

# SPhotos3D



## Uživatelská dokumentace

SPhotos3D je program pro rekonstrukci 3D scény ze stereo fotografií.

## Systémové požadavky

Program je multiplatformní a měl by bez problémů fungovat jak na operačním systému Windows, tak na unixových systémech.

U unixových systémů je nutné, aby knihovny GTK+ byly verze 2.0 a vyšší. Jinak nemá program žádné požadavky na přítomnost dalších knihoven či programů.

## Popis obsahu CD

- Složka **Data** obsahuje několik ukázek vstupních souborů, fotografií a také modelů, které z nich byly vytvořeny.
- Složka **Results** obsahuje několik ukázek 3D modelů vytvořených programem.
- Složka **Source** obsahuje zdrojové kódy programu a soubor XML s uživatelským rozhraním **SPhotos3D.glade**.
- Složka **SPhotos3D-unix** obsahuje soubory nutné ke kompilaci programu na unixových systémech.
- Složka **SPhotos3D-win** obsahuje spustitelný soubor **SPhotos3D.exe** a knihovny nutné pro běh programu.
- V souboru **Manual.pdf** naleznete uživatelskou dokumentaci.
- Soubor **Documentation.pdf** obsahuje programátorskou dokumentaci k programu.

## Pořizování fotografií

Fotografie můžete pořídit běžným digitálním fotoaparátem s CCD snímačem, popř. webkamerou. Obě fotografie musí samozřejmě obsahovat stejnou scénu, ovšem každá ji musí zachycovat z jiné pozice. To znamená, že fotoaparát musíte po pořízení prvního snímku buď natočit o určitý ne moc velký úhel (ideálně 30°), nebo posunout, popř. obojí. Pokud to neuděláte a pořídíte obě fotografie ze stejné pozice a pod stejným úhlem a použijete např.

pouze zoom, pak rekonstrukce nebude možná. Posunutí i otočení však nesmí být moc velké, jinak by nebylo možné najít dostatečný počet shodných bodů. Několik ukázek vhodných dvojic fotografií můžete nalézt ve složce **Data**. Vždy je lepší při fotografování používat stativ a ukládat snímky s co nejlepším možným rozlišením.

## **Získání shodných bodů**

Když máte fotografie, je potřeba nalézt shodné body - tedy souřadnice těch bodů, které jsou obsaženy na obou fotografiích. Na přesnosti souřadnic závisí kvalita výsledného modelu a je tedy vhodné použít k jejich nalezení některý z dostupných programů. Jednou z nejlepších a volně dostupných aplikací je autopano-sift [<http://cs.tu-berlin.de/~nowozin/autopano-sift>]. Tento program se zabývá tvorbou panoramat z fotografií, což samozřejmě také vyžaduje znalost shodných bodů. Můžete ho tedy použít k nalezení shodných souřadnic na fotografiích. O formátu, v jakém získáte výstup z této aplikace, se více dozvíte v části věnované vstupním souborům.

Aby bylo možné vypočítat 3D model, je nutné znát alespoň osm dvojic shodných bodů. Pokud program, který k získání souřadnic použijete, najde méně než osm shodných bodů, nebude možné 3D rekonstrukci získat. K tomu nejčastěji dochází proto, že rozdíl mezi scénami na fotografiích je příliš velký. Další možnou příčinou jsou nekvalitní fotografie zatížené šumem.

Maximum shodných bodů není nijak dáno. Platí sice, že čím více shodných bodů máte k dispozici, tím lepší můžete získat 3D model, ale na druhé straně musíte mít na paměti, že rekonstrukce z velkého počtu bodů může trvat hodně dlouho. Pokud se tedy s ohledem na rychlost používaného počítače rozhodnete omezit počet shodných bodů, je lepší udělat to už při jejich hledání. Program autopano-sift např. umožňuje zadat maximální množství bodů, které chcete najít. Využitím této možnosti zaručíte jednak adekvátní počet bodů, a jednak to, že získané body budou stále zachycovat danou scénu rovnoměrně. Pokud byste totiž měli soubor s velkým množstvím bodů a rozhodli se část z nich odstranit ručně, mohlo by se stát, že by zbylé body zachycovaly jen nějakou část z celé scény.

