



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Antti Honka

Minun adaptaationi: graafinen ääni

Tutkimus äänellisen viestinnän visualisoinnista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Medianomi AMK

Viestinnän koulutusohjelma

Opinnäytetyö

28.2.2018

Tekijä(t) Otsikko	Antti Honka
Sivumäärä Aika	Minun adaptaationi: graafinen ääni 31 sivua 28.2.2018
Tutkinto	Medianomi
Koulutusohjelma	Viestinnän koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Graafinen suunnittelu
Ohjaaja(t)	Lehtori Ale Torkkel
<p>Tämä toiminnallinen opinnäytetyö käsittelee visuaalisen viestinnän metodia, jonka avulla välitetään ääneen perustuvaa viestintää audiovisuaalisessa esityksessä. Tutkimustyön ensimmäisen vaiheen tavoitteena on määritellä graafinen malli äänellisten viestien toisintamiselle elokuvan kontekstissa.</p> <p>Opinnäytetyön teososuus esittelee kokeilun, jossa muutamaan elokuvakohtaukseen on mallinnettu graafista ääntä. Kokeilun tavoitteena on määritellä suuntaviivat ja valmiudet tutkimustyön seuraavaan vaiheeseen, jossa toteutetaan muun muassa käyttäjätestausta.</p> <p>Tämä työ keskittyy tutkimaan graafista muotokieltä ja siihen liittyviä teknisiä ratkaisumalleja. Miten osatekijät, kuten värit, muodot sekä viivan käyttäytyminen, orientoituvat graafisen äänen luomisessa?</p> <p>Kulttuuristen aspektien tutkimisessa käytetään vertailukohtana muun muassa semiotiikan tutkimusta sarjakuvissa.</p> <p>Lähtökohtaisena tavoitteena tekniikan kehittämisessä on tutkia käyttömahdollisuuksia uudelleenlaistavalle sovellukselle, jonka avulla voitaisiin parantaa kuulovammaisten elokuvakokemusta. Tällä alueella ei ole tapahtunut juurikaan kehitystä, joten uusille innovaatioille olisi tilaa. Elokuvan äänitehosteita viestittäessä kuulovammaisille käytetään edelleenkin 1990-luvulla yleistynyttä closed captioning -tekstitystä.</p>	
Avainsanat	graafinen suunnittelu, visuaalinen viestintä, visuaalinen tarinankerronta, graafinen ääni
Author(s) Title	Antti Honka My Adaptation: Graphical Sound
Number of Pages Date	31 pages February 28. 2018
Degree	Bachelor of Culture and Arts

Degree Programme	Media
Specialisation option	Graphic Design
Instructor(s)	Ale Torkkel, Senior Lecturer
<p>This thesis studies visual communication methods in creating graphical sound. I have developed a technique, which can be utilized to replace the soundscapes in any audiovisual representation. The assistive indication system for the hearing impaired people offers the possibility to experience the audiovisual narrative without any sound.</p> <p>In phase 1, I'll focus on answering the question 'which are the most crucial factors in the process of forming the graphical sound?' The key elements are the graphic motivation of the design and the timing and rhythm of the animation, in the technique's appearance. The point of reference in this matter was the semiotic research in cartoons.</p> <p>In the practical part of the thesis, I represent the demonstration film, which includes the graphical sound technique used in the movie scenes to replace the soundscapes.</p> <p>The one goal of this thesis was to define the guidelines and achieve the capability to continue to the next phase, which aims to focus on conducted research in user experience. The main goal of developing the technique is to research the substantial possibilities, where the technique would become meaningful and have a real value in the lives of hearing impaired people.</p>	
Keywords	Graphic design, visual communications, visual narrative, graphical sound

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Äänisuunnittelun merkitys elokuvassa	2
3	Äänen graafinen kuva	3
3.1	Uudelleenkoodaus	3
3.2	Äänen representoinnin metodi	4
3.3	Animointi	4
4	Graafisen äänen historia	5
5	Visuaalinen narratiivi	7
5.1	Elokuva ilman ääniraitaa	7
5.2	Elokuvan grafiikkaraita	7
6	Kuvan ulkopuolinen ääni	8
6.1	Diegeettinen ja ei-diegeettinen äänitehoste	9
6.2	Avustava tekstitys kuulovammaisille	9
7	Koodin graafinen ilme	11
7.1	Värin käyttö	13
7.2	Viivan profiili	14
8	Sarjakuvan ääni	15
8.1	Sarjakuvasemiotikka	15
8.2	Graafiset merkit	16
9	Graafinen suunnittelu ja tekninen toteutus	17
9.1	Graafinen suunnittelu	17
9.2	Työkalut ja tekniikat	21
9.3	Animointi	21
9.4	Opinnäytetyön teososuus	22
10	Pohdintaa ja jatkotutkimussuunnitelma	23
	Lähteet	26

1 Johdanto

Idea elokuvan graafisesta äänestä syntyi pohtiessani elokuvissa käytettävän kuulovammaisille tarkoitettun avustavan tekstityksen toimivuutta – mielestäni ne sisältävät usein tarinankerronnan aspektista tarkasteltuna vain viitteellistä ja epärelevanttia informaatiota.

Avustavien tekstitysten käyttö elokuvissa jää puutteelliseksi esimerkiksi silloin, kun jostain tarinankerronnallisesti merkittävästä äänellisestä tapahtumasta yritetään viestiä ihmiselle, joka ei kykene aistimaan äänitehosteiden välittämiä yksityiskohtia. Toinen esimerkki hieman huonosti toimivasta avustavasta tekstityksestä on se, kun sen avulla pyritään kuvailemaan jonkin äänen aiheuttajaa ihmiselle, jolla ei lähtökohtaisesti ole äänellistä vastinetta näkemälleen kuvalle. Edellä mainittujen pohdintojen avulla lähdin kehittämään äänen graafiseen mallintamiseen perustuvaa tekniikkaa.

Ilmiötä ei ole tietääkseni tutkittu suoranaisesti tutkimustyöni aiheen kontekstissa, joten tässä opinnäytetyössäni pyrin ainoastaan selvittämään graafisen ilmaisun mahdollisuuksia äänellisten viestien välittämisessä. Tutkimus rakentuu aihepiirissä esiintyvien tekniikoiden ja teknologioiden tutkimiseen sekä niiden käytännön soveltamisesta.

Teoreettisen viitekehyksen muodostamisessa haastavaa on ollut vähäinen relevantti tutkimusaineisto aihepiiristä, joten kokonaisuus painottuu enemmän viestinnän tutkimuksen soveltamiseen.

Opinnäytetyössäni käsittelen koko tutkimustyöni ensimmäistä vaihetta, jossa tavoitteena on määritellä graafinen malli äänellisten viestien toisintamiselle elokuvan kontekstissa. Keskityn ainoastaan äänitehosteiden graafiseen koodaamiseen. Pohdintoja musikaalisen äänen toisintamisesta esittelen luvussa kymmenen.

Tutkimustyöni lähtökohtainen ajatus on kehittää auttava sovellus kuulovammaisten elokuvakokemuksen parantamiseksi. Tekniikan avulla pyritään viemään tarinankerronnan kokemista lähemmäs kokonaisvaltaista audiovisuaalista kokemusta.

Luvuissa kaksi ja kolme selvitetään adaptaatioon vaikuttavia osatekijöitä historian tutkimuksen perusteella sekä käsitellään tekniikan graafiseen ulkoasuun vaikuttavia

elementtejä. Seuraavissa luvuissa perehdytään kulttuuristen aspektien vaikutukseen merkkikielen lanseeraamisessa, jonka jälkeen käsitellään teknisen toteutuksen eri vaiheita ja ratkaisumalleja. Lopuksi kootaan yhteen tässä opinnäytetyössä käsiteltyjä osa-alueita, joita peilataan tutkimusaiheeseen jatkotutkimustyötä varten.

2 Äänisuunnittelun merkitys elokuvassa

Elokuvan tarina koostuu vuoropuhelun ja musiikin lisäksi usein myös muista äänellisistä viesteistä eli ääniefekteistä. Nämä viestit saattavat sisältää yksityiskohtaista ja tarinankerronnan kannalta oleellista informaatiota. Esimerkiksi jos kaukana kävelevän hahmon askelten kopsahdukset on nostettu äänimaisemassa selkeästi lähelle, niin voidaan olettaa siihen haluttavan kiinnittää erityistä huomiota, joten sillä on oltava tarinankerronnallisesti tärkeä merkitys. Voitaisiin sanoa, että selkeästi merkityksellinen äänisuunnittelu on siis elintärkeä osa-alue, ja sen poistaminen narratiivista jättää kokonaisuuden vajaaksi.

