

Time-Lapse

Mijić, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:193833>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-06**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





Sveučilište Sjever

Završni rad br. 454/MM/2015

Time-lapse

Filip Mijić, 4704/601



Sveučilište Sjever

Odjel za Multimediju, oblikovanje i primjenu

Završni rad br. 454/MM/2015

Time-lapse

Student

Filip Mijić, 4704/601

Mentor

Mario Periša, dipl.ing.

Varaždin, listopad 2016. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju, oblikovanje i primjenu		
PRISTUPNIK	Filip Mijić	MATIČNI BROJ	4704/601
DATUM	15.09.2015.	KOLEGIJ	Medijska fotografija
NASLOV RADA	Time-Lapse		
MENTOR	Mario Periša, dipl.ing.	ZVANJE	viši predavač
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. mr.sc. Dragan Matković, v.pred. - predsjednik		
	2. pred. Robert Geček, dipl.ing. - član		
	3. v.pred. Mario Periša, dipl.ing. - mentor		
	4. doc.dr.sc. Dario Čerepinko - zamjenski član		
	5.		

Zadatak završnog rada

BROJ 454/MM/2015

OPIS

Time-Lapse ("time" - vrijeme, "lapse" - protjecanje) je fotografska tehnika kojom ubrzavamo procese manipulacijom vremena. Kognitivne sposobnosti čovjeka su takve da u realnom vremenskom okviru vrlo lako doživi određeni pokret u prostoru u kojem se nalazi. Promjenu ili pokret objekta koji se kreće jako sporo ljudsko oko ne može percipirati jer nije u mogućnosti mentalno usporediti jedan stadij s drugim u velikom vremenskom periodu. Pomoću Time-lapse tehnike možemo ubrzati određene procese (pokrete) koje u normalnim uvjetima nismo sposobni doživjeti.

Video kamere u stvarnosti snimaju serije statičnih fotografija koje ljudsko oko zbog svoje tromosti doživljava kao sliku u pokretu. Minimalna frekvencija snimanja statičnih slika potrebnih za subjektivni dojam fluidnog pokreta je 24 slike u sekundi. Time-lapse se definira kao video snimljen frekvencijom manjom od uobičajene 24 slike po sekundi. U povijesti snimanja time-lapse spada u tehniku "undercrank" koja uključuje snimanje manjom frekvencijom od frekvencije prikazivanja istih slika čime se snimljena akcija čini ubrzanom.

Zbog raznih mogućnosti uporabe te različite kombinacije velikog broja postavki dotična tehnika se može iskoristiti u umjetničke i znanstvene svrhe.

U radu je potrebno:

- Objasniti prirodu ljudskog oka u tumačenju pokreta
- Teoretski objasniti tehniku i primjenu time-lapse fotografije
- Iznijeti kratki pregled povijesti time-lapse fotografije
- Spomenuti srodne tehnike (hdr, hyper-lapse, stop-motion)
- Objasniti uobičajeni proces izrade time-lapse fotografija
- Nabrojati opremu, korištene programe i alate koji mogu biti korišteni u izradi time-lapse fotografija
- Izraditi praktičan rad, time-lapse video te objasniti princip izrade
- Donijeti zaključak i napisati predviđanja o budućnosti upotrebe ove tehnike

ZADATAK URUČEN

10. 12. 2015.



[Handwritten signature]

Predgovor

Ovim putem htio bih zahvaliti mentoru višem predavaču Mariu Periši na sveukupnom znanju iz područja fotografije, koje je toliko nesebično i strpljivo dijelio s nama (studentima). Također zahvaljujem na suradnji, svakom prijedlogu i konstruktivnoj kritici tijekom izrade rada. Zahvaljujem i svim ostalim profesorima, predavačima i asistentima koji su nas pripremali, što teorijom – što praksom, za poslove koji nas očekuju u budućnosti. Veliko hvala mojoj obitelji na iznimnoj podršci u trenucima kada mi je to bilo najpotrebnije. Hvala i svim prijateljima i kolegama koji su ovo školovanje učinili još zanimljivijim.

U Varaždinu, 26.9.2016..

Sažetak

Time-Lapse ("time" - vrijeme, "lapse" - protjecanje) je fotografska tehnika kojom ubrzavamo procese manipulacijom vremena. Kognitivne sposobnosti čovjeka su takve da u realnom vremenskom okviru vrlo lako doživi određeni pokret u prostoru u kojem se nalazi. Promjenu ili pokret objekta koji se kreće jako sporo ljudsko oko ne može percipirati jer nije u mogućnosti mentalno usporediti jedan stadij s drugim u velikom vremenskom periodu. Pomoću *Time-lapse* tehnike možemo ubrzati određene procese (pokrete) koje u normalnim uvjetima nismo sposobni doživjeti.

U ovom radu će se obraditi sam pojam *time-lapse* tehnike, njegove zakonitosti, specifičnosti snimanja i produkcije. Kroz kratki kronološki pregled razvoja ukazat će se na posebnosti ove tehnike i njene distinkcije u odnosu na klasično video snimanje.

Neminovno je poznavanje percepcije ljudskog vizualnog sustava, same percepcije i kognitivnih sposobnosti čovjeka za jasnije razumijevanje fenomena pokretne slike.

Tako će se u radu obraditi ljudska mogućnost percepcije pokreta, kao i tehnička znanja potrebna za izradu *time-lapse* videa. Prikazat će se kratki pregled potrebne opreme za izvedbu *time-lapse* tehnike kao i markirati osnovne pravce u podjeli *time-lapse* tehnike bazirane na različitim fotografskim tehnikama.

U praktičnom dijelu rada objasnit će se proces nastanka finalnog video uratka sa svim specifičnostima produkcije, od tehnike snimanja, likovnog i semantičkog aspekta autorskog djela, do post-produkcije i tehničkih znanja potrebnih za izradu *time-lapse* sekvence.

Ključne riječi: pokret, percepcija, *time-lapse*, fotografija, film, interval, produkcija...

Abstract

Time-lapse photography is a technique that accelerates processes by manipulating time. Human cognitive abilities are such that it can easily experience some kind of movement in the area in which it is located in real-time frame of reference. Human eye can't perceive some kind of change or movement of a slow moving object because it is not able to mentally compare one stage to another in a large period of time. Using Time-lapse technique we can accelerate certain processes (movements) that in normal conditions we are not able to experience.

This paper will cover the very notion of time-lapse technique, its rules, specifics of recording and production. Through a brief chronological overview I will indicate the specific features of this technique and its distinction in relation to the classic video recording.

Knowledge of the perception of the human visual system, the very perception and cognitive abilities of man is inevitable for a clearer understanding of the phenomenon of the moving image.

This paper will explain possibility of human perception of motion, as well as the technical knowledge required to produce a time-lapse video. You will see a brief overview of the necessary equipment to perform time-lapse techniques and mark the basic lines of division in time-lapse techniques based on a variety of photographic techniques.

Practical part of the paper will explain the process of making the final video with all the specifics of production, from shooting, visual and semantic aspects of the work, to post-production and technical knowledge required to create time-lapse sequences.

Key words: movement, time-lapse, photography, film, interval, production...

Popis korištenih kratica

FPS	Slika po sekundi (engl. frames per second)
ND	Filter neutralne gustoće (engl. neutral desity)
DSLR	Digitalni refleksni fotoaparati sa zrcalom (engl. Digital single lens reflex)
DOF	Dubinska oštrina (engl. depth of field)
WB	Balans bijele boje (engl. white balance)
RAM	Memorija s nasumičnim pristupom (engl. random access memory)
HDR	Široki dinamički raspon (engl. high dynamic range)

Sadržaj

1.	Uvod.....	6
2.	Percepcija pokreta.....	7
2.1.	Projekcija filmske vrpce.....	8
2.2.	Vizualna perzistencija.....	9
2.3.	Fi-fenomen i beta kretanje.....	9
3.	Povijest <i>time-lapse</i> tehnike.....	11
4.	Snimanje <i>time-lapse</i> videa.....	12
4.1.	Frekvencija snimanja / interval.....	12
4.2.	Brzina zatvarača.....	14
4.3.	Tranzicijski <i>time-lapse</i> video.....	16
4.4.	ISO osjetljivost.....	17
4.5.	Otvor blende i fokus.....	18
4.6.	Balans bijele.....	19
4.7.	Format fotografija.....	20
4.8.	Titranje <i>time-lapse</i> videa.....	21
5.	Podjela <i>time-lapse</i> tehnike.....	22
5.1.	<i>Time-lapse</i> širokog dinamičkog raspona.....	22
5.2.	<i>Time-lapse</i> u pokretu.....	23
5.3.	<i>Stopmotion</i>	25
6.	Oprema.....	26
6.1.	Kamera ili fotoaparat.....	26
6.2.	Intervalometar.....	28
6.3.	Stativ.....	29
6.4.	ND filter.....	30
7.	Praktični dio.....	31
7.1.	Snimanje <i>time-lapse</i> videa.....	31
7.2.	Post produkcija.....	32
8.	Zaključak.....	34
9.	Literatura.....	35

1. Uvod

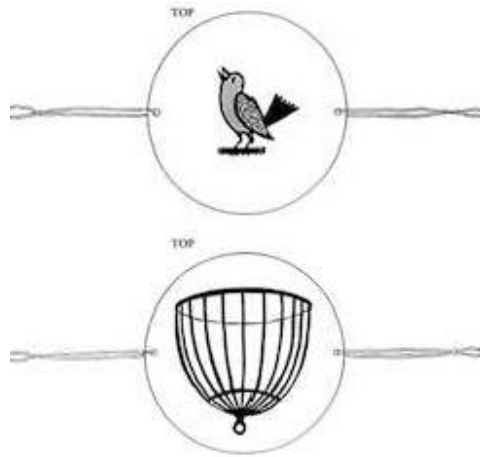
Suvremeno društvo je podvrgnuto primarno vizualnim podražajima, kreiranim fotografskim, video i tv tehnikama produkcije slike koji u procesu medijske komunikacije imaju višeznačne uloge. U velikoj količini informacija potrebno je privući pažnju gledatelja pa se koriste različiti efektni vizualni izričaji. Kroz povijest civilizacije ljudi su imali potrebu zabilježiti svijet i situacije koje se nalaze oko njih. Fotografski procesi omogućuju brz prikaz te stvarnosti koju smo u tom trenu zatekli, a specifične fotografske tehnike poput *time-lapse*-a, uz primarno svojstvo da u određenom trenutku snimi fotografiju, omogućuju diskontinuirani protok pojave ili događaja u kronološkoj jedinici vremena.

