

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra informatiky a výpočetní techniky

Bakalářská práce

Rozšíření funkcionality programu pro přípravu lenticulárních tisků „Lenticulis“

Místo této strany bude
zadání práce.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

V Plzni dne 3. května 2016

Tomáš Kleisner

Abstract

The goal of this thesis is functional enhancement of the lenticular art design software Lenticulis. The program had been tested by users and compared with existing lenticular printing and art design software to analyze missing functions. The program was extended to provide functions to enhance user comfort and direct 3D support. The result of this work is an overview of existing software for lenticular printing and extended version of software Lenticulis.

Abstrakt

Cílem této práce je rozšíření funkcionality programu pro přípravu lentikulárních tisků Lenticulis. K analýze chybějících funkcí byl program testován uživateli a bylo provedeno srovnání s existujícím softwarem pro přípravu lentikulárních tisků. Program byl rozšířen o vybrané funkce pro zlepšení uživatelského komfortu a přímou podporu 3D. Výsledkem této práce je přehled o možnostech programů pro tvorbu lentikulárních tisků a rozšířená verze programu Lenticulis.

Obsah

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Úvod | 7 |
| 2 | Program Lenticulis | 8 |
| 2.1 | Funkce a použití programu | 8 |
| 3 | Uživatelské hodnocení Lenticulis verze 0.6 | 11 |
| 3.1 | Práce s objekty na plátně | 11 |
| 3.2 | Práce s vrstvami | 12 |
| 3.3 | 3D | 12 |
| 4 | Srovnání s existujícím softwarem | 13 |
| 4.1 | Adobe Photoshop | 13 |
| 4.2 | Home Illusion | 15 |
| 4.3 | Lenticular Effects | 17 |
| 4.4 | Power Illusion | 17 |
| 4.5 | PSDto3D | 18 |
| 4.6 | PSD 3D Converter | 20 |
| 4.7 | Triaxes | 21 |
| 4.8 | Shrnutí | 23 |
| 5 | Analýza chybějících funkcí Lenticulis verze 0.6 | 24 |
| 5.1 | Nejvyšší priorita | 24 |
| 5.1.1 | Přímá podpora 3D | 24 |
| 5.1.2 | Chybějící funkce plátna | 25 |
| 5.2 | Střední priorita | 25 |
| 5.2.1 | Chybějící funkce plátna | 25 |
| 5.2.2 | Náhledy | 25 |
| 5.3 | Nížší priorita | 26 |
| 6 | Implementace v Lenticulis | 27 |
| 6.1 | Podpora 3D | 27 |
| 6.1.1 | Výpočet disparity | 28 |
| 6.1.2 | Výpočet zón viditelnosti | 29 |
| 6.1.3 | Anaglyf | 30 |
| 6.1.4 | 3D posun v Lenticulis | 31 |
| 6.1.5 | Uživatelské ovládání 3D | 33 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 6.2 | Historie operací | 34 |
| 6.2.1 | Datový typ historie | 35 |
| 6.2.2 | Seznam historie | 35 |
| 6.2.3 | Historie akcí na plátně | 37 |
| 6.2.4 | Historie objektů v časové ose | 37 |
| 6.2.5 | Historie vrstev | 38 |
| 6.2.6 | Historie projektu a 3D hodnot | 39 |
| 6.2.7 | Omezení paměti seznamu | 39 |
| 6.3 | Vylepšení funkcí Lenticulis 0.6 | 41 |
| 6.3.1 | Použití plátna | 41 |
| 6.3.2 | Nastavení projektu | 43 |
| 7 | Závěrečné uživatelské hodnocení | 44 |
| 8 | Závěr | 45 |
| | Literatura | 46 |
| A | Seznam požadavků uživatelů | 47 |
| B | Seznam připomínek ze závěrečného hodnocení | 49 |

1 Úvod

Verze programu Lenticulis 0.6 byla vyvinuta v rámci projektu v předmětu KIV/ZSWI v týmu ve složení Martin Úbl, David Herman, Ondřej Pova, Václav Pelc a Tomáš Kleisner. Jedná se o specializovaný nástroj pro výtvarný návrh lentikulárních obrázků, který by měl uživatelům usnadnit tvorbu těchto obrázků, na rozdíl od použití programů, jako je například Adobe Photoshop. Spolupráce s tímto programem ale může být pro pokročilejší úpravy grafiky v počáteční fázi návrhu velice užitečná.

Lentikulární tisk je technologie umožňující vytvářet obrázky, které se mění při změně úhlu pohledu. Toho se dá využít například pro vytvoření animace nebo 3D vjemu. Princip zjednodušeně spočívá ve vytvoření několika snímků (pohledů). Ty se s pomocí specializovaného programu rozloží na tenké pruhy a proloží za sebe v daném pořadí. Tato fáze se nazývá interlacing. Proložený obrázek se překryje lentikulární deskou (deskou složenou z podlouhlých čoček tzv. lentikulí), která díky svým fyzikálním vlastnostem zaručí projekci jednotlivých snímků v závislosti na úhlu pohledu. Podrobné poznatky o lentikulárním tisku včetně terminologie jsou čerpány z výukových materiálů Ing. Petra Lobaze k předmětu KVVU/UF3D[7].

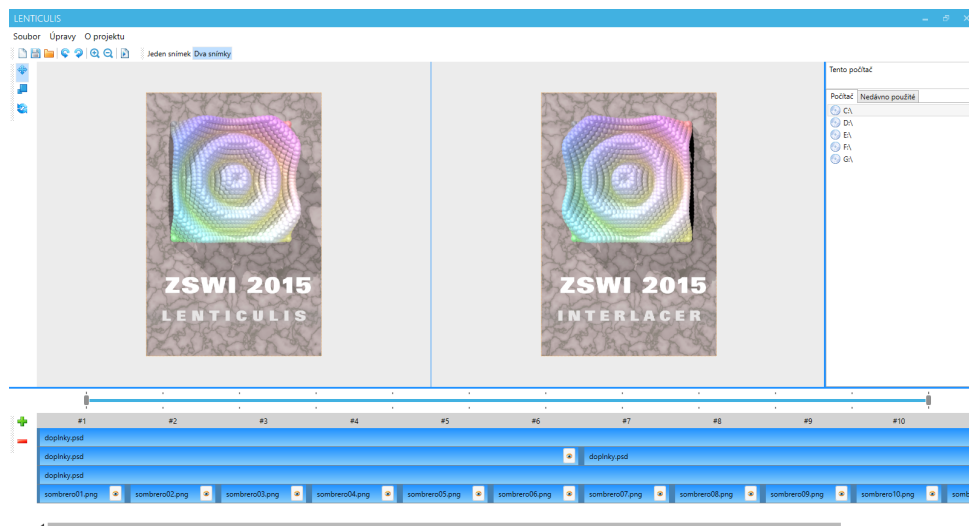
Cílem této práce je analyzovat nedostatky programu, a to pomocí srovnání programu Lenticulis s existujícími programy pro grafický návrh lentikulárních obrázků a uživatelským testováním. Ze získaných výsledků pak budou vybrané nedostatky a chybějící funkcionality implementovány do programu Lenticulis.

2 Program Lenticulis

Program Lenticulis slouží pro grafický návrh lentikulárních obrázků. Jeho výstupem je sekvence obrázků, která musí projít před tiskem interlacingem, tedy proložením jednotlivých snímků ve specializovaném programu, jako je například LIC[2] nebo Lentikit[10].

2.1 Funkce a použití programu

Program Lenticulis se ve verzi 0.6 dá využít především k vytvoření efektů jako je flip a animace, případně morphing a 3D s použitím dalšího softwaru. Podporuje import obrázků ve formátech BMP, JPG, PNG a TIF. Do těchto formátů je možný i výstup sekvence obrázků s nastavením výstupních parametrů.

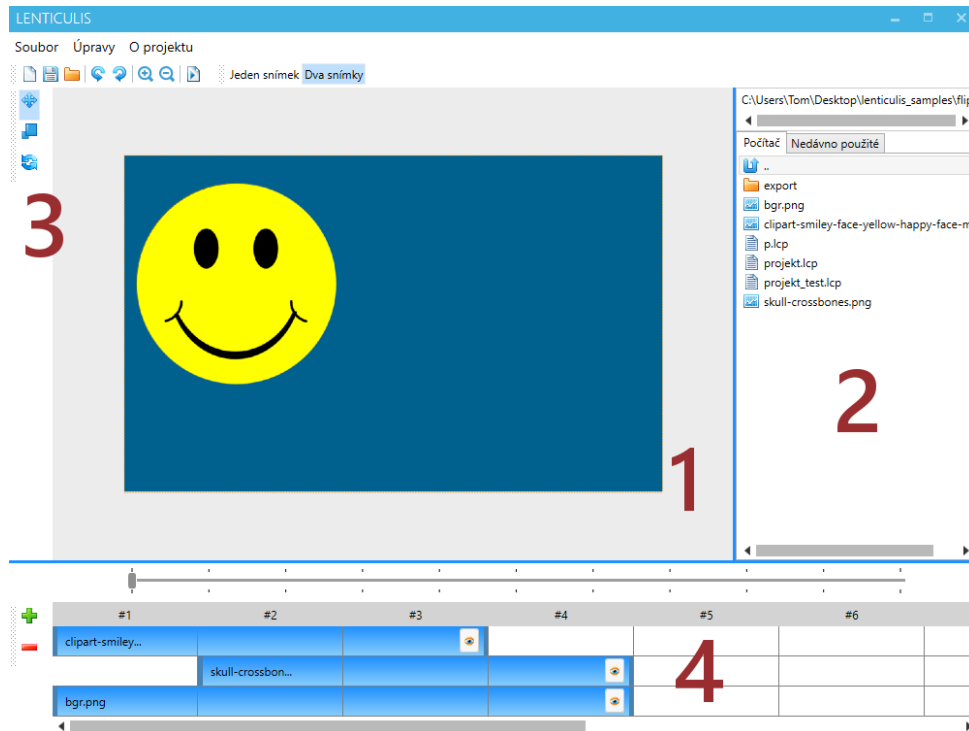


Obrázek 2.1: Hlavní okno Lenticulis v 0.6

Program umožňuje i uložení rozpracovaného projektu do souboru ve formátu XML a jeho následné otevření. Zároveň je možné, pro propojení programu s často používaným programem Adobe Photoshop[1], importovat soubor ve formátu PSD. To je užitečné zejména pro přípravu projektu ve vrstvách a jejich pokročilejší grafickou úpravu před zahájením práce v programu Lenticulis.

Pro práci s jednotlivými obrázky jsou k dispozici transformace translace, rotace a škálování. Transformace je možné provádět buď myší nebo zadáním

přesných číselných hodnot. Pro snazší nastavení transformací mezi klíčovými snímky je možné využít interpolace nebo extrapolace, a to podle lineární, kvadratické nebo goniometrické funkce.



Obrázek 2.2: Rozložení okna Lenticulis 0.6

Na obrázku 2.2 je rozložení hlavního okna programu s jeho vyznačenými částmi. Číslem 1 je označeno plátno v jedнопohledovém režimu (dvoupohledový režim je vidět na obrázku 2.1). Souborový průzkumník je označen číslem 2, nástrojová lišta číslem 3 a časová osa je označena číslem 4.

Pro zobrazení a úpravu snímků slouží plátno, které lze přepínat mezi jedнопohledovým a dvoupohledovým zobrazením. Jedním pohledem je myšlen jeden konkrétní výstupní snímek. Přepínáním pohledů je možné upravovat jednotlivé snímky. Dvoupohledové zobrazení slouží pro porovnání a práci se dvěma snímky zároveň. Snímky je možno přepínat na plátně pomocí posuvníku nad časovou osou.

Podstatnou komponentou programu je zobrazení vrstev a snímků v časové ose. Jedná se o mřížku, kde řádky představují uspořádání vrstev a sloupce představují výstupní snímky (pohledy). Vrstva tedy představuje osu pohledů a díky podobnosti s podstatou animace byla tato součást uživatelského rozhraní nazvána časová osa. V časové ose jsou umístěny objekty (modré obdélníky v ose na obrázku 2.2). Umístění a délka objektů udává zobrazení odpovídajícího obrázku v jednotlivých pohledech. Řádek určuje

obrázku vrstvu, sloupec určuje první snímek, kde se obrázek objeví a počet pokrytých sloupců určuje počet snímků, na kterých bude obrázek vidět.

Jednotlivé objekty v mřížce lze jednoduše přesouvat mezi vrstvami, natahovat na jeden a více snímků, nebo jim nastavit viditelnost. Vrstvy jako celky je možné přidávat a ubírat během návrhu a přesouvat mezi sebou.

3 Uživatelské hodnocení

Lenticulis verze 0.6

Uživatelského hodnocení programu Lenticulis verze 0.6 se zúčastnilo 17 studentů Fakulty designu a umění Ladislava Sutnara, kteří měli předchozí zkušenosti s tvorbou lentikulárních obrázků v programu Adobe Photoshop.

Uživatelé byli seznámeni s prací v programu Lenticulis na několika jednoduchých příkladech. Potom dostali za úkol vytvořit podle vzoru vlastní projekt s efektem flip nebo animací. Během práce bylo sledováno jejich chování při ovládání programu a shromažďovány připomínky a doplňující požadavky na ovládání a rozšíření možností programu (viz příloha A: Seznam požadavků uživatelů).

Připomínky a požadavky se týkaly především základních funkcí pro práci s plátnem a vrstvami a obecných nedostatků, jako je například absence využití klávesových zkratk, akce vpřed a zpět apod. Většina těchto požadavků vychází ze zkušeností uživatelů z programu Adobe Photoshop a jemu podobných grafických editorů. Z nashromážděných poznatků je patrné, že uživatelé očekávají od nových grafických programů určitý standard v chování programu a jeho ovládání.

