

Saku Sourulahti

**ANIMOITUJEN JA STAATTISTEN IKONIEN
SEMANTTINEN ETÄISYYS BIODATAN ESITYKSESSÄ**



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
TIETOJENKÄSITTELYTIETEIDEN LAITOS
2018

TIIVISTELMÄ

Sourulahti, Saku

Dynaamisten ja staattisten ikonien semanttinen etäisyys biodatan esityksessä

Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 2018, 61 s.

Kognitiotiede, pro gradu -tutkielma

Ohjaajat: Silvennoinen, Johanna; Kujala, Tuomo

Animoiduista ikoneista on tullut yhä suosituampi keino esittää funktionaalisia piirteitä digitaalisessa teknologiassa. Animoitujen ikoneiden hyödyllisyydestä ymmärretään vielä varsin vähän, mutta digitaalisia animaatiota on tutkittu viime vuosikymmeninä. Animaation hyödyllisyys saattaa paljastua monimutkaisten kuvasisältöjen esittämisessä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko animoitu ikoni parempi kuvaamaan ikonin sisältöä, kun kyseessä on luonnostaan kompleksinen aihe. Lisäksi haluttiin selvittää, minkälaiset piirteet tekevät animoidusta tai staattisesta ikonista tehokkaamman kuvaamaan ikonaiihetta.

Tutkimuksen ikoniaiheet liittyivät juoksun liiketekniikkaa mittaavien muuttujien esitykseen. Ikonien paremmuutta arvioitiin mittaamalla tietokoneohjelmalla semanttista etäisyyttä animoitujen ja staattisten ikonien välillä. Lisäksi laadullisia tuloksia kerättiin haastatteleamalla koehenkilöiden kokemuksia animoidun ja staattisen ikonin eroista. Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt (24kpl) olivat opiskelijoita.

Semanttinen etäisyys mitattiin ikonien vertailutehtävällä, jossa koehenkilö valitsi kahden ikonin väliltä sen, joka kuvaa sopivammin esitettyä sanaa (prime). Koehenkilöt suorittivat yhteensä 360 ikoniparin kombinaation valinnan. Koehenkilö suoritti kaikkien ikoniparien ja sanojen (primes) kombinaation valinnan. Semanttista etäisyyttä analysoitiin preferenssitaulukolla, jossa ikoneita verrattiin toisiinsa niiden valintamäärien perusteella. Lisäksi animoitujen ja staattisten ikonien valintojen preferenssisuhteellisia reaktioaikoja verrattiin keskenään. Ikoneita oli yhteensä 16 kpl, joista puolet oli animoituja ja staattisia ikoneita.

Tulokset osoittivat, että sekä animoitu että staattinen ikoni saattavat olla tunnistettavia kuvaamaan ikonin sisältöä. Tulosten mukaan animoitu ikoni ei näytä olevan erityisen hyödyllinen kuvaamaan kompleksista sisältöä. Staattinen ikoni saattaa olla parempi valinta kuvaamaan liikkeen vaihetta. Toisin kuin staattinen ikoni, animoitu ikoni saattaa olla parempi valinta kuvaamaan mekaanista liikettä. Näyttäisi siltä, että animoitu ikoni ei myöskään itsessään lisää kognitiivista kuormaa dynaamisilla piirteillä.

Asiasanat: semanttinen etäisyys, animoitu ikoni, staattinen ikoni, kognitiivinen kuorma, kompleksisuus

ABSTRACT

Sourulahti, Saku

The semantic distance of dynamic and static icons in the representation of biodata

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2018, 61 s.

Cognitive Science, Master's Thesis

Supervisors: Silvennoinen, Johanna; Kujala, Tuomo

Animated icons have become an increasingly popular way of representing functionality in digital technology. There is a little knowledge on the benefits of animated icons but digital animations have been examined in the last decades. The benefit of animation can be revealed by representing the complex image contents. The aim of this study was finding out the superiority of icons of representing the content which is an intrinsic complex. It was also investigated what kind of characters makes the animated or static icons more effective way of representing the content of icons.

The contents of icons were related of the measured variables of running technique. The superiority of icons of representing the content was assessed by measuring the semantic distance between animated and static icons with the computer task. Furthermore, qualitative results were collected by interviewing the participants on the experiences of compared differences between animated and static icons. The participants of this study were students (24 participants).

The semantic distance was measured with the primed icon comparison task where participants chose between either of two icons which represents more appropriately the word (prime). Participants were performed the total of 360 choices on the combined primes and icon pairs. Primed icon comparison task was analyzed by preference ranking arrays in which icons were compared to each other on the preference scores. In addition, animated and static icons were compared on the preference-related reaction times. The total number of icons were 16, half of the icons are animated and static.

