

# **Hahmon liikkeenkaappaus videokuvasta**

**Tutkimus Plask -ohjelmiston käytöstä peliteollisuutta varten**

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Tieto- ja viestintätekniikka

2022

Timo Rautiainen

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Rautiainen, Timo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 36	Valmistumisaika 2022
Työn nimi <b>Hahmon liikkeenkaappaus videokuvasta</b> <b>Tutkimus Plask -ohjelmiston käytöstä peliteollisuutta varten</b>		
Tutkinto ja koulutusala Insinööri (AMK), Tieto- ja viestintätekniikka		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Henri Koskinen, Toimitusjohtaja ja mediatuottaja, Pixtell Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Plask-ohjelmiston käyttöä peliteollisuuden tarpeita varten. Plaskin avulla videolla näkyvän henkilön liikkeen voi tallentaa digitaaliseen muotoon. Työ tehtiin toimeksiantona Pixtell Oy:lle.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin ensin, mitkä asiat Plaskiin vietävillä videolla vaikuttavat animaatioiden laatuun. Tätä tutkittiin tekemällä videoita kahdella tavalla. Ensin kuvattiin videoita kotiolosuhteissa ilman ammattilaiskäyttöön tarkoitettuja videokuvaskalustoa. Toisella kuvauskerralla panostettiin kuvauskalustoon ja kuvausympäristöön kuvaamalla videoita järjestelmäkameralla green screen -studioissa lisävalojen kanssa. Plaskista saatuja animaatioita tarkasteltiin ja niille tehtiin tarpeellisia korjaustoimenpiteitä. Lopullinen tarkistus tehtiin Pixtell Oy:n kehittämässä Unreal Engine -ympäristössä viemällä animaatiot pelihahmoille.</p> <p>Animaatioita tarkasteltaessa johtopäätöksenä on se, että videoissa tasainen valaistus ja kuvakulman pitäminen lähellä lattiaa ovat tärkeimmät ominaisuudet. Kamerasta myös kannattaa pitää automaattiasetukset poissa. Jos videolla nämä asiat otetaan huomioon, niin Plask on hyvä ohjelma tehdä animaatioita. Animaatioita ei kuitenkaan sellaisenaan voi käyttää peliympäristössä, sillä animaatioita pitää ensin jälkikäsitellä.</p>		
Asiasanat Animaatio, motion capture, video, Plask, Blender, Unreal Engine		

## Abstract

Author(s) Rautiainen, Timo	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2022
	Number of Pages 36	
Title of Publication <b>Character motion capture from video Research about Plask for game industry</b>		
Degree and field of study Bachelor of Engineering, Information and Communications Technology		
Name, title and organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Henri Koskinen, CEO and Media Producer, Pixtell Oy		
Abstract <p>The purpose of the bachelor's thesis was to study Plask for the needs of gaming industry. With Plask, you can motion capture a character's movement from video to digital format. The client company was Pixtell Oy.</p> <p>Bachelor's thesis started by studying what properties on the video effects on the quality of the animation Plask produces. This was investigated by doing videos in two different ways. First way was to capture video in home environment without professional equipment. Second way was to capture video with professional equipment in green screen studio with additional lights. The animations were later investigated and added some additional fixes on one of them. The fixed animation was exported to Pixtell Oy's Unreal Engine environment for the final investigation.</p> <p>Conclusion is that keeping video's lighting steady and keeping camera angle near the floor are the most important issues for the video. It is also important not to use automatic settings for camera. If these issues are taken care in video, Plask is a good way to do animation. However, the animations need to be fixed before adding them to game environment.</p>		
Keywords Animation, motion capture, video, Plask, Blender, Unreal Engine		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Animointi.....	2
2.1	Animaatio .....	2
2.2	Animaatiotekniikoita.....	2
2.3	Animointiprosessi.....	3
2.4	Hahmon animointi.....	5
3	Kuvaaminen.....	8
3.1	Kameran toiminta.....	8
3.2	Kuvaamisen peruskäsitteet.....	8
3.2.1	Valotusaika .....	8
3.2.2	Polttoväli.....	9
3.2.3	F-luku .....	10
3.2.4	ISO-arvo.....	11
4	Motion capture .....	12
5	Ohjelmistot.....	16
5.1	Plask.....	16
5.2	Blender .....	17
5.3	Unreal Engine.....	18
6	CASE: Videosta hahmoanimaatioksi.....	20
6.1	Tavoitteet.....	20
6.2	Videoidut liikkeet.....	20
6.2.1	Ensimmäinen kuvauskerta.....	21
6.2.2	Toinen kuvauskerta .....	22
6.3	Videosta animaatioksi.....	24
6.4	Animaation jälkikäsittely.....	25
6.5	Blenderistä Unrealiin.....	26
6.6	Tulokset.....	28
6.6.1	Havaintoja Plask -ohjelmiston käyttämisestä .....	28
6.6.2	Analyysi animaatioista yleisesti.....	29
6.6.3	Analyysi animaatioliikkeistä Blenderissä ja Unreal Enginessä .....	29
7	Pohdinta ja kehitysehdotuksia.....	32
	Lähteet .....	34

## Termit

Motion capture	Tekniikka, jolla muutetaan liikkuvan kohteen liikkeet digitaaliseen muotoon
Key position	Animaatiokohtauksen aloitus- ja loppuasennot
Breakdown position	Animaatiokohtauksen väliasennot
in-between position	Animaatiokohtauksen avustavat asennot, jotka tekevät animaatiosta sulavamman
Animaatioluuranko (skeleton)	Hahmolle asetettava luuranko, jolla voidaan hallita sen liikkeitä
Suorakinematiikka (FK)	Tekniikka, jolla hahmoa animoidaan liikuttamalla ensin isoja raajoja ja siitä edeten seuraavaksi pienempiin raajiin
Käänteiskinematiikka (IK)	Tekniikka, jolla hahmoa animoidaan liikuttamalla tiettyä raajaa, jonka liikettä seuraavat luut myötäilevät

## 1 Johdanto

Erilaisia animaation muotoja on ollut vuosikymmeniä olemassa. Ajan myötä on myös kehittyneet erilaisia tapoja tuottaa animaatioita samalla, kun tietoteknologia kehittyy. Yksi tällaisista keinoista tuottaa animaatioita on motion capture -teknologia. Motion capture -teknologia on kehittynyt huomasti siitä lähtien, kun se on kehitetty animaation avuksi ensimmäisen kerran 1960-luvulla. Laitteisto motion capturea varten on yksinkertaistunut ja johtojen määrä on myös vähentynyt.

Nykyään kun mietitään motion capturea käytännössä, niin ensimmäisenä tulee mieleen green screen -kankaat seinillä ja mustat puvut näyttelijöillä, joissa on pieniä valkoisia tarroja päällä. Motion capture on yleistynyt entistä enemmän animaation avuksi. Animaatioteollisuudella on halu kehittää liikkeentunnistusteknologiaa eteenpäin ja helpommin lähestyttäväksi. Tälle markkinalle on tullut verkkoselaimella toimiva Plask, joka tarjoaa helposti tuotettavia hahmoanimaatioita. Plaskiin viedään video, jossa hahmo liikkuu ja Plask tuottaa siitä hahmosta animaatiota.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Plaskin tuottamia animaatiomalleja peliteollisuuden eri tarpeita varten. Ohessa myös tutkitaan Plaskin käytettävyyteen liittyviä ominaisuuksia ja pohditaan ohjelman käyttöön liittyviä mahdollisia pullonkauloja. Aluksi Plaskilla tuotetaan tyypillisesti motion capture -tekniikalle tyypillisesti hankalia animaatioliikkeitä kahdella eri kuvaustyyllillä ja lopuksi analysoidaan Plaskin tuottamaa animaatiojälkeä. Tämän tarkoituksena on selvittää, millaisia hahmon liikkeitä Plaskilla voi tuottaa. Animaatiot viedään sen jälkeen Blenderiin mahdollista jälkikäsitelyä varten. Jälkikäsitelyn jälkeen animaatiot viedään Unreal Engineen lopullista tarkistusta varten. Animaatioita voi jälkikäsitellä ja tarkastella pelimaailmassa muillakin ohjelmilla, mutta tässä opinnäytetyössä tarkastelu on rajattu Blenderiin ja Unreal Engineen.

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä jyvaskyläläisen Pixtell Oy:n kanssa. Pixtell Oy tarjoaa animointi-, kuvaus- ja videotuotantopalveluita. Plaskin hyödyllisyyttä tarkastellaan erityisesti Pixtell Oy:n nimissä kehitettävää Legend of Seppo -peliä varten. Plaskin käyttöä opastetaan Pixtell Oy:lle ja opinnäytetyön tarkemmat tulokset ja jatkokehitysideoita raportoidaan Pixtell Oy:lle.

## 2 Animointi

### 2.1 Animaatio

Animaatio on prosessi, jossa luodaan illuusio liikkeestä. Se tehdään näyttämällä nopeasti erityyppisiä kuvia, jotka on tehty yhden kohtauksen luomiseksi. Kuvia voi tehdä esimerkiksi käsin piirtämällä, kameralla kuvaamalla tai tietokoneella käyttäen erilaisia ohjelmistoja. (Vidhansemail 2021.)

Animaatioita käytetään useilla eri aloilla eri tarkoituksiin. Merkittävin animaatiota hyödyntävä ala on viihdeteollisuus. Erilaisia animaation muotoja käytetään viihdeteollisuudessa esimerkiksi elokuvissa, TV-sarjoissa ja videopeleissä. Animaatiota hyödynnetään myös mainosalalla ja opetuslalla. Mainosalalla käytetään animaatiota tuotteiden havainnollistamiseen ja yleisön huomion kiinnittämiseen. Opetusalalla erilaisia animaation muotoja käytetään asioiden havainnollistamiseen ja tiedon tarjoamiseen. Yleisesti animaatioita käytetään huomion herättämiseen. Lisäksi animaatio tarjoaa visuaalisen tavan havainnollistaa asioita. (Hivestudio 2017.)

### 2.2 Animaatiotekniikoita

Animaatiot voidaan jakaa viiteen eri kategoriaan. Ne ovat 2D-piirrosanimaatio, 2D-vektorianimaatio, 3D-animaatio, liikegrafiikka ja stop motion. Jokaisella näistä on oma edut ja ongelmat riippuen tarkoituksesta. (Affordableschools.)

2D-piirrosanimaatiossa taiteilija piirtää jokaisen kuvan käsin. Näitä kuvia näytetään nopeasti läpi, jolloin tulee illuusio liikkeestä. Kuvat yleensä piirretään käyttämällä valopöytää. Valon avulla piirtäjä näkee edellisen kuvan ja pystyy sitä hyödyntämällä piirtämään seuraavan liikkeen uudelle kuvalle. Kuvia näytetään ruudulla 12 kertaa sekunnissa, jos videon kuvataajuus on 24 kuvaa sekunnissa. Ensimmäinen elokuva, joka käytti kokonaan piirrosanimaatiota, oli Disneyn *Lumikki ja seitsemän kääpiötä* vuonna 1937. (Affordableschools)

2D-vektorianimaatio on vektoripohjaista animaatiota. Sitä tehdään tietokoneilla, mutta apuna voidaan käyttää piirustustyökaluja. Tällä menetelmällä kaksiulotteisia piirustuksia voidaan tietokoneella hienosäätää ja muokata tarkemmin. Vektorianimaatiossa taiteilijan ei tarvitse erikseen jokaista kuvaa työstää. Animaatio tehdään esimerkiksi asettamalla hahmon kehonosalle erikseen asennon ja ajan, milloin se asento tulee. Tietokone itse osaa sitten itse simuloida, miten hahmonosa siihen haluttuun asentoon menee. (Affordableschools.)