U prvom dijelu rada, definirati će se i pobliže opisati kako ljudi percipiraju pokret te kako se taj pokret može zapisati na filmskoj vrpci. Tako će se spomenuti nekoliko teorija koje pokušavaju objasniti kako ljudsko oko vidi pokret sastavljen od statičnih slika (faza). Osim toga, opisati će se i princip rada filmske kamere. U sljedećem poglavlju kronološki će se nabrojati prva pojavljivanja *time-lapse* tehnike korištene u različite svrhe. Kroz opise tih razdoblja koristit će se isključivo stručna literatura i izvori, kako bi kronologija i definicija istih bila što vjerodostojnija. U sljedećoj fazi će se objasniti specifična znanja potrebna za izradu *time-lapse* videa. Osim navedenog, teoretski će se obraditi i pojmovi vezani uz fotografiju kao što su najvažniji tehnički pojmovi i osnove fotografije. U radu će se spomenuti i osnovna oprema potrebna za izradu *time-lapse* videa. U praktičnom dijelu rada prikazati će se korištena oprema i način post-produkcije završnog videa. Proces izrade biti će pojašnjen i potkrijepljen snimkama korištenih programa.

Cilj ovog rada je objasniti način izrade i potrebna znanja za izradu *time-lapse* videa, te iste prikazati na zanimljiv i sažet način.

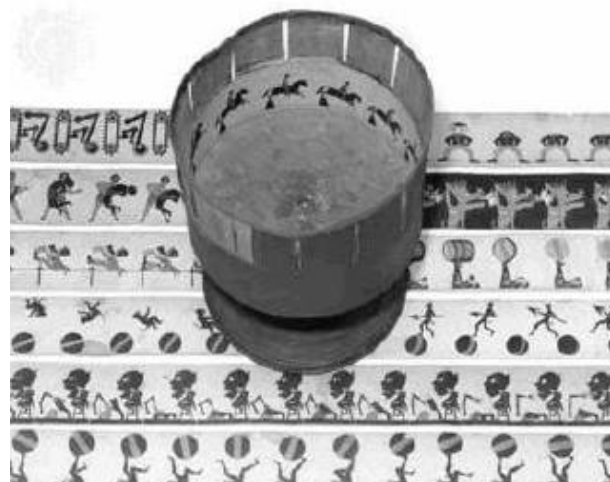
2. Percepcija pokreta

Princip percepcije pokreta možemo objasniti na primjeru igračke thaumatrope koju je proizveo John Averton Paris. Sastoji se od pločice s vrpcom i slikom ptice s jedne te kretke s druge strane. Povlačenjem uzice pločica se brzo okreće pri čemu vidimo da se crteži na pločici "stapaju" te nam se čini da se ptica nalazi u kretki.



Slika 2.1 Igračka thaumatrope

Još bolji primjer je igračka daedaleum (zoetrope) koju je izumio William George Horner (1834), a koju čini niz slika koje prikazuju uzastopne faze kretanja nekog predmeta. Tako su se, na primjer, slike različitih faza konja koji skače stavljale u bubanj i te slike su prilikom okretanja bubnja kroz njegove proreze promatrane jedna za drugom. Slike su se stapale i nastajao je dojam pokreta, odnosno konja koji skače. [1]



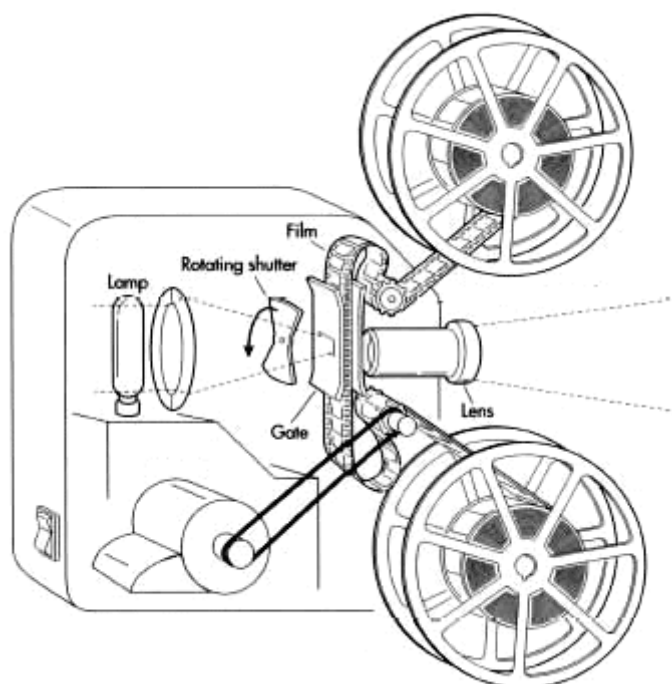
Slika 2.2 Igračka daedaleum

Ako se taj niz fotografija uzastopno projicira dovoljnom brzinom, percipiramo ih kao pokret. Postavlja se pitanje kako je moguće da ljudsko oko vidi pokret sastavljen od niza statičnih fotografija. Očito je riječ o iluziji pokreta (prividnom kretanju). [2]

2.1. Projekcija filmske vrpce

Filmska vrpca je sastavljena od niza statičnih fotografija. Svaka od tih slika predstavlja jednu fazu pokreta koji se opisuje tim filmom. Slike se uzastopno izmjenjuju, a brzina izmjene slika je konstantna, ali isprekidana (eng. *intermittent movement*). Naime, nakon svake izmjene, slika se na trenutak zaustavi kako bi se osvijetlila nakon čega uslijedi nova izmjena.

Za vrijeme izmjene slika otvor projektor se zamračuje uz pomoć zatvarača (eng. *shutter*) da bi se izbjeglo treperenje u oštini slike. Da se otvor ne zamračuje za vrijeme izmjene slika, pri brzom pomicanju bi se vidjeli pomaci svake slike te bi na taj način slika projicirana slika bila zamućena.



Slika 2.3 Filmski projektor

Da bi ljudsko oko percipiralo pokret kao fluidan, bez „trzanja“, potrebno je projicirati film brzinom od 16 fps. Međutim, 16 zamračivanja u sekundi izaziva percepciju treperenja slike zbog prespore izmjene svjetla i tame. Početkom zvučnog filma broj slika u sekundi, a isto tako i zamračenja u sekundi se povećao na 24. Da bi se dosegla kritična vrijednost za stapanje isprekidanog svjetla potrebno je udvostručiti broj titaja. Potrebna je frekvencija od 48 titaja u sekundi kako ljudsko oko ne bi primjetilo izmjenu tame i svjetla. [2] Otvor projektor se zamračuje za vrijeme izmjene slike, ali i još dva puta dok je slika statična. Na taj se način osigurala percepcija fluidnog pokreta bez zamućenja te percepcija stalnog osvijetljenja slike.

2.2. Vizualna perzistencija

Prva teorija koja je trebala objasniti iluziju pokreta je „tromost“ oka ili vizualna perzistencija. Zlatko Smrkić u knjizi „Uvod u televiziju“ vizualnu perzistenciju opisuje kao „osobinu mrežnice kojom ona dostavlja svijesti po prestanku dovoljne svjetlosne pobude još uvijek informaciju i stvara utisak koji više nije pobuđivan vanjskim izvorom.“[4] Naše oko zadržava sliku na mrežnici vremenski duže nego što se ona nalazi pred nama.

Dakle, svaka slika filma, nakon što se makne s ekrana, još neko vrijeme na mrežnici ostavlja trag, tzv. pasliku¹. Paslika se javlja samo pod uvjetima jakih kontrasta u općem osvjetljenju.

Smatralo se da ako sljedeća slika filma uslijedi dovoljno brzo da „uhvati“ još vladajuću pasliku, njih dvije će se „stopiti“ u jednu sliku, ali u praksi situacija nije takva. Naime, paslika prve slike bi se „preklopila“ sa drugom slikom i vidjeli bismo ih obje u isto vrijeme. Zbog dvostruke ekspozicije ne možemo koristiti vizualnu perzistenciju za objašnjenje iluzije kretanja.

Vizualna perzistencija objašnjava samo iluziju stalnog svjetla, usprkos brzim zamračenjima. U slučaju brzog dolaska narednog intenzivnog svjetla nakon kratkog zamračenja, prag svjetlosne osjetljivosti (limen) održava se visokim. [2]

Dakle, potrebno je postulirati nekakvu drukčiju teoriju kojom bismo objasnili iluziju kretanja

2.3. Fi-fenomen i beta kretanje

Max Wertheimer, otac geštalt psihologije, u knjizi "Eksperimentalno istraživanje percepcije pokreta" (1912) iznosi da je uzrok prividnog kretanja iluzija koju je nazvao „fi fenomen“.

Fi fenomen je perceptivna iluzija kojom se iznosi da brzo ponavljanje slijeda osjetilnih podražaja koji miruju, kao što su nizovi svjetlosnih podražaja, stvaraju iluziju pokreta. [1]

Ako dva prostorno razmaknuta svjetla uzastopno bljesnu u određenom vremenskom intervalu, to se ne opaža kao dva uzastopno upaljena svjetla nego kao prostorni pomak jednog te istog svjetla. [2]

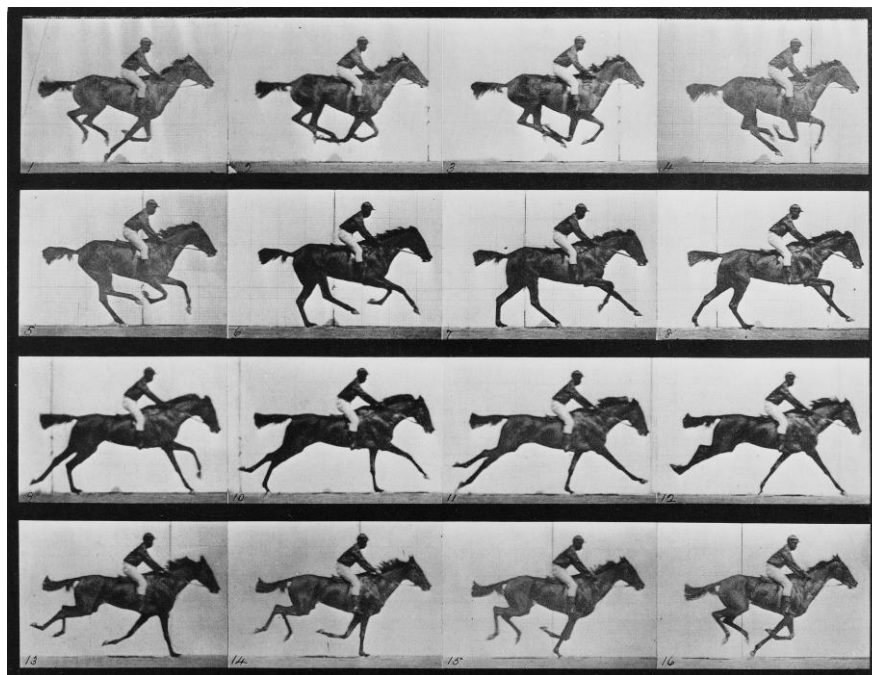
¹ Postoje dvije vrste paslika. Nakon nestanka osvijetljene slike, prvo se zadržava pozitivna paslika, tj. slika „u pozitivu“, onakva kakva je bila izvorna slika. Međutim, ona se brzo pretvara u negativnu pasliku, ono što je bilo svijetlo postaje tamno, a kad su boje u pitanju, javlja se u komplementarnim bojama. Ovo svatko može provjeriti ako nakon gledanja u svjetlosni izvor, recimo žutu svjetiljku, makne pogled na tamnu pozadinu, vidjet će sivoplavi oblik svjetiljke, koji će se micati kako se miče oko.

