



Annastina Hämäläinen

Bullet time -tehosteen eri toteutus- tavat

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestinnän tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

19.4.2022

Tiivistelmä

Tekijä(t): Annastina Hämäläinen
Otsikko: Bullet time -tehosteen eri toteutustavat
Sivumäärä: 31 sivua + 1 liite
Aika: 19.4.2022

Tutkinto: Medianomi
Tutkinto-ohjelma: Viestinnän tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Graafinen suunnittelu
Ohjaaja(t): Lehtori Samuli Homanen

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja esitellä erilaisia tapoja toteuttaa bullet time -tehoste. Opinnäytetyön lisäksi tehtiin oma kokeilu bullet time -tehosteesta hyödyntäen osaa tässä tekstissä esitellyistä tekniikoista.

Bullet time on visuaalinen tehoste, joka kuvaa ajan hidastumista tai jopa pysähtymistä kokonaan. Tehoste saa aikaan vaikutelman, jossa kamera (tai katsoja) liikkuu hidastuneen ajan keskellä luonnotonta nopeutta. Tällöin kamera pystyy huomaamaan asioita, joita ei normaalisti pystyisi näkemään. Tätä tehostetta käytettiin elokuvassa The Matrix (1999). Tehoste voidaan kuvata erilaisia menetelmiä käyttäen, kuten kamerajanalla, technocranella, kamera dollyllä, camera sliderilla tai 360-kameralla.

Esittelen työssäni tarkemmin näitä eri tekniikoita, ja kerron millaisia vaatimuksia tekniikat vaativat toteuttaakseen bullet time -efektin. Opinnäytetyön lopussa esittelen oman bullet time -tehosteen työvaiheita, sekä lisäksi liitteenä on video valmiista projektista. Aineisto on kerätty eri verkkolähteistä ja visuaalisten tehosteiden oppaasta.

Avainsanat: bullet time, temps mort, time slicing, flow-mo, camera array, technocrane, dolly, drone, 360-kamera

Abstract

Author(s): Annastina Hämäläinen
Title: Different Ways of Implementing Bullet Time Effect
Number of Pages: 31 pages + 1 appendix
Date: 19 April 2022

Degree: Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme: Media
Specialisation option: Graphic Design
Instructor(s): Samuli Homanen, Senior Lecturer

The purpose of the thesis was to study and present different ways to implement the bullet time effect. Part of the thesis was my own experiment to made bullet time effect, utilizing the data in this text in general.

Bullet time is a visual effect that describes the time slowing down or even stopping altogether. The effect creates the impression that the camera (or viewer) is moving in the middle of a slowed-down time. The viewer is able to pay attention to events that would not normally be able to see. This effect was used in The Matrix (1999). The bullet time effect can be shot using various methods, such as camera array, camera dolly, Technocrane, camera slider or 360 cameras.

In my work, I will introduce these methods in more detail, and I will explain what the techniques require to implement the bullet time effect. At the end of the thesis I present the work steps of my own bullet time effect, and a video of the finished project is attached. The material has been collected from various online sources and a guide of visual effects.

Keywords: bullet time, temps mort, time slicing, flow-mo, camera array, technocrane, dolly, drone, 360-camera

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Bullet timen historia	2
3	Bullet time -tehosteen toteuttamistavat	6
3.1	Kamerajana	6
3.2	Technocrane	7
3.3	Camera dolly	9
3.4	Drone	12
3.5	360-kamera	13
3.6	Jälkikäsittely	14
4	Bullet time -tehosteen toteutus indie-tyylillä	15
4.1	Projektin suunnittelu ja valmistautuminen	15
4.2	Projektin aloittaminen	16
4.3	Projektin jälkituotanto	19
4.3.1	Materiaalien valmistelu	19
4.3.2	3d trackays	20
4.3.3	3d elementtien lisääminen	21
4.3.4	Animoidun 3d-objektin lisääminen	23
5	Pohdinta	26
	Lähteet	29
	Liitteet	32

1 Johdanto

Bullet time on visuaalinen tehoste, joka kuvaa ajan hidastumista tai jopa pysähtymistä kokonaan. Tehostetta voidaan kutsua myös nimillä frozen moment, temps mort, time slicing tai flo-mo (Shields 2021). Tehoste saa aikaan vaikutelman, jossa kamera (tai katsoja) liikkuu hidastuneen ajan keskellä luonnotonta nopeutta. Tällöin kamera pystyy huomaamaan asioita, joita silmä ei pystyisi havaitsemaan. Esimerkiksi vuoden 1999 elokuvassa The Matrix, jossa näyttelijä Keanu Reeves väistelee kohti lentäviä luoteja, bullet time -tehosteen ansiosta katsoja kykenee seuraamaan luotien hidastunutta lentämistä ja niiden väistämistä. Normaalissa hidastetussa kohtauksessa tämä olisi lähes mahdotonta, sillä fyysinen kamera ei kykene liikkumaan niin nopeasti. Bullet time -tehosteessa kamera pystyy liikkumaan tapahtumapaikalla normaalilla nopeudella, kun ympärillä olevat tapahtumat hidastuvat. Elokuvakohtausten lisäksi tehostetta käytetään mainoksissa, videopeleissä sekä muissa medioissa. Termiä bullet time käytettiin ensimmäisen kerran vuoden 1999 elokuvassa The Matrix (Burns 2011) ja myöhemmin vuoden 2001 videopelissä Max Payne kuvailemaan hidastettuja tehosteita. Sen jälkeen, kun termi otettiin käyttöön Matrix-elokuvien kautta, siitä on tullut yleisesti käytetty ilmaisu populaarikulttuurissa (Morris 2020).

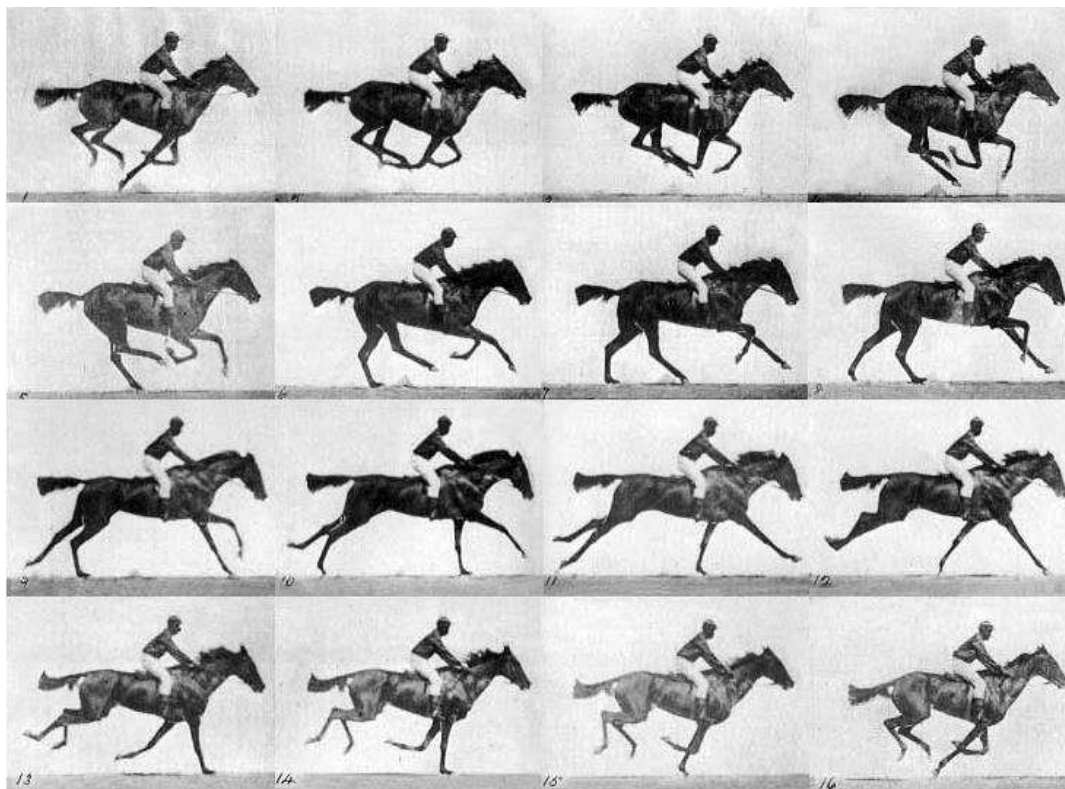
Opinnäytetyöni tavoitteena on tutkia ja esitellä erilaisia keinoja luoda bullet time -tehoste. Keinoja tehosteen kuvaamiseen on monia, kuten esimerkiksi kamerajanan eli camera arrayn käyttö, technocrane, camera dolly, camera slider, drone ja 360 kamera. Opinnäytetyön kolmannessa luvussa esittelen tarkemmin edellä mainittuja tekniikoita ja kerron miten niiden avulla voi toteuttaa bullet time -tehosteen. Neljännessä kappaleessa esittelen oman projektini, jossa itse toteutin tehosteen. Eri menetelmien tutkiminen auttoi valitsemaan sopivan tavan toteuttaa tehoste, sillä tehostetta tehdessä oli otettava huomioon budjetti, välineistö, aikataulu ja muut mahdolliset vaikuttavat asiat, kuten oma osaaminen jälkituotannon parissa. On eri asia lähteä tekemään bullet time -otosta opiskelijabudjetilla omilla kameroilla ja editointiohjelmilla, kuin ammattitason kuvauskalustolla ja asiansa

osaavalla työtiimillä. Halusin luoda oman projektini halvimmallalla mahdollisella keinolla, sillä indie-kuvaajilla ei ole aina varaa laadukkaisiin laitteisiin. Hyvään lopputulokseen voi silti päästä, vaikka et käyttäisi kalleimpia kuvaustarvikkeita. Opinnäytetyön lopussa luvussa 4 esittelen ja kuvailen oman tapani luoda bullet time -tehoste. Lisäksi liitteenä on valmis video projektista.