The results indicate that both dynamic and static icon versions can be a good choice to represent the content of the icon. According to the results, the animated icons do not appear to be a particularly useful on representing the complex contents. There may be that static icon is particularly a better choice for representing the moment of motion. Unlike the static icon, the animated icon might be a better choice of representing mechanical motions. It seems that the animated icon does not in itself increase the cognitive load with a dynamic characters.

Keywords: semantic distance, animated icon, static icon, cognitive load, complexity

KUVIOT

KUVIO 1 Ympyrän sijainnin muutokset ovat hankalampi havaita A kuvasarjassa, sillä kaikki ympyrät ovat identtiset (Wang, 2000).....	20
KUVIO 2 Kolme erilaista liikettä tuottaa saman fysikaalisen ärsyksen (The aperture problem, 2008).....	22
KUVIO 3 Reaktioajan keskimääräinen lasku testin aikana	43

TAULUKOT

TAULUKKO 1 Jokisen HTI -tutkimuksen metodologinen nelikenttä (Jokinen, 2015).....	28
TAULUKKO 2 Lento preferenssitaulukon kaksi parasta tulosta	40
TAULUKKO 3 Lento preferenssitaulukon animoitujen ja vastaavien staattisten ikonien vertailu	40
TAULUKKO 4 Kontakti preferenssitaulukon kaksi parasta tulosta.....	40
TAULUKKO 5 Kontakti preferenssitaulukon animoitujen ja vastaavien staattisten ikonien vertailu	41
TAULUKKO 6 Tasapaino preferenssitaulukon kaksi parasta tulosta.....	41
TAULUKKO 7 Tasapaino preferenssitaulukon animoitujen ja vastaavien staattisten ikonien vertailu	42

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	4
KUVIOT	5
TAULUKOT	5
SISÄLLYS.....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 STAATTISUUDEN JA DYNAAMISUUDEN EROT	11
2.1 Prototyyppi ja visuaaliset attribuutit	11
2.2 Kognitiivinen kuorma	13
2.3 Kompleksisuus ja mentaaliset representaatiot kuvan sisällöstä.....	14
2.4 Prosessin vai vaiheen kuvaaminen kompleksisessa kuva-aiheessa...	15
2.5 Dynaamisen piirteen tehokkuus.....	16
2.6 Dynaamisuuden ja staattisuuden edut yhteenvetona.....	17
3 LIIKKEEN HAVAINNOINTI.....	19
3.1 Vastaavuusongelma	19
3.2 Liikkeen nopeuden ja suunnan arviointi	21
3.3 Liikkeen havainnointi yhteenvetona	22
4 IKONIEN KOGNITIIVISET ATTRIBUUTIT	24
5 TUTKIMUSMENETELMÄ	27
5.1 Metodologinen sijoittuminen.....	27
5.2 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	28
5.3 Menetelmän valinta	29
5.3.1 Ikonien vertailutehtävän soveltuvuus	29
5.3.2 Haastattelun soveltuvuus	31
5.4 Ikonien valinta ja suunnittelu	31
5.4.1 Kognitiivisten attribuuttien esiintyminen ikoneissa	32
5.4.2 Animaation suunnittelu	33
5.5 Proseduuri ja koehenkilöt.....	35
5.6 Aineiston analysointi.....	36
5.6.1 Preferenssipisteytys ja reaktioajan lasku	36
5.6.2 Animaation ja staattisen ikonin vaikutus keskimääräiseen reaktioaikaan monitasomallilla.....	37

5.6.3	Haastatteluaineiston hyödyntäminen.....	38
6	TUTKIMUSTULOKSET	39
6.1	Lento preferenssitaulukko.....	39
6.2	Kontakti preferenssitaulukko	40
6.3	Tasapaino preferenssitaulukko.....	41
6.4	Reaktioajan lasku ja monitasomalli.....	42
6.5	Haastattelun tulokset	43
7	TULOSTEN POHDINTA	47
7.1	Kognitiivinen kuorma	47
7.2	Dynaamisuuden ja staattisuuden edut.....	48
7.3	Dynaamisen representaation tehokkuus ja virhepäätelmän mahdollisuus	49
7.4	Tulosten yhteenveto	50
7.5	Tulosten kontribuutio animoidun ikonin suunnittelussa.....	51
7.6	Tulosten luotettavuus	52
7.7	Jatkokysymykset.....	53
	LÄHTEET	55
	LIITE 1 IKONIT.....	59
	LIITE 2 PREFERENSSITAUUKOT	62
	LIITE 3 MONITASOMALLIN TULOKSET	64