Äänisuunnittelun ja varsinkin ääniefektien, merkitystä on tutkittu muun muassa The Nerdwriterin Youtube-kanavan julkaisussa ”See With Your Ears: Spielberg And Sound Design” (2018). Videojulkaisussa käsitellään aihetta Steven Spielbergin München-elokuvan kohtauksen äänimaisemaa analysoiden. Tutkimusaiheeni näkökulmasta tarkasteltuna mielenkiintoisinta on se, että tarkastelun kohteena on pitkä intensiivinen ja kehittyvä kohtaus, jossa ei ole mukana musiikkia tai dialogia, vaan tarinan jännitettä ylläpidetään ja kasvatetaan ainoastaan ääniefektien avulla. Elokuvan kohtaus havainnollistaa hyvin, kuinka äänisuunnittelun avulla voidaan viedä tarinaa eteenpäin (ks. tarkemmin The Nerdwriter 2018).

Ääneen perustuvaa viestintää elokuvan kohtauksessa saattaa olla lähes mahdoton havaita ilman äänen kokemista, joten graafisten apumerkintöjen perusteella pyritään nostamaan äänen poistamisen jättämät viestinnälliset aukot esiin paikantamalla kuvasta äänen aiheuttaja sekä toisintamalla äänimaisemasta välittynyt tunnelma. Nyrkki-sääntönä voitaisiin pitää, että tekniikka ei saa häiritä visuaalista tarinankerrontaa, mutta sen on kuitenkin esiinnyttävä niin usein ja voimakkaasti, että tarinankerronnan sujuvuuden kannalta tärkeät viestit saataisiin välitettyä mahdollisimman tehokkaasti ilman äänen kokemista.

3 Äänen graafinen kuva

Mielestäni on ehdottoman tärkeää huomioida, että kyseessä on konsepti auttavasta sovelluksesta kuulovammaisille ihmisille. Näin ollen voitaisiin ajatella, että äänestä ja kuvasta koostuva elokuva ei ole lähtökohtaisesti toimiva formaatti kuulovammaista kohderyhmää ajatellen, vaan se jää tarinankerronnallisesti puutteelliseksi. Graafisen äänen tehtävänä on pyrkiä korjaamaan näitä puutteita ja näin ollen auttaa parantamaan kuurojen ihmisten elokuvakokemusta.

3.1 Uudelleenkoodaus

Äänen graafisessa toisintamisessa tarinankerronnan kontekstissa on tärkeää, että graafinen muunnos äänellisestä viestistä saadaan toteutettua mahdollisimman tehokkaasti. Graafisen mallintamisen on toteuduttava tarinankerronnan ehdoilla, tarkalleen ääniraitaa referoiden ja ilman ylimääräistä viestintää.

Viestinnän näkökulmasta tarkasteltuna tekniikan on perustuttava tietynlaiseen sääntöön tai järjestelmään, joka määrittelee reunaehdot koodin toiminnalle. Viestinnässä koodi tarkoittaa sääntöä, jonka avulla informaatio (kuten kirjain, sana tai fraasi) muunnetaan toiseen esitysmuotoon, joka ei välttämättä ole lähtömuodon kanssa samaa tyyppiä. Myös tietojenkäsittelyssä koodaus tarkoittaa prosessia, jossa lähettäjä (lähettävä järjestelmä) muuntaa informaation dataksi, joka lähetetään vastaanottajalle (vastaanottavalle järjestelmälle). (Wikipedia, 2017a.) Mielestäni voidaan puhua uudelleenkoodauksesta.

Haluaisin ajatella, että graafinen ääni voitaisiin käsittää myös osaksi kulttuurillista konventiota. Kuvitellaan, että tekniikka voisi vakiintua elokuvien äänitehosteiden toisintamisessa tasolle, jolle viittomakielikin on standardisoitunut puheen merkkikielenä. Näin suhteutettuna graafinen ääni voisi olla askel kohderyhmän viestintäkulttuurin kehittymiselle. Koodit ja tavat ovat kaikkien kulttuurien ydinainesta. Ne auttavat meitä ymmärtämään maallista vaellustamme ja paikantamaan itsemme omassa kulttuurissamme. (Fiske 1990, 110–111.)

Äänen uudelleenkoodaamisessa graafiseen esitysmuotoon on tietysti tärkeää saavuttaa äänen olomuodon aiheuttama tunnelma. Avainasemassa on kuitenkin äänen huomioarvo tarinankerronnassa.

Onnistuneimmillaan uudelleenkoodaus mukautuu graafisesti elokuvan rytmiin, vie tarinaa eteenpäin sekä välittää tunnelmaa. Koodatun tekniikan graafisen motivoitumisen tulee olla hyvin erottuva, mutta mahdollisimman huomaamaton. Funktionaalisesti graafista ääntä voitaisiin verrata mihin tahansa avustaviin opasteisiin.

3.2 Äänen representoinnin metodi

Toimivan graafisen koodin luomisessa kaiken perustana on löytää tapa, johon äänen visualisoiminen perustuu. Graafisen äänen tekniikka sisältää useita osa-alueita, joista lähtökohtaisesti tärkein on hahmottaa järjestelmäperusteinen malli äänen eri tunnelmil-
le. Esimerkiksi äänen fyysisen kuvaamisen perusteella voitaisiin määritellä sääntö graafiselle motivoitumiselle.

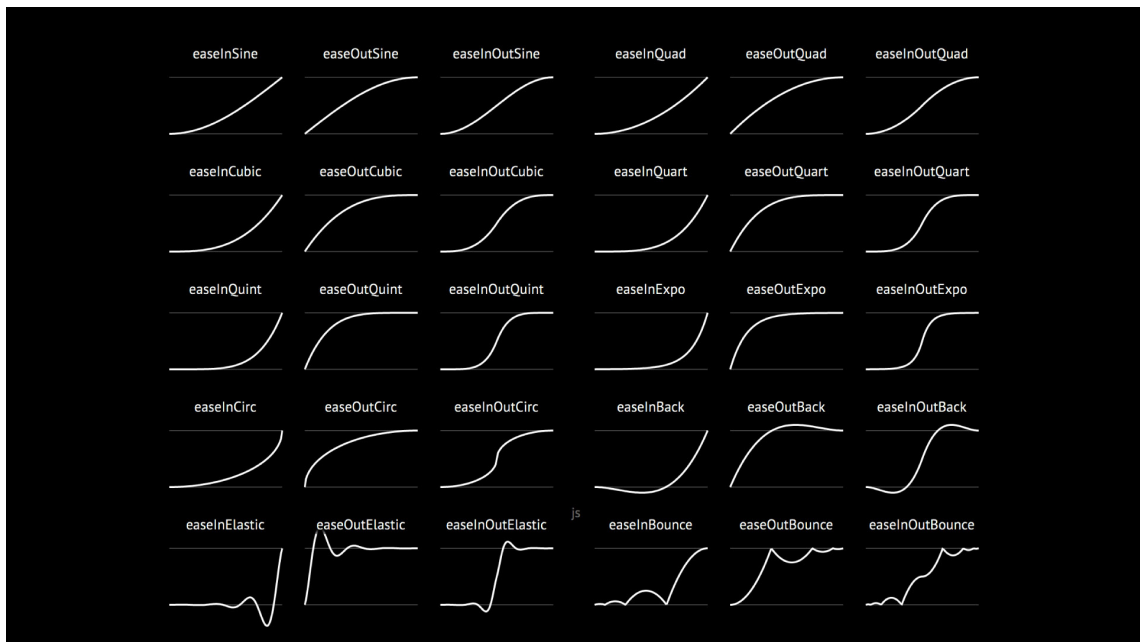
Koodin graafinen mukautuminen äänen fysikaalisiin ominaisuuksiin perustuvaan käyrä-
mäiseen kuvaamistapaan voi olla yleisesti katsoen näennäistäkin, mutta kuitenkin totuuteen perustuvaa, eli korkeat äänet merkitään ohuella viivalla ja matalat paksulla. Animointia hyödyntämällä saadaan käyttöön myös koko viivan fyysinen skaala ohuim-
masta paksuimpaan, jolloin voidaan mukautua äänen taajuuden portaattomaan muut-
tumiseen.

3.3 Animointi

Yksi tärkeimmistä osa-alueista on grafiikan käyttäytyminen liikkeessä eli animaatio. Tarkalla ja mukailevalla animoinnilla saavutetaan luonnollisesti äänen eri elämänvai-
heet. Äänipää-verkkosivuston (2008) mukaan musiikillisella äänellä on kolme eri vai-
hetta: attack (syttyminen), body (kestovaihe) sekä decay (häipyminen). Sama kolmija-
koisuus pätee mielestäni myös efektien äänen vaiheiden kuvaamisessa. Kyseisiin vai-
heisiin perustuvassa animoinnin suunnittelussa myös liikkeen ominaisuuksista tärkeim-
piä ovat alku, keskikohta ja loppu.

Mekaniikan peruslakeihin (Newtonin lait) perustuvaa animoidun objektin liikkeen kiihty-
vyyttä ja hidastumista mallinnetaan animoinnissa easing-funktioilla. Graafisessa ää-
nessä tällä pyritään saavuttamaan animointiin ääntä ja kuvaa vastaava ajoitus. Kuvios-
sa 1 on esitelty kooste erilaisista liikkeen kiihtyvyyttä kuvaavista easing-funktioista.