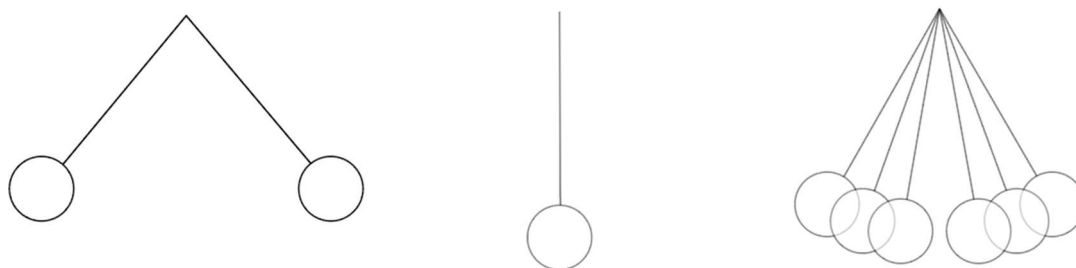
3D-animaatio on yleisimmin käytetty animaatiomuoto. 3D-animaatiossa on kyse ohjelmistojen osaamisesta. 3D-animaatio yleistyi 1970-luvun lopulta lähtien elokuvateollisuudessa. Sillä saatiin luotua elokuviin erikoistehosteita ja erilaisia hahmoja. Tällaisia elokuvia olivat esimerkiksi *Tähtien sota* (1977) ja *Musta aukko* (1979). Ensimmäinen kokonaan tietokoneella tehty elokuva on vuoden 1994 *Toy Story* (Nummelin 2015, 41–43). 3D-animaatiomenetelmällä hahmojen animaatiossa asetetaan hahmot haluttuihin asentoihin tiettyihin aikoihin ja annetaan tietokoneen arvioida, miten hahmo siirtyy siihen paikkaan. Animaatiossa lisäapuna voidaan käyttää motion capturea, jolla näyttelijän liikkeet saadaan siirrettyä animaatiohahmolle. (Affordableschools.)

Liikegrafiikka poikkeaa edellä mainituista animaatiomuodoista radikaalisti. Liikegrafiikka on graafisen suunnittelun ja animaation välimuoto. Tässä animaatiomuodossa on kyse tekstien ja logojen animoinnista. Tyypillisimpiä esimerkkejä tästä ovat elokuvien alku- ja lopputekstit sekä logoanimoinnit. (Hurja.)

Stop motion muistuttaa piirrosanimaatiota siinä mielessä, että tässäkin yhdistetään oikeita kuvia, jotka ovat keskenään hieman erilaisia. Stop motionissa käytetään oikeaa kameraa ja oikeita objekteja. Taiteilija ottaa kuvan objektista ja sen jälkeen liikuttaa sitä hieman. Sen jälkeen otetaan uusi kuva ja prosessia toistetaan niin pitkään, kunnes kohtausta on valmis. Objektit tehdään yleensä savesta tai käytetään nukkeja. (Affordableschools.). Stop motionia on käytetty aiemmin paljon näytelmäelokuvissa ennen 3D-animaatioita, koska sillä voi tuoda elementtejä, joita olisi muuten ollut hankala tehdä. Tällaisia esimerkkejä ovat esimerkiksi vuoden 1933 *King Kong*, jossa nähdään jättimäinen apina taistelemassa dinosauruksia vastaan tai vuoden 1963 *Taistelu kultaisesta taljasta*, jossa antiikin myyttiset sankarit taistelevat luurankoarmeijaa vastaan (Nummelin 2015, 7–8.). Haittapuolena stop motionissa on työläs ja hidas kuvausprosessi (Affordableschools.).

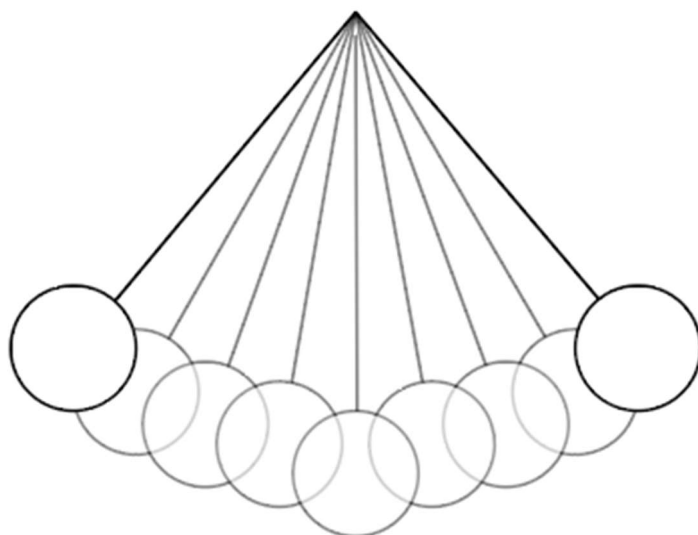
### 2.3 Animointiprosessi

Kaikilla eri animaatioilla on samanlainen animaatioprosessi animaatiokohtauksen luomiseksi. Animaatiokohtauksen pystyy erottelamaan kolmeen osaan. Nämä ovat aloitus- ja lopetusasentojen määrittäminen (key position), väliasentojen määrittäminen (breakdown position) ja siirtymäasentojen määrittäminen (in-between positions). Kuva 1 havainnollistaa animaatioprosessia, jossa kaikki vaiheet ovat eriteltyinä.



Kuva 1. Animaatiokohtauksen eri vaiheet omina kuvina (Mukailtu White 2006, 6–9)

Kuvan 1 ensimmäisessä osiossa on heiluri, johon on piirretty halutun liikkeen ääripäät eli aloitus- ja lopetusasennot. Seuraavaksi on piirretty väliasento. Tarkoituksena tällä on helpottaa piirtäjää hahmottamaan animaation liikettä. Se piirretään, kun animaatiossa tapahtuu poikkeava liike, joka halutaan mukaan animaatioon. Tässä tapauksessa väliasento on kuva, jossa heiluri on puolessavälissä. Näitä kahta kuvaa hyödyntämällä voidaan piirtää siirtymäasennot, jotta saadaan sulava animaatio. Siirtymäasentoja voi piirtää sen verran, miten sulavaa animaatiota halutaan. Yhdistetty animaatio näkyy kuvassa 2. (Mukailtu White 2006, 6–9.)



Kuva 2. Animaatiokohtaus yhdellä paperilla (Mukailtu White 2006, 9)

## 2.4 Hahmon animointi

Hahmoanimoinnissa käytetään myös kappaleessa 2.3 mainittua animointiprosessia. Hahmolle suunnitellaan etukäteen alku- ja loppuasennot, joiden välisiä väliasentoja ja siirtymäasentoja hienosäädetään erikseen. Oleellisimpia termejä hahmoanimaatioon liittyen ovat animaatioluuranko (skeleton), suorakinematiikka (FK) ja käänteiskinematiikka (IK).

Liikkeitä muokataan hahmolle lisätyn animaatioluurangon avulla. Animaatioluurankoon lisätään luita, joita halutaan animaatioissa liikuttaa. Ihmisfiguureilla nämä animaatioluurangon luut määritellään sen mukaan, missä sen keholla olisi luita. Kuvassa 3 on demonstroitu hahmolle lisättyä luurankoa. Animaatioluurankoa voi käyttää hahmojen lisäksi mihin tahansa muuhun malliin, jota halutaan liikuttaa. Näitä voivat olla esimerkiksi puut tai kasvit.

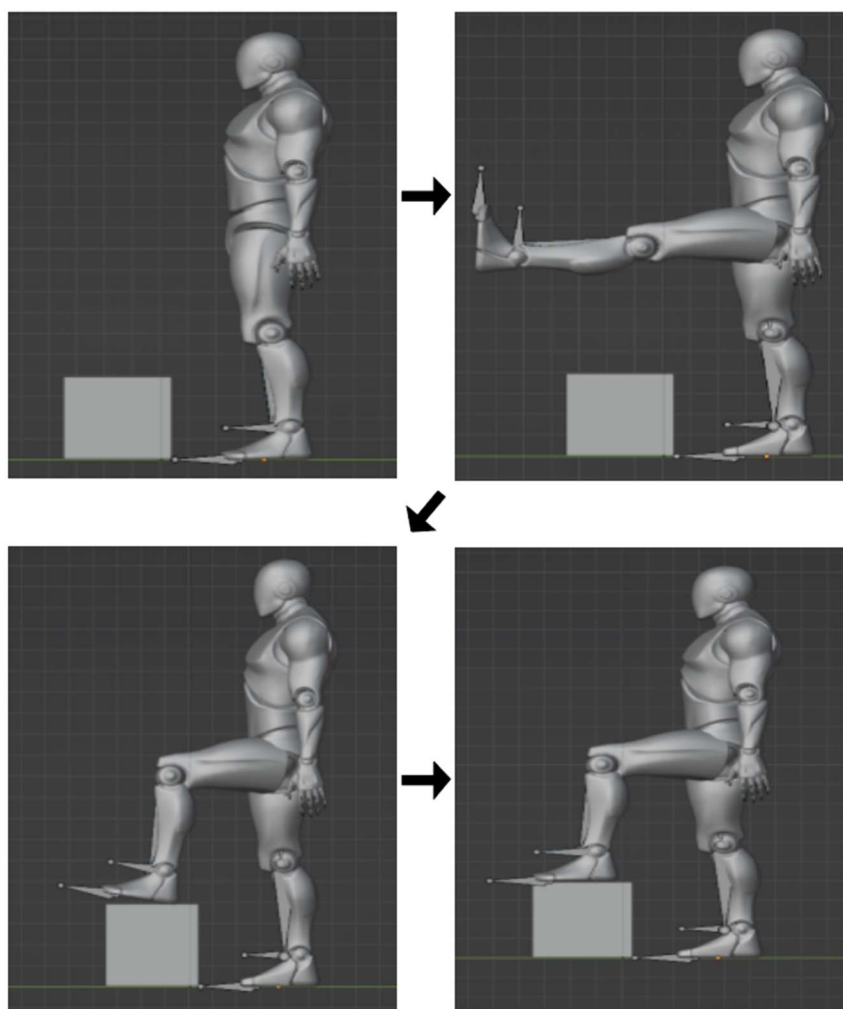


Kuva 3. Hahmo, jolle on lisätty animaatioluuranko

Suorakinematiikka eli Forward Kinematics on ensimmäisiä kehitettyjä animaatiotekniikoita, jolla luurankoa voidaan liikuttaa. Sen ideana on se, että jokaisella luulla on kantaluu ja sille merkityt aliluut. Kantaluut liikuttavat alemman tason luita ja alemman tason luut eivät pysty liikuttamaan kantaluuta (Pixcap 2021.).

Suorakinematiikan myötä voi tehdä helppoja korjausliikkeitä animaatioon. Sillä voi esimerkiksi kätevästi korjata hahmoa, jos se on hieman vino. Riittää vain, että kierrättää ylimmällä

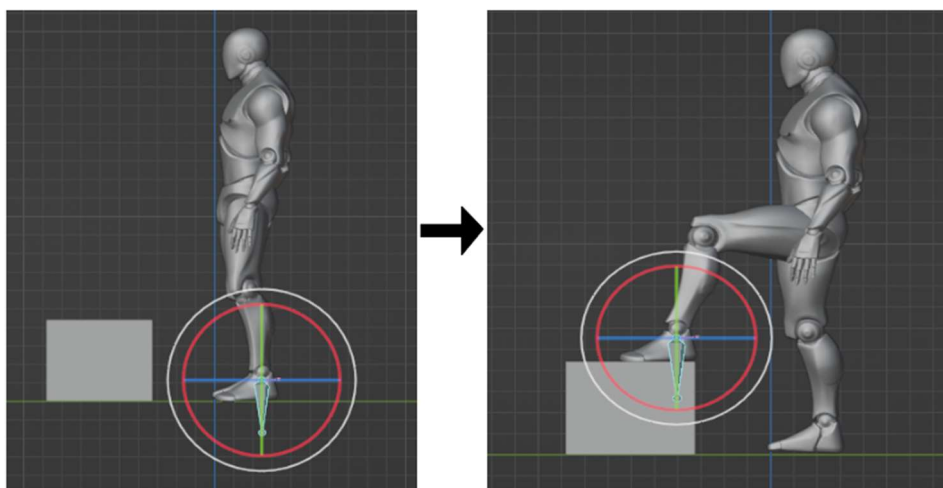
tasolla olevaa luuta ja muut luut kääntyvät perässä. Haittapuolena tällä menetelmällä on se, että sen avulla on hankalaa tehdä uusia animaatioliikkeitä hahmolle. Esimerkiksi jos animaatioissa jalka halutaan laatikon päälle, on ensin käännettävä kantaluuta eli lonkkaluuta, jotta reisi liikkuu. Sen jälkeen on käännettävä reiden aliosana toimivaa pohjetta polven kohdalta. Lisäksi tarvittaessa pitää liikuttaa nilkkaaluuta, jos jalkapohja ei ole hyvin laatikon päällä. Jos jalkapohja ei osunut laatikon päälle, on aloitettava prosessi uudestaan ja on siirrettävä taas kantaluuta. Kuvassa 4 on esitelty tarvittavia työvaiheita edellä mainittuun esimerkkiin.



