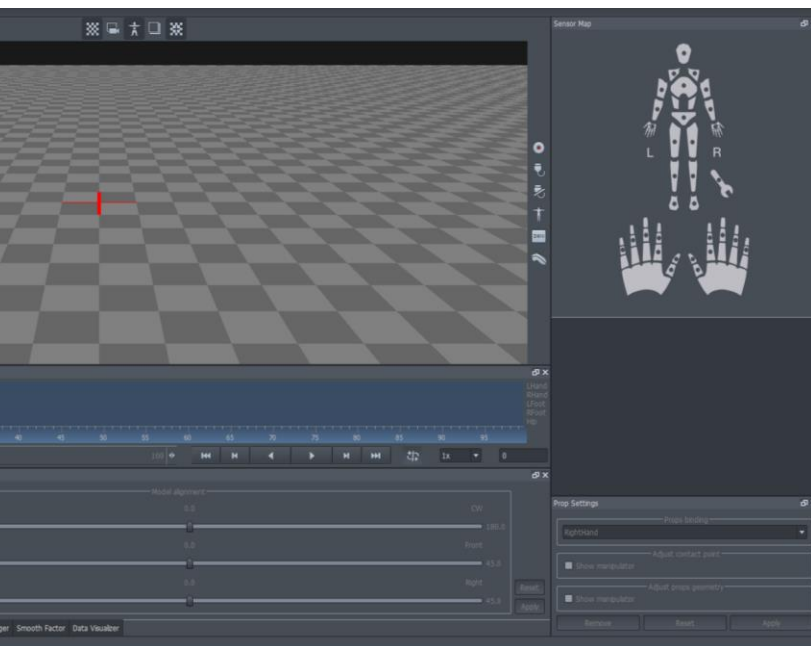


Antti Turunen

## Liikkeenkaappaus ja sen hyödyntäminen 3D- animaatioinnissa



Tradenomi  
Tietojenkäsittely  
Kevät 2022

  
KAMK • University  
of Applied Sciences



## Tiivistelmä

**Tekijä:** Turunen Antti

**Työn nimi:** Liikkeenkaappaus ja sen hyödyntäminen 3D-animaatioinnissa

**Tutkintonomike:** Tradenomi (AMK), tietojenkäsittely

**Asiasanat:** Liikkeenkaappaus, Motion capture, Perception Neuron, Axis Neuron, 3D, Animaatio, Blender

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua Perception Neuron 2.0 -liikkeentallennuslaitteeseen ja Axis Neuron -ohjelmistoon sekä käyttää niitä 3D-animaation tukena.

Opinnäytetyössä käsitellään ja tutkitaan, miten liikkeenkaappausta käytetään 3D-animaation rinnalla ja mitä vaiheita siihen liittyy. Aluksi esitellään lyhyesti liikkeenkaappauksen historiaa ja erilaisia laitteistovariaatioita, minkä jälkeen siirrytään opinnäytetyön aikana tuotettavaan animaatioprojektiin. Animaatioprojektia ennen käydään läpi mitä ohjelmia ja laitteistoja projektissa käytetään ja kuinka niitä on käytetty projektin edetessä.

Animaation liikkeiden luomiseen käytetään Perception Neuron 2.0 -laitteistoa ja Axis Neuron -ohjelmistoa, ja lopullinen animaatio kootaan Blender 3D-mallinnusohjelmistolla. Tämä teos on itsetutkiskeleva teksti, jonka tarkoituksena on herättää lukijan kiinnostus animaatio- ja liikkeenkaappausvaiheita kohtaan animaatioprosessissa.

Projekti osoitti, että liikkeenkaappaustekniikka auttaa huomattavasti animaatioprosessia ja lyhentää animaatioon kuluvaa aikaa. Näin animaattoreille jää enemmän aikaa työstää ja jalostaa animaatioitaan parempaan ja sulavampaan suuntaan.

**Commented [MT1]:** Tiivistelmäsi on niukahko. Olen antanut opiskelijoille ohjeeksi:

1. kappale: työn tausta tai lähtökohdat ja tavoite
2. kappale: aineisto ja metodi
3. kappale: keskeiset tulokset
4. kappale: johtopäätökset.



## **Abstract**

**Author(s):** Turunen Antti

**Title of the Publication:** Motion Capture and Its Use in 3D Animation

**Degree Title:** Bachelor of Business Administration, Business Information Technology

**Keywords:** Motion capture, Perception Neuron, Axis Neuron, 3D, Animation, Blender

The aim of the thesis was to learn about the Perception Neuron 2.0 motion capture device and Axis Neuron software and to use them to support 3D animation.

The thesis discusses and explores how motion capture is used alongside 3D animation and the steps involved. It starts with a brief history of motion capture and the different hardware variations, before moving on to the animation project being produced during the thesis. The animation project is preceded by a discussion of the software and hardware used and how they have been used as the project has progressed.

Perception Neuron 2.0 hardware and Axis Neuron software will be used to create the animation movements, and the final animation will be assembled using Blender 3D modeling software. This work is a self-exploratory study designed to stimulate the reader's interest in animation and motion capture steps in the animation process.

The project showed that motion capture technology greatly helps the animation process and reduces the time needed for animation. This gives animators more time to work on and refine their animations to make them better and smoother.

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Motion capture ja sen kehittyminen .....	2
2.1	Laitteisto nykypäivänä ja niiden eroja.....	2
2.2	Rotoskoopaus liikkeenkaappauksen edeltäjänä .....	3
2.3	ANIMAC ja liikkeenkaappauksen ensiaskeleet.....	5
2.4	1980-luvulta nykypäivään .....	6
3	3D animaation synty ja kehitys.....	8
3.1	Historia .....	8
3.2	Kehitys .....	9
4	Projektiin tarvittavat työkalut .....	11
4.1	Blender ohjelmistona ja sen synty .....	11
4.2	Perception Neuron 2.0 ja Axis Neuron.....	11
5	Harjoitustyö .....	13
5.1	Aloitusta ja sen vaikeudet .....	13
5.2	Asetusten asettaminen ja kalibrointi .....	13
5.3	Liikkeen kaappaus ja tallennus .....	15
5.4	Datan liittäminen hahmoon, editointi ja renderöinti.....	17
5.5	Valmis sykli showreel-animaatioksi.....	19
6	Pohdinta .....	20
	Lähteet .....	22
	Liitteet	

### **Symboliluettelo**

Inertia = Kappaleen taipumus jatkaa liiketilassa, ellei siihen kohdistu kiihdyttävää nettovoimaa.

Potentiometri = Potentiometri on elektroniikassa kolminapainen säätövastus.

Pipeline = tietokoneorganisaation muoto, jossa käskysarjan peräkkäiset vaiheet suoritetaan vuorotellen samanaikaisesti toimivien moduulien sarjalla.

VR = kolmiulotteisen kuvan tai ympäristön simulointi, jonka kanssa voidaan olla vuorovaikutuksessa näennäisen todellisella tai fyysisellä tavalla.

AR = tekniikka, jossa tietokoneella luotu kuva asetetaan päällekkäin käyttäjän näkymän kanssa todellisesta maailmasta

Frame = Kuva.