Easings-verkkosivustolle on koostettu kaikki yleisesti käytössä olevat animoinnin funktiot, joiden avulla pyritään toteuttamaan animointi oikean elämän liikkeitä mukaillen. Sivustolla kuvaillaan esimerkkitapauksia objektien liikkeestä oikeassa elämässä, joihin on koostettu sarja niitä parhaiten kuvaaville animoinnin funktioille. Esimerkiksi aukaisessamme vetolaatikon, liike on aluksi nopea, kunnes hidastuu sitä mukaa kun laatikko tulee ulos. Tai pudottaessamme objektin lattialle sen vauhti kiihtyy aluksi, ja osuessaan lattiaan se pomppaa takaisin, kunnes liike pysähtyy. (Sitnik 2018.)



Kuvio 1. Animoinnin funktiot liikkeen mallintamiselle (alkuperäinen kuva on kuvakaappaus verkkosivustolta <http://easings.net>).

4 Graafisen äänen historia

Äänen graafista mallintamista elokuvan kontekstissa on tutkittu jo viime vuosisadan alusta lähtien, kun äänielokuva teki läpimurtonsa 1920-luvun lopulla. Wikipedian (2017b) mukaan ilmiö tunnettiin nimellä Graphical sound tai drawn sound, joka oli suoraan filmille tai paperille kuvista luotu äänitallenne. Omaan tutkimukseeni peilaten, Ilmiön tutkimista lähestyttiin lähes päinvastaisesta näkökulmasta eli käsin piirrettyjen kuvioiden perusteella luotiin äänimaailmoja.

Käsinpiirretyn äänen ehkäpä urauurtavin tutkija oli saksalainen tuotantosuunnittelija ja taiteellinen johtaja Rudolf Pfenninger. Hänen tavoitteenaan oli kehittää kuvioita,

joiden avulla saatiin toistettua eri äänen taajuuksia eli luotua äänimaailmoja. Pfenningerin piirtämä graafinen ääni vaikuttaa perustuneen myös viivan paksuuden, aaltoliikkeen sekä tiheyden muutoksiin. Kuviossa 2 havainnollistetaan Rudolf Pfenninger piirtämää graafista ääntä.



Kuvio 2. Rudolf Pfenninger ja graafinen ääni (alkuperäiset kuvat ovat julkaisusta *Tones from out of Nowhere*: Rudolph Pfenninger and the Archaeology of Synthetic Sound 2003).

The MIT Press Journalsin tuottamassa *Grey Room* -julkaisussa (2003) Thomas Y. Levin käsittelee Rudolf Pfenningerin tutkimustyötä. Levin on nimennyt julkaisunsa Pfenningerin sanoja lainaten: “*Tones from out of Nowhere*”: Rudolph Pfenninger and the *Archaeology of Synthetic Sound* (Levin 2003, 32).

Myös Rudolf Pfenningerin elämäntyöstä inspiroitunut graafinen ääni noudattaa samoja lainalaisuuksia, mutta on orientoitunut melkein päinvastaiseen tavoitteeseen. Pfenningerin innovaation tavoitteena oli luoda ääntä grafiikasta, kun taas kehittämäni tekniikka pyrkii mallintamaan grafiikan avulla viestintää äänestä.

5 Visuaalinen narratiivi

Grafiikan mukautuminen visuaaliseen kuvakerrontaan on ehkäpä ratkaisevin tekijä äänitehosteiden merkitsemisessä. Tarkoituksena ei ole luoda uutta tai millään tavalla alkuperäisestä poikkeavaa tarinankerrontaa, vaan se toisinnetaan tarkalleen kuvakerronnan ehdoilla – on saavutettava yhtenäinen rytmi äänen ja kuvan kanssa.

5.1 Elokuva ilman ääniraitaa

Tutkimustyöni näkökulmasta tarkasteltuna, audiovisuaalisen esityksen ääniraidalla on mielestäni monia tärkeitä tehtäviä, joista yksi merkittävimmistä on jäsentää kuvakerrontaa. Jos seuraamme elokuvakohtausta ilman ääntä, niin saatamme aistia että kuvan liikkeestä puuttuvat painotukset sekä rytmi, jotka usein muodostuvat tekemisen äänistä. Näin ollen kohtauksen seuraaminen saattaa olla työlästä ja hankalaa, koska kuvakerronta vaikuttaa epämääräiseltä ja poukkoilevalta. Kun katsomme saman kohtauksen uudestaan äänien kanssa, niin tilanne on päinvastainen – kokemus on oletettavasti nautinnollinen ja kaiken kattava. Kun kaikki merkittävät elementit kerronnassa pääsevät esiin, niin kohtausta välittää juuri sen informaation mitä ohjaaja on halunnut siinä viestiä.

5.2 Elokuvan grafiikkaraita

Elokuva audiovisuaalisena esityksenä ilman ääniraitaa on lähtökohtaisesti puutteellinen. Kun kompensationsa tarinankerronnan jäsentämisessä käytetään ääniraidan sijasta grafiikkaraitaa, niin siinä kohtaa grafiikan välittämä rytmi on avainasemassa. Ääniraidan sekä liikkuvan kuvan määrittämisen rytmin säilymisen kannalta on tärkeää löytää graafiselle äänelle oikea ajoitus.

Pelkistäminen ja vähäeleisyys ovat myös tärkeitä tekijöitä graafisen äänen luomisessa. Tarinankerronnan perusteella voidaan ratkaista se, kuinka iso osa äänen aiheuttajasta tulee merkittävästi graafisesti, jotta äänen viestinnällinen merkitys saataisiin nostettua esiin. Toisaalta on myös tärkeää kyetä poimimaan kerronnasta sellaiset merkityksettömät äänelliset viestit, joita ei tarvitse graafisesti toisintaa.

Kuviossa 3 havainnollistan kävelevän hahmon esimerkkiä käyttäen, miten äänen lähde voidaan merkitä, jos askelen ääni syntyy ainoastaan kengän kannan osuessa – oletettulla normaalivoimakkuudella – maahan. Jos kohtausta ei ole tarinankerronnallisesti selkeästi ratkaisevassa roolissa, niin riittää että ainoastaan kengän kannan kohdalle merkitään graafinen jälki äänestä.



Kuvio 3. Äänen syntymäkohta graafisesti mallinnettuna (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

6 Kuvan ulkopuolinen ääni

Elokuvakohtauksissa on myös paljon kuvan ulkopuolista äänellistä viestintää. Otetaan esimerkiksi kohtaus, jossa lähikuvaan on rajattu henkilön kasvot ja äänimaisemassa askelet lähestyvät kuvan hahmoa. Ilman ääniraidan välittämää informaatiota, ainoastaan kasvojen ilmeiden perusteella voitaisiin yrittää lukea vallitsevaa tunnetilaa ja seurata tarinan kulun etenemistä. Tämän tyyppiset tilanteet voitaisiin ratkaista pelkästään avustavalla tekstityksellä ja viitteellisellä graafisella äänellä voitaisiin esimerkiksi osoittaa vain äänen tulosuuntaa.

6.1 Diegeettinen ja ei-diegeettinen äänitehoste

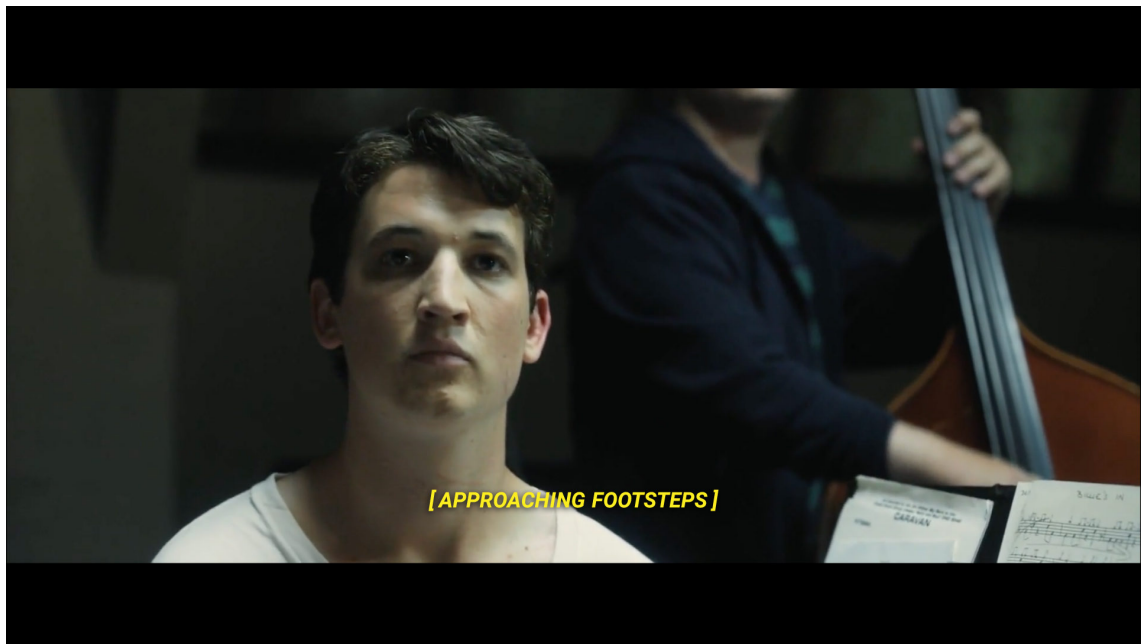
Yleisesti katsoen elokuvan tehosteäännet jaotellaan diegeettisiksi ja ei-diegeettisiksi. Ääniefektit tukevat elokuvan tapahtumia kuten muutkin elokuvaäänien elementit, joko diegeettisesti tai ei-diegeettisesti eli niillä on joko näkyvä vastine kuvassa, tai ne kuvailivat jotain kuvan ulkopuolelta (emute.edu.fi 2014; Larsen 2005, 21). Tarinankerronnan kannalta informaatio on usein merkittävä, joten avustavan tekstityksen ja graafisen äänen yhteispuolella se saataisiin välitettyä.