Kuva 4. Suorakinematiikan periaate siitä, miten jalan saa laatikon päälle

Käänteiskinematiikka on uudempi ja suosittu animaatiotekniikka. Tämä tekniikka aluksi vaatii enemmän työtä animaatioluurangon kanssa, sillä luille joutuu asettamaan liikutus-sääntöjä. Kun nämä alkuasetukset on laitettu valmiiksi, niin uusien animaatioiden

tekeminen on helpompaa verrattuna siihen, jos uutta animaatioita pitää tehdä käyttäen suorakinematiikkaa. Käänteiskinematiikassa yhtä luuta liikuttamalla sen viereiset luut mukautuvat liikkeisiin. Kanta- ja aliluusuhteista ei tarvitse välittää. Tämä animaatiotekniikka yksinkertaistaa ja sujuvoittaa animointiprosessia. Liikkeet tulevat sulavammaksi, kun monia luita ei tarvitse yksitellen liikuttaa. Esimerkiksi jos hahmon jalka halutaan laatikon päälle, riittää vain, kun siirtää sääriluun laatikon päälle. Tämän myötä hahmojen animointi on nopeampaa, kun tarvitsee vain yhtä luuta liikuttaa ja muut luut myötäilevät liikkeeseen. Käänteiskinematiikkaa käytetään esimerkiksi, jos halutaan tehdä kävelyanimaatioita tai jos halutaan jalka tarkasti tietylle pinnalle. Seuraavassa kuvassa on esitelty käänteiskinematiikkaa. Siinä on tehty apuluu, jonka liikettä muut luut seuraavat. Tällä tavalla jalkaa siirretään laatikon pinnalle vain yhdellä siirrolla.



Kuva 5. Astumisanimaatio käänteiskinematiikalla. Liikuteltava apuluu vihreällä

### 3 Kuvaaminen

#### 3.1 Kameran toiminta

Kamera on valotiivis laite, joka päästää valoa valoherkälle pinnalle. Filmikameroissa valoherkkä pinta on filmi ja digitaalikameroissa kenno, josta kuva siirtyy digitaalisessa muodossa muistiin. Kameran tärkeimmät osat ovat objektiivi, objektiivin aukko ja laukaisija. (Kuvarkisto.)

Objektiivi muodostuu lasisista tai muovisista linseistä. Objektiivin läpi tuleva valo taittuu ja muodostaa kuvan kameralle. Objektiiveissa on aukko eli himmennin, jolla voidaan rajoittaa tulevan valon määrää. Objektiiveilla voidaan säätää polttoväliä eli saada kuvaa zoomattua. Lisäksi objektiiveilla voidaan terävöittää kuvaa. (Valokuvataiteenmuseumo.)

#### 3.2 Kuvaamisen peruskäsitteet

Kuvaaminen on laaja aihe, jossa on paljon siihen liittyviä peruskäsitteitä. Kuvaamisessa jokainen kameran asetus vaikuttaa merkittävästi kuvan laatuun. Kuvattaessa kuvausympäristöön ei pysty aina vaikuttamaan, mutta kameran asetuksilla voi kompensoida ympäristön vaikutuksia kuvaan. Merkittävimmät käsitteet kuvaamiseen liittyen ovat valotusaika, polttoväli, aukkosuhde eli f-luku ja ISO-arvo.

##### 3.2.1 Valotusaika

Valotusaika eli suljinaika määrittää sen, kuinka kauan valoa päästetään kameran kennolle sekunnissa. Usein tämä ilmoitetaan murtolukuina. Valotusaika voi olla esimerkiksi 1/60 sekuntia tai 1/1500 sekuntia. Yleisenä sääntönä on, että 1/60 sekunnin valotusaika on hyvä videokuvaamiseen. Sitä lyhyemmät ajat sopivat nopean liikkeen kuvaamiseen, muuten kuvasta voi tulla suttuinen. Kuva 6 demonstroi tätä ilmiötä. Pitempää valotusaikaa käytetään, jos kuvataan jalustan kanssa. Lisäksi pitempää valotusaikaa käytetään, jos kuvattava tila on pimeä tai jos kuvattava kohde on paikallaan. Pitempää valotusaikaa voi myös käyttää, jos halutaan saada kuvaan tiettyä efektiä, kuten jos halutaan viestiä kohteen nopeutta. (Kamerakoulu a.)

## Suljinaika

Enemmän valoa

Enemmän liike-epäterävyyttä

1/15 

1/30 

1/60 

1/125 

1/250 

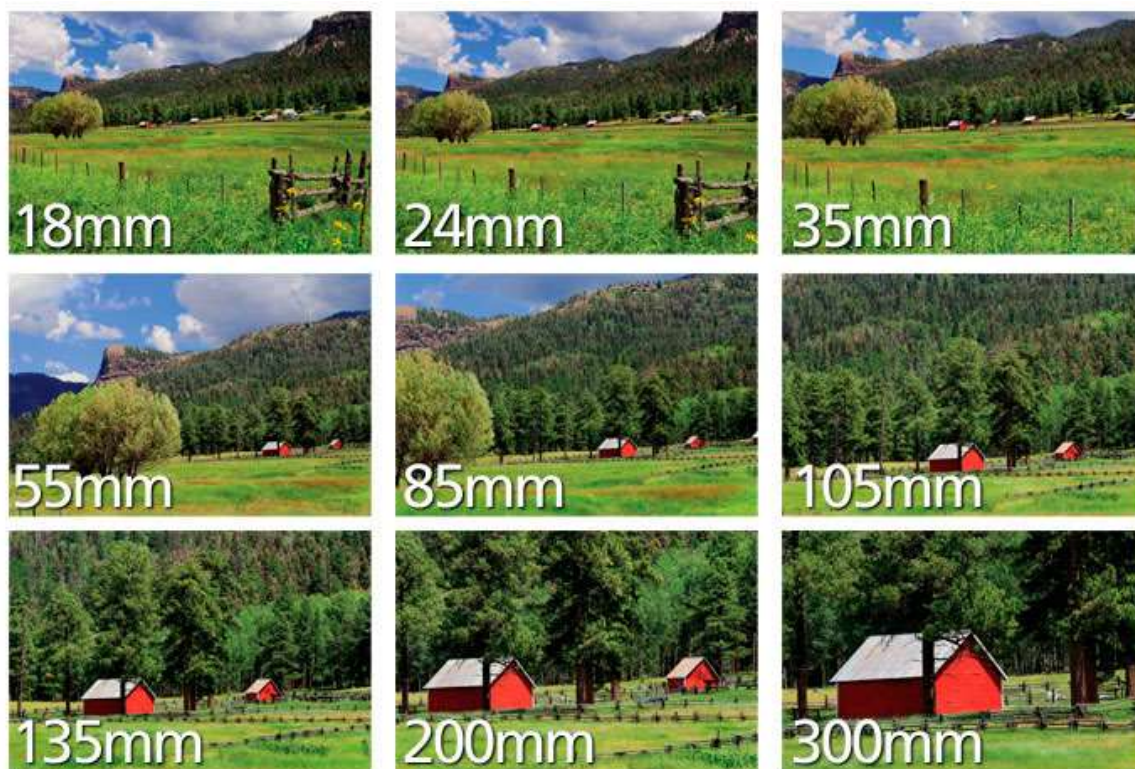
Vähemmän valoa

Vähemmän liike-epäterävyyttä

Kuva 6. Suljinajan vaikutus kuvan terävyyteen, jos kuvattava kohde on liikkeessä (Kamerakoulu a)

### 3.2.2 Polttoväli

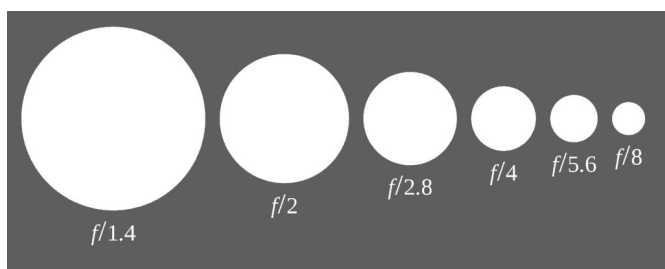
Polttoväli kertoo, miten laaja tai kapea kameran objektin kuvakulma on. Polttoväliä vaihtelemalla saadaan zoomattua kuvaa. Mitä pitempi polttoväli, sitä kapeampi on objektiivista tuleva kuvakulma. Polttoväli ilmaistaan objektiiveissa millimetreinä. Kameran objektiiveja voidaan jaotella polttovälin perusteella kolmeen kategoriaan. Laajakulmaobjektiivien polttoväli on 14–35 mm. Tällä objektiivilla saadaan mahdollisimman paljon kuvattavaa yhdelle kuvalle. Seuraava kategoria on normaaliobjekti, jonka polttoväli on 50 mm. Se vastaa kuvakulmaltaan ihmisen katsetta. Lopuksi yli 75 mm objektiiveja kutsutaan teleobjektiiveiksi. Niillä otetaan kuvia, joissa kuva voidaan rajata kaukana olevalle kohteelle. Kuvassa 7 näkyy polttovälin vaikutus kuvaan. (Kamerakoulu b.)



Kuva 7. Polttovälin vaikutus kuvaan (Niconusa)

### 3.2.3 F-luku

Objektiivissa oleva aukko rajoittaa valon pääsyä kameraan. Tämän aukon kokoa ilmoitetaan f-luvulla. Aukon kokoa voidaan säätää objektiivin sisällä olevien lamellien avulla. Mitä isompi aukko, sitä enemmän objektiivi päästää valoa kameralle. Tyypillisiä arvoja ovat esimerkiksi  $f/2$ ,  $f/2.8$  ja  $f/4$ . Jokaisen arvon viereinen askel päästää tai rajoittaa tuplasti kameralle tulevaa valoa. Mitä pienempi on f-luku, sen suurempi on objektiivin aukko. Tämä tarkoittaa samalla sitä, että pieni f-luku päästää enemmän valoa läpi kuin iso f-luku. Kuva 8 demonstroi tätä asiaa visuaalisesti. (Kamerakoulu c.)

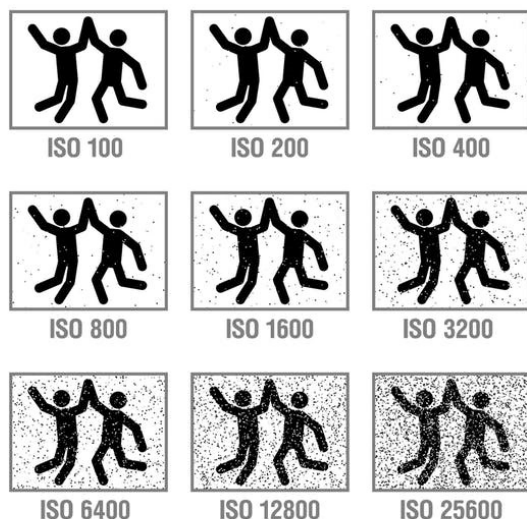


Kuva 8. Yleisimpiä f-lukuja ja niiden vaikutus objektiivin aukon kokoon (Kamerakoulu c)

F-luku vaikuttaa oleellisesti kuvan syväterävyyteen. Se kertoo, kuinka suuri osa kuvattavasta kohteesta on tarkka syvyysuunnassa. Mitä lyhyempi syvyysterävyys, sen kapeampi alue näkyy kuvassa terävänä. Vastaavasti pitkä syvyysterävyys pitää kuvan alueet tarkkana kauaksi asti. Suurella f-luvulla saadaan lyhyt syvyysterävyys ja pienellä f-luvulla pitkä syvyysterävyys. (Kamerakoulu c.)