Fps = Frame per seconds, eli montako kuvaa näytetään sekunnin aikana.

bvh = Motion capture data tiedosto.

F-curve = vuorovaikutus kahden animoidun ominaisuuden välillä Blenderissä.

## 1 Johdanto

Opinnäytetyössäni tutkin liikkeenkaappaus ohjelmistoa Axis Neuron ja laitteistoa Perception Neuron 2.0 sekä miten liikkeenkaappaus voidaan soveltaa 3D-animaatiossa. Kerron myös hieman liikkeenkaappauksen ja 3D-animaation historiasta ja kehityksestä. Opinnäytetyössäni oli myös tarkoituksena syventää ja kerryttää kokemusta langattoman koko kehon liikkeenkaappausjärjestelmän käytöstä. Tietoperustaani olen kasannut kirja- ja verkkolähteillä oman tietoperustani tueksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia animaation kehitystä ja selvittää, millaisia tekniikoita käytetään liikkeenkaappauksen ja animaation välillä nykyään ottaen huomioon tekniikan kehityksen. Tämä työ on itsetutkiskeleva teksti, jonka tarkoituksena on herättää lukijassa kiinnostus animaation ja liikkeenkaappauksen työvaiheisiin animaatioprosessissa.

Opinnäytetyöni sisältää lyhyen noin 12 sekunnin mittaisen animaation, missä liike on luotu liikkeenkaappauslennettä käyttäen. Tallenne on liitetty ilmaiseen Mixamo.com:sta ladattuun 3D-hahmoon. Valmiin animaation latsin YouTube-kanavalleni.

Commented [MT2]: yhteen

Commented [MT3]: 3D-hahmoon

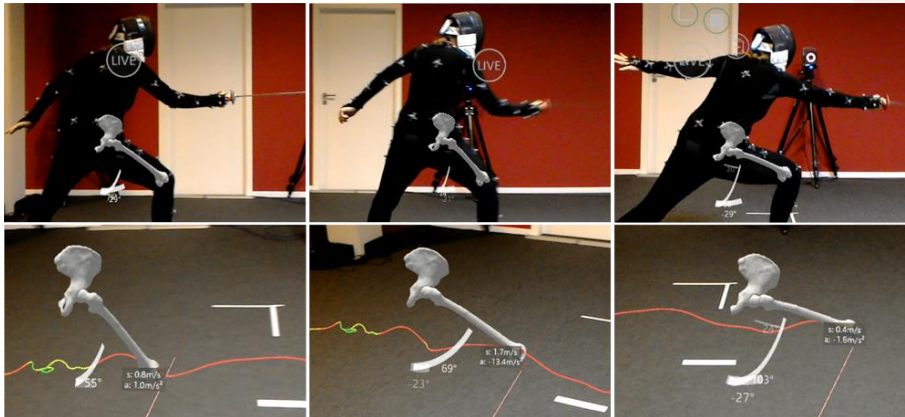
Commented [MT4]: Valmiin

Commented [MT5]: YouTube-kanavalleni

## 2 Motion capture ja sen kehittyminen

### 2.1 Laitteisto nykypäivänä ja niiden eroja

Motion capture, eli liikkeenkaappaus on termi, jota käytetään elävän liikkeen digitaaliseen taltiointiin ja prosessointiin. Taltiointia voidaan tehdä reaaliajassa tai tallentaa analysointia, toistamista ja uudelleen kartoittamista varten. Liikkeenkaappausta käytetään monilla eri aloilla. Hyvä esimerkki on kliininen lääketiede, jossa ammattilaiset voivat analysoida kaapattua liikedataa ja sen perusteella määrittellä syyt vammoille ja tarvittavat toimenpiteet niiden hoitoon (kuva 1).



Kuva 1. HoloMed Projectilla otettu reaaliaikainen röntgenkuva ihmisen jalasta [1.]

Liikkeenkaappaus jakautuu kolmeen eri päämuotoon, magneettiseen, mekaaniseen ja optiseen liikkeenkaappaukseen. Optinen liikkeenkaappaus sisältää kolmea eri kaappausmuotoa, jotka ovat passiivinen, aktiivinen ja merkitsemätön (markerless) järjestelmä. Liikkeenkaappauksessa käytetään monia eri välineitä, kuten infrapunakameroita, valoja ja heijastavia sensoreita (kuva 2). Kameroiden sijoituspaikat määritellään tiettyjen sensoreiden eli tiettyjen kehonosien seuraamiseen käyttämällä useita 2D-kuvia. Inertiasensoreiden eli jatkuvan liikkeen sensoreiden käyttö ylläpitää tasaisen siirtymä- ja pyörimisnopeuden. Inertia-anturit tunnistavat kehon liikkeitä ja asennot, samanlainen ominaisuus löytyy ihmisen sisäkorvasta. [1.] Magneettiliikkeenkaappaus järjestelmä käyttää kehossa olevia antureita, jotka on kytketty langallisesti elektroniseen ohjausyksikköön. Tämä yksikkö on kytketty verkon kautta tietokoneeseen, jossa se ilmoittaa sijaintinsa kentällä ohjelmiston avulla näyttääkseen niiden sijainnit ja kierrot 3D-muodossa.

Commented [MT6]: ks. <http://www.kielitoimistonohjepankki.fi/ohje/510>

Commented [MT7]: yhteen

Commented [MT8]: -- jotka ovat passiivinen, aktiivinen ja merkitsemätön (markerless) järjestelmä

Commented [MT9]: yhteen

Commented [MT10]: Inertia-anturit

Commented [MT11]: 3D-muodossa

Mekaanisessa liikkeenkaappauksessa käytetään metallitangoista tehtyä pelkistettyä ihmisenluurankoa, joka kiinnitetään esiintyjän takaosaan. Jokaisessa liitännässä on anturit, jotka antavat metallitankojen sijainnit. Mekaanisen liikkeenkaappaukseen sisältyvät myös käsi- ja mekaaniset käsivarret tai nivelletyt mallit. [2.]



Kuva 2. Ylleen puettava liikkeenkaappauspuku on kehitetty perinteisestä kamerajärjestelmästä, tehden siitä helposti liikuteltavan ja mahdollistaen liikkeenkaappauksen missä tahansa [2.]

## 2.2 Rotoskoopaus liikkeenkaappauksen edeltäjänä

Nykyaikaiset liikkeenkaappausjärjestelmät ovat vaatineet suuria määriä kokemuksia ja kehityksellisiä läpimurtoja, innovaatioita ja laskennallisia edistysaskeleita viime vuosisadan aikana. Vuonna 1915 animaattori Max Fleischer kehitti rotoskoopiksi kutsutun tekniikan, joka loi perustan tämän päiväiselle animaatiotekniikalle. Rotoskoopaus oli primitiivinen ja aikaa vievä prosessi, mutta se on välttämätön lähtökohta teollisuudelle. Rotoskooppimenetelmässä animaattorit käyttivät hyväksi live-action-elokuvaa ja piirsivät liikkeet framettain (kuva 3), kopioiden näyttelijöiden tai eläinten tekemät liikkeet suoraan käsinmaalattuun maailmaan.

