

DIMENZE FILMU

Lukáš Macháček, DiS.

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací
Ústav animace a audiovize
akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš MACHÁČEK**
Osobní číslo: **K09401**
Studijní program: **B 8209 Teorie a praxe audiovizuální tvorby**
Studijní obor: **Kamera**

Téma práce: **1. Teoretická část:**
Dimenze filmu

2. Praktická část:
Hraný film, minimálně 10 min., kamera

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část:

Rozsah práce: minimálně 15 normostran textu bez započítání obsahu, rejstříku a obrazových příloh. Formální podoba 1 ks v pevné vazbě s popisem na hřbetu i horní desce spolu s CD-ROM. Dále 2 ks práce, které mohou být v kroužkové vazbě. Práci je třeba rovněž odeslat do knihovny UTB Zlín v elektronické podobě ve formátu pdf. **Pokyny k vypracování:** prostudujte a analyzujte dostupné materiály z profesního hlediska a formulujte závěry a získané vědomosti.

2. Praktická část:

Výstupní dílo předložte na 3 ks DVD ve formátu DVD-video a 1 ks MiniDV (nosiče řádně popište).

Součástí celé práce budou vyplněné a předané formuláře pro OSA, NFA, Prohlášení autora bakalářské práce a podklady pro katalog FMK UTB ve Zlíně.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/umělecké dílo**

Seznam odborné literatury:

Cinepur, 21.století, Pixel

"Optika" – skripta pro filmové školy

VRBA, Mikuláš – "Stereoskopie a stereoskopická fotografie"

Kinotechnika Praha – "Nové technologie"

<http://www.gali-3d.com>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Stereoscopy>, <http://en.wikipedia.org/wiki/IMAX>

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Mgr. Juraj Fandli

Ústav animace a audiovizu

Datum zadání bakalářské práce:

31. ledna 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

16. května 2011

Ve Zlíně dne 31. ledna 2011

doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.

Janíková
děkanka



Ing. Eva Šviráková, Ph.D.

Šviráková
ředitelka ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 7.2.2011

LUKÁŠ MACHÁČEK 
Jméno, příjmení, podpis

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlédnutí veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požítovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Dimenze filmu“ vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Lukáš Macháček, DiS.

Datum 14.5.2011

Podpis

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou stereoskopické technologie v audiovizuálním odvětví. První část práce je zaměřená na obecné aspekty lidského vnímání a důvody, proč je stereoskopie důležitá. Částečně jsou zde vysvětleny použité technické podklady a principy, na kterých stereoskopie funguje. Další částí je zmapováním historického vývoje stereoskopického filmu od počátků až do současnosti. Poslední část je věnována současnému stavu 3D technologií, možnostem projekcí, technologickým systémům a aktuálnímu stavu digitalizace českých kin s možností promítat ve 3D. V závěru je zde zmínka také o holografii a nadnesena je otázka budoucnosti a vývoje stereoskopického filmu.

Klíčová slova: stereoskopie, 3D film, holografie, kino, projekce, polarizace, LCD, barevné spektrum, paralaxa, konvergence

ABSTRACT

This work deals with stereoscopic technologies in the audiovisual department. The first part focuses on general aspects of human perception and the reasons why is stereoscopy important. Are partly explained by the technical background and principles on which the stereoscopic works. Another part is mapping the historical development of stereoscopic film from its beginnings to the present. The last part is devoted to the current state of 3D technology, projection, technological systems and the current state of Czech cinema digital projection with 3D. At the end of this work there is also mention of holography and raised the question of future development, and stereoscopic film.

Keywords: stereoscopy, 3D film, holography, cinema, projection, polarization, LCD, color spectrum, parallax, convergence

OBSAH

ÚVOD	9
1 ČLOVĚK A PROSTOR	10
1.1 VNÍMÁNÍ HLOUBKY PROSTORU.....	10
1.1.1 Dvě oči	10
1.1.2 Pohyb.....	11
1.1.3 Zkušenost člověka	11
2 OKO, JAKO NÁSTROJ STEREOSKOPIE	12
2.1 BINOKULÁRNÍ ZORNÝ ÚHEL	12
2.1.1 Disparita	12
2.1.2 Akomodace	12
2.1.3 Konvergence	13
2.1.4 Nedokonalost nutností.....	13
3 TECHNOLOGICKÉ ZÁKLADY STEREOSKOPIE	14
3.1 MÍŠENÍ BAREV.....	14
3.2 POLARIZACE SVĚTLA.....	14
3.3 LCD PANELY.....	16
4 HISTORIE STEREOSKOPIE	17
4.1 PRVOPOČÁTKY	17
4.2 20. LÉTA	17
4.3 ZLATÁ ÉRA STEREOSKOPICKÉHO FILMU 50. LET	18
4.3.1 Nástup širokých formátů obrazu	19
4.4 70. LÉTA A IMAX.....	20
4.5 SOUČASNOST A DIGITALIZACE.....	21
4.5.1 Komerční mezník	22
4.6 KONEČNĚ NAPOŘÁD?	22
5 STATICKÉ A POHYBLIVÉ 3D OBRAZY	24
5.1 STATICKÁ REPRODUKCE / POHYBLIVÉ OBRAZY	24
5.2 FOTOGRAFIE / FILM	24
5.3 FILM /DIGITAL	24
6 TECHNOLOGIE ZOBRAZENÍ A PROJEKCE 3D	26
6.1 RIVALITA VERGENCE.....	26
6.2 PARALAXA	26
6.3 TECHNOLOGICKÉ MOŽNOSTI PROJEKCE A JEJICH VLASTNOSTI	27
6.3.1 Projekční plátno	27
6.3.2 3D Brýle	28
6.3.3 Technologie stereoskopických projekcí:.....	28
6.3.3.1 Anaglif	28

6.3.3.2	Polarizovaná projekce.....	28
6.3.3.3	Aktivní LCD - (shutter glasses).....	28
6.3.3.4	Barevná separace části spektra - (vlnový multiplex).....	29
6.4	ČESKÁ KINA	29
6.4.1	IMAX	29
6.5	TECHNOLOGICKÉ SYSTÉMY PROJEKCE.....	30
6.6	AUTOSTEREOSKOPICKÉ MONITORY	31
6.7	SPOTŘEBNÍ DOMÁCÍ 3D.....	32
7	DALŠÍ STEREOSKOPICKÝ A DIMENZIONÁLNÍ VÝVOJ FILMU	33
7.1	48 FPS.....	33
7.2	DALŠÍ „DIMENZE“ FILMU.....	33
8	HOLOGRAFIE	34
8.1	KOHERENCE SVĚTLA	34
8.2	INTERFERENCE VLNĚNÍ.....	34
8.3	ZÁZNAM HOLOGRAMU.....	35
8.4	REKONSTRUKCE HOLOGRAMU.....	36
8.5	BUDOUCNOST A HOLOGRAFIE.....	37
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	39
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ	41

ÚVOD

Film, ze svojí fyzické podstaty, má sám o sobě dimenze dvě, co se prostoru týče. Je to jeho přirozená vlastnost. Člověk se ale už od počátku jeho vzniku snaží film obohatit a rozšířit o další, nejen prostorové. Všechny tzv. dimenze, které jsou schopny divákovi přinést nový a hlubší prožitek z filmu, se ruku v ruce doplňují a jsou na sobě přímo závislé. Už samotný vývoj, ať už technický nebo umělecký, dává živnou půdu dalším možnostem. Bez nich by zpětně stereoskopie nemohla existovat. A když, tak jen krátkodobě.

Černobílý film, zvukový, barevný, stereo zvuk, širokoúhlý obraz, extrémně velký obraz, vícekanálový zvuk, digitalizace zvuku, digitalizace obrazu, stereoskopie, zapojení dalších lidských smyslů, holografie... postupný vývoj, který nejde nijak obejít a ani výrazně urychlit. Je to proces, který má svá nepsaná vývojová pravidla.

Jednotlivé fragmenty celkového filmového díla podle vzniku, potřebují další předpoklady a vývojově vyztáhlé technologie, jinak nemají šanci na dlouhodobé udržení se v divácké masové potřebnosti a nemohou se začlenit do běžně vnímaných a přijímaných součástí filmové projekce. Bez dostatečné technické, nebo technologické vyspělosti, budou tyto inovace vnímány vždy jako rarita, atrakce nebo jen něco navíc.

1 ČLOVĚK A PROSTOR

Od samého počátku zrození živého tvora na tomto světě, má právo na přežití pouze ten, který je dostatečně silný, a to nejen fyzicky, aby odolal nástrahám, které na něj číhají na každém kroku. Je pravda že člověk, který si vytvořil propracovanou společnost, v níž žije. Už nemusí být tím ostražitým tvorem jako býval, za každou cenu připraven odolat útoku predátora z dob kamenných jeskyní, ale i přesto je vybaven smysly a podvědomými reflexi, i když z větší části potlačenými, které chrání jeho život a zdraví. Jedním z nejpotřebnějších smyslů člověka je bezpochyby zrak. Odpradávná nám zrakové ústrojí poskytovalo možnost dobré orientace, pohotového jednání a tolik potřebný odhad v nejrůznějších situacích. A člověk není zdaleka jediný, který dobrý zrak potřebuje. Ba naopak. Zvířecí svět je v tomto ohledu mnohem propracovanější.

1.1 Vnímání hloubky prostoru

To, že jsme schopni vykonávat náročné a komplikované činnosti nám z velké části umožňuje prostorové vidění. Tak zvané binokulární. Což znamená vidění dvěma očima. Vzhledem k tomu, že každé oko je posazeno v naší hlavě na jiném místě, poskytují obě oči při pohledu na jednu věc dvě lehce odlišné informace, viděné pokaždé z jiného úhlu. Tato odlišnost dovoluje mozku, co by zpracovateli přichozích informací a podnětů, vyčíst z této úhlové odchylky mnohem více, než jsou jen dva různé obrazy. Stačí si jedno oko zakrýt a prostor se náhle změní v plochu. Další možností, jak si uvědomovat prostor je pohyb. I s jedním okem lze rozlišit vzdálenosti, i když už ne tak přesně. Když máme jedno oko zakryté a jsme v absolutním klidu, kdy nepohybujeme hlavou, a věci kolem se nehýbou, je to stejné, jako bychom pozorovali například fotografii, nebo obraz. Ploché zobrazení prostoru. Zkušenosti, které se stíradají po celý život, nám sice napoví, že věci jsou stále rozmístěné v prostoru, ale jedno oko prostor nevidí. A je velmi komplikované pak správně zaměřit předměty kolem. Jsou tedy různé způsoby, jak prostor vnímat a jak se dá prostor zdůraznit, jak je možné odhadovat vzdálenosti a velikost předmětů v prostoru.