### 3.2.4 ISO-arvo

ISO-arvo ilmaisee kameras valoherkkyyttä. Arvoa vaihtamalla saadaan säädettyä kuvan kirkkautta. Kameras valoherkkyys pienenee pienentämällä ISO-arvoa. Kameroiden ISO-arvot ovat yleensä 100–25 600 väliltä. Kameroissa on automaattisäädin arvolle, mutta sen voi myös itse muuttaa sopivaksi. Pieni ISO-arvo sopii hyvin tilanteisiin, joissa on runsaasti valoa saatavilla. Hämärissä olosuhteissa kuvataan suuremmalla ISO-arvolla. Automaattiasetus sopii hyvin, jos valaistus vaihtelee. Kuvaan tulee kohinaa mukaan sitä mukaa, mitä isompaa arvoa käytetään (kuva 9). Se näkyy selkeimmin kuvan tummissa kohdissa. (Digi-kuva.)



Kuva 9. ISO-arvon vaikutus kuvan rakeisuuteen (Digikuva)

## 4 Motion capture

Motion capturella viitataan teknologiaan, joka tallentaa hahmojen tai esineiden liikettä ja siirtää sen muille ohjelmistoille käytettävään muotoon. Tällä tavalla saadaan luotua realistisen näköisiä animaatioita. Motion capture -teknologiaa käytetään paljon tv-, elokuva- ja pelialalla. (Mo-sys.)

Ensimmäinen versio motion capturesta syntyi 1960-luvulla. Yhdysvaltalainen animaattori Lee Harris III kehitti ANIMAC:in, joka on animaatioita varten kehitetty graafinen tietokone. Se tallensi ja animoi henkilön liikkeen reaaliajassa. Laite käytti analogisia virtapiirejä, kato-disädeputkia ja säädettäviä vastuksia. Näyttelijät pukivat ylleen tietokoneeseen kytketyn asusteen, jota kutsuttiin siihen aikaan elektroniseksi haarniskaksi tai datapuvuksi. Puvuissa oli kiinni mekaanisia säädettäviä vastuksia, jotka välittivät liiketiedon tietokoneelle. Tästä tiedosta syntyi tietokoneella yksinkertainen animaatioliike (Mo-sys.). Seuraavassa kuvassa näkyy ensimmäisiä motion capture -laitteistoja ja niillä tehtyjä animaatioita.



Kuva 10. ANIMAC:illa tehtyjä animaatioita ja käytetty datapuku (Baker 2020)

Motion capturea ryhdyttiin nopeasti hyödyntämään kokeilumielessä TV-sarjoissa ja mainoksissa Yhdysvalloissa. Teknologia siihen aikaan sai animaation näyttämään alkeelliselta.

Tästä johtuen motion capture ei yleistynyt kovin nopeasti. Teknologialla saatu jälki ei ollut tarpeeksi vakuuttavan näköistä, jotta sillä saisi tavallisen yleisön mielenkiinnon. (Mo-sys.)

Seuraavina vuosikymmeninä motion capture -teknologia kehittyi. Käytetyillä puvuilla pystyi jäljentämään liikettä tarkemmin. Käyttöön otettiin isoja jääkaapin kokoisia liikettä seuraavia kameroita. 1980- ja 1990-luvulla oli yksittäisiä elokuvia, joissa käytettiin motion capturea. Vasta vuonna 2000 julkaistiin ensimmäinen elokuva, joka tehtiin kokonaan tällä teknologialla, Sinbad: Beyond the Veil of Mists. Elokuva floppasi, mutta elokuvassa käytetyn motion capture -teknologian pohjalta tehtiin Peter Jacksonin Taru Sormusten Herrasta -elokuvatriologia. Trilogia oli menestys arvostelujen ja katsojamäärien perusteella ja siitä lähtien motion capturen käyttö yleistyi elokuvateollisuudessa. (Mo-sys.)

Nykyaikana motion capturea käytetään entistä enemmän animaatioiden tuottamiseen. Työkalut ovat kehittyneet ja monipuolistuneet. Motion capturen myötä suurten animaatiotuotantojen budjetit pienenevät ja aikataulut nopeutuvat. Teknologian myötä esimerkiksi kasvoanimaatioita on helpompaa tehdä. Tällä hetkellä animaatioalalla käytetään kahta eri motion capture -tekniikkaa: optista ja magneettista liikkeentunnistusta. (Rokoko)

Optinen liikkeentunnistus on tarkoitettu ison budjetin projekteille. Tallennettavaan kohteeseen on kiinnitetty useita valoa heijastavia merkkejä, jotka voivat olla pallomaisia, puolipallomaisia tai ympyröitä. Merkit kiinnitetään joko iholle tai näyttelijän ihonmyötäiseen pukuun. Merkkien muoto ja koko riippuvat tallennettavasta kohteesta ja kameran resoluutiosta. Esimerkiksi käsien ja kasvojen liikkeisiin käytetään pieniä merkkejä. Merkit asetetaan paikkoihin, joiden sijaintia halutaan tallentaa. Tyypillisesti tällaisia paikkoja ovat kaikki alueet, joiden liikettä halutaan kuvata (kuva 11). Tyypillisesti optisessa liikkeenkaappauksessa on 4:stä 32:een kameraa sekä tietokone, joka ohjaa kameroita. (Kitagawa & Windsor 2008, 8.)



Kuva 11. Optista liikkeentunnistusta studiossa (Rokoko)

Optista liikkeenkaappausta voi myös tehdä käyttämättä pukuja ja merkkejä. Kuten kuvasta 12 huomataan, kyseisellä menetelmällä näyttelijöitä kuvataan pienellä alueella eri kuvakulmista. Nauhoitettu video siirretään ohjelmiston avulla liikedataksi. Tätä liikedataa muut animaatio-ohjelmistot pystyvät hyödyntämään (Rokoko). Lopputulos ei ole yhtä tarkka, kuin merkkien ja pukujen avulla, mutta se vaatii vähemmän laitteistoja ja lisäksi näyttelijöiden ei tarvitse huolehtia merkkien näkyvyydestä kameroille.



Kuva 12. Optista liikkeenkaappausta ilman kameroita (Rokoko)

Magneettinen liikkeenkaappaus eroaa suuresti optisesta liikkeenkaappauksesta, sillä siinä ei käytetä ollenkaan kameroita. Magneettisessa liikkeenkaappauksessa näyttelijöillä on yllään puvut (kuva 13), joihin on kiinnitetty sensoreita. Sensorit kaappaavat kehon asennosta, kulmasta ja nopeudesta dataa. Sensorien kaappaama data siirtyy langattomasti tietokoneelle (Rokoko). Haittapuolina teknologiassa on se, että magneettisessa liikkeenkaappauksessa ympäristön suhteen on oltava tarkka. Metalliesineet ja elektronikat ympäristössä voivat aiheuttaa häiriöitä sensoreissa, mikä voi johtaa vääristyneisiin lopputuloksiin. Ongelmana on myös se, että sensoreiden pattereita joutuu lataamaan muutaman tunnin välein (Kitagawa & Windsor 2008, 10.).



Kuva 13. Magneettisessa liikkeenkaappauksessa käytettyjä pukuja (Xsens)

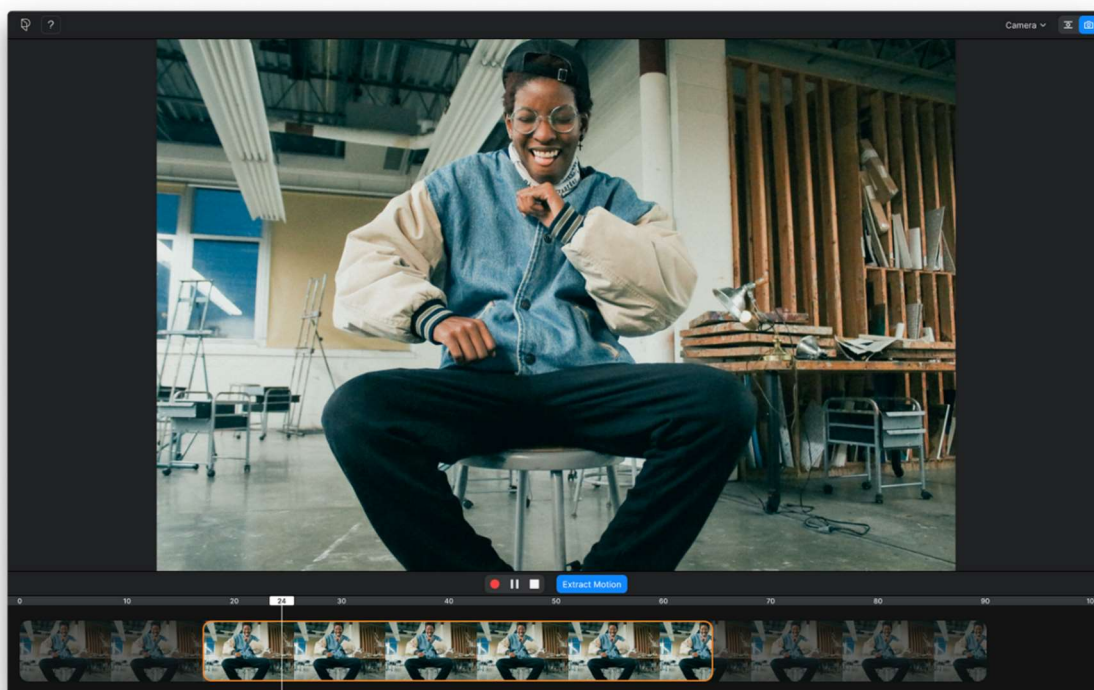
## 5 Ohjelmistot

### 5.1 Plask

Plask on internet-selaimella toimiva motion capture -ohjelmisto. Sovellus siirtää videolla näkyvän hahmon liikkeen halutun animaatiohahmon liikkeeksi tekoälyn avulla. Ohjelmaan voi ladata valmiin videon tai ohjelmaan voi kuvata suoraan nauhoitusominaisuuden avulla. Ohjelmisto sisältää lisäksi animointityökaluja, jolla voi kevyesti muokata hahmon animaatiota. (Choudhary.)

Etelä-korealainen start up -yritys Plask on vuonna 2021 syksyllä saanut 2,6 miljoonan dollarin rahoituksen sijoittajiltaan animaatioteknologiaansa. Yhtiön perustaja ja toimitusjohtaja on Junho Lee. Hänen tavoitteensa on, että Plask mullistaa mediateollisuutta ja luoda Plaskista yleinen työkalu alalla. (Dudok de Wit 2021.)

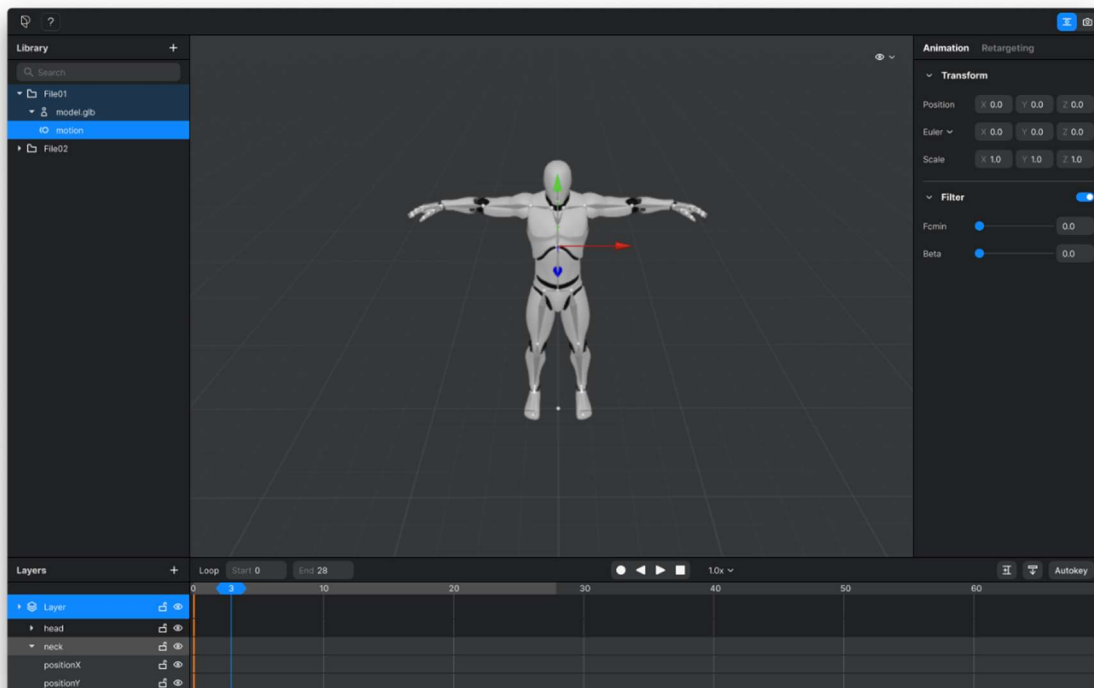
Ensimmäinen vaihe ohjelman käytössä on videon siirtäminen sovellukseen tai videon kuvaaminen sovelluksen sisällä. Videosta sen jälkeen voi valikoida osat, josta tehdään animaatio. Kuvassa 14 havainnollistetaan valintaprosessia. Lopuksi hyväksytään valinta ja animaatiota pääsee tarkastelemaan hahmoilla.



