



Mira Nybom

Motion tracking -tekniikoiden vertailu erilaisten kameran liikkeiden kanssa

Comparison of Motion Tracking Techniques in Use
with Different Camera Movements

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi

Viestinnän tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

19.4.2022

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Mira Nybom
Otsikko:	Motion tracking -tekniikoiden vertailu erilaisten kameran liikkeiden kanssa
Sivumäärä:	35 sivua
Aika:	19.4.2022
Tutkinto:	Medianomi
Tutkinto-ohjelma:	Viestinnän tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto:	Graafinen suunnittelu
Ohjaaja(t):	Lehtori Samuli Homanen

Opinnäytetyö käy läpi motion trackingin eli tietokoneella toteutettavan liikkeen seurannan eri tekniikoita, sekä niiden suhdetta erilaisiin kuvaustekniikoihin. Motion tracking ja sen erilaiset toteutustekniikat ovat tapa saada liikkuvasta kuvasta tietoa siitä, miten kamera tai jokin objekti kuvassa liikkuu. Tietoa voi käyttää esimerkiksi siihen, että kuvaan upotetaan jokin toinen kuva, animaatio tai graafinen elementti, jonka pitää pysyä mukana liikkeessä mahdollisimman luonnollisen näköisesti ja sulavasti.

Motion tracking -tekniikat, joita työssä käsitellään, ovat point tracking, planar tracking ja 3D camera tracking. Lisäksi kerrotaan kolmesta eri kuvaustavasta, joiden kanssa motion trackingin onnistumisessa on eroavaisuuksia. Nämä kuvaustavat ovat static shot eli kamera, joka pysyy paikallaan, dolly eli kamera, joka liikkuu raiteilla sekä käsivarakamera, joka on Ronin S -vakaimen kyydissä. Kaikista kolmesta kuvaustavasta tehdään testivideot ja kaikkia kolmea tracking-tekniikkaa testataan niihin. Lopuksi pohditaan, mikä oli trackaamisen tarkkuuden ja nopeuden kannalta onnistunein yhdistelmä.

Opinnäytetyö on suunnattu aloitteleville VFX-artistille ja alan opiskelijoille, joilla on jonkin verran pohjatietoa liikegrafiikasta. Työ antaa eväitä VFX-supervisorin tehtäviin pyrkiville siinä, miten jälkituotannon tarpeet otetaan huomioon esituotannon ja kuvausten aikana.

Avainsanat:	Motion tracking, point tracking, planar tracking, 3d camera tracking, VFX, liikkuva kuva, jälkituotanto, elokuva
-------------	--

Abstract

Author(s):	Mira Nybom
Title:	Comparison of Motion Tracking Techniques in Use with Different Camera Movements
Number of Pages:	35 pages
Date:	19.4.2022
Degree:	Bachelor of Culture and Arts
Degree Programme:	Media
Specialisation option:	Graphic Design
Instructor(s):	Samuli Homanen, Senior Lecturer

This thesis presents different motion tracking techniques, which are methods for following and recording the movement of an object or the camera in a video. The tracking data can be used to embed something into the tracked video, such as an image, another video or a graphic element. The element should then move in tandem with the movement of the tracked video, as smoothly and naturally as possible.

The motion tracking techniques that are discussed in this thesis are point tracking, planar tracking and 3D camera tracking. In addition, three different camera movements are presented with which the success of tracking techniques may differ. These camera movements are the static shot, in which the camera stays still but the objects in front of it will move; a dolly, which is a pair of rails that the camera glides on, and finally, a handheld camera that is made steady by a Ronin S stabilizer. All three will be filmed and the resulting videos will be used to test the three tracking methods. The thesis will close with a cross comparison of each to examine, which tracking method and camera movement combination was the fastest and most accurate.

The thesis is targeted towards students and new VFX artists at the beginning of their career with some base knowledge of motion graphics. The thesis will also touch on what the job of a VFX supervisor entails through every production stage of a film.

Keywords: Motion tracking, point tracking, planar tracking, 3d camera tracking, VFX, motion picture, post-production, cinema

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Elokuvan tuotanto ja efektikuvat	2
3	Motion trackingin monet muodot	3
3.1	Piste-tracking	4
3.2	3D Camera Tracking	7
3.3	Planar Tracking	8
4	Kamera ja sen liikkeet	9
4.1	Kameran toiminta	9
4.2	Kameran liikkeet	10
4.2.1	Static shot	11
4.2.2	Dolly	11
4.2.3	Käsivarakamera	13
5	Motion track -kuvien suunnittelu ja toteutus	16
5.1	Esituotanto	16
5.1.1	Storyboard	17
5.1.2	Trackayksen onnistumisvaatimukset	19
5.1.3	Kuvauspaikka ja välineistön hankinta	20
5.2	Tuotanto	21
5.3	Jälkituotanto	23
5.3.1	Static shot -kuvan trackaaminen	24
5.3.2	Dolly-kuvan trackaaminen	26
5.3.3	Käsivarakuvan trackays	29
6	Loppupäätelmät	33
	Lähteet	36

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee liikkuvan kuvan, kuten elokuvien tai musiikkivideoiden, jälkituotannossa käytettäviä motion tracking -työkaluja ja niiden toimintaperiaatteita. Motion tracking on tekniikka, jolla seurataan kuvassa liikkuvan objektin liikettä. Työssä vertaillaan eri menetelmien toimivuutta erilaisissa kuvissa ja samalla tutkitaan, mitä ennakkovalmisteluja kuva vaatisi kuvauksissa. Samalla käydään läpi, miten eri tavoin kameraa voi liikutella ja miten erilaisia kuvia näistä tyyleistä syntyy.

Opinnäytetyön aiheen valinnan taustalla on työn jälkeen tapahtuva osallistuminen indie-elokuvan jälkituotannon tehtäviin. Tehtävät tulevat olemaan erityisesti toimintakohtausten ammuskelusta syntyviä luodinreikiä, jotka pitää istuttaa kuvassa erilaisiin pintoihin. Opinnäytetyötä tehtäessä ei elokuvan tuotantoprosessi ole saavuttanut vielä efektivaihettaan, joten työ toimii tutkielmana ja taustoitukseksi tulevaa elokuvaa varten. Työssä myös tehdään lyhyt harjoitelma elokuvassa tarvittavaa efektityötä varten. Toisin sanoen työssä on tarkoitus käydä vaihe vaiheelta läpi, miten jokin elokuvan ammuskelukohtausta varten tehtävä motion tracking voitaisiin toteuttaa eri tavoilla ja mitkä toimintatavat ovat toimivimpia. Työssä ei siis tehdä luodinreikiä tai muuta efektityötä, vaan keskitytään motion tracking -työkalujen testaukseen.

Tätä opinnäytetyötä tehdessä on ajateltu erityisesti efektikuvien tekijöiden tarpeita, niin opiskelijoita kuin aloittelevia ammattilaisia. Työn päätelmät auttavat varsinkin VFX-supervisorin roolissa olevia suunnittelemaan ja ennakoimaan, mitä kuvan trackaaminen vaatii onnistuakseen jo kuvausvaiheessa ja miten paljon aikaa erilaisten trackaamisratkaisujen tuottaminen vie. Työ on suunnattu niille, jotka opiskelevat VFX-tuotantoa, tai joilla on jo ainakin hieman pohjatuntemusta jälkikäsittelytyöstä ja siihen tarvittavista välineistä. Tässä työssä käytettävät välineet ovat pääasiassa Adobe After Effects ja siihen kuuluva Mocha-lisäosa, sekä kamera ja sen erilaiset lisävarusteet. Kuvaaminen ei ole VFX-tiimin tehtävä,

mutta kameran toiminnan tunteminen auttaa myös VFX-supervisorin monissa jälkituotannon teknisissä seikoissa paljon.

2 Elokuvan tuotanto ja efektikuvat

Liikkuvan kuvan tuotantoprosessi alkaa ideoinnista, jota seuraa pre-production eli esituotantovaihe. Jo tässä vaiheessa voidaan ottaa mukaan elokuvan efekti-osaston työntekijöitä, vaikka he tekevät varsinaisen työnsä vasta loppupuolella projektia. Tässä vaiheessa tehdään esimerkiksi storyboard, eli sarjakuvamainen jäsentely kuvattavista kuvista. Storyboardista nähdään jo mitä asioita efektitämin tulee tehdä myöhemmin, mutta myös mitä kuvan kanssa pitäisi ottaa huomioon, jotta efekti saataisiin toteutettua mahdollisimman aidon näköisesti. Tämän lisäksi voidaan joistain tärkeimmistä elokuvan hetkistä tehdä pre-vis eli esimerkkikuva, jossa jo nähdään, miltä koko kuva näyttäisi oikeasti efektien kanssa. Esimerkkikuvan avulla on mahdollista nähdä jo hieman ennalta, miten vaikea kuva on tuottaa. Joskus voidaan myös tehdä valmiiksi konseptitaidetta, jos elokuvaan on tulossa todella mielikuvituksekkaita asioita, kuten vaikka avaruusaluksia. (CGI Spectrum, 2018.)

Esituotantoa seuraava vaihe on tuotanto eli itse kuvausvaihe. Vaikka jo esituotannossa efektikuvien tuotantoa on suunniteltu melko tarkasti, myös tässä vaiheessa efektitämistä on hyvä olla paikalla VFX-supervisor. VFX-supervisor työskentelee elokuvassa VFX-työryhmän tai studion sekä ohjaajan ja tuottajan välillä. Supervisor otetaan suunnitteluun mukaan jo elokuvan esituotannossa, mutta VFX-supervisorin tehtäviin kuuluu myös olla kuvauksissa mukana paikan päällä tarkistamassa, että siellä syntyvä kuvamateriaali on ohjaajan vision lisäksi erikoistehosteiden tekijöille käyttökelpoista materiaalia. (Screenskills, 2022.)

Jälkituotannossa tapahtuu tämän opinnäytetyön kannalta oleellisin vaihe eli motion tracking, kameran ja kuvan liikkeen jäljitys. Tätä voi seurata monenlaisia vaiheita, kuten hahmojen ja kappaleiden mallinnusta ja animointia. Jos elokuva ei sisällä varsinaisia 3D-elementtejä, voidaan siirtyä suoraan ikään kuin perinte-

sempiin efekteihin, kuten räjähdysiin, sääilmiöihin, tai tämän opinnäytetyön tapauksessa luoteihin ja luodinreikiin. Aivan viimeisenä käydään läpi vielä värimäärittelyt ja mahdollisten 3D-kappaleiden ollessa läsnä korjaillaan niiden valaistusta. (CGI Spectrum, 2018.)

Opinnäytetyön toiminnallisessa osuudessa tullaan toteuttamaan käytännössä kaikki kolme tuotantovaihetta harjoitustehtävän eli kuvattavan videon ja sen trackaamisen kanssa. Tehtävässä kuvaaja, trackayksen tekijä ja VFX-supervisor ovat sama henkilö eli opinnäytetyön tekijä. Siksi jälkituotannon tehtävien lisäksi on tärkeä perehtyä siihen, mitä asioita esimerkiksi VFX-supervisorilta odotetaan kuvauspäivänä.

3 Motion trackingin monet muodot

Jotta kuvaan voidaan tehdä erilaisia liikkeen mukana kulkevia efektejä tai upotuksia, on kuvassa oleva liike saatava ensin eroteltua omaksi informaatiokseen. Tähän tarvitaan motion tracking -tekniikkaa, eli liikkeen seurantaa. Tästä tulokseksi saatuun liikeinformaatioon voidaan sitoa erilaisia elementtejä, kuten vaikka toinen kuva. Esimerkiksi jos elokuvan hahmo katselisi kännykän ruutua, ei kuvauksissa yleensä näytetä kännykän ruudussa oikeasti mitään, vaan ruudun sisältö upotetaan kuvaan vasta jälkituotannossa. Kännykkää pitelevä käsi saattaa hieman huojua, jolloin kännykkäkin liikkuu. Jotta ruutu-upotus pysyisi kännykän ruudussa kiinni, kännykän liike pitää seurata, tallentaa ja erotella informaatioksi, jota ruutu-upotus sitten seuraa ja liikkuu kännykän mukana.