1.1.1 Dvě oči

Prvním je již zmíněné binokulární vidění, to je základ. Každý tvor byl evolucí přizpůsoben odlišně a do jisté míry záleží, v jakém prostředí se pohybuje a zd-li se řadí mezi lovce, tedy predátory nebo potenciální oběť, jakou jsou býložravci. Například oči

zajíce jsou posazeny výrazně po stranách hlavy, to mu umožňuje vidět veškerý prostor kolem ve velmi širokém zorném úhlu a z části i za sebou a snadno tak unikne nebezpečí, ať už přijde odkudkoliv. Ale do jisté míry ztrácí schopnost prostorového vidění oproti predátorům, kteří mají oči umístěné na přední straně hlavy, stejně jako člověk a schopnost stereoskopického vidění jim umožňuje dobrou orientaci při lovu. Ale zároveň je tato výhoda vykoupena mnohem menším zorným polem. Překrytí zorných úhlů obou očí, je pro stereoskopické vidění velmi důležité. Vyjímkou je například složité zrakové ústrojí Chameleona, který vnímá prostor mnohem složitěji a předměty zaměřuje pomocí rychlého a přesného zaostřování.

1.1.2 Pohyb

Druhým způsobem jak prohloubit vnímání prostoru, je pohyb. V momentě, kdy je naše hlava v pohybu, nebo se předměty kolem nás navzájem hýbou, je pro nás mnohem snažší určovat vzdálenosti a proporce prostoru kolem nás. Vzájemná poloha a rychlost pohybu předmětů vůči sobě nám snadno napoví, který předmět se nachází v popředí a který je od nás vzdálen. A to i v případě, máme-li k dispozici oko pouze jedno.

1.1.3 Zkušenost člověka

Dalším, a někdy i klamným způsobem, je naše zkušenost. Mozek zpracovává a zároveň uchovává dříve viděné informace, a i když si to přímo neuvědomujeme vnucuje nám tyto obrazy zkušenosti a doplňuje jimi naše aktuální vnímání světa, předmětů a prostoru kolem. A to hlavně v případě, nejsou-li tyto vjemy dostatečně zřetelné. Snadno se tak můžeme ve větší či menší míře setkat s klamáním vlastním zrakem. Základní principy ale zůstávají - atmosférické vlivy, relativní velikost předmětů, barevná teplota, osvětlení a velikost stínů, perspektivní hloubka... to vše nám pomáhá pohotově hodnotit okolní prostorové souvislosti.

2 OKO, JAKO NÁSTROJ STEREOSKOPIE

Oči nám tedy umožňují vidět svět kolem. Zrakové ústrojí je velice složité, citlivé a ve spolupráci s mozkiem je schopno zobrazit prostředí v němž žijeme, jako prostor nekonečných možností. Jedním z kvalitativních parametrů prostorového vidění je vzájemná vzdálenost mezi očima. Čím je oční rozestup větší, tím lépe jsme schopni rozlišit prostorové souvislosti a tím kvalitnější je prostorový vjem. Někteří živočichové jsou od přírody vybaveni extrémním rozestupem očí. Například u Kladivouna z rodu žraloků dosahuje tato hodnota až 1m. U člověka se tento oční rozestup pohybuje mezi 56 - 72 mm. Jako střední hodnota, která se bere v potaz i co se filmové a fotografické stereo tvorby týče, je stanovena na 65mm. Tato hodnota rozestupu očí se dá uměle zvětšit pomocí optických hranolů nebo zrcadel. Tak se tomu děje například při použití dalekohledu. V závislosti na rozestupu očí jsme schopni rozlišovat prostor jen do určité vzdálenosti. V průměru je to kolem 650m, v ideálním případě je to až do 1,5 km. Za touto vzdáleností už nejsme schopni stereoskopicky rozlišovat předměty a dál už máme jen nekonečno. Tato mezní vzdálenost se nazývá **poloměr stereoskopického vidění**. [9]

2.1 Binokulární zorný úhel

Každé oko má svůj zorný úhel, tedy šířka viděného prostoru. Celková šířka zorného pole se sčítá z rozsahu obou očí. Z této celkové šířky je jen část, která se nám zobrazuje prostorově, jako binokulárně viděná. Je to ta část zorného pole, kde se zorné úhly překrývají. Zorné pole obou očí je přibližně 200° v horizontálním směru. Z toho prostorově viděný obraz oběma očima je asi 120° . [10]

2.1.1 Disparita

Vzhledem k tomu, že oči mají určitý rozestup, promítaný obraz na sítnici je u každého lehce posunut. Tedy zobrazení na sítnici není polohově identické. Toto rozdílné zobrazení se nazývá disparita. [17]

2.1.2 Akomodace

Další důležitou schopností oka je zaostřování, tedy akomodace oční čočky. Pomocí ciliálních svalů je čočka schopna měnit svoji optickou mohutnost, tedy poloměr zakřivení a tím pádem zaostřit blízké, nebo naopak vzdálené předměty.

2.1.3 Konvergence

Při pohledu na velmi vzdálené předměty jsou optické osy obou očí téměř rovnoběžné, čili jejich vzájemné postavení je paralelní. S přibližujícím se předmětem se oční bulvy pomocí očních svalů natáčí, tento symetrický pohyb navzájem proti sobě se nazývá **vergence**. Čím je předmět blíže tím se oči více stáčí k sobě, tedy **konvergují**. Tato sbíhavost se nazývá konvergence. [8]

2.1.4 Nedokonalost nutností

I přes jistou složitost a kvalitu lidského zrakového ústrojí, má oko jisté nedokonalosti. Ty jsou však nejdůležitějším základem pro filmový a televizní svět pohyblivých obrázků. Kdyby oko bylo dokonalé, zobrazovací technologie jak je známe, by nemohly nikdy fungovat, a ztrácely by smysl. Nejdůležitější nedokonalostí oka je jeho setrvačnost, resp. setrvačnost sítnice, kdy dostáváme konečnou hodnotu času, za kterou jsme schopni „vidět“ a rozlišit dva různé, po sobě jdoucí, obrazy dopadající na sítnici oka. Sítnice oka potřebuje určitý čas, aby regenerovala světlocitlivé buňky (tyčinky a čípky). Přesněji řečeno množství **rhodopsinu** v těchto světlo citlivých buňkách, který chemicky reaguje na dopad světla a uvolněné látky vyvolají vzruch ve zrakovém nervu. Ten posílá elektrický impuls do mozku, kde se zpracovává. Tato doba, kterou potřebuje oko na svou regeneraci, rychlost přenosu a schopnost přijmout další optický vjem, se pohybuje přibližně kolem 0,1s. Je to také doba, od které se odvíjí veškeré optické a zobrazovací systémy, které kdy člověk vynalezl a sestrojil. To se týká většinou pohybových změn. Na jasové změny je oko citlivější a světelné záblesky nesmí klesnout pod 50 Hz, abychom je přestaly vnímat a viděli je jako stálý zdroj světla. [10]

Frekvenční práh - 50 Hz - tedy vjem konstantního jasu

Vnímání plynulosti pohybu - psychologická zkušenost o průběhu pohybů, obraz odeznívá nějakou dobu na sítnici a při rychlejších změnách dochází k dojmu plynulého pohybu

Oči nám „zřejmě“ dovolují spatřit svět takový, jaký skutečně je. Přiblížit se technologicky věrnému zobrazení skutečnosti bylo vždy výzvou nejen pro filmový průmysl.

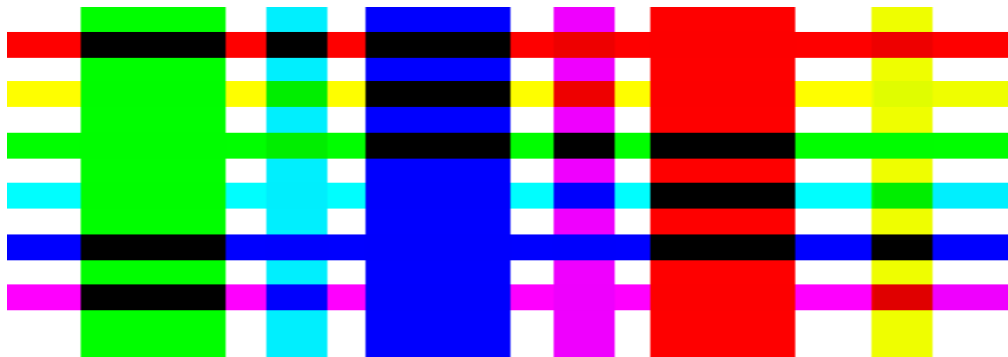
3 TECHNOLOGICKÉ ZÁKLADY STEREOSKOPIE

Všechno má svůj základní kámen. U stereoskopie tomu není jinak. Abychom byli schopni napodobit lidské vidění, resp. ošálit zrak a dopřát mu dojmu prostorových obrázků, je zapotřebí si osvojit několik principů, bez nichž by tato technologie nefungovala. Nebo alespoň ne tak, jak ji známe dnes.

3.1 Míšení barev

Základní barvy - červená, zelená, modrá, se dají vzájemně sčítat - **Aditivní míšení**. Po sečtení všech základních barev dostaneme bílé světlo.

Každá základní barva má svou **doplňkovou barvu** - žlutá, purpurová, azurová. Každá se skládá vždy ze dvou základních barev. Pomocí filtrů můžeme z bílého světla barvy odečítat - **Subtraktivní míšení**. Přes barevný filtr projde jen ta část barevného spektra, která je ve filtru obsažena.