Objašnjenje je dao Wertheimer, govoreći da mozak „popuni“ rupu između dvije žarulje. Na taj način se dobije iluzija da se svjetlo pomaknulo s jednog mjesta na drugo, bez obzira što ne vidimo međufaze tog pomaka. Što je veća frekvencija paljenja i gašenja žarulja, iluzija je realističnija. Kod fi-fenomena prostorni razmak između svjetala prevelik je da bi se dobila iluzija punog kretanja. Realni primjer fi-fenomena je „skok“ u kadru (eng. jump cut). Primjerice, u toku intervjua se dio kadra izreže te nam se čini da se lik preskokom pomaknuo u novu poziciju. Tu nema iluzije punog kretanja, iako nekakvo kretanje opažamo.

Podvrsta fi-fenomena te mnogo važniji primjer prividnog kretanja je stroboskopsko ili beta kretanje. [5] Stroboskopsko kretanje vrlo dobro opažamo kad se žarulje pale u razmaku od oko 60 milisekundi. Beta kretanje se smatra „punim“ pokretom jer obuhvaća sve faze nekog pokreta. Na ovoj iluziji se temelji film. Naime, film je niz slika, pri čemu svaka sljedeća prikazuje prizor vrlo sličan prethodnom, ali su pokretni predmeti na svakoj sljedećoj fotografiji blago pomaknuti. Kad se na zaslon svake sekunde projiciraju 24 uzastopne slike s kratkim razdobljem mraka između svake, imamo dojam glatkog prividnog kretanja.

3. Povijest *time-lapse* tehnike

Začetnikom *time-lapse* tehnike smatra se Eadweard Muybridge, fotograf britanskog podrijetla. Muybridge je po narudžbi Lelanda Stanforda 1872. godine, koristeći 12 fotoaparata, uslikao seriju od 12 fotografija konja u galopu kako bi dokazao da su mu za vrijeme trka sve četiri noge u zraku. Bio je to početak fotografije u pokretu.



Slika 3.1 Konj u galopu Eadwearda Muybridgea

Prvi igrani film koji je sadržavao kadar snimljen *time-lapse* tehnikom bio je *Carrefour De L'Opera* Georges Mélièsa 1897. godine. [6]

Osim u svrhu umjetnosti, *time-lapse* se vrlo rano počeo koristiti i u znanstvene svrhe. Jean Comandon je 1910. godine uvelike pridonio istraživanju bakterija snimajući njihovo kretanje *time-lapse* tehnikom. [7]

Velik utjecaj u populariziranju *time-lapse* tehnike imao je bankar dr. John Ott, koji je *time-lapse* tehnikom snimao rast biljaka u improviziranom stakleniku. S vremenom je izgradio razne elektromehaničke naprave pomoću kojih je pomicao kadar da bi pratio rast biljaka.

Daljnjim razvojem *time-lapse* animacije stvoren je vrlo širok spektar raznih podvrsta ove tehnike.

4. Snimanje *time-lapse* videa

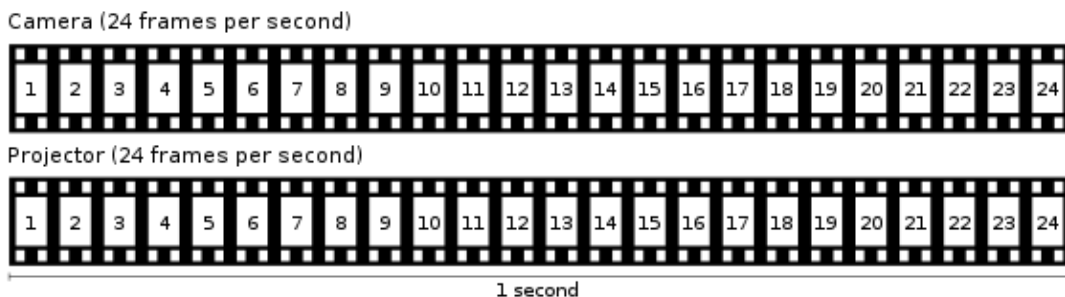
4.1. Frekvencija snimanja / interval

Frekvencija izmjene slike (eng. *frame rate*) označava broj statičnih slika koje kamera snimi u sekundi te se zbog toga najčešće izražava u slikama po sekundi (fps). Osim toga može se izražavati i u Hertzima ($1 \text{ Hz} = 1 \text{ fps}$). [8]

Frame rate se standardizirao na 24 fps-a iz nekoliko razloga. Prvi razlog je bio čisto ekonomske prirode. Naime, snimalo se na fizički medij – film te je bilo potrebno naći minimalni broj slika u sekundi potreban za percepciju fluidnog pokreta bez nepotrebnog trošenja filma. Također, 24 je djeljiv s 2, 3, 6 i 12 što je olakšavalo posao montažeru s obzirom na to da je morao fizički rezati filmsku vrpcu.

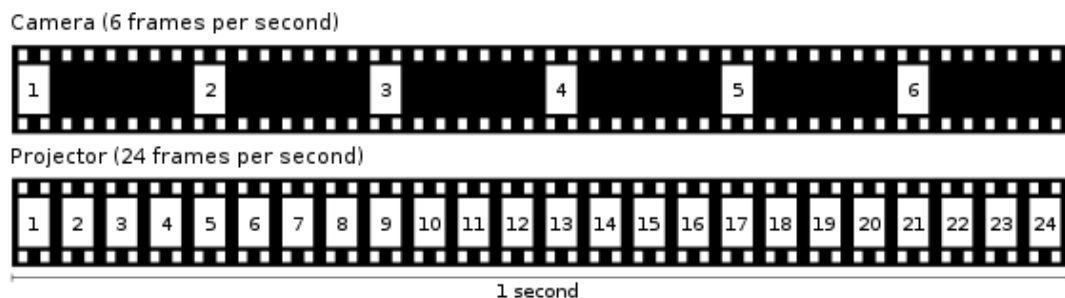
Kad je počelo emitiranje tv signala, pojavila su se još 2 standarda frekvencija izmjene slika. Prvi je 25 slika u sekundi koji je nastao iz europskog televizijskog standarda (50Hz) koji se koristi u PAL sustavu, a drugi je 30 slika u sekundi koji se koristi u NTSC televizijskom standardu (60Hz) koji se koristi u USA-i. [8]

Dakle, brzina projekcije filmova se ustalila na 24 slike po sekundi što bi značilo da se svake sekunde na platnu (ekranu) prikažu 24 slike. Pošto je frekvencija izmjene slika jednaka frekvenciji prikazivanja, slike projekcije se projiciraju normalnom brzinom.



Slika 4.1 Frekvencija izmjene slika jednaka frekvenciji projekcije

Kako bi smo ubrzali projekciju potrebno je usporiti frekvenciju snimanja ispod 24 slike po sekundi.



Slika 4.2 Frekvencija izmjene slika manja od frekvencije projekcije

Pomoću formule:

$$\text{percipirano vrijeme} = \text{frekvencija projekcije} / \text{frekvencija izmjene slika} \quad (1)$$

možemo izračunati koliko će projekcija biti ubrzana. [9] Primjerice, video snimljen s 12 slika po sekundi, a projiciran 24 slike po sekundi će biti ubrzan dva puta (projekcija će biti dvostruko brža). Isto vrijedi i za frekvenciju izmjene slika veću od frekvencije prikazivanja. U tom slučaju se vrijeme „usporava“ (*slow motion*).

U slučaju *time-lapse* videa, zbog velikih vremenskih intervala rijetko kad možemo koristiti slike u jednoj sekundi kao jediničnu mjeru. Najčešće je riječ o intervalu od nekoliko sekundi, ali mogući su i puno duži vremenski razmaci između slika.

Što je interval kraći, vrijeme će u projekciji sporije protjecati jer će se pokret prikazati s više slika. Isto tako, što je interval duži, vrijeme će brže protjecati jer se pokret opisao s manje slika. Zbog toga je vrlo važno procijeniti interval snimanja u odnosu na objekt. Za objekte koji se kreću relativno brzo, kao npr. oblaci, biti će potreban kraći interval nego za objekte koji se kreću relativno sporo, kao npr. zvijezde.

U slučaju kada nije moguće točno procijeniti brzinu gibanja nekog objekta, bolje ga je snimiti kraćim intervalom te naknadno izbaciti višak slika².

Ako želimo dobiti finalni video u trajanju 10 sekundi, planirajući da će frekvencija projekcije biti 24 slike u sekundi, potrebno je snimiti 240 slika. Potreban broj slika za željenu dužinu finalnog videa pomnožimo s intervalom snimanja kako bismo dobili vrijeme potrebno za snimanje te scene. Formula za izračun vremena potrebnog za snimanje neke scene:

$$\text{vrijeme snimanja} = \text{trajanje finalnog videa} * \text{frekvencija projekcije} * \text{interval snimanja} \quad (2)$$

Primjerice, pri frekvenciji izmjene slika od 3 sekunde, bilo bi potrebno snimati 720 sekundi (12 minuta) da bismo dobili video dužine 10 sekundi.

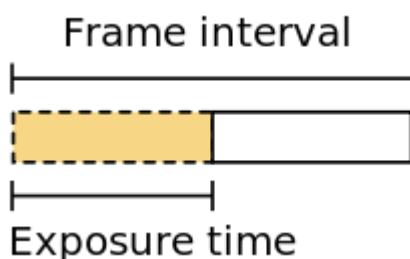
² Ovakav način snimanja rezultira određenim problemima u projekciji. Zbog krivog omjera frekvencije izmjene slika i brzine zatvarača (nedovoljnog „zamućenja“) riskiramo trzanje videa. Više o ovom problemu u potpoglavlju „brzina zatvarača“.

