatný bod, hrana, vrchol, kružnice, elipsa a polygon. Tyto objekty se definují v režimu editace bodů označením určitého počtu zájmových bodů a vyvoláním příkazu pro vytvoření určitého druhu objektu. Popis jednotlivých druhů zájmových objektů:

- **Bod**
Nejjednodušší objekt, prostě bod. Sledovaným parametrem je souřadnicová poloha bodu na snímku.
- **Hrana**
Objekt daný dvěma body tvořícími úsečku. Sledovaný parametr je poloha středu této úsečky.
- **Vrchol**
Jedná se o průsečík dvou přímek, kde každá přímka je dána dvěma body. Vrchol je tedy definován čtyřmi body. Sledovaným parametrem je poloha tohoto vrcholu.
- **Kružnice**
Sledovanými parametry kružnice jsou poloha jejího středu, poloměr kružnice, plocha kružnice a také její intenzita. Kružnice je dána alespoň třemi body.
- **Elipsa**
Sledovanými parametry elipsy jsou poloha jejího středu, délka hlavní a vedlejší poloosy, úhel natočení hlavní poloosy od osy x, dále plocha elipsy a také její intenzita. Elipsa je dána pěti body.
- **Polygon**
Polygon je uzavřená hranice vytvořená spojením n bodů n-1 hranami. U polygonu sledujeme polohu jeho těžiště, plochu kterou zabírá a také intenzitu polygonu. Křivost určuje prohnutí křivek, které prokládají hrany polygonu.

Společným parametrem všech zájmových objektů je pozice jejich středu v rámci snímku. Při práci s měřickým snímkem budeme nejčastěji využívat ty objekty, které mají vnitřní plochu (kružnice, elipsa a polygon). Tyto objekty jsou vhodné pro označení světelné stopy na snímku. Tyto objekty mají svůj obsah, a proto je lze použít k výpočtu objemu, např. důlní jámy, jež zabírá v zemi. Tytéž objekty mohou mít definovány kromě obsahu i parametr intenzity, jehož využijeme v jiných oborech, a to např. v lékařství, kde můžeme určovat velikost a intenzitu novotvarů na rentgenovém snímku. V tomto případě pak jako interval měření používáme časový interval (datum nebo čas).

Příklad snímku, na kterém jsou zobrazené některé ze zájmových objektů uvádí *obr. 13*.



Obr. č. 13: Snímek profilu objektu - druhy zájmových objektů.

3.2 Relativní natočení objektů

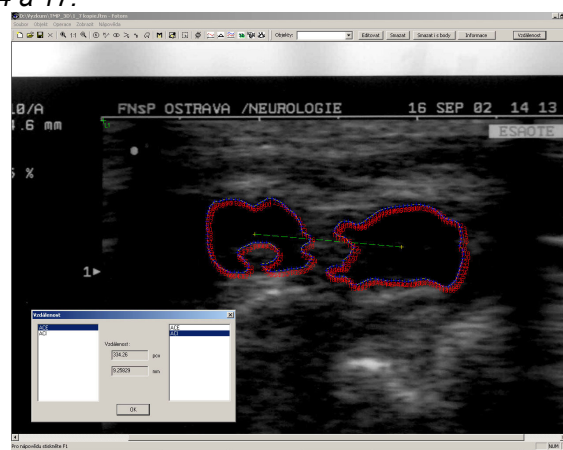
Profil důlního díla má např. kruhový tvar. Pokud je jáma zdeformována ohybem a my se na ní díváme z boku, můžeme dojít k různým výsledkům. V takovémto případě záleží z jakého úhlu se díváme. Pokud se budeme dívat z mezního úhlu (0°), bude se i prohnutá kanálová plocha jevit jako nezdeformovaná.

Proto by byla na místě možnost volby úhlu pohledu, ze kterého se na daný zájmový objekt díváme, tzv. **relativní natočení**.