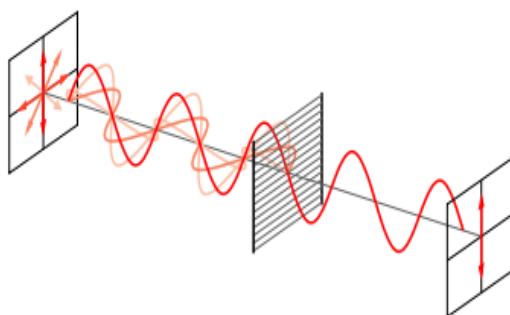
Obr. 1: Subtraktivní míšení barev

Správnou volbou barevných filtrů jsme schopni z bílého světla získat jakoukoliv barvu. Barevné světlo pak můžeme odfiltrovat nebo ho nechat projít to je princip **ANAGLYFu** a částečně i **Dolby3D** systému. [14]

3.2 Polarizace světla

Při popisu polarizace světla, je nutné si uvědomit, že světlo je elektromagnetické záření šířící se jako kmitající vlna. Nepolarizované světlo kmitá neuspořádaně ve všech směrech kolmých ke směru šíření. Naopak polarizovat světlo, to znamená usměrnit kmitání pouze v jednom směru, je možné různými způsoby. Kromě průchodu materiálem,

rozptylem, lomem nebo absorpcí je nejběžnějším jevem **odraz** světla. A to od jakékoli rovinné plochy, kromě kovu. Odrazem od kovového povrchu se polarizace světla nemění, což je pro nás velmi důležitá poznámka, co se stereoskopie týče. **Polarizovaná projekce** funguje právě na tomto principu, kdy stříbrné plátno, které má metalizovanou povrchovou úpravu, při odražení světla nijak neovlivňuje směr kmitání světelné vlny, tedy polarizaci. [2]



Obr. 2: Průchod světla polarizačním filtrem

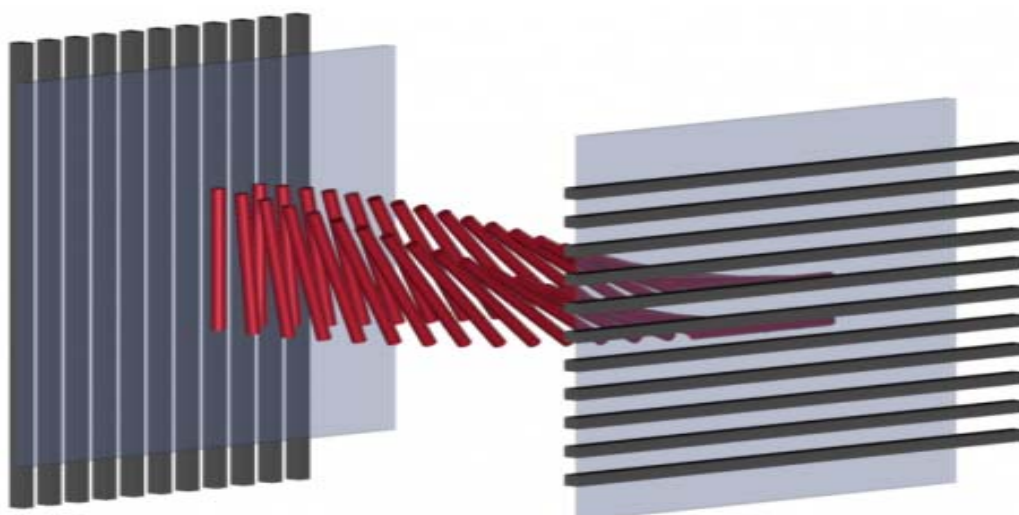
Důležité je, že se dá polarizovat světlo z projektoru ve směru, který si zvolíme pomocí polarizačního filtru, u kterého v závislosti na směru pootočení volíme směr polarizace světla. (ke každému projektoru jeden filtr). Druhým filtrem pak můžeme řídit množství procházejícího světla. Shodně natočené filtry = plná propustnost, pootočené filtry vůči sobě o 90° = žádná propustnost. To je obrovská výhoda při stereoskopické projekci. Z projektoru vyšleme světelný paprsek skrz **polarizační filtr** a po odrazu od plátna použijeme druhý filtr ve formě brýlí. Pomocí správného natočení polarizačních filtrů v brýlích jsou odděleny světelné paprsky pro levé a pravé oko. [9]



Obr. 3: Propustnost dvojice pootočených polarizačních filtrů

3.3 LCD panely

LCD - **L**iquid **C**rystal **D**isplay (display z tekutých krystalů). Display se skládá ze dvou polarizačních filtrů otočených o 90° , mezi kterými jsou tekuté krystaly. Krystaly jsou pak ještě uloženy mezi průhlednými elektrodami. Molekuly tekutých krystalů jsou v základní pozici srovnané podle mikroskopických drážek na elektrodách. Tyto drážky jsou na obou elektrodách rovněž pootočený o 90° . To určuje spirálovité uspořádání molekul tekutých krystalů a zároveň stáčí polarizaci procházejícího světla. Takto nasměrované polarizované světlo projde i druhým polarizačním filtrem. Displej je napájen baterií. Ve chvíli, kdy mezi elektrodami vznikne rovnoběžné elektrické pole, tekuté krystaly jsou rovněž srovnány ve směru tohoto pole. Žádné spirálové natočení polarizace procházejícího světla se v tuto chvíli nekoná a polarizované světlo nemůže projít přes druhý polarizační filtr, který je pootočen o 90° . Čili displej se stává neprůhledným.



Obr. 4: LCD panel a funkce tekutých krystalů

Takovéto obdoby displejů obsahují „aktivní LCD brýle“ používané při stereoskopických projekcích, nebo při domácích kinech. Pomocí IRDA paprsku (Infrared Data Association), generovaného v zobrazovacím zařízení, jsme schopni řídit střídavé zatmívání levého a pravého displeje (oka), které je synchronizované se zobrazovacím zařízením (popřípadě s LCD předsádkou u projektoru). Promítání dvou odlišných obrazů probíhá dvojnásobnou frekvencí 100-120Hz aby každé oko dostalo svou potřebnou dávku 50-60Hz. Filtrují se tak obrazy určené pro divákovo levé a pravé oko. [14]

4 HISTORIE STEREOSKOPIE

Ač se zdá, že 3D film je výstřel nových technologií moderní doby, jeho kořeny sahají mnohem hlouběji do historie. Takových průlomů stereoskopie do mainstreamového filmového průmyslu, jako se děje právě v těchto letech, proběhlo za dobu existence filmu hned několik. Žádná ale neměla dlouhého trvání a pokaždé se zase po chvíli vytratila do ústraní okrajové, zábavní nebo experimentální tvorby. Co je příčinou neúspěchu takových pokusů? Kde ztroskotává třetí rozměr filmu?

4.1 Prvopočátky

V podstatě se dá říct, že technologie třetího rozměru filmu, tedy stereoskopie, je téměř stará, jako film sám. Ovšem počáteční bod hledíme ve fotografii. Psal se rok 1849 a na světě už byl první fotoaparát se dvěma objektivy. Během následujících deseti let, bylo prodáno přes půl milionu stereoskopů a tisíce fotografů snímaly prostorové obrázky. Netrvalo ani pár let a krátce po první veřejné filmové projekci na světě, která proběhla 28.12.1895 v Grand Caffé v Paříži, uskutečněnou bratry Lumiéry, si britský filmový průkopník William Friese-Greene nechal jako první patentovat systém stereoskopického filmu. Systém fungoval na základě optických hranolů, které rozdělovaly obraz pro každé oko zvlášť. Nevýhodou však byla složitost nastavení a nutnost samostatného seřízení pro každého diváka. V roce 1900 to byl Američan Frederick Eugen Ives, který přišel se stereoskopickou kamerou, se dvěma objektivy. Právě tuto kameru využil americký režisér Edwin Porter a v červnu v roce 1915 v New Yorku proběhla projekce krátkých dokumentárních snímků z prostředí slavných herců, tanečnic a přírodních scenérií. Rozdělení obrazů pro levé a pravé oko divákům zajišťovaly **Anaglyfy**, brýle s červeným a zeleným filtrem. Tato technologie je nesmrtelná a používá se hojně dodnes pro její jednoduchost, i když s různými barevnými kombinacemi filtrů. Přesto se však až do 30. let diváci se stereoskopickým filmem setkávali jen ojediněle. [3]

4.2 20. léta

V roce 1922 byl na světě vůbec první hraný stereoskopický film. Snímek „The Power Of Love“. Představili ho Harry K. Fairhall a Robert F. Elder v Los Angeles. Tento

filmy byl už ale vytvořen pomocí dvou-pásového systému. Oproti předchozím verzím, kdy byly oba obrazy na jednom médiu, měl tento způsob dvou na sobě nezávislých filmových pásů obrovskou výhodu. Kromě stereo projekce, kdy se promítalo ze dvou synchronizovaných projektorů, mohl být použit nezávisle pouze jeden pás pro obyčejnou 2D projekci.

Ve 20. letech vznikaly další snímky, ale bez výraznějšího rozšíření. Zároveň se neustále vyvíjely technologie a možnosti stereoskopie a to i v Evropě. Některé patenty pocházeli z Československa. Už v té době byl dokonce na světě první systém se střídavým promítáním stereoskopické dvojice obrazů a střídavým zakrýváním levého a pravého oka. Vlastně taková obdoba dnešních aktivních LCD brýlí. Nákladnost ale tento systém odsoudila. Navíc byl problém zaznamenat zvukovou stopu na stejný filmový pás. A to byla jedna z největších příčin neúspěchu stereoskopického filmu té doby. Kromě Velké hospodářské krize 20. a 30. let, se veškerá filmová pozornost a tvorba soustředila na příchod zvuku do filmu. A to po stránce jak technické, tak výrazové. Takže stereoskopický film byl poprvé odsunut do pozadí.

30. léta jsou ve znamení první vlny většího zájmu o stereoskopický film. A to hlavně díky novým technologiím, které natáčení a projekci ulehčovaly, nebo otevíraly další možnosti. Kromě remaků (stereoskopicky natočený „Příjezd vlaku“), vznikaly projekty uzpůsobené přímo pro zvolenou 3D technologii. Zájmu o prostorový film hodně pomohly nové technické možnosti a vynálezy. Systém **Technicoloru**, tedy záznamu na jednotlivé barevné pásy, umožňoval Anaglyfovému systému snadné kopírování na červený a zelený filmový pás. Také prvopočátky polarizace světla a polarizačních filtrů nebo fólií umožňovaly natáčet dokonce i plně barevné snímky. A tak příchod barvy do filmu neodváděl přílišnou pozornost od stereoskopie jako tomu bylo u nástupu zvuku. Přes všechny modernizace, nové technologie a zvyšování zájmu, tento rozvoj zastavila 2. světová válka a stereoskopický film zaznamenal útlum podruhé. [4]

4.3 Zlatá éra stereoskopického filmu 50. let

50. léta znamenají pro stereoskopický film druhou velkou vlnu zájmu a znovuobjevení širokou veřejností. Nesou sebou přívlastek „zlatá éra“. Jak už tomu bývá, divák jde za tím, co je nové přístupnější, zajímavé. Kina a filmový průmysl byli tak nuceni reagovat na odliv diváků, převážně z důvodu příchodu televizního přijímače a pohodlnost

doma u obrazovky (i když nevalné kvality oproti kinu) vítězila nad zážitkem z kina, kam se jednoduše muselo „dojít“. Zároveň tato skutečnost byla i hnacím motorem pro nové, nebo znovuobjevené technologie. Na světě byl už zvukový film a barevný film. Bylo zapotřebí diváka něčím ohromit. Něčím novým. Ukázat mu něco co doma mít nikdy nebude. Rozvoj prostorového obrazu a širokoúhlých formátů (**Cinerama**, **CinemaScope**) byl tím pravým přínosem, který mohl kina zachránit. Ale nezůstávalo jen u rozvoje obrazu. Další vývojovou dimenzí, která zvyšovala atraktivitu podívané byl například čichový film (**AromaRama** nebo **Smell-O-Vision**), kdy se diváci kromě vizuálního a zvukového zážitku mohli nechat vtáhnout do filmu při zapojení dalšího svého smyslu, při čichání specifických vůní v kinosále souvisejících s dějem. S vývojem stereoskopických technologií, se systémy zjednodušovaly a nákladnost klesala. Začaly se točit barevné celovečerní stereoskopické snímky, které zaznamenaly úspěch nejen mezi diváky, ale i co se návratnosti nákladů týče. Hlavní výhodou zůstávala možnost současné distribuce jako „2D film“ a nenáročná úprava kinosálů. To platilo především u technologie s polarizačními filtry jako byl například systém **NaturalVision** (záznam na dva synchronní 35mm pásy). Jedinou vadou mohla být snad jen nucená přestávka během filmu, kvůli výměně filmových pásů v obou promítacích strojích zároveň.