U pravilu se frekvencija izmjene slika (interval) ne bi trebala mijenjati za vrijeme snimanja neke scene. Mijenjajući interval snimanja utječemo na konačni broj slika snimljen u nekom periodu, te samim time i na brzinu projekcije finalnog videa. [9]

4.2. Brzina zatvarača

Osim intervala, vrlo važna varijabla je i brzina zatvarača. Zatvarač je mehanički dio u fotoaparatu koji se nalazi ispred medija na koji se informacije zapisuju (film ili senzor). Njegova uloga je propuštanje, odnosno blokiranje svjetla. Brzina zatvarača predstavlja vrijeme u kojem će film ili senzor biti izložen svjetlu, tj. vrijeme potrebno da se zatvarač „otvori“ i time propusti svjetlo te da se „zatvori“ i time blokira svjetlo. S obzirom da se uglavnom radi o vrlo kratkim vremenskim vrijednostima, jedinična mjera su sekunde, odnosno stotinke ili tisućinke. [10]

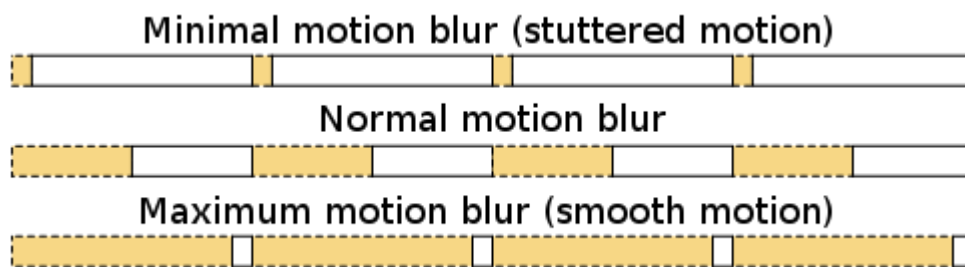
Dakle, interval označava koliko će slika biti uslikano u nekom periodu, a brzina zatvarača koliko će dugo senzor biti osvjetljen u svakom od tih intervala. Brzina zatvarača mora biti kraća od frekvencije izmjene slika.



Slika 4.3 Brzina zatvarača u odnosu na interval snimanja

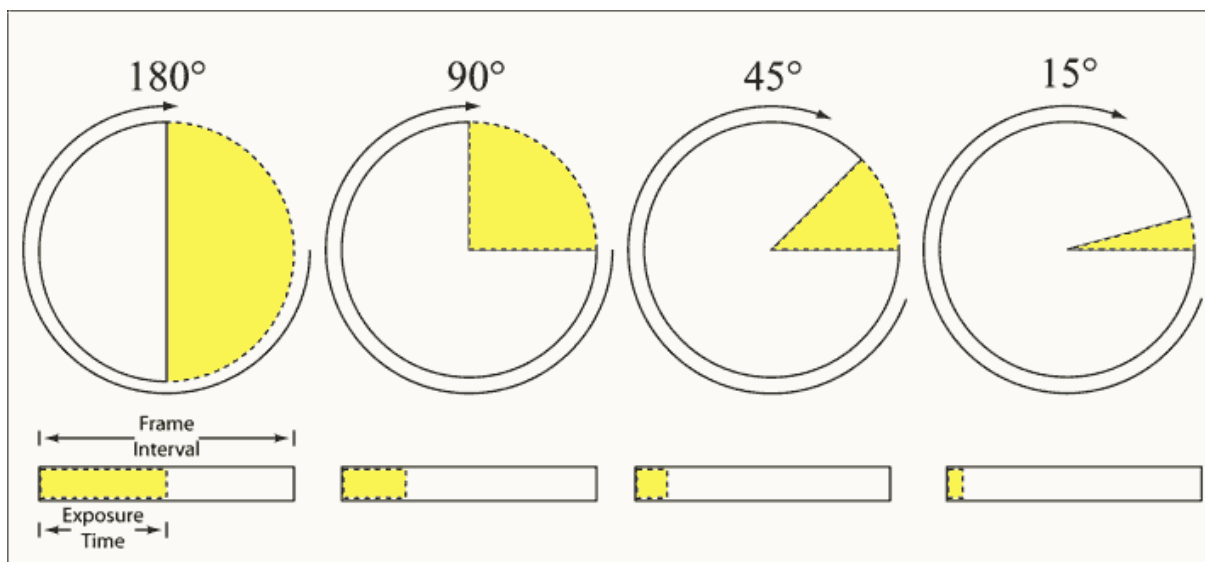
Brzina zatvarača je potrebna zbog percepcije fluidnog pokreta. Pomoću brzine zatvarača kontroliramo količinu „zamućenja“ (eng. *motion blur*) svake slike u videu. [10] Pri nižim brzinama zatvarača, ako se objekt snimanja za vrijeme ekspozicije jedne slike pomakne, na toj slici će u obliku „zamućenja“ ostati zabilježene sve faze pokreta tog objekta.

Što je brzina zatvarača kraća, svjetlo će kraće padati na senzor te će slika biti oštija i obrnuto. Dok je u fotografiji potrebna velika brzina zatvarača kako bi se pokret „zamrznuo“, u videu vrijede obrnuta pravila. Zbog već opisane perzistencije vida, našem vizualnom sustavu „zamućena“ slika pomaže u percepciji pokreta. S obzirom da ljudsko oko ne vidi svaku sliku posebno, već se dvije susjedne slike „stope“, mozak zbog „zamućenja“ svake slike lakše percipira pokret. [11]



Slika 4.4 Količina „zamućenja“ u odnosu na interval

U *time-lapse* videu važno je postaviti dobar omjer intervala i brzine zatvarača. Najbolji način za opisati brzinu zatvarača u odnosu na frekvenciju izmjene slika je pomoću „kuta zatvarača“ (eng. *shutter angle*). Ovaj način mjerenja se bazira na rotacijskom zatvaraču, tipu zatvarača kakav možemo naći u starim kamerama. U tom slučaju zatvarač u obliku kruga s otvorom određenog kuta propušta svjetlo jednom po revoluciji kako bi osvijetlio film ili senzor. Što je kut zatvarača veći, manja je brzina zatvarača, tj. senzor je duže osvijetljen i obrnuto. [6]



Slika 4.5 Odnos kuta zatvarača i intervala

S obzirom da se kut zatvarača mjeri u stupnjevima, izračun brzine zatvarača u odnosu na frekvenciju izmjene slika je univerzalan za svaku frekvenciju izmjene slika.

Pomoću formule:

$$\text{brzina zatvarača} = (\text{kut zatvarača} / 360^\circ) * \text{interval snimanja} \quad (3)$$

možemo izračunati optimalnu brzinu zatvarača u odnosu na frekvenciju izmjene slika, odnosno količinu „zamućenja“.

Najčešći kut zatvarača je kut od 180°, što označava da brzina zatvarača treba biti dvostruko brža u odnosu na frekvenciju izmjene slika (interval). [6] Primjerice, ako kamera snima 24 slike

po sekundi (što bi značilo da je frekvencija izmjene slika 1/24 sekunde), brzina zatvarača bi trebala biti dvostruko brža, odnosno 1/48 sekunde (najbliža vrijednost na fotoaparatu je 1/50). Ostatak vremena senzor je „skriven“ iza zatvarača te ne „prikuplja“ svjetlo.

Što je kut zatvarača veći, slike su „mutnije“, a što je kut zatvarača manji, „zamućenje“ je manje što dovodi do vidljivog trzanja/zastajkivanja kadra jer nastaje „praznina“ između svake slike.

U *time-lapse* fotografiji, kamera najčešće snima sporim intervalom (npr. 1 slika svakih 5 sekundi). Svjetlo će padati na senzor samo jedan dio tog vremena. Ostatak vremena, senzor je skriven iza zatvarača. U slučaju malog kuta zatvarača, npr. 18° (brzina zatvarača = 1/4s), bez obzira što je interval jedna slika u pet sekundi, na svakoj slici će biti opisan samo pokret napravljen u toj četvrtini sekunde. Zbog ovakvog načina snimanja *time-lapse* videa dolazi do trzanja/zastajkivanja kadra te video više nalikuje na „*stop-motion*“ animaciju. Ako se vodimo logikom kuta zatvarača od 180°, brzinu zatvarača je potrebno postaviti na dvije i pol sekunde. Dakle, bez obzira na interval, možemo simulirati fluidan pokret koristeći kut zatvarača od 180°.

Međutim, kod vrlo dugih ekspozicija treba biti oprezan s brzinom zatvarača te je potrebno prepoznati kada se pravilo o kutu zatvarača od 180° može prekršiti. Ukoliko se velikim intervalom snimanja (npr. 1 slika u 30 sekundi) snima neka scena koja se brzo mijenja (npr. kretanje velike mase ljudi), nije preporučljivo koristiti kut zatvarača od 180° (brzina zatvarača = 15s). U tom slučaju ljudi bi bili previše „zamućeni“, odnosno pokret ne bi bio realno prikazan. Rješenje problema je ili smanjiti interval snimanja (produžiti trajanje klipa) ili povećati brzinu zatvarača (riskirati trzanje videa).

Drugi primjer snimanja velikim intervalom snimanja kod kojeg je riskantno koristiti kut zatvarača od 180° je snimanje zvijezda. U slučaju brzine zatvarača duže od 30 sekundi, na slici će biti vidljivi tragovi zvijezda zbog rotacije Zemlje. Rješenja problema je koristiti nešto kraću brzinu zatvarača.

4.3. Tranzicijski *time-lapse* video

U slučaju da želimo snimiti *time-lapse* video koji obuhvaća dvije vrlo različite svjetlosne situacije (npr. prijelaz iz dana u noć ili obrnuto), potrebno je postepeno mijenjati osnovne parametre (brzina zatvarača, ISO osjetljivost, otvor blende) ovisno o količini svjetla, ili pustiti fotoaparatu da automatski namjesti ekspoziciju svake slike. [9]

Jedan od načina na koji možemo postići fluidnu tranziciju je snimiti jednu sekvencu po danu, a drugu po noći te ih u aplikaciji za obradu videa spojiti na način da se ne vidi gdje je kraj prve, a gdje početak druge sekvence. Kompozicija kadra treba biti identična u obje sekvence. Kako bi se to postiglo, potrebno je ne pomicati fotoaparat između dvije sekvence. S obzirom da je po noći

potrebno koristiti duge ekspozicije, preko dana se preporuča korištenje ND filtera kako bi kontinuitet finalnog videa bio što je moguće manje narušen.