Opinnäytetyö ja siihen kuuluva projekti on suunnattu After Effectsin ja Cinema 4D:n alkeet ymmärtäville. Projektin tekemiseen käytin koulussa opittua tietopohjaa, sekä lisäksi netistä löytyneitä tutoriaaleja. Bullet time -tehosteen kuvaaminen on mahdollista kaikille, sillä ohjeita jokaiseen vaiheeseen löytyy kyllä laajasti internetistä. Opinnäytetyöni tavoitteena on antaa pohja niille, jotka ovat kiinnostuneita tekemään vastaavanlaisen tehosteen esimerkiksi omaan projektiinsa. Käsittelem oman projektin osuudessa myös haasteita, joita kohtasin, sekä omia vaihtoehtoisia ratkaisuja tilanteisiin, joita indie-kuvaajana tulee helposti vastaan.

2 Bullet timen historia

Bullet timen historia alkaa jo vuonna 1878, jolloin Eadweard Muybridge, brittiläinen valokuvaaja halusi selvittää, lähtevätkö juoksevan hevosen kaikki neljä kaaviota kerrallaan irti maasta (Okun, Swerman 2020). Asiaa ei pystytty selvittämään vain silmin katsomalla, koska hevosen vauhti oli liian nopea. Tämän vuoksi Muybridge asetti valokuvaukskameroita rinnakkain hevosen juoksuradan viereen ja hevosen juostessa ohi hän laukaisi kamerat nopeasti peräkkäin käyttäen apunaan laukaisulankaa. Näin hevosen liike saatiin tallennettua vaiheittain ja kuvia pystyi analysoimaan (Kuva 1). Muybridge kokosi kuvat myöhemmin alkeelliseksi animaatioksi käyttämällä zoopraxiscopea. Zoopraxiscope toimi niin, että ympyrän muotoisen lasilevyn reunaan vierekkäin piirretyt kuvat pyörivät ympyrää ja pienestä reiästä sisään katsottuna hahmo näytti liikkuvan. Tämä laite oli edeltäjä elokuvaprojektorille. Eadweard jatkoi liikeratoja havainnollistavaa valokuvausta ja kuvasi esimerkiksi ihmisiä suorittamassa urheilusuorituksia tai kiipeämässä portaita. (Leonard 2016.)



Kuva 1. Eadweard Muybridgen kuvaama hevonen vaiheittain. (Bellis 2019)

Myöhemmin 1930-luvulla, MIT:n sähkötekniikan professori Harold Edgerton halusi viedä pidemmälle Muybridgen ajatuksen pysäytetystä liikkeestä ja liikeraodoista. Hän paransi kameran valotusta käyttämällä nopeaa elektronista salamaa ja kuvasi sen avulla esimerkiksi hidastettuna maidon roiskeita ja lentäviä luoteja, jotka osuivat ilmapalloihin ja plexilasiin. (Leonard 2016.)

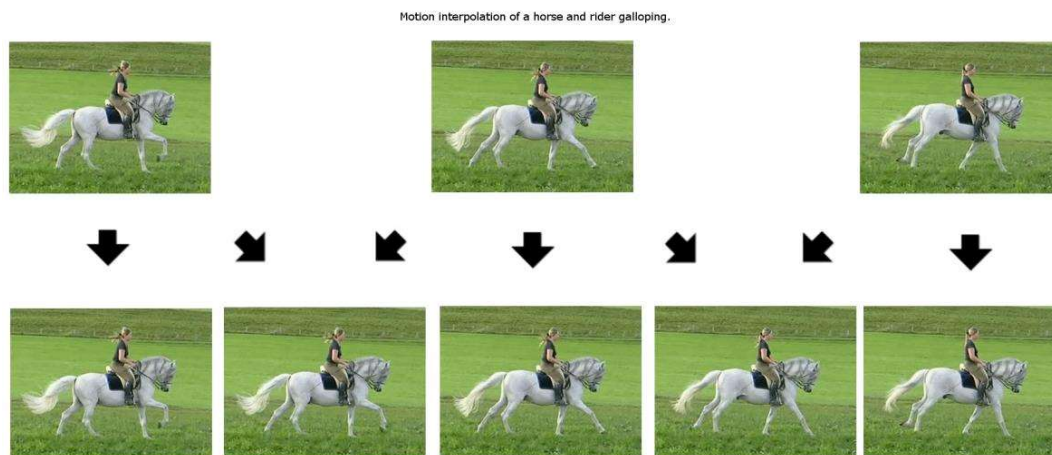
The Matrix (1999) elokuvan kuvauksissa hyödynnettiin myös Muybridgen käyttämää tapaa asettaa sarjan kameroita vierekkäin, kuvatakseen toimintaa eri kuvakulmista (Leonard 2016). Kameroiden asentaminen oikeisiin paikkoihin testattiin ensin tietokoneella. Tietokoneella tehtyjen kuvien perusteella elokuvantekijät pystyivät kartoittamaan hahmojen sijainnin ja luoda polun, jota virtuaalikamera kulkee (Shields 2021). Näitä simulaatioita apuna käyttäen oikeat kamerat aseteltiin vierekkäin. Otokseen, jossa näyttelijä Keanu Reeves väistelee hidastetusti kohti lentäviä luoteja, käytettiin 120 kameraa ja kahta filmikameraa (Kuva 2).

Filmikameroita käytettiin array-otoksessa yhdistämään kohtauksen alku ja loppu sulavaksi jatkumoksi. Kameroiden sijoittaminen lähelle toisiaan oli välttämätöntä, jotta liikkeeseen saataisi illuusio ajan hidastumisesta. Kameran laukaistiin peräkkäin todella lyhyellä väliajalla ja jokainen kamera otti vain yhden kuvan. (Shields 2021.) Tällä tavoin otos saatiin näyttämään siltä, että kamera liikkuu normaalilla nopeudella hidastetun ajan ympärillä.



Kuva 2. The Matrix (1999) valmis elokuvakohtaus, jossa käytettiin ympyrän muotoon aseteltuna 120 kameraa kuvaamaan bullet time -tehostetta. (Shields 2021)

Kuvausten jälkeen yksittäiset kuvat aseteltiin peräkkäin tietokoneella. Näin otoksesta syntyi animaatio. Jotta videoon saatiin haluttu pehmeä jälki, otettujen kuvien väliin laskettiin tietokoneella interpolointitekniikkaa käyttäen täyttökuvia (Shields 2021). Interpolointi (englanniksi Interpolation) tarkoittaa uusien arvojen laskemista jo olemassa olevien arvojen väliin (Kuva 3). Tällä tekniikalla videoon luodaan tekoälyä käyttäen uusia täyttekuvia valmiina olevien kuvien perusteella (Shields 2021).



Kuva 3. Havainnollistava kuva interpoloinnista, jossa tietokoneohjelma laskee tekoälyä käyttäen kuvien välille täyttekuvat sulavan liikkeen saamiseksi. (Shafer 2021)

Jo ennen The Matrix (1999) elokuvaa bullet timea on käytetty tehostekeinona muissakin ohjelmissa. Sitä käytettiin usein esimerkiksi perinteisissä piirrosanimaatioissa. Yksi esimerkki bullet time -tehosteesta piirrosanimaatiossa on nähtävissä vuoden 1966 Speed Racer animesarjan lopussa. Speed hyppää autostaan ulos ja pysähtyy hypyn puolivälissä paikoilleen. Kamera kuvaa Speedia eri puolilta, jolloin näyttää, että Speed leijui paikallaan ilmassa. (Burns 2011.)