3.1 Práce s objekty na plátně

Aktuálně práce s objekty na plátně v Lenticulis probíhá tak, že uživatel nejprve ze souborového průzkumníku v pravé části hlavního okna programu přetáhne myší obrázky na časovou osu do konkrétního snímku. Na plátně příslušejícím tomuto snímku se pak obrázek vykreslí. Obrázek lze v rámci plátna transformovat zadáním konkrétních číselných hodnot (přes volbu Transformace v kontextovém menu objektu v časové ose), nebo pomocí myši a výběru nástroje z nástrojové lišty v levé části hlavního okna.

Při provádění transformací myší uživatelům často chybělo například viditelné označení (ohraničení) vybraného obrázku na plátně. Dalším navrženým doplněním funkcionality bylo umožnění posunu obrázku na plátně pomocí šipek na klávesnici, které by umožňovalo jemnější a přesnější posun po plátně, než s pomocí myši. Jednou z chybějících funkcí se také ukázala možnost automatického vystředění obrázku na plátně, možnost provádět transformace se skupinou obrázků zároveň nebo škálování se zachováním poměru stran.

3.2 Práce s vrstvami

Oproti již zmíněnému Adobe Photoshop přibývá při umisťování vrstev jeden rozměr, a to změna snímku při změně úhlu pohledu na lentikulární obrázek. Uživatelé tedy mohou přidanému obrázku nejen nastavit vzájemné překrytí s jinými vrstvami v rámci jednoho snímku, ale také počet snímků, ve kterých bude daný obrázek vidět.

Mezi návrhy byly například možnost pojmenování objektů v časové ose. To hlavně z důvodu, že v aktuální verzi je objekt pojmenován pouze názvem zdroje obrázku. V případě, že uživatel vloží obrázek vícekrát, zobrazí se víc objektů se stejným názvem, které jsou na různých pozicích.

Objekty na ose lze libovolně přemísťovat pomocí myši na volné pozice. S vrstvami jako celky to je možné pouze pomocí kontextového menu vrstvy v časové ose. Proto bylo jedním z návrhů umožnit přesun celé vrstvy myší.

Dalším z návrhů bylo například možnost rozdělit objekt na ose roztažený na více snímků na dva a pracovat s nimi samostatně.

3.3 3D

Podpora tvorby 3D v Lenticulis chybí ve stávající verzi úplně. Přesto se povedlo získat několik návrhů uživatelů k možné implementaci této funkcionality, a to především ohledně náhledu výsledného obrázku.

Jednou navrhovanou možností bylo spustit výsledek jako animaci, což by mohlo být užitečné i pro náhled při tvorbě animace. Další navrhovanou možností byl náhled s 3D brýlemi ve formě anaglyfu, který by se zobrazoval buď jako celý obrázek, nebo jen jako výřez výsledného obrázku v zamýšlené výstupní velikosti v případě velkoformátových lentikulárních obrázků.

4 Srovnání s existujícím softwarem

V praxi se pro návrh lentikulárních obrázků používá několik typů programů. Jednou z možností je použít programy pro úpravu grafiky, které nejsou přímo určené pro lentikulární tisk. S těmi je možné vytvořit lentikulární obrázek až do fáze, kdy je připraven k tisku, nebo se používají pro počáteční fázi návrhu a pokročilou úpravu grafiky a k dokončení je potřeba specializovaných programů.

Dalším typem jsou programy určené pouze pro předtiskovou přípravu sekvence obrázků, které sekvenci proloží do jednoho obrázku, který se vytiskne a překryje lentikulární deskou, nebo se na desku přímo vytiskne.

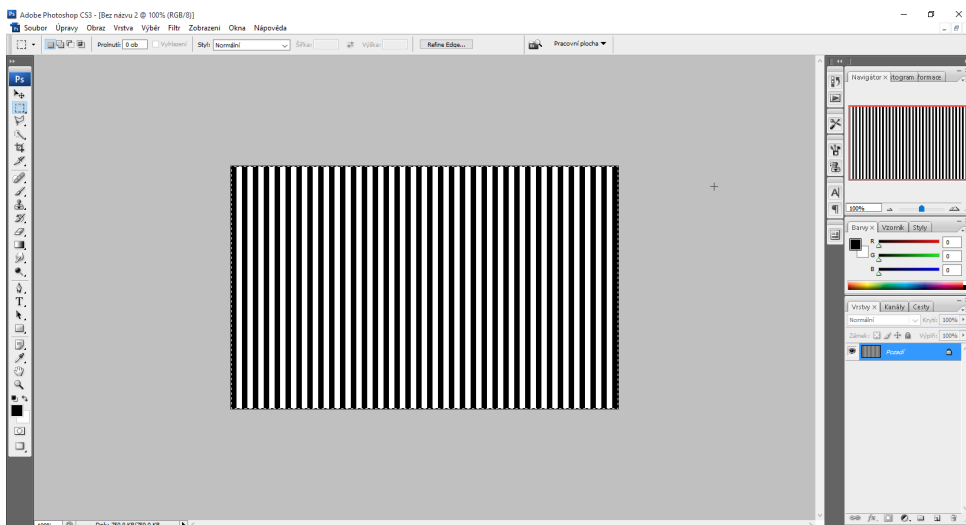
Posledním typem jsou programy, které jsou přímo vytvořené pro výtvarný návrh lentikulárních obrázků. Práce na jejich návrhu je tím snazší. Někdy poskytují nástroje, které lze použít jak pro návrh obrázku s podporou tvorby různých efektů, tak pro předtiskovou přípravu. Některé jsou určené pro jeden konkrétní efekt (nejčastěji 3D) a ke kompletní přípravě je zapotřebí dalších programů.

4.1 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop[1] je komerční software od firmy Adobe Systems pro tvorbu a úpravu grafiky. Uživatelům poskytuje mnoho možností a specializovaných grafických nástrojů, a proto je možné jeho využití i při tvorbě lentikulárních obrázků.

První možnost jeho využití je při samotném návrhu. Uživatel si vytvoří jeden nebo více klíčových snímků jako samostatné projekty, ze kterých lze vytvořit například animace transformací vrstev a postupným exportováním jednotlivých snímků. S použitím specializovaného softwaru pro interlacing se pak výstupní obrázky proloží a jsou připravené k tisku.

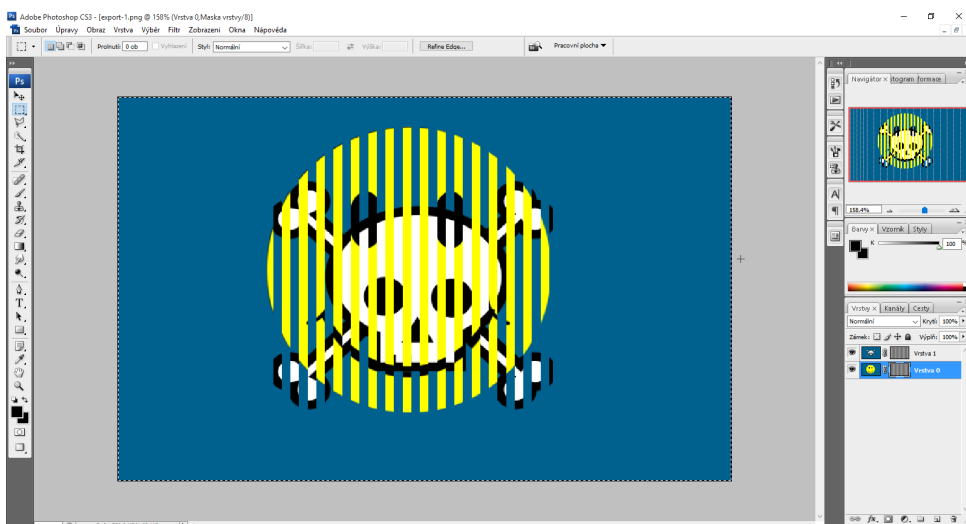
Další možností je připravit si návrh jednoho snímku organizovaný ve vrstvách ve formátu PSD a použít software, který je specializovaný na tvorbu lentikulárních obrázků a umožní snazší manipulaci při vytváření animace nebo 3D vjemu z připravených vrstev. Takovým programem může být například Lenticulis, který umožňuje import a práci s PSD a vytvoření výsledné sekvence snímků. Další takové programy jsou například PSDto3D[4] nebo



Obrázek 4.1: Příprava masky pro jeden snímek při tvorbě flipu

PSD 3D Converter[14], které vytváří 3D efekt.

Použití Adobe Photoshop pro tvorbu lentikulárních obrázků je ale možné i bez použití dalších programů. Photoshop nepřímou poskytuje možnost výslednou sekvenci obrázků proložit s použitím přidání masky vrstvě. Princip spočívá v tom, že se připraví pro každý snímek maska (mřížka) a snímky se pak navzájem překryjí.



Obrázek 4.2: Výsledek proložení dvou obrázků pomocí masky při flipu

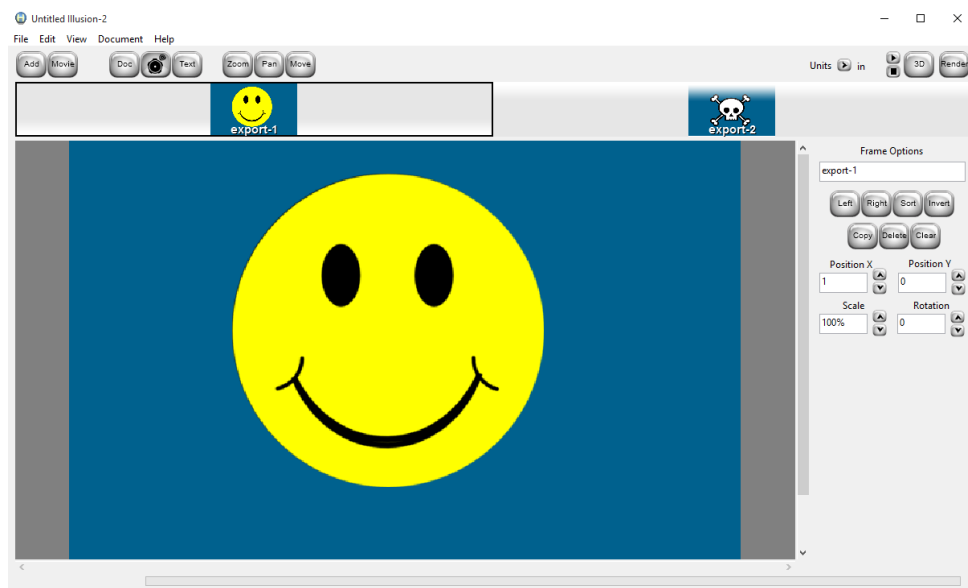
Adobe Photoshop má oproti ostatním programům specializovaným na tvorbu lentikulárních obrázků výhodu v pokročilých možnostech úpravy grafiky. Ačkoliv je možné připravit v něm kompletní lentikulární obrázek

připravený k tisku, může být jeho použití při tvorbě efektů využívaných v lenticulárním tisku složitější, než při současném použití specializovaných programů.

4.2 Home Illusion

Home Illusion[8] je komerční program od firmy Photo Illusion pro návrh lenticulárních obrázků, který má zabudované režimy tvorby obrázků s efekty flip, animace a 3D. Na rozdíl od nynější verze programu Lenticulis se při startu programu musí vybrat z nabídky, jaký efekt bude uživatel vytvářet a podle toho se otevře příslušné okno.

Při vytváření flipu nebo animace je k dispozici okno s jedním plátnem. V horní části okna se nachází panel, kam se přidávají jednotlivé snímky animace podobně jako v Lenticulis. Značný rozdíl je ale v tom, že umožňuje snímky přidávat pouze do jedné vrstvy. Pokud by tedy uživatel chtěl udělat animaci s více vrstvami, které se pohybují každá nezávisle na ostatních, musel by si tuto animaci připravit nejdřív v Adobe Photoshop, nebo by mohl použít Lenticulis a vložit do Home Illusion výstupní sekvenci obrázků. Pak program Home Illusion funguje pouze pro náhled a interlacing.

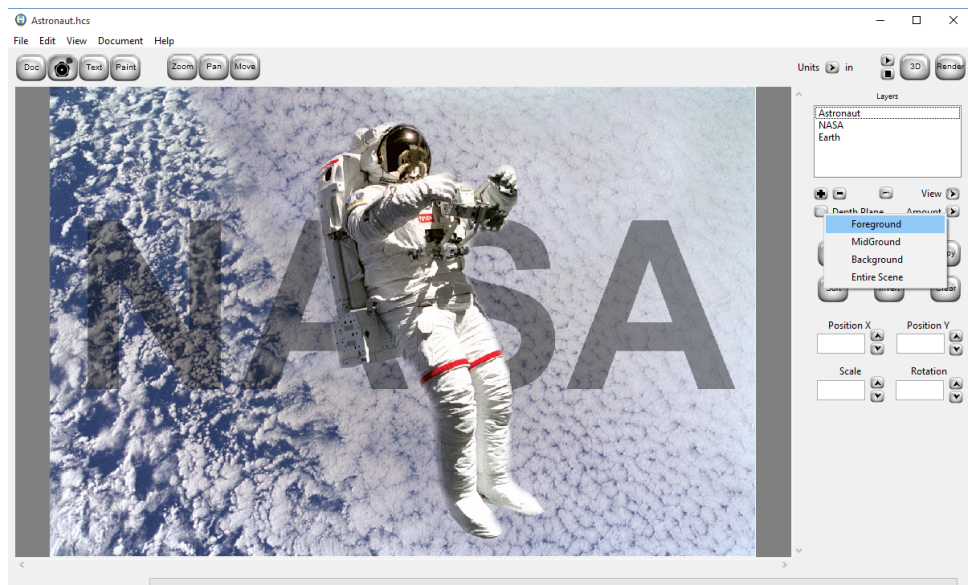


Obrázek 4.3: Okno pro tvorbu flipu a animace v Home Illusion

V Home Illusion jsou umožněny všechny transformace jako v Lenticulis. Rozdílná je jejich aplikace, která je možná (kromě posunu) pouze číselným zadáním. Home Illusion navíc umožňuje vložení textové vrstvy.