Drugi način je postepeno mijenjanje brzine zatvarača ovisno o količini svjetla u nekoj sceni. Postavke se mogu mijenjati manualno ili uz pomoć posebnog uređaja. Kod manualnih pomaka ekspozicije, nemoguće je golim okom procijeniti količinu svjetla pa nam je potreban drugi fotoaparati ili eksterni svjetlomjer kako bismo procijenili za koliko trebamo pomaknuti vrijednost brzine zatvarača. Ovakav način izrade tranzicijskog *time-lapse* videa je dosta kompliciran i vrlo lako se može pogriješiti. Zbog toga postoje posebne vrste intervalometara koje imaju mogućnost da, uz interval, korigiraju i brzinu zatvarača ovisno o količini svjetla.

Automatski način snimanja je najjednostavniji. Postavimo fotoaparati da sam odredi ekspoziciju svake slike, što neizbježno dovodi do titranja videa. Zbog toga je potrebno u postprodukciji izjednačiti svjetlinu svake slike. Interval snimanja treba biti dulji od najdulje moguće brzine zatvarača. Ovisno o parametru koji se mijenja, automatski tranzicijski *time-lapse* video možemo snimiti na nekoliko načina. Korekciju ekspozicije može obavljati brzina zatvarača ili ISO osjetljivost. Naravno, kod oba načina nailazimo na određene probleme. Ukoliko je fotoaparati namješten da sam odabire brzinu zatvarača, „zamućenje“ će biti drugačije na svakoj slici što može pokvariti kontinuitet finalnog videa. Moguće rješenje je korištenje automatske ISO vrijednosti, ali ovakav način rada rezultira različitom količinom digitalnog šuma na svakoj slici.

Ukoliko koristimo automatski način snimanja, poželjno je odabrati scenu koja nema veliki kontrast u količini svjetla. S obzirom da fotoaparati sam namješta ekspoziciju, potrebno je namjestiti referentnu točku s koje će računati količinu svjetla. Ukoliko je moguće, poželjno je koristiti spot mjerenje količine reflektiranog svjetla. Važno je unaprijed isplanirati poziciju referentne točke jer se ekspozicija može nepoželjno mijenjati ovisno o lokalnim svjetlosnim uvjetima unutar same točke. Dakle, referentnu točku je potrebno postaviti na mjesto na kojem neće biti velikih svjetlosnih promjena (npr. zrake sunca). Ukoliko iz bilo kojeg razloga nismo sigurni gdje bismo postavili referentnu točku, može se koristiti i evaluacijsko mjerenje (prosječna vrijednost svjetla cijele scene).

4.4. ISO osjetljivost

ISO osjetljivost je vrijednost kojom određujemo osjetljivost filma ili senzora na svjetlo. [12] Uobičajene vrijednosti su: 100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400... Što je ISO vrijednost veća, kadar će biti svjetliji. Povećanjem ISO vrijednosti možemo posvijetliti slabo eksponiran kadar, no ovakav način poboljšanja ekspozicije ima svoj nedostatak, digitalni šum.



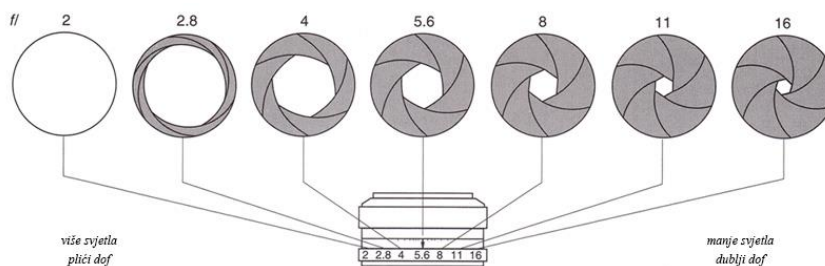
Slika 4.6 Primjer digitalnog šuma pri visokoj ISO osjetljivosti

Za vrijeme snimanja *time-lapse* videa ISO vrijednost treba biti konstantna. U slučaju automatski postavljene ISO vrijednosti može doći do titranja videa zbog različite ekspozicije svake slike.

4.5. Otvor blende i fokus

Zaslon objektiva (blendu) čini set preklapajućih metalnih listova koji u međusobnom odnosu čine otvor koji kontrolira količinu svjetla koje prolazeći kroz objektiv pada na senzor. [13]

Otvor blende označava omjer žarišne duljine objektiva i površine otvora objektiva kroz koji ulazi svjetlo. Veličina otvora je veća, kada je f-broj manji. Za objektiv kažemo da je brz ukoliko dopušta prolaz veće količine svjetlosti zbog čega je potrebno kraće eksponiranje. U fotografskom žargonu f-broj se naziva blendom, pa se često čuje izraz smanjivanje ili povećavanje blende. Kada na primjer govorimo o smanjenju blende, f-broj se zapravo povećava jer je odnos obrnuto. Gledano s matematičke strane, svaki put kada se f-broj prepola, količina svjetla povećava se za četiri puta. [13]



Slika 4.7 Prikaz različitih otvora blende

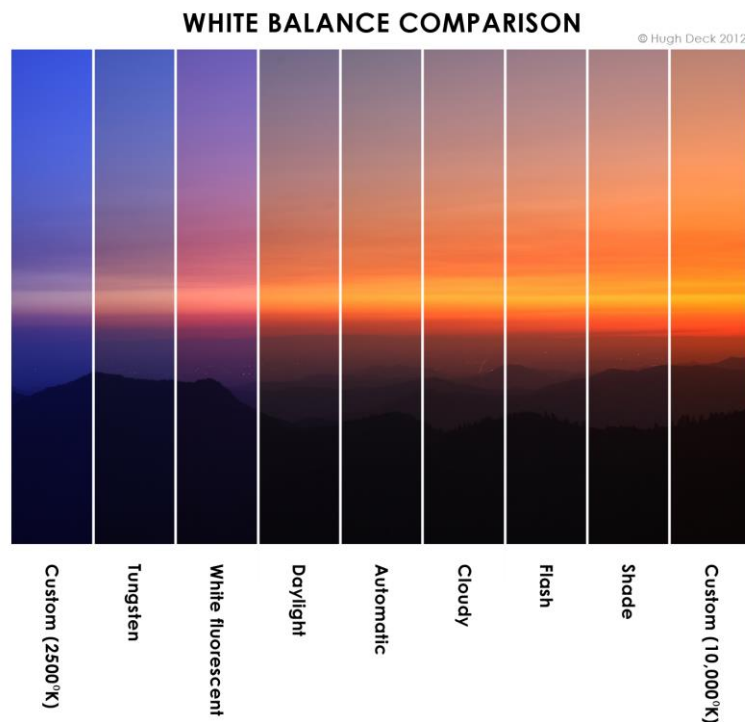
Osim količine svjetla, otvorom blende kontroliramo i dubinsku oštrinu (eng. *depth of field*). Dubinska oštrina polja je udaljenost između najbliže i najudaljenije točke na fotografiji gdje nam je scena/kadar oštar. [14] Smanjenjem otvora blende, odnosno povećavajući f vrijednost povećavamo i spomenutu udaljenost točaka oštrine na fotografiji. Sa prilično zatvorenom blendom, odnosno velikim f brojem, recimo $f/22$ dobivamo situaciju gdje nam je udaljenost najbliže i najudaljenije točke velika (najvjerojatnije je cijela fotografija oštra). U obrnutom slučaju, kod izrazito otvorene blende, odnosno f vrijednosti recimo $f/1.8$ dubinska oštrina je prilično plitka te je sve osim elemenata unutar početne i završne točke udaljenosti, a koja je prilično mala, neoštro.

Kao i kod ISO osjetljivosti, poželjno je da otvor blende bude konstantan kako ne bi došlo do titranja finalnog videa te kako bismo spriječili mijenjanje dubinske oštrine.

Također, potrebno je prije snimanja fokusirati željeni objekt te fokus postaviti na „manual“ kako ne bi došlo do automatske promjene fokusa između slika.

4.6. Balans bijele

Svaki izvor svjetla emitira svjetlo određene boje. Boja izvora svjetla ovisi o temperaturi žarne niti ili procesa kod kojega se oslobađaju fotoni. Ako je temperatura pri kojoj se isijavaju fotoni niža, svjetlo je crvenije, a što je temperatura viša svjetlo je plavije. Temperatura boje svjetla izražava se u stupnjevima Kelvina. [15]



Slika 4.8 Različite postavke balansa bijele

Balans (ravnoteža) bijele (eng. *white balance*) kod digitalne fotografije je uravnoteženje intenziteta osnovnih boja (crvene, zelene i plave) da bi se neutralni tonovi (siva) prikazali kao neutralni, tj. bez ikakvog obojenja. Balans bijele se prilagođava prema vrsti izvora svjetla i važan je za pravilnu, tj. oku ugodnu, reprodukciju boja na fotografiji.

4.7. Format fotografija

Kada se fotografira s DSLR fotoaparatom, sve dostupne informacije se spremaju u RAW (sirovu) datoteku. RAW datoteku možemo usporediti s negativom filma. RAW datoteka se može procesuirati beskonačno mnogo puta bez gubitka kvalitete. Ovaj tip datoteke sadrži sve informacije o svjetlu i boji neke scene sve dok se ne kompresira u jpg format. [16] Kompresijom se gubi višak informacija. Kompresija RAW datoteke se može odvititi direktno u fotoaparatu odmah nakon fotografiranja ili naknadno u postprodukciji.

Zbog količine zapisanih podataka, RAW datoteka može iznositi i preko 20MB, dok se komprimirana jpg fotografija može smanjiti ispod 5MB bez gubitka rezolucije. Zbog odbacivanja određene količine podataka, daljnje uređivanje jpg datoteke je uvelike otežano.

Dakle, pitanje je treba li se u svrhu uštede memorije odreći mogućnosti naknadnog uređivanja koristeći jpg format, ili riskirati nedostatak memorije u svrhu potencijalnih korekcija u postprodukciji koristeći RAW format.

Naime, RAW datoteka nam u postprodukciji omogućava kreativne promjene u svjetlini, bojama, balansu bijele i korekciji dinamičkog raspona bez gubitka kvalitete (ako promjene nisu ekstremne). [17]

S obzirom da jpg format ne podržava takvu raznolikost u postprodukciji, potrebno je za vrijeme snimanja koristiti optimalne postavke. Ukoliko se pogriješi, prostor za korekciju je vrlo sužen.