Commented [MT12]: sisältyvät

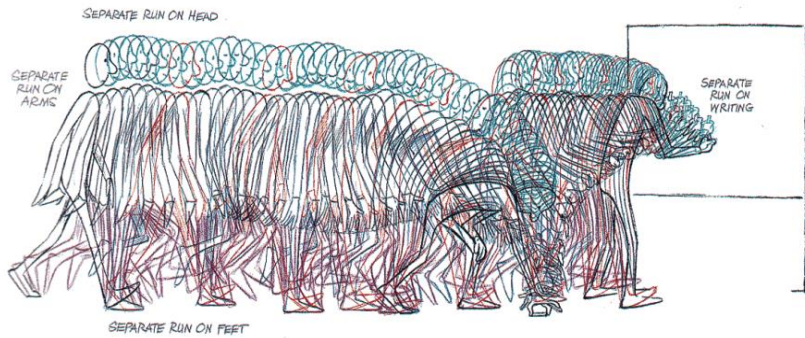
Commented [MT13]: Mistä olet kaapannut 2.1.1 ja 2.1.2 lukujen tekstit? Ja 2.1.3 otsikon. Niissä näkyy himmeänä alla harmaa sävytyt. Tästä puuttuu myös oikean reunan tasaus.

Commented [TAT14R13]: Olen kirjoittanut tekstiä englanniksi ja suomeksi, koska on ollut helpompaa teettää tekstiä. Samalla kun lähteet on kirjoitettu englanniksi on helpompi lukiessa ja tutkiessa niitä kirjoittaa ensin englanniksi ja siirtää kääntäjän kautta tekstiin. Käytän tällaista kääntäjää kuin: <https://www.deepl.com/translator>

Commented [TAT15R13]: Ja huomaisin että tekstin tyyli oli myös jostain syystä "Kuvaotikkona" eikä perustekstinä minä sen kuuluisi olla, ja teksti kohdissa oli "Merkin sävytyt" päällä sen ottaminen pois poisti harmaan varjostuksen

Commented [MT16]: yhteen





Kuva 3. The Animators Survival Kit-kirjan kuva missä 2D-animaatiokohtauksen jokainen frame [3]

Commented [MT17]: 2D-animaatiokohtauksen

Tekniikan avulla saatiin tehtyä sujuvampia ja realistisempia liikkeitä, joita animaattorit eivät olisi voineet saavuttaa yksin. [4.] Rotoskooppausta oli käytetty useissa eri piirrosanimaatioissa, mutta tunnetuimpana oli vuonna 1937 tullut Lumikki ja seitsemän kääpiötä ja sen jälkeen tulleet Liisa ihmemaassa (1951) ja Prinsessa Ruusunen (1959). Rotoskooppaus voidaan laskea osaksi liikkeenkaappauksen syntyä, koska se mullisti sen aikaisten piirrosanimaatioiden teon ja sitä käytettäessä hyödynnettiin live-action elokuvia ja kohtauksia.

### 2.3 ANIMAC ja liikkeenkaappauksen ensiaskeleet

Animaattori Lee Harrison III:n ANIMAC-laitteisto valmistui, missä käytetään elektronisesti ohjattuja katodisädeputkia (CTR). Nämä putket näyttävät animoitavan hahmon, jotka koostuvat luista, ihosta, nivelistä, rypyistä, silmistä ja liikkuvista huulista luoden "katodisädemarionetin". 1960-luvun lopussa ANIMAC muunnettiin transistoriversioksi ja sen monista sisältämistä tekniikoista olivat saaneet patenteja. [5.] ANIMAC oli 60-luvun aikaan ensimmäinen ja ainoa laite, joka oli pystynyt liikkeenkaappaukseen ja Lee Harrison III näytti sen maailmalle vuoraten kokovartalo puvun potentiometreillä (kuva 4) ja pystyi niitä hyödyntämällä tallentamaan ja nauhoittamaan näyttelijöiden liikkeitä reaaliajassa. Näyttelijä toi digitaalisen hahmon eloon liikkeillään, minkä seurauksena ensimmäinen liikkeenkaappaus käyttänyt animaatio sai syntynsä.



Kuva 4. Tanssija, jolla on kehoon asennetut anturit ja joka ohjaa reaaliaikaista animaatiota ANIMAC-laitteistolla. [5.]

Commented [MT18]: Muuta tämän virkkeen rakennetta/sanajärjestystä. Nyt tämä joka-konjunktio viittaa valmistui-verbiin, vaikka sen pitäisi viitata laitteistoon.

Commented [MT19]: yhteen

Commented [MT20]: , minkä

## 2.4 1980-luvulta nykypäivään

1980-luvulle mentäessä näyttelijät käyttivät kokovartalopukuja, joihin oli kiinnitetty aktiivisia markkereita ja muutamia suuria kameroita näyttelijöiden liikkeiden seuraamiseen, mikä johti yksityiskohtaisempiin ja tarkempiin digitaalikuviin kuin Harrisonin alustalla saataviin viivakaappauksiin. [6]. Liikkeenkaappauksen yleistyminen vei elokuva- ja mediatuotantoa huomattavasti eteenpäin hopeuttaen ja vähentäen niiden kustannuksia. Näyttelijöiden oli totuttava uuteen tapaan näytellä kuvauksien aikana, koska kohtaukset eivät sisältäneet suuria määriä rekvisiittaa kuin ennen. (kuva 5) 1990-luvulla oli useita merkittäviä tapauksia liikkeenkaappauksen kehityksen aikana. Vuoden 1992 talvi CES tapahtumassa (Consumer Electronics Show) käytettiin ensimmäistä kertaa kasvojen kaappausta käyttämällä SimGraphicsin naama valdo:ksi (Face waldo) kutsuttua kasvojen seurantajärjestelmää [7].



Kuva 5. Andy Serkis Klonkkuna Taru sormusten herrasta -elokuvan kuvauspaikalla. [8].

Commented [MT21]: yhteen

Commented [MT22]: <http://www.kielitoimistonohjepankki.fi/haku/piilku/ohje/95>

Commented [MT23]: 1990-luvulla

Commented [MT24]: CES-tapahtumassa (Consumer Electronics Show)

Commented [MT25]: Taru sormusten herrasta -elokuvan

Ensimmäiset pelit, jotka sisälsivät liikkeenkaappausteknologiaa, olivat 1995 vuosina julkaistut Gremlin Interactive:n "Actua Soccer" DOS:lle ja Project Soul:in kehittämä "Soul Edge" arcade-kolikkopeli laitteelle ja Soul Edge oli myös ensimmäinen passiivista optista liikkeenkaappausta käyttänyt peli. Nykyään liikkeenkaappausta voidaan nähdä monissa eri paikoissa, varsinkin monissa elokuvissa ja videopeleissä, joissa sitä käytetään realististen liikkeiden luomiseen fiktiota ja fantasiaa varten. 2000-luvulla liikkeenkaappamisesta on tullut nykyelokuvateollisuutta hallitseva tekniikka ja se tuo monia etuja tuotannon kaikkiin vaiheisiin. Esiutuotannon näkökulmasta elokuvantekijät voivat ennakoida haluamansa liikkeiden ja hahmojen visualisoinnin (kuva 6), edetä käynnissä olevien varhaiskuvaussuunnitelmissa ja kokeilla joustavasti eri rooleja ja päätöksentekoa. [8.]