Při vytváření 3D efektu v Home Illusion se ztratí možnost jakkoliv ručně editovat jednotlivé výstupní snímky. Ty se vygenerují automaticky. Jednotlivé objekty se vkládají na jedno plátno a organizují do vrstev. Home Illusion pak vytvoří příslušný počet snímků a vzájemný posun vrstev na nich podle několika nastavitelných parametrů tak, aby vznikl 3D vjem. Vložené objekty je možné vložit do tří přednastavených rovin, a to pozadí, střed a popředí, nebo objektu nastavit, aby se zobrazoval od popředí do pozadí přes celou scénu. Celé scéně se pak dá přidělit jedna ze tří přednastavených celkových hloubek, a to normální, větší a menší hloubka.

Podobně jako u flipu a animace je možné si náhled přehrát jako animaci, nebo se dá výsledek zobrazit jako anaglyf a s použitím 3D brýlí si o výsledném 3D lentikulárním obrázku udělat představu.



Obrázek 4.4: Okno pro tvorbu 3D a animace v Home Illusion

Další možností tvorby 3D v Home Illusion je nahrát si stejně jako v Lenticulis připravené vrstvy z formátu PSD. Home Illusion také umožňuje vytvoření 3D obrázku z obrázku 2D. Princip je takový, že pokud bude uživatel chtít rozdělit plochý obrázek do dvou vrstev, vloží obrázek dvakrát. Z horního obrázku umaže pozadí a ze spodního obrázku překryje popředí klonováním pozadí. Tak vzniknou dvě vrstvy představující dvě roviny. Tento krok by se dal alternativně provést například v Adobe Photoshop.

Výstupem programu Home Illusion je na rozdíl od Lenticulis obrázek připravený k tisku. Program poskytuje funkci pro interlacing, a tak není zapotřebí k dokončení další software.

4.3 Lenticular Effects

Lenticular Effects[5] je aktuálně ve verzi 4.1 komerčním programem pro tvorbu lentikulárních obrázků od firmy Imagiam. Nabízí možnost tvorby lentikulárních obrázků s efektem flip, animace a 3D. Program je tvořen čtyřmi základními moduly pro práci, a to kalibrační modul, modul pro interlacing, 3D modul a layout modul pro tisk více různých lentikulárních obrázků na jednu desku.

Podobně jako u Home Illusion v režimu vytváření 3D efektu z formátu PSD se vytváří 3D efekt i v Lenticular Effects. Před zahájením práce je nutné mít vrstvy připravené z Adobe Photoshop. Oproti Home Illusion má ale několik výhod. První z nich je ta, že si uživatel může definovat vlastní hloubku jednotlivých vrstev na stupnici od 0 (pozadí) do 100 (popředí). Zároveň si může sám nastavit posunutí vrstev vůči sobě. Další výhodou pro vytvoření věrohodnějšího 3D efektu je možnost přidání hloubkové mapy k jednotlivým vrstvám v Adobe Photoshop. Díky tomu je 3D vjem tvořen nejen vzájemným posunem 2D vrstev, ale i transformací vrstev tak, že pohled na vrstvy jednotlivě vytváří také 3D vjem.

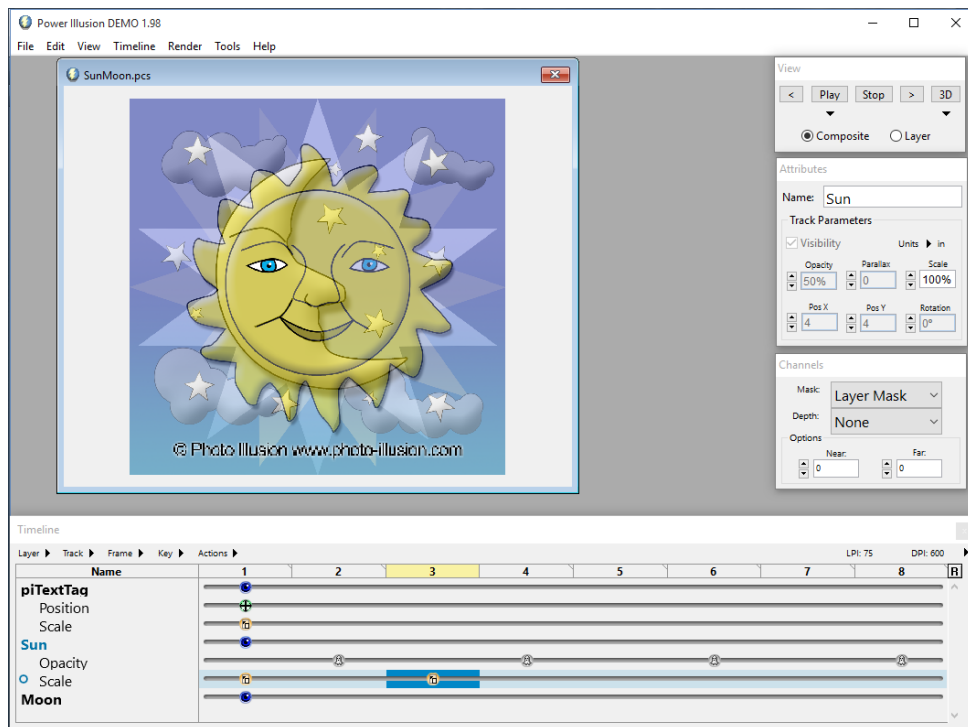
Lenticular Effects poskytuje funkce pro interlacing v kalibračním modulu a modulu pro interlacing. Kalibrační modul pomáhá vyřešit rozdíl mezi reálným (mechanickým) a vizuálním rozstupem čoček na lentikulární desce. V modulu pro interlacing se použije vytvořená sekvence snímků k proložení s příslušnými hodnotami LPI (počet lentikulí na palec), DPI (tiskové rozlišení) a orientace čoček.

Dále Lenticular Effects poskytuje možnost exportu do PDF nebo generování Flash animace pro náhled a propagační účely.

4.4 Power Illusion

Program Power Illusion[9] je další komerční nástroj od firmy Photo Illusion. Na rozdíl od Home Illusion poskytuje více možností při návrhu lentikulárního obrázku.

Prvním rozdílem je přidaná časová osa podobně jako je tomu u programu Lenticulis. Použití je ale v některých ohledech rozdílné. Zatímco v programu Lenticulis je možné do jedné vrstvy v rámci více snímků vložit více obrázků, ve Photo Illusion se obrázky poskládají do vrstev a na časové ose se nastavují pomocí klíčů v jakých konkrétních snímcích se mají zobrazit. Dále se dají přidat parametry průhlednosti, paralaxa, pozice, škála a rotace. Další rozdíl oproti časové ose v Lenticulis je to, že kromě translace se všechny tyto parametry dají zadávat pouze číselně, nikoliv myší.



Obrázek 4.5: Hlavní okno Power Illusion

Možnosti u 3D jsou obdobné jako u předchozích programů. Je možné přidávat vrstvy s hloubkovou mapou, nebo vytvořit 3D vjem pomocí vzájemného posuvu vrstev automaticky nebo podle zadané paralaxy. Náhled 3D je možný pomocí animace nebo černobílého a barevného anaglyfu. Navíc Power Illusion nabízí náhled 3D pomocí OpenGL. Uživatel si tak může prohlédnout výsledek jako 3D na obrazovce bez 3D brýlí.

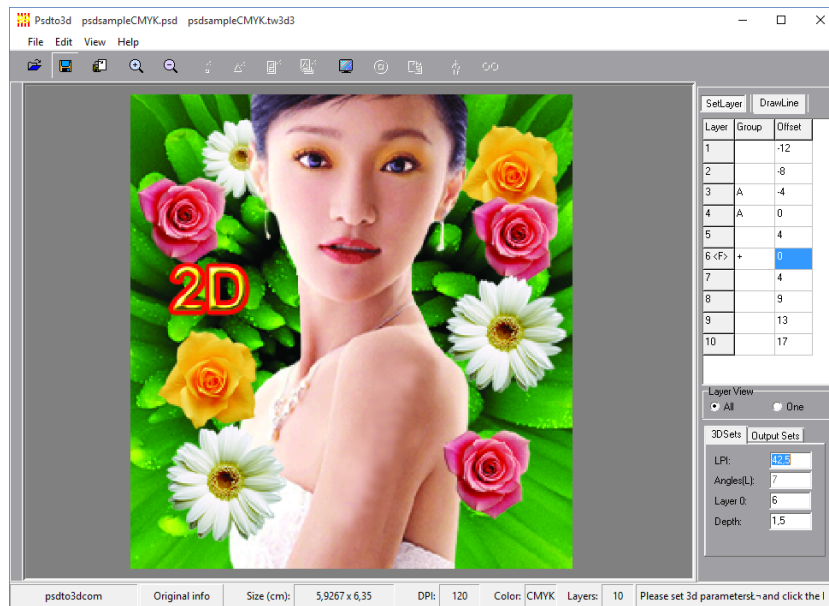
Power Illusion umožňuje vytvoření animace z video souboru. Uživateli stačí nahrát video soubor a pomocí nástroje pro import vybrat počáteční bod a rozestup snímků k namapování.

Power Illusion poskytuje kalibrační funkce k volbě parametrů pro interlacing tak, aby výsledek byl co nejlepší na dané lentikulární desce. Interlacing a náhled proloženého obrázku je možný přímo v programu, stejně tak tisk. Není tedy třeba dalšího softwaru k realizaci navrhovaného obrázku. Program také nabízí import z PSD a import z Home Illusion.

4.5 PSDto3D

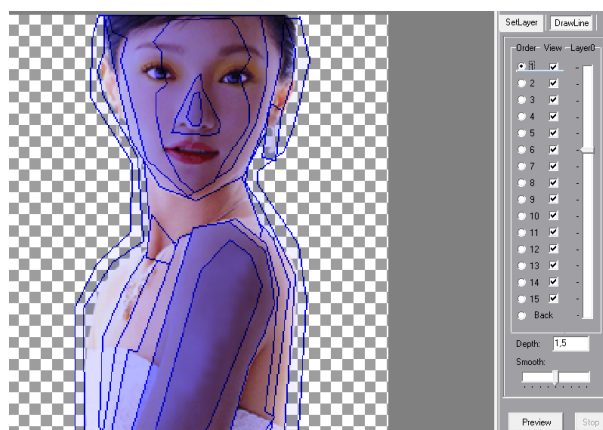
PSDto3D[4] je komerční program určený výhradně k vytvoření 3D lentikulárního obrázku z připraveného PSD souboru podobně jako je tomu napří-

klad u Lenticular Effects v modulu pro tvorbu 3D. Před použitím programu PSDto3D je tedy zapotřebí připravit jednotlivé vrstvy v Adobe Photoshop.



Obrázek 4.6: Hlavní okno PSDto3D

PSD soubor se pak importuje do PSDto3D, který vzájemným posuvem vrstev vůči sobě vytvoří 3D efekt. Překrytí vrstev je dáno jejich uspořádáním a hloubka je definována celočíselně jako horizontální disparita mezi levým a pravým snímkem (vodorovná vzdálenost obrazů bodu na jednotlivých snímcích[7]). Výstupem programu je sekvence vytvořená interpolací mezi těmito klíčovými snímky.



Obrázek 4.7: Kreslicí režim PSDto3D pro určení hloubky vrstvy.

Podobně jako u Lenticular Effects lze definovat různou hloubku v jedné

vrstvě. Nikoliv pomocí přidané hloubkové mapy, ale přímo v programu přepnutím do kreslicího režimu. Na objektu lze označením definovat až patnáct úrovní hloubky v rámci jedné vrstvy.

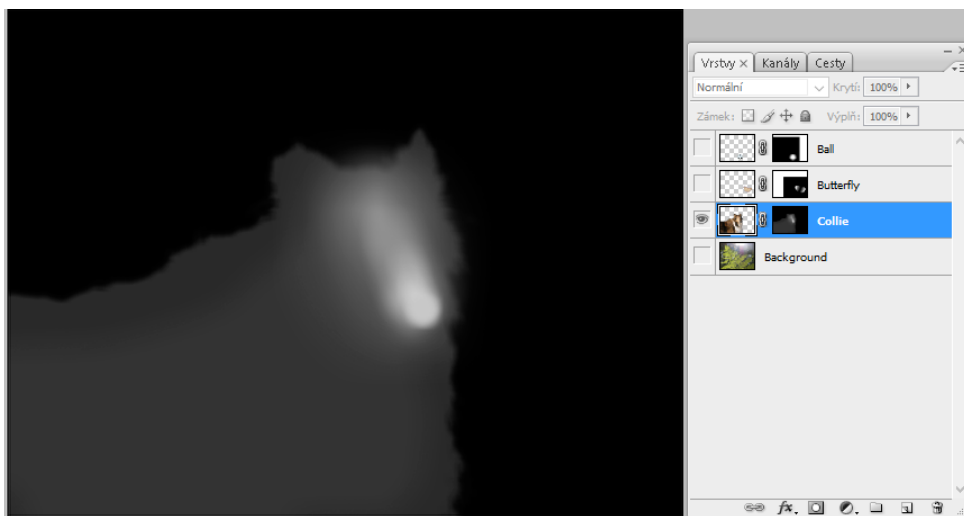
Možnosti náhledu jsou stejné jako u Home Illusion, a to animace výsledné sekvence snímků nebo anaglyf.