Úspěch zaznamenal dobrodružný snímek z r. 1952 od Arche Obolera - „Bwana, ďábel džungle“. Ale byla snaha rozvinout pole stereoskopie i o jiné žánry, než byl dosavadní trend dobrodružných filmů a science fiction („Návštěva z vesmíru“, „Man in the dark“). Výrazným snímkem, natočeným na motivy Shakespearovy hry Zkrocení zlé ženy, byl muzikál „Kiss me Kate“. I přes jeho úspěšnost a snahu tvůrců pojmout film realistickým způsobem za použití moderních a efektních nástrojů prostoru, stále vítězil zážitek a strhující podívaná z hororů a efektních filmů. Těmto žánrům napomohl i stereofonní zvuk, který byl poprvé použit u stereoskopického remaku z roku 1953 režiséra André De Totha „Dům voskových figurín“, kterým byl právě horor. [5]

4.3.1 Nástup širokých formátů obrazu

Jak už to tak bývá, technologie je schopná se dlouhodobě udržet pouze tehdy, má-li takřka bezkonkurenční postavení na trhu. A to se bohužel stereoskopickému filmu, i přes všechny technologické inovace a zdokonalení nepovedlo. Diváci se často spokojí pouze s dojmem a proto se široké obrazové formáty mylně postavili na místo skutečně

prostorového filmu a dost často tak byly i nesprávně nazývány, jako plastické. Diváci tak byli ohromeni dříve neviděnou šířkou obrazu, který vyplňoval téměř, nebo dokonce úplně celý divákův zorný úhel. Na druhé straně stereoskopický film sebou nesl únavu divákových očí, bolest hlavy a větší složitost pro obsluhu projektorů. Tyto aspekty odsunuly 3D film až na druhé místo. Jednoduše CinemaScope a Cinerama zastínily Stereoskopický film natolik, že se opět odebral do ústraní. Nastává tedy druhý pád stereoskopické, tentokrát zlaté, éry, která doznívala až do roku 1955. [6]

4.4 70. Léta a IMAX

V dalších letech se potichu vyvíjely další systémy, které by mohly oživit třetí dimenzi filmového plátna. Ukázalo se však, že ani ne tak systém, jako spíše žánr je to, co lidi zajímá. V 60. letech vznikl nový systém stereoskopického filmu **Space Vision 3D**, který dokázal vtěsnat oba obrazy na jeden 35mm filmový pás a rozdělen byl pak pomocí speciálně dělené optické předsádky v projektoru. Žádný valný úspěch ale nezaznamenal, i přes to že byl značným odlehčením obsluhy projekce. V 70. letech přišel další systém na podobném principu **Stereo Vision**. Důležitějším byl ale spíše než systém, právě natočený film, který vznikl touto novou technologií. Jednalo se o erotický snímek „The Stewardess“, který režíroval Al Silliman. Film se stal jedním z finančně nejúspěšnějších stereoskopických snímků. Zároveň se tímto zformovala žánrová potřebnost pro divácky úspěšný stereoskopický film. Šlo tedy převážně o horory a erotiku. Žánry, které měly šanci zaujmout svojí vizuální atraktivitou a byly schopny uspokojit divákovu touhu po nevšedním zážitku. Tato žánrová přímočarost se stala nosnou vlnou tohoto období 70. a 80. let. Stejně tak i IMAX, který nastoupil v roce 1980 a nesmazatelně se zapsal do vývoje stereoskopického filmu, do svého repertoáru, původně čistě dokumentárního, nasadil i výnosnější a populárnější akční scénu. To bezesporu znovu oživilo zájem o prostorový film. Kina znovu uváděla starší filmy ze zlaté éry stereoskopického filmu. Nová tvorba se soustředila především na akční a vizuálně atraktivní snímky. Vznikly filmy jako například „Čelisti 3“, „Pátek třináctého“ nebo „Silent madness“. Ve skutečnosti ale šlo stále jen o atrakci, která značně převyšovala obsahovou stránku snímků z tohoto období. Technologicky už byla stereoskopie na velmi vysoké úrovni a úkolem diváka už bylo jen se usadit a nechat se pohltit prostorem, jako jedním z hlavních činitelů efektnosti a poutavosti filmu. I přes to se 3D film opět po několika sezónách stáhl z masové distribuce

a v podstatě setrval pod taktovkou IMAXu. Tímto bylo odzvoněno potřetí (a prozatím naposled) na útlum stereoskopického filmu. A to právě ve chvíli, kdy se tvůrci 3D filmů snažili skrze stereoskopii objevit další a velmi účinný dramaturgický nástroj a obohatit tak snímky nejen po stránce efektové. Důvodem tohoto posledního útlumu byl nástup éry filmů paradoxně přeplněných vizuálními efekty. Byla to doba filmů jako například „Hvězdné války“ George Lucase (1977) nebo „Blízká setkání třetího druhu“ Stevena Spielberga (1977), vedle kterých by 3D bylo jen dalším z efektů a v podstatě nemohlo konkurovat nastupujícím speciálním vizuálním efektům, které v tu dobu zaznamenávaly obrovský rozmach a vývoj. Navíc ve spojení s širokoúhlým formátem obrazu a vícekanálovým zvukem, které v celkovém spojení nadchly většinu divácké populace. [7], [3]

4.5 Současnost a digitalizace

IMAX byl schopný udržet kvalitu a stálost svojí produkce po celou dobu svého života na trhu a dokázal tak překlenout období od svého vzniku až do nového tisíciletí, které sebou přineslo znovuobjevení 3D filmu. K březnu 2011 je dosavadní skóre IMAXu 528 kin ve 46 zemích. Bezkonkurenční proporce a technologie IMAXu však nebyly zdaleka tažným koněm v masové lačnosti po stereoskopie jak by se mohlo zdát. Divák jako takový je velmi ovlivnitelný propagací a spoustou dalších podvědomých upoutávek. Krátké dokumentární filmy jsou úžasnou podívanou, kterou stojí za to vidět, ale diváky omrzelo na ně do kina chodit. Většinou s reakcí, že je to pořád to samé dokola. V devadesátých letech se natočilo i pár plně hraných snímků s kratší stopáží jako třeba film „Na křídlech odvahy“ (1995), který režíroval francouzský režisér Jean-Jacques Annaud, ale nijak zvlášť se do podvědomí nezapsal. Většinová produkce se soustředila na počítačově generované snímky, které byly o něco méně náročné na přípravu a výrobu a to hlavně z hlediska financí. Mezi léty 2000 - 2010 se začaly masově rozšiřovat digitální formáty všeho druhu. Nejen u výroby a postprodukce, ale i co se výsledných kopií a projekcí týče. Grafika a počítačové prostředí dostali neomezené pole působnosti a rozvoj této technologie se vysloveně dral, a vlastně stále dere ku předu. Většina kin se postupně transformovala na digitální a nikoho už dnes nepřekvapí výrobní kombinace: film, digitální postprodukce, digitální kopie, nebo jednoduše kompletní digitální produkce. [7]

4.5.1 Komerční mezník

O filmu „Avatar“ (2009) režiséra Jamese Camerona se hovoří jako o mezníku. Na jednu stranu bych řekl nikoliv, na všechny zbylé strany zcela oprávněně. Zdaleka nebyl prvním, který se o celovečerní hranou stopáž pokusil. V čem ale tkví takový takový úspěch? Jsou minimálně tři důvody. Komerční úspěšnost a výdělek, který se 3D filmu nikdy dřív nepovedl v takové míře. Do března roku 2010 už svým tvůrcům vydělal přes 2 miliardy dolarů. Od této doby už není stereoskopický film chápán filmovými produkcemi jako nutné zlo moderní doby digitalizace. Dalším důvodem je technologie, kdy se tvůrcům podařilo lépe než kdy dříve spojit CGI počítačovou technologii s reálným hereckým výkonem, která je obsahem přibližně 70% filmu. Navíc je zde velmi dobře využita technologie „**3D motion capture**“, kdy jsou reálné pohyby herců zachytávány snímacími prvky a dále elektronicky zpracovávány. Dalším zásadním důvodem, je celková dramaturgie a použití 3D efektů. James Cameron dokázal divákům předvést velmi dlouhý film a přitom udržet jejich pozornost, aniž by si nutně uvědomovali nějaké bolesti očí hlavy nebo nevolnost, která se běžně dostavuje při sledování velmi efektních 3D záběrů. S množstvím prostorového vjemu dokázal pracovat šetrně tak, aby silnější stereoskopický efekt byl použit pouze tam, kde je to zapotřebí. [3], [7]

4.6 Konečně napořád?

Digitalizace odstartovala něco, co tu ještě nikdy nebylo. Něco, co zvedlo další (a zatím poslední) obrovský zájem o stereoskopii. Poskytla nové možnosti a relativní jednoduchost ukrytá mnohdy v „instantní“ technologii, umožnila masové znovurozšíření a dostupnost každému divákovi i v těch nejposlednějších kinech. 3D film sice stále nutí diváka nasadit brýle, aby nabyl dojmu prostoru, ale dostupnost stereoskopických snímků, které nesou hlavní mainstreamový proud dnešní filmové tvorby, je tak velká, že se s oblibou hovoří o 3D filmu jako o budoucnosti (digitálních) kin. Navíc společnosti Dreamworks, Walt Disney, Fox a WarnerBros v roce 2008 ohlásili, že jejich veškerá další tvorba bude realizována ve 3D.

Dostáváme se do doby, kdy je možné uspokojit úplně všechny. S tak obrovským přívalem možností a dostupností je samozřejmost, že ani domácí spotřební elektronika nezůstane pozadu. Rozšíření technologií zaznamenaly i televizní a přehrávací přístroje, domácí „kina“. Dostupné veřejnosti jsou veškeré technologie, co se stereo obrazu týče.