Također, važno je spomenuti da je jpg format usvojen kao standard te se može pregledavati na skoro bilo kojem uređaju, dok je za pregledavanje i procesiranje RAW datoteke potreban poseban program.

Osim memorijskim karticama, uzastopno snimanje stotina RAW datoteka može prouzročiti probleme i samom fotoaparatu. Svi digitalni fotoaparati zahtijevaju određeno vrijeme potrebno za procesiranje fotografija i zapis na memorijsku karticu. Prije spremanja na karticu, fotoaparat podatke sprema u RAM memoriju određenog kapaciteta (eng. *buffer*). Ako je interval snimanja prebrz, do buffer-a dolazi više podataka nego li može spremiti. U tom slučaju fotoaparat automatski ne dopušta zatvaraču da propusti svjetlo do senzora dok se u *buffer*-u ne oslobodi dovoljno memorije potrebne za sljedeću fotografiju. Na taj način se može poremetiti kontinuitet finalnog videa, jer se za vrijeme snimanja interval nepravilno mijenjao. Riješenje problema je ili

fotografirati u jpg formatu (smanjiti količinu podataka) ili produžiti interval snimanja (dati fotoaparatu dovoljno vremena da procesira podatke).

4.8. Titranje *time-lapse* videa

U snimanju *time-lapse* videa, ne samo da treba paziti kako izgleda svaka slika posebno, nego je potrebno paziti i kako jedna slika izgleda u odnosu na onu prije i poslije nje. Ako se slike razlikuju u ekspoziciji, kada ih brzo projiciramo, dolazi do titranja (eng. *flicker*). [9]

Titranje videa se može spriječiti korektnim snimanjem ili u postprodukciji.

Prvi način prevencije titranja je eliminacija svih mogućih promjena u ekspoziciji snimanjem u potpuno manualnom režimu rada. [6] Dakle, sve vrijednosti (brzina okidača, ISO vrijednost, otvor blende, fokus i balans bijele) moraju biti namještene na konstantnu vrijednost.

Titranje videa je manje uočljivo ako koristimo manje brzine okidača.

Otvor blende objektiva s autofokusom, kada je instaliran na tijelo DSLR fotoaparata, uvijek je otvoren na maksimalnu vrijednost. U trenutku fotografiranja, blenda se zatvori na postavljenu vrijednost otvora, te ostaje takva do kraja ekspozicije nakon čega se vraća u originalnu poziciju. Ovakav način rada također može dovesti do titranja jer su moguće minimalne oscilacije. Riješenje problema je snimati scenu s maksimalnim otvorom blende. Na taj način, otvor blende ostaje konstantan za cijelo vrijeme snimanja. Ovisno o sceni, snimanje s maksimalnim otvorom blende nije uvijek lako izvedivo zbog plitke dubinske oštine i velike količine svjetla. Na manualnim objektivima nema ovakvih problema jer fotoaparat ne komunicira s objektivom. S obzirom da se otvor blende, kao i fokus, namješta na samom objektivu, fotoaparat ne postavlja otvor na maksimalnu vrijednost nakon svake fotografije.

U slučaju kada iz bilo kojeg razloga nije moguće postaviti fotoaparat na manualni režim rada, poželjno je koristiti spot mjerenje količine reflektiranog svjetla (mjerenje točke 3% ukupne veličine senzora). Točku mjerenja je najbolje postaviti na površinu srednjih tonova (eng. *midtone*s).

Titranje videa možemo riješiti i u postprodukciji korištenjem raznih alata. Neki od alata su GBDeflicker, MSU Deflicker, LRTimelapse.

5. Podjela *time-lapse* tehnike

Klasičan *time-lapse* podrazumjeva uporabu statičnog kadra gdje jedna slika predstavlja i jednu sliku u finalnom videu.

Kombinacijom raznih tehnika i *time-lapse* videa možemo izvojiti nekoliko podvrsta *time-lapse* tehnike.

5.1. *Time-lapse* širokog dinamičkog raspona

Time-lapse širokog dinamičkog raspona je kombinacija *time-lapse* tehnike i fotografske HDR tehnike.

Široki dinamički raspon je fotografska tehnika koja u jednoj fotografiji obuhvaća raspon između najsvjetlijih i najtamijih dijelova.

Naime, senzori u današnjim fotoaparatom još uvijek nemaju dovoljno širok dinamički raspon da bi precizno prikazali vrlo tamne i vrlo svijetle dijelove neke scene u isto vrijeme. Primjerice, ako se za danjeg svjetla fotografira interijer i eksterijer u isto vrijeme, gotovo je nemoguće prikazati cijeli raspon te scene pomoću jedne ekspozicije. U tom slučaju će fotograf morati napraviti kompromis i odlučiti koji dio scene želi korektno eksponirati. Drugim riječima, jedan dio konačne fotografije bit će preeksponiran ili pak podeksponiran. [17]

Riješenje problema je da se ta ista scena opiše pomoću tri ekspozicije, jedna podeksponirana, jedna neutralna, i jedna preeksponirana. Na taj način se zabilježe detalji u svim dijelovima te scene. Naravno, broj fotografija, odnosno različitih ekspozicija istog kadra ovisi o dinamičkom rasponu neke scene. Spajanjem tako snimljenih fotografija pomoću posebne aplikacije u jednu, dobiva se fotografija širokog dinamičkog raspona, ali i puno preciznije određenih ekstrema svjetlo/sjena. Dakle, od svake fotografije će se pojedini dijelovi sačuvati, a pojedini odbaciti.



Slika 5.1 HDR fotografija

Proces izrade HDR *time-lapse* videa je nešto kompliciraniji. Naime, *time-lapse* HDR zahtjeva fotografiranje neke scene s 3 različite ekspozicije za svaku sliku videa. Međutim, ovakav način rada može biti problematičan iz više razloga. Naime, broj potrebnih fotografija za izradu videa je relativno visok.

Primjerice, za jednu sekundu videa (frekvencije projekcije 24 fps-a) je potrebno snimiti 4320 fotografija (60s * 24 fps * 3 fotografije). Također, ako je potrebna duga brzina zatvarača, teško će se 3 slike poklopiti u potpunosti zbog prevelike razlike na slikama, odnosno prevelike vremenske razlike. Osim toga, jako je teško snimati toliku količinu fotografija u tako kratkom razdoblju zbog *buffer*-a. Rješenje problema je fotografirati tri jpg slike ili jednu RAW datoteku od koje napravimo 3 različite ekspozicije te ih kasnije spojimo u pseudo HDR.

5.2. *Time-lapse* u pokretu

Time-lapse u pokretu podrazumijeva kretanje fotoaparata (mijenjanje kadra) za vrijeme snimanja neke *time-lapse* sekvence. Na taj se način može postići dinamika scene. Postoji nekoliko načina kojim možemo postići ovakav efekt.

Prvi način je korištenje elektromehaničkih uređaja koji u realnom vremenu vrlo sporo mijenjaju poziciju fotoaparata u prostoru. [3] To su uglavnom sustavi za kontrolu pokreta koji mogu biti programirani da simuliraju neki od klasičnih pokreta kamere³.

Pokret kamere u realnom vremenu mora biti jako spor kako bi se nakon spajanja slika u finalni video činilo da se kamera kreće normalnom brzinom. Pokret se može odvijati između dvije ekspozicije (dok je zatvarač spušten) ili za vrijeme trajanja ekspozicije kako bi se naglasilo „zamućenje“.

Brzina kojom se fotoaparat treba kretati da bi se percipirala normalna brzina u projekciji može se izračunati formulom:

$$\text{brzina kretanja fotoaparata} = \text{frekvencija izmjene slika} / \text{frekvencija projekcije (formula)} \quad (3)$$

Primjerice, ako video sniman intervalom od 12 sekundi planiramo projicirati frekvencijom od 24 slike u sekundi, aparat se treba kretati dvostruko brže.

³ Osnovni su pokreti kamere: panorama, okretanje kamere oko svoje osi, najčešće u svrhu opisa; vožnja, pomicanje kamere zajedno s podlogom na kojoj se nalazi (prema naprijed, natrag ili bočno), može naglasiti dubinu prostora i vremensku dimenziju, isticati nešto, pratiti lik; kranski pokret (kamera na dizalici), panoramsko snimanje ili vožnja, odnosno kombinacija panorame i vožnje (pritom se može mijenjati kut snimanja. [18]

Uređaji za kontrolu pokreta ne dozvoljavaju kameri kretanje na velike udaljenosti. Riješenje problema je *hyperlapse*, *time-lapse* s velikom količinom kretanja koja se postiže pomicanjem fotoaparata u istom intervalu u vremenu i prostoru. [19] Za pomicanje fotoaparata koristi se stativ. Pomicanje fotoaparata događa se isključivo između ekspozicija.

Hyperlapse video možemo snimiti na više načina (ovisi kakav pokret želimo postići). Jedan način je da odaberemo fiksnu točku bilo gdje u kadru te da svaki sljedeći kadar namjestimo tako da točka bude na istoj poziciji. Ovako možemo „okružiti“ objekt snimanja.



Slika 5.2 Prikaz odabira fiksne točke prilikom fotografiranja hyper-lapse videa

Drugi tip pokreta je pravocrtno kretanje gdje se fotoaparat kreće po zadanoj liniji.

S obzirom da nije uvijek moguće savršeno fiksirati jednu točku, kadar će se mijenjati te je potrebno finalni video stabilizirati u nekoj od aplikacija za obradu videa.

Može se izračunati prostorni interval pomaka, odnosno udaljenost koju fotoaparat treba proći između svakog intervala snimanja.

Formula za izračun prostornog intervala pomaka:

$$\text{ukupna udaljenost za snimanje} / \text{broj potrebnih fotografija} = \text{prostorni interval} \quad (4)$$

Drugi način izrade *time-lapse* videa u pokretu odnosi se na pomicanje kadra uz pomoć aplikacije za obradu videa. Ovakav način izrade *time-lapse* videa u pokretu je jednostavniji od prethodnog jer ne zahtjeva nikakvu dodatnu opremu. Ako snimamo scenu s fotografijama najveće moguće rezolucije koju nam fotoaparat dopušta, u postprodukciji vrlo lako možemo snimljeni kadar zumirati i pomicati. Negativna strana je osjećaj „umjetnog“ pokreta zbog nedostatka paralakse⁴.

