

Systém FOTOM 2009 na platformě NetBeans

Doc. Ing. Lačezar Ličev CSc., Ing. Lukáš Krahulec, Bc. Jan Král

Katedra informatiky, FEI, Vysoká škola báňská – TU Ostrava, 17. listopadu 15/2172,

708 33, Ostrava-Poruba, Česká republika
Kontakt. lacezar.licev@vsb.cz

Abstrakt. Na katedře informatiky FEI VŠB TU Ostrava je vyvinut systém FOTOM, který slouží k digitálnímu zpracování snímků. Program je vytvořen v programovacím jazyku C++. Původně byl systém vyvíjen jako jedno účelový program a nevytvářelo se žádné veřejné API, které by mohlo využívat další moduly. Proto vznikl požadavek vytvořit zcela novou generaci systému založenému na moderním jazyce a postaveném na vhodné platformě, která umožní plnou modularitu systému. Vznikla tak revoluční verze systému FOTOM 2009 s nově navrženým jádrem, který díky silnému API umožní aplikaci stát se více univerzální, snadno rozšiřitelnou. Smyslem implementace nové verze systému není pouze přeprogramování původní verze systému a poskytnout (velmi velkou) výhodu modularity, ale inovativním způsobem přepracovat původní nástroje a rozšířit je o nové myšlenky způsobu definice a detekce zájmových objektů a umožnit jednodušší práci se snímkem. Současná verze systému nenahrazuje plně FOTOM 2008 a proto nová verze jádra je provázána se systémem FOTOM 2008 a umožňuje modulům export do jeho formátu.

Klíčová slova: fotogrammetrie, FOTOM, NetBeans platforma, architektura, Java, zpracování snímku, filtr, zájmový objekt, prahování, detekce objektu, XML.

Abstract. System FOTOM 2009 on NetBeans platform. On the Department of Informatics FEI VŠB TU Ostrava FOTOM is developer systém FOTOM, which serves the digital image processing. The program is created in the programming language C + +. Originally the system was developed as a purpose-built program with no public API for other future modules. For this mason we decided to create a whole new generation system based on modern language and built on a suitable platform, enabling full modularity of the system. This calls for a revolutionary version of FOTOM 2009 with a newly designed core, which, thanks to strong API allowing an application to become more flexible, easily expandable. The purpose of implementation of the new version of the system is not only reprogramming the original version of the system and provide a advantage of modularity, but revise the original tools and extend them by new and innovative ideas The current system does not replace all functionality of FOTOM 2008. New core is *backward compatible and allow export to old format*.

Keywords: fotogrammetry, FOTOM, NetBeans, platform, architecture, Java, image processing, tresholding, object detecting, XML

1 FOTOM 2008

Na katedře informatiky FEI VŠB TU Ostrava se od roku 2000 vytváří program FOTOM [1,2], který slouží k digitálnímu zpracování snímků. Nejprve byl tento systém navržen pro měření důlních jam, ale postupem času se rozšířil na výkonný systém s mnoha moduly, které nabízí pokročilé možnosti detekce zájmových objektů a vizualizace měření. Aktuální verze této vývojové větve nese název FOTOM 2008 a je tvořen několika moduly [1,2]:

Fotom1. Modul pro definici zájmových objektů. Tento modul je základní částí systému a slouží pro definování zájmových objektů na snímku, které můžeme dále měřit, sledovat jejich vývoj anebo modelovat. Modul umožňuje definování bodu, hrany, vrcholu, kružnice, elipsy a polygonu.

Fotom2. 2D modelování měření. Tímto modulem je možné ve 2D zobrazení porovnávat dvě měření a sledovat odchylky měření. Je možné měřit vzdálenosti mezi středy definovaných zájmových objektů, proměřovat objekty na sérii snímků a vhodným grafem zobrazovat změny jejich vlastností anebo porovnávat vůči definované průměrné hodnotě.