Stále se rozšiřují a zdokonalují. Určitá omezení a nemožnost přinést divákovi tak velký zážitek, jako v kině, ještě stále nahrává kinosálům. Provozovatelé kin se však dostali do pozice, kdy nesmí v současnosti polevit a musí nutit diváka aby nezlenivěl a do kina došel, i přes to, že se na „tříděčko“ může podívat v pohodlí sedačky na svém „vymazleném domácím kině“, na které tak dlouho šetřil. Je to koloběh, který nastolila digitální technologie a je sama sobě hnacím motorem, volajícím po vylepšení a zdokonalování.

Nutno říct, že zdaleka ne všechny filmy potřebují efekty ukryté ve stereoskopii. Ani by to pro samotný tvůrčí filmový proces nebylo dobré. Jestli se má 3D film udržet na výsluní, je potřeba ho znovu začít vnímat (stejně jako tomu bylo v 50. letech zlaté éry stereoskopického filmu), jako silný nástroj dramaturgie, jako výrazový prostředek, jímž není radno plýtvat.

5 STATICKÉ A POHYBLIVÉ 3D OBRAZY

5.1 Statická reprodukce / pohyblivé obrazy

Samostatné obrázky, stereogramy, stereo-fotografie, pohlednice s rastrovaným povrchem, stereoskop, anaglifové obrazce. Všechny tyto možnosti nabízejí pohlédnout na samostatný statický obraz jako na prostorový. Velkou výhodou statického obrazu je, že v převážné většině případů obraz sleduje menší počet diváků, mnohdy jen jeden. To umožňuje použití dalších individuálních způsobů sledování 3D obrazu. Jako příklad mohu uvést třeba erotické fotografie vystavované v pouličních obchůdcích se starožitnými artikly, nebo pohádkové série pro děti pozorované ve speciálních brýlových zařízeních (**stereoskop, stereograf**) do kterých se dvojice obrázků vkládá a každé oko má k dispozici výhled pouze na jeden obrázek. První stereoskop sestrojil anglický vynálezce Charles Wheatstone, a to už dokonce v roce 1838.

Stejně možnosti nabízí i pohyblivý, filmový obraz, s tím, že je zde značně složitější technická stránka projekce. Základ je stejný, ale počet snímků v čase je větší. Stejně tak velikost projekce a počet diváků je nesrovnatelný. Výběr technologie projekce či reprodukce nám předkládá další potřeby s tím spojené. Dnes si můžeme vybírat: POLARIZACE, AKTIVNÍ LCD PANELY, FILTRY PRO SPEKTRÁLNÍ BAREVNÝ POSUN, BAREVNÉ FILTRY. [2]

5.2 Fotografie / film

Fotografie je značně odlehčená od nutnosti zabírat dva různé snímky v reálném čase a naprosté synchronizace obou kamer. Pro statické předlohy mnohdy stačí i jeden fotoaparát, který se pouze posune na místo druhého.

5.3 Film /digital

Klasická filmová technologie zná opravdový stereoskopický systém buď na dvou filmových pásech, nebo na jednom, kde jsou oba obrazy zároveň. Kdežto digitální metody kromě těchto dvou zmíněných způsobů, využívá ještě navíc převody z 2D (z jedné kamery) na 3D pomocí softwarů a dopočítávání a různé další elektronické pomůcky. Digitalizace dospěla dosti daleko, a tak se klasická filmová 3D produkce může zdát

těžkopádnou, komplikovanou a zastaralou. Mimo jiné i drahou. Z části je to pravda, jelikož digitální technologie zaznamenala velký posun co se všech odvětví týče od snímání, zpracování, úložiště až po projekci. Samozřejmě že pocitově (a zatím i kvalitativně) nedosahuje stejných hodnot jako filmová projekce, i když je mnoho lidí a článků věnovaných vyzdvihování a propagaci digitalizace ve formě: “...už bude konečně plně digitální...“. Tato slova však podle mě neznamenají zdaleka nějakou formu záchrany, nebo vyvedení z nedostatečných hodnot. Avšak vývoj posledních let dává jasně zelenou jedničkám a nulám. [16]

6 TECHNOLOGIE ZOBRAZENÍ A PROJEKCE 3D

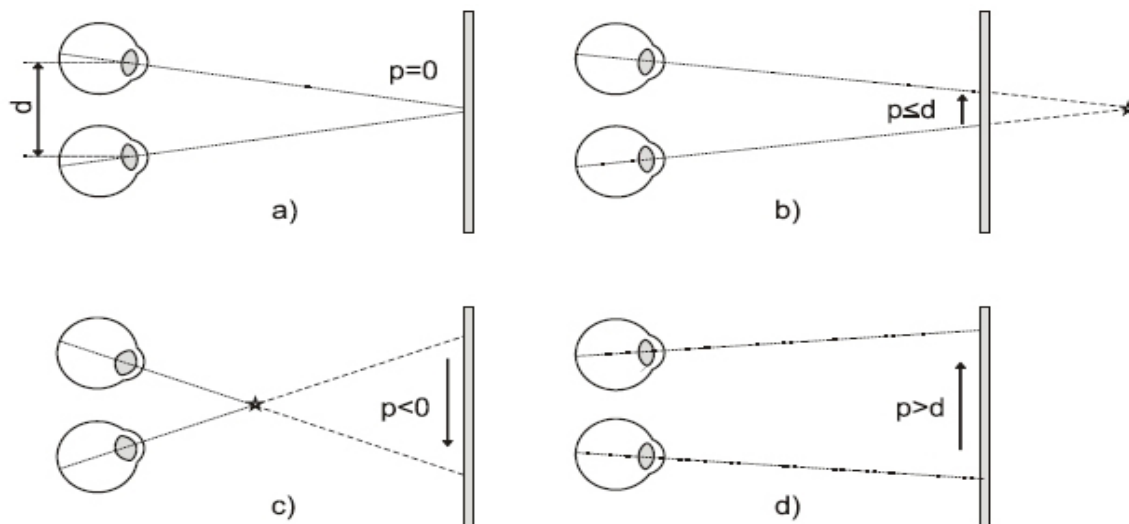
6.1 Rivalita vergence

Zásadním měřítkem je pro nás, co se zobrazování týče, rovina plátna, čili místo, kde se nachází promítací plátno. Místo kam dopadá promítaný obraz. Tak, jak jsem na to zvyklí z běžného života, se při sledování běžné 2D projekce náš zrak soustřeďuje na plátno. Na stejné místo se snažíme zaostřit a zároveň na to samé místo nám automaticky konvergují (sbíhají se) oči. Při stereoskopické projekci nastává radikální změna. Oči ostří (akomodují) vždy na rovinu plátna, ale konvergují podle paralaxy v obraze. Tím, že divákovo zrakové ústrojí je donuceno pracovat jinak než je zvyklý, může to vést k nevolnosti nebo bolestem hlavy. Tato rozdílnost akomodace a konvergence se nazývá **Rivalita vergence**. Čím je rozdíl akomodace a konvergence větší, tím je zřetelnější prostorový efekt, ale zároveň jsou oči více namáhány. Je to zřejmě nejzásadnější problém, který doposud nebyl nikdy vyřešen. Do hry vstupuje i pozorovací vzdálenost od plátna. Čím je divák dál od plátna, tím je rivalita vergence menší. Zároveň ale klesá prostorový efekt. [2]

6.2 Paralaxa

Paralaxa udává velikost prostorového vjemu stereoskopického obrazu. citlivou volbou velikosti paralaxy v obraze.

Nulová paralaxa - (a) části obrazu s nulovou paralaxou se jeví v rovině plátna, nulová rivalita vergence



Obr. 5: Polohy zobrazení paralaxy

Pozitivní paralaxa - (b) části obrazu s pozitivní paralaxou se jeví **za plátnem**

Negativní paralaxa - (c) určuje předměty zobrazující **před plátnem**, vystupující z plátna směrem k divákovi. To bývá nejefektivnější způsob, ale není radno s ním plýtvat

Divergentní paralaxa - (d) konvergentní bod se nachází až **za** očima diváka. Tento způsob roztahuje oči od sebe a způsobuje bolest zrakového ústrojí. [2]

6.3 Technologické možnosti projekce a jejich vlastnosti

Hlavním rozdělením je na systémy pasivní a aktivní. Už z označení vyplývá možnost vytvoření prostorového efektu. Závisí to buď čistě na „pasivních“ optických vlastnostech použitých součástí, nebo do hry vstupuje další prvek, elektronicky „aktivní“ brýle.

Jak už jsem se zmínil, zapotřebí je, vytvořit stejnou iluzi v kině, nebo při sledování stereoskopického pořadu v televizi, co možná nejvíce shodnou s informacemi, které dostává náš mozek prostřednictvím pozorovacího ústrojí. To znamená, každou informaci z obou očí odděleně. Je tedy zapotřebí dvou plnohodnotných obrazových záznamů nebo sdělení, resp. Reprodukci, podaných takovým způsobem, které budou schopny náš lidský, přírodou zavedený systém vnímání prostoru, co nejlépe napodobit.

Nasnímaný stereoskopický obraz (resp. dva obrazy) je nutné správně reprodukovat a zprostředkovat divákovi. Na dokonalosti projekce závisí správnost nebo uvěřitelnost vytvořeného dojmu prostorového obrazu. Kromě zvolené technologie projekce jsou důležité i další aspekty, jako například vzdálenost diváka od plátna v kinosále, nebo třeba úhel natočení divákovy křesla, ve kterém sedí, od obrazovky jeho domácí 3D televize, čistota brýlí a podobně. [5]

6.3.1 Projekční plátno

Pro polarizovanou projekci je zapotřebí stříbrného plátna, které má metalizovaný povrch a zachovává směr polarizace světla i po odrazu. Pro další technologie není speciálního plátna zapotřebí.

6.3.2 3D Brýle

Jsou v současných technologiích kino projekcí potřeba v každém případě. Jednotlivé typy jsou popsány u příslušné technologie.

6.3.3 Technologie stereoskopických projekcí:

6.3.3.1 Anaglyf

Separace obrazu pomocí subtraktivního míšení barevnými filtry. Nejstarší metoda stereoskopické projekce. Promítané kanály jsou v barvách, které projdou jen jedním nebo druhým filtrem. Nevýhodou je barevné zkreslení obrazu. Výhodou je cenová dostupnost a jednoduchost. s



Obr. 6: Anaglyfové brýle

6.3.3.2 Polarizovaná projekce

Využívá polarizace světla pomocí polarizačních filtrů umístěných v páru jednak před objektivy dvou projektorů, a pak v druhém páru umístěných v brýlích. Některé systémy využívají jen jeden projektor s polarizační předsádkou, která dokáže ve zvolené frekvenci měnit polarizaci pro levé a pravé oko. Výhodou je věrné barevné podání bez zkreslení.



Obr. 7: Polarizační brýle.

Nevýhodou vysoká pořizovací cena stříbrného plátna a tzv. **Ghosting** - nedokonalé odfiltrování jednotlivých kanálů při vysokých kontrastech.