Kuva 6. Näyttelijä Andy Serkis ja Caesar elokuvasta Apinoiden planeetan synty vieretysten [8.]

Commented [MT26]: yhteen

Commented [MT27]: arcade-kolikkopeli

Commented [MT28]: -- ja se tuo--

### 3 3D animaation synty ja kehitys

#### 3.1 Historia

Aikaisemmin termi "animaatio" tarkoitti perinteisesti käsin piirrettyjä ja maalattuja kuvia, jotka sitten valokuvattiin ja näytettiin. 2D animaation rinnalle nousi uusi tapa, kun Edwin Catmull ja Frederic Parke kehittivät 3D-animaatio tavan vuonna 1972, mikä mullisti animaatiokehityksen kokonaan. Ennen kuin 3D-animaatio, toiselta nimeltään tietokoneanimaatio tuli suosioon, käytettiin sitä ennen paljon työläämpiä tapoja saada kolmiulotteisia esineitä ja hahmoja eloon. Näitä olivat "stop-motion"- ja "claymotion"-animaatiot (kuva 7). Ennen näitä edellä mainittuja tapoja kaksiulotteinen animaatio oli ainoa animaattoreiden käytettävissä oleva animaatiotyylili. Kaksi suunnittelijaa muutti täysin kaksiulotteisen animaation maailman ja se on noussut uudelle tasolle paperista digitaaliseen 3D:hen. Nykypäivänä 3D-animaatio on animaatioteknologian huippu. 3D-animaatiossa esineet ja hahmot ovat tehty kolmiulotteisiksi perinteisen kaksiulotteisuuden sijaan ja niitä voidaan liikutella ja pyöritellä, kuten oikeita esineitä. [9.] 3D-animaatiota nähdään usein TV-ohjelmissa, elokuvissa ja peleissä, ja se muodostaa virtuaalitodellisuuden ytimen. Sitä voidaan myös hyödyntää esitysgraafiikassa.



Kuva 7. Vahahahmo, joka nähdään stop motion -elokuvassa "Early Man" [9.]

3D-taiteilijat ovat yleensä mukana useissa visuaalisen tehostetuotannon alkuvaiheissa varmistaakseen, että he tekevät valmiita malleja, joita voidaan käyttää animaatiossa. Esimerkiksi animoidakseen hahmolle oikeat persoonallisuuden piirteet ja liikkeet. 3D-mallin tekijän on osattava ottaa huomioon nämä tekijät. Kokoamisprosessin aikana hahmolle annetaan luut, ihon

Commented [MT29]: , mikä

Commented [MT30]: "stop-motion"- ja "claymotion"-animaatiot

Commented [MT31]: ,

Commented [MT32]: yhteen

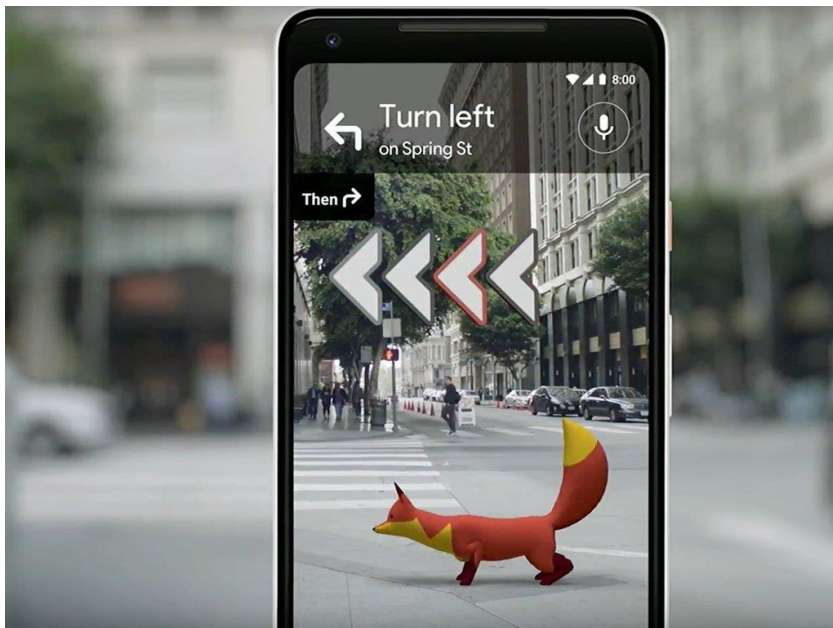
Commented [MT33]: stop motion -elokuvassa

Commented [MT34]: 3D-mallin

paino ja rajoitukset, jotka antavat hahmon liikkua tietyillä tavoilla. Jos tätä ei tehdä animaattorin tarpeiden mukaan, lähetään malli takaisin tarvittavien muutosten tekemiseksi. Animaattorit ovat vastuussa liikkeiden painon ja ajoituksen antamisesta, mikä johtaa siihen, että malli tuntuu todelliselta ja eläytyy oikein. [10.]

### 3.2 Kehitys

Digitaalisen animaation ja varsinkin 3D animaation kehitys on nopeutunut huomattavasti viime vuosikymmenien aikana ja kun liikkeenkaappaus on saatu osaksi animaatioiden tekoon, niiden realistiset ja luonnolliset liikkeet vievät ne aivan toiselle tasolle. Teknologian kehittyessä lisää ja lisää nykypäivänä tuoden tehokkaampia ja uusia tapoja luoda digitaalisia animaatioita ja animaatiotapoja. AR/VR- ja 360-videoteknologiaa käyttäviä musiikki- ja mainosvideoita on jo tehty (kuva 8.), vaikka kyseiset tekniikat ovat vielä kehityksen alla, ovat ne todella näyttäviä ja immersivisiä. [11.]

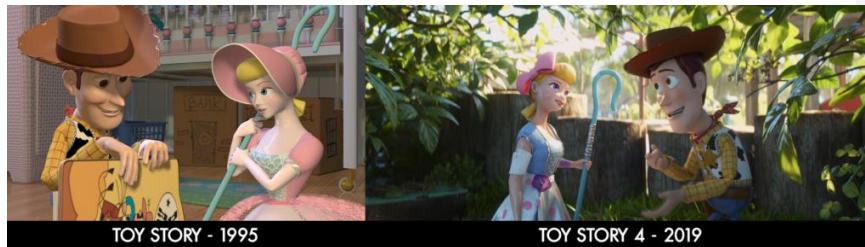


Kuva 8. Google Maps:n AR-kettu ohjaa käyttäjän kohteeseensa. [11.]