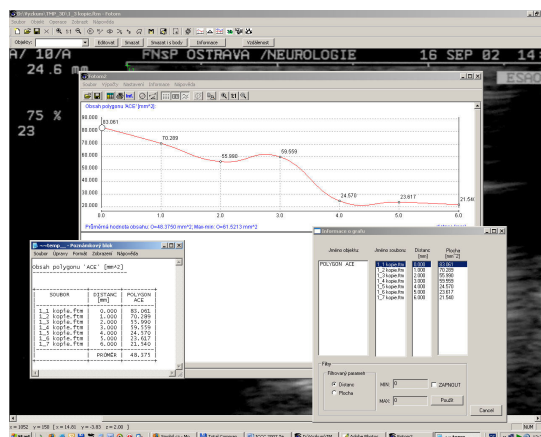
3.3 Vzdálenosti mezi objekty

Neméně významnými ukazateli pro zjištění deformací důlního díla jsou **vzdálenosti mezi středy zájmových objektů** v jednotlivých profilech. Ty mohou přinést další údaje o celkové statice důlního díla. Parametry jednotlivých zájmových objektů poskytují informace o změně geometrických vlastností samotných objektů, rovinné vzdálenosti mezi různými objekty poukazují na změnu vzájemné pozice (středů) těchto objektů v rovině profilu. Pokud zobrazíme graf na jehož y-ové ose zobrazíme příslušnou vzdálenost mezi dvěma objekty pro každý měřený profil na ose x, získáme přehled o vzájemné změně polohy obou objektů v rámci všech profilů najednou.

Moduly systému FOTOM, které řeší problematiku 2D modelování jsou moduly FOTOM1 a 2 a moduly FOTOM5 a 6 viz. obr. č. 14 a 17.



Obr. č. 14: Modul FOTOM1 – měření vzdálenosti mezi objekty.



Obr. č. 15: Modul FOTOM2 – 2D modelování procesu měření.

3.4 Měření odchylek

Provádíme-li měření objektů pomocí fotogrammetrických metod, vedle přímých hodnot parametrů zájmových objektů nás zajímají také i odchylky těchto hodnot od pevně stanoveného zvoleného průměru nebo projektových hodnot. Například odchylka od průměrné hodnoty může odhalit v místa deformace.

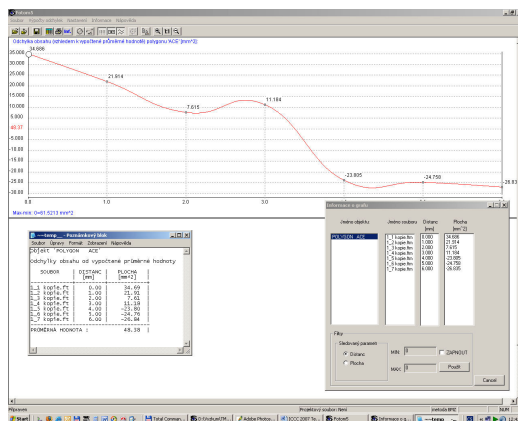
Při výpočtu odchylek je důležité určit správně průměrnou hodnotu, ke které se odchylka vztahuje. První a nejjednodušší možností je volba aritmetického průměru naměřených hodnot. Dále můžeme označit soubor charakterizující dané měření pro nás vhodným způsobem jako projektový soubor a za průměrnou hodnotu použít hodnotu parametru z tohoto souboru.

Porovnání obou přístupů k měření odchylek:

Nedostatkem aritmetického průměru je skutečnost, že se jeho velikost pro různá měření může měnit a dále vypovídá pouze o aktuálním stavu jámy, nezjistíme z něj kde se parametry v poslední době nejvíce změnily, což nás také zajímá.

Jestliže potřebujeme zjistit aktuální stav měřeného objektu použijeme projektované hodnoty, a tím získáme přesný obraz aktuálního stavu a to pro celý měření interval.

Je nutné před započítím vyhodnocení odchylek zvážit, co přesně potřebujeme a vybrat průměrnou nebo projektovou hodnotu, se kterou docílíme potřebných výsledků.

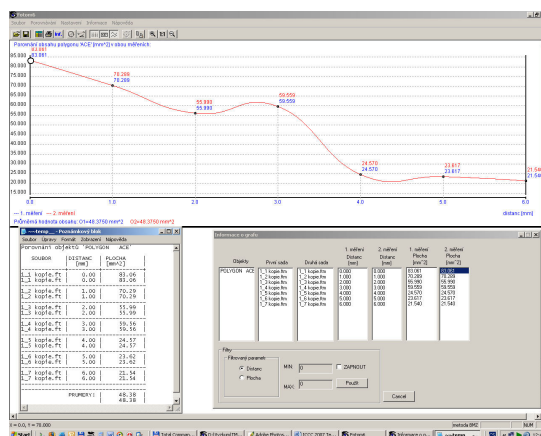


Obr. č. 16: Modul FOTOM5 – měření hodnot odchylek.