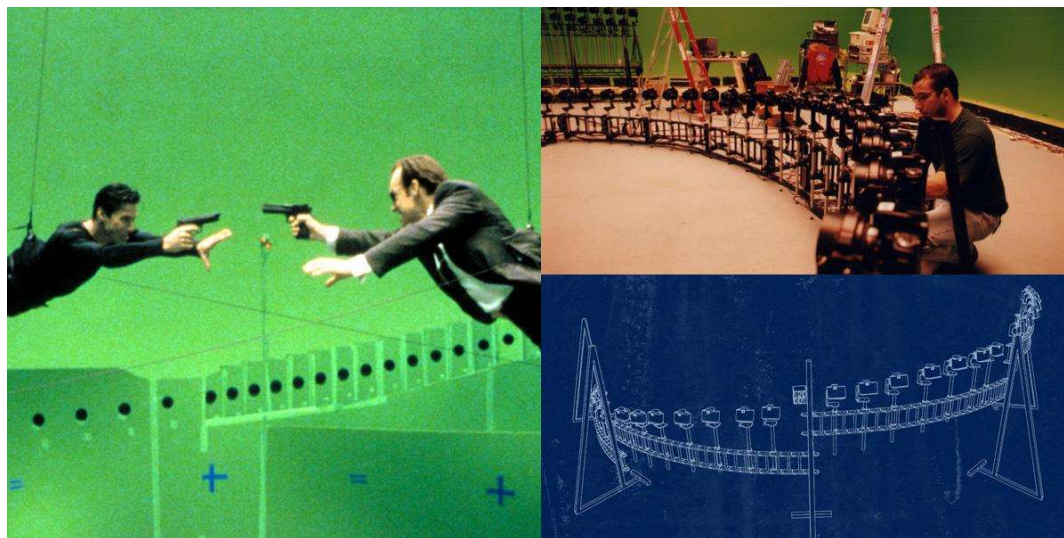
Matrixin jälkeen bullet time ja yleisesti ottaen hidastukset tehostekeinona, otettiin käyttöön myös useissa videopeleissä. Esimerkiksi pelisarja Max Payne (2001) ja Red Dead Redemption 2 (2018) käyttävät erikoistehosteena bullet timea, jotta hahmolla voi ampua vihollisia normaalilla vauhdilla, vaikka viholliset itsessään liikkuvat hidastetusti (Kennedy 2021). Max Payne pelisarjassa tätä tehostetta käytetään nimellä bullet time, kun taas Red Dead Redemption 2 pelissä tehoste on nimeltään dead eye. Vihollisten paikalleen jäätyminen helpottaa ampumista ja se tuo pelaamiseen helpotusta niille, jotka esimerkiksi eivät ole ennen pelanneet. Kokeneille pelaajille tehoste on hieno yksityiskohta, joka tuo pelaamiseen lisää tunnelmaa.

3 Tehosteen toteuttamistavat

3.1 Kamerajana

Kamerajanan eli camera arrayn ensisijainen vaikutus on hidastaa tai pysäyttää toiminta ja aika, samalla kuin kameran liike näyttää liikkuvan sille määriteltä reittiä pitkin. Tätä tapaa käytettiin esimerkiksi vuoden 1999 The Matrix- elokuvassa. Kameran polku suunniteltiin etukäteen käyttämällä tietokoneella luotuja visualisointeja. Kun kameroiden paikat oli suunniteltu, ne sijoitettiin vihreän kankaan taakse radalle ja kohdistettiin laserkohdistusjärjestelmän kautta oikeille paikoilleen (Kuva 4). Otoksessa käytettiin 120 kameraa, joilla saatiin tallennettua hidastuneen ajan efekti. (Shields 2021.) Kamerat laukaistiin erittäin tihein väliajoin, jotta toiminta näyttää äärimmäisen hidastetulta, samalla kun katselupiste liikkui (Esper 2020). Kuvausten jälkeen kuvat tuotiin tietokoneelle jälkitechesteita ja editointia varten. Tässä toteutustavassa jokaisen kameran ottamat kuvat järjestetään ja toistetaan peräkkäin, jolloin saadaan aikaan liikkuva video toiminnasta. Lisäksi kehittyneen interpolointiohjelmiston avulla voitiin lisätä ylimääräisiä framejä toiminnan hidastamiseksi entisestään. Vastaavasti framejä voi myös pudottaa toiminnan nopeuttamiseksi. (Esper 2020.)

Bullet time kehittyi edelleen The Matrix jatko-osien myötä, kun otettiin käyttöön uudenlaisia lähestymistapoja, kuten Universal Capture. Universal Capture on tietokoneohjattu järjestelmä, jossa on useita teräväpiirtokameroita. Kuten kamerajanaassa, kohdetta voitiin katsoa mistä tahansa kulmasta, mutta samalla otos voitaisiin sommitella uudelleen ja asettaa tietokoneella luotuihin taustoihin ja rakenteisiin. Se korvasi fyysisesti rakennetun kamerajanan ja muuttui todelliseksi virtuaalikameraksi. (Videocide 2020.) Virtuaalikamera on jälkituotanto-ohjelmiston toiminto, jota hyödynnetään samoin kuin tosielämän kameraa. Ohjelmistossa virtuaalikamera koostuu matemaattisista laskelmista, jotka määrittävät miten objekti renderöidään ohjelmistossa olevan virtuaalikameran sijainnin ja kulman perusteella. Ohjelmistossa luotu ympäristö ja kamera toimivat yhdessä samalla tavalla kuin tosielämässä ja objekti voi kuvata mistä suunnasta tahansa.



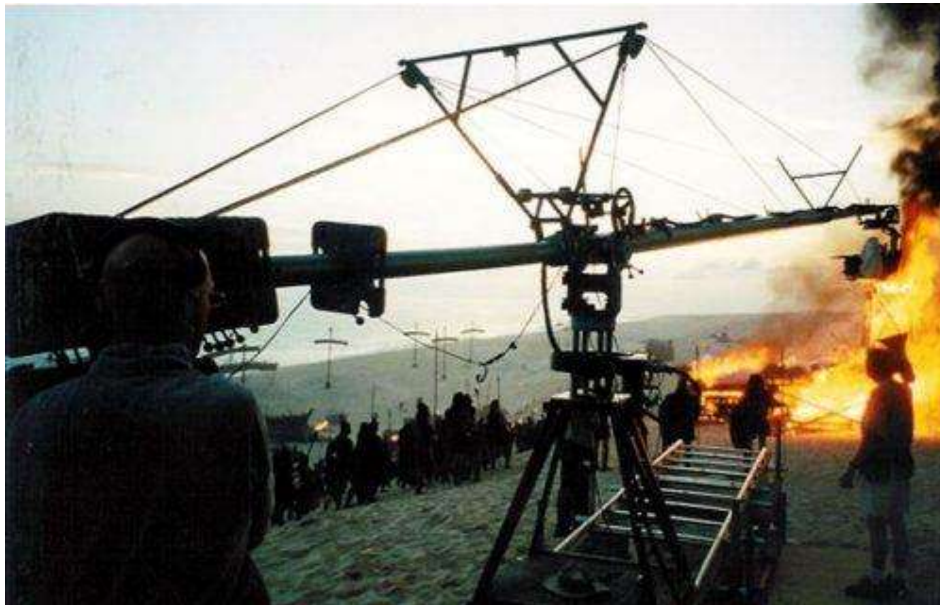
Kuva 4. Matrix kohtausta, jossa näkyy kameroiden asettelu ja vihreä tausta. (Failes 2021)

Kamerajanaotosta tehdessä on keskityttävä moneen yksityiskohtaan, jotta otoksesta saa laadukkaan. Kameroiden yhteensopivuus tulee tarkistaa kameroita suunnitellessa, sillä kaikki kamerrat eivät toimi keskenään toistensa kanssa. Lisäksi kaikkia kameramalleja ei voida laukaista etänä. Salamavalojen häikäisy tulee myös ottaa huomioon, varsinkin jos kamerrat asetellaan ympyrän muotoon. Hyvän otoksen aikaansaamiseksi on kameroita myös oltava paljon. Matrixissa käytetyt 120 kameraa tulisi indie-kuvaajalle kalliiksi.

3.2 Technocrane

Kamerajanan lisäksi bullet time -tehosteen saa kuvattua Technocranen avulla. Technocrane, toiselta nimeltään robottikamera tai jib, on teleskooppikameranosturi. Nosturin puomin pystyy liikkumaan mihin tahansa suuntaan – ylös, alas, molemmille sivuille, sekä eteen ja taakse (Kuva 5). Kamera tulee kiinni puomin kärkeen. (Maio 2019.) Robottipuomivarret ja tietokoneohjatut yksiköt mahdollistavat kameran helpon liikuttamisen ja ne voivat toistaa täysin saman liikkeen tarvitta-

essa aina uudelleen (Wirth 2018). Puomeissa on myös vastapainojärjestelmä liikkeen tasapainottamiseksi, joka mahdollistaa tasaisen liikkeen ja kuvamateriaalin (Maio 2019).