4.6 PSD 3D Converter

PSD 3D Converter[14] je dalším komerčním nástrojem pro tvorbu 3D lenticulárních obrázků s použitím Adobe Photoshop. Použití programu je až na několik rozdílů velice podobné programu PSDto3D.

Příprava projektu v Adobe Photoshop je v principu stejná jako u PSDto3D. Na rozdíl od něj je různou hloubku v jedné vrstvě nutné definovat přidáním hloubkové mapy ve Photoshopu.

Po importu projektu v PSD se zobrazí náhled snímku a seznam vrstev. Vrstvě lze procentuálně k maximální disparitě nastavit disparitu mezi nejlevějším a nejpravějším snímkem, disparitu hloubkové mapy, posun, rotaci a škálu. Výstup je opět sekvence zadaného počtu snímků vzniklá interpolací mezi nejlevějším a nejpravějším snímkem.



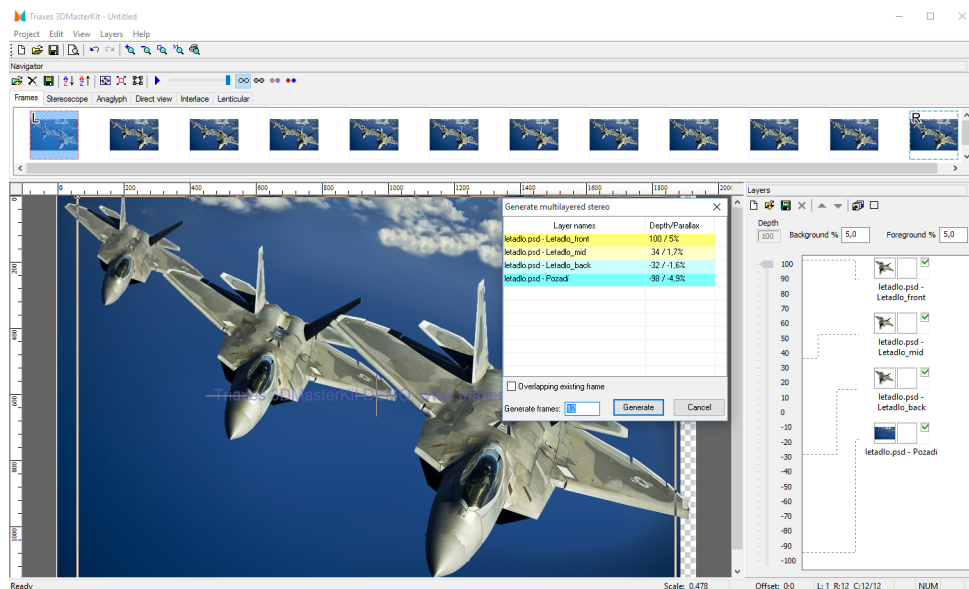
Obrázek 4.8: Příprava projektu v Adobe Photoshop před použitím PSD 3D Converter

Uživatel si dále může zvolit počet výstupních snímků a nastavit vergenci kamer na konvergentní nebo paralelní. U konvergentního snímání je potřeba nastavit zorný úhel, úhel natočení kamer, šířka obrázku a pozorovací vzdálenost.

Možnosti náhledu jsou oproti PSDto3D omezené. Výsledek si lze prohlédnout pouze jako animaci pomocí posuvníku podobně jako u Lenticulis.

4.7 Triaxes

3DMasterKit[11], StereoTracer[13] a Legend[12] je trojice komerčních programů od firmy Triaxes na tvorbu lentikulárních obrázků. Rozdíly v ovládání programu Legend a 3DMasterKit jsou minimální a vytváření 3D efektů souvisí s použitím programu StereoTracer.



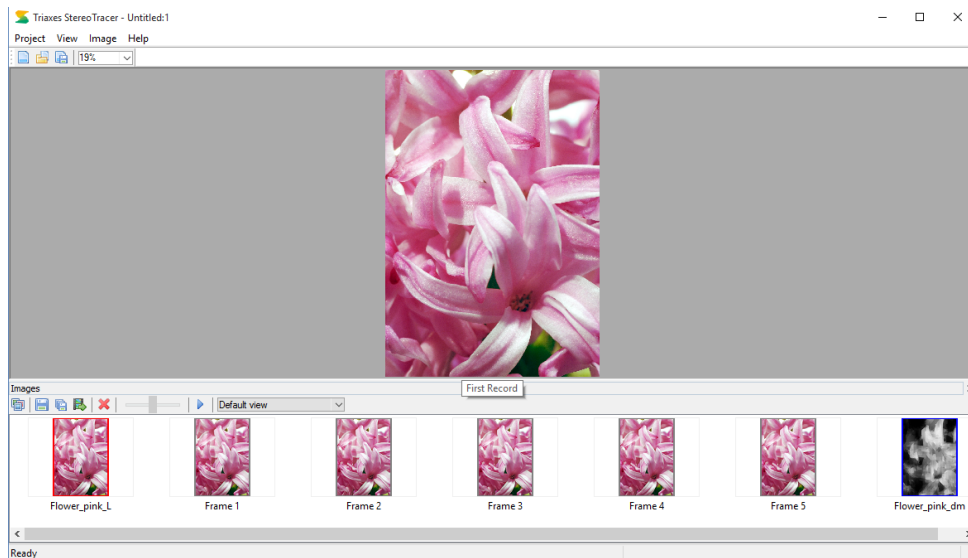
Obrázek 4.9: Triaxes 3DMasterKit

3DMasterKit a Legend obsahují funkce pro vytváření lentikulárních efektů jako je flip, animace a 3D. Klíčovými prvky v uživatelském rozhraní programu jsou plátno pro úpravu vrstev v jednotlivých snímcích, náhled všech generovaných nebo přidávaných snímků v sekvenci a okno pro nastavení uspořádání a úpravu vrstev. Jednou z výhod programu je přítomnost interlaceru pro proložení výsledné sekvence. Uživatel má možnost nastavit si rozměry obrázku, rozlišení v PPI, LPI desky, orientace čoček, přidání zarovnávacích značek a pitch test. Není tedy potřeba dalšího specializovaného softwaru pro interlacing.

Příprava flipu a animace v 3DMasterKit nebo Legend spočívá v importu již připravených obrázků v liště s náhledem sekvence. Ta představuje časovou osu podobně jako v programu Lenticulis. Výsledek pak už stačí jen proložit a vytisknout.

První možností tvorby 3D je import projektu v PSD s možností přidání hloubkové mapy vrstvám. Použití je téměř stejné jako u PSD 3D Converter. Hloubka vrstev se nedefinuje číselně, ale pomocí posuvníku v procentech na škále -100 až 100 , kde maximální hodnoty určují pozadí a popředí. Pozadí a popředí se definují jako procentuální vzdálenost od plochy vzhledem k její šířce.

Další možností tvorby 3D je pořízení sekvence reálných snímků fotoaparátem posouváním po pojezdu s danou mezikamerovou vzdáleností a jejich proložení. S pomocí programu StereoTracer je ale možné vygenerovat posloupnost více pohledů z jednoho nebo dvou základních pohledů.



Obrázek 4.10: Triaxes StereoTracer

První možnost představuje pořízení jednoho 2D snímku a přidání hloubkové mapy. Na základě těchto dat StereoTracer vygeneruje požadovaný počet snímků, který se pak dá použít v 3DMasterKit nebo Legend k proložení.

Druhou možností je pořízení stereo páru, tedy dvou snímků, kde jeden je z pohledu levé a druhý z pohledu pravé kamery. Jejich porovnáním dokáže StereoTracer určit hloubkovou mapu a s její pomocí pak jako v předchozím případě vygenerovat posloupnost snímků.

Možnosti náhledů 3D jsou podobné předchozím programům. Výsledný efekt si lze prohlédnout jako animaci, barevný a černobílý anaglyf, nebo jako stereoskopický obrázek, tedy dvojici prvního (levého) a posledního (pravého) snímku.

Ačkoliv je ovládání 3DMasterKit a Legend v době návrhu velice podobné, je v jejich použití rozdíl. Triaxes Legend je oproti 3DMasterKit určen pro tisk přímo na velkoformátové lentikulární desky s 3D efektem.

4.8 Shrnutí

Zkoumané programy, specializované na tvorbu grafického návrhu lentikulárních obrázků, poskytují nejrůznější funkce v různých fázích návrhu. Nejčastější z nich jsou shrnuty v následujících tabulkách.

| Software | Efekty | | | Náhled | | |
|---------------------|--------|---------|-----|---------|---------|--------|
| | Flip | Animace | 3D | Animace | Anaglyf | OpenGL |
| Lenticulis | Ano | Ano | Ne | Ne | Ne | Ne |
| Home Illusion | Ano | Ano | Ano | Ano | Ano | Ne |
| Lenticular Effects | Ano | Ano | Ano | Ano | Ne | Ne |
| Power Illusion | Ano | Ano | Ano | Ano | Ano | Ano |
| PSDto3D | Ne | Ne | Ano | Ano | Ano | Ne |
| PSD 3D Converter | Ne | Ne | Ano | Ne | Ne | Ne |
| 3DMasterKit, Legend | Ano | Ano | Ano | Ano | Ano | Ne |

Tabulka 4.1: Srovnání SW

| Software | Výstup | | Import PSD |
|---------------------|----------|-------------|------------|
| | Sekvence | Interlacing | |
| Lenticulis | Ano | Ne | Ano |
| Home Illusion | Ano | Ano | Ano |
| Lenticular Effects | Ano | Ano | Ano |
| Power Illusion | Ano | Ano | Ano |
| PSDto3D | Ano | Ne | Ano |
| PSD 3D Converter | Ano | Ne | Ano |
| 3DMasterKit, Legend | Ano | Ano | Ano |

Tabulka 4.2: Srovnání SW (pokračování)

5 Analýza chybějících funkcí Lenticulis verze 0.6

Na základě uživatelského hodnocení, vlastního zkoumání a porovnání programu Lenticulis se specializovanými programy pro grafickou přípravu lentikulárních tisků byly určeny následující chybějící funkce programu.

Pro určení priority jejich implementace byla zvolena následující stupnice:

- Nejvyšší priorita - Důležitá chybějící funkce.
- Střední priorita - Požadovaná akce provést lze. Implementací navržené funkce by se výrazně zvýšil uživatelský komfort.
- Nižší priorita - Požadovaná akce provést lze. Implementací navržené funkce by se mírně zvýšil uživatelský komfort.

5.1 Nejvyšší priorita

5.1.1 Přímá podpora 3D

Přímá podpora 3D ve stávající verzi Lenticulis chybí. Ze srovnání s existujícími programy je patrné, že podpora 3D je běžná a uživateli očekávaná funkce.

Práce s touto funkcí by spočívala ve zjištění parametrů pozorovací vzdálenosti, zorného úhlu lentikulární desky, LPI a DPI. Objektům by se potom přiřadila určitá hloubka vzhledem k pozorované desce. Ta by byla určena jako absolutní hodnota nebo na stupnici od -100% do 100% , kde by krajní hodnoty značily uživatelem definovanou maximální vzdálenost.

S podporou 3D souvisí některé další navrhované funkce, a to zejména naklápění obrázku, které by umožnilo definovat různou hloubku v rámci jedné vrstvy. Další funkcí je určení doporučeného počtu snímků, které by mohlo doporučit maximální počet snímků zjištěný jako podíl tiskového rozlišení DPI a počtu lentikulí na palec LPI. Jinou užitečnou funkcí pro zvýšení uživatelského komfortu u podpory 3D je náhled v podobě animace nebo anaglyfu.

5.1.2 Chybějící funkce plátna

Důležitou chybějící součástí programu je možnost použít akce Zpět a Vpřed, které zvyšují efektivitu práce nejen u grafických programů. S jejich pomocí bude moci uživatel vrátit stav projektu o několik akcí zpět.

Další podstatnou funkcí, obvyklou u grafických editorů, je zvýraznění objektu, se kterým se provádí akce jako přesun, škála apod. Tato možnost v Lenticulis chybí. Po kliknutí na obrázek na plátně by se měl zvýraznit například ohraničením. Navíc by bylo užitečné, aby se zobrazily body, za které by se dal obrázek chytit a škálovat v daném směru.

Se škálou souvisí požadavek na její provádění se zachováním poměru stran obrázku. Tato možnost má vysokou prioritu právě z toho důvodu, že na ni jsou uživatelé zvyklí. Aplikace této funkce by mohla být umožněna stiskem kombinace kláves a současným tažením myši.

Poslední chybějící funkcí je automatické přeškálování obrázků na plátně při změně velikosti plátna. Parametry rozpracovaného projektu v Lenticulis lze měnit během práce, ale při změně rozměrů plátna zůstanou objekty v původní velikosti. Proto by bylo vhodné implementovat funkci umožňující přeškálovat obrázky na plátně v poměru změny velikosti plátna.

5.2 Střední priorita

5.2.1 Chybějící funkce plátna

Mezi funkce s touto prioritou patří například umožnění uživateli automaticky umístit přidání obrázek na střed plátna, nebo posun obrázkem šipkami klávesnice pro jemnější manipulaci.

Dalším zmíněným nedostatkem během uživatelského testování byla možnost pracovat s více obrázky na plátně zároveň. V principu by šlo o možnost seskupit obrázky například stiskem klávesy a označením myši. Následná transformace by se pak provedla na všech označených objektech stejným způsobem.

Pro bližší představu o pozici obrázku na plátně chybí v Lenticulis například osy okolo plátna, ze kterých by se dala pozice určit. Zároveň s tím by se mohly při označení souřadnice zobrazovat na obrazovce.

5.2.2 Náhledy

Náhled v Lenticulis je umožněn pouze pohybem posuvníku při přepínání plátna. Uživatelé často očekávali automatickou animaci, jak již bylo zmíněno

u implementace 3D podpory. Při volbě animace by se přehrávání spustilo automaticky.