## Vstupní data

Vstupní data programu tvoří dvě fotografie a soubor se shodnými body. Zatímco na typ fotografií nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky, soubor s daty má pevný formát. Jedná se o textový soubor, kde na prvním řádku je číslo udávající počet shodných bodů. Na druhém řádku je uvedena šířka první fotografie a na třetím řádku její výška. Na čtvrtém a pátém řádku je šířka a výška druhé fotografie. Na následujících řádcích se pak nacházejí souřadnice shodných bodů - na jednom řádku jsou vždy čtyři čísla, kde první udává x-ovou a druhé y-ovou souřadnici bodu na první fotografii a třetí a čtvrté číslo udává souřadnice odpovídajícího bodu na fotografii druhé. Namísto desetinné čárky musí být v souřadnicích použita tečka. V opačném případě totiž program načte pouze celou část čísla a tím dojde k velkým nepřesnostem během výpočtu. Program načte maximálně takové množství shodných bodů, jaké je uvedeno na prvním řádku.

V případě, že jste k nalezení shodných souřadnic použili program autopano-sift, získali jste soubor s příponou `pto`. Tento soubor má svůj specifický formát. Můžete z něj získat všechny informace pro tvorbu výše popsaného vstupního souboru, ale také můžete jako vstup použít přímo soubor `*.pto`. Přesněji řečeno program umí získat potřebná data z `*.pto` souboru, pokud byl tento soubor vytvořen aplikací autopano-sift verze 2.4. V případě jiných verzí je nutné si nejdříve ověřit, že soubor `*.pto` má stejnou strukturu jako u verze 2.4.

Příklady obou popsaných formátů naleznete ve složce **Data**.

Z fotografií a shodných bodů už lze získat projektivní 3D model scény. Projektivní prostor nezachovává tvar, délku, vzdálenost ani úhly. Proto projektivní model může působit dost nepřírozeně. Lepší je získat metrickou rekonstrukci scény. K tomu je však nutná znalost kalibračních dat použitého fotoaparátu. Jedná se o data popisující vnitřní vlastnosti fotoaparátu. Bohužel nebývají tato data uváděna v parametrech fotoaparátů. Získat je můžete např. pomocí programu GML Camera Calibration Toolbox [<http://graphics.cs.msu.ru/en/research/calibration/index.html>]. Na přesnosti kalibračních dat závisí kvalita výsledného metrického modelu, proto se vyplatí věnovat jejich získání dostatečnou pozornost.

Pokud jste pro pořízení fotografií použili pouze jeden fotoaparát se stejným nastavením, pak stačí uvést kalibrační data vztahující se k tomuto nastavení. V případě, že jste použili jeden fotoaparát, ale pokaždé s jiným

nastavením (jedná se především o funkci zoom), pak je nezbytné uvést kalibrační data pro obě nastavení. Totéž platí v případě, že jste použili dva různé fotoaparáty.

Programy na získání kalibračních dat produkují soubory obsahující různé informace. Pro sestavení souboru s kalibračními daty potřebujete znát pouze následující hodnoty

- Ohniskovou vzdálenost pro směr  $x$  a směr  $y$ . V ideálním případě by měla být tato dvě čísla totožná. Kvůli různým nepřesnostem se však většinou nepatrně liší. Tyto hodnoty mívají označení *focal length* nebo pouze *fc*. Pozor - nejedná se o tentýž údaj, jaký je uváděn v parametrech fotoaparátu!!!
- Koeficient zkosení. U většiny fotoaparátů a webkamer by měl být nulový. U méně kvalitní přístrojů však může mít nenulovou hodnotu. Označuje se např. jako *skew coefficient*, *s*, nebo *alpha\_c*.
- Souřadnice tzv. *hlavního bodu*. Mohou být označeny jako *principal point*, *pp* nebo *cc*.

Kalibrační data budou uložena v textovém souboru. Na prvním řádku bude číslo 1 nebo 2 podle toho, zda soubor obsahuje jedny, nebo dvojice kalibrační data. Na druhém řádku bude ohnisková vzdálenost ve směru osy  $x$  a na třetím ve směru  $y$ . Na čtvrtém řádku bude faktor zkosení. Na patém se bude nacházet  $x$ -ová souřadnice *hlavního bodu*, na šestém pak  $y$ -ová. Bude-li to potřeba, připojte za tyto údaje ve stejném pořadí ještě kalibrační data vztahující se k druhému fotoaparátu (či pouze druhému nastavení). Je důležité zachovávat pořadí dat - kalibrační data, která odpovídají první fotografii, musí být umístěna jako první!!! Záměna dat by se negativně projevila na výsledném modelu. I v tomto souboru je nutné u čísel používat tečku namísto desetinné čárky. Vzorové soubory opět najdete ve složce **Data**.