3.5 Syntéza dvou měření

V některých případech nám ovšem ani odchylky od průměrných nebo projektových hodnot nestačí. Jestliže například potřebujeme zjistit změny hodnot parametrů zájmových objektů, které nastaly od minulého měření, a to v každém bodě měřícího intervalu. V tomto případě je vhodnější zobrazit parametry z aktuálního měření do jednoho grafu spolu s parametry z měření dřívějšího, oproti kterému chceme zjistit změny.

Modul systému FOTOM, které řeší syntézu dvou měření je FOTOM6, viz. obr. č. 17.



Obr. č. 17: Modul FOTOM6 – syntéza dvou měření.

4. 2D a 3D modelování a animace

4.1 3D modelování a animace

K zobrazení trojrozměrné scény (3D) na monitoru počítače, který má fyzickou schopnost zobrazovat pouze dvojrozměrné objekty, je nutno tuto 3D scénu převést. K tomuto účelu se v počítačové grafice užívá promítání. Promítáním rozumíme zobrazení vektoru (x', y', z') \rightarrow (x, y) . Nejznámější druhy promítání jsou následující (Žára J., 1992):

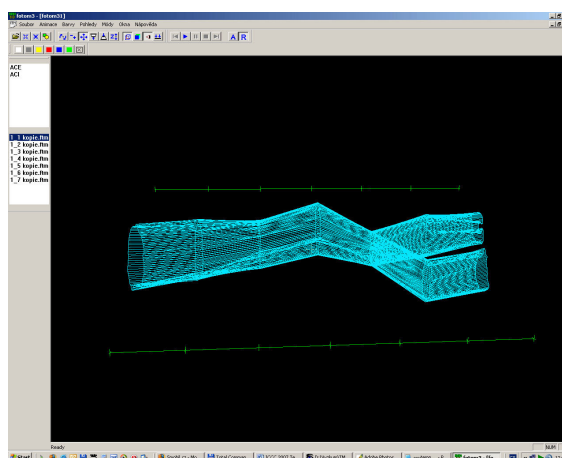
- Středové promítání
- Rovnoběžné promítání
- Kosoúhlé promítání

Podobně jako objektiv fotoaparátu dokáže zachytit jen určitý výřez okolního prostoru, také zde je žádoucí vybrat úsek trojrozměrného prostoru, ve kterém leží promítané objekty (Žára, 1992).

Při rovnoběžném promítání vybereme objekty nejsnáze tak, že definujeme **zorný hranol**, který obklopi potřebnou prostorovou oblast. Zorný hranol má stěny rovnoběžné se souřadnicovými osami. Umístění stěn hranolu a jeho rozměry vlastně určují okénko v průmětně. Hranol je kolmý na průmětnu a jeho přední a zadní stěna (ořezávací rovina) je určena dvěma rovinami rovnoběžnými s průmětnou.

Výběr prostorové oblasti určené k zobrazení se u středového promítání provádí pomocí **zorného jehlanu**. Jeho vrchol je v místě stanoviště pozorovatele, jeho strany vytínají rovnoběžník odpovídající okénku v průmětně. Po zadání přední a zadní ořezávací roviny se zorný jehlan mění na komolý.

Modul systému FOTOM, který řeší problematiku 3D modelování je FOTOM3, viz. obr. č. 18.



Obr. č. 18: Modul FOTOM3 – 3D modelování a animace procesu měření.

4.2 2D animace procesu měření

Hlavním úkolem je pomocí animace prezentovat naměřené údaje, a to zcela jiným způsobem než jsou výsledky měření zobrazovány v grafech.

Každý digitalizovaný měřický snímek je podroben rotaci, změně měřítka a nakonec při zobrazování i posunu v obou osách. Touto transformací zajistíme, že snímky budou na sebe navzájem správně navázány a při spuštění animace docílíme vjemu pohybu objektů apod.

- **Animace objektů**

Animace objektů je stěžejní zobrazovací mód modulu pro animaci FOTOM4. Jedná se o zobrazování nebo animaci zájmových objektů na nějakém pozadí, kterým je často samotný zdigitalizovaný měřický snímek. Takto můžeme názorně analyzovat či prezentovat měření sledováním polohy nebo geometrických vlastností zájmových objektů, prozrazující deformace např. objektů a jiné.