Kuva 5: Kauko-ohjattava crane. (Wirth 2018)

Kamerajanaan verrattuna Technocrane käyttää vain yhtä kameraa, joten se on ihan erilainen lähestymistapa bullet time -tehosteen toteutukseen. Yksi käytetty tapa toteuttaa bullet time -tehoste Technocranen avulla, on asetella näyttelijät määrättyihin paikkoihin olemaan liikkumatta. Pitkän varren ansiosta Technocrane kuljettaa kameraa paikallaan olevien näyttelijöiden ohitse niin, että syntyy vaikutelma pysähtyneestä ajasta. Näyttelijöitä voi laittaa esimerkiksi roikkumaan mahdollisimman huomaamattomilla vaijereilla, jolloin vaikuttaa, että he leijuvat paikoillaan.

Jälkikäsittelyssä ylimääräiset asiat, kuten näyttelijää ylhäällä pitävät vaijerit, voi poistaa. Jälkituotannossa toteutettavan 3d-Trackin avulla otokseen voidaan lisätä muitakin yksityiskohtia, kuten esimerkiksi lentäviä luoteja, kaatuvia vesiä tai rikkoutuvia ikkunoita. Tämän tekniikan käyttö saa aikaan hyvin toimivan bullet time -tehosteen, vaikka se on erilainen verrattuna kamerajanaan. Valitettavasti pienen

budjetin elokuvantekijöille Technocrane on myös yksi kalleimmista, niin laitteiston kustannusten kuin laitteiden käyttöön erikoistuneiden henkilöiden palkkausten osalta.

3.3 Camera dolly

Kamerajanan ja Technocranen lisäksi bullet time kuvaukseen voi käyttää camera dollya. Camera dolly on pyörillä varustettu kärry, joka usein liikkuu kiskojen päällä (Kuva 6). Kameran liikettä dollyn avulla kutsutaan dolly shotiksi (Yeager 2019). Camera dolly liikkuu tasaisesti kiskoja pitkin, jolloin bullet time -tehosteen saa kuvattua erittäin vakaasti. Dollya voi liikuttaa kiskoilla itse ja joihinkin dollyihin on mahdollisuus saada automaattinen liike etäohjauksella. Liikuttaminen onnistuu myös ilman kiskoja, mutta siihen tarvitaan tarpeeksi tasainen pinta, jotta kuvamateriaalista tulee tasaista. Dollyn liikuttamista ilman kiskoja kutsutaan tanssiliikkeiksi. (Yeager 2019.)



Kuva 6. Havainnollistava kuva dollyn käytöstä, jossa kuvaajan apulainen työntää dollya kiskojen päällä. (Yeager 2019)

Erilaisia dolly vaihtoehtoja on paljon eri hintaluokissa; Studio dollyt ovat valtavia ja vakaita, sekä niissä on lisävarusteena hydraulikka. Niillä saa kuvattua hyvin ammattimaista ja tasaista jälkeä, mutta ovat toki kaikkiaan myös kalliimpia. Oviaukko dolly on tasainen, vakaa alusta, jossa on pyörät. Se on tarpeeksi kapea mahtuakseen tavallisten oviaukkojen läpi. Liukusäädin dollyssa kamera kiinnitetään suoraan teloille. Se on ihanteellinen pienempiin dolly-liikkeisiin. Jalusta dolly on kolmijalkainen pyörällinen laite, jotka yhdistyvät olemassa olevan jalustan jaloihin, jolloin voit rullata ja siirtää kameraa vapaasti. Steadicam ei ole sama kuin dolly, mutta se tarjoaa saman tyyppisen kameran liikkeen. Se on kameran stabiointilaitte, joka eristää mekaanisesti käyttäjän liikkeen vastapainojen, jousien ja tasapainotuksen avulla. Tästä johtuen käyttäjän on oltava melko taitava käyttääkseen sitä oikein. Steadicamia on käytetty elokuvateollisuudessa vuosikymmeniä ja käytetään edelleen. 3-akselinen gimbal on toinen työkalu, joka ei ole dolly. Gimbal on kuvaukseen käytettävä kääntyvä tuki, joka vakauttaa kameran asennon. Moottoroitu 3-akselinen gimbal toimii samalla tavalla kuin Steadicam, mutta elektroniset moottorit tekevät kaiken tasapainotustyön. Tämä tekee siitä varteenotettavan vaihtoehdon käyttäjille, jotka eivät ole koskaan aiemmin käyttäneet Steadicamia. Lisäksi on olemassa vaihtoehtoja omatekemille dollyille, kuten esimerkiksi pyörätuoli, auto tai skeittilauta. (Yeager 2019.)

Camera dollya voi käyttää bullet time -tehosteen kuvaukseen samalla tavalla kuin Technocranea ja se on paljon edullisempi vaihtoehto. Määrätyn polun vierelle asettaudutaan haluamaansa asentoon, jonka jälkeen ollaan liikkumatta. Dollya liikutetaan polun läpi kuvaten otoksen, jonka jälkeen kuvattu materiaali viedään tietokoneelle jälkituotantoon. Videoon voi lisätä haluamansa tehosteet ja näin saadaan aikaan haluttu bullet time -tehoste. Camera dollyn hyvä puoli on sen pieni koko, sekä sen pystyy ostamaan suhteellisen edulliseen hintaan. Erilaisia dollyja on markkinoilla monia, joten oman projektin perusteella voi tilata vaadittavan dollyn.

Lisäksi on olemassa camera slider. Siinä kamera liukuu pientä kiskoa pitkin kuten dolly. Camera slider pystyy liukumaan samaa reittiä edestakaisin etäohjauksella. Sillä pystyy kuvaamaan bullet time -tehosteen kuten camera dollylla. Toinen vaihtoehto kuvata tehoste on esimerkiksi niin, että aluksi kuvaa taustan ilman henkilöä. Toiseen otokseen, jossa kamera liikkuu saman matkan kuin ensimmäisessä otossa, henkilö asettuu haluamaansa asentoon, esimerkiksi tuolin päälle makataan makaavaan asentoon ja esittää hyppäävänsä ilmassa ja ampuvan vihollisia. Tämän jälkeen jälkikäsitelyssä voi muokata tuolin pois kuvasta tyhjää otosta hyödyntäen. Lisätehosteena voi myös lisätä ilmassa leijuvat luodit ja ilmapirtaväreily, kuten The Matrixin (1999) kohtauksessa. Camera slider eroaa dollysta pienen kokonsa vuoksi (Kuva). Sitä on helppo kuljettaa, ja sitä voi käyttää ilman muiden apua.



Kuva 7. Camera slider on usein dollyyn verrattuna pienikokoisempi, joten sitä on helpompi kuljettaa ja käyttää yksin mahdollisen etäohjauksen avulla. (Renee 2017)

3.4 Drone

Dronen käyttö videokuvauksessa on myös yleistynyt ja sitä voi käyttää samalla tavalla kuvaamaan bullet time -otoksia kuin Technocranea. Vaikka dronet ovat alun perin suunniteltu kauko-ohjattaviksi aseiksi, niitä nykyään käytetään paljon valokuvaukseen sekä videokuvaukseen (Vyas 2020). Drone on lentävä robotti, jota voi ohjata kauko-ohjaimella etänä, tai se voi toimia täysin itsenäisesti ohjelmistoon asennettujen lentosuunnitelmien avulla (Kuva 8).



Kuva 8. Dronen etäohjauksen ansiosta sillä on helppo kuvata monista eri kuvakulmista. (Vyas 2020)

Dronen käyttö kuvauksissa on todella kustannustehokasta, sillä se on paljon edullisempi vaihtoehto kuin esimerkiksi Technocrane. Sen avulla kuvaaminen onnistuu pienemmissäkin tiloissa ja sen pääsy eri kuvakulmiin lähelle ja kauas on helppoa. Bullet time -tehosteen kuvaaminen onnistuu myös samalla tyylillä kuten Technocranea tai dollya apua käyttäen. Drone kulkee määrättyä polkua pitkin, kuvaten paikalleen asettuneita näyttelijöitä ja lopuksi materiaalin voi tuoda jälkikäsittelyyn. Drone-otoksista saa helpommin pidemmän ja monimutkaisemman, sillä sitä voi ohjata etänä vaikeitakin polkuja pitkin. Koska drone ei ole kiinni missään varressa tai pyörissä, sillä voi lentää pitkän ja mutkittelevan reitin yhdellä kerralla.