6.3.3.3 Aktivní LCD - (shutter glasses)

Mají skla z LCD displejů, střídavě dálkově stmívaných pomocí synchronizačních IRDA impulsů. Projektor je buďto sám zdrojem těchto signálů, nebo je možné dodatečně přidat synchronizační jednotku. Tuto metodu synchronizace podporují nVidia, XpanD 3D a dřívější systémy IMAX. Nevýhodou je vysoká



Obr. 8: Aktivní LCD brýle

pořizovací cena brýlí. Výhoda je komfort a přesnost zobrazování.

6.3.3.4 Barevná separace části spektra - (vlnový multiplex)

Systém, který posouvá barevné spektrum vlnových délek, takže výsledný obraz nepodléhá barevnému zkreslení. V projektoru je barevný rotační filtr propouštějící obraz s dvěma různými posuny vlnových délek. Dvojice dichroických filtrů v brýlích pak propouští, nebo pohlcují jednu nebo druhou sadu promítaného obrazu s vlnovým posunem. Nevýhodou je velký úbytek světla díky filtrování, nutnost vyšších výkonů lampy projektoru, vyšší cena a křehkost brýlí než u polarizačních.



Obr. 9: Brýle systému Dolby3D

6.4 Česká kina

Koncem července roku 2010 bylo v ČR v provozu 26 kinosálů vybavených digitální projekcí dle standardu DCI včetně možnosti projekce 3D stereoskopických filmů.

Jen o rok později jich je v současnosti už 156, z toho je **130 sálů** vybavených systémem **3D projekce**.

V ČR jsou zastoupeny tři digitální systémy 3D projekce - XpanD 3D, Masterimage a Dolby3D. [13]

6.4.1 IMAX

Dosud jediná „čistá“ dvouprojektorová instalace v České republice byla zastupována kinem IMAX na Floře v Praze. Avšak počínaje 16. únorem 2011 byl klasický IMAX přestavěn na digitální projekci. Klasická 70mm 3D projekce u nás již není. Nyní má **IMAX Digital** dva projektory „Christie Solaria“. V současnosti s rozlišením 2K a připraveny na upgrade na 4K. Technologie polarizace a stříbrné plátno zůstává (jen je vyměněné za nové) a z původního formátu 1:1,37 je přemaskováno na 1:1,85. Zvuk bude mít o jeden efektní kanál méně, tedy 5.1, ale celkový zvukový výkon by měl být o třídu větší. Obrazová kvalita tedy zdaleka nedosáhne kvality původní 70mm projekce, ale vysoké náklady by provozovatele dříve či později donutily provoz IMAXu ukončit. Tak ho

ted' máme alespoň digitální. Slovy Ondřeje Becka na na portále digitalnikino.cz: "..., bud' budeme mít IMAX digitální, nebo žádný." Brzké vylepšení osazením 4K DLP čipů by pak pomohlo i kvalitě obrazu. I přes to je IMAX stále nejpocitivější 3D projekcí s dvěma vysoce výkonnými projektory v ČR a kvalitou převyšuje ostatní kina. [13]

6.5 Technologické systémy projekce

IMAX 3D - používá dvě technologie. Polarizované projekce se stříbrným plátnem, nebo aktivní LCD brýle.

IMAX Solido - systém, kde jsou oba obrazy pro levé i pravé oko střídavě za sebou na jednom filmovém pásu. Zde je zapotřebí použít aktivní systém LCD brýlí.

IMAX MPX - jednodušší a levnější verze IMAXu 3D určená pro multiplexy. Obraz není tak vysoký, formát obrazu je přibližně 1:1,75.

XpanD 3D- Aktivní systém LCD brýlí, projektor promítá obrazy pro levé i pravé oko a zároveň posílá IR signál, který přijímají brýle diváka v sále. Na základě tohoto signálu LCD panely střídavě oddělují obraz pro levé a pravé oko zatmíváním synchronně s projektorem.

Dolby3D - Pasivní systém založený na separaci dvou velmi úzkých RGB pásem z barevného světelného spektra. V projektoru je barevný rotační filtr, který zajišťuje tento pásmový posun. Ten je vyroben lisováním z desítek speciálních optických filtrů. O separaci kanálů se pak starají brýle se shodnými filtry.

MasterImage - pasivní systém s cirkulární polarizací. Levý a pravý směr polarizace určuje na jediném projektoru rotující polarizační filtry. Je zapotřebí stříbrného plátna.

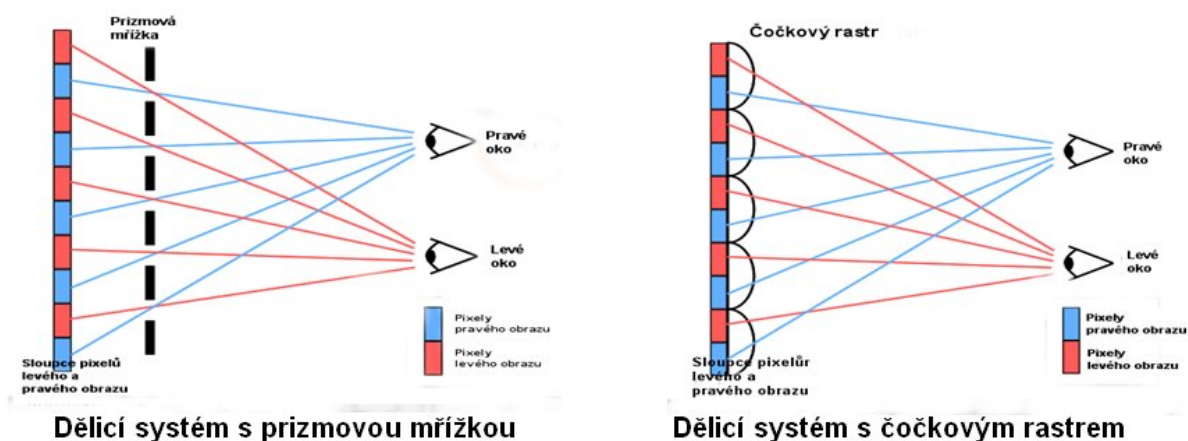
RealD - obdobný pasivní systém s cirkulární polarizací jako MasterImage. Předsádka před objektivem projektoru ovšem mění polarizaci v podobě elektronicky řízeného filtru.

Sony - funguje na stejném principu cirkulární polarizace ale s předsádkou předsádkou na projektoru (Beam Splitter) a se stříbrným plátnem. Předsádka rozděluje 4K obraz na dva 2K obrazy a každý je polarizován zvlášť. [11]

6.6 Auto-stereoskopické monitory

Samostatným tématem jsou bezesporu domácí systémy, které se v posledních letech značně zpřístupnily. Počítačové nebo televizní systémy zobrazování a přenosu obrazových dat nebudu rozebírat, jelikož jejich vývoj jde velmi rychle vpřed, a za pár dní by beztak bylo potřeba tyto informace zaktualizovat. Ve většině případů fungují na stejných, už zmíněných, principech. Pouze v krátkosti přiblížím některé další z možností zobrazování.

Auto-stereoskopické monitory - můžeme se setkat se stereoskopickými monitory u kterých odpadá nutnost používat 3D brýle. Fungují na takzvaném Lentikulárním principu, který je shodný například u fotografií nebo plastických výjevů a reklamních upoutávek. Jsou to buď dva různé, nebo dva stereoskopickou paralaxou posunuté obrazy rozložené na jednotlivé řádky určené pravému nebo levému oku. V televizním přijímači zobrazuje řádky určené pro levé a pravé oko 3D video-procesor. Separace obrazů pro levé a pravé oko je zajištěna pomocí zařazené masky nebo čočkového rastru před sledovaný obraz monitoru.



Obr. 10: systémy autostereoskopie

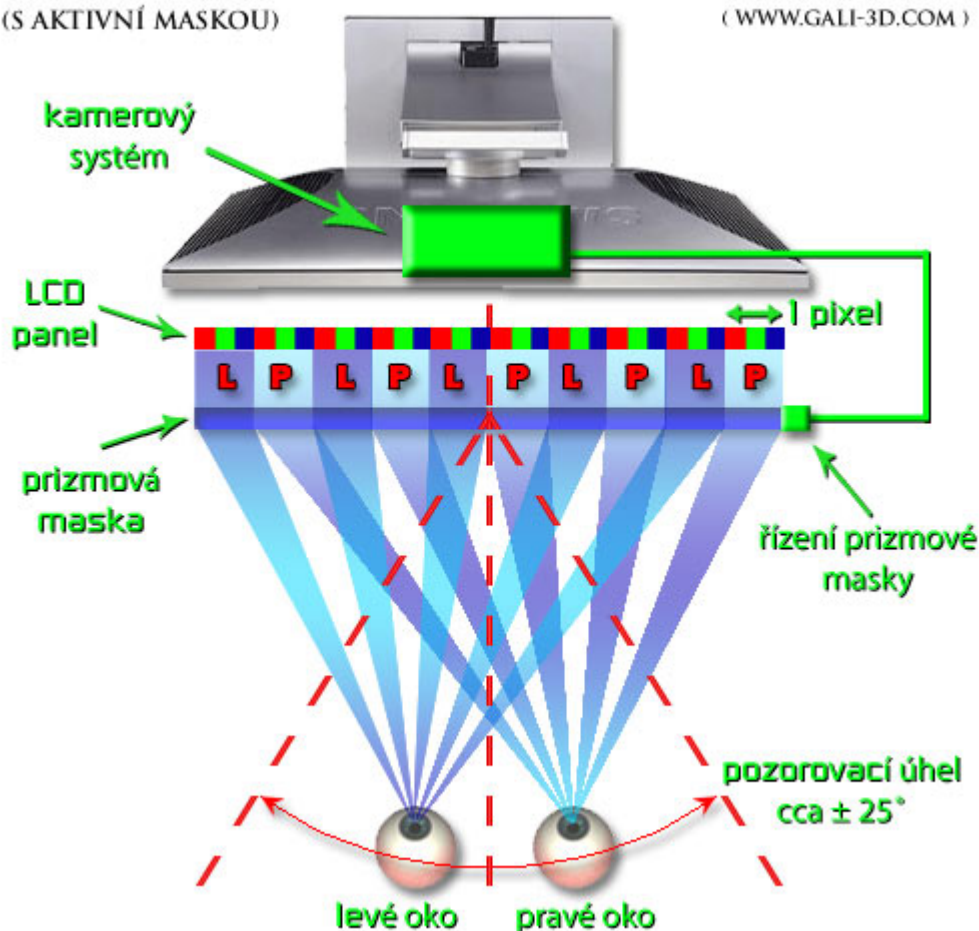
Podobně jako například u plastické pohlednice můžeme nahmatat „vroubkovaný“ rastr. Mřížka nebo čočkový rastr pak umožňuje sledovat levému nebo pravému oku pouze jemu určený dílčí obraz.