Animace rychle za sebou jdoucích snímků měřených profilů spolu s jejich zájmovými objekty má význam hlavně ve spojitosti s výpočtem transformací, které provádíme kvůli zajištění správné vzájemné orientace zobrazovaných objektů. Stejně jako při animaci snímků se i zde jedná o transformace lokálních vlíčovacích bodů na pozici totožných lokálních vlíčovacích bodů v referenčním profilu. Jakmile tedy získáme rotaci, změnu měřítka a posun, použijeme je na transformaci bodů.

- **Animace snímků**

Pod pojmem animace snímků rozumíme zobrazování nebo animaci měřických snímků, ať už jsou transformovány či nikoli.

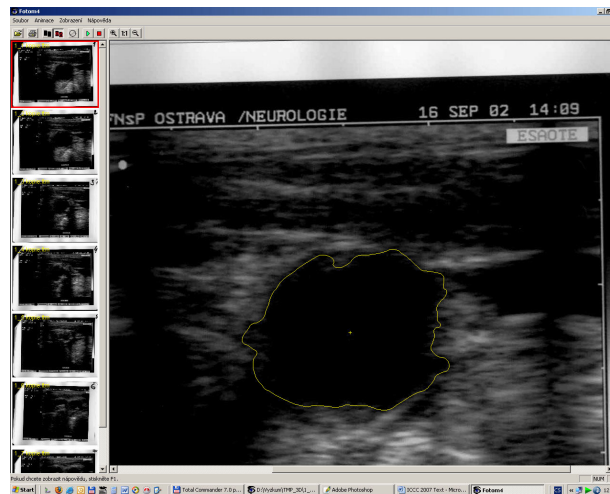
Samozřejmě, že využití animace snímků při prezentaci výsledků měření má smysl hlavně pokud transformace snímků provádíme. Avšak i když tomu tak není, můžeme si při takové animaci udělat základní představu o kvalitě jednotlivých snímků: např. o kvalitě jejich naskenování, také lze vidět rozdílné expoziční doby a přexponování či podexponování snímků atd. I tady je tedy animace namístě, zvláště když si uvědomíme, že tak ihned dostaneme ucelený přehled o kvalitě celé sady měřických snímků a parametrů zájmových objektů.

Další zvýšení čitelnosti zobrazovaných dat

Pro větší názornost se také používá zobrazování více zájmových objektů z různých profilů současně. Vždy jsou zobrazovány totožné zájmové objekty (tj. jedná se vždy o objekt stejného typu, který je na-definován ve všech analyzovaných profilech) – navíc profily, jejichž objekty jsou zobrazovány najednou, jsou často voleny tak, že spolu bezprostředně sousedí. Tím získáme ještě větší čitelnost zobrazených informací založenou na předpokladu přímého srovnání pozic anebo geometrických vlastností zájmových objektů z různých profilů. Zájmové objekty každého profilu jsou pak vykreslovány svou specifickou barvou, pro lepší odlišení od objektů z jiných profilů.

Jednou z neposledních možností zlepšení názornosti je cyklická změna pozadí zájmových objektů. Jistě by bylo praktické zobrazovat transformované zájmové objekty na pozadí, které by stále tvořil netransformovaný měřický snímek referenčního profilu. Tak bychom mohli vizuálně porovnat, zda např. vybraný zájmový objekt leží přesně na světelné stopě na snímku. Také však může být výhodné měnit snímky na pozadí častěji po každém n-tém zobrazeném profilu.

Modul systému FOTOM, které řeší problematiku 2D animace procesu měření je FOTOM4, viz. obr. č. 19 a pro 3D animace procesu měření je FOTOM3, viz. obr.č. 18.



Obr. č.19: Modul FOTOM4 – 2D animace procesu měření.

5. Modul FOTOM7

U důlní fotogrammetrie je např. při každém měření nafoceno velké množství snímků, cca 100 a více. Proto bylo snahou vyřešit pomocí automatického zpracování definování zájmových bodů a objektů na snímků. To je úloha, kterou řešil původní modul **FOTOM7** (Ličev, L. 2001, 2002).

Modul nejdříve načte výchozí hodnoty, které uživatel vytvořil nad jiným již dříve zpracovaným snímkem. Pak provede nad zbývajících vybranými snímky analýzu, při které na novém snímku vyhledá polohu vlíčovacích bodů, které jsou definovány z předchozích snímků. Systém tedy zná přibližnou polohu zájmového bodu a provádí pouze jeho dohledání v předem určené oblasti. Pokud najde bod, který vyhovuje, nastaví jej jako zájmový bod hledaného snímku. V případě, že bod není nalezen, je nastaven jako zájmový bod ten bod z předchozího snímku.