3.5 360-kamera

On myös olemassa muita tekniikoita toteuttaa haluttu efekti, kuten 360-kameroilla. Esimerkiksi GoPro 360 sekä Insta 360 kamerat ovat sellaisia, joilla bullet time -tehosteen voi toteuttaa. Tällaisella kameralla voi esimerkiksi kuvata otoksen niin, että kiinnittää kameras naruun tai kameralle tarkoitettuun pidempään varseen, jolloin kamera kiertää kuvattavaa kohdetta (Kuva 9). Otoks tarvitsee tarpeeksi valoa, jotta kameras videokuva on tarpeeksi selkeä. Myöskin liian nopea liike aiheuttaa videon kuvasta hyvin sumean, mikä on hyvä muistaa ottaa huomioon kuvatessa. Kuvatun otoksen jälkeen video täytyy editoida. Esimerkiksi GoPro:n omassa editointisovelluksessa täytyy kiinnittää videon keskittyminen kohteeseen manuaalisesti, jotta voi saada halutun lopputuloksen. Tämä siis tarkoittaa sitä, että kuvattava kohde täytyy freimi kerrallaan asettaa videon keskipisteeseen, tai muuten video näyttää myös kuvaa muualta ympäristöstä. Tämän vaiheen jälkeen videon voi viedä esimerkiksi After Effectsiin, jossa sen voi viimeistellä loppuun haluamallaan tavalla.



Kuva 9. Esimerkki kuinka 360-kameralla voi kuvata bullet time -videon. (Roll 2020)

Tämä tekniikka on yksi edullisimmista tavoista toteuttaa bullet time -tehoste. Haittapuolina on kuvatun kohteen epätasainen liike, sillä kameraa on vaikea liikuttaa tasaisesti kohteen ympärillä. Kameran kiinnittäminen kattoon narun avulla mahdollistaa ”poseerauksen”, mutta kameran liike on tällöin vaikeasti hallittavissa. Kameran epätasaisen liikkeen, sekä mahdollisen huonon kuvalaadun vuoksi jälkituotannossa voi tulla hankaluuksia liittää erilaisia efektejä ja 3d-objekteja. Tämä on silti yksi tapa toteuttaa tehoste ja se voi olla hyvin toimiva ratkaisu johonkin projektiin.

3.6 Jälkikäsittely

Kuvaustavan lisäksi tärkeä vaihe bullet timen toteutuksessa on kuvatun materiaalin jälkikäsittely. Jälkituotannossa kasataan kuvattu materiaali yhteen, editoidaan ja parannellaan videomateriaaleja, sekä lisätään yksityiskohtia, jotka luovat lisää tehostusta kuvattuihin otoksiin. Esimerkiksi The Matrix (1999) luodinväistelykohtauksessa ei oikeasti lentänyt luoti, vaan ne lisättiin materiaaliin vasta myöhemmin jälkikäsittelyohjelmalla. Myös luodin ilmavirtavanat tehtiin jälkituotannossa tarkoituksena maksimoida kuvaamaan luodin nopeaa liikettä (Kuva 2). Jälkikäsittelyssä voi lisätä mitä tahansa otokseen sopivia asioita, kuten ilmassa lentäviä mukeja, popcornia tai vaikka läikkyvän veden. Tämä tuo lisää vaikutelmaa siihen, että aika on pysähtynyt tai liikkuu erityisen hitaasti. Reaaliajassa emme kykene havaitsemaan nopeasti liikkuvia esineitä ilmassa, toisin kuin bullet time -efektissä.

Lisäksi jälkituotannossa saa tehtyä kuvausmateriaalista entistä sulavampaa, käyttämällä aikaisemmin mainitsemaani interpolointia, jossa olemassa olevien kuvien väleihin lasketaan uudet arvot muiden kuvien perusteella. Tällöin hitaasti liikkuvasta kuvamateriaalista saa entistä sulavaliikkeisempää ja tarkempaa. Interpolointiohjelmistot ovat nykypäivinä kehittyneet niin tehokkaiksi, että vain muutamaa nappia painamalla ohjelmisto itse laskee pikseleille arvot ja täydentää alkuperäisten kuvien välille lisäfreimejä.

4 Bullet time -tehosteen toteutus indie-tyylillä

4.1 Projektin suunnittelu ja valmistautuminen

Oman projektini suunnittelu alkoi siitä, kun halusin päästä toteuttamaan jo lapsena näkemäni Matrix-kohtauksen. Kohtaus, jossa Neo (Keanu Reeves) väistelee luoteja hidastetusti, on jäänyt elävästi mieleeni. Sen vuoksi tämä aihe tuntui täydelliseltä toteuttaa opinnäytetyötä varten. Lähdin miettimään projektia siltä kannalta, että haluan päästä toteuttamaan kohtauksen mahdollisimman lähelle alkuperäistä tuotosta ja käyttää jopa samaa tekniikkaa eli kamerajanaa. Asiaa pohdittuani ymmärsin, ettei minulla ole käytössäni 120 kameraa, kattavaa henkilökuntaa, kameroiden laukaisujärjestelmää tai riittävää budjettia, jotta voisin toteuttaa haluamani kohtauksen juuri samalla tavalla. Tämän vuoksi ryhdyin suunnittelemaan projektiani erilaisesta näkökulmasta. Mitä jos toteuttaisin kohtauksen mahdollisimman halvalla ja yksinkertaisesti? Olisi mukavaa tarjota vaihtoehtoinen tapa, miten voisi toteuttaa pysähtyneen ajan illuusion ilman että omistaa ammattitason laitteita.

Indie-kuvauksesta inspiroituneena, lähdin miettimään toteutusta aluksi GoPro 360-kameralla, sillä siitä minulla on kokemusta jo ennestään. Olen lisäksi nähnyt miten bullet time toteutetaan sen avulla. Useissa videoissa, jotka on kuvattu käyttäen 360-kameraa, ihmiset pyörittävät ympärillään kameraa itse. En halunnut, että joudun heiluttamaan kameraa itse, joten päätin kiinnittää kameraan pitkän narun, jonka toisen pään sidoin kattoon. Päätin yksinkertaisesti heilauttaa kameraa, jotta se lähtisi pyörimään ympärilläni mahdollisimman tasaisesti. Ympäri asetin molemmin puolin kaksi studiovaloa ja laitoin huoneen kaikki valot päälle, jotta valaistus olisi riittävä kuvaamiseen.

Kameran pyöriminen narun päässä koitui ongelmaksi, sillä painovoiman takia ympyrämainen liike muuttui pian soikeaksi. Tällöin en saisi haluttua tasaista liikettä videoon. Tämän vuoksi päätin koittaa kameran heilautusta niin, että pyöräytän kameran liikkeelle vain lujempaa. Kun lopulta katsoin kuvaamiani materi-

aaleja, ymmärsin, ettei GoPro pysty antamaan tarpeeksi hyvälaatuista materiaalia, silloin kuin vauhti kameran liikkeessä on liian nopea. Kuva oli todella rakeista ja epätarkkaa, eikä tätä ongelmaa voisi korjata edes jälkituotannossa. Myöskään valaistus ei ollut hyvä, sillä kuva välkehti kirkkaan ja tumman välillä koko videon ajan. Tarkoitukseni oli testata kuvaamista samalla tekniikalla seuraavana päivänä luonnonvalossa, mutta kuvaaminen epäonnistui sankan lumisateen vuoksi.

En halunnut odottaa, että lumisade loppuu, vaan halusin päästä pian kuvaamaan videon materiaaleja. Aloin miettimään mahdollisuuksiani projektin toteuttamiseen, jolloin muistin Youtubessa nähneeni videon bullet timesta. Videon nimi oli ”The Other Guys making of”. Siinä näyttelijät olivat paikoillaan ja camera dolly kuvasi kiertäen näyttelijöiden vierellä. Lisäefektit oli tehty jälkikäteen, kuten esimerkiksi rikkoutuneet lasit ja lentävät popcornit. Tällainen olisi helpompi toteuttaa, joten päädyin sen vuoksi vaihtamaan suunnitelmaani.

Halusin edelleen tehdä työn mahdollisimman edullisesti, joten päädyin järjestelmäkameran sijasta kuvata otokset puhelimellani, joka on merkiltään iPhone 12 pro Max. Puhelimessani on HD kuvanlaatu, eli 1920 x 1080 pikselin resoluutio, joten se varmasti riittää videon kuvaukseen.

4.2 Projektin aloittaminen

Aloitin projektiin valmistautumisen suunnittelemalla, millaisen videokokonaisuuden haluaisin kuvata. En halunnut kuvata vain yhtä otosta, vaan ajattelin tekeväni pidemmän videon. Videon teemana halusin käyttää koettuja kouluvuosiani ammattikorkeakoulussa, jotka ovat pian tulossa päätökseen. Halusin muodostaa videot niin, että siitä syntyisi jonkinlainen tarina. Tarvitsin muutaman eri videoklipin, jotta sain rakennettua siihen jonkinlaisen juonen kuvaamaan ammattikorkeakouluvuosiani. Idea muodostui nopeasti ja aloin valmistelemaan otoksia. Ensimmäinen videoklippini kuvasi kouluun lähtemistäni. Asettauduin asentoon, joka näyttäisi siltä kuin olisin kävelemässä ovea kohti (Kuva 10). Seisoin niin liikkumatta kuin pystyin. Mieheni kuvasi videon olohuoneessamme ja pyysin häntä kuvaamaan

minua tietynlaista polkua seuraten. Käytin kuvauksessa samaa valaistusta kuin aikaisemmin kuvaamassani GoPro-otoksessa, eli kahta studiovalaisinta ja normaaleja olohuoneen valoja. Varmistin myös, ettei kuvaajaa näy mistään peilistä tai ikkunasta, jottei se pilaa illuusiota.