Jinou formou náhledu by byla možnost zobrazit s určitou průhledností všechny snímky přes sebe. Toho by se dalo využít u tvorby 3D, kde by si uživatel mohl prohlédnout všechny posuny zároveň. Aktuální verze Lenticulis toto umožňuje pouze pro dva snímky zobrazené vedle sebe.

5.3 Nižší priorita

Ostatní uživatelské požadavky spadají do třetí kategorie priorit. Jejich implementací se zvýší uživatelský komfort, ale výsledku jejich použití lze v aktuální verzi Lenticulis dosáhnout i jinak.

Jedná se především o návrhy, které by práci mohly zrychlit, jako například větší indikace právě zobrazeného snímku, rozdělení objektu v časové ose, vlastní pojmenování vrstvy nebo náhled obrázků v souborovém průzkumníku v pravé části okna apod.

6 Implementace v Lenticulis

Výsledkem práce v předmětu KIV/PRJ5 v průběhu zimního semestru je analýza chybějící funkcionality programu Lenticulis. S pomocí uživatelského hodnocení a srovnání s ostatními programy pro tvorbu lentikulárních obrázků byly analyzovány chybějící funkce programu, které byly rozřazeny do tří skupin podle priority jejich implementace.

Implementace je soustředěna zejména na přímou podporu 3D, která v aktuální verzi programu zcela chybí. Vedle podpory 3D je součástí implementace zvýšení uživatelského komfortu při práci s plátnem a vrstvami v projektu, jako je například vylepšení základních transformací obrázků, akce zpět a vpřed nebo vylepšení možností náhledu a oprava objevených chyb Lenticulis verze 0.6. Nová verze programu má označení Lenticulis verze 0.7. Uživatelská příručka k programu je součástí přiloženého CD.

Po dokončení implementace proběhne další uživatelské hodnocení, které by mělo prověřit zvýšení uživatelského komfortu.

6.1 Podpora 3D

Vlastnost lentikulární desky měnit obraz na základě úhlu pozorování umožňuje, kromě efektů výměny a animace, vytvořit i trojrozměrný vjem. To závisí na zorném úhlu lentikulí. „Zorný úhel je definován jako úhel rozbíhavosti svazku světla určeného skvrnou velikosti rozteče čoček.“ [7] Na zorném úhlu a pozorovací vzdálenosti od desky pak závisí zóny dobré viditelnosti (obrázek 6.2). Ty určují rozpětí v rovině pozorovatele, ve kterém jsou vidět jednotlivé snímky lentikulárního obrázku.

U běžných lentikulárních desek, které se používají například pro flip, jsou zorné úhly přibližně v rozpětí 40-50° [6]. Větší pozorovací úhel vytvoří širší zóny viditelnosti, díky kterým pozorovatel sleduje jednotlivé snímky oběma očima zároveň. Pro 3D lentikulární tisky se používají desky s menšími zornými úhly (v rozmezí přibližně 15-30° [6]), čímž vytvoří jednotlivým snímkům v rovině pozorovatele užší zóny viditelnosti, a je tedy možné pozorovat každým okem jiný snímek.

Možnost vidět každým okem jiný obraz je základem 3D projekce a využívá toho, že v reálném světě každé oko vidí objekt z mírně odlišného pohledu. Tato vlastnost se obecně nazývá binokulární paralaxa [7]. Dalšími vlastnostmi, používanými pro vytvoření 3D vjemu pomocí lentikulárního tisku, je horizontální disparita a pohybová paralaxa. Horizontální disparita

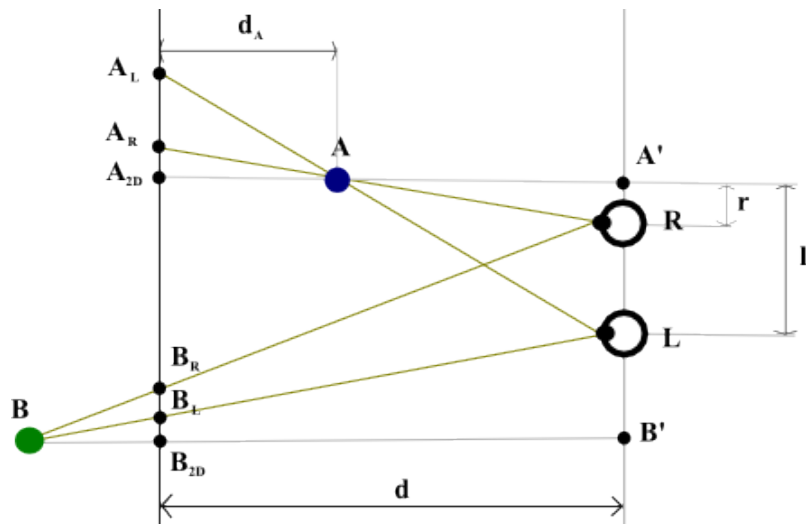
je vodorovná vzdálenost obrazů bodu na jednotlivých snímcích určených pro pozorování levým a pravým okem[7]. Pohybová paralaxa se může projevit při animaci tak, že objekty vzdálenější od plátna se přesouvají rychleji než objekty, které jsou mu blíž.

Pro vytvoření 3D lentikulárního obrázku je tedy zapotřebí vypočítat disparitu pro jednotlivé vrstvy v obrázku na základě definované hloubky a aplikovat na ně posun. Díky vysokému tiskovému rozlišení se dá ale dosáhnout toho, že výsledný obrázek tvoří více než dva snímky. Toho se dá využít tak, že se získaná disparita pro dva snímky lineárně interpoluje na ostatní. Tím vznikne při pohybu hlavy i animace a vzhledem k odlišné disparitě v různých vrstvách i pohybová paralaxa, která 3D vjem výrazně podpoří.

Jinou možnou technikou je vytvořit pouze dva snímky a poskládat je do výsledné sekvence střídavě po jednom nebo po skupinách, jak je například uvedeno v článku o konverzi 2D do 3D[3]. Touto variantou nelze dosáhnout pohybové paralaxy. Navíc se může stát, že pozorovatel uvidí v určitém okamžiku snímky v opačném pořadí a výsledek může působit nepřirozeně.

6.1.1 Výpočet disparity

Výpočet horizontální disparity je závislý na znalosti pozorovací vzdálenosti a požadované vzdálenosti objektů od plátna (hloubky objektu).



Obrázek 6.1: Výpočet horizontální disparity

Na obrázku 6.1 je náčrtek projekce dvou různých objektů A a B na plátno. Za předpokladu, že je známá pozorovací vzdálenost d , pozice bodu A na plátně (bod A_{2D}) a je požadována vzdálenost od plátna d_A , je možné ze vztahů o podobnosti trojúhelníků odvodit pozice bodu A na snímku pro

levé oko (A_L) a na snímku pro pravé oko (A_R). Vzdálenost mezi body A_L a A_R pak udává horizontální disparitu. Pro výpočet těchto bodů pro bod A pak platí následující vztahy.

$$|A_{2D}A_L| = \frac{ld_A}{d-d_A}$$

$$|A_{2D}A_R| = \frac{rd_A}{d-d_A}$$

Tento vztah je v Lenticulis použit pro libovolný bod bez ohledu na umístění vzhledem k pozorovateli a plátnu za předpokladu, že vzdálenost od plátna k bodu bude směrem k pozorovateli brána kladně a na opačnou stranu záporně. Hodnota rozdílu obecného bodu $X_R - X_L$ pak udává rychlost posunu a v závislosti na znaménku se projeví směr posunu objektu při prohlížení výsledného obrázku.

6.1.2 Výpočet zón viditelnosti

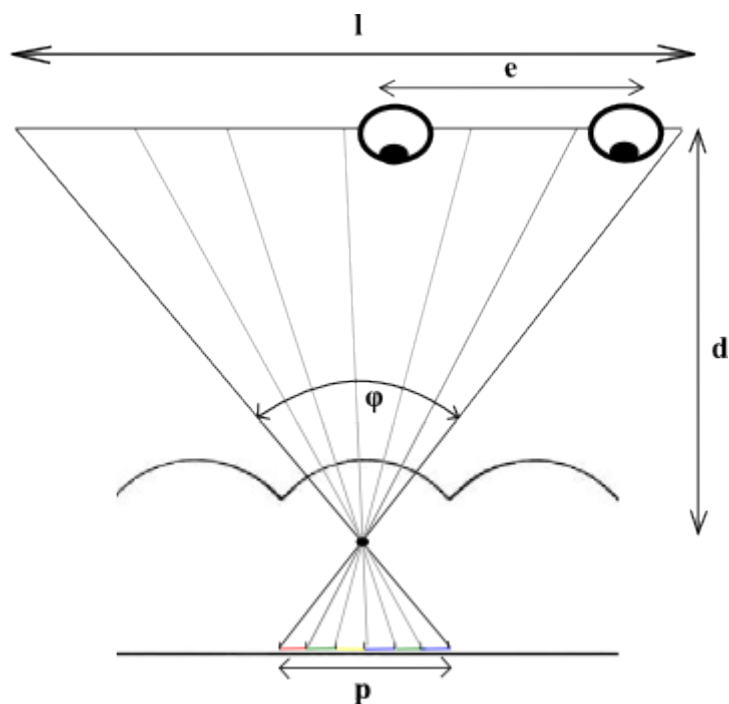
Pokud je vypočtena disparita, je potřeba zjistit, které dva snímky ze sekvence uvidí levé a pravé oko. Například bude-li výstupem více snímků, může se stát, že levé a pravé oko neuvidí právě sousední snímky, ale například uvidí levý a pravý snímek s určitým rozestupem. Tento rozestup je dán pozorovací vzdáleností, celkovým počtem snímků a zorným úhlem.

Tento problém je znázorněn na obrázku 6.2, kde parametr p udává rozteč lentikule (pitch), e je mezioční vzdálenost, φ je zorný úhel desky a d je pozorovací vzdálenost od desky. Ze znalosti těchto parametrů je možné vypočítat odhad velikostí zón dobré viditelnosti. Mezioční vzdálenost se udává průměrně od 63 do 65mm[7], zorný úhel je známý parametr desky a pozorovací vzdálenost je požadovaná vzdálenost pozorovatele od desky, přičemž tloušťka desky je zanedbatelná. Díky podobnosti trojúhelníků hodnota rozteče není tak podstatná jako počet snímků, které pokryje. Ten je definován jako podíl tiskového rozlišení DPI a počtu lentikulí na palec LPI.

Hodnota l se určí podle následujícího vztahu a vydělením délky l počtem snímků se získá velikost zóny viditelnosti pro jeden snímek v určené pozorovací vzdálenosti.

$$l = 2d \tan \frac{\varphi}{2}$$

Vydělením mezioční vzdálenosti velikostí vypočtené zóny se získá rozestup snímků, které budou viditelné každým okem zvlášť.



Obrázek 6.2: Zóny viditelnosti

6.1.3 Anaglyf

Anaglyfické zobrazení je technika, která umožňuje složit 3D obraz ze dvou pohledů filtrováním barevných kanálů. Taková technika se v případě softwaru pro lentikulární tisk dá využít pro náhled a představu výsledného lentikulárního obrázku přímo na displeji během návrhu. Dále se může využít například pro projekci 3D filmů.

Využívá se toho, že displej skládá obraz ze tří barevných kanálů: červeného R, zeleného G a modrého B. Připravené snímky s odpovídající disparitou se pak složí do jednoho výsledného obrázku, přičemž se z každého vyjme pouze určitý barevný kanál. K získání výsledného trojrozměrného vjemu stačí pro každé oko použít daný barevný filtr, který propustí ze složeného obrázku konkrétní snímek. Jako barevné filtry se používají 3D brýle.

Nejčastěji se pro anaglyfické zobrazení používá kombinace červeného kanálu R pro levý snímek a azurového kanálu (kombinace zeleného G a modrého kanálu B) pro pravý. Brýle mají typicky podobu s červeným filtrem na levém oku a azurovým na pravém.

Kvůli filtrování barev mohou u barevného snímku nastat problémy při zobrazení objektů, které jsou v základních RGB barvách. V případě sytě červeného objektu ve scéně vzniká v jeho pozici pro pravé oko prázdné místo, což rozbije vjem. V případě azurového objektu nastává situace, kdy objekt

není viděn levým okem. Snížením sytosti (v krajním případě vytvořením černobílého anaglyfu) nebo změnou barevného odstínu se dá takové situaci předejít [7].

6.1.4 3D posun v Lenticulis

V původní verzi programu může uživatel vytvořit sekvenci snímků z vložených obrázků. K vytvoření animace nebo výměny slouží transformace posun, rotace a škála, jejichž hodnoty je možné interpolovat na více snímcích. Parametry celého projektu, které může uživatel ve verzi 0.6 definovat, jsou rozměry plátna v pixelech a počet snímků a vrstev a samotné transformace obrázků.

K vytvoření 3D bylo potřeba umožnit uživateli definovat další parametry. V první řadě šlo v nastavení projektu o hodnoty LPI a DPI, ze kterých lze určit ideální počet snímků výsledné sekvence, jak bylo popsáno v předchozím textu. Dále bylo potřeba zajistit požadovanou pozorovací vzdálenost a zorný úhel desky, na kterou se bude tisknout. S těmito parametry je možné zjistit zóny viditelnosti a rozestupy snímků viděných levým a pravým okem. Posledním nezbytným parametrem jsou hloubky jednotlivých vrstev k určení horizontální disparity objektů v nich.

K samotnému generování 3D bylo použito implementace původní verze Lenticulis 0.6. Každý objekt obrázku v projektu je reprezentován třídou `LayerObject`, která o něm uchovává informace. V tomto případě jsou podstatné jeho počáteční parametry (aplikované v prvním snímku jeho výskytu) pozice, škála a rotace.