Toisinaan kuvaustilanteissa saatetaan käyttää tracking markereita eli jonkinlaista hyvin erottuvaa tarraa tai merkkiä, johon tracking-piste voidaan jälkituotannossa kiinnittää. Tällaisia tilanteita tulee lähinnä silloin, jos kuvassa on paljon heijastuksia, kuva on sumea tai siihen ei ole mahdollista saada kunnolla kontrastia seurattavan asian ja sen taustan välille. Muulloin teippejä kannattaa vältellä, sillä niiden häivyttäminen lopullisesta kuvasta voi olla hitaampaa kuin itse trackaamisen tekeminen hieman vaivalloisemmin ilman teippejä. Nykyaikana käytettävät tracking-tekniikat ovat jo sen verran hyviä, että teippien käyttö ei ole mitenkään

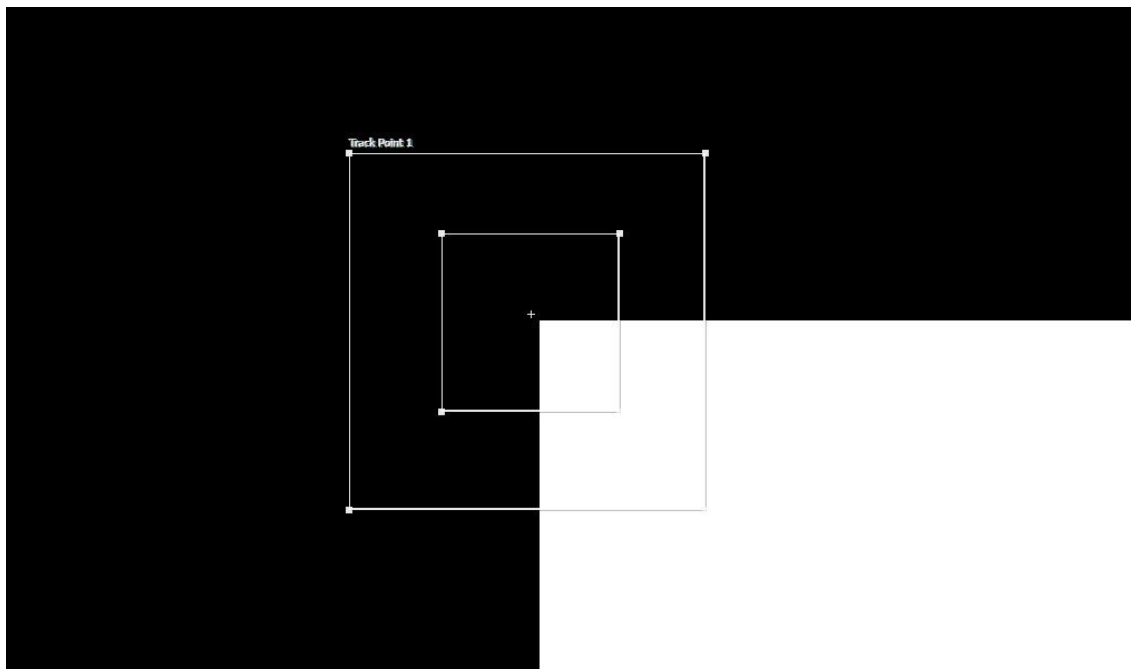
välttämätöntä, joten voi myös olla, että teippi tuottaisi vain lisätyötä jälkikäsittelylle. Jos teippejä silti päädytään käyttämään esimerkiksi sen takia, että kohteen liikkeen ennakoidaan olevan erityisen haastava trackata, ideaali merkkaustapa olisi jokin merkki, joka olisi niin pieni, että se hädin tuskin näkyy kameraan. Teipin väri pitää valita taustansa mukaan mahdollisimman kontrastiseksi, mutta liian kirjavista teipeistä voi koitua ongelmia niiden kuvasta poistamisen kanssa. Esimerkiksi greenscreeniin, eli vihreään taustakankaaseen kiinnitettävät teipit voivat hyvin olla hieman vaaleampaa vihreää kuin taustakangas. Sellainen teippi on helppoa häivyttää, kun koko vihreä tausta vaihtuu toiseksi kuvaksi. (Thompson, 2019.)

3.1 Piste-tracking

Piste-trackingissä, eli pisteen seurannassa, on käytössä muutama erilainen tekniikka. Yksinkertaisin niistä on yhden pisteen trackaaminen, joka sopii helppoihin liikkeen seuraamisen tehtäviin. Parhaan tuloksen tällä saa, kun kuva ei käänny, lähene tai loittone. Kuvassa on hyvä olla yksi hyvin selkeä kohde, jonka liikettä seurata. Jos taas kuva heiluu hieman tai siitä pitäisi saada trackattua kuvan kiertoa tai etäisyyden muutosta, trackaamisen onnistuminen vaatii vähintään kahta tracking-pistettä. Pisteiden väliset muuttuvat etäisyydet antavat tietoa trackattavan asian kierrosta ja etäisyydestä kameraan. Tämän lisäksi voi myös käyttää neljää tracking-pistettä, mistä muodostuu corner pin tracking. Tätä käytetään etupäässä erilaisten näyttöjen ja kylttien liikkeen seuraamiseen. Neljällä pisteellä trackattavan kohteen kiertoa ja etäisyyttä pystyy seuraamaan jo varsin hyvin. (Smolinovskay, 2020.)

Piste-trackerissa on kolme osaa, jotka on esitelty kuvassa 1. Trackerin keskellä oleva ruksi eli attach point asetetaan sen pisteen kohdalle, jota halutaan seurata. Jotta attach point pysyisi samassa pisteessä koko ajan liikkeestä huolimatta, tekee tietokone itselleen kopion trackerin feature regionin, eli attach pointia ympäröivän sisemmän neliön rajaaman alueen sisällä olevasta kuvan palasesta. Kun siirrytään seuraavaan frameen, tietokone vertaa ottamansa kopion pikseleitä liikuneeseen kuvaan search regionin eli trackerin uloimman neliön sisältä ja etsii,

missä siinä olisi vastaavanlainen kohta. Näin tracker pystyy etsimään pisteen, siirtämään attach pointin uuteen sijaintiin ja jatkamaan kuvan skannausta seuraavassa framessa. (Wright, 2011)

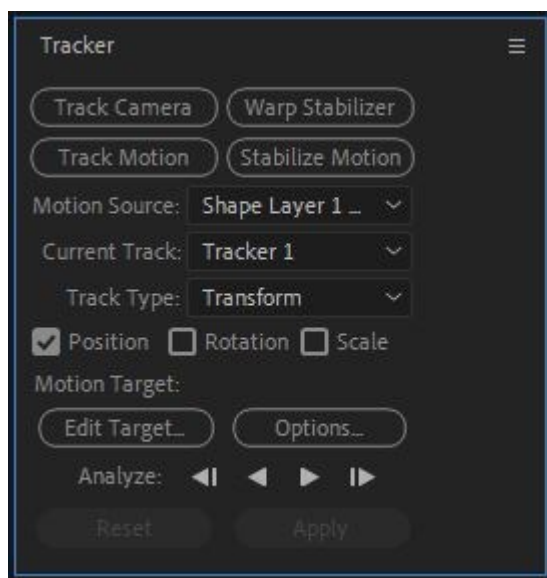


Kuva 1. Keskellä oleva ruksi on attach point, joka asetettaisi seuraamaan esimerkiksi kuvan valkoista kulmaa. Sisin neliö on feature region ja uloin neliö search region.

Feature regionia ja search regionia voidaan kasvattaa suuremmaksi, jos kuva liikkuu paljon, mutta tämä tekee trackayksesta hitaampaa. Pienemmillä alueilla trackays tapahtuu nopeammin, mutta riskinä on, että seurattava kohde liikkuu alueelta ulos liian nopeasti ja trackays menee sekaisin. (Montreas, 2016)

Tracking-pisteiden määrä kannattaa valita kuvan liikkeen mukaan. Jos kuvassa kamera ei liiku, mutta kohde liikkuu, voi siihen riittää yhden pisteen trackays. Silloin tracking-piste seuraa vain pisteen sijaintia kuvassa eli position-arvoa. Jos taas kamera liikkuu lähemmäs tai kauemmas, kannattanee kuvan trackaykseen ottaa jo ainakin kaksi pistettä. Tracking-työkalusta aktivoidaan positionin lisäksi scale ja rotation -arvot, eli koon ja kierron muutokset. Neljän pisteen trackingia käytetään useimmiten ruutukuvien upottamiseen kuvatuille, tyhjille ruuduille. Tällöin trackayksen kohteena ovat ruudun kulmat. (Montreas, 2016.)

Kuvassa 2 esitellään After Effectsistä löytyviä Tracker-paneelin asetuksia. Piste-tracking on nimetty paneelissa “Track motion” -toiminnoksi ja sille voi määrittää, seurataanko sijainnin lisäksi rotaatiota ja skaalausta. Samassa paneelissa on piste-trackerin lisäksi myös 3D camera tracker, joka on nimetty tässä “Track Camera” -toiminnoksi, sekä kaksi erilaista kuvan stabilointitoimintoa.



Kuva 2. Piste-trackerin asetuksia voi säätää After Effectsissa Tracker-paneelistä.

Piste-trackingin kanssa voi kuitenkin tulla monenlaisia ongelmia. Yleisin on se, ettei tarpeeksi hyvin erottuvaa ja helposti seurattavaa pistettä löydy, tai jokin kuvassa oleva elementti menee sen eteen niin, että sitä on mahdoton seurata. Tämän voi kuitenkin vielä ratkaista siirtämällä attach pointia ympäröivät neliöt uuteen sijaintiin, joka pysyy edelleen kuvassa, mutta säilyttämällä attach pointin entisessä paikassaan. Toinen vaihtoehto on vain arvata, missä trackattavan pisteen pitäisi suunnilleen olla ja manuaalisesti liikuttaa trackeria oletettuun paikkaan. Linssivääristymä ja kuvan mahdollinen rakeisuus voivat myös aiheuttaa vaikeuksia. Linssivääristymää ei ehkä paljain silmin huomaa, mutta tracking point kyllä havaitsee pienen sijainnin muutoksen pisteessä, mikä voi saada myös siihen upotettavan kuvan tai grafiikan vääntymään silminnähdessä. Linssivääristymä vaikuttaa kuvan reunoilla enemmän kuin keskellä, joten varsinkin jos trackattavat asiat löytyvät kuvan reunoilta, silloin linssivääristymä voi olla hyvä idea korjata ennen kuin alkaa tekemään trackaustyötä. (Wright, 2011.)

3.2 3D Camera Tracking

3D-trackaysta käytetään varsinkin silloin, kun halutaan tuoda jokin 3D-objekti kuvaan mukaan ja kun kuvan syvyydellä on merkitystä. Tätä tekniikkaa käytetään varsinkin silloin, kun halutaan tehdä elokuvan lavasteet digitaalisesti. Tämän etu on se, että fyysisten lavasteiden rakentaminen voisi olla liian kallista, mutta myös se, että tietokoneella pystytään toteuttamaan sellaisia asioita mitä ei todellisuudessa voisi tehdä: monenlaiset sota- ja katastrofielokuvat hyötyvät siitä, että kokonaisia 3D-kaupunkeja voi polttaa, hukuttaa ja räjäyttää täysin digitaalisesti. (Wright, 2011.)