Seuraava otos kuvattiin työhuoneessa. Seisoin pöydän takana ja asettauduin asentoon, joka näyttäisi siltä, että minulla olisi koulustressiä (Kuva 11). Tukka oli sekaisin nutturalla, epämääräiset vaatteet päällä, kirja kädessä ja huusin puheliin. Samat studiokuvausvalot tuotiin tähänkin huoneeseen, jotta valaistus olisi riittävä. Kameran liikerata oli tässäkin otoksessa kiertävä eikä kohtisuora.

Loput otokset kuvasin samalla tekniikalla, eli asettauduin johonkin asentoon ja olin liikkumatta. Halusin kuitenkin lisätä pienen efektin otoksiin. Vaikka videossa aika on pysähtynyt, halusin kuvata myös liikettä. Yhdessä otoksessa, jossa pesin hampaita ja kuivasin hiuksiani samanaikaisesti (Kuva 13), laitoin hiustenkuivaajan päälle, jotta hiukseni hulmuaisivat ilmapirrassa. Muutoin kaikki muut elementit ja minä harjaamassa hampaita oli täysin liikkumatonta. Toinen otos oli sellainen, jossa iloitsen opiskelijabileisiin lähdöstä ja kaadan itselleni viinilasiin juomaa (Kuva 14). Kaikki muut elementit ovat otoksessa liikkumatta, paitsi juomaa kaatui lasiin koko videon ajan. Halusin lisätä tämän efektin sen vuoksi, että se toisi lisää mielenkiintoa videomateriaaleihin.



Kuva 10. "Kouluunlähtö" -otos, jossa on jo laitettu polaroideja ilmaan leijumaan.



Kuva 11. "Koulustressi" -otos.



Kuva 12. "Opiskelu" -otos



. Kuva 13. "Väsyneet aamut" -otos.



Kuva 14. "Opiskelijabileet" -otos.



Kuva 15. "Valmistuminen" -otos.

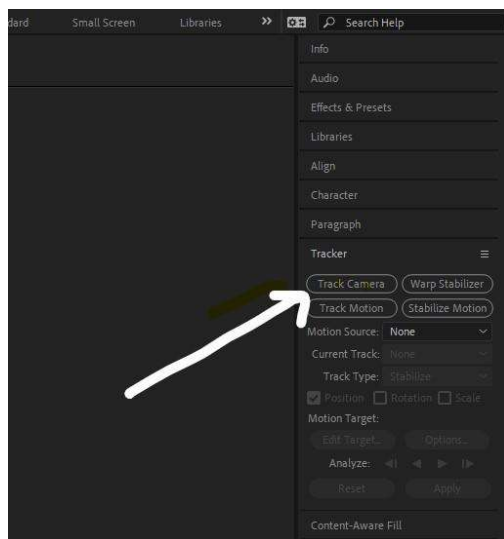
4.3 Projektin jälkituotanto

4.3.1 Materiaalien valmistelu

Videoklippien kuvaamisen jälkeen siirsin tiedostot puhelimesta Google Driveen ja sitä kautta latasin parhaimmat otokset tietokoneelle. Halusin tehdä suurimman osan työstä Adoben After Effects -ohjelmaa käyttäen, sillä se on minulle kaikista tutuin työskennellä. After Effects on visuaalisten tehosteiden ja liikegrafiikan sovellus, jossa voi käsitellä videoita ja tehdä niiden jälkituotantoa. Toin kuvaamani videoklipit After Effectsiin ja tein ensimmäisestä käsiteltävästä otoksesta uuden kokoonpanon (englanniksi composition).

4.3.2 3d Trackays

Tämän jälkeen laitoin ohjelman analysoimaan kameran liikettä "Camera Tracking" -työkalulla (Kuva 16). Tämä työkalu luo kameran liikkeen perusteella videosta kolmiulotteisen tilan. Sen ladattua videoon ilmestyy analysoidut trackays pisteet, jotka näyttävät mitä asioita video sisältää ja missä ne sijaitsevat. (Kuva 16). Seuraavaksi loin kokoonpanoon uuden virtuaalisen kameran, joka saatiin aikaan trackayksen perusteella. Virtuaalikamera kulkee saman polun kuin alun perin kuvattu video ja se auttaa liittämään objektit 3d-tilaan realistisen näköisesti.



Kuva 16. Valikosta löytyvä Camera Tracking -työkalu.



Kuva 17. Havainnollistava kuva trackayspisteistä, jotka ilmestyvät videoon kameran trackayksen jälkeen.

Tämän saman vaiheen tein kaikille videoille, jotka lopulliseen projektiin halusin tuoda. Jokainen otos oli erikseen omana kokoonpanona, jotta niitä olisi helpompi yksi kerrallaan muokata. Tällä tavoin videosta ei tule niin raskas ja tietokone jaksaa pyörittää editointiohjelmalla nopeammin. On helpompi liittää valmiit käsitellyt otokset yhteen vasta lopuksi tietokoneen ylikuormittumisen välttämiseksi, sekä myös selkeyden vuoksi.

4.3.3 3d-elementtien lisääminen

Halusin tuoda videossa esille tekemiäni kouluprojekteja, joten päädyin valitsemaan polaroid-kuvien asettelun ilmaan leijumaan (Kuva 17). Tämän tekniikan olin oppinut jo aikaisemmalla kurssilla. Polaroid-kuviin saisi liitettyä kuvia ja videoita aiemmin tehdyistä kouluprojekteista ja ne näkyisivät videossa paikallaan leijuvina kuvina. Tämä lisäisi entisestään tehostetta pysähtyneestä ajasta. Päädyin myös valitsemaan polaroidit videoiden väliseen siirtymiseen, jotta vaihto videoiden välillä olisi mahdollisimman sulavaa ja näyttäisi hyvältä.



Kuva 18. Ilmassa leijuvat polaroid-kuvat tehostavat pysähtyneen ajan illuusiota.

Aluksi toin googlesta löydetyn polaroid-kuvan After Effectsiin. Tein tästä vaiheesta uuden kokoonpanon, jotta olisi jatkossa helpompi lisätä eri kuvia polaroidien sisään. Leikkasin polaroidin sisäosan pois Rectangle Toolia – työkalua käyttäen ja vaihdoin leikkauksen päinvastaiseksi painamalla ”Inverted” raksia. Näin kuvasta leikkautuu irti vedetyn neliön sisäpuoli ulkopuolen sijaan. Kun toin oman koulutyöni kuvan tai videon tähän samaan kokoonpanoon, laitoin sen polaroid-kehyksien alapuolelle aikajanalla. Näin kuva tai video näkyi oikealla tavalla polaroidin mustan sisuksen paikalla (Kuva 18).

Tämän jälkeen siirryin takaisin ensimmäisenä tehtyyn kokoonpanoon, jossa oli tehty kuvaamastani materiaalista kameran trackays (Kuva 17). Toin polaroid-kokoonpanon tähän trackays-kokoonpanoon ja asetin sen aikajanalla ylimmäksi. Polaroid-kokoonpano täytyi vaihtaa 3d muotoon, jotta se asettuisi kolmiulotteiseen ympäristöön leijumaan aidon näköisesti. Sen jälkeen määritellään leijuvalle kuvalle oikea paikka siirtämällä sitä virtuaalisessa 3d-tilassa haluttuun kohtaan.