Celý proces je rozdělen do několika částí podle volby uživatele.

Možnosti modulu:

- a) zkoumání světelných stop
- b) pomocí neuronové sítě

Dále u automatické analýzy můžeme nastavit, který naměřený snímek považujeme za výchozí pro další snímky. Opět se zde vyskytují dvě možnosti:

- a) pro analýzu daného snímku se použijí naměřené hodnoty ze snímku předcházejícího,
- b) pro analýzu všech snímků se použijí stejné naměřené hodnoty, a to z výchozího měření.

6. Architektura systému FOTOM 2007

Nová verze systém FOTOM vznikl doplněním předcházejících verze systému o nové verze modulů FOTOM1, 2, 3, 4, 5 a 6. Tyto nové moduly byly taktéž vypracovány na katedře informatiky FEI VŠB TU Ostrava.

- Modul FOTOM1 – označení zájmových bodů a objektů,
- Modul FOTOM2 – 2D modelování procesu měření,
- Modul FOTOM3 – 3D modelování a 3D animace procesu měření,
- Modul FOTOM4 – animace procesu měření,
- Modul FOTOM5 - měření hodnot odchylek,
- Modul FOTOM6 - porovnání dvou měření.

- Modul FOTOM7 – rozpoznávání zájmových bodů a objektů.

7. Závěr

Příspěvek se zabývá moderními metodami použitými při zpracování snímku v rámci měření objektů na snímku.

V příspěvku je popsáno 2D modelování procesu měření. Zde byly stanoveny a popsány objekty na snímku. Interval měření může být podle charakteru měření v metrech nebo v čase (datum nebo hodiny). Dále je v rámci 2D modelování procesu měření vyřešena i otázka relativního natočení objektů.

V příspěvku je popsáno také i 3D modelování. Zde byla analyzována problematika promítání, které tvoří základ převedení prostorového obrazu do dvourozměrného.

Dále je popsáno řešení problematiky počítačové animace a to 3D animace a 2D animace objektů a animace snímků.

Vedle přímých hodnot parametrů zájmových objektů, nás zajímají také i odchylky těchto hodnot od vypočtených průměrů nebo od projektových hodnot parametrů. Nástroje umožňující měření a modelování těchto odchylek a porovnávání dvou měření na tehož objektu jsou součástí systému FOTOM.

Dále bylo popsáno řešení automatického zpracování definování zájmových bodů a objektů na snímků.

V závěru příspěvku byla popsána architektura systému FOTOM 2007.

Literatura

- Beneš B.: 1999. Počítačová grafika od 2D do 3D – 11. část, *CHIP*, ročník IX/1999, číslo 3, ISSN 1210-0684
- Kostuřík M., Kubiczek M. a Pospíšil J.: 2000-2001. Počítačové zpracování fotografie. Diplomový projekt VŠB-TU Ostrava.
- Ličev L. a Holuša T.: 1998. Nové řešení důlní fotogrammetrie na PC, 2/1998, URGP Praha.
- Ličev L.: 1998. New approaches to mining photogrammetry using PC, 5 nacionalna konferencija Varna '98, MGU Sofia.
- Ličev L. a Holuša T.: 1999. Fotogrammetrické měření důlních jam, Konference GIS '1999 VŠB-TU Ostrava, HGF.
- Ličev L.: 1999. Fotogrammetrie na PC, 4/1999, Acta montanistica slovacca, Košice.
- Ličev L.: 2000. Počítačové zpracování fotografie, Habilitační práce, HGF VŠB-TU Ostrava.
- Ličev L.: 2001. FOTOM 2000 a vizualizace procesu měření., Konference GIS '2001 VŠB-TU Ostrava, HGF.
- Ličev L.: 2001. Fotogrammetrični systemy i vidualizacija na procesa na merene., Konference SGEM Varna, Bulharsko.
- Ličev L.: 2001. Fotogrammetrické měření důlních jam., 7/2001, URGP Praha.
- Ličev L.: 2005. Podrobnější analýza snímků. 12. konference SDMG, Ostrava:VŠB HGF.
- Sojka E.: 1999. Digitální zpracování obrazu, skriptá VŠB - TUO, FEI.
- Šejda P.: 2004. Počítačové zpracování fotografie. Diplomový projekt VŠB-TU Ostrava.
- Žára J. a kolektiv: 1992. Počítačová grafika – principy algoritmy, První vydání, Praha, GRADA, 1992. ISBN 80-85623-00-5