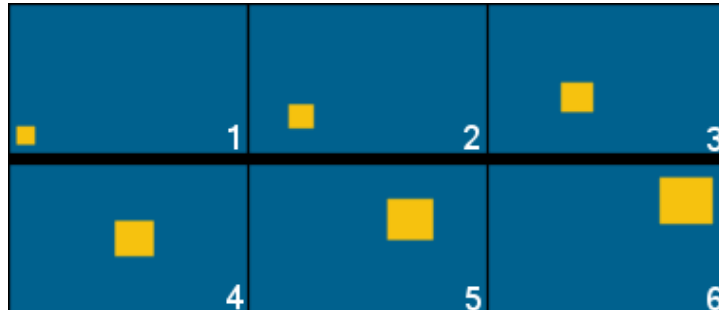
`LayerObject` dále obsahuje slovník tří transformací. Pro orientaci v následujícím textu jsou označeny velkými písmeny.

1. posun - T
2. škála - S
3. rotace - R

Konkrétní transformace v něm zaznamenaná představuje transformaci obrázku na posledním snímku, kde se obrázek vyskytuje. Všechny mezilehlé se dopočítají interpolací. Stejně tak pokud se nastaví transformace mezi prvním a posledním snímkem konkrétnímu obrázku, hodnota uložená ve slovníku se získá extrapolací.

Tato funkce byla implementována za účelem efektivní tvorby animací. Hodnota se získá buď aplikací transformace myší na plátně, nebo ji lze nastavit i číselně, a tedy i vynulováním zrušit. Všechny instance typu `Layer`

rObject, patřící do konkrétní vrstvy, jsou pak uchovány v seznamu třídy Layer představující danou vrstvu. Třídě Layer pro generování 3D musela být přidána vlastnost hloubky.



Obrázek 6.3: Interpolace

V obrázku 6.3 je ukázka vytvoření animace ve verzi 0.6. Projekt obsahuje dva obrázky, a to modré pozadí a žlutý čtverec, jejichž délka v časové ose je 6 snímků. Čtverci byla nastavena původní pozice ve snímku 1 v levém dolním rohu a ponechána jeho původní velikost. Ve snímku 6 byla jeho pozice nastavena do pravého horního rohu a byl zvětšen. Z výstupu je vidět použití interpolace k dopočítání škály a pozice na snímcích 2 - 5.

Původní myšlenkou bylo vypočtené posuny 3D uložit jako hodnotu posunu T ve slovníku transformací. To ale způsobovalo ten problém, že po vygenerování 3D mohl uživatel posunem objektů na plátně myšlí 3D efekt rozbít například posunem ve svislém směru. Proto byla zvláště do slovníku přidána čtvrtá hodnota 3D posunu (ozn. $T3D$), nezávislá na posunu obrázku aplikovaným na plátně.

Protože původní posun T je zaznamenán jako vektor mezi prvním a posledním snímkem daného obrázku, výsledný posun, viditelný na plátně, je získán složením odpovídajících si souřadnic těchto dvou posunů T a $T3D$. Výsledek je takový, že pokud uživatel nastaví svislý posun a přidá 3D posun, objekt se pohybuje šikmo. Tato implementace má výhodu, že posuny 3D lze generovat automaticky při jakékoliv změně parametru ovlivňujícím výsledek 3D.

Výpočet 3D posunu obrázku zajišťuje nově vytvořená statická třída Generator3D, která přebírá parametry zadané uživatelem v nastavení projektu a nastavení 3D. Po určení rozestupu snímků viděných zvláště levým a pravým okem algoritmus prochází seznam vložených obrázků a podle hodnoty hloubky uložené v objektu vrstvy vypočítá horizontální disparitu. Proto se u 3D posunu pracuje pouze s horizontální souřadnicí pozice. Je-li rozstup snímků pro levé a pravé oko n , horizontální disparita d , souřadnice X ob-

rázku v prvním snímku x_0 , pak souřadnice x_i na libovolném snímku i bude rovna:

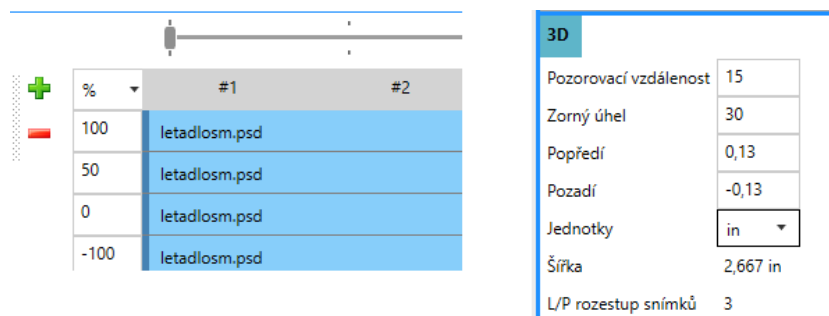
$$x_i = x_0 + \frac{d}{n}i$$

Hodnota uložená jako 3D translace bude hodnota získaná tímto vztahem, kde i bude délka obrázku daná počtem snímků, které obrázek pokrývá. Při vykreslení snímku na plátno nebo při exportu se postupně na obrázek aplikují transformace uložené ve slovníku objektu: posun T + posun T3D, rotace R a škála S.

6.1.5 Uživatelské ovládání 3D

Hodnoty LPI a DPI mohou být známy už před začátkem práce na projektu, případně k jejich změnám nebude docházet během práce často. Proto jsou nastavitelné v okně vlastností projektu spolu s nastavením velikosti plátna a počtu snímků a vrstev. To dává možnost při nastavení projektu na základě vyplněné hodnoty LPI a DPI doporučit uživateli ideální počet snímků.

Pro ostatní parametry byl přidán do hlavního okna panel, ve kterém může uživatel nastavovat během práce vlastnosti 3D. Při každé změně se přepočítává posun 3D a automaticky se aplikuje na objekty ve scéně na plátně. Během práce lze 3D posun vypnout nebo zapnout pomocí tlačítka v nástrojové liště. Uživatel může nastavit pozorovací vzdálenost a pozorovací úhel desky, vzdálenost popředí a pozadí, a to v palcích, centimetrech a milimetrech. Na tom pak závisí možnost nastavení hloubky vrstev. Hloubku je možné zadávat jako absolutní hodnotu v nastavených jednotkách v rozsahu předem zvoleného maximálního popředí a pozadí nebo jako procentuální hodnotu popředí a pozadí.



Obrázek 6.4: 3D Panel a nastavení hloubky vrstevám

Do nástrojové lišty byly přidány nástroje 3D pro zapnutí a vypnutí 3D a možnosti zobrazení barevného a černobílého anaglyfu. Ten slouží k náhledu

výsledného 3D efektu. Protože anaglyfický náhled, na rozdíl od lentikulárního 3D obrázku, je složen pouze ze dvou snímků, program vytvoří náhled tak, že kombinuje první snímek v sekvenci pro levé oko a pro pravé vybere nejbližší dle vypočteného rozestupu snímků (v 3D panelu označen jako L/P rozestup snímků). Možnost černobílého anaglyfu je implementována kvůli problému zobrazení sytě červených objektů. Jde o techniku snížení sytosti barvy na minimum tak, aby mohl vzniknout 3D vjem při pozorování 3D brýlemi a nedocházelo k jeho rozbití při použití základních RGB barev.



Obrázek 6.5: Anaglyfické zobrazení vytvořené programem Lenticulis 0.7

6.2 Historie operací

Program Lenticulis 0.6 bylo třeba doplnit o klasické uchovávání historie operací s možností operaci vrátit nebo posunout vpřed (tzv. Undo/Redo nebo Zpět/Vpřed operace). Prováděné operace, které by měly být uchovávány, lze v Lenticulis 0.6 roztrždit do čtyř kategorií.

První kategorií je transformace objektů na plátně. V historii je třeba zaznamenat změnu pozice, škály a rotace daného objektu, a to i s ohledem na výpočet interpolovaných transformací objektu na jiných snímcích. Druhou kategorií je časová osa. U ní se musí zaznamenávat přidání a smazání objektů, změna pozice a změna délky objektu. Do samotné kategorie se dají zařadit vrstvy. U vrstvy se zaznamenává její vložení a smazání. Smazání je ale podstatně složitější operace, protože vrstva může obsahovat objekty, jejichž samotné smazání se musí zaznamenat, a proto je potřeba implementovat pro uchování historie takový datový typ, který bude v případě potřeby umět uchovávat sám sebe. Poslední kategorií je změna nastavení projektu.

S implementací 3D do Lenticulis 0.7 je potřeba tento seznam rozšířit. U vrstev se bude navíc zaznamenávat změna hloubky a samotnou kategorii bude tvořit změna 3D parametrů v pravé části okna.

6.2.1 Datový typ historie

Jak bylo napsáno v předchozím textu, je třeba pro každou z pěti kategorií uchovávat datový typ historie operace, který umožňuje danou operaci vrátit zpět nebo vpřed. Je potřeba do něj uložit aktuální stav objektu, se kterým se pracovalo, a navíc stav před samotnou akcí, přičemž implementuje funkce pro změnu stavů (vpřed a zpět). Ačkoliv jsou datové typy ukládání historie různé v závislosti na tom, do které kategorie operace patří, jsou tyto funkce jejich společným znakem.

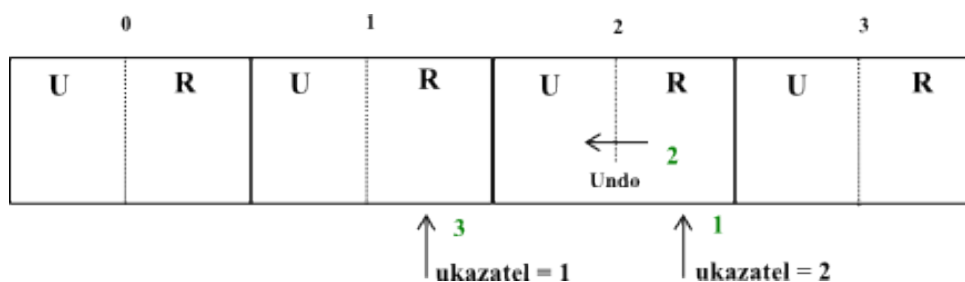
V Lenticulis 0.7 proto byla vytvořena abstraktní třída `HistoryItem`, která obsahuje abstraktní metody `ApplyUndo` a `ApplyRedo`. Každá třída představující záznam historie operace dané kategorie musí dědit od této třídy. Položky historie operací se pak mohou ukládat do jednoho společného seznamu a při práci nad seznamem je možné volat akce *zpět* a *vpřed* bez ohledu na to, do jaké kategorie zaznamenaná operace patří.

6.2.2 Seznam historie

K uchovávání položek historie bylo třeba zvolit vhodný způsob. Takovým způsobem se ukázalo být ukládání položek do seznamu. Základní myšlenkou je, že po provedení akce se vytvoří položka historie (instance potomka třídy `HistoryItem`) a vloží se na konec seznamu. Pro vrácení operací se nad položkami směrem od konce seznamu volá postupně metoda `ApplyUndo`.

Tento způsob stále neřeší akci *vpřed*. Je proto nutné uchovat si nějakým způsobem referenci na položku v seznamu, která představuje aktuální stav v projektu. Tento problém je řešen pomocí celočíselné proměnné, představující ukazatel na index aktuální položky v seznamu. Pro operaci *zpět* se nad aktuálním objektem zavolá metoda `ApplyUndo` a ukazatel se zmenší o jedna. V případě akce *vpřed* se nejdříve ukazatel zvýší o jedna a pak zavolá `ApplyRedo`.

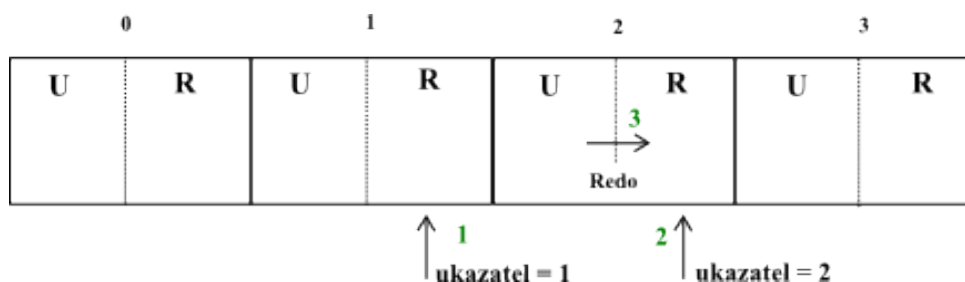
Akce *zpět* je znázorněna na obrázku č. 6.6, kde je seznam o velikosti čtyř položek. Každá položka (instance potomka `HistoryItem`) obsahuje stav U (undo, zpět), který označuje stav před vykonáním zaznamenané akce uživatelem, a stav R (redo, vpřed), který označuje stav po dokončení uživatelské akce. V případě, že ukazatel ukazuje na položku, představuje stav R aktuální stav. Zjednodušeně by se mohlo jednat například o posun objektu na



Obrázek 6.6: Grafické znázornění provedení akce Zpět

plátně z pozice $[0, 0]$, což by představovalo stav U, na pozici $[1, 1]$, která je zastoupena stavem R. V případě, že sousední položky budou patřit do stejné kategorie operací (například posun na plátně), budou stavy U a R sousedních položek identické a stačilo by ukládat pouze jeden stav v jedné položce. Protože ale prakticky dochází k tomu, že se míchají různé operace, je potřeba ukládat stavy oba.

Zelená čísla na obrázku udávají posloupnost operací pro akci *zpět*. Výchozím stavem (1) je takový stav, při kterém ukazatel ukazuje na položku s indexem 2. Pro akci *zpět* se nad ní zavolá ApplyUndo (2) a ukazatel se sníží (3).