6.2 Avustava tekstitys kuulovammaisille

1990-luvulla yleistynyt closed captioning -tekstitys on oletettavasti tällä hetkellä ainoa käytössä oleva tekniikka äänellisten viestien toisintamiseen audiovisuaalisessa esityksessä. Esimerkiksi USA:ssa vuonna 1993 Yhdysvaltain telehallintovirasto (FCC) vaati televisiovalmistajia mahdollistamaan closed caption -tekstitysten toistamisen. Tekniikka mahdollistaa ääniä toisintavan avustavan tekstityksen näkymisen television näytöllä. (Healthy Hearing 2014.)

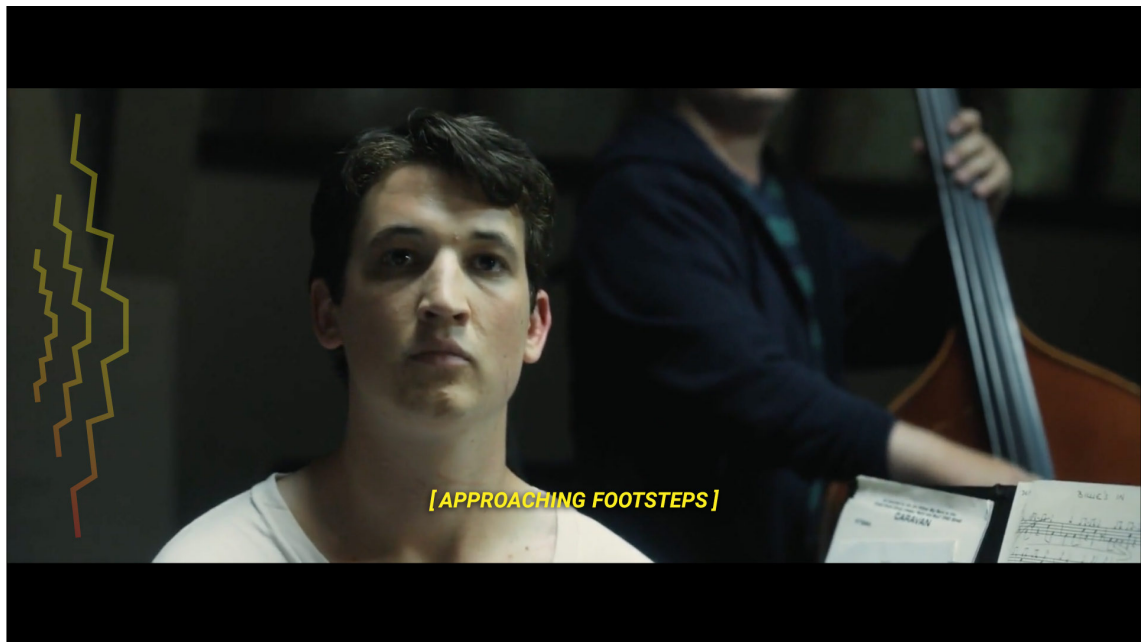
Healthy Hearing -verkkosivuston (2014) mukaan vuonna 1996 Yhdysvaltain kuurojen kansallisyhdistys (NAD) perusti Movie Access Coalitionin (nykyään Coalition for Movie Captioning), joka kannustaa elokuvateattereita tekemään samoin.

Healthy Hearing (2014) sivuston artikkelin perusteella ilmiön tutkimiselle ja kehittämiseksi olisi selvästikin tarvetta. Vaikka uusi caption näyttötekniikka on poistanut caption-kalvotulosteiden tuottamisen kustannukset, NAD kertoo, että vain 1 prosentti nykyisistä elokuvista on kuvattu tekstityksillä. Kuviossa 4 esitellään esimerkki avustavasta tekstityksestä.



Kuvio 4. Esimerkki avustavasta tekstityksestä elokuvassa (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

Joissain tapauksissa voisi tulla kyseeseen käyttää grafiikkaa avustavan tekstityksen lisäksi. Graafisella äänellä voitaisiin esimerkiksi välittää tikittävän kellon tahtia tai lähes-tyvien askelten rytmiä. Kuviossa 5 on havainnollistettu kuvan ulkopuolisen äänen graa-fin esiintyminen yhdessä avustavan tekstityksen kanssa.



Kuvio 5. Esimerkki avustavasta tekstityksestä sekä graafisesta äänestä, joka indikoi äänen tulosuunnasta (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

7 Koodin graafinen ilme

Tekniikan kokonaisvaltainen graafinen olemus perustuu äänen fyysisiin ominaisuuksiin, joita graafisesti kuvataan yleensä aaltomaisella käyrällä. Tavallisimmin ääni kuvataan käyränä, joka kuvaa ilmanpainemaksimien ja -minimien määrää ja sijoittumista äänen edetessä (Äänipää 2018). Esimerkiksi sahalaitainen viiva tai pyöreämpikulmainen aaltomainen viiva assosioituvat äänikäyrään sekä muodostavat mielikuvia siitä, että onko jokin ääni terävä, pehmeä, matala vai korkea.

Koodin ilme hakee vaikutteita myös sarjakuvamaailmasta, jossa tarinankerronta on myös ainoastaan visuaalista. Sarjakuvissa havainnollistetaan äänen lisäksi myös liikettä ja tunnetiloja erilaisilla graafisilla lisäyksillä. Yhtymäkohtia sarjakuvaan käsittelen tarkemmin luvussa kahdeksan.

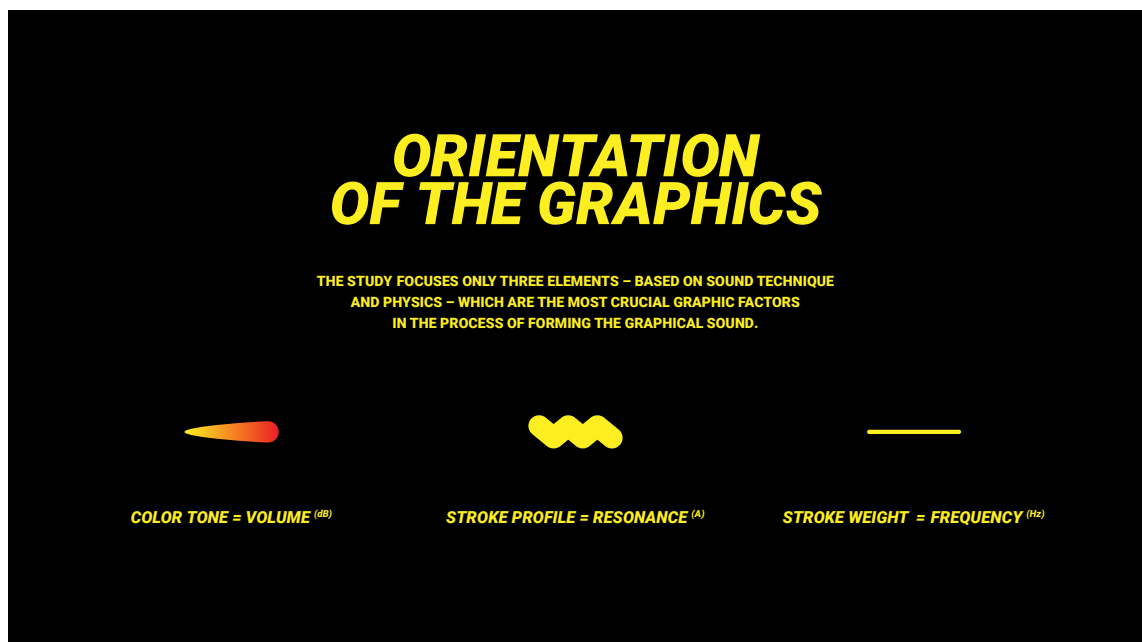
Inspiraationa koodin graafiselle ilmaisulle toimii myös 1920-luvulla kehitetty metodi graafisen äänen tutkimisesta äänielokuvan syntyhetkellä. Tutkimuksessa selvitettiin eri äänen taajuuksien graafista representaatiota. Metodien avulla äänen kuva luotiin suoraan filmiin piirtämällä, mikä voitiin muuttaa eri taajuuksia sisältäväksi ääneksi. Metodi tunnettiin nimillä Graphical sound ja Drawn sound.