Fotom3. Modul pro 3D vizualizaci měření slouží k umožnění komplexnějšího náhledu na sledovaný objekt. Tento modul sestává ze série snímků 3D model, se kterým lze snadno manipulovat, přehlížet a provádět další měření, která nejsou možná z 2D pohledu na jednotlivé řezy.

Fotom4. Animace procesu měření. Úkolem tohoto modulu je umožnit uživateli prezentovat měření odlišným způsobem než pouze grafem. Jednotlivé snímky při animaci transformovány podle definovaných referenčních bodů tak, aby výsledná animace zobrazovala průchod sledovaným objektem.

Fotom5. Rozpoznávání zájmových bodů slouží k nalezení a automatickému definování sledovaného objektu podle předchozího snímku, který byl zadán ručně. Pomocí vhodných algoritmů je i složitý objekt nalezen na novém snímku a označen.

2 Systém FOTOM 2009

Během let vývoje se ze systému FOTOM 2008 stal velmi silný nástroj pro digitální zpracování obrazu, který ale postupem času přestával plnit požadavky na moderní aplikaci. Původně byl tento systém vyvíjen jako jednoúčelový program a nepočítalo se s tak velkým vývojem a konečným rozsahem možnosti aplikace.

Architektura systému není tvořena pro modulární systém a veškeré vznikající moduly jsou vytvářeny jako samostatné aplikace a jsou poté integrovány do systému přímým zásahem do zdrojových kódů. Jelikož není vytvořeno žádné veřejné komunikační rozhraní pro moduly, musí každý modul řešit přístup ke snímku, zpracování definovaných objektů atd. sám. Důsledkem těchto vlastností je stále obtížnější rozšiřování jak samotného systému, tak jednotlivých modulů. Původní architektura nemá navržen modul pro aktualizace, a proto při dalším rozšiřování systému by vznikaly problémy s udržení závislosti jednotlivých modulů na jádře systému a problém s distribucí nových verzí.

Uvedené důvody vedly k požadavku vytvořit zcela novou generaci systému, který by byl založen na moderní platformě a bude tak umožněno přepracovat systém *plně modulárním způsobem*. Vedle tohoto základního požadavku byly stanoveny i další cíle, které vedou k vytvoření revoluční verze systému FOTOM 2009:

- Vytvořit silné API a odstínit jednotlivé moduly od nutnosti řešit způsob přístupu ke snímku či k definovaným objektům.
- Zajistit větší univerzálnost programu a umožnit tak nasazení aplikace i do jiných odvětví než pro které byla původně navržena (hornictví, lékařství).
- Umožnit snazší distribuci aktualizací systému a instalaci nových modulů.
- Přepracovat původní vlastnosti systému Fotom 2008 a vylepšit je o nové myšlenky způsobu definice zájmových objektů a inovovat celkový způsob práce se snímkem.
- Zjednodušit uživatelské rozhraní a umožnit tak snazší práci a měření.

2.1 Jádro systému FOTOM 2009

Pro implementaci jádra nového systému byla vybrána platforma NetBeans Platform (verze 6.5), která splňuje veškeré požadavky kladené na vlastnosti nového systému. Volba této platformy znamená použití programovacího jazyka Java, který zajistí aplikaci snadnou přenositelnost mezi operačními systémy.

Jazyk Java nevyniká prostředky pro zpracování obrazu, a proto pro potřeby náročnějších operací se snímkem byl vybrán balík JAI (Java Advanced Imaging), který rozšiřuje omezené základní možnosti použitého jazyka o sofistikované možnosti zpracování obrazu. JAI poskytuje platformou nezávislé rozhraní, které je implementované pro většinu rozšířených operačních systémů a je tak možno využít plnou hardwarovou akceleraci a tím i vysoký výkon aplikace.