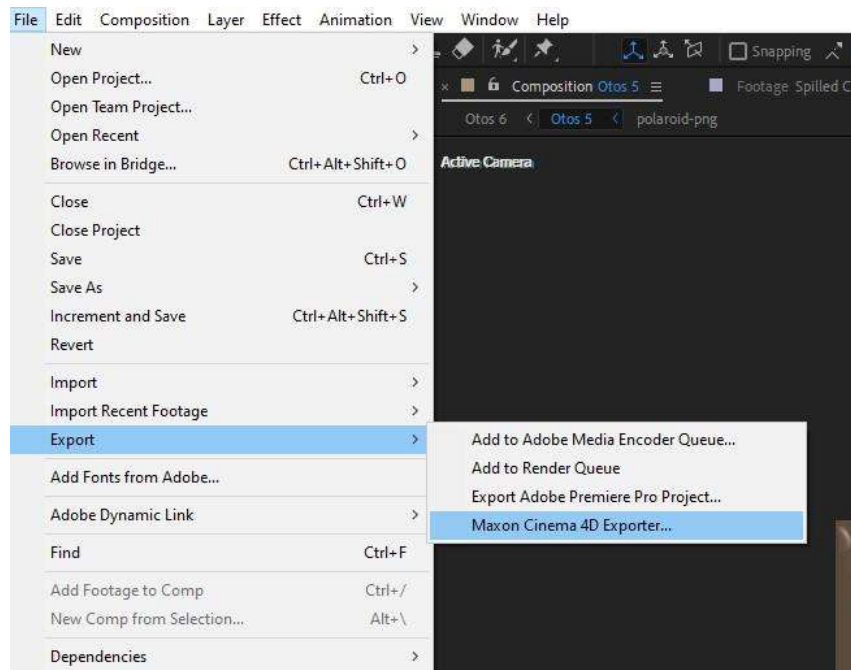
Kuva myös skaalataan oikean kokoiseksi, jotta se näyttää aidon kokoiselta muihin tavaroihin verrattuna (Kuva 17). Onnekseni kuvaamani materiaali oli hyvälaatuinen, joten polaroid asettui paikalleen täydellisesti ja pysyi kameran liikkuessakin koko ajan oikealla paikalla. Kopioin samalla tavalla paljon lisää polaroid kuvia ja asettelin ne omille paikoilleen. Halusin, että huoneessa leijuu kuvia, joka puolella.

Omien videoiden ja kuvien tuominen polaroidin sisään onnistui niin, että valitsin valmiin polaroid-komposition ja monistin sen. Kompositiossa laitoin mustan solid layerin sijaan laitoin kuvan tai videon. Samalla tavalla tein monia uusia polaroideja, jotka asetin leijumaan huoneeseen (Kuva 18). Lopuksi polaroidit täytyi yksi kerrallaan maskata, jotta ne näyttäisivät olevan realistisesti ympärilläni. Maskaus täytyi tehdä aina, jos polaroid meni kuvakulman muuttuessa taakseni. Tämä oli tärkeä vaihe, sillä realistisesti kuva, joka on minua kauempana, ei voi näkyä edessäni.

4.3.4 Animoidun 3d-objektin lisääminen

Halusin tuoda videoon liikkuvuutta ja vaikutelmaa, että aika ei ole täysin pysähtynyt, vaan liikkuu hitaasti eteenpäin. Latasin cgtrader.com sivustolta valmiiksi animoidun 3d objektin, joka kuvasi veden läiskymistä. Tarkoituksena oli lisätä se otokseen, jossa avaan samppanjapulloa (Kuva 15). Tällöin samppanjapullon suusta räiskyisi nestettä ja se liikkuisi videon edetessä hitaasti eteenpäin.

Animaatio ladattiin .abc muotoisena tiedostona. Aluksi After Effectsissä piti tehdä jo trackattuihin videomateriaaliin uusi solid layer asettautumaan niiden trackays-pisteiden kohdille, missä samppanjapullon suu oli. Tämän jälkeen tämä videoklippi tallennetaan Cinema 4D muotoisena tiedostona (Kuva 19).



Kuva 19. Videon tallentaminen Cinema 4D muotoiseksi.

Seuraava vaihe tapahtui Cinema 4D:n puolella. Cinema 4D on 3D mallinnus-, animaatio-, simulointi ja renderöintiohjelmisto ja tätä kautta saa tehtyä aidon näköisen animoidun 3D objektin. Avattuani Cinema 4D:n, loin ensimmäisenä uuden materiaalin ja siihen tekstuurin. Luminancen kohdalta tekstuuriksi liitin aiemmin tallentamani After Effects videon. Seuraavaksi loin taustan eli backgroundin, johon vedin äsken tekemäni videotekstuurin. Tällöin videon pitäisi näkyä ruudulla normaalin näköisenä.

CG Traderistä ladatun 3d-objektin tuominen projektiin onnistuu esimerkiksi vain vetämällä se kansioista suoraan Cinema 4D:hen. Kun objekti on tuotu ohjelmaan, se pitää suurentaa tai pienentää oikean kokoiseksi ja asetella se trackatyn solid layerin päälle (Kuva 20). Tämän jälkeen animoidun objektin pitäisi näkyä videolla oikein ja se liikkuu kolmiulotteisena videolla kameran edetessä polkua. Tekstuurin tekeminen vesiohjelmalle onnistuu uuden materiaalin luomisella. Itse tarvitsin nesteen olevan hieman läpikuultavaa ja samppanjan väristä. Loin uuden tekstuurin, johon laitoin ruksin ainoastaan "Transparency" kohdalle. Refraction Preset -

kohdasta valitsin asetukseksi veden ja lopuksi vaihdoin värin kuvaamaan samppanjaa.



Kuva 20. Pinkki laatikko kuvaa träkkäyspisteiden kohdalle asetettua solid layeria, jota apuna käyttäen 3d-objektin liittäminen Cinema 4D:n puolella videoon onnistuu helpommin.

Cinema 4D:stä animoitu objekti piti tallentaa, jonka jälkeen se tuodaan After Effectsiin Cinema 4D tiedostona. Tiedosto sijoitetaan projektipaneeliin, jonne se ilmestyy kuvamateriaalina. Täältä kuvamateriaalin voi vetää valmiiseen kompositioon, jolloin se on jo valmiiksi oikealla paikalla.

Alkuperäisiä videoita kuvatessa ei ole mahdollista saada samppanjaa pysähtymään ilmaan leijumaan, jolloin ainut vaihtoehto on lisätä se jälkikäsitellyssä. Juuri tämän vuoksi 3d-objektien lisääminen tuo illuusion siitä, että aika todella on pysähtynyt. Netistä saa ladattua erilaisia 3d-objekteja ja niitä voi liittää omiin projekteihin helposti tuomaan lisätehostetta.

Kun haluttuihin otoksiin oli lisätty halutut 3d-objektit ja leijuvat polaroidit, oli viimeistelyn vuoro, joka tapahtui After Effectsin puolella. Lisäsin otokseen valoja, jotta kaikki ilmassa leijuvat polaroidit eivät olisi samanlaisessa tasaisessa valossa. Asettelin virtuaaliset valot katsoen alkuperäisten valonlähteiden sijaintia, jotta virtuaalivalot näyttäisivät mahdollisimman aidoilta. Loppusilauksena lisäsin videoon musiikin ja värien korjailut, joka antoi lopullisen tunnelman videoon.

5 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisia menetelmiä toteuttaa bullet time -tehoste. Eri menetelmien tutkiminen auttaa valitsemaan sopivimman keinon toteuttaa erikoistehoste, riippuen millaisen lopputuloksen haluaa. Päädyin rajaamaan toteutustavat kamerajanaan, Technocraneen, camera dollyyn camera slideriin, droneen ja 360 kameraan, sekä lisäksi esittelin oman tavan kuvata tehoste puhelimen avulla. Tapoja on varmasti muitakin, mutta tässä esittelin tunnetuimmat tavat toteuttaa tehoste. Tavoitteena oli saada laadittua tietopaketti, jota lukija voi hyödyntää omaa projektia suunnitellessaan.

Bullet time -erikoistehosteena luo mielenkiintoisen asetelman, jossa kamera tai katsoja liikkuu pysähtyneen ajan keskellä. Tällöin voi tarkastella asioita, joita ei normaalisti ole mahdollista huomata, kuten lentäviä luoteja. Tehosteen kuvaus onnistuu monella eri tavalla, kuten The Matrixissa (1999) käytetty 120 kameran jana, Tehcnocrane, camera dolly, camera slider, drone ja 360 kamera. Jokainen näistä tavoista on erilainen, mutta silti kaikilla tavoilla saa luotua omanlaisen bullet time -tehosteen. Kaikista kalleimpia tapoja toteuttaa tehoste on kamerajanan ja Technocranen käyttö, sillä näiden tekniikoiden välineistö jo itsessään on kallis sijoitus. Lisäksi molempiin tekniikoihin tarvittavat asiansa osaavat henkilöt suorittamaan kuvaukset. Seuraavaksi edullisin vaihtoehto on dollyn käyttö. Tarvitsemasi dollyn voit ostaa tai vuokrata tarpeesi mukaan ja sitä on helppo käyttää itse tai esimerkiksi kaverin avustuksella. Myös dronen käyttö on huomattavasti kamerajanaa ja Technocranea edullisempi vaihtoehto, mutta drone vaatii osaavan etäohjaajan, sillä sen lennättäminen ei ole yksinkertaista. Camera slider on myös edullisempi tapa suorittaa kuvaus ja sitä pystyy ohjaamaan itse etänä. 360 kameralla kuvaaminen onnistuu myös, mutta lopputulos ei ole laadullisesti niin ammattitasoinen, sillä kameran heiluminen kohteen ympärillä on aina hieman epävakaa näköistä.