Kanadalainen animaattori Norman McLaren teki myös tutkimustyötä graafisen äänen parissa. McLaren julkaisi 70-luvulla Graphical sound -tekniikalla tehdyn elokuvan nimeltään Synchrony (ks. tarkemmin Youtreau 2011).

Wikipedian (2017c) mukaan McLaren valokuvasi neliömäisiä viivoja sisältäviä kortteja, joista hän koosti optisen äänen sarjan suoraan filmille. Tämän avulla voitiin tuottaa ääniä ja sointuja (ks. tarkemmin Wikipedia 2017c).

Toinen McLarenin julkaisema havainnollistava dokumenttielokuva on nimeltään: Pen Point Percussion. Dokumentissa havainnollistetaan tekniikkaa, jossa suoraan filmille piirtämällä saadaan luotua äänimaisemia (ks. Bêla 2008).

Omassa tutkimuksessani keskityn kolmeen orientoivaan elementtiin äänen sävyn saavuttamisessa, jotka ovat: viivan väri, viivan paksuus ja viivan profiili. Kuviossa 6 havainnollistetaan edellä mainitut elementit.



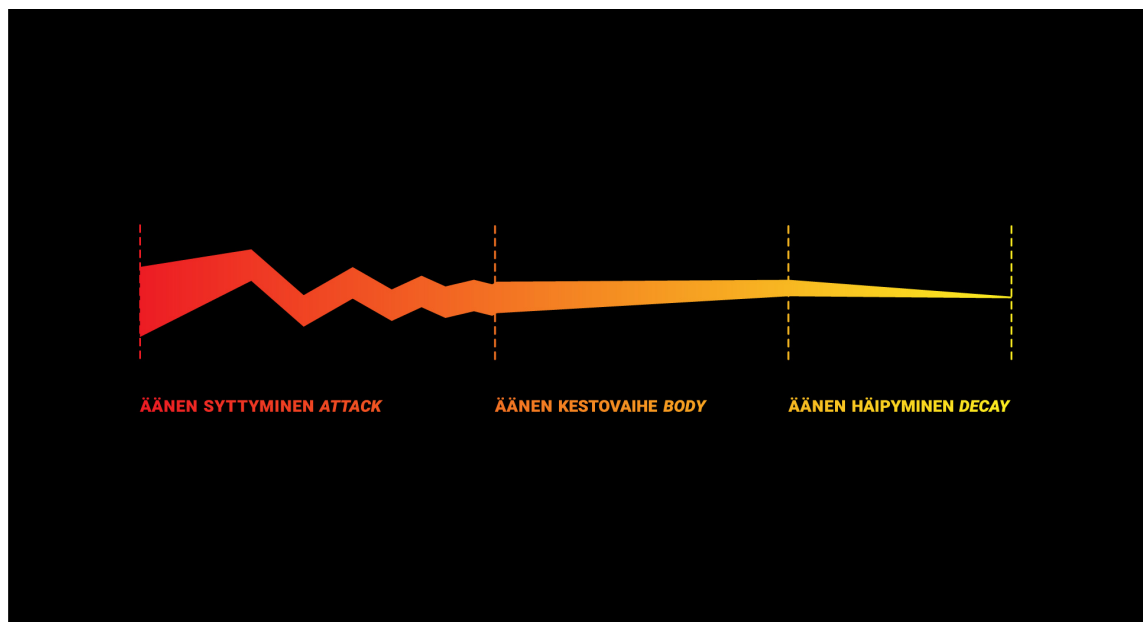
Kuvio 6. Grafiikan orientoitumisen elementit.

7.1 Värin käyttö

Koodin yleisvärinä toimii keltainen, joka on lämpimänä värinä huomioarvoltaan hyvin erottuva. Värien huomioarvoa hyödynnetään yleisesti muun muassa opasteiden ja ohjeistusten suunnittelussa. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat liikenneopasteet.

Käytän tekniikassani ainoastaan yhtä hallitsevaa väriä sekä tarvittaessa yhtä tehosteväriä. Tämä perustuu siihen, että mielestäni kaikki ylimääräinen informaatio on pyrittävä minimoimaan. Graafista ääntä katsoessa voidaan olettaa, että tottuessaan graafiseen ulkoasuun, katsoja osaa odottaa grafiikan näyttäytymistä myös tietyn värisenä. Havainnoijan odotuksilla ja virittymisellä on vaikutus värien havaitsemiseen: voimme olla valmistautuneita huomaamaan tietyn värin tai väriyhdistelmän. Esimerkiksi etsiesämme keltaista autoa pysäköintialueelta huomaamme kaikki keltaiset kohteet ennen muun värisiä. (Arnkil 2008, 141.)

Värin muutos indikoi äänen voimakkuutta. Keltaisen lisäksi käytössä on myös punainen väri osoittamassa muutosta, eli käytännössä mukana on myös kaikki sävyt keltaisen ja punaisen väliltä. Jos äänen syntymäkohta on ääniefektin voimakkain kohta, niin tällaista muutosta indikoi värin animoitu muutos punaisesta keltaiseen. Kun taas päinvastoin, mikäli ääni kovenee, niin hitaasti kehittyvä ääni muodostuu graafisesti keltaisesta punaiseen kummankin kahden värin sävyjen kautta (gradient). Katso kuvio 7.

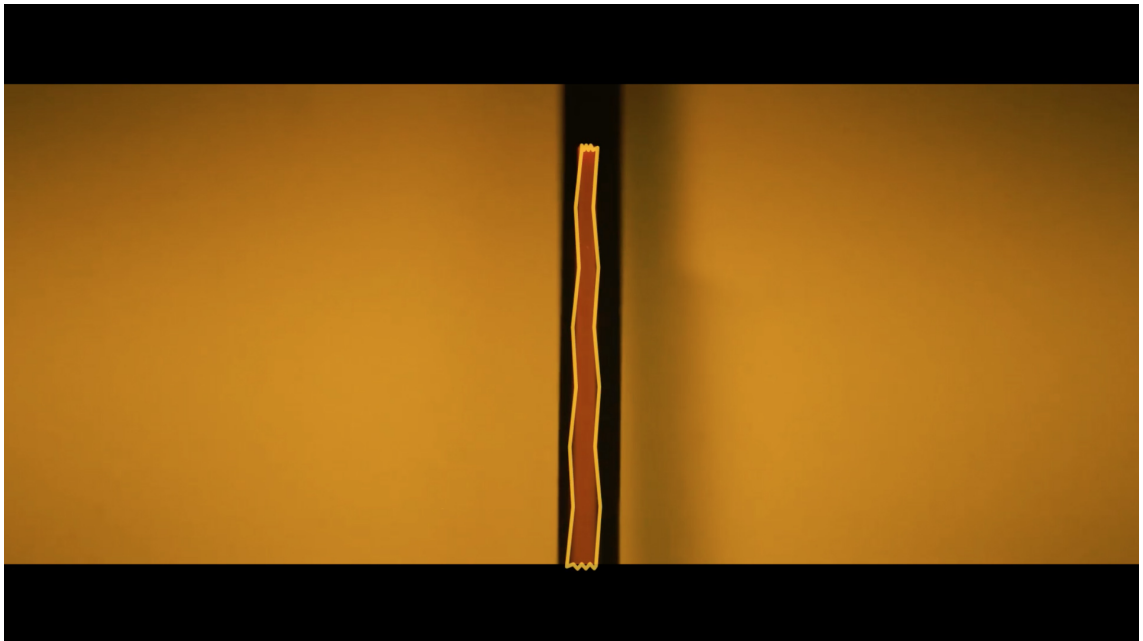


Kuvio 7. Äänen elämänvaiheet ja liukuväri.

7.2 Viivan profiili

Äänen resonointia indikoi äänikäyrään perustuva graafinen viiva, joka motivoituu äänen sävyn perusteella. Viivan paksuudella määritellään äänen taajuutta. Ohut viiva viestii, että ääni on korkea ja paksu viiva indikoi matalasta äänestä. Esimerkiksi kova paukahdus sisältää taajuus-skaalan matalasta korkeaan sekä äänenvoimakkuuden vaihtelun kovasta hiljaiseen. Kuvitellaan koväänistä oven paukahtamista: graafinen jälki sisältää viivan paksuuden vaihtelut sekä viivan profiilin ja värien muutoksen.

Tikittävän kellon ääni voidaan tulkita graafisesti kulmikkaaksi, jolloin viivan profiili on kulmikas. Kuviossa 8 Kellon viisaria ympäröi hiljaisen ja pehmeän, mutta napakan äänen graafinen jälki.