Kuva 14. Näkymä videoeditorista Plask-sovelluksessa (Plask)

Plaskin sivuilla on ohjeistettu kuvaamisohteja, jotta animaation laadusta tulee mahdollisimman hyvä. Henkilön koko kehon on oltava näkyvillä videolla ja videolla pitää olla vain yksi henkilö. Henkilön on suositeltavaa olla ympäristössä, jossa se erottuu hyvin. Kuvattavan videon suositellaan myös olevan kuvattuna vaakasuorassa ja 30 kuvaa sekunnissa -videotilassa. Tuetut videomuodot ovat MP4, MOV ja AVI. (Choudhary.)

Hahmoja ei tarvitse itse tehdä, sillä Plaskissa on muutama esimerkkimalli valmiina. Tyypillisesti käytetään oletuksena kuvassa 15 näkyvää hahmomallia. Plaskin editorinäkössä voi kuitenkin tuoda Plaskiin oman hahmomallin. Sille voi kohdistaa uudelleen animaatioluurankoa halutulla tavalla. Lisäksi editorissa on yksinkertainen animaatioeditori, jolla voi hienosäätää animaatiota. Animaatioita pystyy muokkaamaan, ennen kuin ne vie muiden ohjelmistojen käytettäväksi. Käytettäviä tiedostomuotoja ovat FBX, GLB ja BVH.

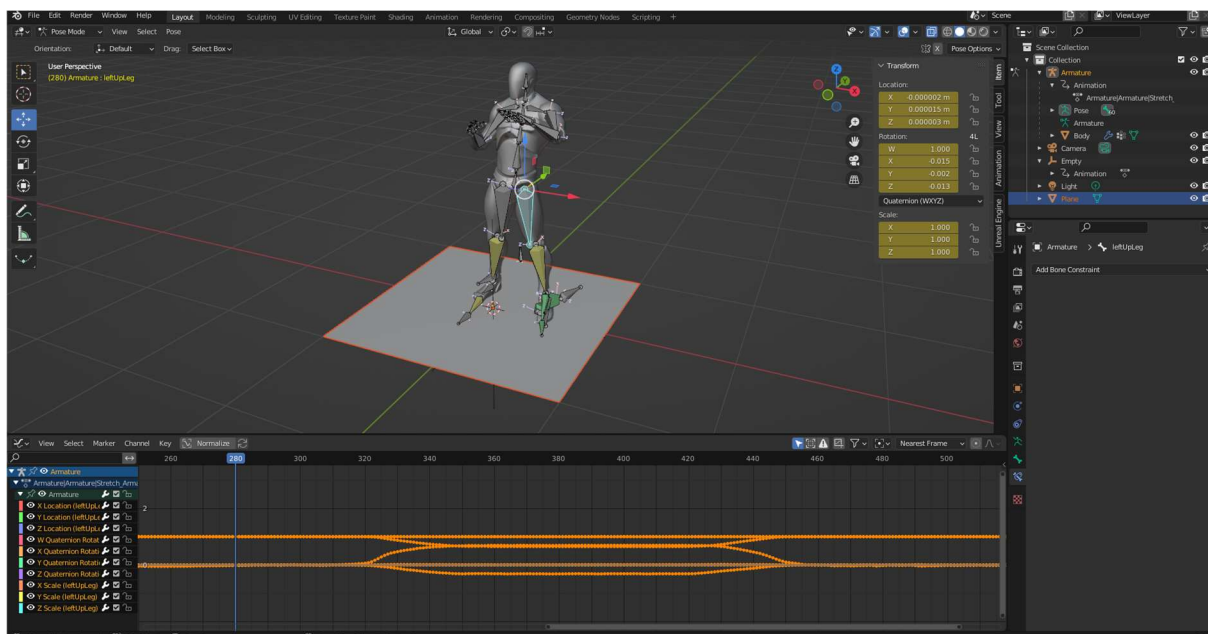


Kuva 15. Plaskin editorinäkö (Plask)

## 5.2 Blender

Blender on ilmainen avoimeen lähdekoodiin perustuva 3D-ohjelmisto. Blenderillä voi tehdä 3D-mallinnuksia ja animaatioita. Sitä käytetään esimerkiksi peli-, elokuva- ja TV-alalla. Koska Blenderin lähdekoodi on avoin, siihen voi kuka tahansa tehdä muutoksia. Sen vuoksi

Blenderillä on laaja kehittäjäyhteisö, joka kehittää ohjelmaan työkaluja ja jakaa dokumentteja ja ohjeita Blenderin käyttöä varten. Blenderin ilmaisuus on lisännyt myös ohjelmiston suosiota. Kuvassa 16 on esimerkinäkymä Blenderin animaationäkymästä.



Kuva 16. Blenderin animaationäkymä

Blenderiä tukee käyttäjäyhteisön lisäksi myös yhtiön oma organisaatio, Blender Foundation. Sen myötä ohjelmaan tulee virallisia päivityksiä. Organisaatio myös ylläpitää Blenderin nettisivuja. Organisaatio toimii lahjoitusten varassa. (Blender.) Useat isot yritykset ovat tehneet lahjoituksia siihen, kuten Ubisoft, Google ja Unreal. (Markham.)

### 5.3 Unreal Engine

Unreal Engine on Epic Gamesin kehittämä pelimoottori. Pelimoottorin ensimmäistä versiota on käytetty ensimmäisen kerran 1998 Epic Gamesin *Unreal* -nimisessä pelissä. Pelimoottori on alusta lähtien ollut suosittu 3D-peleissä useista eri syistä. Moottorilla kehitetyn pelin tietokone- ja konsoliversioit on helppo luoda yhtä aikaa, koska pelimoottori skaalautuu useille eri alustalle. Unreal Engine on myös alan yksi tehokkaimmista moottoreista. Se pystyy laskemaan graafisestikin raskaita pelejä. Unreal Engine on lisäksi peliteollisuudessa ensimmäisiä teknologioita, joita on onnistuneesti lisensoitu ja osattu kaupallistaa muiden pelinkehittäjien käyttöön. Ajan myötä Epic Games on sen vuoksi siirtänyt resursseja

pelinkehityksestä Unreal Engine -pelimoottorin kehittämiseen ja lisensoimiseen muille kehittäjille. (Thomsen 2012.)

Ohjelmalla on laaja kehittäjäyhteisö. Versiosta 4.22 lähtien Unreal Engine on ollut saatavilla ilmaiseksi. Unreal Enginen käyttäminen on tehty helpoksi useilla eri tavoilla. Ohjelmalle on saatavilla ilmaisia ja halpoja lisäosia Epic Gamesin omalla kauppa-alustalla. Lisäksi Epic Games on kehittänyt Unreal Engineen visuaalisen skriptausominaisuuden nimeltään Blueprint. Sillä voi ohjelmoida peliin ominaisuuksia ilman koodaustaitoja. Epic Games myös esittelee ohjelman erilaisia ominaisuuksia helpottaakseen työkalujensa käyttöä. Näitä on esimerkiksi lukuisat erilaiset dokumentaatiot eri aiheista ja kattavat Youtube -videot. (GToon 2019.)

Nykyään Unreal Engine on suosittu myös peliteollisuuden ulkopuolella. Kalleimmissa TV- ja elokuvatuotannoissa on otettu Unreal Engine käyttöön green screen -teknologian rinnalle. Kuvauksissa tuodaan LED-näyttöjä, joille näytetään Unreal Enginellä visualisoitua ympäristöä (kuva 14). Etuna on tällä se, että ympäristöä ja valaistusta voidaan muokata kuvauspaikalla. Tätä kuvaustyyliä on käytetty esimerkiksi Disneyn The Mandalorian -sarjassa. (Axon.)



Kuva 17. Ympäristön visualisointia TV-sarjan kuvauksissa käyttäen Unreal Engineä (Axon)

## 6 CASE: Videosta hahmoanimaatioksi

### 6.1 Tavoitteet

Asiakasyritys Pixtellille Plaskista saatavat tiedot ohjelman käytettävyydestä ja animaatioiden laadusta on tärkeitä. Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia, kannattaako Plaskia käyttää animaatioiden tekemiseen peliteollisuuden tarpeita varten. Tuotetusta malleista analysoidaan, millaisia animaatioita Plaskilla voi tehdä. Ohjelmalla tuotetut animaatiomallit viedään Unreal Enginellä toimivaan pelimaailmaan lopputarkastelua varten.

Plaskin käyttöön liittyen tutkittiin ensin, miten videoita kannattaa viedä ohjelmistoon. Plaskin on mainostettu olevan ilmainen ohjelma, jolla voi saada mistä tahansa videosta nopeasti hahmoanimaatioita. Tätä varten Plaskiin vietiin kahdella eri menetelmällä kuvattuja videoita. Ensimmäisellä kuvausmenetelmällä Plaskiin vietiin tavallisessa kotiympäristössä kuvattuja videoita. Videot kuvattiin puhelimella, koska järjestelmäkameroita ei ole jokaisessa kotiympäristössä saatavilla. Videoiden valaistuksena toimi normaali huonevalaistus ja kuvaustaustana oli normaali yksivärinen seinä. Tällä tavalla saatiin tietoa, millaista animaatiota Plaskilla saa aikaan ympäristössä, jossa ei ole panostettu kuvaustekniikkaan tai valaistukseen.

Toisella kuvausmenetelmällä jäljiteltiin studioympäristöä. Kamerana toimi ammattilaiskäyttöön suunniteltu järjestelmäkamera ja taustalla ja lattialla oli vähän valoa heijastavaa green screen -kangasta. Kuvauspaikalla käytettiin myös lisävalaisimia. Tällä tavalla saatiin mahdollisimman ammattimaisesti kuvattua videota, jossa pyrittiin minimoimaan kuvausympäristöstä ja kuvaustekniikasta johtuvia virheitä Plaskin animaatioprosessia varten.

Näitä kahdella kuvausmenetelmällä saatuja hahmoanimaatioita tarkasteltiin Blenderissä ja analysoitiin, onko kuvaustekniikoilla vaikutusta animaatioiden laatuun. Tässä vaiheessa prosessia tuli myös esille, kuinka paljon animaatioita joudutaan korjaamaan, ennen kuin ne kannattaa viedä Unreal Engine -pelimaailmaan. Siellä tapahtui lopullinen animaatiotarkastelu, kun korjatut animaatiot vietiin pelihahmolle.

### 6.2 Videoidut liikkeet

Kuvattavia liikkeitä oli muutama ja niitä kuvattiin kolme kertaa. Liikkeet oli valikoitu niin, että ne ovat lähtökohtaisesti ongelmallisia motion capture -animaatioissa tietyistä syistä. Etukäteen hankalia asioida animoida on sormet, kameran suuntaiset liikkeet ja kameralta piilossa olevat kehon osat (Truong, Caniglia.). Näistä syistä kuvattavia videoita oli kuusi erilaista, joissa jokaisessa yritettiin erilaisia asioita. Jokaista liikettä tehtiin neljään eri suuntaan,

koska tarkoituksena oli tarkastella, miten Plask reagoi liikkeisiin eri suunnista. Suoritetut liikkeet ja niiden tutkimustarkoitukset löytyvät taulukosta 1.