3D-tracking vaatii toimiakseen sen, että kamera liikkuu ja kuvaan syntyy parallaxista liikettä. Parallaksi tarkoittaa sitä, että kun kamera liikkuu sivusuunnassa tai lähestyy edessään aukeavaa tilaa tai maisemaa, näyttävät kuvan etu- ja taka-ala liikkuvan joko sivuttain samaan suuntaan, tai erkanevan eri suuntiin. Taka-ala näyttää silloin liikkuvan paljon hitaammin kuin etuala. Parallaxin lisäksi kuvassa on oltava olemassa asioita, jotka pysyvät paikallaan. Tämä tekniikka etsii kuvasta x-, y- ja z- akselin, joita sitten käyttää syvyyden hahmottamiseen. Kuvaan luodaan paikallaan pysyvien kuvaelementtien kohdille monta trackayspistettä, joiden välisten etäisyyksien muuttuessa, esimerkiksi parallaxin vaikutuksesta, myös välimatkat eri akseleilla muuttuvat. 3D-trackayksen koko prosessi tapahtuu käytännössä kahdessa osassa. Ensimmäisessä osassa tietokone etsii kuvasta pisteitä, joita käyttää tracking targetteina, kuten piste-trackayksen pisteet. Seuraavassa vaiheessa tietokone hahmottaa pisteiden perusteella, miten kamera liikkuu ja jopa millaista linssiä kuvauksessa on käytetty. Tekniikka siis käyttää kameran liikettä luodakseen kolmiulotteisen tilan kaksiulotteiseen kuvaan. (Wright, 2011.)

3D-tilan lisäksi on mahdollista trackata erilaisia liikkuvia esineitä ja asioita, joita tilasta löytyy. Tätä kutsutaan object trackingiksi. Tätä tekniikkaa käytetään esimerkiksi silloin, jos liikkuvaan objektiin halutaan kiinnittää jokin 3D-elementti, kuten vaikka fantasiaelokuvissa siivet keijukaisen selkään. Object tracking ei tavallisesti onnistu pelkästään After Effectsissä, vaan siihen käytetään usein esimer-

kiksi Cinema 4D-, Syntheyes- tai muuta vastaavaa 3D-ohjelmaa. Tässä opinnäytetyössä tähän tekniikkaan ei kuitenkaan paneuduta enempää, sillä tekniikka vaatii After Effectsin ulkopuolisia ohjelmia.

3.3 Planar Tracking

After Effectsistä löytyvä lisäosa Mocha sisältää trackaystyökalun nimeltä planar tracking. Englanninkielinen planar-sana kääntyisi suomeksi planaariseksi, tasoihin tai alueisiin liittyväksi sanaksi. Planar trackingin toimintaperiaattena on etsiä tekstuureja eli pinta-alueita ja verrata niiden liikettä aina kuhunkin kuvaan eli frameen. Kuvasta splinen eli käyrien rajaaman alueen sisällöstä luodaan kopio. Aina kun kuva liikahdaa, valitun alueen sisältö etsitään uudelleen uuden framen päälle. Ohjelma ei etsi kuvasta varsinaisesti tiettyä pistettä, jota seurata, kuten piste-trackayksessä tehtäisi. Sen sijaan se hakee tehdyn rajauksen sisältä pinta-aloja, joilla on samanlainen tekstuuri ja vertailee suuria määriä pikseleitä keskenään hahmottaakseen oikean tekstuurin. (Wright, 2011.)

Kuvasta etsitään siis tekstuurien avulla rotaatiota eli kääntymistä, skaalausta eli koon muutosta sekä perspektiiviä eli sitä, mihin kuvan tai tässä tapauksessa pinnan pakopisteet osoittavat. Tällä tavoin ohjelma hahmottaa, mikä trackattavan tason rintamasuunta on kameraan nähden.

Seurattavan tason ei tarvitse aina olla neliskulmainen. Mocha-lisäosasta löytyvä spline, suomeksi splini tai arkikielellä vain rajaus, tarjoaa mahdollisuuden trackata minkä tahansa muotoista kuva-alaa, ja on siksi todella hyödyllinen. Kuten edellä mainittiin, spline on käyrä, jota voi säädellä sen tangenteista eri muotoiseksi.

Planar ja spline trackingia voi käyttää myös muidenkin kuin litteiden pintojen jäljitykseen. Tällä metodilla pystytään seuraamaan jopa kasvoja ja kehoa sekä muhkurasta maastoa, kuitenkin tietyn reunaehdoin. Oleellista kuvan onnistumiseen on, että parallaksia tapahtuu mahdollisimman vähän ja että syvyyden vaihtelu olisi myös vähäistä. Myös heijastukset ja varjot, jotka pysyvät liikkeessä teettävät hankaluuksia kuvan seurannalle. (Boris FX, 2022.)

4 Kamera ja sen liikkeet

Vaikka VFX-supervisorin tai muiden VFX-alan työntekijöiden ei yleensä tarvitse työssään kuvata itse mitään, kameran toiminnan tunteminen on myös heille tärkeää. Toisinaan jälkituotannon eri tehtävissä tarvitaan tietoa siitä, millaisella linsillä otos on kuvattu. Tarpeellista tietoa on myös kameran liikkeen hahmottaminen ja erilaiset kamerasta johtuvat ongelmat, kuten aiemmin mainitut linssivääristymä ja rakeisuus.

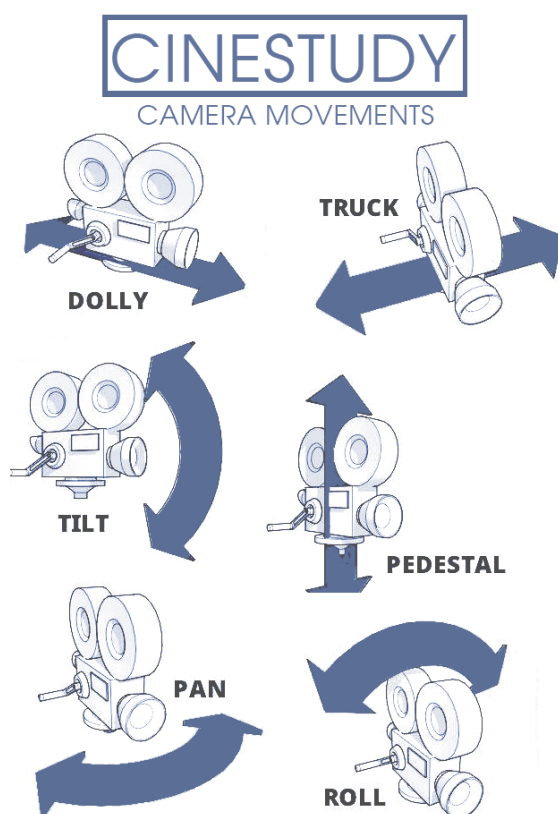
4.1 Kameran toiminta

Kameran kolme tärkeintä perusosaa ovat aukko, suljinaika ja ISO-arvo. Aukko päästää kameran sisälle valoa ja sen kokoa muuttamalla voidaan säätää, paljonko valoa kameraan tulee. Jos aukko on suuri, kameraan tulvii paljon valoa, mutta samalla kuvan syväterävyys on kapea. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvasta vain osa on kerralla terävää ja loput sumeaa. Jos aukko on pieni, kameraan tulee vähemmän valoa, mutta kuva-alasta suurempi osa tai kaikki on terävää. Suljinaika on se aika, kuinka nopeasti kamera ottaa kuvan. Tämä vaikuttaa jälleen valon määrään kuvassa: jos suljinaika on lyhyt, valoa ehtii tulla vähemmän sisään kuin jos suljinaika on pitkä. Pitkällä suljinajalla kuvaan syntyy enemmän liike-epäterävyyttä, jos jokin liikkuu kameran edessä, kuin lyhyellä suljinajalla. Lopuksi ISO-arvo kertoo, miten herkkä kameran sisällä oleva kenno on valolle ja paljonko kennolle tulevaa signaalia vahvistetaan. Kun ISO-arvoa nostetaan, kuvasta tulee valoisampi mutta samalla siihen syntyy rakeisuutta. (Tanner, 2020.)

Kameran perustoimintojen ja kuvauksissa käytettyjen asetusten tunteminen on tärkeää, jotta trackays onnistuisi ilman sellaisia ongelmia, jotka olisi voitu välttää kuvausvaiheessa. Jos suljinaika on pitkä ja kuvaan syntyy paljon liike-epäterävyyttä, tekee se trackayksesta vaikeaa, sillä tracker ei erota epäterävästä kuvasta seurattavaa pistettä. 3D camera -trackaysta varten on hyödyllistä tietää kuvassa käytetyn kameran polttoväli, aukko ja suljinaika, jotta kameran sijainti suhteessa kuvattavaan kohteeseen pystytään jäljentämään mahdollisimman tarkasti. (Lazarov, 2017.)

4.2 Kameran liikkeet

Kameran liike tai liikkumattomuus tuo paljon ilmaisuvoimaa kuviin. Erilaisia tapoja liikuttaa kameraa on paljon. Kamera voi olla aivan paikallaan ja vain hahmot ja muu ympäristö liikkuu, tai sitten kamera pysyy samassa paikassa mutta kääntyy, panoroi ylös, alas tai sivuille, tai sitten zoomaa lähemmäs tai kauemmas kohteestaan. Panoroinnilla voidaan esitellä ympäristöä laajalti tai olla tehokeinona esittelemässä jotain kuvan elementtiä, tilanteesta riippuen myös luoden jännitystä kameran edetessä. Kamera voi myös seurata kulkevaa hahmoa, jolloin kuvaustapaa kutsutaan "tracking shotiksi". Tällaisesta hyvä esimerkki on eräs kohtaus Stanley Kubrickin ohjaamasta elokuvasta nimeltä Hohto vuodelta 1980, jossa nuori poika polkee pyörää hotellin käytäviä pitkin ja kamera seuraa hänen selkäänsä miltei lattianrajasta. (Deguzman, 2020a.)



Kuva 3. Kameran liikesuunnat. (Cinestudy, 2020.)

Seuraavaksi käydään läpi muutamaa erilaista kuvaustapaa, joita ammuskelukohdauksessa voisi todennäköisimmin käyttää. Kameran liikuttelutapoja on lukuisia, mutta tähän osioon valikoitui muutama yleisin. Kameraa ei toki ole aina pakko liikuttaa, vaan kappaleessa kerrotaan myös paikallaan pysyvän kamerasäädin käytöstä.

4.2.1 Static shot

Kaikista tavanomaisin kuvaustapa elokuvissa sekä muissakin liikkuvan kuvan tuotoksissa on paikallaan pysyvä kuva, eli ”static shot”. Siinä kamera ei liiku, vaan seuraa ja taltioi vain kuvattavaa tilannetta. Usein paikallaan pysyvän otoksen tarkoituksena on antaa katsojan rauhassa tutkia tilannetta ja kerätä siitä huomioita. Paikoillaan pysyvässä kuvassa tunnelmaa luodaan kuvan sommittelulla ja kuvakulmalla. Tämä kuva on parhaimmillaan esimerkiksi dialogin pallottelussa hahmolta toiselle, sekä kun halutaan keskittyä hahmoon yleisesti. Liikkumattomuus luo rauhaa kuvaan eikä vie huomiota pois kuvan sisällöstä. (Deguzman, 2020a.)

4.2.2 Dolly

Dollylla kuvaaminen tarkoittaa sitä, että kamera asetetaan kiskojen päälle ja sitä liikutetaan sulavasti niitä pitkin. Erilaisia dolly-kuvia on muutamankaan tyyppiä. ”Dolly in” ja ”dolly out” -kuvissa kamera liikkuu lähemmäs tai loittonee kuvaamisen kohteesta. Liike on näissä suoraan eteen- tai taaksepäin ja mahdollista kiertoa hädin tuskin huomaa. Tarkennus pysyy usein kuvattavassa kohteessa. Dolly voi myös liikkua sivusuunnassa oikealle ja vasemmalle tai viistoon, minne tahansa dollyn kiskot on asetettu viemään. (Yeager, 2019.)

