

SPhotos3D



Programátorská dokumentace

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

Použité softwarové nástroje a knihovny

Program byl vyvíjen pod operačním systémem Windows XP a testován byl na Linuxu.

Pro vývoj aplikace byl použit jak program Microsoft Visual Studio 2005, tak i Code::Blocks verze 8.02 [<http://www.codeblocks.org>]. Uživatelské rozhraní je realizováno pomocí knihoven GTK+ 2.0 [<http://www.gtk.org>]. K navržení vzhledu uživatelského rozhraní pak byla použita aplikace Glade 3.0 [<http://glade.gnome.org>].

Rozdělení

Proces rekonstrukce 3D scény se dá rozdělit na čtyři hlavní části - na zpracování vstupních dat, spočítání 3D souřadnic, nalezení povrchu a vytvoření výstupního modelu. Podle toho byla také rozdělena struktura programu. Každé z těchto částí je věnován jeden *.cpp soubor. Navíc obsahuje program ještě dva soubory *.cpp - jeden pro realizaci uživatelského rozhraní a druhý pro práci s maticema. Hlavičky jednotlivých funkcí a procedur, popř. makra se nacházejí v odpovídajících *.h souborech. Ke spuštění programu je nutný XML soubor SPhotos3D.glade, který obsahuje popis vzhledu uživatelského rozhraní.

Popis globálních proměnných, funkcí a procedur se nachází přímo ve zdrojových kódech ve formě komentářů.

main.cpp

Stará se především o realizaci uživatelského prostředí. Využívá k tomu knihoven GTK+ 2.0. Samotný návrh vzhledu je obsažen v XML souboru s názvem SPhotos3D.glade.

Dále ukládá názvy vstupních a výstupních souborů do globálních proměnných a také nastavuje formát vstupních souborů a typ souborů výstupních.

Kontroluje, zda uživatel zadal všechny nutné vstupní soubory.

Závislosti:

input.h
outputs.h

`input.cpp`

Načítá ze vstupního souboru shodné body a informace o rozměrech fotografií. Kontroluje přitom také správnost formátu vstupního souboru. Při načítání shodných bodů eliminuje dvojice bodů, které jsou uvedeny víckrát (některé programy na hledání shodných bodů totiž uvádějí občas některou dvojici dvakrát).

Závislosti:

```
points.h
surface.h
outputs.h
matrix.h
input.h
```

`points.cpp`

Zajišťuje výpočet 3D souřadnic. Obsahuje funkce a procedury nutné k získání jak projektivních, tak metrických souřadnic.

Pro výpočet optimální 3D struktury je nutné najít reálné kořeny polynomu stupně šest. Používá se k tomu Laguerrova metoda a její implementace se nachází v `roots.h`. Tentýž soubor obsahuje také strukturu komplexních čísel a procedury, které jsou pro práci s nimi nutné.

Během výpočtu se často vyžívá rozkladu na vlastní čísla. Všechny potřebné funkce k nalezení rozkladu se nacházejí v souboru `svdcmp.h`.

Závislosti:

```
matrix.h
surface.h
outputs.h
svdcmp.h
roots.h
input.h
```

`surface.cpp`

Zajišťuje nalezení povrchu z dané množiny bodů. V `surface.h` se nachází struktury, které byly pro potřeby algoritmu vytvořeny. Jde zejména o struktury definující bod (*point*), hranu (*edge*), trojúhelník (*triangle*) a stěnu (*face*).

V rámci rekonstrukce povrchu je nutné testovat protínání trojúhelníků. Rychlý a efektivní způsob testování byl popsán a implementován Tomasem Möllerem. Nachází se v `triangle.h`.

Závislosti:

matrix.h
triangle.h
outputs.h
surface.h

outputs.cpp

Realizuje namapování textur a vznik všech výstupních souborů.

Závislosti:

matrix.h
surface.h
outputs.h
points.h
input.h

matrix.cpp

Soubor obsahuje základní algoritmy pro práci s maticema a s vektory. Matice jsou realizovány dvourozměrným polem, vektory pak jednorozměrným. V maticích jsou také uloženy načtené vstupní body, výsledné 3D souřadnice a vyhledávací tabulky v surface.cpp.

Kromě alokace a uvolnění paměti jsou v `matrix.cpp` a `matrix.h` také makra a funkce pro transpozici, násobení, kopírování a tisk matic.

Závislosti:

matrix.h
outputs.h

Vstupní a výstupní data

Vstupní data tvoří dvě fotografie zachycující scénu, kterou chceme rekonstruovat, a soubor se souřadnicema shodných bodů. Předpokládáme, že fotografie byly pořízeny klasickým fotoaparátem s CCD snímačem, popř. webkamerou. Soubor se souřadnicema musí obsahovat minimálně osm dvojic shodných bodů. Tato data jsou povinná a postačují k vytvoření projektivního modelu.

Pokud uživatel bude chtít metrickou strukturu, musí navíc zadat soubor s kalibračními daty. Podrobný popis vstupních souborů se nachází v uživatelské dokumentaci (`Manual.pdf`).

Výsledný 3D model bude uložen ve formátu VRML nebo X3D. VRML i X3D jsou jazyky určené pro popis prostorových scén. Soubory typu VRML, mající většinou příponu `wrl`, jsou textové, takže je možné je upravovat běžnými textovými editory. Soubory typu X3D mohou být uloženy ve dvou různých formátech - jeden je založen na XML a druhý je velmi podobný jazyku VRML. Program vytváří soubory druhého typu.

Hlavním výstupem programu je (VRML nebo X3D) soubor, který obsahuje 3D model scény.

Dále program vytvoří soubor s *bodovým* 3D modelem. Jedná se o zobrazení modelu pouze pomocí 3D bodů. Tento soubor je vytvořen ve chvíli, kdy je dokončen výpočet 3D souřadnic modelu, a je opět buď ve formátu VRML nebo X3D.

Celý průběh rekonstrukce je zaznamenáván v textovém souboru `log.txt`.

Možná vylepšení

Pro zajištění nejlepších možných výsledků by se měl implementovat algoritmus *Gold Standard*. Fundamentální matice a 3D souřadnice, které v programu získáme pomocí normalizovaného 8-mi bodového algoritmu a vybraných triangulačních metod, slouží v metodě *Gold Standard* pouze jako výchozí odhad. Ten se postupně pomocí Lavenberg-Marquardtovy metody zdokonaluje tak, aby minimalizoval geometrickou chybu. Implementace *Gold Standard* algoritmu tedy spočívá v dodání zmíněné iterační metody k již existujícím algoritmům.

Rekonstrukce povrchu představuje největší slabinu programu. Především by se měla zvýšit rychlost algoritmu. Na velkých datech je algoritmus velmi pomalý, což by vzhledem k výsledkům uváděným jeho autory být neměl. Množina vstupních bodů by měla být rozdělena pomocí uniformní mřížky, aby se urychlil výběr bodů, které patří do oblasti vlivu.

Navíc se u některých modelů objevil výskyt trojúhelníků, které by součástí modelu být neměly, a tak narušují jeho celkový vzhled. Autoři této metody doporučují upravit získaný povrch některým z postfiltračních algoritmů. Implementace vhodné postfiltrace by mohla tento nežádoucí jev

odstranit.

Pro uživatele by samozřejmě bylo pohodlnější, kdyby hledání shodných bodů na fotografiích bylo přímo součástí programu. Zrovna tak by součástí programu mohla být funkce pro vypočítání kalibračních dat fotoaparátu.