Suoritetut liikkeet	Tarkoitus
Sormien ja varpaiden liikuttelu	Sormien ja varpaiden liikkeiden jäljittely
Punnerrukset	Miten Plask suoriutuu liikkeistä, joissa raajat ovat toisten raajojen takana, esimerkiksi punnerruksen ala-asennossa
Kävelyä eri suuntiin	Plaskin reagointi, kun liike on kameran suuntaista ja sivuttaissuuntaista
Hyppyjä	Plaskin reagointi ylös-alas-suuntaisissa liikkeissä
Tanssi	Plaskin reagointi suuriin liikkeisiin
Venyttelyä	Plaskin reagointi, kun raajat ovat toisissaan kiinni

Taulukko 1. Suoritetut liikkeet ja niiden tutkimustarkoitukset

### 6.2.1 Ensimmäinen kuvauskerta

Ensimmäinen kuvaus suoritettiin kirjoittajan asunnon polkupyörävarastossa (kuva 18). Siellä oli käytössä tarpeeksi isot tilat kuvauksia varten. Kamerana toimi selfiekeppiin kiinnitetty OnePlus 8t. Kameran objektiivin asetuksia ei säädetty, koska videotilassa sen erikoisasetuksia ei voi säätää. Kamerasta varmistettiin videokuvauksessa vain 30 fps -tila Plaskin ohjeiden mukaan. Kameran etäisyys päätyseinästä oli 5 metriä. Vapaan tilan leveys oli noin kolme metriä ja korkeus noin 2,6 metriä. Päätyseinä oli yksivärinen ja katolla oli loisteputkivalaisin. Alueella ei ollut ikkunoita. Kuvausympäristö oli siis normaali iso tila, jota ei ole suunniteltu kuvaustilaksi.



Kuva 18. Ensimmäinen kotioloissa tehty videokuvaustila

### 6.2.2 Toinen kuvauskerta

Toisella kuvauskerralla panostettiin kuvausteknisiin asioihin. Kuvauspaikkana oli Lahdessa sijaitseva Radio- ja TV-museo Mastola. Museo valikoitui kuvauspaikaksi, koska siellä oli valmiina green screen -studio. Studiossa on iso seinän ja lattian peittävä vihreä kangas. Aluetta ympäröi metallikehikko, johon on kolmen metrin korkeuteen kiinnitetty seitsemän lisävalaisinta valaisemaan aluetta. Kyseisellä studiolla tutkittiin, onko kuvausympäristöllä ja

kuvauslaitteilla vaikutusta animaatioiden laatuun. Alla olevassa kuvassa on kyseinen studio.



Kuva 19. Mastolassa toimiva green screen-studio (Heiskanen)

Kamerana oli LAB-Ammattikorkeakoulusta lainattu ammattilaiskäyttöön tarkoitettu järjestelmäkamera Canon EOS 5D Mark II. Jalustana kameralle oli Manfrotto 546B. Siihen oli kytketty Sigma 24–70 mm objektiivi. Tämän objektiivin avulla pystyy säätämään linssien polttoväliä 24–70 mm väliltä. Objektiivin avulla saatiin rajattua kuvattavaa aluetta kattavasti.

Kamerasta varmistettiin 30 fps -kuvaustila. ISO-arvoksi säädettiin 250. Kuvausympäristö oli kirkas, joten sen takia ISO-arvo laitettiin matalalle. Suljinajaksi asetettiin 1/60, koska se on sopiva videokuvauksia varten (Kamerakoulu.). Polttoväli oli 40 millimetriä, jotta erilaiset hyppyliikkeet ja matalalla tapahtuvat liikkeet mahtuisivat kuvaan. Käytetty F-luku oli 4.0. Kameran etäisyys päätyseinästä oli viisi metriä. Seuraavassa kuvassa on kuvattuna kuvausympäristöä ja -laitteistoa.



Kuva 20. Kuvauslaitteet ja -ympäristö

### 6.3 Videosta animaatioksi

Molemmilla kuvauskerroilla kuvattujen videoiden yhteispituudeksi tuli noin 10–11 minuuttia. Näistä animaation käänösprosessia varten valikoitiin otokset, joissa ilmeni vähiten virheilikkeitä tai kuvaamiseen liittyviä virheitä. Plaskin animaation käänösprosessi kesti videon pituudesta riippuen yhden ja viiden minuutin väliltä.

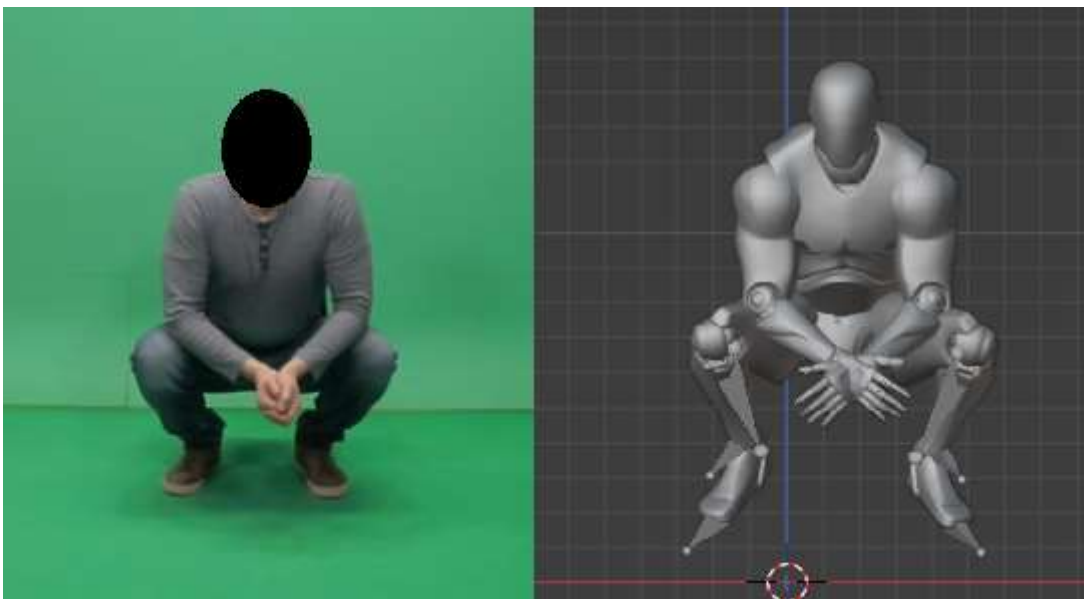
Video rajattiin Plaskissa, siten, että videossa esiintyvät alku- ja loppuasento olivat mahdollisimman neutraaleja. Pyrkimyksenä oli saada asennot, joka sulautuisivat mahdollisimman hyvin pelimaailmassa hahmon edelliseen ja tulevaan liikeanimaatioon. Jos hahmon edellisessä animaatioissa hahmo seisoo normaalisti, niin sen olisi luonnollisemman näköistä tehdä uusi liike myös seisoma-asennosta edellisen liikkeen jatkoksi.

Plaskin animaatioprosessin säätöjä ei muutettu. Animaatiot tulostettiin FBX- muodossa ja erillisille Unreal Enginelle tarkoitettussa FBX -muodossa. Lisäksi tulostettiin niin sanottu T-pose, jossa hahmo seisoo T-asennossa. Tätä käytetään, kun animaatioille halutaan tehdä erillinen neutraali asento. Animaatiot vietiin tämän jälkeen Blenderiin, jossa tehtiin animaatioiden laaduntarkistus ja jälkikäsitteily pelimaailmaa varten.

## 6.4 Animaation jälkikäsitely

Kaikista Plaskista tuoduista animaatioista ilmenee, että jokainen animaatio tarvitsisi jälkikäsitelyä. Ajan säästämisen vuoksi jälkikäsiteltiin vain yksi liike. Vaikka jälkikäsiteltäviä liikkeitä oli vain yksi, niin siitä selvisi hyvin jälkikäsitelyn vaatima työmäärä. Jälkikäsiteltäväksi liikkeeksi valikoitui järjestelmäkameralla kuvattu venyttelyanimaatio. Liikkeessä ensin venytettiin ojentajia ja venyttelyn lopuksi mentiin nopeasti kyykkyyhyn, jossa liike pidettiin paikallaan pari sekuntia. Sen jälkeen noustiin takaisin seisoma-asentoon.

Animaatiossa tapahtui jonkin verran liikeratojen lievää heilumista. Lisäksi hahmojen jalat eivät täysin pysyneet lattiapinnalla ja hahmo ikään kuin leijui hieman ilmassa. Tämä tapahtui varsinkin siinä vaiheessa, kun animaatiossa mentiin nopeasti kyykkyyhyn. Jalkaterissä myös tapahtui pientä liukumisliikettä. Kyykkyasennossa myös käsien sormet menivät hieman lävitse toisistaan. Kuvassa 21 on vertailu liikkeistä videolla ja Blenderillä ennen jälkikäsitelyä.



Kuva 21. Liikkeiden asennot videolla ja Blenderissä ennen jälkikäsitelyä

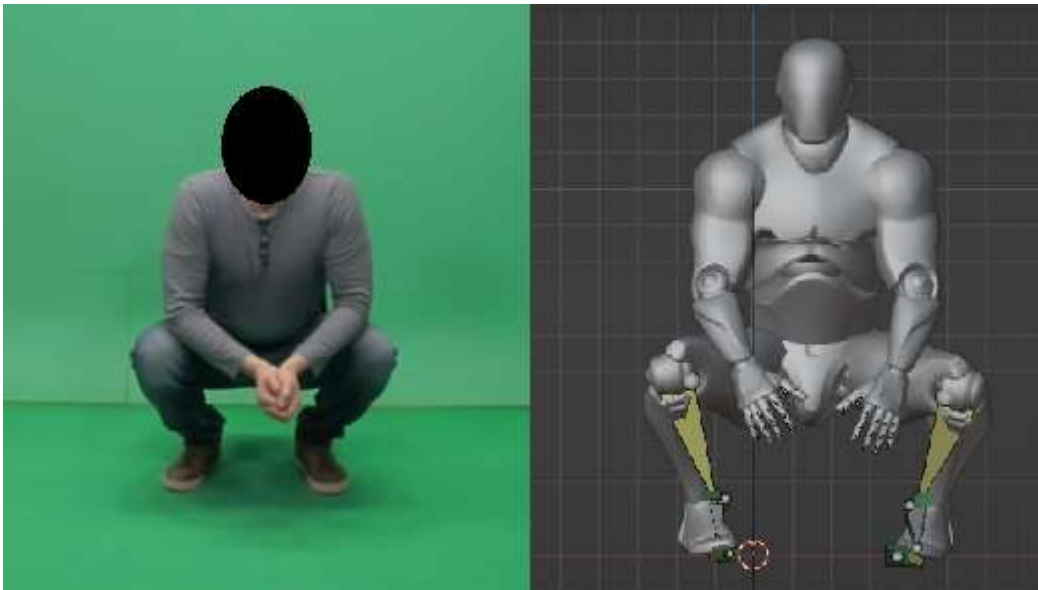
Jälkikäsitelyprosessin pystyi erottelemaan kolmeen osaan. Ensimmäisessä vaiheessa tasoiteltiin animaation siirtymäasentoja. Animaation jokaisella kuvalla oli määriteltynä valmiina jokaiselle luulle oma siirtymäasento. Näiden eroja tasoiteltiin, jotta liikkeistä saatiin hieman sulavamman näköisiä.

Seuraava vaihe liittyi Forward Kinematics -tekniikalla (FK) eli suorakinematiikalla tehtävään jälkikäsitelyyn. Kuten kuvasta 21 huomaa, kädet menivät toistensa lävitse. Tätä liikerataa

käsiteltiin kiertämällä kyynärpäätä lähtevää luuta. Samalla myös vähän oikaistiin hahmoa, sillä se oli hieman etukenossa sivustapäin katsottuna.

Viimeinen osio jälkikäsittelystä liittyi jalkojen asentoihin kyykyssä. Jalat eivät alun perin pysyneet lattian pinnalla. Tätä korjattiin käyttämällä Inverted Kinematics -tekniikkaa (IK) eli käänteiskinematiikkaa. Tässä varvas- ja nilkka luut pakotettiin pysymään lattiassa. Kun varvas- ja nilkka luut pakotettiin lattialle, niin kaikki muut luut jäljittelevät näiden liikettä ja hahmo ei pääse leijumaan ilmassa. Avuksi myös malliin mallinnettiin lattia avustamaan liikeratojen hahmottamista.