5.3. Stopmotion

Stopmotion je animacijska tehnika kod koje se fizički manipulira s objektom snimanja te se namještena situacija fotografira, opet mijenja, pa opet fotografira. Spajanjem snimljene serije fotografija postiže se privid kretanja. Interval snimanja nije konstantan. [20]

S obzirom da je u stop motion animaciji riječ o statičnim objektima snimanja, „zamućenje“ pokreta je jako teško dobiti, ali ne i nemoguće. Tehnika *go motion* podrazumijeva kompjutersko pomicanje objekta snimanja u svrhu „zamućenja“ pokreta. [3]

⁴ Paralaksa je prividna promjena položaja promatranog objekta s promjenom mjesta promatrača. Primjerice, u vožnji nam se čini da se bliži objekti „kreću“ brže od daljih. Međutim, ne miču se objekti nego promatrač. Paralaksom se vrlo lako postiže dojam trodimenzionalnog svijeta u dvodimenzionalnim animiranim filmovima.

6. Oprema

6.1. Kamera ili fotoapararat

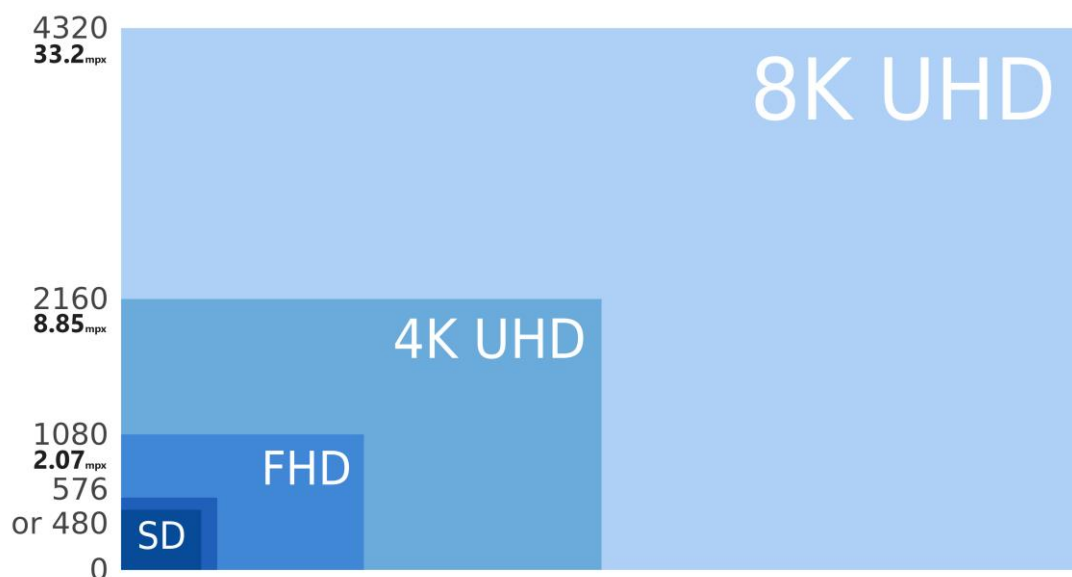
Za izradu *time-lapse* videa potrebna nam je kamera ili fotoapararat. Video kamera, u odnosu na fotoapararat, ograničena je izborom proizvoljnog intervala. [9] Naime, interval u video kamerama je određen frekvencijom izmjene slika koju podržava (npr. 24 fps-a). Naravno, moguće je snimiti *time-lapse* video kamerom te u postprodukciji ubrzati snimku, ali takav način rada nije po pravilima kuta zatvarača. Video kamere generiraju ekstremno velik broj slika za potrebe *time-lapse* videa. Zbog malog intervala, nije moguće koristiti dovoljno dugačku brzinu zatvarača za postizanje optimalne količine „zamućenja“.



Slika 6.1 Kamera Sony FS7

Snimanje *time-lapse* videa fotoaparatom daje nam puno veće mogućnosti, kako za vrijeme samog snimanja, tako i u post produkciji. Nekoliko je razloga zašto je fotoapararat superioran u odnosu na video kamere (u svrhu snimanja *time-lapse* videa). Naime, fotoapararatima se može zadati interval neovisno o frekvenciji izmjene slika koju podržava. Na taj način se, koristeći pravilo o kutu zatvarača od 180°, može upravljati količinom „zamućenja“ na svakoj fotografiji. Također, zbog mogućnosti duge ekspozicije, fotoapararati mogu „prikupiti“ puno više svjetla u odnosu na video kamere. Da se *time-lapse* snima samo kamerama, ne bi bilo moguće snimati kretanje zvijezda zbog premale brzine zatvarača.

Osim toga, fotoaparati nam daju opciju fotografiranja u RAW formatu koji nam dopušta određene kreativne manipulacije u postprodukciji. [17] Rezolucija fotografija fotoaparata je daleko veća od FullHD video zapisa od 2.07 megapiksela (1920x1080px). Primjerice, senzor od 24 megapiksela daje sliku 6000x4000px.



Slika 6.2 FullHD rezolucija u odnosu na 4K i 8K rezolucije

Iako je teoretski moguće snimiti *time-lapse* video s bilo kakvim fotoaparatom (ili „pametnim“ telefonom), najpopularniji su DSLR fotoaparati zbog mogućnosti manipulacije osnovnih parametara (brzina zatvarača, ISO osjetljivost, otvor blende) u kombinaciji s proizvoljnim intervalom. Također, veličina senzora, izmjenjivi objektiv (različite žarišne duljine) te rezolucija fotografija doprinose popularnosti DSLR fotoaparata.



Slika 6.3 DSLR fotoaparati Nikon D750

6.2. Intervalometar

Intervalometar je uređaj ili aplikacija koja nam omogućava snimanje fotografija zadanim intervalom te je ključan za *time-lapse* fotografiju. [9] Postoji nekoliko vrsta intervalometara, ali svi u osnovi rade istu stvar. Prva vrsta su interni intervalometri u fotoaparatu. Naime, velik broj različitih DSLR fotoaparata ima intervalometar kao dio *firmware*-a⁵. Kod *firmware*-a je moguće i „prepraviti“. Primjerice, *Magic Lantern* je besplatni *software*-ski dodatak originalnom *firmware*-u za Canon fotoaparate. Omogućava niz opcija koje nisu postojale u originalnom *firmware*-u (uključujući i intervalometar).

Druga vrsta intervalometara su eksterni, fizički uređaji koji se spoje s fotoaparatom i upravljaju intervalom snimanja. Napredniji intervalometri, osim intervala, dopuštaju i promjenu brzine zatvarača. Takvi intervalometri mogu uvelike olakšati snimanje tranzicijskih *time-lapse* videa.



Slika 6.4 Intervalometar

⁵ Svaki fotoaparat ima procesor koji obrađuje podatke i sprema ih na memorijsku karticu. *Software* napisan za određeni *hardware* (u ovom slučaju za procesor u fotoaparatu) zove se *firmware*.

Treća vrsta podrazumijeva konekciju fotoaparata s aplikacijom na prijenosnom računalu ili „pametnom“ telefonu. Upravljanje računalom ima nekoliko prednosti. Fotografije je moguće odmah pregledati te korigirati snimanje ako je potrebno. Također, fotografije se mogu direktno spremati na memoriju računala.

6.3. Stativ

Svaki nenamjerni pomak fotoaparata biti će vidljiv u finalnom videu. Zbog toga je potrebno imati čvrst i stabilan stativ. Poželjno je da stativ bude što veće mase, odnosno veće ili jednake mase od samog fotoaparata. Stativ veće mase daje stabilniju i čvršću platformu za snimanje. [3]



Slika 6.5 Stativ

6.4. ND filter

U slučaju snimanja *time-lapse* scene gdje imamo veliku količinu svjetla potrebno je koristiti ND filter (eng. *neutral density*) kako bismo mogli produžiti brzinu zatvarača bez da preeksponiramo sliku. Naime, ND filter smanjuje intenzitet svjetla, a pritom ne utječe na boje. [9] Pri kupnji ND filtera potrebno je paziti na promjer istoga, ovisno o objektivu s kojim se želi koristiti.



Slika 6.6 ND filter

ND filter možemo koristiti iz dva razloga. Ako želimo produžiti brzinu zatvarača u svrhu povećanja količine zamućenja, ili ako želimo otvoriti blendu u svrhu smanjivanja dubinskog polja.

ND filteri se dijele po količini zatamnjenja scene koje se mjeri u blendama. Primjerice, oznaka ND4 znači da trebamo 4 puta više svjetla da bismo dobili jednako eksponiranu sliku. S obzirom da jedna blenda smanji količinu svjetla za 2, ND4 filter rezultira razlikom od dvije blende.

7. Praktični dio

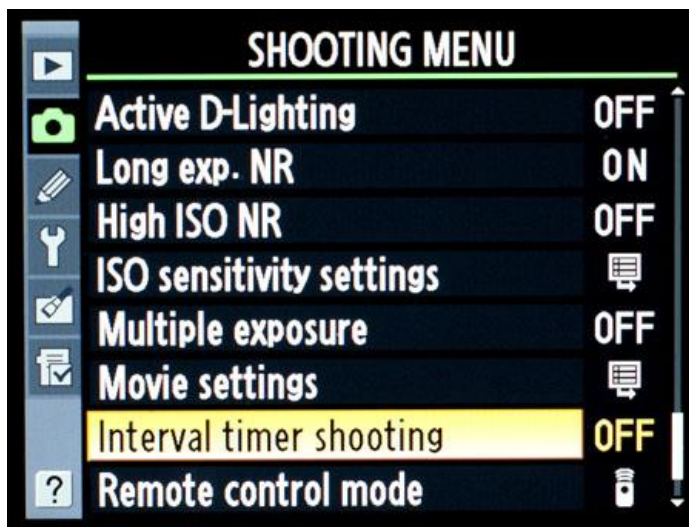
7.1. Snimanje *time-lapse* videa

Time-lapse video je sniman s Nikon D7000 DSLR fotoaparatom.



Slika 7.1 Nikon D7000

Snimanje se odvijalo na nekoliko različitih lokacija te su snimani različiti motivi kako bi se osigurala raznolikost. Nikon D7000 ima interni intervalometar.