1 JOHDANTO

Ikoneilla on tärkeä tehtävä ihmisen ja teknologian välisessä vuorovaikutuksessa. Ikonien tehtävänä on luoda ymmärrettävyyttä erilaisille toiminnoille, kuten painikkeille ja datan esitykselle. Perinteiset ikonit ovat tyypillisesti staattisia eli liikkumattomia ikoneita, jotka saattavat olla tehokas keino luoda ikonin toiminnallisen sisällön ymmärrettävyyttä. Animoidut ikonit lisääntyvät kasvavaa vauhtia digitaalisissa palveluissa. Puhutaan animoiduista, kineettisistä tai dynaamisista ikoneista, jotka sisältävät graafisia muutoksia ajan suhteen. Ikonin dynaamisuus merkitsee, että liikettä on hyödynnetty visuaalisesti luomaan merkitystä ikonin sisällön ymmärtämiseksi. Teknologian kehitys on helpottanut suunnittelijoita kehittämään dynaamisia ikoneita entistä sujuvammin. Dynaamisuutta on hyödynnetty ikoneissa vielä varsin vähän, mutta ne näyttäisivät kasvavan suosioita. Animaatiota voidaan pitää joka tapauksessa tehokkaana lisäkeinona havainnollistaa visuaalisesti dataa (Ware, 2004).

Yleisesti ikonin keskeinen suunnitteluongelma liittyy siihen, kuinka esittää vain oleellimmat piirteet liittyen kuvattavaan sisältöön (Easterby, 1970). Ikonin ymmärrettävyyden kannalta näyttäisi olevan ratkaisevaa kokonaiskuorman minimointi sille tasolle, että ikoni on vielä tarpeeksi ymmärrettävä (Chandlerin, 2004). Tämä merkitsee oleellisen kuorman lisäämistä ja epäoleellisen eli ylimääräisen kuorman vähentämistä. Dynaamisuutta pidetään lisäkeinona luoda funktionaalista merkitystä, mutta dynaamisuuden oletetaan lisäävän kognitiivista kuormaa (Lewalter, 2002). Lisäksi dynaamisuuden hyödyllisyys näyttäisi yleisesti liittyvän luontaisesti monimutkaiseen tai hankalaan informaatioon ja etenkin, jos siihen liittyy mekanismin ymmärtämistä (Höffler & Leutner, 2007; Catrambone & Seay, 2002; Tversky, Morrison & Be´trancourt, 2002).

Dynaamisuuden ja staattisuuden hyödyt näyttäivät tulevan esille tietyissä tilanteissa. Saattaa olla, että dynaamisuus ja staattisuus molemmat luovat omalla tavallaan edun ikonin ymmärrettävyydelle. Mentaaliset sisällöt

animaation aiheesta näyttäisi lisäävän dynaamisuuden hyötyä kuvaamaan ikonin sisältöä (Mayer & Moreno, 2002, 263-264). Tämä haastaa suunnittelijan pohtimaan, ovatko dynaamiset piirteet tarpeeksi oleellisia ikoniaiheen ymmärrettävyyden kannalta.

Tutkimuksen keskeisenä kysymyksenä on, että lisääkö ikonin dynaamisuus ikonin sisällön ymmärrettävyyttä, jos kyseessä on luontaisesti monimutkainen ja uusi aihe? Toisaalta ollaan myös kiinnostuneita, että millaisessa tilanteessa staattisuudesta olla hyötyä kuvaaman ikonin sisältöä? Tutkimuskysymys on kiinnostava myös laajemmin dynaamisen ja staattisen piirteen edussa visuaalisessa suunnittelussa. Tutkimuksessa tarkasteltiin biodatan mittamuuttujiin liittyviä ikoniaihteita, jotka mittaavat ihmisen liikettä. Dynaamisia piirteitä sisältävät representaatiot syntyvät opituista liikemalleista, joten ihmisen liikkeen visualisointi on mielenkiintoinen tarkastelun kohde tässä tutkimuksessa. Tutkimusten mukaan ihmishahmon tunnistaminen saattaa sisältää jopa enemmän dynaamisia kuin staattisia piirteitä (Johansson 1973; Wallach & O'Connell, 1953). Ihmisen liikeradat ovat tyypillisesti monimutkaisia, jossa dynaamisuuden tarve saattaa lisääntyä. Tutkimus kyseenalaistaa kuitenkin sen, että lisääkö dynaamisuus itsessään kognitiivista kuormaa?