Kuvio 8. Kellon viisarin tikittävä ääni mallinnettuna graafisesti (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

8 Sarjakuvan ääni

Tässä luvussa esittelen havainnollistavan otannan sarjakuvan kulttuurillisista merkkijärjestelmistä ja merkityksistä, jota peilasin graafisen äänen mahdollisiin ikonisiin, symbolisiin ja indeksisiin ulottuvuuksiin.

Sarjakuvassa pyritään usein korostamaan hahmon liikkeen lisäksi myös oletettua ääniviestiä tarinankerronnassa. Tarkastelun kohteena ei niinkään ollut sarjakuvan graafisten efektien visuaalinen tyyli, vaan pikemminkin se, että miten tarinankerronnallisesti merkittävät efektit toisinnetaan. Tavoitteena oli löytää mahdollisia yhtymäkohtia graafiseen ääneen, joiden perusteella voisin tehdä kokeiluja graafisen ulkoasun suunnittelussa.

8.1 Sarjakuvasemiotikka

Juha Herkman (1998, 64) teoksessaan *Sarjakuvan kieli ja mieli* sarjakuvasemiotikkaa käsittelevässä luvussa nostaa esiin Charles S. Peircen teorian merkkiluokista. Herkmanin (1998, 64) mukaan yksi semioottinen merkkiteoria, jota on onnistuneesti sovellettu kuvan ja sarjakuvan tutkimuksessa, on juuri Charles S. Peircen kyseinen teoria. Peirce on jakanut merkit kolmeen luokkaan, jotka ovat ikoni, symboli ja indeksi. Nämä luokat kuvaavat merkin ja sen viittauskohteena olevan ulkomaailman objektin välisen suhteen luonnetta (Herkman 1998, 64; Peirce 1932,143).

Valokuvaa on yleisesti käytetty esimerkkinä ikonista: passikuva muistuttaa fyysistä kohdettaan ja valokuva jostakin henkilöstä edustaa häntä (Herkman 1998, 64). Herkman jatkaa, että Symboli on Peircen mukaan merkki, joka perustuu konventioon. Symbolisen merkin ja sen viittauskohteen välinen suhde on sopimuksenvarainen ja siten ”mielivaltainen” (Herkman 1998, 64; Peirce 1932,143).

Jos elokuvaa graafisen äänen sisältävänä esityksenä peilataan edellä mainittuun Peircen teoriaan, analyysi voisi olla seuraavanlainen – edelleen kävelevän hahmon esimerkkiä käyttäen: Askelesta syntyvällä äänellä viitataan askellukseen, jolla on tärkeä merkitys narratiivissa (ikoni), jossa askelluksen äänen sävyllä ja voimakkuudella viitataan dramaturgiaan, joka ei välittyisi ilman informaatiota askeleen äänestä (askelluksen indeksi), joka on merkittävässä roolissa viestin välittymisen kannalta (symboli).

Peircen ja Herkmanin mukaan tyypillinen esimerkki indeksistä on savu tulen indeksinä. Tähän kulminaatioon nojaten lähestymistapa graafiseen ääneen voisi olla myös täysin Peircen merkkiluokkiin nojaava, eli rakentua selkeästi elementeistä, jotka edustavat ikoneita, symboleita ja indeksejä, ja jotka ovat vuorovaikutuksessa keskenään. (Herkman 1998, 64–65; Peirce 1932, 143.)

Graafisessa äänessä on kyse äänen lähteen heijastamisesta, ei uuden lähteen luomisesta. Graafisen koodin on seurattava orjallisesti narratiivia, aivan kuten tekstitykset seuraavat dialogia elokuvan kielen käänöksessä. Tavoitteena on pyrkiä välittämään katsojalle tärkeitä viestejä tarinankerronnassa. Tarinaa ei siis tarvitse kirjoittaa, vaan se täytyy ainoastaan välittää.

8.2 Graafiset merkit

Populaarikulttuurin näkökulmasta tarkasteltuna graafinen ääni voidaan käsittää universaaliksi kieleksi, joka ei vaadi muunnelmia mentäessä kielialueelta toiselle, kun taas Herkmanin mukaan sarjakuvien merkit ja merkitykset ovat kulttuuri- ja kontekstisidonnaisia. Tästä seuraa muun muassa se, että sarjakuvia on toisinaan lähes mahdoton kääntää kielestä ja kulttuurista toiseen (Herkman 1998, 64).

Graafiseen ääneen pätee tietynlaiset yhtenevät lainalaisuudet kuin äänen esittämiseen painetussa mediassa. Herkman tuo teoksessaan myös esiin käsitteen onomatopoeisia, jolla kuvataan ääniefektejä sarjakuvassa. Ääniefektit ovat nimenomaan sarjakuvalle tyypillinen tapa visualisoida ääni (sic!), joka muutoin olisi mahdoton esittää painetussa muodossa (Herkman 1998, 43).

Sarjakuvassa, kuten myös elokuvassa ilman ääntä, katsoja vastaanottaa tarinaa ainoastaan silmiensä avulla. Onomatopoeettinen ilmaisu ei suoranaisesti sovellu pelkkään graafiseen linjaan perustuvaan viestintään, mutta siitä voidaan poimia samankaltaisia elementtejä, joita voidaan soveltaa graafisen äänen luomisessa. Juha Herkmanin (1998, 43) mukaan ääniefekti on siis usein enemmän kuin pelkkä sana: graafinen ilmaisu liittyy sen myös kuvallisen ilmaisun perinteeseen. Tämän vuoksi ääniefektin irrottaminen esiintymisyhteydestään, sarjakuvailmaisun kontekstista, tekee usein vääryyttä sen ominaisuuteille. Eihän elokuvienkaan räjähdysääniä yms. voida irrottaa kerronnan muista osista. (Herkman 1998, 43.)

Elokuvan kontekstissa onomatopoeettista ilmaisua on käytetty tehokeinona, esimerkiksi 1960-luvun Batman-sarjakuviin perustuvassa tv-sarjassa. Kyseisessä formaatissa tekniikka oli ainoastaan tehokeino, jolla korostettiin taistelukohtauksien intensiteettiä – se ei vaikuttanut osaltaan dramaturgiaan. Kuviossa 9 havainnollistetaan onomatopoeettista ilmaisua elokuvassa.



Kuvio 9. Esimerkki onomatopoeettisesta ilmaisusta elokuvassa (alkuperäiset kuvat ovat kuva-kaappauksia tv-sarjasta Batman 1966).

9 Graafinen suunnittelu ja tekninen toteutus

Graafisen äänen tarkoituksena on ainoastaan auttaa tarinankerronnallisten viestien välittämisessä, joten sen on oltava luonteeltaan hyvin huomaamaton ja mukautuva. Näin ollen graafinen suunnittelu ja tekninen toteutus nousevat suureen rooliin, jotta toimiva lopputulos voitaisiin saavuttaa mahdollisimman hyvin.

9.1 Graafinen suunnittelu

Graafisen suunnittelun lähtökohtana on äänen fyysisiin ominaisuuksiin perustuva graafinen motivoituminen. Graafinen jälki ei saa olla liian tyyliä, eikä myöskään liian huomaamatonta, vaan ilmaisuun on löydettävä tasapainoinen linja.

Värimaailman sekä viivan ominaisuuksien perusteella toteutetaan animoimalla lopullinen graafinen ääni. Kuviossa 10 havainnoidaan graafisen jäljen ominaisuuksia.



Kuvio 10. Grafiikan spesifikaatio animointia varten (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

Graafinen merkintä, eli yksittäisen äänen indikaattori esiintyy kuvassa ajallisesti lyhimillään ainoastaan millisekuniteja, joten tarkka ajoitus sekä kuvan liikkeeseen mukautuva animointi ovat selkeästi tärkeässä roolissa. Lyhimmissä äänissä esimerkiksi värien käyttö jää toissijaiseksi, koska värien välinen animoitu muutos ei ehdi havaittavasti toteutua niin lyhyessä ajassa. Pidemmässä äänissä, kuten soittimien soinnin mallintamisessa kaikki grafiikan ominaisuudet saattavat olla käytössä.

Kuvioissa 11 ja 12 demonstroidaan pianon sointia ääniraidan mukaisesti. Tässä kohtauksessa kuva vaihtuu, mutta pianon sointi jatkuu ääniraidalla, myös kuviossa 12 näkyvät puhallinsoittimet yhtyvät pianon sointuun. Puhaltimien välittämää informaatiota ei tarvitse noteerata, koska niiden sointu soi samasta nuotista ja oktaavista kuin pianon, eli kaikki kuvassa esiintyvät soittimet soivat unisonissa. Tällä ei siis ole tarinankerronnallisesti merkittävää funktiota.