”Dolly zoom” -kuvaustavalla kamerasäädin edessä oleva kohde, kuten elokuvan hahmo, pysyy kuvassa paikallaan, mutta hahmon tausta kapenee tai laajenee. Tämä tapahtuu niin, että samalla kun kamera liikkuu kiskoilla, zoomataan kameralla samanaikaisesti lähemmäs tai kauemmas. Käytännössä jos kamera esimerkiksi loittonee kohteestaan kiskojen varassa, pitää kameralla samanaikaisesti zoomata lähemmäs kohti kohdetta, tai päinvastoin. (Yeager, 2019.)

Dolly zoom -tekniikkaa on käytetty tietävästi ensimmäisen kerran Alfred Hitchcockin elokuvassa *Vertigo* (1958). Tekniikan aikaansaama efekti on varsin vaikuttava ja mukaansatempaava. Kun kamera loittonee kiskoja pitkin ja samaan aikaan kameraa zoomataan lähemmäs kuvauskohdetta, saadaan luotua ahdistava, painostava tai jopa vainoharhainen tunnelma; kuvan tausta näyttää kutistuvan kapeammaksi. Kun taas kuvataan käänteisesti, eli kamera liikkuu kohdetta lähemmäs mutta zoomaa poispäin, kuvan tausta laajenee. Tämä voi luoda tunteen esimerkiksi yksinäisyydestä tai vaikkapa suojaattomuudesta. Kuva näyttää avoimelta, mutta kameran liike luo siihen negatiivisia tuntemuksia. (McCullagh, 2018.)



Kuva 4. Kamera jalustalla, jonka alla on dolly-kuvaa varten renkaat ilman raiteita. (Moranville, 2019.)

4.2.3 Käsivarakamera

Käsivaralla otettu kuva tarkoittaa sitä, että kuvaaja on pidellyt kameraa käsissään ja mahdollisesti olkapäillään, riippuen kameran koosta. Kuvaaja on siis ainoa tuki mitä kameralla on, mutta kuvaaja voi käyttää erilaisia puettavia tukia kameran

kanssa, jotta kamera pysyisi olkapäällä paremmin. Käsien kuvatussa kuvassa näkyy kaikista tuista huolimatta aina kuvaajan pieni huojunta. Kameran pieni, jatkuva liike on omiaan luomaan kuvaan rauhattoman tunnelman, joka toimii usein hienosti toimintaelokuvissa. Käsivaran hienoinen heilunta voi olla ilmaisuvoimainen myös herkemmissä, romanttisissakin kohtauksissa, jossa halutaan luoda intiimi tunnelma hahmojen välille. Samalla katsoja saattaa myös tuntea miltei olevansa itse paikalla ja lähellä hahmoja. Heiluminen saattaa kuitenkin olla myös häiritsevää ja viedä huomion pois kuvan tapahtumista, joten sen liikakäyttöä on varottava. (Deguzman, 2020b.)

Käsivarakuvia kuvatessa käytetään usein apuna kameran tärinää vaimentavia vakaimia. Kameran stabilisaattoria tai vakainta käytetään ehkäisemään kameran heilumista esimerkiksi silloin, kun kameralla kuvataan käsin ilman jalustaa. Näitä on olemassa monenlaisia ja niiden toiminta perustuu yleensä siihen, että kameran paino vakaimen varassa tasoittaa heilumista. Kädessä pidettävä vakain kiinnitetään kameran pohjaan ja toimii ikään kuin kahvana kuvaajalle. Se tasoittaa tärinää ja pientä liikehdintää, mutta kuvaajan on silti liikuttava tasaisesti vakain kädessään. Kolmiakselinen gimbaali puolestaan kääntyy kameran liikkeiden mukaisesti tasoittaakseen liikehdintää. Näissä vakaimissa on olemassa moottori, joka liikuttaa kameraa. Lisäksi on olemassa päälle puettavia kameraliivejä, jotka tasaavat kameran liikettä kuvaajan liikkuesssa. Näitä käytetään usein melko isojen kameroiden kanssa. Liivissä on kiinni varsi, joka pitelee kameraa, sekä kelkka, joka siirtää kameran painopisteen itseensä ja estää tällä tavalla sen kierähtämisen. (GlideGear, 2022.)



Kuva 5. Ronin S -vakain. (Smigelski, 2022.)



Kuva 6. Kädessä pidettävä kameran vakautin. (Sirisvisual, 2021.)

5 Motion track -kuvien suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyön toiminnallisessa osiossa valmistaudutaan elokuvassa työskenteleeseen, mutta myös sitä ennen tehtävien harjoituskuvien tekemiseen. Valmistautuminen tapahtui tutkimalla, mitä vaatimuksia kuvilla on ja mikä trackaysmenetelmä voisi sopia mihinkin kuvaan. Harjoitustyötä varten suunniteltiin kolme erilaista kuvaa. Kuvat olisi kuvattu eri tavalla, mutta samasta tilanteesta: ensimmäisessä kamera olisi paikallaan mutta seurattava kohde liikkuisi, toisessa kokeiltais dollylla kameran liikuttelua samalla kun kohde liikkuu ja kolmannessa kamera liikkuisi käsivaralla, kuten myös kohde. Kuvaamisen jälkeen oli tarkoitus kokeilla, mikä tracking-menetelmä sopii millekin kameran liikkeelle.

Ennen kuvauksia pyrittiin ennakoimaan, miten trackays todennäköisesti onnistuu. Ennakointi on tärkeä osa suunnittelua, sillä siten osataan ottaa huomioon tilanteita, jotka vaikeuttaisivat työskentelyä ja joihin voisi vaikuttaa jo kuvausvaiheessa. Tosielämässä tämä ei toki aina onnistu: joskus käyttöön saadaan kuva-materiaalia, joka on todella haastavaa eikä suunnitteluvaiheessa olla tajuttu asiaa tai mahdollinen ongelma on vain sivuutettu. Jälkituotannon tehtävissä olevat ihmiset saattavatkin kohdata muulta tuotantotiimiltä kuvitelman, että jälkituotannon aika ja taidot hankalasti kuvattuihin kuviin olisivat lähestulkoon rajattomat. ”Korjataan sitten postissa” onkin tämän vuoksi muodostunut jonkin sortin alakoh- taiseksi vitsiksi. Tätä varten VFX-supervisor on mukana heti esituotannossa ja kuvausvaiheessa, jotta jälkituotannolle ei tule turhaan ylimääräistä työtä ja sellaisia ongelmia, jotka olisi voitu ratkaista jo kuvauksissa.

5.1 Esituotanto

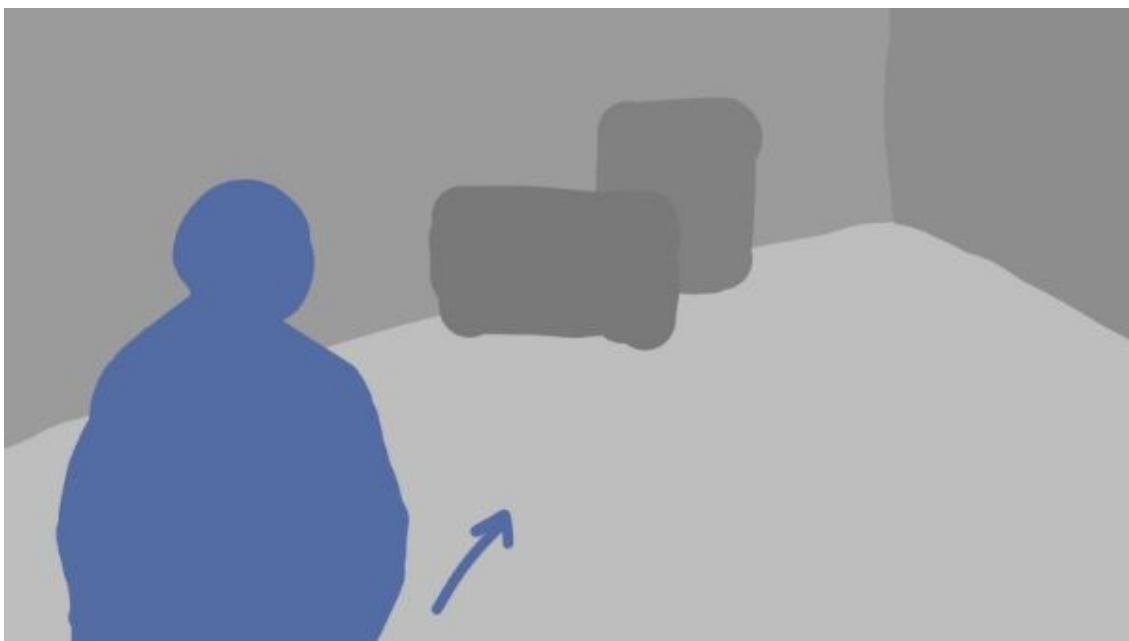
Esituotannossa tehdään suunnittelutyötä, jossa myös VFX-osaston ihmiset voivat olla mukana. Seuraavaksi käsitellään opinnäytetyön harjoitustehtävän esituotannon eri työvaiheita. Tässä vaiheessa päätetään, millaisia kuvia kuvataan ja ennakoidaan, millaisia haasteita niiden kuvaamisessa ja trackaamisessa voi tulla vastaan.

5.1.1 Storyboard

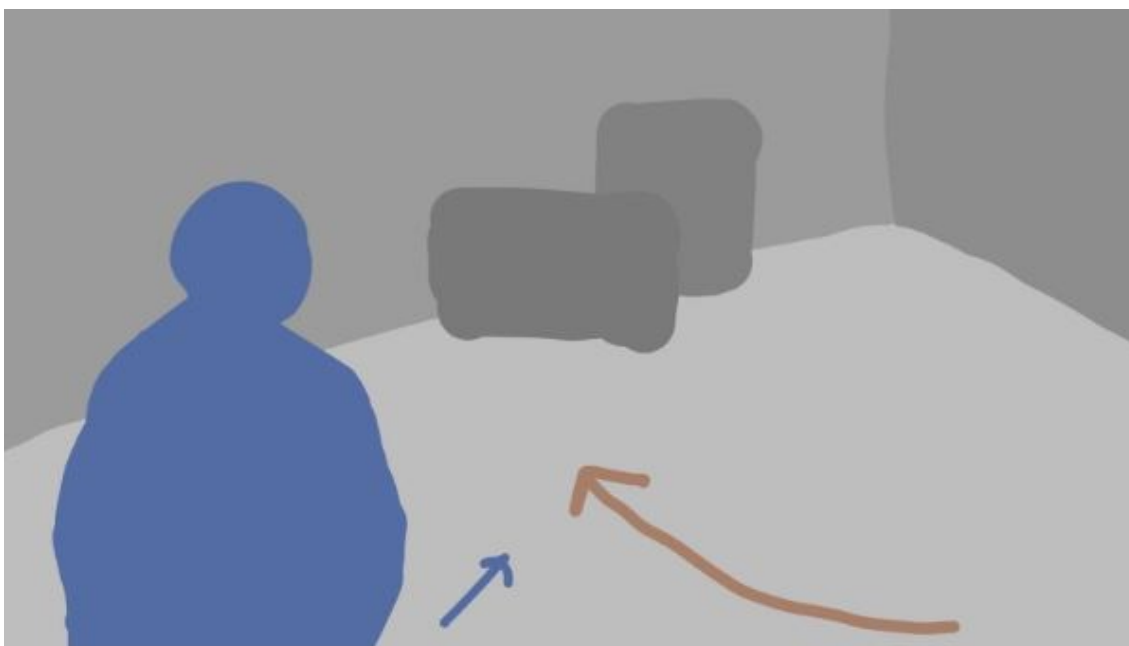
Kuvia suunniteltaessa aloitettiin storyboardin luonnostelulla. Se, mitä kuvassa tapahtuu ja miten kuvan eri elementit on sommiteltu, päätettiin tässä vaiheessa. Eri kuvia tehtiin harjoitelmaa varten kolme, mutta niissä tapahtuu sisällöllisesti käytännössä miltei samat asiat. Kuitenkin kuvan sommittelu tulee muuttumaan hieman silloin, kun kamera liikkuu, joten storyboardeja tehtiin kaksi erilaista: yksi kuvaan, jossa kamera pysyy paikallaan ja yksi kahteen muuhun kuvaan, jossa kamera liikkuu. Tämä johtui siitä, että kuvan sommittelu ei muutu, vaikka kamera olisi dollyn päällä tai käsivaralla, koska liikkeen suunta on sama.