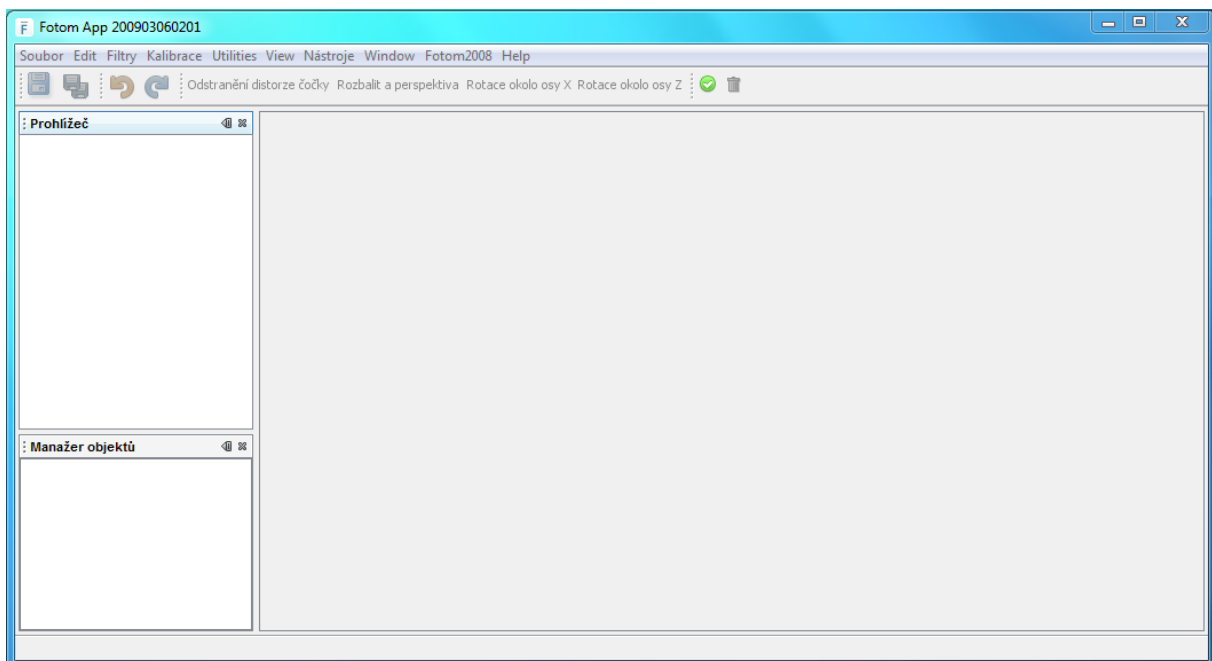
2.2 Nástroje podporované jádrem

Implementované jádro má definované rozhraní pro 3 typy nástrojů, kterým poskytuje možnost snadného přístupu ke snímku a zároveň dává nástrojům velkou volnost v chování, a proto je možné vytvořit velké množství konkrétních implementací. O jednotlivé nástroje se stará kontejner nástrojů, který určuje, který nástroj je aktivní a posílá mu důležité události. Samotný nástroj je tedy tvořen tak, že se nemusí starat o ostatní nástroje anebo zjišťování zda je vybrán či ne.

Nástroje pro definování oblastí. Toto rozhraní umožňuje vytvořit nástroj pro manuální nebo automatickou definici objektů. Je definováno rozhraní pro reakci na události myši, výběr objektu, ale i možnost exportu do formátu systému Fotom 2008 nebo adaptace objektu podle předchozího snímku (nalezení nové hranice objektu).

Nástroje pro skicování a filtry slouží k úpravám samotného snímku. Nástroje implementující toto rozhraní mají možnost přímo zasáhnout do snímku a upravit ho (dokreslit chybějící části snímku, filtrace, transformace). Jádro nabízí nástroji vždy kopii originálního snímku, která slouží jako pracovní a kterou sdílejí i ostatní nástroje (definující oblasti a měřicí nástroje). Díky tomu je možno sledovat jak moc se filtrovaný snímek liší od svého originálu a případně vrátit změny zpět.