Obrázek 6.7: Grafické znázornění provedení akce Vpřed

Na obrázku 6.7 je znázorněna akce *vpřed*. Aktuální stav (1) je na položce s indexem 1. Nejprve se zvýší ukazatel (2) a poté aplikuje metoda ApplyRedo (3), která provede příslušné změny.

Vkládání nových položek probíhá tak, že se vytvoří instance konkrétního potomka třídy HistoryItem před zahájením operace. Pro transformace na plátně je to například stisk tlačítka myši při vybrání objektu. Do objektu historie se uloží stav U a po dokončení operace (například ukončení stisku tlačítka) se uloží aktuální stav do stavu R. Takto vytvořený objekt se následně uloží do seznamu historie. Vložení do seznamu typicky nemusí být vždy na jeho konec. Jestliže je ukazatel na indexu 1 v seznamu o čtyřech položkách, aplikací akce *zpět* by se ukazatel dostal na nežádoucí položku.

Nové položky je proto nutné ukládat na místo za ukazatel. To může být ale obsazené. Pro přirozené chování při aplikacích funkcí *zpět* a *vpřed* je nejprve potřeba odstranit položky s indexem vyšším než je ukazatel, poté ukazatel zvýšit o jedna a na jeho pozici vložit položku novou.

V Lenticulis 0.7 seznam představuje vlastní třída `HistoryList`, která musí být přístupná pro obsluhu akcí vyvolaných uživatelem. Obsahuje privátní seznam položek a ukazatel. Dále poskytuje veřejné metody `Undo` a `Redo`, které jsou volány buď po stisku tlačítek v nástrojové liště, nebo klávesovými zkratkami. Při inicializaci se v konstruktoru vytvoří prázdný seznam a ukazatel je nastaven na -1 . Při volání akcí *zpět* a *vpřed* je třeba na úrovni vnitřní implementace třídy `HistoryList` hlídat hodnotu ukazatele a velikost seznamu.

6.2.3 Historie akcí na plátně

Historie akcí na plátně je první z kategorií ukládaných položek historie. Informace o objektech na plátně jsou ukládány jako objekty třídy `LayerObject`, a proto je třída pro ukládání této kategorie akcí pojmenována `LayerObjectHistory`. V případě akcí na plátně jsou podstatné hodnoty uložené v objektu pozice, škála a rotace na prvním snímku a slovník transformací (popsáno v podkapitole 6.1 Podpora 3D).

Zahájení transformace na plátně se provede stiskem tlačítka myši nad daným objektem. V tom okamžiku se vytvoří nová instance třídy `LayerObjectHistory`, která má uložené výše uvedené hodnoty jako stav `U`. Dokončení transformace se provede při zvednutí tlačítka myši. V tom okamžiku se nastaví nové hodnoty na plátně a poté se uloží do vytvořeného objektu historie i stav `R`.

Objekty `LayerObjectHistory` obsahují, kromě hodnot transformací, i odkaz na odpovídající instanci třídy `LayerObject`. Metody `ApplyUndo` a `ApplyRedo` v tomto případě fungují tak, že při jejich zavolání se přepíše stav `U` nebo stav `R` do aktuálního stavu objektu `LayerObject` a překreslením plátna se změny projeví.

6.2.4 Historie objektů v časové ose

Při zaznamenávání historie akcí s objekty v časové ose se postupuje podobně jako u práce na plátně. Pozice v časové ose, která udává délku života obrázku vzhledem k počtu snímků, počáteční snímek a vrstva jsou zaznamenány také ve třídě `LayerObject`. Při změnách těchto hodnot se postupuje stejně, jak už bylo popsáno. Při stisku myši se vytvoří `TimelineItemHistory` objekt s

původními hodnotami U. Po dokončení změny pozice se zapíše stav R a uloží se do seznamu.

Práce s objekty v časové ose navíc zahrnuje přidávání a mazání objektů samotných. Kromě ukládaných hodnot vrstvy, počátečního snímku, délky a instance objektu `TimelineItem`, se ukládají navíc pravdivostní hodnoty o tom, zda byl při zaznamenané akci objekt vložen do projektu, nebo z něj byl smazán. Musí platit omezení, že obě nemohou mít v jednom záznamu hodnotu *true*. Při volání akce Undo a Redo nad seznamem historie se nastaví odpovídající uložené instanci třídy `TimelineItem` hodnoty pozice v ose a podle příznaků vložení a smazání se buď instance z osy smaže, nebo se do ní vloží zpět v závislosti na směru posunu v seznamu historie.

6.2.5 Historie vrstev

Vrstvu v Lenticulis představuje třída `Layer`, která uchovává svou pozici, seznam objektů v ní vložených a hloubku pro generování 3D. Vrstvu je možné přidat, smazat včetně vložených objektů, nastavit hloubku a posouvat nahoru a dolů. Všechny akce je nutné zaznamenat a uložit do seznamu historie.

Posun vrstvy nahoru a dolů zajišťují metody časové osy. Ty zaměňují pozice vrstev a přepisují číslo daných vrstev v objektech, které jsou v nich vloženy. Ukládání těchto akcí je vyřešeno ukládáním pravdivostních hodnot, které udávají, jestli byla vrstva posunuta a kterým směrem. Pro vrácení akce se zavolá posun v opačném směru.

Přidávání vrstev je možné buď v nastavení projektu, nebo tlačítkem + vedle časové osy. Výsledkem je prázdná vrstva v nejvyšší pozici. Vrácení této akce je pouze smazání prázdné nejvyšší vrstvy. Při volbě odstranění vrstvy se ale může stát, že vrstva už obsahuje objekty `TimelineItem` časové osy. V tomto případě je využito možnosti uchovávat objekty `HistoryItem` v jiných objektech stejného typu. V případě odstranění neprázdné vrstvy se nejdříve vytvoří objekty `TimelineItemHistory` s příznakem odstranění nastaveným na *true*, které se uloží jako seznam do objektu historie vrstvy `LayerHistory`. Při volání metody `ApplyUndo` po smazání takové vrstvy se nejdříve vloží zpátky prázdná vrstva a poté se zavolá `ApplyUndo` na všech objektech `TimelineItemHistory`, čímž se vrátí do vrstvy i její původní obsah.

Uložení změny hloubky vrstvy začíná při označení (focus) příslušného textového vstupu. Po odznačení projde kontrolou na změnu a pokud změna proběhla, uloží se objekt do seznamu s původní a novou hodnotu. V opačném případě se nevyužije.

6.2.6 Historie projektu a 3D hodnot

Při změně nastavení vlastností projektu se ukládají změny velikosti plátna, nastavení DPI, LPI a nastavení počtu vrstev a snímků. K uložení slouží třída `ProjectHistory`, která ukládá tyto hodnoty uložené ve statické třídě `ProjectHolder`. Hodnoty ukládá jako stav `U` před změnou a `R` po změně. Při volání akcí *zpět* a *vpřed* jsou hodnoty v `ProjectHolder` přepsány uloženými stavy.

Do `Lenticulis 0.7` byla přidána možnost změnit velikost obrázků na plátně v poměru se změnou velikosti plátna. Proto je navíc uložený poměr, se kterým byly obrázky škálovány. Při vracení akce se obrázky škálují převrácenou hodnotou poměru k dosažení původních rozměrů.

Změny počtu snímků a vrstev fungují podobně jako mazání a přidávání samotných vrstev. V případě, že uživatel snímky nebo vrstvy odstraňuje, musí se uložit objekty historie časové osy, které se při případném vracení akce přidávají zpět.

Ukládání historie 3D nastavení je rozšířením ukládání historie projektu, ale je implementováno vlastní třídou `ProjectHistory3D`. Na rozdíl od změn, popsanych v historii projektu, se změny projevují hned po změně vstupního pole parametru. V předchozím případě se změny projevily vždy jednorázově potvrzením a zavřením okna vlastností projektu.

Tomu je přizpůsobena implementace metod `ApplyUndo` a `ApplyRedo`, která pouze mění vstupy, a tím se vyvolává i změna a nové generování výsledku 3D.

6.2.7 Omezení paměti seznamu

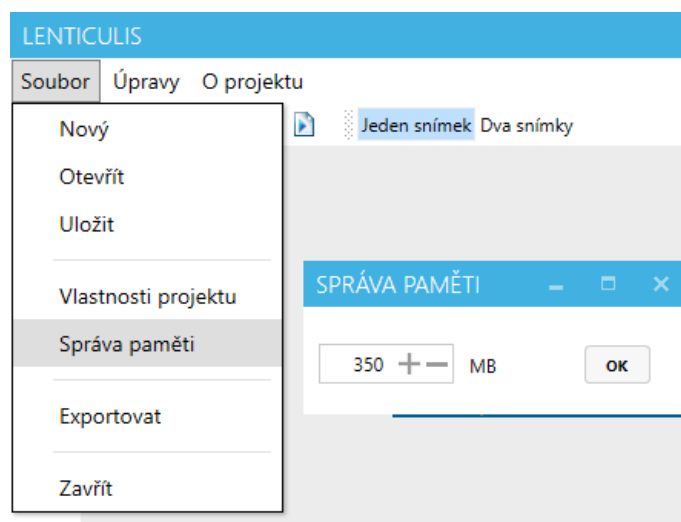
Během delší práce na projektu v programu `Lenticulis 0.7` může dojít ukládáním položek historie k nežádoucímu nárůstu velikosti fyzické paměti přidělené procesu. Při velké paměťové zátěži by mohlo dojít k odkládání paměti na disk, čímž by se program mohl zpomalit a práci tak uživateli znepříjemnit.

Nárůst paměti může být způsoben v `Lenticulis` kombinací vysokého počtu položek v seznamu a načtenými obrázky, se kterými se už nemusí pracovat. Podpůrná knihovna `Lenticulis`, která zajišťuje načítání, export a práci s obrázky, každý obrázek načte do paměti pouze jednou a registruje ho pro pozdější použití. To přináší výhodu, že lze provádět akci *zpět* po smazání obrázku z projektu (přidání zpět do projektu) bez času potřebného k opětovnému načtení obrázku do paměti. Tímto způsobem správy uložených obrázků může dojít k situaci, kdy program v paměti kvůli seznamu historie delší dobu uchovává obrázek, který uživatel smazal a nebude s ním chtít dál pracovat.

Jednou z možností je omezit počet položek v seznamu. Při překročení daného počtu se začnou položky odstraňovat od začátku seznamu. Výhodou tohoto řešení je snadná implementace a fakt, že uživatel přesně ví, o kolik kroků se může vrátit. Značnou nevýhodou ale je to, že se nekontroluje velikost využití paměti a k problému s příliš velkým paměťovým nárokem může dojít dřív, než se limitu počtu položek dosáhne.

Další variantou je hlídat velikost seznamu historie akcí. Tato možnost je výhodná právě v tom, že hlídá přesně využití paměti, které spotřebuje seznam. Nevýhodou tohoto řešení je, že neexistuje spolehlivý způsob, jak velikost seznamu v programovacím jazyce C# zjistit. Jedná se totiž o seznam objektů, které mohou uchovávat reference na objekty jiné.

Třetí možností je určitý kompromis mezi výše uvedenými způsoby. Spočívá ve stanovení maximálního využití fyzické paměti programem Lenticulis celkově. Při překročení této hodnoty se začne s uvolňováním položek v seznamu. Výhodou je možnost přibližně určit paměťovou náročnost způsobenou seznamem pro ukládání historie. Nevýhodou je, že při nárůstu paměti, například vložení nových obrázků, může dojít k situaci, kdy se seznam uvolní celý, aniž by sám o sobě zabíral větší část paměti. Tomu se dá předejít tak, že se definuje minimální počet položek seznamu. Protože tato metoda umožňuje alespoň přibližně omezit velikost programu v paměti a je v dané technologii prakticky použitelná, je implementována v programu Lenticulis verze 0.7.



Obrázek 6.8: Nastavení velikost paměti v Lenticulis 0.7

Aby si mohl sám uživatel určit velikost paměti podle parametrů vlastního počítače a konkrétního projektu, byla do Lenticulis 0.7 přidána možnost

nastavit hodnotu v megabytech, která určuje, při jakém paměťovém zatížení se program začne pokoušet o uvolňování v seznamu historie (obrázek 6.8). Počet položek, u kterých už nebude k uvolňování docházet ani v případě překročení zadané paměti, je nastaven na deset.

Pro uvolňování paměti byla položkám typu `TimelineItemHistory`, které znamenávají přidávání a mazání obrázků v projektu, přidána metoda volající funkci podpůrné knihovny k odstranění konkrétního obrázku z paměti. Tato funkce se využívá v případě, že položka typu `TimelineItemHistory` uchovává historii operace smazání obrázku, a proto už není potřeba nechat obrázek v paměti načtený.

6.3 Vylepšení funkcí `Lenticulis 0.6`

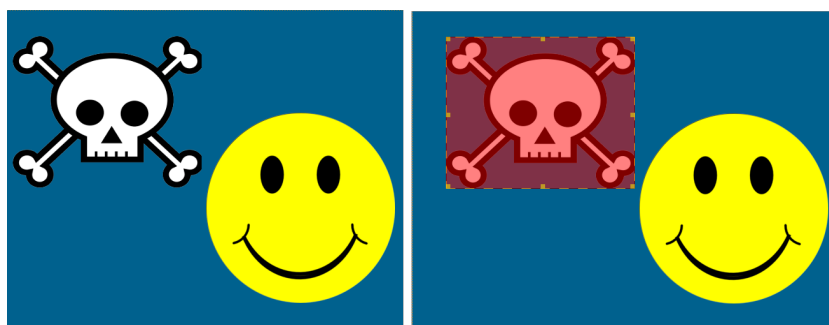
Kromě popsaných funkcí, které jsou v `Lenticulis` zcela nové, byly následující funkce v `Lenticulis 0.6` již implementovány. V rámci práce na `Lenticulis 0.7` byla snaha tyto funkce vylepšit, a zvýšit tak uživatelský komfort při práci s programem.