Kuvat 7–9 näyttävät kuvausta varten tehdyt storyboardit. Päätin, että koska tässä työssä harjoittelun keskiössä on liikkeen trackays eikä luodinreikien tekeminen, ei näissä harjoitelmakuvissa tarvitse tapahtua varsinaista ammuskelukohtausta. Riittää siis, että jokin kuvassa liikkuu kameran lisäksi. Kuvissa voitaisiin siis trackata hahmon loittonevaa selkää ja kiinnittää siihen jotain.

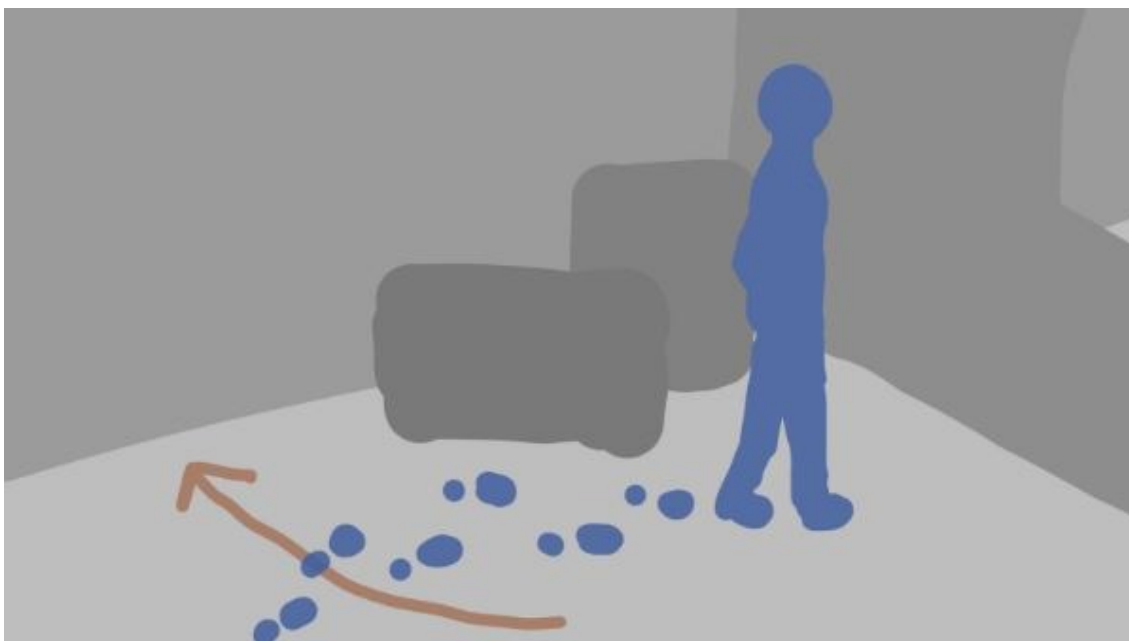
Kuvassa 7 kamera ei liiku, mutta hahmo, esitetty kuvassa sinisellä, astuu esiin kuvan vasemmasta alanurkasta ja kävelee kauemmas, selkä selin kameraan. Kuvissa 8 ja 89 hahmon liikerata on sama kuin edellisessä, mutta kamera liikkuu viistosti vasempaan ja kääntyy hieman katsomaan oikeaa reunaa kohti. Tällöin kuvissa pitäisi olla ainakin parallaksia sekä muutakin liikettä. Kuvissa hahmo on jälleen sinisenä ja kameran liikerataa on kuvattu punaisella nuolella.



Kuva 7. Kamera ei liiku, hahmo kävelee kuvaan.



Kuva 8: Kamera lähtee liikkumaan viistosti vasempaan, hahmo astuu kuva-alalle



Kuva 9: Hahmo kääntyy hieman sivuttain, kamera liikkuu edelleen vasempaan mutta kääntyy hahmon mukana

Storyboardin lisäksi usein voidaan tehdä pre-vis eli esimerkkikuva siitä, millainen lopputulos voisi olla valmistuttuaan ja miten tehosteet toimivat käytännössä. Koska tässä kuvassa tehosteita eli digitaalisia luodinreikiä ei toteutettu loppuun asti, on pre-visin tekeminen melko tarpeeton työvaihe, joten se jätettiin pois.

5.1.2 Trackayksen onnistumisvaatimukset

Kaikilla trackattavilla kuvilla on joitain yhteisiä edellytyksiä, jotta ne voisivat onnistua trackaysvaiheessa. Kuvissa tulee olla tarpeeksi kontrastia etenkin seurattavan kohteen osalta, jotta tietokone osaa erottaa, missä kohde kulloinkin liikkuu eikä kadota sitä. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvat tulee kuvata hyvässä valossa, mutta ei antaa niiden ylivalottua, minkä lisäksi kuvassa tulee olla myös tummia alueita, joita valo ei haalista liiaksi. Vaikka nämä seikat on otettava huomioon tarkemmin vasta kuvausvaiheessa, vaikuttavat ne myös storyboardin suunnitteluun ja sijainnin valintaan. Lisäksi 3D-tracking tarvitsee parallaksia onnistuakseen, joten kuvassa täytyy tapahtua dollyn ja käsivarakameran kohdalla hieman sivusuuntaista liikettä.

Boris FX:n (2022) mukaan planar tracking ei olisi ideaali trackaystapa kuvalle, jossa kamera liikkuu huomattavasti. Tämä antoi viitteitä siihen, että planar tracking ei tulisi toimimaan aivan ongelmitta dolly- tai käsivarakuvausten kanssa. Tämä jäi kuitenkin nähtäväksi. Kuvassa ei olisi myöskään suositeltavaa olla heijastuksia, joten kuvaaminen veden tai lasipinnan lähellä olisi huono idea.

Piste-tracking vaikutti näin ollen muita tekniikoita lupaavammalta tekniikalta kameran liikkeissä pysymiseen. Jobert Montreas (2016) kertoo, että yhden pisteen käyttö voi riittää silloin, kun kamera ei liiku. Mukaan on hyvä ottaa toinenkin piste, jos kuvassa tapahtuu parallaksia tai kamera lähestyy tai loittonee kohteesta. Toisin sanoen dolly-kuvissa on käytettävä ainakin kahta pistettä. Kovasti heiluvalla tai tärisevällä käsivarakuvalle ei ilmennyt helppoa niksiä trackaykseen, sillä tilanne on aina hieman haastava. Voitaisiin kuitenkin päätellä, että kuvasta pitäisi löytyä ainakin kolme trackayspistettä. Niiden luomiseen voidaan käyttää tarraa trackayksen apuvälineenä. Vaikka yksinkertaisia merkkaustarroja ei monesti käytetä kuin trackayksen kannalta hankalasti valaistuissa kuvissa, ei sen käyttäminen ole täysin poissuljettua muunlaisissakaan tilanteissa. Tarran pitää vain olla niin pieni, että sen saa poistettua kuvasta helposti jälkeensä.

5.1.3 Kuvauspaikka ja välineistön hankinta

Kuvauksissa tarvittavat välineet ovat kameran lisäksi dolly-kiskot, jalusta sekä stabilisaattorijalusta käsivarakuvausta varten. Näissä käännyttiin Metropolian kameranlainaamon puoleen, josta saatiin kaikki tarvittavat kuvauspäivään. Tarvikkeita kysyttiin etukäteen ja niille sovittiin noutopäivä sekä säilytyspaikka.

Lisäksi piti päättää, missä kuvataan. Kuvan onnistumisen kannalta paikan valinnan kriteereinä oli tasainen eikä liian kirkas valo. Paikaksi ajateltiin alun perin Metropolian Arabian toimipisteen takapihaa, jossa harvoin kulkee muita ihmisiä ja jonne aurinko voisi osua keskellä päivää sopivasti. Kuitenkin viikko ennen kuvauspäivää säät muuttuivat huhtikuiseksi räntäsateeksi, joten kuvaukset varauduttiin siirtämään sisätiloihin tarvittaessa. Arabian kampuksella on monenlaisia

mielenkiintoisia sisätiloja, mutta kuvaustarpeet huomioon ottaen valitettavan paljon lasiseiniä, joiden heijastukset voivat aiheuttaa harmia. Lisäksi valaistus ei tavallisilla toimistomaisilla kattovaloilla ole välttämättä kovin tasainen. Tasaisimman valon paikka kampuksella olisi koulun ruokala, jossa on kattoikkuna. Siellä kuitenkin liikkuu melko paljon ihmisiä, joten sekin olisi hieman ongelmallinen sijainti. Mikäli siis vain mahdollista, kuvaukset pidettäisiin ulkona ja kaatosateen sattuessa ruokalassa.

5.2 Tuotanto

Kuvauspaikaksi valikoitui päivän sään mukaan ulkotila, eli Arabian kampuksen takapiha. Luonnonvalo ulkona oli kylmän harmaa ja tasainen, mikä oli parempi valaistus kuin esimerkiksi kirkkaan aurinkoinen, mikä saattaisi luoda liian teräviä valoja ja varjoja kuvaan. Ennen kuvausten aloittamista säädettiin kamerasäätöjä siten, että kuvasta tulisi mahdollisimman hyvää ja tarkkaa käyttöön saadussa valossa. Mitä lyhyempi suljinaika, sitä vähemmän liike-epäterävyttä kuvaan tulisi ja sitä helpompaa trackays olisi. Tämä johtuu siitä, että tietokoneen on vaikeaa erottaa sumeilta alueilta tarkkoja kontrastieroja, joilla pitäisi trackayspisteiden kohdallaan. Jos suljinaika on todella lyhyt, se tarkoittaa samalla sitä, että kamerasäätö aukosta ehtii tulla vähemmän valoa sisään kameraan. Silloin kuvista voi tulla melko hämäriä, mikä taas vuorostaan vähentäisi kuvien kontrastia. Tämän takia kameralle piti asettaa iso aukko, jotta valoa pääsisi tulvimaan sisälle mahdollisimman paljon lyhyessä ajassa. Aukon koko taas vaikuttaa kuvan syväterävyteen. Mitä pienempi aukko on käytössä, sitä pitempi syvyysterävyysalue, eli matka, joka näkyy kuvassa täysin terävänä. Jos siis tässä tapauksessa haluttaisiin mahdollisimman iso aukko mutta mahdollisimman lyhyellä valotusajalla, on viimeisenä oljenkortena ISO-arvon nostaminen. ISO-luku kamerassa tarkoittaa kennon valonherkkyyttä ja sitä, miten paljon kennolle tulevaa valosignaalia vahvistetaan. Jos ISO-arvo on todella korkea, kuvaan tulee enemmän rakeisuutta kuin matalalla ISO-luvulla.