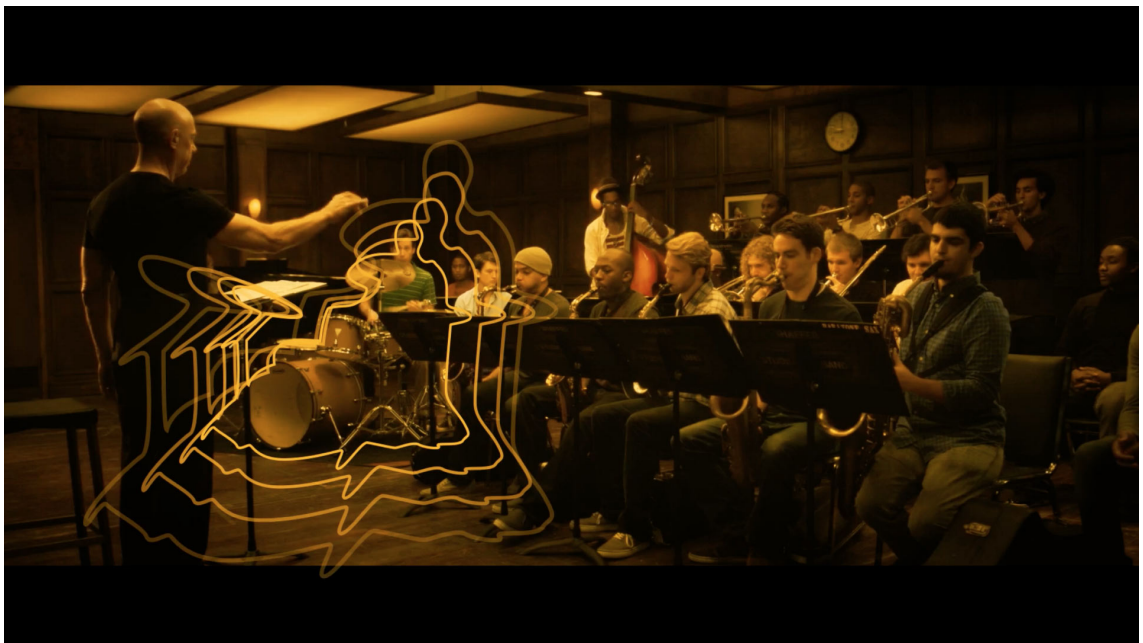
Kuvio 11. Esimerkki pianon soinnista 1/2 (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).



Kuvio 12. Esimerkki pianon soinnista 2/2 (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

Graafinen mallintaminen tapahtuu lähtökohtaisesti kaksiulotteisessa ympäristössä, mutta joissain tapauksissa graafinen jälki voi mukautua esimerkiksi kolmiulotteisen ihmishahmon muodon mukaisesti, jolloin graafinen jälki voidaan tulkita kolmiulotteiseksi.

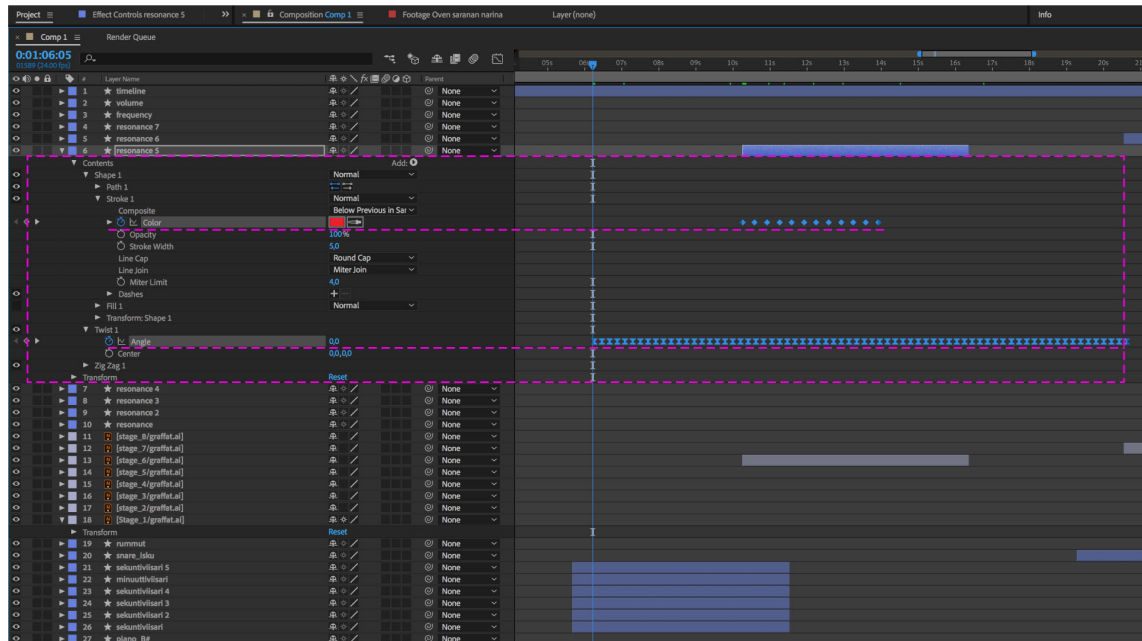
Esimerkki kyseisestä mallista voisi olla usean äänilähteen yhteisvaikutelma, eli äänikokonaisuuden indikoinnista, esimerkiksi rumpusetin soittaminen tai kuoron laulaminen. Kuviossa 13 nostetaan rumpusetin soittaminen selkeästi esille. Nyrkkisääntönä voitaisiin pitää seuraavaa: mitä yksityiskohtaisempi ääni, sitä yksityiskohtaisempi graafinen indikaatio.



Kuvio 13. Äänikokonaisuuden indikointi (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).

9.2 Työkalut ja tekniikat

Suunnittelin lyhyen demonstraatiovideon, joka on toteutettu Adobe After Effects -työkalulla. Teknisessä toteutuksessa graafinen koodi rakennetaan kuvan päälle, jokainen tapahtuma omalle toiminnalliselle tasolle. Kaikille yksittäisille äänille määritellään omat funktiot grafiikka tasoilla. Kuviossa 14 havainnollistetaan yksittäisen tason funktioita viivan värille sekä profiilille.



Kuvio 14. Yksittäisen grafiikkatason funktiot (kuvakaappaus After Effects CC 2018 tietokoneohjelmasta).

9.3 Animointi

Teknisesti tärkein ja haastavin osa-alue on elokuvan liikkeeseen mukautuminen eli animointi. Lähtökohtaisesti koko indikointijärjestelmä perustuu siihen, että äänen lähde merkitään liikkuvaan kuvaan ja pyritään kuvaamaan äänellistä tapahtumaa niin kauan kuin ääni on läsnä.

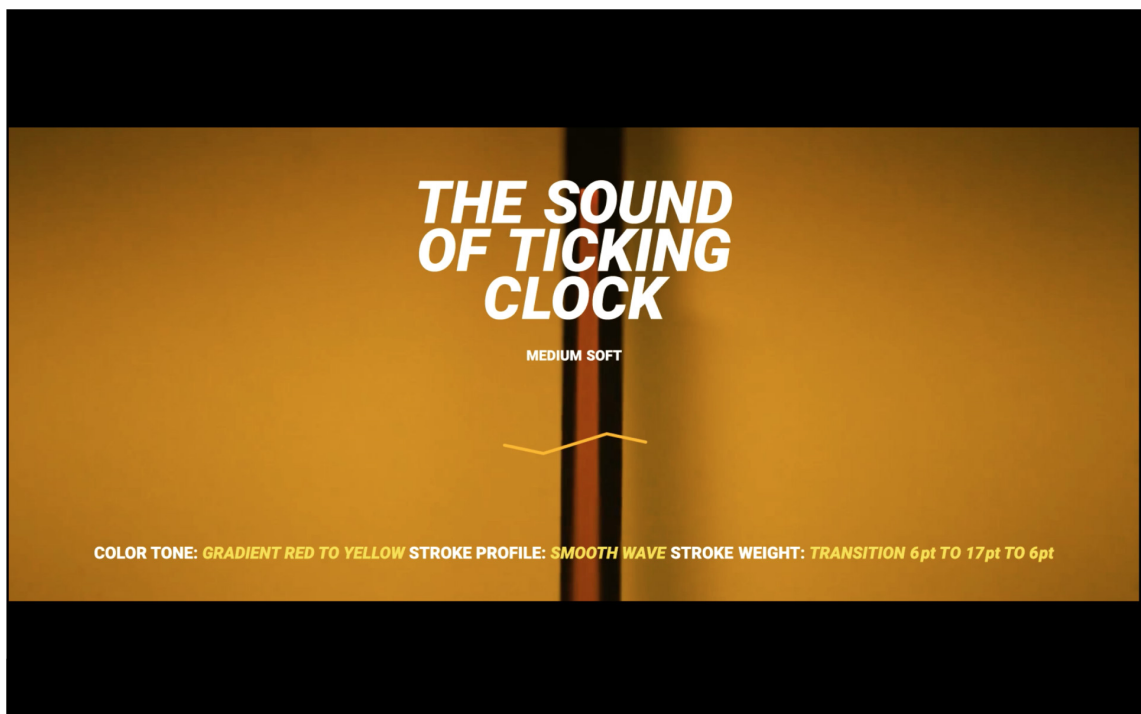
Animoinnissa on otettava huomioon kameran sekä äänen lähteen liike. On myös tärkeää paikantaa äänen tarkka syntymäkohta. Esimerkiksi kuvassa kävelevän hahmon kengän osumakohta lattiaan on tarvittaessa pystyttävä toisintamaan selkeästi ja yksityiskohtaisestikin.