Monitory mohou být opět pasivní, nebo aktivní. Aktivní jsou vybaveny elektronickým detekčním systémem HTD (Head Tracking Device), který uzpůsobuje polohu masky při pohybu diváka. Je tak zajištěn správný vjem prostorového obrazu i v případě že se divák hýbe, nebo nemá-li ideální pozici před monitorem. [14]

SCHÉMA AUTOSTEREOSKOPICKÉHO 3D MONITORU

(S AKTIVNÍ MASKOU)

(WWW.GALI-3D.COM)



Obr. 11: Schema autostereoskopického monitoru s HTD senzorem

6.7 Spotřební domácí 3D

Závěrem snad jen zajímavost. Dnešní 3D televizory mnohdy nabízí svým divákům sledovat obyčejné televizní vysílání prostorově. Stačí zapnout funkci „sledovat ve 3D“. Reálné dopočítání druhého obrazu pro prostorový dojem je velmi náročný proces. Televize ovšem využívají zjednodušených pomůcek pro vytvoření jakéhosi efektu 3D, kdy druhý obraz prostě chybí. Jednou z možností je **zpožděné zobrazování**, kdy procesor rozdělí jeden obrazový signál na dva a jeden z nich zpozdí. K jednomu oku (pomocí brýlí) se dostane o něco málo zpožděný obraz a na základě rozdílnosti snímků vznikne jakási iluze prostoru. Další možností je že software rozpozná obrysy, kontrasty, ostrost. Tyto obrysy „zkosí“ pro každé oko rozdílně a vyšle k divákovi.

7 DALŠÍ STEREOSKOPICKÝ A DIMENZIONÁLNÍ VÝVOJ FILMU

7.1 48 fps

Jistou nedokonalostí byl nedostatečný počet snímků pro stereoskopickou projekci. Vznikl takzvaný stroboskopický efekt a často se mohou zobrazovat nepříjemné trhavé jevy v obraze při rychlejších pohybech kamery, dějů nebo herců ve filmu. To řeší nově nastupující technologie snímání od základu s dvojnásobným počtem snímků. Místo 24 jich bude 48 a trhavé pohyby rázem zmizí. Film se bude zdát klidnější, plynulejší a čistší. U obyčejného 2D filmu to není až tak nutné, ale u 3D projekce je zapotřebí dvakrát více informací a trhavé pohyby se zde projevují mnohem více.

IMAX HD - technologie snímání **dvojnásobnou obrazovou frekvencí** tj. **48 fps**.

Peter Jackson - „Hobit“ (prosinec 2012) - 3D film natočený už 48 snímky za sekundu.

7.2 Další „dimenze“ filmu

4D a 5D kina - jsou to v podstatě marketingové pojmy, které označují kina, kde kombinují stereoskopickou projekci s dalšími prostředky, útočící na lidské smysly dosud nezapojené do procesu vnímání filmu. Převážně čichu a hmatu. Řadí se v podstatě mezi speciální efekty filmu. Jsou to efekty pohybu vlastní sedačky. Od vibrací, otřesů až po náklon a další podněty pro lidský smysl registrující pohyb a dotek. Další „dimenzí“ efektů je útok na čichové a chuťové buňky našich smyslů. Používáním vhodných aerosolů vypuštěných do ovzduší kina se správnou příchutí a vůní, si divák snadno spojí s pozorovaným dějem na plátně. Složitá je synchronizace a musí se počítat s rozdílným vnímáním každého diváka, volbou kompromisu. Imitován bývá například déšť, vítr, blesky, vibrace, teplota....atd.

V každém případě všechna tato rozšíření, „nad“ třetí dimenzi, jsou už jen skutečně efektním zábavním průmyslem a s dramaturgií filmu nemají moc co do činění. Ale kdo ví, třeba se správným využitím dostaneme do bodu, kdy se tyto přídatky a efekty stanou běžnou součástí filmové tvorby. Vždyť i zvuk byl v prvopočátku vnímán jako něco navíc, co kazí umělecký dojem z filmu. [15]

8 HOLOGRAFIE

Je možné aby byl nějaký obraz ještě více prostorový než promítané stereoskopické obrazy? V podstatě se dá říct, že 3D filmy, tak jak se je snažíme vytvářet, jsou velmi slabou náhražkou prostoru. Velmi nedokonalou.

Holografie jako název vznikl složením dvou řeckých slov, holos = **úplný** a grafie = **záznam**. A jak už slova sama napovídají, jedná se o plnohodnotný záznam informací o trojrozměrné struktuře předmětu, který jsme schopni zaznamenat an dvourozměrné médium (filmový materiál, emulze na skle, plastová fólie...).

Teoreticky se holografie vyvíjí už od roku 1948 díky britskému učenici Dennisu Gaborovi. Jelikož je zapotřebí mít přesné vlastnosti světelného paprsku, praktickému rozvoji napomohlo až vynalezení **Laseru** (**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation - zesilování světla stimulovanou emisí záření) v roce 1960.

Pro vytvoření úplného trojrozměrného záznamu je potřeba zaznamenat dvě nejdůležitější informace. **Intenzitu** světla odraženého od snímaného předmětu (což je shodné s běžným obrazovým záznamem) a **fáze** odraženého světla od předmětu. Holografie funguje na několika základních principech optiky. [18]

8.1 Koherence světla

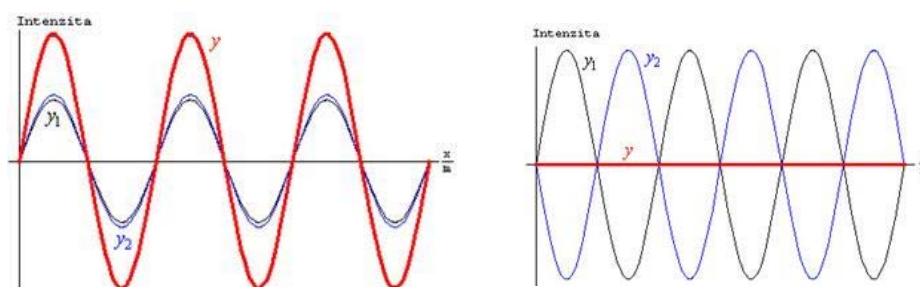
Koherentní světelný paprsek je vlnění o stejné frekvenci, stejného směru kmitání a stejnou fází (nebo fázovým rozdílem). Jejichž fázový rozdíl se s v uvažovaném bodě s časem nemění.

8.2 Interference vlnění

Interference čili skládání, je děj, při kterém se projevují vlnové vlastnosti světla. Děje se tak nejvýrazněji u koherentního světelného vlnění. Při interferenci světla vzniká **Interferenční obrazec**. Jsou dvě extrémní polohy skládání :

Interferenční maximum - vzniká v místech kde se vlny setkávají se stejnou fází

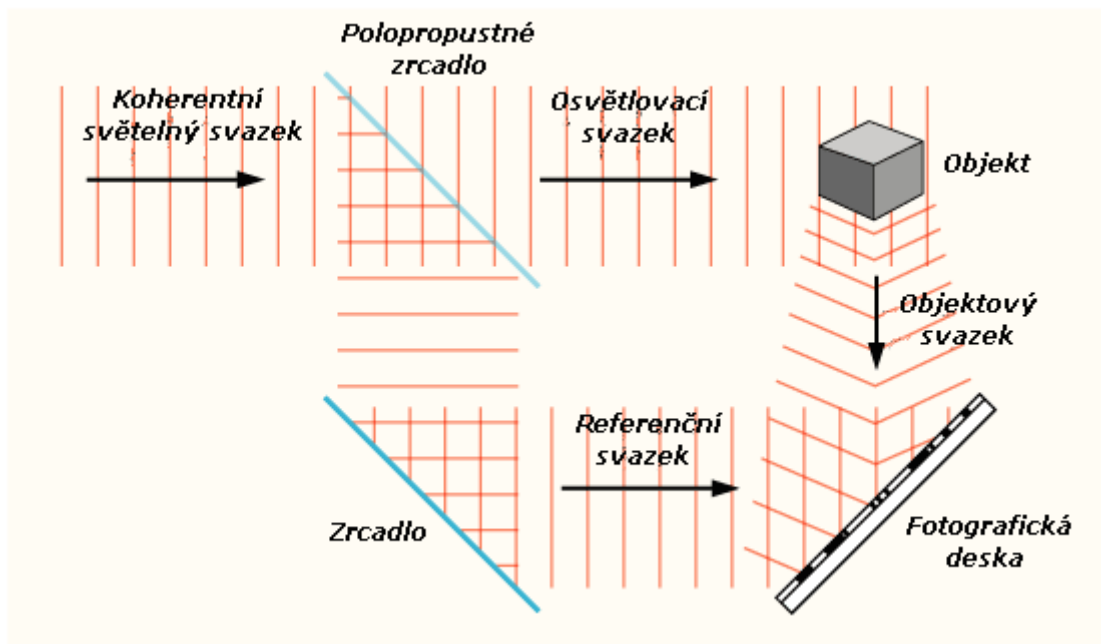
Interferenční minimum - vzniká v místech kde se vlny setkávají v opačné fázi vlny.



Obr. 12: vznik interferenčního maxima a minima

8.3 Záznam hologramu

Záznam Hologramu - Svazek koherentních světelných paprsků, který vyzařuje laser, a který je dostatečně široký, aby mohl zaznamenat úplně celý předmět, se obvykle pomocí optických prostředků (např. polopropustné zrcadlo) rozdělí na svazek osvětlovací a svazek referenční. Po dopadu a následném odrazu osvětlovacího svazku od snímaného předmětu vzniká předmětový svazek, jenž nese informaci nejen o intenzitě světla, ale i jeho fázi, která vypovídá o trojrozměrné struktuře. Tyto informace se zaznamenají v obrazovém nosiči (např. fotografický film) díky referenčnímu svazku, jenž v místě obrazového nosiče interferuje s obrazovým svazkem. Vznikne tak interferenční obrazec - hologram, kde se nepravidelně zapíší rozmístěná interferenční maxima a minima.