Tehtävään tarvittavat videopätkät kuvattiin pilvisellä säällä käyttäen suljinaikana 1 / 50 s, 25 framen tahdilla. Tässä käytettiin vanhaa nyrkkisääntöä, jonka mukaan

ideaaliluku suljinajalle olisi tuplat frame ratelle. ISO-luku oli melko korkea 1600, mutta käytössä oli kohtuullisen laadukas kamera, jossa rakeisuus ei tule esiin aivan heti. Aukkoa hieman säädeltiin kuvausten aikana, joten se ei pysynyt kaikissa kuvissa täysin samana. Kuvissa päätettiin myös käyttää teippimarkkereita. Kuvan hahmolla ei ollut mitään kontrastikkaita pisteitä takissaan, eikä teippien poisto ole tämän tehtävän kannalta kovin olennaista, joten päätettiin että teipeistä olisi tällä kertaa silkkaa hyötyä eikä lainkaan haittaa. Videoita otettiin aluksi pari erilaista eri määrillä teippiä, mutta todettiin että videot eivät olisi keskenään kovin vertailukelpoisia, jos niissä kaikissa käytettäisiin eri lukumääriä teipinpaloja. Eri-laisia teippien ja tracking-tekniikoiden yhdistelmiä pitäisi tehdä lukemattomia, jotta nähtäisi vertailukelpoinen tulos niiden toimivuudesta eri tilanteissa. Näin päätettiin, että loput videot kuvattaisiin kahdella teipin palalla, ja vertailtaisiin vain näitä videoita keskenään. Teippien sijoittelu ja tulokseksi saatu valoisuus näkyvät kuvassa 10.



Kuva 10. Ulkokuvaus ja kaksi tracking-pistettä

Ensimmäisenä kuvattiin otos käsivaralla käyttäen apuna Ronin S -vakaajaa. Vaikka vakaaja pehmentää jo todella hyvin tärinää kuvaajan liikkuesssa, ei se pysty korjaamaan suurta huojuntaa tai muita isoja liikkeitä, joita kuvaaja voi liikkueessaan vahingossa tehdä. Siksi myös vakaimen kanssa kuvattaessa piti osata

liikkua hyvin sulavasti, toisin sanoen käsivarakuvaus vaati hyvää kehonhallintaa. Kuvattuja pätkiä katsottaessa tuloksiin oli hieman vaikea olla tyytyväinen. Sulava liikkuminen vaatisi selkeästi enemmän harjoittelua.

Seuraavaksi kuvattiin dolly-otos. Tämä kuvauskerta oli valitettavasti ensimmäinen, jossa kirjoittaja on käsitellyt dollya, joten kiskojen asennus vaati hieman apukäsiä. Tehtävä suoritettiin kuitenkin onnistuneesti ja saatiin aikaan melko pehmeästi liikkuvaa kuvaa. Dollyn kasauksen jälkeen toinen haaste oli kameran liikkeen pitäminen tasaisena koko liikeradan ajan. Kuvassa ei kuuluisi näkyä, että kameran liike hidastuu ja kiihtyy kesken matkan. Tämän tapahtumista ei kuitenkaan ollut helppoa huomata kuvattaessa. Tämän hieman pumppaavan hidastelu- ja kiihdytysliikkeen huomasi vasta kun saatu otos tarkistettiin heti kuvausten jälkeen, joten asiaan piti kiinnittää tarkempaa huomiota ja ottaa toinen yritys. Tämän lisäksi kiskoilla liikkeen lopettaminen tapahtui töksähtäen kiskojen päätyyn, mikä hieman heilautti kuvaa, mutta videon hieman haparoivaa alkua ja loppua ei ole onneksi pakko käyttää tässä tehtävässä.

Viimeisenä kuvattiin static shot. Kuvaaminen ei ollut haasteellista, sillä kuvassa hahmo vain käveli kameran ohitse. Kuvatessa koitettiin pitää mielessä se etäisyys, jossa kamera oli tarkimmillaan, ja saada hahmo kävelemään suurin piirtein siihen asti kamerasta. Tämän jälkeen videot vielä tarkastettiin ja todettiin, että saatiin käyttökelpoista materiaalia.

5.3 Jälkituotanto

Kun kuvaukset oli hoidettu, oli aika tarkastella sieltä saatuja materiaaleja tarkemmin. Huomattiin, että liike-epäterävyyttä syntyi sittenkin hieman, mikä tulisi todennäköisesti vaikeuttamaan trackaamista. Kuva ei ole kovinkaan rakeinen, joten kameran asetuksia olisi siis voinut muuttaa vielä vähän valovoimaisemmiksi ISO-luvun puolelta. Kuvien rakeisuutta tulee välttää siksi, että se tekee trackaamisesta vaikeampaa. Jos kuva on tietokoneen ja tracking-työkalun mielestä täynnä pieniä "pisteitä" eli tässä tapauksessa oikeasti rakeita, sen on vaikea erottaa mitkä ovat niitä oikeita pisteitä, joita halutaan seurata. Jos kuitenkin kuvassa olisi

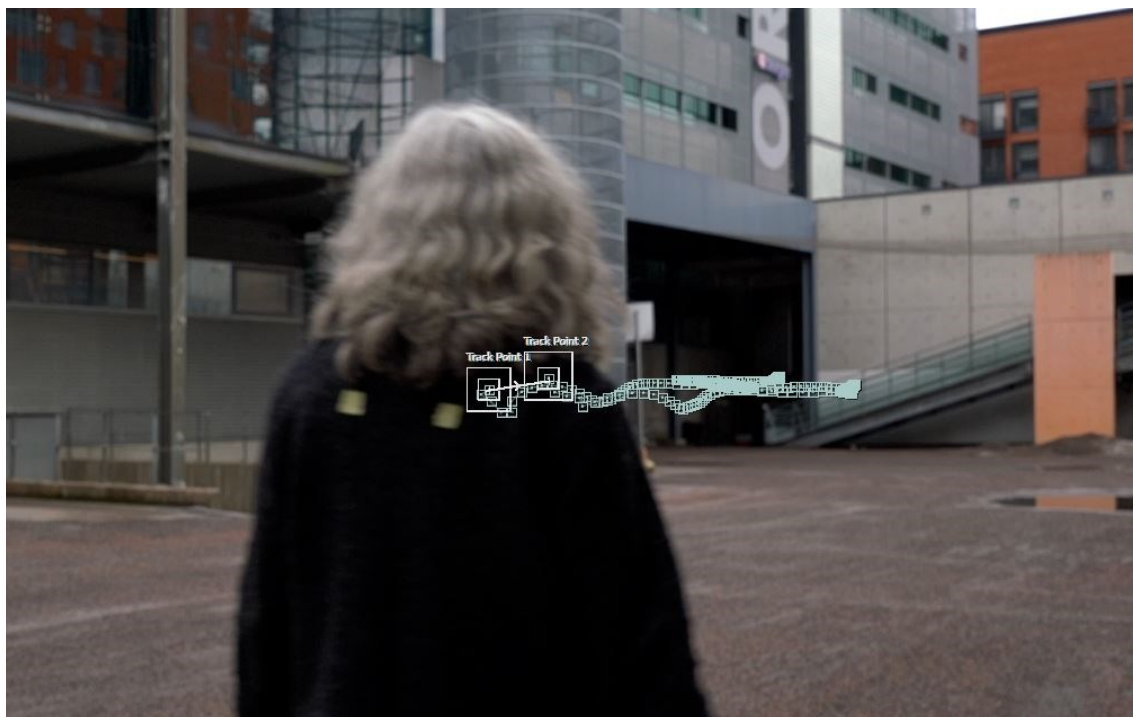
enemmän valoa ISO-luvun puolesta, voitaisi suljinaika tuplata, eli kamera ottaisi videon frameja nopeammassa tahdissa. Tällöin liike-epäterävyyttä syntyisi vähemmän. Liike-epäterävyydestä ei kannata silti pyrkiä kokonaan eroon, sillä jatkuvasti täysin terävä kuva voi näyttää katsojasta melko oudolta.

5.3.1 Static shot -kuvan trackaaminen

Static shot -kuvan jälkikäsitteily aloitettiin harkitsemalla, kuinka pahasti linssivääristymä voisi vaikuttaa trackaamiseen. Kuvassa on hetken aikaa tapahtumia kuvan reunalla, mutta mitkään trackattavat asiat eivät ole suoria linjoja, kuten seiniä tai ovia, joista vääristymä näkyisi ilmeisimmin. Korjaus päätettiin siis tällä kertaa jättää tekemättä, sillä vaikutti siltä, että sillä ei olisi silminnähtävää merkitystä trackaamisen onnistumisen kannalta. Kuvaa tarkastellessa lähemmin huomattiin, että valo ei ehkä ollutkaan aivan riittävä, sillä hahmon aloittaessa liikkeensä aivan kuvan etualalta on nähtävissä melko paljon liike-epäterävyyttä takkiin teipatuissa markereissa. Tämä voi myös johtua siitä, että syväterävyys oli tarkimmillaan parin metrin päässä kamerasta, mutta ei aivan sen vieressä. Liike-epäterävyyttä tapahtuu toisaalta yleensäkin enemmän lähempänä kameraa kuin kauempana siitä. Voi siis olla, että epäterävyyttä ei olisi voitu estää kokonaan kuvaustilanteessa.

Tracking pointeja tehtiin kaksi ja niiden attach pointit laitettiin seuraamaan kummankin teipin oikeaa yläkulmaa. Trackerin asetuksista valittiin positionin lisäksi myös rotation ja scale -työkalut, mikä synnytti automaattisesti kaksi tracking-pistettä, joiden attach pointit olivat yhdistyneet toisiinsa viivalla. Näin pystyttäisiin siis saamaan tietoa pisteiden keskinäisen välimatkan suuruudesta ja kulmasta. Ne pysyivät hienosti paikoillaan kuvan loppupuolella, jossa hahmo oli kauempana ja liike-epäterävyyttä tai muuta sumeutta ei ollut nähtävissä, mutta todella huonosti silloin, kun hahmo oli kuvan alussa aivan kameran vieressä ja epäterävyyttä oli todella paljon. Aluksi trackerin search region oli täsmälleen keskitetysti attach pointin ja feature regionin ympärillä, jolloin osa teipistä oli alueen reunalla ja osa keskellä. Kun search regionia siirsi hieman niin, että teippi oli sen sisällä keskemällä, tracker alkoi toimimaan melko hyvin liike-epäterävyydestä huolimatta.

Tässä kohtaa ei kuitenkaan trackeria uskaltanut antaa mennä itseksensä eteenpäin, vaan kuvaa käytiin yksi frame kerrallaan, jotta mahdolliset virheet saisi pysäytettyä ennen kuin ne sekoittavat trackerin pahemmin. Tämä on kuitenkin melko yleistä myös ammattilaisten keskuudessa, joten kuvan osittaista manuaalista läpikäyntiä ei pidetty suurena epäonnistumisena.



Kuva 11. Liike-epäterävyys hankaloittaa piste-trackaamista

3D-camera tracking jätettiin tämän kuvan kanssa tekemättä, sillä se vaatisi onnistuakseen kameran liikkeen ja parallaksin. Siksi seuraava vaihe oli planar trackingin testaaminen. After Effectsistä valittiin videolle efektiksi Mocha AE ja käynnistettiin Mocha-lisäosa. Hahmon selkää myötäilemään piirrettiin spline. Trackays aloitettiin nyt videon keskeltä, missä kuva oli tarkimmillaan ja helpoin trackata, sillä vaikutti paremmalta idealta kokeilla ensin helppoa kohtaa videossa ja siirtyä sitten säätämään vaikeampaa kohtaa. Keskikohdasta edettiin videon loppuun, minkä jälkeen palattiin videon keskelle ja trackattiin takaperin videon alkuun. Trackays näytti aluksi lähtevän tällä tavoin käyntiin lähes moitteettomasti eikä liike-epäterävyys haitannut lainkaan. Kuitenkin hetken päästä splinen reunat eivät enää aivan pysyneet hahmon takin reunoissa.