Oman projektin kuvauksissa käytin apunani iPhone 12 Pro Max puhelimen kameraa. Hyödynsin projektissa esimerkkejä dollyn ja Technocranen käytöstä bullet time -tehostetta kuvatessa. Suunnittelin etukäteen polun, jota kamera kulkee

ja asettauduin paikalleni liikkumatta samalla, kun kamera kuvasi otoksen. Kuvausten jälkeen vein videomateriaalit tietokoneelle, jossa tein jälkituotantotoimet videoihin.

Projektin kuvaus onnistui, vaikka käytössä ei ollut huipputason kameroita tai henkilökuntaa. Tärkein asia mihin tuli kiinnittää huomiota halvemmilla välineillä kuvattaessa, oli kameran hyvä kuvalaatu. Esimerkiksi omassa kamerassani löytyvä HD tasoinen kuva on hyvä, eli 1920 x 1080 pikselin kuvanlaatu. Nykypuhelimien kamerrat ovat hyvin kehittyneitä ja hyvässä valaistuksessa on mahdollista saada hyvälaatuisia otoksia. Kuvauksessa voi käyttää apuna myös gimbalia, joka vakauttaa liikkeen pehmeäksi. Lisäksi työn huolellinen suunnittelu etukäteen auttoi paljon jälkikäsitelyssä. Kun esimerkiksi halusin liittää räiskyvän samppanjan tulemaan pullon suusta, kuvasin otoksen niin, että tämä oli mahdollista lisätä videoon jälkikäteen.

Hyvän kuvalaadun lisäksi oli tärkeää pysyä liikkumatta kameran kuvatessa, sillä se voi aiheuttaa lisätyötä jälkituotannon parissa. Pieniä virheitä, kuten silmien räpätystä pystyisi peittelemään esimerkiksi käyttämälläni leijuvilla polaroid-kuvilla. Kun kuvat asettivat ilmaan leijumaan juuri sellaiseen kohtaan missä silmät räpsähtivät, se peitti näkyvyyden silmiin. Lisäksi huomasin, että mitä ”liikkuvampaan” asentoon jähmettyi, sen enemmän se loi illuusion ajan pysähtymisestä. Oros, jossa luen kirjaa (Kuva 12), näyttää siltä, että luen vain kirjaa, sillä kirjaa lukiessa ei muutenkaan liikuta. Mitä enemmän siis kiinnittää huomiota siihen mihin asentoon asettuu paikoilleen, sen parempi mielestäni lopputuloksesta tulee.

Jälkituotannolla oli suuri merkitys videon lopputulokseen. Ilmassa leijuvat polaroidit tehostivat illuusiota, että aika on pysähtynyt. Kuitenkin pienet yksityiskohdat, joita lisäsin liikkumaan videoon ajan pysähdyksestä huolimatta, antoivat kiivan sävöksen otoksiin. Nykypäivänä internet on täynnä eri opetusvideoita, joita seuraamalla myös kokemattomat kuvaajat voivat tehdä ja muokata hienoja videoita.

Bullet time -tehosteen saamiseksi käytin paljon aikaa eri vaiheisiin. Käytössäni ei ollut camera slideria tai dollia, jonka olisin voinut asettaa liikkumaan etäohjauksella. Tästä syystä en pystynyt hoitamaan koko projektia alusta loppuun yksin. Kuvaamiseen tarvitsin apua, jotta pystyin itse olemaan kuvattavana. Jälkituotantovaiheessa katsoin paljon tutorial-videoita Youtubesta, sekä etsin muualta internetistä apua. Halusin keskittyä jokaiseen yksityiskohtaan huolellisesti, jotta lopputulos olisi mahdollisimman ammattimainen. Tämän projektin kautta sain toteuttaa lapsuuden haaveeni, joka jäi mieleen The Matrix (1999) kohtauksesta. Valmis video on katsottavissa tämän opinnäytetyön lopussa löytyvästä liitteestä.

Päätelmäni on, että indie-tasoinen kuvaaja pystyy luomaan bullet time -tehosteen, vaikkei omista ammattitason laitteistoja tai osaavaa henkilökuntaa. Havaintojen perusteella hyvä lopputulos perustuu tarpeeksi hyvään kameraan ja sen kuvanlaatuun, omaan motivaatioon, perusteelliseen suunnitteluun ja pitkäjänteisyyteen jälkikäsittelyn puolella.

Lähteet

Bellis, Mary 15.5.2019. Biography of Eadweard Muybridge, the Father of Motion Pictures. Thoughtco.com <<https://www.thoughtco.com/eadweard-muybridge-profile-1992163>>

Burns, Chris 9.11.2011. Bullet Time: A Short History Between 1877 And 3D Surfing. SlashGear.com <<https://www.slashgear.com/bullet-time-a-short-history-between-1877-and-3d-surfing-09194284>> (luettu 23.3.2022)

Esper, 2020. How to Set Up a Bullet Time Camera Array: The Definitive Guide. EsperHQ.com <<https://www.esperhq.com/bullet-time-camera-array/>> (Luettu 4.4.2022)

Failes, Ian 15.7.2021. VFX Artifacts: The Bullet Time rig from 'The Matrix'. BeforeAndAfters.com <<https://beforesandafters.com/2021/07/15/vfx-artifacts-the-bullet-time-rig-from-the-matrix/>>

Kennedy, James 2021. 10 Best Uses Of Bullet Time In Games. TheGamer.com <<https://www.thegamer.com/best-uses-bullet-time-gaming/>> (luettu 16.4.2022)

Leonard, Robert 2016. Bullet Time. <<https://robertleonard.org/bullet-time/>> (luettu 22.3.2022)

Maio, Alyssa 2.12.2019. What is a Crane Shot? And Why Do the Pros Use Them So Often? StudioBinder.com <<https://www.studiobinder.com/blog/crane-shot-definition/>> (luettu 3.4.2022)

Morris, George 2020. Rating Matrix 'Bullet-Time' References Across the Noughties. <<https://www.gmorris.co.uk/post/rating-matrix-bullet-time-references-across-the-noughties>> (luettu 3.4.2022)

Okun, Jeffrey A., Zwerman, Susan 2020. The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures. Luettavissa osoitteessa <<https://www.perlego.com/home>> (luettu 15.3.2022).

Renee, V 2017. Watch: 5 Cinematic Slider Moves (and How to Do The Right). NoFilmSchool.com <<https://nofilmschool.com/2017/11/watch-5-cinematic-slider-moves-and-how-do-them-right>>

Roll, B 19.6.2020. How to Shoot the Bullet Time Effect with an Insta360 ONE Series Camera. <<https://blog.insta360.com/one-bullet-time-how-to/#:~:text=To%20shoot%2C%20all%20you%20need,That's%20it!>>

Shafer, Rob 7.5.2021. What Is The Soap Opera Effect? DisplayNinja.com <<https://www.displayninja.com/what-is-the-soap-opera-effect/>> (luettu 20.3.2022)

Shields, Meg 2021. How They Shot the “Bullet-Time” Effect in ‘The Matrix’ , verkkoaineisto. FilmSchoolRejects.com <<https://filmschoolrejects.com/the-matrix-bullet-time/>> (luettu 3.4.2022)

Videocide, 2020. BULLET TIME. <<https://videocide.com/glossary/bullet-time/>> (luettu 5.4.2022)

Vyas, Kashyap 2020. A Brief History Of Drones: The Remote Controlled Unmanned Aerial Vehicles(UAVs). <<https://interestingengineering.com/a-brief-history-of-drones-the-remote-controlled-unmanned-aerial-vehicles-uavs#:~:text=The%20Vietnam%20War%20saw%20the%20first%20use%20of%20drones%20with%20cameras%20for%20reconnaissance&text=Leaping%20forward%20a%20few%20years,drones%20as%20dedicated%20reconnaissance%20UAVs.>>> (luettu 16.4.2022)

Wirth, Richard 9.11.2018. Camera Cranes From the Beginning. ProVideoCoalition.com <<https://www.provideocoalition.com/camera-cranes-years/>> (luettu 20.3.2022)

Yeager, Charles 2019. The Dolly Shot: How It Works and Why It's Powerful. PremiunBeat.com <<https://www.premiumbeat.com/blog/how-to-achieve-perfect-dolly-shot/>> (luettu 24.3.2022)

Zacharek, Stephanie 31.5.2018. How Drones Are Revolutionizing The Way Film and Television Is Made. Time.com <<https://time.com/5295594/drones-hollywood-artists/>> (luettu 16.4.2022)

Liitteet

Bullet time -tehoste toteutettuna omassa projektissa.

<https://youtu.be/U2QWtcA34x4>