Commented [MT35]: AR/VR- ja 360-videoteknologiaa

Commented [MT36]: AR-kettu

Animaatio tulee ilahduttamaan yleisöä vielä monia vuosia, ja animaatioelokuvat jatkamaan menestystään ja vangitsevat katsojien sydämiä ja mielikuvituksia, eikä genre näytä merkkejä päättymisestä (Kuva 9.). Animaation tulevaisuus näyttää valoisalta, kun niiden laatu paranee laitteiden ja muun kehityksen kanssa. Tekniset edistysaskeleet lupaavat avata uusia ovia, ja jatkuvasti lisääntyvä fotorealismi tarjoaa realistisempia hahmoja ja ympäristöjä. Nykyään tähdätään 4K-elokuvien tekemiseen, mutta sen takia animaation tuottaminen kestää kaksi kertaa kauemmin. Useimmat animaatioelokuvat ovat tällä hetkellä 2k (2048 x 1080) ja niitä tehdään nopeudella 24 FPS, mutta 4k-elokuvan (3840 x 2160) tekemiseen tarvitaan vähintään 48 FPS tai enemmän.[12]



Kuva 9. Vierekkäisvertailussa ensimmäinen Toy Story- ja Toy Story 4 -elokuva, [12]

Commented [MT37]: Toy Story- ja Toy Story 4 -elokuva

## 4 Projektiin tarvittavat työkalut

### 4.1 Blender ohjelmistona ja sen synty

Blender syntyi vuonna 1995 kun animaatiostudion NeoGeon perustaja Ton Roosendaal päätti päivittää ja koodata uudelleen studion senhetkiset 3D-työkalut. Näin syntyi 3D-grafiikkaohjelmisto Blender. Vuonna 1998 Ton päätti perustaa uuden yrityksen nimeltä Not a Number kehittääkseen ja myydäkseen edelleen Blender-ohjelmistoa. NaN kohteena on ilmainen luoda ja jakaa alustasta riippumattomia 3D-ohjelmistoja. Vuonna 2000 Blender 2.0 julkaistiin huonon taloudellisen tilanteen vuoksi ja NaN:n toiminta keskeytettiin vuoden 2001 lopussa. Not a Numberin romahtamisen jälkeen Ton Roosendaal päätti perustaa voittoa tavoittelemattoman yhdistyksen, Blender Foundationin, jatkaakseen ohjelmiston kehittämistä. Tavoitteena on kerätä lahjoituksilla 100 000 euroa, jotta yhdistys saa oikeudet Blender-ohjelmiston lähdekoodiin ja tehdä siitä avoimen lähdekoodin.[13]

Commented [MT38]: yhteen

Blender on ilmainen ja avoimen lähdekoodin 3D-mallinnusohjelmisto. Se tukee koko 3D-putkistoa - mallintamista, riggausta, animaatiota, simulointia, renderöintiä, kompositiota ja liikkeen seurantaa, videoeditointia ja pelien luomista. Edistyneille käyttäjille Blender tarjoaa Python-skriptisovellusliittymää sovellusten mukauttamiseen ja erikoistyökalujen kirjoittamiseen: yleensä nämä sisällytetään Blenderin uusiin versioihin. Blender on monialustainen ja toimii yhtä hyvin Linux-, Windows- ja Macintosh-tietokoneissa. Sen käyttöliittymä käyttää OpenGL:ää yhtenäisen käyttökokemuksen tarjoamiseen. Tietyn yhteensopivuuden varmistamiseksi tuettujen alustojen luettelo näyttää alustat, joita kehitystiimi testaa säännöllisesti.[14]

Commented [MT39]: yhteen

Commented [MT40]: :

### 4.2 Perception Neuron 2.0 ja Axis Neuron

Perception Neuron pyrkii määrittelemään liikkeensiappausteollisuuden uudelleen maailman pienimmällä inertiyksiköllä (IMU) tai "neuronilla". Neuronit ovat pieniä langattomia antureita, jotka käyttäjät sijoittavat kehoonsa ja yhdistävät keskittimiin. Keskitin liitetään tietokoneeseen WiFi- tai USB-portin kautta. "Neuroni"-anturijärjestelmiä käytetään monilla aloilla, mukaan lukien elokuvatuotanto, videopelien kehittäminen, visuaaliset tehosteet, virtuaalitodellisuus, urheiluanalyysi. Järjestelmä on kevyt, joten sen avulla esiintyjät ja käyttäjät voivat olla erittäin joustavia missä tahansa.

Commented [MT41]: Ei pilkkua.

Commented [MT42]: Ei pilkkua.



Perception Neuron -liikkeenkaappausjärjestelmä kommunikoi Axis Neuron -ohjelmistosovelluksen kanssa. Axis Neuron vastaanottaa ja käsittelee liikkeenkaappausdataa, joka voidaan viedä kolmannen osapuolen ohjelmistoihin. Perception Neuron ja Axis Neuron voidaan yhdistää synkronisesti kolmannen osapuolen ohjelmistosovelluksiin, kuten Unityyn, Mayaan ja MotionBuilderiin. Tämä pipeline tarjoaa korkealaatuista liikedataa, joka on yhteensopiva useimpien ammattimaisten elokuvatehosteiden ja pelien kehitystyökalujen kanssa.[15]

Commented [MT43]: yhteen

Commented [MT44]: Unityyn

Commented [MT45]: Mayaan

Commented [MT46]: MotionBuilderiin

## 5 Harjoitustyö

### 5.1 Aloitus ja sen vaikeudet

Työn aloittamiseksi minun oli perehdyttävä Perception Neuron laitteiston vaatimuksien täyttämiseen, joihin kuului riittävä tila, missä ei ole häiriötekijöitä ja liikkumistilaa eri liikkeiden tekoon ja muuhun testailuun. Tila ei myös saa sisältää voimakkaita magneettisia häiriötekijöitä, mm. tietokoneet ja sen oheislaitteet, generaattori, suuret kytkennät, virtalaitteet, televisiot, jääkaapit ja sen sellaiset.

**Commented [MT47]:** Alaluvussa tulisi olla vähintään 2 kpl tekstiä.

Sopivan tilan löydyttyä otin selville, mitä kaikkea tilassa pystyisin tekemään ja minkälaisia liikkeitä siellä pystyi toteuttamaan. Tavallisen kävelemisen ja kääntäilyä lisäksi tila soveltui muutamien juoksuaskelten ja hyppyjen ottamiseen. Vaikka tila soveltuikin tarpeisiini riittäväällä tavalla, olisin toivonut pystyvän tekemään kaatumis- tai kompastusanimaatioita, koska sellaisten tekeminen oikeanlaisiksi on hyvin työlästä ja aikaa vievää.

**Commented [MT48]:** selville, mitä

**Commented [MT49]:** Ei pilkkua.

**Commented [MT50]:** yhteen

### 5.2 Asetusten asettaminen ja kalibrointi

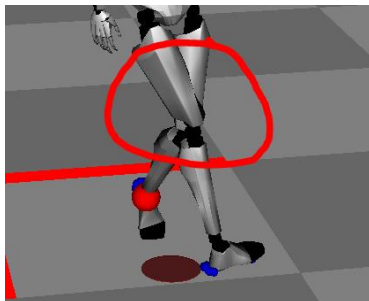
Perception neuron:in käyttöopasta hyödyntäen aloitin oman kehon mittaamisen ja kontaktiasetusten säätämisen. Kuvassa 10 punaisella alleviivatut kohdat vaikuttavat jalkojen ja nivelten jäykkyyteen ja auttavat niitä saamaan kontaktia maan kanssa, jotta ne näyttivät oikeilta. Aiempien kokeilujen ja toimivuuden testaamisen yhteydessä oli ilmennyt monia pieniä ongelmia, mitkä johtuivat asetusten riittämättömästä asettamisesta ja niiden testailusta.