6.3.1 Použití plátna

V `Lenticulis 0.6` byla možnost obrázků po plátně přesouvat, rotovat a škálovat. Škálování je ve verzi 0.6 možné pouze směrem k levému hornímu rohu obrázku. Navíc výpočet škály na základě pohybu myši po plátně nepočítá s možnou rotací, což v některých případech způsobuje nepřírozený průběh škálování. Obrázek při provádění transformací myší navíc není nijak viditelně označen. To může být pro uživatele matoucí v případě, že pracuje s obrázkem s průhledností, kde nevidí přesné hranice obrázku.

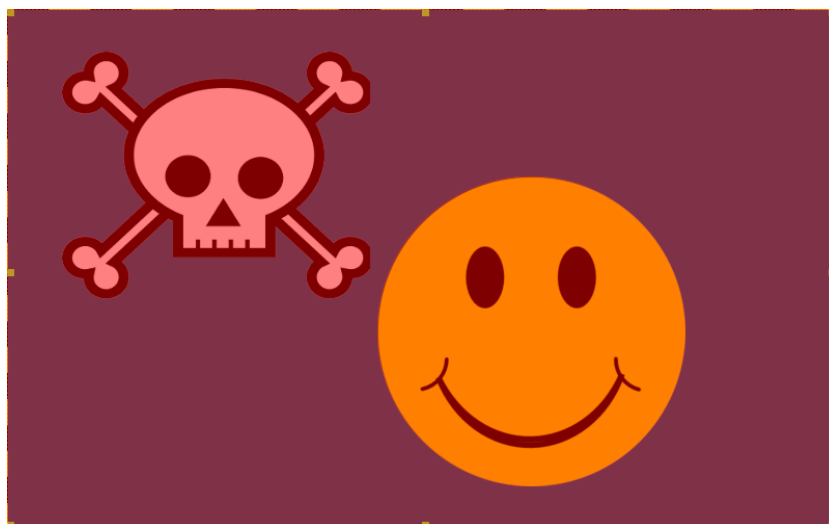
V `Lenticulis 0.7` jsou tyto nedostatky opraveny. V první řadě se po kliknutí na obrázek na plátně zobrazí ohrazení s vyznačenými body pro směry škálování (obrázek 6.9). Je možné obrázek škálovat v osmi směrech a na střed. Navíc pro všechny typy škály je možné udržet poměr stran, který měl obrázek před začátkem škálování.

Bylo potřeba vyřešit problém transformace obrázku na plátně v pozadí. Může se totiž stát, že obrázek v pozadí je překrytý velkým množstvím obrázků ve vyšších vrstvách. Je pak nepohodlné takový obrázek označit a pracovat s ním. V programech jako například Adobe Photoshop se tento problém řeší tak, že se nejprve označí vrstva, se kterou se pracuje. Všechny transformace jsou pak prováděny s touto vrstvou bez ohledu na to, kam na plátně uživatel kliknul. V `Lenticulis 0.6` tomu tak není a pracuje se s obrázkem podle toho, jestli byl vybrán myší. Problém s transformací překrytého



Obrázek 6.9: Označení obrázku při transformaci

obrázku v pozadí lze ve verzi 0.6 řešit dočasným vypnutím viditelnosti obrázků ve vyšších vrstvách, což může být uživatelsky nepohodlné. Ve verzi 0.7 bylo třeba tento problém vyřešit. Označení celé vrstvy před transformací jako v Adobe Photoshop by mohlo být matoucí vzhledem k tomu, že v Lenticulis může vrstva obsahovat více obrázků. Tato situace je vyřešena tak, že se po prvním kliknutí obrázek překryje průhlednou vrstvou, která dovoluje s obrázkem pracovat stejně jako by byl dočasně v nejvyšší vrstvě a kliknutí na ostatní obrázky na plátně je ignorováno. Pro větší zvýraznění je tato vrstva obarvená červenou barvou. Zrušení označení se pak provede kliknutím druhým tlačítkem myši nebo klávesou escape.



Obrázek 6.10: Označení vrstvy v pozadí

6.3.2 Nastavení projektu

Oproti Lenticulis 0.6 byly ve verzi 0.7 rozšířeny možnosti nastavení projektu. Jak bylo popsáno v předchozím textu, přibyla možnost zadat hodnoty DPI a LPI, a to hlavně kvůli generování 3D. Dále byla přidána možnost nastavit velikost plátna v délkových jednotkách, a to v palcích, centimetrech a milimetrech, díky přepočtu pomocí zadaného DPI.

Dále přibyla možnost měnit velikost plátna s dodržением poměru stran a možnost volby přeškálovat obrázky v projektu s poměrem změny velikosti plátna.

VLASTNOSTI PROJEKTU

Název projektu
Můj projekt

Velikost obrázku
Šířka: 800 Zachovat proporce
Výška: 500 px
 Přeškálovat vrstvy
px
mm
cm
in

Tisk/3D
DPI: 300 + -
LPI: 25 + -

Další
Vytvořit z PSD: ...
Počet snímků: 12 + - Doporučeno 12
Počet vrstev: 4 + -

OK ZRUŠIT

Obrázek 6.11: Nové nastavení projektu

Vzhledem k novým možnostem nastavení v rámci tvorby 3D byl upraven i formát uloženého projektu v XML. Ukládání a načítání nově umí počítat s hloubkou vrstev a novými parametry nastavení 3D. Navíc byla přidána výzva k uložení projektu při zavírání okna, aby nedošlo k nechtěnému zavření neuloženého projektu.

7 Závěrečné uživatelské hodnocení

Závěrem práce je zjištění, jak případní uživatelé hodnotí novou verzi programu Lenticulis 0.7. Pro testování a hodnocení Lenticulis verze 0.7 byli osloveni vedoucí práce Ing. Petr Lobaz a BcA. Pavel Liška, který se zabývá ilustrací, animovanou a interaktivní tvorbou, a působí jako grafický a gem-designový vývojář her. Mimo to se oba podíleli na hodnocení a testování Lenticulis verze 0.6 a byli osloveni z toho důvodu, že mají s přípravou lentikulárního tisku zkušenosti, a poskytli tak cenné návrhy a připomínky k programu.

Většina připomínek (příloha B) se týkala již požadavků, které byly zmíněny v prvním testování, ale kvůli určené nízké prioritě ve verzi 0.7 zatím nejsou implementovány. Jednou z prvních věcí byla možnost zobrazit nápovědu při najetí myši například na nástroj na liště. Podobně tomu například je u doporučeného počtu snímků při změně vlastností projektu, kde bylo označení *doporučený počet* matoucí.

Dalším ještě nevyřešeným nedostatkem se jeví například rozvržení okna. Na velkých monitorech je při plném zobrazení okna nástrojová lišta daleko od panelu pro 3D. Při práci na 3D projektu je třeba překlíkávat mezi nástroji a panelem pro 3D nastavení. Možným řešením by mohla být změna rozvržení okna, případně volba nástrojů pomocí klávesových zkratk tak, aby uživatel nemusel pro výběr nástroje sahat do lišty. Problémem v případě použití monitoru s velkým rozlišením se zdála být velikost komponent. Jednalo se hlavně o velikosti ikon a velikost posuvníku pro přepínání snímků.

Kladně bylo hodnoceno prostředí pro přímou podporu 3D. Výhodou podle uživatele bylo to, že program na základě nastavení několika parametrů sám určí posuny vrstev. V porovnání s použitím Adobe Photoshop pro 3D lentikulární obrázky Lenticulis 0.7 umožňuje rychlejší a snazší tvorbu. Uživatel navíc nepotřebuje znát vztahy pro výpočty posunů, ale pouze parametry požadovaného výsledku, jako jsou například parametry desky a pozorovací vzdálenost.

8 Závěr

Cílem této práce bylo rozšířit možnosti programu pro přípravu lentikulárních tisků Lenticulis verze 0.6. Tento program byl vytvořen týmem studentů v rámci předmětu KIV/ZSWI.

Pro navržené zlepšení bylo potřeba prozkoumat existující software pro tvorbu lentikulárních tisků a získat představu o možnostech, které uživatelé poskytují. Za tímto účelem bylo zpracováno srovnání Lenticulis s devíti programy pro tvorbu lentikulárních obrázků. Dalším krokem pro návrh zlepšení bylo uživatelské hodnocení, jehož cílem bylo zjistit od uživatelů, kteří s grafickými editory běžně pracují, připomínky na zlepšení uživatelského komfortu. Před zahájením práce na programu bylo provedeno testování se studenty Fakulty designu a umění Ladislava Sutnara. Získané návrhy pak byly porovnány s možnostmi zkoumaných programů a rozděleny do tří skupin podle priority implementace.

Výsledkem rozšíření Lenticulis 0.6 je verze Lenticulis 0.7. Tato nová verze obsahuje vybrané funkce, které byly během analýzy chybějící funkcionality zařazeny do skupiny s nejvyšší prioritou. Jedná se hlavně o přímou podporu 3D, práce s historií operací a vylepšení základních transformací obrázků na plátně.

Závěrem práce bylo provedeno další uživatelské hodnocení, jehož přínosem bylo otestování nových funkcí a doporučení pro případné další rozšíření programu.

Práce seznamuje čtenáře s možnostmi návrhu lentikulárních obrázků a s vývojem rozšířené verze Lenticulis 0.7. Měla by splňovat všechny cíle určené na jejím začátku.

Literatura

- [1] Adobe Systems. Adobe Photoshop CS3 [software], 2007. Dostupné z: <http://www.adobe.com/products/photoshop>.
- [2] BENNETT, J. Lenticular Image Creator [software], 2006. Dostupné z: <http://lenticularimagecreator.com>.
- [3] CHEUNG, I. *Converting a 2D images to 3D* [online]. ViCGI, 2015. [cit. 2016/03/26]. Dostupné z: <http://www.vicgi.com/2d-to-3d-lenticular.html>.
- [4] HONGMIN, G. PSDto3D [software]. Dostupné z: <http://www.psdto3d.com>.
- [5] Imagiam. Lenticular Effects v4.1 [software]. Dostupné z: <http://www.imagiam.com/lenticular-software>.
- [6] *Lenticular Printing FAQ* [online]. ViCGI, 2015. [cit. 2016/03/26]. Dostupné z: <http://www.vicgi.com/lenticular-faqs.html>.
- [7] LOBAZ, P. *3D fotografie a alternativní techniky ve fotografii* [online]. 2016. [cit. 2016/03/26]. Dostupné z: <http://www.kiv.zcu.cz/~lobaz/uf3d>.
- [8] Photo Illusion. Home Illusion [software], . Dostupné z: <http://www.photo-illusion.com>.
- [9] Photo Illusion. Power Illusion [software], . Dostupné z: <http://www.photo-illusion.com>.
- [10] ROWBOTTOM, A. Lenticular Toolkit [software], 2004. Dostupné z: <http://lentikit.sourceforge.net>.
- [11] Triaxes. 3DMasterKit [software], 2013. Dostupné z: <http://triaxes.com/products/3d-software/3dmasterkit>.
- [12] Triaxes. Legend [software], 2013. Dostupné z: <http://triaxes.com/products/3d-software/legend>.
- [13] Triaxes. StereoTracer [software], 2013. Dostupné z: <http://triaxes.com/products/3d-software/stereotracer>.
- [14] VAZENMILLER, E. A SHERUDILO, T. PSD 3D Converter [software], 2006. Dostupné z: http://www.3dphotopro.com/soft/psd_3d_converter.html.

A Seznam požadavků uživatelů

- volba automatického vystředění vrstvy
- posun vrstvy pomocí šipek klávesnice
- anaglyfický náhled pro 3D (celý obrázek / výřez obrázku v požadovaném výstupním rozměru)
- možnost přichytit k sobě vrstvy
- vlastní pojmenování vrstvy
- přesun vrstvy jako celku myší
- jiná volba barvy vrstvy v časové ose (bez přechodu)
- zobrazit tabulku s číselnými hodnotami pozice vrstvy při označení a přesunu
- označené vrstvě přidat ohraničení a body pro škálování
- škálování vrstvy se zachováním poměru stran pomocí klávesové zkratky
- indikace aktuálního snímku
- náhled všech snímků zároveň zobrazených přes sebe s použitím průhlednosti
- import z Adobe Illustrator a Adobe InDesign
- zachování pozic vrstev při importu z Adobe Photoshop
- při zakládání projektu vypočítat doporučený počet snímků
- náhled ve formě animace
- export do animovaného GIF obrázku
- možnost vytvořit více variant projektu a srovnat pomocí náhledu
- vložení více obrázků ze souborového průzkumníku najednou

- odstranění snímku pomocí klávesy delete
- přidat akce zpět a vpřed
- náhled obrázku v souborovém průzkumníku
- transformace vybrané skupiny snímků
- možnost rozdělit jeden obrázek roztažený ve více snímcích do dvou samostatných položek v časové ose

B Seznam připomínek ze závěrečného hodnocení

- přidat nápovědu (tooltip) k nástrojům a popiskům
- klávesové zkratky pro přepínání nástrojů
- větší posuvník pro přepínání snímků
- rotace po 45°(s klávesovou zkratkou)
- větší ikony
- jiné rozvržení hlavní obrazovky
- označení obrázku při kliknutí na objekt v časové ose
- změna číslování exportovaných snímků
- vypnout tlačítko vpřed / zpět v případě, že nelze jít vpřed nebo zpět
- viditelně odlišit na panelu nástrojů, jestli je zapnuto / vypnuto 3D
- výběr snímku k anaglyfovému náhledu