Tarkan ja huolellisen animoinnin tavoitteena on tehdä indikoinnista myös mahdollisimman huomaamatonta – se ei saa häiritä elokuvan varsinaista kuvakerrontaa, eikä se myöskään saa olla ristiriidassa sen kanssa.

9.4 Opinnäytetyön teososuus

Opinnäytetyöni teososuutta varten tein kokeilun, jossa mallinsin muutamaan elokuva-kohtaukseen graafista ääntä. Rakensin demonstraation vuonna 2014 julkaistun Whiplash elokuvan materiaalia käyttäen. Tekijänoikeudellisiin haasteisiin vedoten, päätin jättää demonstraatiovideon julkaisematta, joten tässä opinnäytetyössäni havainnollistan kokeilua ainoastaan kuvasitaatein. Eli elokuvasta otettujen kuvakaappausten päälle on mallinnettu graafisten merkintöjen avulla demonstraatio graafisesta äänestä.

Kuvioilla 15 ja 16 havainnollistetaan kokeilua, jossa demonstroidaan graafisen äänen ominaisuuksia tikittävän kellon avulla.



Kuvio 15. Graafisen äänen ominaisuudet (alkup. kuvakaappaus Chazelle 2014).



Kuvio 16. Tikittävän kellon graafinen ääni (alkup. kuvakaappaukset Chazelle 2014).

10 Pohdintaa ja jatkotutkimussuunnitelma

Aion jatkaa tutkimustyötäni käsitellen graafisen äänen tekniikkaa edelleen ensisijaisesti auttavana sovelluksena. Seuraavassa vaiheessa suunnittelen demonstraation testikäyttöön. Tarkoituksena on rakentaa ääniefekteihin perustuva graafinen ääniraita pidemmän tarinankerronnallisen esityksen perusteella.

Testivaiheessa kerätään palautetta graafisen mallinnuksen toimivuudesta sekä selvitetään haastattelujen ja palautteen perusteella mahdollisia kehityssuuntia.

Dramaturgisten kokonaisuuksien mallintamisen suunnittelu tuo mukanaan uuden elementin, joka on kuvan ulkopuolinen ääni.

Kuvan ulkopuolisen äänen graafisten elementtien suunnittelu edellyttää paljon tutkimustyötä ja opiskelua muun muassa ääniteknologian sekä elokuvaäänen suunnittelun alueilta.

Musikaalisen äänen mallintamisen tutkimus edellyttää myös paljon tutkimustyötä. Yksi lähestymistapa voisi olla kuvan ulkopuolisen äänen mallintamisperiaate eli tekniikka, jossa graafinen ilmaisu perustuu enimmäkseen rytmien ja impulssien kuvaamiseen viitteellisellä grafiikalla, ilman että grafiikkaa mukautetaan mihinkään kuvassa näkyvään liikkeeseen. Sävelkuljetusten esiintyminen voisi perustua Rudolf Pfenningerin kehittämään viivan paksuuden, aaltoliikkeen sekä tiheyden muutoksiin perustuvaan ilmaisuun (ks. tarkemmin kuvio 2).

Jatkotutkimuksessa paneudun myös syvällisemmin kulttuurillisiin aspekteihin. Aion tutkia tarkemmin myös tekniikan muita käyttömahdollisuuksia.

Vuonna 2013 Sony lanseerasi elokuvateattereissa käytettävät silmälasit, joita käyttämällä kuulovammainen saa näkökenttäänsä kuvan kanssa valkokankaalle synkronoidun avustavan tekstityksen. Teknologia tunnetaan nimellä Subtitle glasses (ks. tarkemmin Healthy Hearing 2014).

Edellä mainittu kehityssuunta herättää ajatuksia laajennetun todellisuuden teknologian soveltamisesta graafiseen ääneen. AR-tekniikan avulla graafista ääntä voitaisiin soveltaa esimerkiksi auttavana sovelluksena liikenteessä. Erilaisiin vaaratilanteisiin jouduttaessa ihminen reagoi usein varoittavaan ääneen ympäristössä, joten äänen lähteen automaattinen paikantaminen ja sen visualisointi graafisesti AR-lasien näytölle voisi ehkäistä onnettomuuksia vaaratilanteissa.

Tutkimusaiheeni on laajuudessaan suuri, joten konseptia on kehitettävä usean osa-alueen kohdalla. Tuloksellinen tutkimustyö edellyttää jatkossa pitkäjänteistä perehtymistä äänen, tarinankerronnan ja animoinnin aihepiireihin – vain muutaman osa-alueen mainitakseni.

Kaiken ydintä eli animoinnin metodia on tarkennettava ja pelkistettävä mahdollisuuksien mukaan. On myös mahdollista, että menetelmälle on rakennettava selkeä järjestelmä, jonka perusteella koodia kehitettäisiin. Järjestelmä voisi perustua merkistöön, joka määrittelee graafisen orientoitumisen kaikille samankaltaisille äänille.

Esimerkiksi kategorisointia voisi tehdä kovien, pehmeiden, lyhyiden ja pitkien äänten välillä. Kuviossa 17 esitellään luonnos merkkijärjestelmästä.



Kuvio 17. Luonnos merkkijärjestelmästä

Opinnäytetyöni tavoitteena on määritellä suuntaviivat ja valmiudet tutkimustyön seuraavaan vaiheeseen, jossa toteutetaan muun muassa käyttäjätestausta.

Lähtökohtaisena tavoitteena tekniikan kehittämisessä on tutkia käyttömahdollisuuksia uudeltaiselle auttavalle sovellukselle, jonka avulla voitaisiin parantaa kuulovammaisten elokuvakokemusta.

Seuraavassa vaiheessa konseptin ympärille rakennetaan myös luova tiimi, joka jatkossa mahdollistaa tehokkaan ja tuloksellisen etenemisen tutkimustyössä sekä konseptin kehittämisessä.

Tavoitteena on myös saavuttaa yhteistyömahdollisuuksia eri tahojen kanssa, joiden avustuksella voitaisiin toteuttaa muun muassa käyttäjätestausta. Tällaisia tahoja voisivat olla instanssit kuten: suomalainen Kuurojen Liitto ry tai kansainvälinen World Federation of the Deaf. Myös elokuvatuotantoyhtiöt saattaisivat olla kiinnostuneita graafisen äänen mahdollisuuksista elokuvateollisuuden tulevaisuuden visioinnissa.

Lähteet

Arnkil, Harald 2008. Värit havaintojen maailmassa. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Bêla 2008. Norman McLaren: Pen Point Percussion. YouTube-kanava https://www.youtube.com/watch?v=Q0vgZv_JWfM (katsottu 19.2.2018).

Chazelle, Damien 2014. Whiplash. Yhdysvallat: Bold Films.

Fiske, John 1990. Merkkien kieli: Johdatus viestinnän tutkimiseen. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Herkman, Juha 1998. Sarjakuvan kieli ja mieli. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Levin, Thomas Y 2003. "Tones from out of Nowhere": Rudolph Pfenninger and the Archaeology of Synthetic Sound. The MIT Press Journals -verkkosivusto <https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/152638103322446460> (luettu 19.2.2018).

Niemelä, Roope 2014. Elokuvaäänen tietopaketti – elokuvaäänen elementit. Emute-musiikkiteknologiasivusto <http://emute.edu.fi/ohjelmat/artikkelit/elokuvaääni-elementit> (luettu 19.2.2018).

Sitnik, Andrey n.d. Easing functions. Easings-verkkosivusto <http://easings.net> (luettu 19.2.2018).

The Nerdwriter 2018. See With Your Ears: Spielberg And Sound Design. YouTube-kanava <https://www.youtube.com/watch?v=kavxsXhzD48&feature=youtu.be> (katsottu 19.2.2018).

Wikipedia 2017a. Koodi. <https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=Koodi&oldid=16728995> (luettu 19.2.2018).

Wikipedia 2017b. Graphical sound. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Graphical_sound&oldid=785246962 (luettu 19.2.2018).

Wikipedia 2017c. Synchrony.

<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Synchrony&oldid=811557421> (luettu 19.2.2018).

Youtreau 2011. Synchrony - Norman McLaren. YouTube-kanava

<https://www.youtube.com/watch?v=UmSzc8mBJCM&t=4s> (katsottu 19.2.2018).

Äänipää n.d. Äänen kuvaamistapoja. http://www.aanipaa.tamk.fi/kuvaa_1.htm (luettu 19.2.2018)