**Commented [MT51]:** yhteen



Kuva 10. Kontakti asetukset

Suurimpia ongelmia ja yksi tärkeimmistä vaiheista tässä kohtaa oli saada sensorit tunnistamaan, olivatko jalat lattiassa vai ilmassa. Jos jalat eivät tunnista lattiaa oikein, ohjelma yrittää simuloida liikettä, jolloin liikkeestä tulee virheellinen (kuva 11.) Nämä virheet vaikuttavat myös nivelten taivutukseen siten kuin niiden pitäisi olla liikkeen aikana, jolloin se on virheellinen tai nivel taipuu liikaa, mikä periaatteessa mitätöi koko datan ja se on kuvattava uudelleen.



Kuva 11. Kävelyliikkeen aikana tapahtunut virheasento

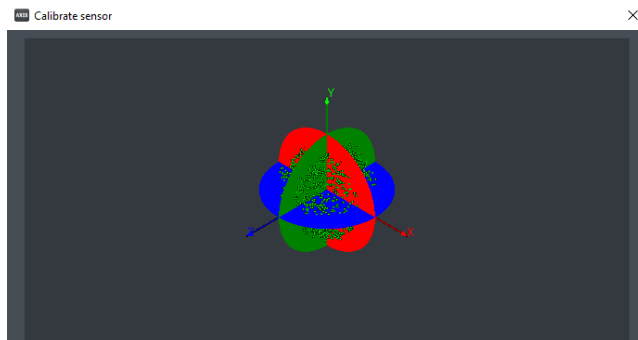
Oli mahdollisimman tärkeää saada ohjelma ja sensorit tunnistamaan asentoni, jotta liikkeenkaappaus ei menisi pilalle. Tässä vaiheessa myös uudelleenkalibroin sensorit tarkistaakseni ja neutraloidakseni niiden magnetoitumisen, mikä käytännössä teki sensorin käyttäytymisen vääränlaiseksi. Liian suuret vaihteluerot sensoreiden välillä tekivät kaapatusta datasta käyttökelvotonta, koska suurien virheiden korjaaminen olisi ollut työläämpää kuin liikkeiden kaappaaminen uudestaan. Sensoreiden kalibroinnissa sensoria pyöritetään kädellä,

Commented [MT52]: yhteen

Commented [TAT53R52]: Word ainakin herjaa että menisi väärin jos laittaa yhteen, toki ohjelma on ollut ennenkin väärässä.

Commented [MT54]: tekivät

kunnes ohjelma on määritellyt ja kalibroinut liikeradat täten poistaen mahdolliset virheet ja määrittäen sen uudelleen (kuva 12.)



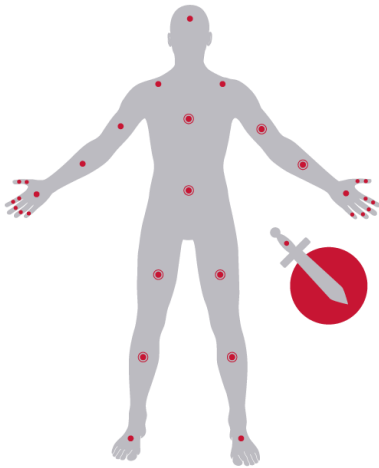
Kuva 12. Sensorin kalibrointi

### 5.3 Liikedatan kaappaus ja tallennus

Kaappauksen aloitus vaiheessa puin ylleni Perception Neuron -valjaat ja asetin sensorit oikeille paikoilleen. Tärkeintä oli sijoittaa anturit oikeisiin paikkoihin, jotta liikkeet olisivat mahdollisimman tarkkoja ja luonnollisia (kuva 13).

Commented [MT55]: Ei pilkkua.

Commented [MT56]: Perception Neuron -valjaat



### 32-NEURON

Kuva 13. Sensoreiden paikat merkattu punaisella

Kun anturit oli kiinnitetty ja sijoitettu valjaisiin, seuraava vaihe oli liittää ne tietokoneeseen ja Axis Neuron -ohjelmistoon Wi-Fi-yhteyden kautta. Kun yhteys oli saavutettu ohjelman ja laitteiston välille, oli tärkeää testauttaa ja korjata mahdolliset virheet, että asennot ja liikkeet ovat oikein. Helpoin ja varmin tapa testauttaa toimivuus, oli ottaa testiotoksia ja tarkistaa niiden liikeradat virheiden varalta. Useamman tunnin aikana testiotoksia oli kertynyt kymmenkunta, joissa näkyi liikerata virheitä niin jalkojen kuin käsien sensoreissa. Työskentelytila oli melko avoin, mutta suurin osa seinustoista oli täynnä sähkörasioita ja johtoja, jotka todennäköisesti häiritsivät antureita magneettisesti, mikä johti ottamieni testiotosten sensorivirheisiin. Suurin osa sensorivirheistä korjautui itsestään, kun siirryin huoneen toiselle puolelle. Varmistettuani, ettei sensorivirheitä enää ollut, päätin, että se oli tarpeeksi hyvä virallista tallennusta varten. Kerrattuani, mitä kykenin tekemään ja tallentamaan tilassa, tein muistiinpanoja liikkeistä, jonka jälkeen aloitin tallentamisen.

Muutaman tallennuksen yhteydessä huomasin, että jotkut anturit menettivät yhteyden Axis Neuron ohjelmaan, mikä mitätöi sen hetkisen tallennuksen kokonaan. Minulle oli selvää, että Wi-Fi-yhteys alkoi jostain syystä hiipua, enkä saanut korjattua sitä toimintakuntoiseksi. Modeemin sammuttaminen ja uudelleenkäynnistäminen auttoi hetken aikaa, mutta noin kymmenen minuutin kuluttua tilanne alkoi taas huonontua. Aloin turhautua asiasta, koska testausvaiheessa

Commented [MT57]: yhteen

se toimi moitteettomasti ja tuntemattomasta syystä se alkoi tempuilla minulle. Päätin antaa asian olla loppupäivän ja jatkaa seuraavana päivänä.