Obr. 13: Princip záznamu hologramu

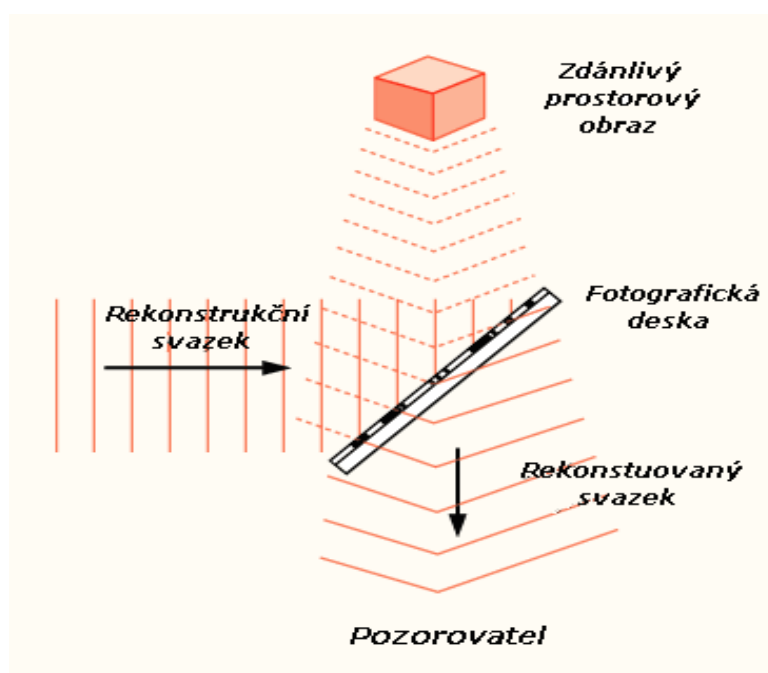
Jeden svazek byl rozptýlen předmětem a druhý dopadá přímo, proto nejsou vlny obou svazků již ve fázi. Jejich rozdílná fáze (resp. fázový rozdíl) se projeví při interferenci. Na fotografické desce vzniká po vyvolání interferenční obrazec, který je tvořen nepravidelně rozmístěnými interferenčními maximy a minimy.

Přímý pohled na hologram neukazuje žádnou spojitost se zaznamenaným objektem.

Informace o každém bodu zaznamenávaného předmětu je přítom díky interferenci světla „rozptýlena“ v celé ploše hologramu. Proto je možné i z pouhého úlomku holografické desky rekonstruovat celý obraz. Kvalita takto rekonstruovaného obrazu je úměrná ploše úlomku holografické desky. [10]

8.4 Rekonstrukce hologramu

Rekonstrukce Hologramu - Pro správné zobrazení zaznamenaného předmětu je nutné hologram osvětlit koherentním svazkem paprsků (rekonstrukční svazek) vyzařovaným obvykle laserem pod stejným úhlem, pod jakým dopadal během snímání referenční svazek. Díky difrakci rekonstrukčního svazku se vytvoří světelné pole (rekonstruovaný svazek) odpovídající trojrozměrnému obrazu předmětu, který je v hologramu zaznamenan. Jednoduše řečeno, hologramem projdou jen paprsky odpovídající paprskům odraženým od zaznamenaného předmětu. Výsledkem je zdánlivý prostorový obraz. [10]



Obr. 14: Princip rekonstrukce hologramu

8.5 Budoucnost a holografie

Co se záznamu fotografie a filmu pomocí holografie týče, je to velmi nákladný a komplikovaný proces, který si v současnosti můžeme jen stěží představit v běžném životě, natož v komerční sféře. Hologramy se již sice hojně využívají jako například ochranné známky bankovek a dokladů, nebo jako malé reklamní obrázky v podobě **Reflexních** lisovaných (duhových) **hologramů**. Avšak ty pravé **Transmisní hologramy**, jsou prozatím využívány jen například k zpřístupnění vzácných archivovaných předmětů, které nemohou být kvůli vzácnosti vystaveny reálně. Široká veřejnost má tak díky velké hloubce obrazové scény a širokému úhlu pozorování možnost tyto předměty shlédnout pomocí holografických reprodukcí.

ZÁVĚR

Pravdou zůstává, že nejen technologie musí být dostatečně vyvinutá, ale stejně tak i filmový žánr a především divák sám. Jinak se stereoskopický film, nemá šanci uchytit na delší dobu než jaké jsme byli už několikrát svědky v nedávné historii. A řekl bych že toto pravidlo platí všeobecně. U filmu obzvláště, jelikož je soustřeďuje velkého množství odlišných technických a uměleckých prvků. Bez nich by nemohl fungovat, zároveň jsou jednotlivé prvky na sobě přímo závislé a navíc nefungují bez samotného filmu. Je to provázaná spolupráce, vývojová síť, kterou nelze nijak obejít, nijak přechytračit. Je to přirozený vývoj, který má daná pravidla. Otázkou zůstává, zda-li už je vývoj všech dílčích prvků na takové úrovni, aby byl stereoskopický film jako celek schopný přežít v delším časovém horizontu než jen pouhých pár sezón jako tomu bylo doposud.

Technologie jsou v neustálém rozvoji a inovativních procesech, tudíž každou minutou vše stárne a objevuje se nové a lepší (doufejme). Neméně stárne i tato práce, věnovaná stereoskopii. Takže ve chvíli, kdy čtenář dojde na konec tohoto textu, může shledat některé údaje zastaralými.

Otázkou zůstává, jak se bude 3D vyvíjet dál. Právě procházíme tím středním obdobím, které už tu několikrát bylo. Jsme na nejlepší cestě, a to hlavně po stránce technické vyspělosti, abychom vlnu 3D produkce udrželi a nenechali ji znovu odeznít. Mám spíš strach, že tuto vlnu může potopit přístup ať už producentů, promítačů, nebo možná i samotných diváků, kteří si neváží opravdové kvality a plnohodnotné projekce, ať už po technické dokonalosti nebo plnohodnotného pocitového zážitku. Ale je možné, že právě takovéto zevšednění, takovéto „odfláknutí“, kterým si projdou všechny inovace, je právě to, co 3D potřebuje. To, co stereoskopii v historii chybělo, aby se stala běžnou součástí našeho filmového života.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOLÁŘ, Jan; VÍTEK, Petr; FRODLOVÁ, Tereza . Stereoskopický film : trojí dimenze vývoje, Velmi krátké vlny stereoskopie, 3D realita. *Cinepur*. 2009, 64, s. 002-010. ISSN 1213-516X.
- [2] MENDIBURU, Bernard. *3D Movie Making : Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen*. Focal Press. [s.l.] : Focal Press, 2009. 230 s. ISBN 978-0240811376
- [3] BURIÁNEK, Jan. 3D stereoskopická produkce : Obecný úvod do problematiky stereoskopické produkce. *Pixel : 2D/3D grafika a animace, digitální video a zvuk*. 2010, 159, s. 10-13. ISSN 1211-5401.
- [4] BURIÁNEK, Jan. 3D stereoskopická produkce : Natáčení pomocí stereo kamer. *Pixel : 2D/3D grafika a animace, digitální video a zvuk*. 2010, 160, s. 18-21. ISSN 1211-5401.
- [5] BURIÁNEK, Jan. 3D stereoskopická produkce : 3D postprodukce a projekce. *Pixel : 2D/3D grafika a animace, digitální video a zvuk*. 2010, 162, s. 20-22. ISSN 1211-5401.
- [6] BURIÁNEK, Jan. 3D stereoskopická produkce : 3D kontrolní projekce a kina. *Pixel : 2D/3D grafika a animace, digitální video a zvuk*. 2010, 163/164, s. 10-12. ISSN 1211-5401.
- [7] VÍTEK, Petr. 3D vrací úder : Digitalizace 3D projekce. *Cinepur*. 2008, 60, s. 8. ISSN 1213-516X.

Internetové zdroje:

- [8] www.gali-3D.com
- [9] <http://fyzika.jreichl.com>
- [80] <http://cs.wikipedia.org>
- [911] <http://en.wikipedia.org>
- [110] <http://www.3djournal.com>
- [13] www.digitalnikino.cz
- [14] <http://www.techmania.cz>
- [15] <http://modern5d.com>
- [16] <http://digitalne.centrum.cz>
- [17] www.binocularity.com
- [18] www.holocinema.com

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	Two Dimensions - plošné zobrazení pouze horizontálních a vertikálních proporcí
3D	Three Dimensional - zobrazení všech tří proporcí objemných předmětů včetně hloubky
IMAX	Image on Maximum - systém 70mm projekce s horizontálním vedením filmu, 15 perforačními otvory na jedno obrazové pole a největším obrazovým formátem vůbec, vyvinutý v Kanadě
LCD	Liquid Crystal Display - Display z tekutých krystalů a polarizačními filtry.
HTD	Head Tracking Device - senzor upravující nastavení masky monitoru při pohybu diváka
IRDA	Infra Red Data Association - synchronizace pomocí impulsů přenášených infra červeným záření
LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation - zesilování světla stimulovanou emisí záření
FPS	Frames Per Second - počet promítnutých/nasnímaných snímků za vteřinu
DLP	Digital Light Processing - zobrazovací technologie projektorů pomocí digitálně ovládaných mikroskopických zrcadel
2K/4K	Rozlišení obrazu vyjádřené v tisících - 2048/4096 obrazových bodů na šířku
DCI	Digital Cinema Initiatives - Technický standart kvality a kontrola digitálních kinosálů

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Subtraktivní míšení barev</i>	14
http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4f7074696b61h&key=745	
<i>Obr. 2: Průchod světla polarizačním filtrem</i>	15
http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4f7074696b61h&key=745	
<i>Obr. 3: Propustnost dvojice pootočených polarizačních filtrů</i>	15
http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=galerie&lpage=465&galerie=polarizacni_bryle	
<i>Obr. 4: LCD panel a funkce tekutých krystalů</i>	16
http://digitalne.centrum.cz/jak-funguje-lcd/undefined/diskuze/undefined/pridat/galerie/diskuze/?g[btall]=vse	
<i>Obr. 5: Polohy zobrazení paralaxy</i>	26
http://vyuka.iim.cz/a4m39mma:15	
<i>Obr. 6: Anaglifové brýle</i>	28
http://en.wikipedia.org/wiki/3D_movie	
<i>Obr. 7: Polarizační brýle</i>	28
http://en.wikipedia.org/wiki/3D_movie	
<i>Obr. 8: Aktivní LCD brýle</i>	28
http://en.wikipedia.org/wiki/3D_movie	
<i>Obr. 9: Brýle systému Dolby3D</i>	29
http://videotechnology.blogspot.com/2009/06/dolby-3d-digital-cinema.html	
<i>Obr. 10: systémy autostereoskopie</i>	31
http://www.digizone.cz/clanky/co-se-stalo-v-3d-televizi-za-posledni-rok/	
<i>Obr. 11: Schema autostereoskopického monitoru s HTD senzorem</i>	32
http://www.gali-3d.com/cz/techno-a-stereo-m/techno-a-stereo-m.php	
<i>Obr. 12: vznik interferenčního maxima a minima</i>	35
http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=452	
<i>Obr. 13: Princip záznamu hologramu</i>	35
http://cs.wikipedia.org/wiki/Holografie	
<i>Obr. 14: Princip rekonstrukce hologramu</i>	36
http://cs.wikipedia.org/wiki/Holografie	