## Výstupní data

Výstupem programu je 3D model uložený ve formátu VRML nebo X3D (jedná se o jazyky určené pro popis prostorových scén). Výsledný model můžete upravovat buď pomocí libovolného textového editoru, nebo pomocí modelovacích programů - většina z nich totiž podporuje oba tyto formáty. K

prohlížení 3D modelu stačí nainstalovat plug-in do internetového prohlížeče - např. Cortonu [<http://www.parallelgraphics.com/products/cortona>], která zobrazuje VRML modely (určena je však zejména pro Internet Explorer a na jiných prohlížečích nemusí zobrazovat modely správně).

Kromě modelu 3D scény vytváří program i další výstupní soubory. Řekněme, že program vytvořil požadovaný model a uložil jej do souboru s názvem `model.wrl`. Navíc vytvořil soubory `model_points.wrl` a `log.txt`.

V souboru `model_points.wrl` je uložena *bodová* struktura rekonstruované scény. Jde o model, který je složen pouze z bodů odpovídajících vstupním dvojicím shodných bodů. V podstatě představuje tento soubor jakousi rezervu pro případ, že by program nedoběhl až do konce. Časově nejnáročnější částí rekonstrukce je totiž spojování jednotlivých bodů do trojúhelníku tak, aby vytvořili povrch rekonstruované scény. Pokud by během tohoto výpočtu došlo z nějakého důvodu k přerušení programu, získáte alespoň bodový model, který se vytvoří ještě před zahájením výpočtu povrchu.

Pokud se stane, že po otevření souboru s modelem nic v prohlížeči neuvidíte, je to způsobeno tím, že prohlížeč nezabírá tu část prostoru, ve které se model nachází. Přemísťování v prostoru prohlížeče realizují mimo jiné pomocí tzv. *Viewpoints*. V souboru s modelem je nadefinován *Viewpoint*, ze kterého je 3D model vidět. Stačí si tedy tento *Viewpoint* v prohlížeči zvolit. Některé prohlížeče mají také korekční tlačítko (u Cortony se toto tlačítko jmenuje *Fit*), po jehož zmáčknutí se zobrazí část prostoru s modelem.

Může se také stát, že výsledný model nebude otexturován. Příčiny mohou být dvě. Cesta k zadaným fotografiím je neplatná (zadali jste ji špatně, nebo jste fotografie smazali, či přemístili jinam). Druhou příčinou mohou být speciální požadavky zvoleného prohlížeče na rozlišení textury. Některé prohlížeče mají dané maximální rozlišení textur a nepovolí zobrazení textury s vyšším rozlišením.

Posledním souborem je `log.txt`. Ten zachycuje celý průběh programu.

## Uživatelské rozhraní

V části **Vstup** si zvolíte vstupní parametry programu. Zadáte soubor se vstupními daty a cestu k oběma fotografiím, k nimž se data vztahují. Je důležité, aby bylo zachováno pořadí fotografií - fotografie, jejíž data jsou v souboru na prvním místě, musí být zadána jako první. Dále si zvolíte formát



Obrázek 1: Uživatelské rozhraní programu

vstupního souboru. Volba *autopano* odpovídá formátu vytvořeném pomocí programu *autopano-sift* verze 2.4. Zvolíte-li *vlastní*, musí mít vstupní soubor formát popsany výše. Pokud budete chtít metrický model, musíte navíc zadat soubor s kalibračními daty. Pokud nezadáte všechny požadované soubory (tzn. tři pro projektivní, čtyři pro metrický model), nemůžete zahájit rekonstrukci. Dobře si zkontrolujte, zda jste vše zadali správně, protože při špatném formátu souboru program ohlásí chybu a skončí. Museli byste vše zadávat znovu.

V části **Výstup** si zvolíte jméno, umístění a typ souboru, do kterého bude uložen výsledný model. Pokud nezadáte žádný název, bude soubor pojmenován `3DModel1`. U typu souboru si můžete vybrat mezi *wrl* a *x3d*, ale

můžete také označit oba typy - v takovém případě, bude model uložen jak ve VRML, tak i v X3D. Nebude-li při zahájení výpočtu označena žádná z možností, bude výsledný soubor typu VRML.

Název žádného ze souborů (a ani cesta k němu) NESMÍ obsahovat diakritiku!

Tlačítkem *Start* spustíte vlastní rekonstrukci modelu. V okně, které se objeví, můžete sledovat průběh výpočtu. Po úspěšném vytvoření modelu ukončíte tlačítkem *Zavřít* celý program. Pokud by během rekonstrukce došlo k nějaké chybě, objeví se chybové hlášení a program bude ukončen.