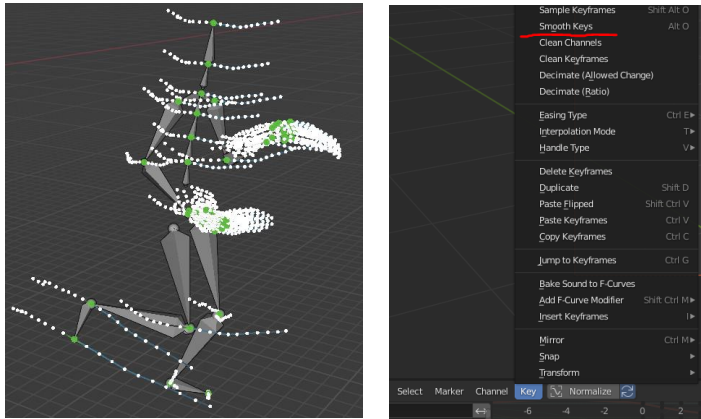
Seuraavana päivänä modeemi toimi tarkoituksenmukaisesti ja ongelmitta. Harjaannuin siitä ja aloin työstää tallennusta mahdollisimman pian. En tiennyt, kuinka kauan modeemi toimisi, joten päätin jatkaa työskentelyä mahdollisimman nopeasti. Nauhoitus onnistui melko hyvin parin pakollisen testinauhoituksen jälkeen, kun jouduin laittamaan valjaat takaisin päälle. Oli tärkeää, että liikkeen tallennus aloitetaan paikallaan olevana, jotta nauhoittamisen aloittamisessa ei tule virheitä ja siitä on myös helpompi leikata ja muokata liikkeitä. Tallenteen tarkastelun jälkeen en löytänyt mitään suurempia virheitä tai virheliikkeitä. Tallennuksen asetusten kanssa puuhasteltuani kaikki alkoi näyttää todella lupaavalta ja varmuuskopioinnin jälkeen vein sen muokattavaksi Blenderiin.

#### 5.4 Datan liittäminen hahmoon, editointi ja renderöinti

Blender-ohjelma tunnistaa Motion capture -tiedoston eli bvh-tiedoston ja vietyä ohjelmaan se automaattisesti generoi tiedoston mukaisen luurangon, missä kaapattu liikedata sijaitsee. Kun olin saanut tiedoston blenderiin, aloin merkitsemään muistiin animaation kohtia, jotka soveltuisivat sopivaksi luopattavaksi juoksusykliksi (kuva 14a). Alkuperäinen liikedata oli 972 framea pitkä, josta valmistui 94 framea pitkä juoksusykli. Alkuperäisestä datasta leikkasin alussa olevan paikallaan seisomisen ja liikkeelle lähdön, koska ne eivät olleet tarpeellisia juoksusyklissä. Syklin tekoon tarvitsin vain juoksuaskeleet kummaltakin jalalta, jotta sen pystyisi viemään pelimoottoriin ja käyttämään hahmon liikkeenä.

Commented [MT58]: Blender-ohjelma

Commented [MT59]: Motion capture -tiedoston



Kuva 14a. Liikedatan liikeradat visualisoituna | Kuva 14b Smooth keys ja muut muokkaustyökalut

Tätä projektia varten latsin ilmaisen hahmon [Mixamo.com-sivustolta](https://mixamo.com), jonka renderöimällä pystyin paremmin visualisoimaan, kuinka animaatio toimi hahmoon liitettynä. Se myös helpotti virheiden ja epämääräisyyksien löytämistä. Ne olivat näin nopeasti korjattavissa tehden animaatiosta sulavamman. Animaation hienosäätämiseen ja mahdollisimman luontevaksi tekeminen oli yllättävän helppoa blenderillä. Kun animaatiossa itsessään ei ollut mitään suuria virheitä tai korjattavia asentoja. Blenderin graph-editorissa painamalla (shift + F6) ja valitsemalla Key valikosta Smooth keys -vaihtoehdon, vähentämällä F-curven töyssymäisyyttä (kuva 14b). Kun animaation virheet oli korjattu ja liikkeestä oli saatu luonteva, oli tärkeää varmistaa, että siihen ei kuulu mitään ylimääräistä ja aloittaa sen renderöiminen videoklipiksi (kuva 15).



Kuva 15. Renderöity kuva hahmosta juoksusykleistä

Commented [MT60]: [Mixamo.com-sivustolta](https://mixamo.com)

Commented [MT61]: , kuinka

Commented [MT62]: virheiden ja epämääräisyyksien löytämistä. Ne olivat näin nopeasti korjattavissa tehden animaatiosta sulavamman.

Commented [MT63]: yhteen

Commented [MT64]: Ei pilkkua.

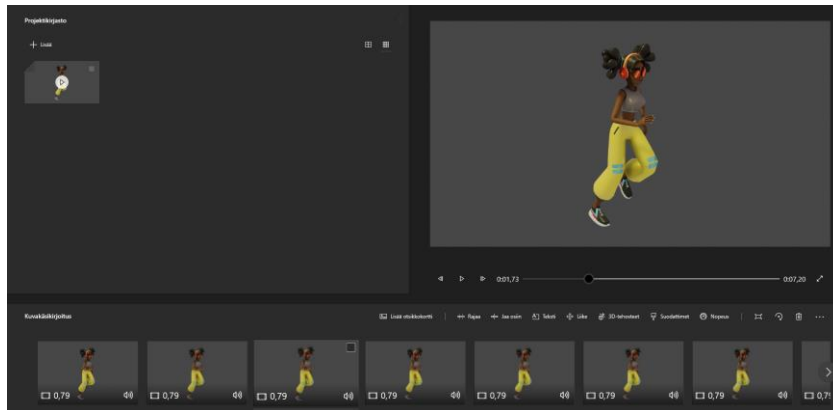
Commented [MT65]: graph-editorissa

Commented [MT66]: Smooth keys -vaihtoehdon

Commented [MT67]: yhteen

### 5.5 Valmis sykli showreel-animaatioksi

Kun video oli renderöity, seuraavaksi tein siitä esityskelpoisen videon portfoliotani varten. Vein renderöidyn animaation Windowsin Videoeditoriin (kuva 16), koska animaatio on saumaton luuppi eli kun ne asetetaan peräkkäin, mikä saa sen näyttämään yhtenäiseltä kokonaisuudelta.



Kuva. 16 Videoeditorin näkymä

Lopullisesta videosta tuli noin 12 sekunnin mittainen, ja latasin omalle YouTube-kanavalleni nimellä "Juoksuanimaatio opinnäytetyö".

Commented [MT68]: showreel-animaatioksi

Commented [MT69]: tein siitä

Commented [MT70]: , ja latasin sen YouTube-kanavalleni



## 6 Pohdinta

Laadin projektia hyvissä mielin, koska olin juuri ennen opinnäytetyön aloittamista syventynyt liikkeenkaappaukseen ja halusin tutustua siihen tulevaisuutta ajatellen. Minulla oli jo ennestään hieman kokemusta liikkeenkaappauksesta ja siihen liittyvistä kamerajärjestelmistä, mutta sellaisen hankkiminen opiskelijana oli täysin mahdotonta. Syventyessäni aiheeseen enemmän ja enemmän törmäsin edullisempaan vaihtoehtoon kameroiden sijaan ja päätin hankkia koko kehon liikkeenkaappausjärjestelmän Perception Neuron 2.0. Tutustuessani lisää laitteiston toimintaan ja ominaisuuksiin kiinnostukseni lisääntyi ja päätin käyttää sitä osana opinnäytetyötäni.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli käyttää Perception Neuron 2.0:aa animaation liikkeen luomisessa, perinteisen animaatiotavan sijaan. Halusin opettaa itselleni liikkeenkaappauksen työväihteitä ja tekniikoita, tarkoituksena olisi tulevaisuudessa päästä työskentelemään sen parissa. Ennen opinnäytetyön aloittamista olin perehtynyt Perception Neuron 2.0:n toimintaan runsaiden internetistä löytyvän esimerkkimateriaalien avulla, mikä mahdollisti opinnäytetyön nopean aloittamisen.