Nástroje pro měření. Toto rozhraní slouží k vytvoření nástrojů, které budou proměřovat vzdálenosti mezi objekty na snímku a především nástroje, který bude definovat *lícovací body*. Ty jsou důležité pro určení správné pozice a měřítka snímku.



Obr. 1. Jádro systému

2.3 Vlastnosti jádra

Perzistence. Jádro systému zcela odděluje perzistenci dat od jejich zpracování a zobrazení. Díky tomu jednotlivé moduly nemusí implementovat přístup k disku zpracování konfiguračních údajů ke každému snímku. Fyzicky jsou definované objekty na snímku serializovány do XML souboru, což umožňuje spolupráci s dalšími programy anebo ruční editaci.

V rámci perzistentní části (modulu) jádra je implementován průzkumník provedených měření, který nabízí možnost strukturovat měření do adresářové struktury. Tento modul se také stará o zobrazení snímku, kdy prohledá načtené moduly v systému a nabídne ty, které jsou schopné snímek otevřít

zobrazit (implementují nutná rozhraní). Takto je možné vytvořit *libovolné implementace zobrazení informací*, které se automaticky integrují do systému.

Zobrazení. V jádře systému se nachází základní implementace zobrazení, která je nastavena jako primární pro otevření snímku. Tato implementace stejně jako jiné, které je možno integrovat do systému, implementuje definované rozhraní pro zobrazovací moduly. Slouží k zobrazení snímku a umožňuje definici objektů na snímku, přiblížení a oddálení a prolínání originálního snímku s upraveným snímekem.

Panel nástrojů. Systém nabízí panel nástrojů, ve kterém se zobrazují dostupné nástroje pro definici objektů, skicování a měření. Kterýkoli modul může nabídnout nový nástroj, pokud implementuje vhodné rozhraní. Panel nástrojů tento nástroj vyhledá a zobrazí ve zvolené kategorii. Vedle panelu nástrojů je možné, aby modul vytvořil nástroj dostupný z menu. Vložení do menu zajišťuje samotná platforma NetBeans, jádro systému takovému nástroji nabízí množinu metod pro jednoduchou práci se snímekem. Tímto způsobem je možno vytvořit sadu filtrů, které nejsou vhodné vkládat do panelu nástrojů.

2.4 Instalace a aktualizace a další funkce

Systém FOTOM 2009 je nastaven tak, aby automaticky kontroloval dostupné aktualizace modulů, které stahuje z internetu. Dále je možno listovat v dostupných nových modulech a jednoduše je instalovat.

Systém má díky použité platformě implementováno další nástroje, na které je uživatel moderních aplikací zvyklý:

- Funkce zpět / vpřed.
- Klávesové zkratky.
- Možnost upravit pozice oken.

3 Implementované moduly

3.1 Modul definice objektů

V tomto modulu jsou implementovány nástroje, které slouží k definici objektů na snímku. Nástroje, které definují typ objektu, který lze zpracovat ve starší verzi systému umožňují export do formátu, který lze v tomto systému zpracovat. Veškeré nástroje slouží k ruční definici objektů.

Nástroj kružnice. Slouží pro měření odchylek a vzdáleností na snímcích kruhového tvaru (šachty, tepny). Kružnice se zadává definováním středu a poloměru (ale je možné i definovat pomocí 3 bodů). Tento nástroj poskytuje funkci adaptace, kdy je možno klonovat definovaný objekt kružnice na další snímek (další v čase nebo prostoru) a kružnice automaticky nalezne svou novou pozici podle změny polohy sledovaného objektu. Nalezení této pozice se provádí tak, že se z kružnice vytvoří polygon, využije se funkcí adaptace polygonu a následně se z polygonu vypočítá nová kružnice.

Nástroj polygon. Tento nástroj je nejpoužívanější nástroj, kterým se definují oblasti, které nejsou nijak pravidelné. Oblast je možno definovat buď ručně a to postupným definováním jednotlivých bodů anebo u rozsáhlých nebo velmi členitých objektů je možno použít nástroj pro *automatické definování objektu*, který automaticky nalezne hranice objektu a definuje na něm polygon.