Kuva 12. Planar trackerin spline haparoi takin reunojen lähellä

Kun splinen reunapisteitä korjattiin hieman käsin kesken trackaysta, onnistui videon trackaaminen loppuun melko nätisti. Kun perspektiivin trackays oli päällä, osasi Mocha jopa kääntää splinen hahmon kääntyessä. Kun trackays oli käyty videon loppuun asti, siirryttiin vielä taaksepäin trackaamaan aivan videon alusta, jossa hahmo on kameran vieressä eikä koko ajan kokonaan näkyvissä, minkä lisäksi liike-epäterävyys on pahimmillaan. Mocha selvisi yllättävän hyvin tilanteesta, jossa hahmosta näkyi vain puolet ja loppu trackattavasta alueesta oli kuvan ulkopuolella.

5.3.2 Dolly-kuvan trackaaminen

Dolly-kuvan testaaminen aloitettiin myös piste-trackaamisesta. Dolly-kuvassa liike-epäterävyyttä ei yllättäen syntynyt merkittävästi, joten trackerin pisteet pysyivät teipeissä kiinni erinomaisesti lähes koko ajan. Ainoa haaste ilmeni kuvassa hahmon eteen ilmestyvästä kaiteesta, jonka takaa kamera seurasi hahmoa. Kuvasta 13 näkee, kuinka kaide peitti välillä teipit, jolloin trackaaminen piti hetkeksi pysäyttää ja manuaalisesti siirtää trackerin pisteet videolla oikeille kohdille, kun kaiteen ohi oli jo päästy ja teipit näkyivät taas.



Kuva 13. Kaide sekoittaa trackerin.

Seuraavaksi käytiin läpi planar tracking ja työskentely aloitettiin taas keskeltä videota, missä hahmon ja kameran liike olisi todennäköisesti helpointa seurata. Vaikka aiemmin ennakoitiin, että tämä ei ehkä onnistuisi kovin helposti liikkuvan kameran kanssa, ei kameran tasainen liike aiheuttanut valtavasti ongelmia trackaamisessa. Ongelmia tuotti kuitenkin jälleen hahmon eteen ilmestynvä kaide, jonka kohdalla tracker hukkasi aina hahmon takin reunan, kuten kuvasta 14 nähdään. Tällöin vaikutti helpommalta laittaa tracker pois päältä siksi aikaa, kun kaide ohitetaan. Splinea joutui jonkin verran siirtelemään käsin, mikä oli jokseenkin yllättävää. Spline pysyi paremmin paikallaan siinä vaiheessa, kun kamera pysähtyi dolly-raiteiden päähän ja hahmo jatkoi kävelyään. Samoin kuin kaiteiden kohdalla kävi, spline ei osannut pysyä liikkeessä mukana, kun hahmon tuleminen kuva-alalle trackattiin jälleen viimeisenä takaperin, jolloin hahmo oikeastaan katoaa kuvan reunaan ja on vain puoliksi näkyvissä. Kaiken kaikkiaan planar tracking toimi tämän kuvan kanssa siedettävästi.



Kuva 14. Kaide sekoittaa spline trackerin.

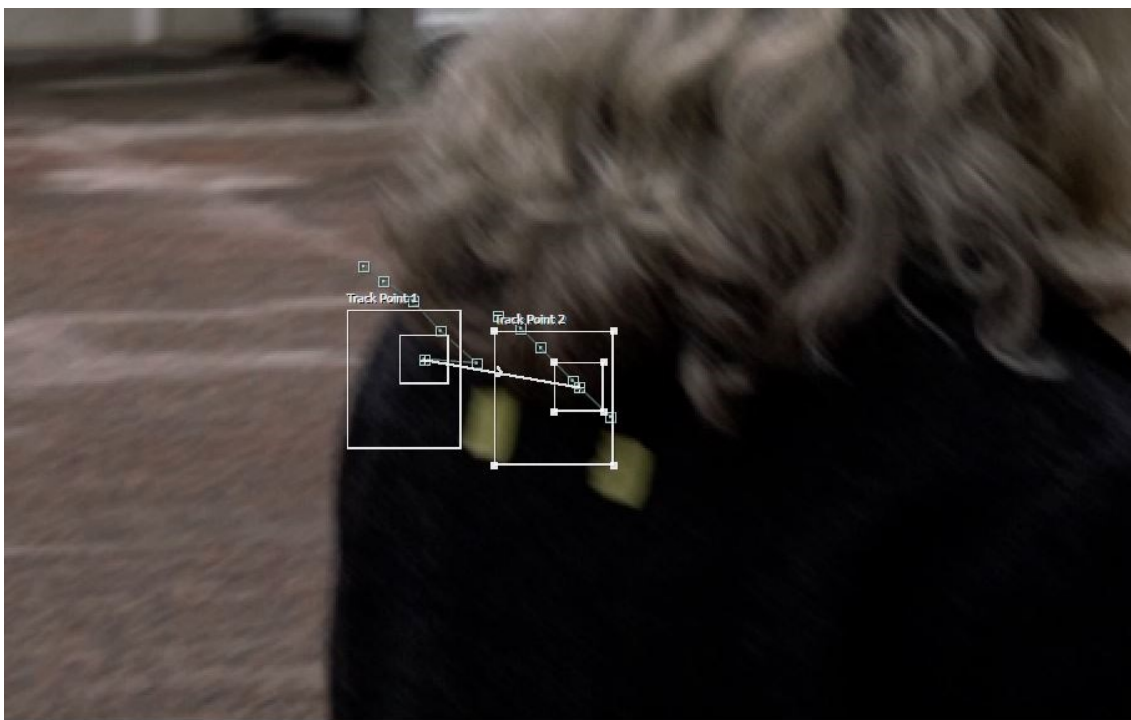
Seuraavaksi päästiin kokeilemaan myös 3D-trackaysta. Tämä tekniikka oli tietokoneelle melko työläs analysoitava, joten työskentelyn alku sisälsi jonkin verran odottelua. Aiempien tekniikoiden kanssa trackattavana oli hahmo, mutta tämä tekniikka keskittyy sen sijaan hahmon ympäristöön. Tämän tehtävän kanssa päätettiin tarkastella trackayksen onnistumista upottamalla teksti hahmon taustalle ja katsomalla, kuinka hyvin se pysyy paikallaan ja oikeassa asennossa. 3D-trackays onnistui lopulta todella sujuvasti, eikä tietokoneen oman työskentelyn jälkeen tarvinnut juuri tehdä käsin itse mitään. Kuvaan upotettu teksti pysyi hienosti paikoillaan, mistä on nähtävissä esimerkki kuvassa 15.



Kuva 15. Tekstin upottaminen kuvaan onnistui.

5.3.3 Käsivarakuvan trackays

Käsivaralla kuvatun kuvan ennakoitiin olevan vaikein trackattavista kuvista, sillä hienovarainen huojunta ja tärinä tekisi tietokoneelle vaikeaksi pysyä kiinni seurattavissa kiintopisteissä. Työ aloitettiin jälleen piste-trackerilla, mikä osoittautui hankalaksi, kuten oli ennakoitu. Kuvasta 16 näkyy, kuinka kameran kuvassa oli jälleen alussa melko paljon epäterävyyttä, kun hahmo liikkuu aivan kameran lähellä, minkä takia tracker ei aivan pysynyt perässä teippien tarkasta sijainnista. Tilannetta kokeiltiin avittaa search regionia suurentamalla, mutta tällä kertaa sekin ei auttanut. Trackeria joutuikin siirtelemään manuaalisesti frame kerrallaan siihen asti, kunnes hahmo pääsi kauemmas kamerasta ja oli terävämpi. Tässäkin kohtaa ilmeni kuitenkin hetkiä, jolloin kamera heilahteli niin paljon, että tracker ei pysynyt perässä. Välillä piste-tracker siirtyi seuraamaan teipin kulman sijaan sen laitaa tai toista kulmaa. Trackaaminen ei ollut kuitenkaan aivan mahdotonta, vaan välillä pisteet pysyivät siedettävän hyvin paikoillaan. Tästä on esimerkkinä kuva 17, jossa kuva on hieman terävämpi kuin edellinen ja hahmon liike on myös hallitumpaa.



Kuva 16. Piste-tracker heilahtaa pois paikoiltaan, kun kuva on liian sumea ja liikkuu liian nopeasti.



Kuva 17. Tracker pysyy paikoillaan rauhallisessa liikkeessä ja terävähkössä kuvassa.

Seuraavaksi käytiin läpi planar tracking. Tämän kuvan kanssa splinea joutui korjailemaan käsin melko paljon, eikä perspektiivin trackaamista voinut juurikaan laittaa päälle. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että kamera pyöri hahmon ympärillä, mihin Mochan perspektiivityökalu reagoi voimakkaasti ja väänsi splineä liikaa. Perspektiivi jätettiin siis pois päältä, mutta spline ei siltikään pysynyt kohdillaan kovin tarkasti. Kuvasta 18 näkyy splinen yritys pysytellä hahmon takin reunoissa kiinni, sekä sen tekemä hahmotelma hahmon kiertoliikkeestä, joka tapahtuu todellisuudessa kamerassa eikä hahmolla.

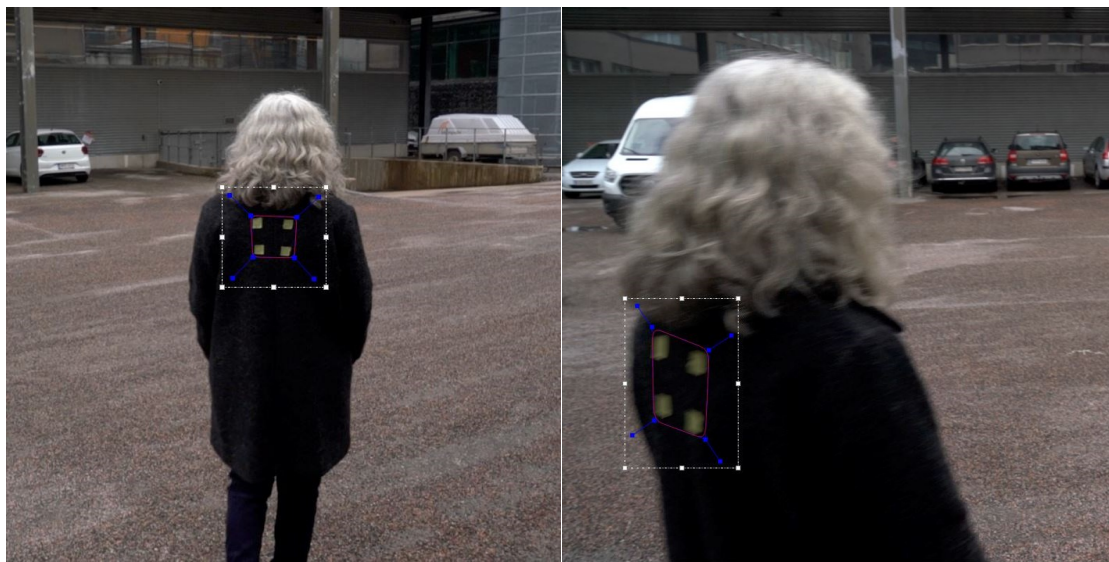


Kuva 18. Spline ei osannut seurata hahmoa, kun kamera kääntyi sen ympärillä.