Itselleni oli helpompaa nähdä ja ymmärtää, mitä pystyn tekemään laitteen kanssa animaatiota suunniteltaessa. Tässä vaiheessa suurin osa suunnittelustani meni pilalle, koska Covid-19 levisi ympäri maailmaa, eikä minulla ollut kunnollista paikkaa liikkeiden tallentamiseen, vaikka laitteet olivat kannettavia, ne silti vaativat tilaa liikkeiden suorittamiseen, jota minulla ei ollut. Covid-19:n takia en voinut käyttää koulusta ennalta sovittua luokkahuonetta, joten minun oli asetettava uudet prioriteetit ja suunniteltava projekti alusta. Minun oli keskityttävä muihin kouluaiheisiin ja käytännössä koko opinnäytetyö meni jäihin.

Kun suurin osa Covid-19 tapauksista oli vähentynyt ja maailma oli palaamassa normaaliksi, yritykset avasivat ovensa, ja pystyin palaamaan kouluun ja jatkamaan opinnäytetyötäni. Kaikkien takaiskujen jälkeen projekti eteni vauhdikkaasti ja halusin tehdä sitä koko ajan lisää, kun olin perehdyttänyt itseni liikkeenkaappauslaitteeseen. Aloin innostua projektista yhä enemmän ja enemmän, kun pääsin näkemään, miten asiat toimivat.

Perception Neuron 2.0 toimivuus vaati jatkuvaa Wi-Fi-yhteyttä tietokoneeseen, jotta Axis Neuron -ohjelma pystyy kommunikoimaan sensoreiden välillä tallennusta varten. Tämä toi useita ongelmia tallennuksen kanssa, koska huonon yhteyden takia ohjelma "hävitti" sensoreita, jonka takia liikkeiden tallennus piti aloittaa alusta. Käytössäni ollut reititin oli jo ulkonäöstään

Commented [MT71]: :aa

Commented [MT72]: yhteen

Commented [MT73]: , mikä

Commented [MT74]: Wi-Fi-yhteyttä

Commented [MT75]: tietokoneeseen

Commented [MT76]: Axis Neuron -ohjelma

Commented [MT77]: pystyy

havaittavissa hyvin vanhan oloinen, ja luulen huonon yhteyden johtuneen siitä. Toinen mieleen painuva ongelma tuli huomattua projektin varhaisessa vaiheessa, kun laitteistoon kuuluvan valjaiden laittaminen yksin oli haastavaa ja aikaa vievää. Koska sensoreiden kuului olla tietyissä kohdissa kehoa, niiden sijoittaminen kohdalleen oli myös vaikeaa ihmiskehon riittämättömästä taipuvuudesta.

Kaiken kaikkiaan asiat etenivät hyvin muutamista ongelmista riippumatta ja onnistuin tavoitteessani saada hyväksi käytettyä liikkeenkaappauslaitteistoa 3D animaation tekemiseen. Tulevaisuutta katsoen olen varautuneempi ja tietoisempi ilmenneistä ongelmista, ja siitä mitä olisi hyvä ottaa huomioon tulevia projekteja varten. Olen ylpeä siitä, miten paljon opin ja sain saavutettua projektia tehdessä, kaikki vinkit ja niksit on tullut sisäistettyä projektin aikana oman oppimisen tueksi.

## Lähteet

1. Healthiar, HoloMed: Mixed reality anatomical motion capture for healthcare, <https://healthiar.com/holomed-mixed-reality-anatomical-motion-capture-for-healthcare>, [Kuva], [Verkkosivu]. 2017, Haettu 15.11.2020.
2. Xsens. A history of a motion capture <https://www.xsens.com/a-history-of-motion-capture>, [Kuva], [Verkkosivu]. 2020, Haettu: 06.11.2020.
3. Richard Williams. The Animator's survival kit. New York: Faber and Faber Inc; 2009. [Kuva].
4. Sagar Lonkar. Types of motion capture <https://sagarlonkar.wordpress.com/about-2/motion-capture/types-of-motion-capture/>, 2020, [Verkkosivu]. Haettu: 15.11.2020.
5. Dave Sieg, Material from Ed Tejchman as of 6/28/98. <http://www.scanimate.com/tajchman1.html>, 2004, [Kuva]. Haettu: 29.4.2022
6. Jessica Conditt, Engadget. 100 years of motion-capture technology. <https://www.engadget.com/2018-05-25-motion-capture-history-video-vicon-siren.html>, 2018, [Verkkosivu]. Haettu: 15.11.2020.
7. Welt, Eigenwelt Der Apparate 1992. Pioneers of Electronic Art, [http://www.vasulka.org/Kitchen/PDF\\_Eigenwelt/pdf/092-095.pdf](http://www.vasulka.org/Kitchen/PDF_Eigenwelt/pdf/092-095.pdf), [Verkkosivu]. Haettu 16.11.2020.
8. Jamie, Fudgeanimation. What Andy Serkis and VFX teams have done for motion capture. <https://www.fudgeanimation.com/2018/05/what-andy-serkis-and-vfx-teams-have-done-for-motion-capture/>, [Kuva]. 2018 haettu: 29.3.2022.
9. Ethan Anderton, Slashfilm, "VOTD: 'Early Man' Featurettes Extensively Reveal Every Step of Making a Stop-Motion Animated Movie", <https://www.slashfilm.com/the-making-of-early-man/>, 2018, [Kuva], [Verkkosivu]. Haettu 1.12.2020.
10. Ryan Fitzgerald, CGSpectrum, What is 3D Animation? <https://www.cgspectrum.com/blog/what-is-3d-animation>, 2018, [Verkkosivu]. Haettu 30.11.2020.

**Commented [MT78]:** Lisää sähköisiin lähteisiin vielä lähteen laatu, ks. <https://libguides.kamk.fi/c.php?g=657740&p=4698479>, esim. [kuva], [verkkosivu].

11. Hanna Watkin, All3dp, Google Maps to Improve Walking Navigation with AR Fox and Giant Arrows, <https://all3dp.com/google-maps-improve-walking-navigation-ar-fox-giant-arrows/>, 2018, [Kuva], [Verkkosivu]. Haettu 6.12.2020.
12. Rachel Kim, 5 Tips to break into the 3d animation industry in 2021, <https://infocusfilmschool.com/break-into-3d-animation-industry/>, [Kuva], [Verkkosivu]. Haettu 25.1.2022.
13. Blender 2.8 Manual History, <https://www.blender.org/about/history/>, [Verkkosivu]. Haettu 17.1.2022.
14. Blender Foundation, The Software, <https://www.blender.org/about/>, [Verkkosivu]. Haettu 17.1.2022.
15. Neuron Mocap, Perception Neuron V2, [https://neuronmocap.com/products/perception\\_neuron](https://neuronmocap.com/products/perception_neuron), [Verkkosivu]. Haettu 18.4.2022.

Liitteet

Linkki valmiiseen animaatioon, Juoksuanimaatio opinnäytetyö, 2022.

<https://youtu.be/OXSNZqPttRQ>