Pro lepší nalezení hranice je vhodné použít jeden ze skicovních nástrojů a filtrů. Stejně jako kružnice i polygon je schopen adaptace na novém snímku vyhledáním nových pozic každého bodu polygonu. Vyhledání nové pozice bodu spočívá v hledání nové hranice sledovaného objektu na pomyslné přímce mezi těžištěm polygonu a samotným bodem.

Nástroj bod. Slouží k jednoduchému definování bodu zájmu.

Nástroj průsečík. Tento nástroj slouží stejně jako nástroj *bod* k definování jediného bodu. Na rozdíl od jednoduchého bodu je průsečík zadán čtveřicí bodů, které vytvoří 2 přímky a zájmový bod leží na jejich průsečíku

Nástroje definující mřížku. Jsou vytvořeny dva druhy nástrojů, které zobrazují mřížku na snímku. Pro ultrazvukové snímky je vytvořena mřížka zobrazující soustředné kružnice a paprsky vycházející z definovaného místa a pro ostatní druhy snímků je vytvořena mřížka z horizontálních a vertikálních přímk.

3.2 Lícovací body

Modul lícovací body implementuje nástroje pro měření a poskytuje nástroj pro definici referenčních bodů na snímku. Takto je možné přesně určit pozici snímku v prostoru a pracovat se sérií snímků. Dále tento nástroj definuje měřítko mezi reálnými souřadnicemi (mm, cm, m) a obrazovými body (px). Lícovací body se zadávají definováním dvou bodů, definováním jednotek a zadáním reálných souřadnic.

3.3 Manažer objektů

Tento modul vzniknul pro potřeby spravovat velké množství objektů na snímku. Pokud je objektů definováno velké množství, pak je práce s nimi přímo na snímku stává méně přehlednou. Manažer objektů zobrazuje seznam definovaných objektů a poskytuje další způsob jak vybrat objekt, se kterým chce uživatel pracovat. Další funkcí tohoto modulu je poskytnout jednoduchý nástroj pro měření vzdáleností mezi objekty. Označením více objektů v seznamu zobrazí manažer vizuálně spojnice mezi těmito objekty s textovými informacemi o vzdálenosti jak v obrazových bodech, tak milimetrech (či v jiné jednotce, která je zadána v lícovacích bodech).

3.4 Modul skicování a fitry

Skicovací nástroje implementované v tomto modulu poskytují prostředek k úpravám nedostatků snímku dokreslením nebo zvýrazněním chybějících hranic. Filtry v tomto modulu upravují snímek v prostorové doméně (průměrováním okolními body podle definované matice).

Úsečky a lomené čáry. Nástroje jsou schopny kreslit do snímku úsečky definovanou tloušťkou a barvou. Lomená čára je definována sérií na sebe navazujících úseček.

Křivky. Pro dokreslování chybějících částí je většinou vhodnější použít právě křivky, jelikož sledované objekty obvykle nemají pravoúhlý tvar. Pro pohodlné dokreslení tvaru jsou vytvořeny nástroje *Bézierova křivka*, která je zadána třemi body a *kubické Bézierovy křivky*, která je zadána čtyřmi body.

Zvýraznění hranice, plechovka s barvou. Stejně jako v mnoha dalších aplikacích slouží tento nástroj pro vyplnění souvislé oblasti určenou barvou. Ve vlastnostech nástroje je možno zvolit citlivost a tak je možno vyplnit barvou i oblasti, které jsou zatíženy šumem. Nástroj pro zvýraznění hranice má obdobnou funkci s tím, že obarví jen hranici oblasti.

Prahování. Tyto filtry slouží ke zvýraznění kontrastu mezi objekty a pozadím. Definováním prahu (svítivost 0-255) se určí mezní hodnota a všechny body mající menší svítivost než tato hodnota jsou obarveny na černo. Další implementací je binarizace obrazu, kdy se body s menší světelností obrazu obarví na černo a body se stejnou anebo větší světelností obarví na bílo. Tyto filtry jsou schopny zpracovávat jak obraz ve stupních šedi, tak barevný obraz, kdy se každá barevná složka obrazu prahuje zvlášť.