Lopputuloksena jälkikäsittelyissä joutuu välillä tekemään kompromisseja. Videossa kädet olivat aluksi ristissä, mutta tässä animaatiossa kädet olivat hieman levällään. Tällä tavalla sormia ei tarvitsisi käsitellä. Samalla kun Inverted Kinematics -tekniikkaa käytettiin jalkoihin, niin se vaikuttaa myös muiden luiden asentoihin. Sen takia joutui myös tekemään pieniä viilauksia kehon muihin luihin. Kuvassa 22 on vertailu lähtökohdasta ja animaatiosta jälkikäsittelyn jälkeen Blenderillä.

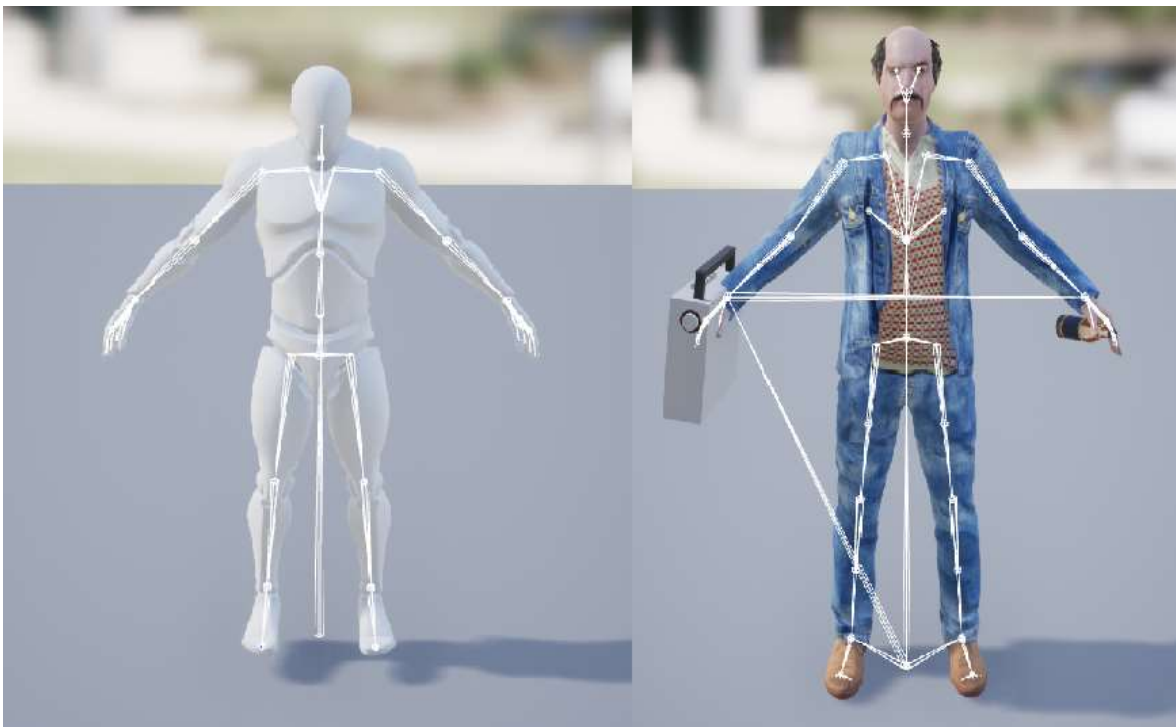


Kuva 22. Liikkeiden asennot videolla ja Blenderissä jälkikäsittelyn jälkeen

## 6.5 Blenderistä Unrealiin

Lopullinen animaation tarkastelu tehtiin pelimaailmassa Unreal Engineillä. Ennen kuin vietiin Blenderillä jälkikäsitelty animaatio pelimaailmaan, oli vietävä Unreal Engineen hahmosta neutraali T-asento, jossa hahmo seisoo ja kädet ovat sivuilla. Tämän tarkoituksena oli saada

pelimaailmaan käytettäväksi hahmon luuranko, joka on valmiina T-asennossa. T-asento tai A-asento, jossa kädet ovat 45 asteen kulmassa, ovat animaatioalalla standardi ihmisten animaatioluurankojen oletusasentoille. Samanlainen oletusasento helpottaa animaatioliikkeiden siirtämistä muille erilaisille animaatioluurangoille. Unreal Enginen pelimaailmassa pelihenkilön animaatioluuranko (kuva 23) on erilainen kuin Blenderissä jälkikäsitelty, joten oletusasento oli määriteltävä samaksi kuin pelimaailman hahmon. Tässä tapauksessa pelihahmon oletusasento oli A, joten jälkikäsitellyn luurangon asento muutettiin Unreal Enginessä T-asennosta A-asentoon.



Kuva 23. Luiden eroavuus mallien välillä

Kuten kuvasta 23 huomataan, pelimaailman henkilöllä on erilainen luurankomalli. Seuraava osa animaatioiden siirtoprosessia toisille luurankomalleille oli luiden nimeäminen. Tämän osuuden tarkoituksena on nimetä Plaskista tuodun luurangon osat samaksi, mitä pelimaailman hahmo käyttää. Siinä luut nimetään sen mukaan, mikä sen luun on tarkoitus olla. Esimerkiksi nimetään, mikä osa luusta on oikeaa ja vasenta olkapäätä ja niin edelleen. Onnistunut nimeäminen helpottaa animaatioiden siirtämistä toisille hahmoluurangoille. Kuvassa 24 näkyy, kun animaatio oli siirretty Blenderistä muokatulta hahmolta Unrealin pelihahmolle.



Kuva 24. Animaation näkyminen eri hahmoilla

## 6.6 Tulokset

Tulosten käsittely on jaettu kolmeen osuuteen. Ensin on kerrottu havaintoja Plask -ohjelmiston käytöstä. Tässä osiossa kerrotaan yleisiä Plask -ohjelmistoon käyttöön liittyviä asioita, jotka eivät ilmene Plaskin kotisivuilla. Toisessa osiossa analysoidaan animaatioita yleisellä tasolla. Siinä myös selkenee isoimmat erot eri kuvausmenetelmillä kuvatuista animaatioista. Kolmannessa osuudessa analysoidaan tarkemmin erilaisia animaatioliikkeitä Blenderissä ja jälkikäsiteltyä animaatiota Unreal Engineessä.

### 6.6.1 Havaintoja Plask -ohjelmiston käyttämisestä

Ohjelma oli selkeä ja helppo käyttää. Videot oli helppo ladata sovellukseen ja niiden rajaus onnistui kätevästi sovelluksen kautta. Videon kääntäminen animaatioksi riippui siitä, kuinka pitkä video on. Yleisesti käänösprosessi kesti noin kahdesta viiteen minuuttia. Animaation kääntäminen FBX-muotoon sujui myös nopeasti.

Ohjelmasta huomasin useista eri asioista, että se on tällä hetkellä beta -vaiheessa. Plaskilla pystyi muokkaamaan animaatioita, mutta ohjelma tarjoaa tällä hetkellä minimaalisesti säädettäviä ominaisuuksia. Ohjelmaan toivoisin esimerkiksi ominaisuuden, jolla tuotettavan animaation voisi siirtää ohjelman sisällä toiselle luurangolle. Käytön suhteen ongelmana on

myös se, että se toimii vain verkkoselaimella. Jos sivun päivitti uudestaan, niin ohjelma hävittää kaikki ohjelmassa tehdyt animaatiot. Lisäksi ohjelman animaatioeditorissa ei ole ollenkaan kumoustoimintoa, jolla voi palauttaa aiempia työn vaiheita. Plaskia kannattaa käyttääkin vain siihen, että tuottaa sillä pelkän animaation ja jälkikäsittelee sen toisella ohjelmalla.

### 6.6.2 Analyysi animaatioista yleisesti

Opinnäytetyössä tutkittiin Plaskin animaation tuotantoprosessia. Tätä tutkittiin selvittämällä, onko videoiden kuvaustavoilla väliä animaatioiden laadun suhteen. Ensin vietiin Plaskiin kotiolosuhteissa tuotettuja videoita ja sen jälkeen vietiin studio-olosuhteissa tuotettuja videoita. Suoritetut liikkeet ja niiden tutkimustarkoitukset löytyvät taulukosta 1.

Animaatiovideoiden perusteella molemmilla kuvauskerroilla kuvattujen animaatioiden laatu on pysynyt melkein samanlaatuisena. Kotiolosuhteissa tuotetuilla animaatioilla tosin havaitaan hieman enemmän virheitä animaatioissa. Mahdollisia syitä tälle voi olla monia. Kuvausympäristöstä tulevia mahdollisia ongelmia voivat olla kiiltävä lattia ja lisävalojen puute. Puhelimen kamerasta johtuvia ongelmia voivat olla kameran ISO-automaattiasetus ja aukkosuhteen automaattiasetus. Edellä mainitut mahdolliset ongelmat ovat yhdessä aiheuttaneet videon valaistuksessa epätasaisuutta ja tästä syystä animaatioihin on tullut enemmän häiriöitä. Lisäksi osa kotiolosuhteissa kuvatuista videoista oli kuvattu hieman vinossa. Tämä johti siihen, että jotkin raajat animaatioissa oli hieman vinossa, joka aiheuttaa animaatioissa lisää korjaustoimenpiteitä.

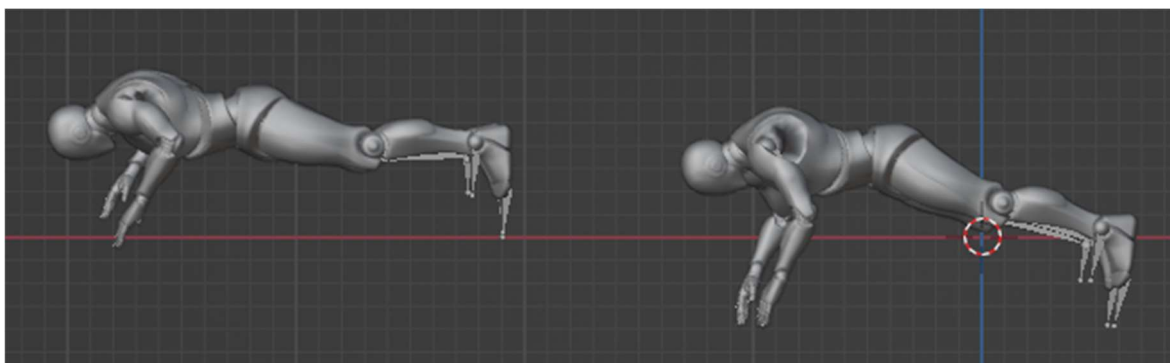
Studioissa otetuissa videoissa on myös animaatioiden perusteella hieman kehitettävää kuvausmenetelmän suhteen. Niiden animaatioissa tapahtuu hieman enemmän virheitä kantapäiden kanssa. Välillä kantapäät normaalissa seisoma-asennossa valahtavat varpaiden tason alapuolelle. Videoita tarkastellessa jälkikäteen huomataan, että kamera on ollut kenties hieman liian korkealla lattian tasosta, mikä on aiheuttanut videoissa vääristymää jalkojen asentoihin. Asia olisi korjaantunut esimerkiksi laskemalla kameraa lähemmäksi lattiaa ja kuvannut hieman enemmän yläviistoon tai kuvaamalla kauempaa ja muuttamalla objektiivin polttoväliä lyhyemmäksi.

### 6.6.3 Analyysi animaatioliikkeistä Blenderissä ja Unreal Enginessä

Ensimmäinen kuvattu liike oli sormien ja varpaiden liikuttelu. Testien perusteella Plask ei animoi ollenkaan sormien ja varpaiden liikkeitä. Kyseistä liikettä testattiin useampaan kertaan ilman tuloksia. Tämä on asia, josta ei ole mainintaa Plaskin sivuilla. Tämä voi olla

mahdollisesti myöhemmin lisättävä ominaisuus, kun ohjelma siirtyy pois beta -versiosta ja julkaistaan kokonaisuena versiona.