Planar trackingia päätettiin testata vielä uudestaan, mutta tällä kertaa erilaiseen kuvaan. Kuvauksissa oli otettu testiksi sellainen video, jossa hahmon takissa oli

kahden sijaan neljä teipinpalaa. Tätä kuvaa päätettiin kokeilla planar trackingille, sillä pelkkä takin muoto saattoi olla liian epämääräinen seurattava. Tämän kuvan tracker osasi käsitellä erinomaisesti ja kohtuullisen nopeasti. Spline osasi jopa kääntyä hahmon selän mukana, kun se sai seurata teipinpaloja.

Trackaysta ei haitannut minkäänlainen liike-epäterävyys tai muu heilunta, kuten kuvasta 19 voi huomata.



Kuva 19. Neljällä teipillä spline pysyi paikallaan hyvin.

Viimeisenä käytiin läpi 3D-trackays. Tällä kertaa 3D-tracker sai yllättäen luotua trackayspisteitä myös hahmon hiuksiin, mutta ei lainkaan selkään. Lattian ja seinien trackays onnistui kuitenkin erinomaisesti. Tracking-pisteitä koitettiin saada tarttumaan tukan lisäksi takkiin kirkastamalla kuvaa hieman, jotta tumman takin varjot ja valot erottuisivat paremmin. Tämä ei kuitenkaan auttanut, vaan tracking-pisteet pysyivät edelleen hiuksissa mutta eivät tulleet lainkaan takkiin. Tämän ongelman kanssa olisi voinut kokeilla tehdä garbage matten tukkaan. Garbage matte on maski, jonka sisällä olevat asiat jätetään huomiotta kuvaan tehtävässä efektissä tai muussa käsittelyssä. Tässä tapauksessa maskin avulla 3D-tracker olisi jättänyt hiukset pois tracking-pisteiden etsimisestä ja luomisesta. Tämä tuli kuitenkin mieleen vasta kun testaukset oli jo tehty, eivätkä hius-ten tracking-pisteet varsinaisesti häirinneet testin onnistumista kokonaisuudessaan. Garbage matte jätettiin tällä kertaa tekemättä.



Kuva 20. 3D-tracker tarttui hahmon hiuksiin.

Hahmon trackaaminen 3D:ssä olisi onnistunut todennäköisesti esimerkiksi Cinema 4D:n object tracker -toimintoa käyttäen. Tällöin tracker olisi pystynyt seuraamaan hahmon liikettä ja hahmoon olisi voitu kiinnittää jonkinlaisia 3D-elementtejä. Tämä ei ole kuitenkaan tehtävissä After Effectsissä, johon tämä opinäytetyö keskittyy, joten tämän testaaminen jätettiin harjoituksesta pois.

6 Loppupäätelmät

Kaikkien eri tracking-tekniikoiden läpikäynti oli melko työläs tehtävä. Se synnytti kuitenkin hyvän käsityksen siitä, millaisissa tilanteissa trackaysta tekevä voisi kohdata ongelmia ja millaisia ne ongelmat voisivat olla. Vaikutti siltä, että jokainen tracking-tekniikka on itsessään hyvä ja kätevä, mutta kunkin kanssa työtä tuottaa eniten se, jos käsittelyyn saatu kuva on vaikea. Vaikeusastetta lisää liike-epäterävyys ja kapea syväterävyys, kontrastin puuttuminen ja kameran liike. Jälkituotannon ajan säästämiseksi onkin siis tärkeää, että kuvauksissa ollaan tarkkaavaisia siitä, miten laadukasta kuvaa saadaan tehtyä. Tämä ei on-

neksi ole usein suuri ongelma oikeiden elokuvien kanssa, joiden parissa työskentelee ammattilaiskuvaajia. Tämä osoittautui kuitenkin haasteeksi tilanteessa, jossa kuvaaminen ei ollut omaa erityisosaamista. Huonosti kuvatut kuvat eivät kuitenkaan ole ylitsepääsemätön ongelma, vaan trackaysta on mahdollista tehdä myös manuaalisesti ja saada aikaan laadukkaita tuloksia. Tämä on hidas, mutta ei mahdotonta. Nämä asiat olivat kuitenkin työn yksi tärkeimmistä havainnoista: VFX-supervisorin on tiedettävä kameran toiminnasta tarpeeksi, jotta hän voi ottaa kameraan liittyvät asiat huomioon esituotannossa ja kuvausten aikana ja antaa siihen liittyvää ohjeistusta.

Joskus taas kuvaan halutaankin sumeutta, jolloin VFX-artistin on osattava arvata, missä trackattava piste voisi kulkea. Yksi VFX-artistin tärkeimpiä taitoja onkin ymmärtää valoja ja varjoja sekä ympäröivän maailman liikkeeseen liittyvää fysiikkaa. Tätä taitoa tarvitaan siihen, että erilaisia efektejä pystytään upottamaan kuvaan mahdollisimman aidon näköisesti. VFX-artistilla pitää siis olla silmää luoda sopivanlainen tahti luomalleen liikkeelle ja tämä taito tulisi käyttöön vaikeampien efektien lisäksi myös melko yksinkertaisessa tracker-pisteen manuaalisessa liikuttelussa.

Trackereiden erilaisten käyttötarkoitusten vuoksi on selvää, että pelkästään After Effectsin 3D-trackaysta ei käytetä ihmisten ollessa kohteena, mutta tekniikka vaikutti olevan erinomainen tilaan tehtäville upotuksille, kuten olikin odotettu. Piste-trackays osoittautui sitä hankalammaksi, mitä enemmän kamera heilui, mutta se oli hieman haastavaa jo silloin, kun kamera ei liikkunut. Tämä johtui todennäköisesti edellä mainituista syistä, joihin kuvaushetkellä olisi voinut vaikuttaa enemmän. Piste-trackays voisi kuitenkin olla vartenotettava vaihtoehto monessakin tilanteessa, kunhan käytettävä kuva on tarpeeksi kontrastista ja terävää. Planar tracking vaikutti ensin epäonniselta kokeilulta, kunnes vaihdettiin testattavaa kuvaa kaksiteippisestä neliteippiseen versioon. Siinä planar tracking suorastaan loisti tarkkuudellaan.

Tätä testaustyötä käytetään hyödyksi opinnäytetyön jälkeen tehtävässä toimin-
taelokuvan jälkituotannossa. Elokuvassa kameran ja hahmojen liikkeet ovat pal-
jon nopeampia kuin tätä opinnäytetyötä kuvatuissa materiaaleissa. Siksi eloku-
van parissa työskentelyssä tulee työstettäväksi varmasti paljon liike-epäte-
rävyyttä sisältäviä kuvia. Lisäksi tulevassa elokuvatyössä ei ole loputtomasti ai-
kaa jälkituotannon tehtävien hiomiseen. Harjoitustyö antaa hyvät eväät sille,
että elokuvan parissa osaa valita sopivat työkalut kuhunkin kuvatyyppiin ja en-
nakoida, mikä on järkevä ja kohtuullinen aika kuluttaa siihen. Harjoitustyö tarjosi
myös taustatietoa ja ajatuksia siitä, mitä VFX-supervisorin tehtävissä tulee ottaa
huomioon.

Mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita voisi olla esimerkiksi se, miten elokuvissa
istutetaan vaikkapa isoja arpisia alueita tai 3D:ssä tehtyjä lisäkkeitä hahmon
kasvoihin. Tästä esimerkkinä toimii Pirates of the Caribbean -elokuvien loista-
vasti luotu hahmo Davy Jones, jonka kasvot ovat limaiset ja täynnä lonkeroita.
Elokuva, jossa kyseinen hahmo ensi kertaa esiintyi, julkaistiin vuonna 2006 ja
voisi kuvitella, että tekniikka olisi kehittynyt vuosien varrella vielä paremmaksi.
Mikä tekniikka tai ohjelma olisi nykypäivänä paras kasvojen trackaamiseen käy-
tettävä työväline? Tässä voisi testata esimerkiksi aiemmin mainittua object
trackeria Cinema 4D:ssä tai Syntheyes:issa. Myös Mocha-lisäosasta saatavilla
oleva laajennettu versio Mocha Pro voisi tarjota mielenkiintoisia työvälineitä,
joita voisi testata eri käyttötarkoituksia varten.

Lähteet

BorisFX. 2022. The Mocha Pro Quick Start Guide!

<https://borisfx.com/support/documentation/mocha/quick-start-guide/>

(Luettu 15.3.2022.)

CGI Spectrum. 10.4.2018. What is the Visual Effects Pipeline?

<https://www.cgspectrum.com/blog/the-visual-effects-pipeline> (Luettu 14.2.2022.)

Cinestudy. 2020. Camera movements defined.

<https://cinestudy.org/2020/06/29/camera-movement/> (Luettu 4.4.2022.)

Deguzman, Kyle 2020a. Types of Camera Movements in Film Explained: Definitive Guide. Studio Binder.

<https://www.studiobinder.com/blog/different-types-of-camera-movements-in-film>

(Luettu 24.3.2022.)

Deguzman, Kyle 2020b. The Handheld Shot in Film — Definition and Examples. Studio Binder.

<https://www.studiobinder.com/blog/handheld-shot-in-film-definition-examples/>

(Luettu 24.3.2022.)

Glide Gear. 29.12.2021. The Basics of How a Camera Stabilizer Works. Glide Gear.

<https://glidegear.net/blogs/news/the-basics-of-how-a-camera-stabilizer-works>

(Luettu 5.4.2022.)

McCullagh, J. 14.12.2018. The Cinematic Power of Hitchcock's Dolly Zoom Technique. Premium Beat.

<https://www.premiumbeat.com/blog/hitchcocks-dolly-zoom-filmmaking-technique/>

(Luettu 24.3.2022.)

Montreas, Jobert 2016. Motion Tracking in After Effects: How to Use the Point Tracker. Pond5.

<https://blog.pond5.com/11977-motion-tracking-in-after-effects-how-to-use-the-point-tracker/> (Luettu 15.3.2022.)

Moranville, Hunter 2019. Unsplash. <https://unsplash.com/photos/sybtgHwG2Zs> (Luettu 18.4.2022.)

Screenskills. VFX Supervisor.

<https://www.screenskills.com/job-profiles/browse/visual-effects-VFX/on-set/VFX-supervisor/> (Luettu 14.2.2022.)

Sirisvisual 2021. Unsplash. <https://unsplash.com/photos/u8OW1Bo9aqM> (Luettu 18.4.2022.)

Smigelski, Vladislav 2022. Unsplash. <https://unsplash.com/photos/42da4UH-SPKE> (Luettu 18.4.2022.)

Smolinovskay, Jackie 2020. 6 Types of Motion Tracking in After Effects.

Monsterspost.

<https://monsterspost.com/motion-tracking-after-effects/> (Luettu 14.2.2022.)

Tanner, Atte 2020. Valokuvauksen alkeet pähkinänkuoressa – aukko, suljinaika ja ISO-arvo. Kamerakoulu.

<https://kamerakoulu.fi/valokuvauksen-alkeet-aukko-suljinaika-iso-arvo> (Luettu 18.4.2022.)

Thompson, Ben 2019. Should I Still Shoot with Tracking Markers? ActionVFX.

<https://www.actionVFX.com/blog/should-i-still-shoot-with-tracking-markers> (Luettu 4.4.2022.)

Lazarov, Tihomir 2017. Ten Tips for Shooting Video Footage for Visual Effects. F Stoppers.

<https://fstoppers.com/vfx/ten-tips-shooting-video-footage-visual-effects-173143> (Luettu 18.4.2022.)

Wright, Steve 2011. Digital compositing for film and video, Second edition. Burlington: Focal press

Yeager, C. Premium Beat. 20.8.2019. The Dolly Shot: How It Works and Why It's Powerful.

<https://www.premiumbeat.com/blog/how-to-achieve-perfect-dolly-shot/>

(Luettu 24.3.2022)