Definice prahu probíhá táhnutím posuvníku nebo přímým zápisem číselné hodnoty. Nástroje automaticky překreslují snímek podle zvoleného prahu a je tak možno nalézt ten nejvhodnější práh. Další funkcí tohoto nástroje je automatické nalezení prahu propočítáním průměrné světelnosti bodů. Často je vhodnější pracovat ve stupních šedi, a proto byl vytvořen filtr *převod do stupně šedi*.

Filtry pro detekci hran. Tento nástroj nalezne oblasti bodů, kde se podstatně mění jas a tyto oblasti zvýrazní. Místa kde jas zůstává stejný jsou obarveny na černo.

Filtry pro rozmazávání. Tyto filtry slouží k redukci šumu na snímku.



Obr. 2. Měření na snímku

4 Propojení systému FOTOM 2009 se systémem FOTOM 2008

Jelikož systém FOTOM 2008 poskytuje silné nástroje pro analýzu a zpracování dat, bylo již v návrhu aplikace počítáno s napojením systému FOTOM 2009 na jeho předchůdce. Pro jednoduché ovládání starší verze vznikl modul pro FOTOM 2009, který umožňuje spustit moduly Fotom1 – 5 přímo z menu aplikace.

Aplikace Fotom 2009 je schopna exportovat snímky s definovanými objekty do formátu systému Fotom 2008, kde je možno provádět analýzy, které nejnovější verze systému prozatím nemá implementované.

5 Závěr

Podařilo se vytvořit novou generaci systému Fotom, která spolu s implementovanými moduly tvoří komfortní systém plně nahrazující modul Fotom1 a částečně Fotom5 aplikace FOTOM 2008. Systém je vytvořen jako plně modulární a díky silnému API je univerzální snadno rozšiřitelný. Kompletně přepracované a inovované nástroje umožňují snadnější používání aplikace a poskytují další rozšířené funkce definice zájmových bodů jako je automatická definice objektů nebo adaptace objektu na novém snímku.

V současné době se vytváří unikátní modul, který umožní kalibrovat lékařské snímky pořízené endoskopickou sondou a umožnit tak přesné měření a následnou diagnózu.

Cílem práce je plně přepracovat systém FOTOM 2008 a umožnit tak komplexní možnosti zpracování a analýzy snímku z jedné univerzální aplikace.