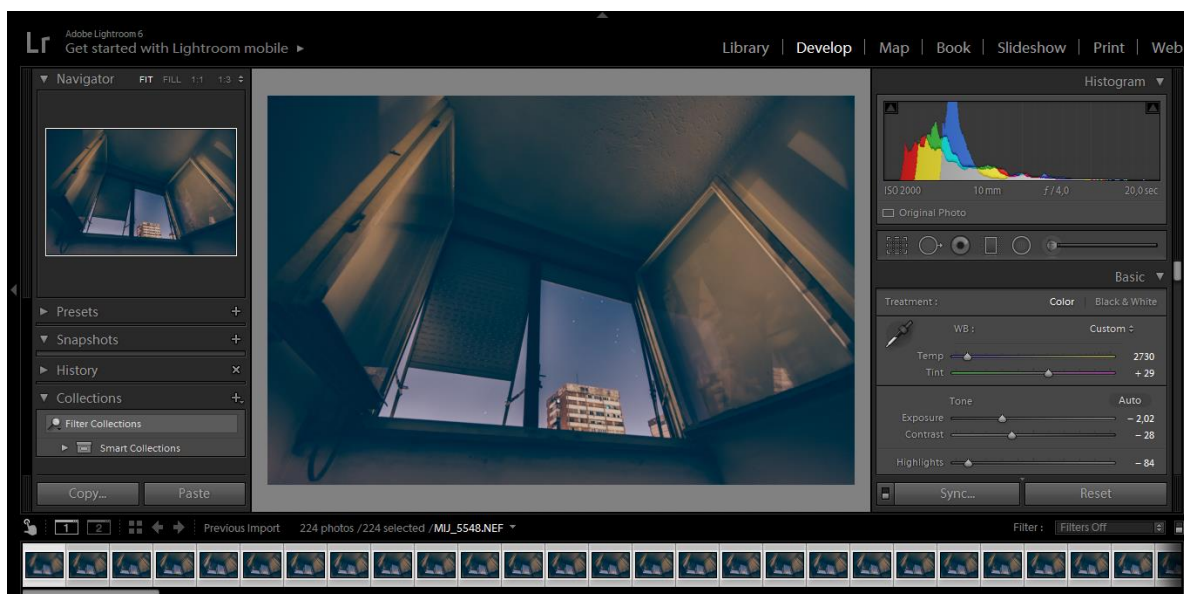


Slika 7.2 Intervalometar u fotoaparatu Nikon D7000

Svi kadrovi su snimljeni u manualnom režimu rada te pomoću stativa da bi se izbjeglo titranje.

7.2. Post produkcija

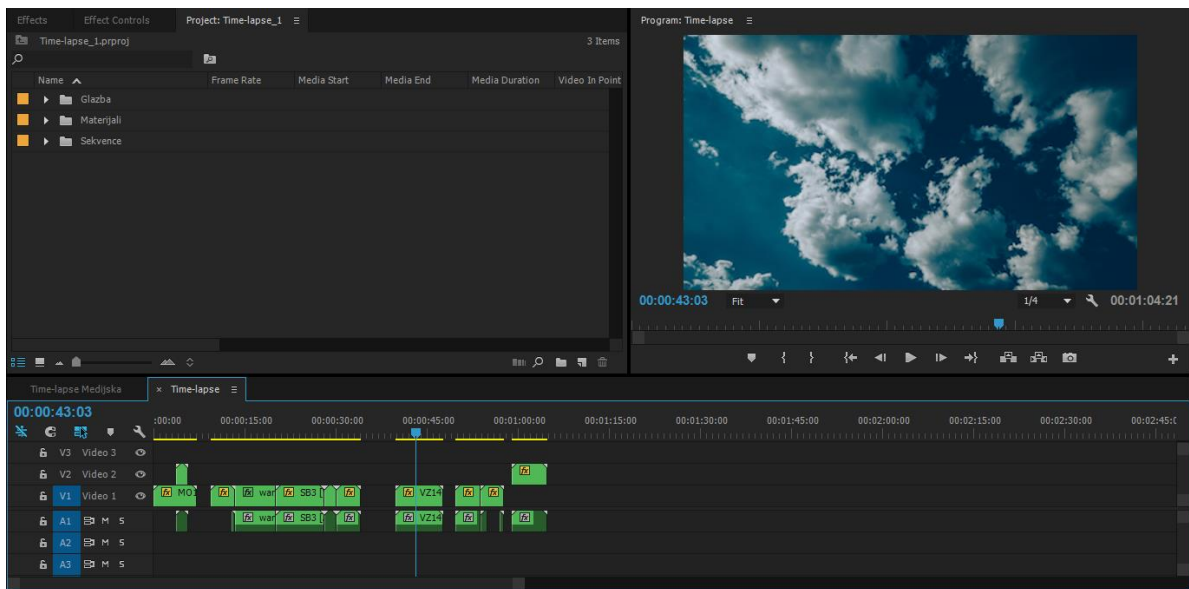
S obzirom da se radi o velikom broju fotografija potrebna je dobra organizacija. Nakon svakog snimanja fotografije u RAW formatu bih prebacio na računalo te ih preimenovala u naziv lokacije i datum snimanja kako bih kasnije imao bolju preglednost. Fotografije sam obrađivao u programu Adobe Lightroom.



Slika 7.3 Adobe Lightroom

Adobe Lightroom ima puno opcija za manipulaciju ekspozicije, detaljne kontrole svjetla i sjena te korekciju boja. Ideja je da se obradi prva fotografija nekog slijeda te se te postavke kopiraju na ostale fotografije istog slijeda, odnosno da se sve fotografije sinkroniziraju. Nakon toga moramo prebaciti fotografije iz RAW formata u jpg da bismo ih mogli spojiti u finalni video.

Sljedeći korak je ubacivanje fotografija u jpg formatu u Adobe Premiere Pro, program za montažu videa.



Slika 7.4 Adobe Premiere

Pošto su fotografije snimljene u puno većoj rezoluciji, potrebno ih je skalirati na željenu veličinu. S obzirom da se radi o velikom broju fotografija, svaki kadar je potrebno staviti u posebnu sekvencu koju zatim dodajemo u finalni video. Na taj način možemo relativno brzo skalirati sve fotografije jednog slijeda.

8. Zaključak

Fotografija u svojim izvedenim tehnikama poput time-lapse-a zauzima znatan prostor produkcije slikovnih sadržaja. Specifičnost time-lapse tehnike je da izrazito utječe na psihološki aspekt promatrača zbog činjenice što je primarno fotografsko svojstvo bilježenja trenutka diskontinuiranog kronološkog prikaza događaja ili pojave u kronološkoj jedinici vremena.

Zahvaljujući vizualnom sustavu čovjeka omogućena je percepcija fenomena pokretne slike. Sama specifičnost temelji se na vremenskom intervalu potrebnom za fluidni prikaz svih stadija nekog događaja. Odnos intervala i brzine zatvarača je neophodan u simulaciji ubrzanja vremena zbog količine zamućenja u slici.

Zbog velike mogućnosti kombiniranja time-lapse tehnike s drugim fotografskim tehnikama, mislim da postoji puno mogućih smjerova u kojima može napredovati, kako u umjetničke, tako i u znanstvene svrhe.

U Varaždinu, _____

Filip Mijić, student

9. Literatura

[1] Jelena Drobnjak: Montaža, manipulacija filmskom slikom i umijeće kreiranja mišljenja, Diplomski rad, ADU, 2012.

[2] Hrvoje Turković: Iluzija pokreta u filmu – mitovi i tumačenja, Hrvatski filmski ljetopis, br.25, 2001, str. 133-148

[3] Gverić Marko: Time-lapse fotografija, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2015.

[4] Zlatko Smrkčić: Uvod u televiziju, Zagreb, 1968.

[5] Miloš Judaš i Ivica Kostović: Temelji neuroznanosti, MD, Zagreb, 1997.

[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Time-lapse_photography, dostupno 26.09.2016.

[7] https://en.wikipedia.org/wiki/Time-lapse_microscopy, dostupno 26.09.2016.

[8] https://en.wikipedia.org/wiki/Frame_rate, dostupno 26.09.2016.

[9] Ryan Chylinski: Time-lapse photography, 2012.

[10] https://en.wikipedia.org/wiki/Shutter_speed, dostupno 26.09.2016.

[11] Viktorija Gašparić: Metafizika simultanog pokreta – duga ekspozicija, Završni rad, Sveučilište Sjever, Koprivnica, 2015.

[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Film_speed, dostupno 26.09.2016.

[13] <https://en.wikipedia.org/wiki/Aperture>, dostupno 26.09.2016.

[14] https://en.wikipedia.org/wiki/Depth_of_field, dostupno 26.09.2016.

[15] https://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature, dostupno 26.09.2016.

[16] G. J. J. Verhoeven: It's all about the format – unleashing the power of RAW aerialphotography, Ghent University, Ghent, Belgium, 31. listopada, 2008

[17] Volarić Nikola: Upotreba RAW formata u HDR fotografiji, Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2010.

[18] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=49054>, dostupno 26.09.2016.

[19] Barbara Tunuković: Izrada hyperlapse videa u promotivne svrhe, Diplomski rad, Zagreb, 2015.

[20] Dr. sc. Maja Strgar Kurečić Stop motion i time-lapse fotografija, Primjena digitalne fotografije u reprodukcijским medijima Ak. god. 2014/5.

Popis slika

Slika 2.1 Igračka thaumatrope	7
Slika 2.2 Igračka daedaleum.....	7
Slika 2.3 Filmski projektor	8
Slika 3.1 Konj u galopu Eadwearda Muybridgea.....	11
Slika 4.1 Frekvencija izmjene slika jednaka frekvenciji projekcije	12
Slika 4.2 Frekvencija izmjene slika manja od frekvencije projekcije	12
Slika 4.3 Brzina zatvarača u odnosu na interval snimanja	14
Slika 4.4 Količina „zamućenja“ u odnosu na interval	15
Slika 4.5 Odnos kuta zatvarača i intervala.....	15
Slika 4.6 Primjer digitalnog šuma pri visokoj ISO osjetljivosti	18
Slika 4.7 Prikaz različitih otvora blende.....	18
Slika 4.8 Različite postavke balansa bijele.....	19
Slika 5.1 HDR fotografija.....	22
Slika 5.2 Prikaz odabira fiksne točke prilikom fotografiranja hyper-lapse videa	24
Slika 6.1 Kamera Sony FS7.....	26
Slika 6.2 FullHD rezolucija u odnosu na 4K i 8K rezolucije	27
Slika 6.3 DSLR fotoaparat Nikon D750.....	27
Slika 6.4 Intervalometar	28
Slika 6.5 Stativ.....	29
Slika 6.6 ND filter	30
Slika 7.1 Nikon D7000	31
Slika 7.2 Intervalometar u fotoaparatu Nikon D7000	31
Slika 7.3 Adobe Lightroom	32
Slika 7.4 Adobe Premiere.....	33

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Filip Mijic (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Time-lapse (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Filip Mijic
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, Filip Mijic (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom Time-lapse (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Filip Mijic
(vlastoručni potpis)