Toinen kuvattava liike oli punnerrukset. Kyseinen liike näytti sulavalta molemmilla kuvaustavoilla. Raajat liikkuvat samalla tavalla kuin videollakin. Kameraan päin ja kamerasta pois-päin punnertaessa tulee outoa vartalontavutusta, koska niissä oli monta raajaa piilossa toisten raajojen takana. Sivusuunnilta kuvattuna punnerrukset (kuva 25) näyttivät hyviltä, jos sormien asentoa ei huomioida. Kotona tehtävissä punnerruksissa on tosin enemmän virheitä. Siinä hahmo punnerruksen ala-asennossa hyppää väliaikaisesti monta metriä sivulle ja tämä tapahtui jokaisella kolmella punnerrusvideolla. Punnerrusvideota jälkikäteen tarkastellessa huomataan, että Plask ottaa häiriöitä, jos kameraan tuleva valo muuttuu. Punnerruksien aikana punnertajan aktiivisuusrannekellon näyttö aktivoituu ja sammuu ja tämä aiheutti häiriöitä. Lisäksi punnerruksien aikana ylhäältä päin tuleva valo aiheutti, että punnertajan alla oleva varjo muuttui koko ajan. Kameran ISO-automaattiasetus ja aukko-suhteen automaattiasetus reagoi tähän varjojen muuttumiseen, joka näkyi videolla ylimääräisenä välkkymisenä.



Kuva 25. Vasemmalla punnerrukset studiossa ja oikealla kotona

Loput kuvatut liikkeet onnistuivat loistavasti. Nämä olivat kävely, hyppy, tanssi ja venyttely. Tämä voi johtua siitä, että jokainen niistä liikkeistä liikuttaa jokaista raajaa ja niissä ei pysytty paikoillaan. Näistä liikkeistä parhaiten näkyivät kameraan päin tehtävät liikkeet, koska niissä jokainen raaja näkyi kameralle. Jos liike tehtiin sivusuunnissa, niin silloin tapahtui pieniä virheliikkeitä. Tämä tapahtuu sen takia, koska osa raajoista oli piilossa kameralta. Silloin hahmo saattoi olla vähän vinossa tai raajojen liike vaillinaista.

Unreal Engineen vietiin jälkikäsitteilyjen jälkeen venyttelyliike. Siellä lieviä ongelmia tuli siinä, että käytetyllä hahmolla oli erilainen luurakenne. Tästä syystä ensimmäisen

animaation vienti on hieman työläs, sillä Plaskista tuodun animaatioluurangon luut pitää määritellä samanlaiseksi kuin pelihahmon animaatioluurangon. Seuraavilla animaatioilla tätä vaihetta ei tarvitse tehdä. Venyttelyliike näytti pelihahmon tekemänä muuten hyvältä, paitsi käsivarret menivät toistensa sisälle. Tämä johtuu siitä, koska Blenderissä käytetty hahmomalli oli hieman isompi, kuin pelihahmon malli. Tämä virhe olisi korjaantunut sillä, jos Blenderissä olisi tehty animaatiolle korjauksia käyttämällä pelimaailman hahmoa.

## 7 Pohdinta ja kehitysehdotuksia

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Plaskin soveltuvuus peliteollisuuden tarpeita varten. Plask osoittautuu opinnäytetyössä hyväksi apuvälineeksi tehdä animaatioita tietyn poikkeuksin. Ensinnäkin suuret animoitavat liikkeet onnistuvat hyvin. Liikkeitä näyteltäessä on tosin otettava huomioon, että kameran pitää kuvata jokaista raajaa koko ajan. Puutteita ohjelmiston suhteen on se, että se ei osaa animoida sormia ja varpaita. Lisäksi animaatioita on itse jälkikäsiteltävä. Jälkikäsitelyn laatu määrittää sen, voiko animaatioita käyttää peliympäristössä. Asiakasyritys Pixtell on samaa mieltä edellä mainitun asian kanssa. Asiakasyritykselle raportoidaan tarkemmat ohjeet ohjelmiston käytöstä.

Videoiden kuvaamisprosessissa löytyi konkreettisia asioita, joilla pystyy vaikuttamaan Plaskin prosessoimien animaatioiden laatuun. Molempia käytettyjä kuvaustyyliä vertailtaessa Plask osaa tehdä animaatioita myös videoista, jotka on kuvattu harrastelijatason kuvauskalusteilla. Kuvauskalusteiden suhteen on tärkeintä, että kameran ISO-automaattiasetus ja aukkosuhteen automaattiasetus on poissa. Näiden asetusten lisäksi valaistus ja kuvauskulma osoittautuvat tärkeiksi asioiksi.

Kuvaustavan pohjalta yksi kehityskohde liittyy videoiden kuvaustyyliin. Studioissa kuvatuissa videoissa ilmeni häiriöitä kantapäiden suhteen, sillä ne välillä valuivat animaatioissa lattian läpi. Yksi tapa olisi pohtia, korjaantuisiko virhe muuttamalla kuvaustapaa. Siinä voisi esimerkiksi kokeilla sitä, että näyttelijä olisi korokkeen päällä ja kameran korkeus olisi hie-man koroketta korkeammalla. Toinen tapa olisi kuvata kauempaa ja pyrkiä kuvata läheltä lattiatasoa, jotta saadaan lattiataso suoraksi videolla. Sillä tavalla Plask luultavasti ymmärtäisi paremmin, mikä on videolla lattiapintaa. Siten kantapääät eivät välttämättä enää menisi lattian läpi.

Opinnäytetyön pohjalta toinen kehityskohde olisi kehitellä työkaluja nopeuttamaan ja helpottamaan animaatioiden jälkikäsitelyprosessia. Animaatioiden jälkikäsitelytekniikoita on olemassa useita erilaisia ja loppuvaiheessa opinnäytetyöprosessia löytyi uusia ja monipuolisempia tekniikoita, jotka osoittautuivat opinnäytetyössä käytettyjä tekniikoita paremmiksi. Näitä tekniikoita käyttämällä animaation jälkeä olisi saatu hienosäädettyä paremmin. Jatkossa suositeltavaa on myös, että animaatioita käsiteltäessä käytettäisiin valmiiksi halutun pelihahmon mallia. Valitettavasti tässä opinnäytetyössä jälkikäsiteltyjä animaatioita oli vain yksi, koska jälkikäsitely vei opinnäytetyössä eniten aikaa.

Opinnäytetyössä on sovellettu monen eri mediatekniikan alan kokonaisuuksia. Työn rajaus on onnistuttu pitämään maltillisena, vaikka tässä työssä käsitellään monia eri teknologioita. Opinnäytetyössä yhdistyy videokuvaustekniikan, motion capture -teknologian, animaatio-

ohjelmistojen ja peliteknologian eri osa-alueita. Opinnäytetyön aihe on pyritty pitämään innovatiivisena, joka myös samalla tarjoaa lukijoille uutta tietoa.

## Lähteet

Affordableschools. 5 types of animation. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa

<https://affordableschools.net/lists/5-types-of-animation/>

Axon, S. The Mandalorian was shot on a holodeck-esque set with Unreal Engine, video shows. Arstechnica. Viitattu 14.3.2022. Saatavissa

<https://arstechnica.com/gaming/2020/02/the-mandalorian-was-shot-on-a-holodeck-esque-set-with-unreal-engine-video-shows/>

Baker, T. The History of Motion Capture Within The Entertainment Industry. Opinnäytetyö. Viitattu 21.3.2022. Saatavissa

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/336908/taryn\\_mocap\\_thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/336908/taryn_mocap_thesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Blender. Blender Foundation. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa

<https://www.blender.org/about/foundation/>

Choudhary, A. 3D animation using AI: Behind Plask. Analyticsindiamag. Viitattu

15.3.2022. Saatavissa <https://analyticsindiamag.com/3d-animation-using-ai-behind-plask/>

Dudok de Wit, A. Plask, Whose AI-Based Tech Converts Video Into Animation, Raises \$2.6M. Cartoonbrew. Viitattu 17.3.2022. Saatavissa

<https://www.cartoonbrew.com/tech/plask-whose-ai-based-tech-converts-video-into-animation-raises-2-6m-210087.html>

Digi-kuva. Näin käytetään kameran ISO-asetuksia. Viitattu 5.4.2022. Saatavissa

<https://digi-kuva.fi/valokuvaustekniikka/nain-kaytetaan-kameran-iso-asetuksia>

GToon. Focus: Unreal Engine – A Brief History of Unreal. Rendosity. Viitattu 17.3.2022.

Saatavissa <https://magazine.renderosity.com/article/5330/focus-unreal-engine-a-brief-history-of-unreal>

Heiskanen, E-P. Viitattu 4.4.2022. Saatavissa <https://www.lahdenmastola.fi/tee-ja-koe/tekemista-museossa/>

Hivestudio. The uses of animation. Hivestudio. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa

<https://hivestudio.net/the-uses-of-animation/>

Hurja. Animaatiovideot ja motion graphics. Viitattu 21.3.2022. Saatavissa

<https://www.hurja.fi/palvelut/animaatiovideot-ja-motion-graphics/>

- Kamerakoulu a. Valokuvauksen perusteet: suljinaika ja liikkeen pysäytys. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <https://kamerakoulu.fi/valokuvauksen-perusteet-suljinaika>
- Kamerakoulu b. Objektiivit ja polttovälin merkitys valokuvauksessa. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <https://kamerakoulu.fi/valokuvauksen-perusteet-objektiivit>
- Kamerakoulu c. Valokuvauksen perusteet: aukko. Viitattu 5.4.2022. Saatavissa <https://kamerakoulu.fi/valokuvauksen-perusteet-aukko#aukko>
- Kitagawa, M. & Windsor, B. 2008. MoCap for Artists. USA: Elsevier.
- Kuvarkisto. Kameran rakenne ja toiminta. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <http://kuvarkisto.com/kameran-rakenne-ja-toiminta/>
- Markham, R. What is Blender, and Is It Right for You? Schoolofmotion. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa <https://www.schoolofmotion.com/blog/what-is-blender-and-is-it-right-for-you>
- Mo-sys. What is motion capture and how does it work? Viitattu 21.3.2022. Saatavissa <https://www.mo-sys.com/what-is-motion-capture-and-how-does-it-work/>
- Niconusa. Understanding Focal Length. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa <https://www.niconusa.com/en/learn-and-explore/a/tips-and-techniques/understanding-focal-length.html#>
- Nummelin, J. 2015. Animaatioelokuvan lyhyt historia. Turku: Tarke.
- Plask. User guide. Plasticmask.notion.site. Viitattu 15.3.2022. Saatavissa <https://plasticmask.notion.site/User-guide-ac4bba1b75384c309e7a24e6542454ba>
- Pixcap. 2021. Inverse Kinematics in Game Character Animation. Blogi. Viitattu 7.4.2022. Saatavissa <https://www.pixcap.com/inverse-kinematics-in-game-character-animation/>
- Rokoko. What is Motion Capture, and How Does it Work in 2022?. Blogi. Viitattu 12.4.2022. Saatavissa <https://www.rokoko.com/insights/what-is-motion-capture-and-how-does-it-work-in-2022>
- Thomsen, M. History of the Unreal Engine. IGN. Viitattu 14.3.2022. Saatavissa <https://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine>
- Truong, K, Caniglia, G. Comparing Motion Capture Techniques for Movement Art. Knight Lab. Viitattu 21.3.2022. Saatavissa <https://studio.knightlab.com/results/oscillations-vr/oscillations-mocap-comparison/>
- Valokuvataiteenmuseumo. Lehtikuvaajan välineet 1800-luvulta 1900-luvun loppuun / Kameran rakenne ja sen toiminnat. Viitattu 25.3.2022. Saatavissa

<https://www.valokuvataiteenmuseo.fi/fi/tietopalvelut/tietoa-ja-oppaita/lehtikuvaajan-valineet-1800-luvulta-1900-luvun-loppuun/kameran#Objektiivit>

Vidhansemail. Basics of Animation. Geeksforgeeks. Viitattu 18.3.2022. Saatavissa <https://www.geeksforgeeks.org/basics-of-animation/>

White, T. How To Make Animated Films. 2009. E-Kirja. New York: Routledge. Saatavilla rajoitetusti [https://lut.primo.exlibrisgroup.com/permalink/358FIN\\_LUT/1hujjmv/cdi\\_informaworld\\_taylorfrancisbooks\\_10\\_4324\\_9780080927848\\_version2](https://lut.primo.exlibrisgroup.com/permalink/358FIN_LUT/1hujjmv/cdi_informaworld_taylorfrancisbooks_10_4324_9780080927848_version2)

Xsens. MVN Animate. Viitattu 12.4.2022. Saatavissa <https://www.xsens.com/products/mvn-animate?hsCtaTracking=0031f976-823a-4074-8cc4-d6f2347422ae%7C584bb7ed-596e-4dd6-992d-245825acf04f>