6 Reference

1. LIČEV Lačezar: Systém FOTOM 2007 a vizualizace procesu měření Ostrava:Tanger, spol. s.r.o., 2008, vol. 2008,čís. GIS2008, GIS Ostrava, 49-50, Tanger, spol. s.r.o., ISBN 978-80-254-1340-1
2. LIČEV Lačezar: Systém FOTOM 2008 a vizualizace procesu měření Ed. Ing. Kateřina Pešková, Ostrava:TANGER, spol.s.o., 2009, vol. 2009,čís. 1, 35, VŠB TU Ostrava, HGF, Institut geoinformatiky, ISBN 978-80-87294-00-0
3. BOUDREAU Tim, TULACH Jaroslav, WIELENGA Geertjan: Rich Client Programming: Plugging into the NetBeans Platform 1.vyd. Prentice Hall, 2007. 640 s. ISBN 01-3235-480-2.
4. ŽÁRA Jiří, BENEŠ Bedřich, SOCHOR Jiří, FELKEL Petr: Moderní počítačová grafika 2.vyd. Brno: Computer Press, 2004. 609 s. ISBN 80-251-0454-0.
5. BÓHM, Jozef: FOTOGramMETRIE [online]. 2002 [citováno 15. dubna 2009] Dostupné na: <<http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Fotogrammetrie.pdf>>
6. Sun Microsystems, Inc: Programming in Java Advanced Imaging [online]. 1999 [citováno 10. ledna 2009] Dostupné na: http://java.sun.com/products/javamedia/jai/forDevelopers/jai1_0_1guide-unc/>
7. Sun Microsystems, Inc.: Java Advanced Imaging [online]. 2009 [citováno 18. ledna 2009] Dostupné na: <<http://java.sun.com/javase/technologies/desktop/media/jai/>>
8. Sun Microsystems, Inc. : Modules API [online]. 2009 [citováno 2. Dubna 2009] Dostupné na: <<http://bits.netbeans.org/dev/javadoc/org-openide/modules/org/openide/modules/doc-files/api.html/>>
9. NetBeans.org: Lookup Library - The Solution to Communication Between Components [online]. 2009 [citováno 12. února 2009] Dostupné na: <<http://openide.netbeans.org/lookup/>>
10. NetBeans.org: What is a Lookup [online]. 2009 [citováno 12. února 2009] Dostupné na: <<http://wiki.netbeans.org/DevFaqLookup/>>
11. Sun Microsystems, Inc.: Java SE Desktop Technologies [online]. 2009 [citováno 15. Ledna 2009] Dostupné na: <<http://java.sun.com/products/javabeans/>>
12. NetBeans.org: Lookup library API [online]. 2009 [citováno 12. Února 2009] Dostupné na: <<http://bits.netbeans.org/dev/javadoc/org-openideutil/org/openide/util/lookup/doc-files/lookup-api.html/>>
13. NetBeans.org: Window System API [online]. 2009 [citováno 12. Února 2009] Dostupné na: <<http://bits.netbeans.org/dev/javadoc/org-openide/windows/org/openide/windows/doc-files/api.html/>>
14. NetBeans.org: Nodes API [online]. 2009 [citováno 12. února 2009] Dostupné na: <<http://bits.netbeans.org/dev/javadoc/org-openidenodes/org/openide/nodes/doc-files/api.html/>>
15. NetBeans.org: Actions API [online]. 2009 [citováno 12. února 2009] Dostupné na: <<http://bits.netbeans.org/dev/javadoc/org-openideactions/org/openide/actions/doc-files/api.html/>>

Annotation

System FOTOM 2009 on NetBeans platform

The Department of Informatics FEI VŠB TU Ostrava developed system FOTOM, which serves the digital image processing. First, this system was designed to measure the mine pits, but over time it spread to a powerful system with many modules, which offers advanced detection and visualization of objects of interest measurements. The current version of the system contains modules for the definition of objects of interest, 2D modeling of measurement, comparing the two measurements and deviations, 3D visualization, 2D animation and recognition of objects of interest.

The program is created in the programming language C++. It was originally developed as a dedicated system without public API or core, which could be used by other modules. For this reason it is not possible to extend the system using plug-ins, but it is always necessary to incorporate new functionality directly into the program code. Evolves, the system has been further expansion increasingly difficult. Due to the original architecture of the system was impossible to extend the functions of other modules. Original proposal of the program and its interaction with the user already didn't satisfied current requirements for a modern system. For these reasons, we decided to create a new generation of system FOTOM, which would be based on a modern language and built on a

suitable platform that would allow develop new modern program. We have created revolutionary version of FOTOM 2009 with a newly designed core, which, thanks to strong API enabled application that is fully modular, versatile and easily expandable. The purpose of implementation of new version was not only rewrite the original version and provide a (very big) advantage of modularity, but revise the original tools and extend them by new and innovative ideas. We completely redesign tools for definition and detection objects of interest and allow easier working with all tools. The original version of the system provides powerful tools for analysis and visualization and measurement system FOTOM 2009 is not able to fully replace the functionality yet, this is why we linked new system to the FOTOM 2008 and new system allows export to old format,

Objective of this work was create a new generation of fotogrammetric system FOTOM with easy expandability through the plug-ins and with the possibility of automatic updates via Internet and modern user interface.