Tutkimuksessa mitattiin ja verrattiin ikonien semanttista etäisyyttä tietokoneohjelmalla suoritettavan ikonien vertailutehtävän avulla. Laadullista ainestoa kerättiin lopuksi haastattelulla, jolla erityisesti haluttiin syventyä koehenkilöiden subjektiiviseen kokemukseen dynaamisuuden ja staattisuuden hyödyistä eri ikoniaiheissa. Tulokset osoittavat, että dynaamisuus ei näyttänyt itsessään lisäävän ikonin ymmärrettävyyttä kaikissa ikoniaiheissa. Selkeitä eroja ei näkynyt myöskään ikonien valintojen reaktioaikaeroissa, joka saattaa ennustaa, että kognitiivinen kuorma ei välttämättä lisäännä itsestään dynaamisuuden myötä. Haastattelujen perusteella ikonien valintaan saattoi vaikuttaa se, että koettiinko ikoniaihetta kuvaava sana pysähtyväksi vai liikkuvaksi ilmiöksi.

Ikonien tarve korostuu entistä enemmän, sillä teknologia tuottaa yhä enemmän uudenlaista ja vierasta mittadataa. Varsinkin yksi nopeimmin kasvava ala on terveys- ja liikuntateknologia, joka kehittää kaiken aikaan uutta tietoa fysiologisesta tilasta tai liikkumisesta. Joka tapauksessa käyttäjäsegmentti on laaja kirjo erilaisia käyttäjiä ja asiantuntevuutta on monen tasoista. Tällöin uuden teknologian käytön hyödyntäminen pitää olla erityisen helposti opittavissa.

Teknologia saattaa tarjota hyödyllistä tietoa hyvinvoinnin tilasta, vaikka käyttäjä ei juurikaan ymmärrä mittainformaatiosta. Käyttäjä pystyy kuitenkin hyödyntämään teknologiaa parhaimmillaan vasta silloin, kun se ymmärtää mittatuloksen merkityksen laajemmin. Panu Moilanen (2017) toteaa tutkimustuloksistaan, että liikuntateknologian tuottama hankala informaatio vähentää käyttäjän motivaatiota hyödyntää teknologiaa. Perusliikkujat pitävät yleisesti puettavan teknologian informaatiota hankalana, sillä he eivät ymmärrä informaation merkitystä (Moilanen, 2017).

Tyypilliset juoksua mittaavat muuttujat, kuten matka, nopeus ja askelten määrä ovat tuttuja ja helposti ymmärrettäviä mittamuuttujia, sillä ihmiset ymmärtävät ne useimmiten pelkästään yksikön perusteella. Tällöin staattinen ikoni on riittävä kuvaamaan mittainformaation merkitystä. Kun kyseessä on käyttäjälle vieras ja hankala informaatio, niin visuaalisella ohjeistuksella voidaan tehokkaasti lisätä informaation ymmärrettävyyttä (Keller & Keller, 1993; Peng, Ward & Rundensteiner, 2004). Useimmiten kielellinen käsite kuvaa tarpeeksi hyvin mittamuuttujan funktionaalisuutta, mutta ikoni saattaa lisätä ymmärrettävyyttä sanallisen käsitteen lisäksi (Weidenbeck, 1999). Ikoneilla on tärkeä rooli funktionaalisuuden esittämisellä, sillä pelkkä kielellisesti kuvaileva käsite voi olla täysin tuntematon käyttäjälle (Lodding, 1983).

Tutkielman johdannon jälkeen alkaa varsinainen teorettinen viitekehys, joka alkaa taustatiedolla staattisten ja dynaamisten piirteiden eroista (2. Staattisuuden ja dynaamisuuden erot). 3. osassa keskitytään liikkeen havainnointiin liittyvää ongelmaa, mutta toisaalta liikkeen havainnon monipuolisuuteen. 4. osiossa käydään läpi ikonien suunnitteluun liittyviä ohjeistuksia ja näkökulmia ikonien kognitiivisista attribuuteista. 5. osio sisältää tutkimusmenetelmän valinnan taustat ja perustellaan menetelmän valinta. 6. osio sisältää tutkimustulokset, jonka jälkeen 7. osiossa käydään keskustelua tuloksien syistä yhdistämällä teorettisen viitekehysten taustatietoa. Pohdintaosio sisältää myös tutkimuksen luotettavuuden tarkastelua.

2 STAATTISUUDEN JA DYNAAMISUUDEN EROT

Prototyypit ovat keskeisiä ikonin suunnittelussa, sillä ikonit pyrkivät sisältämään prototyypin mukaisesti keskeisimpiä piirteitä. Prototyypit lisäävät visuaalisten piirteiden kategorisoinnin nopeutta ja viehättävyyttä, sillä ne lisäävät ymmärrettävyyttä (Winkielman, Halberstadt, Fazendeiro & Catty, 2006). Prototyypit mahdollistavat kognitiivista ekonomiaa, jota tavoitellaan myös ikonin suunnittelussa. Prototyypeilla on tärkeä tehtävä semantiikassa, joka toimii tärkeänä näkökulmana myös tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksessä. Prototyypit liittyvät myös kategorisointitehtäviin, joita on käytetty dynaamisten ja staattisten representaatioiden tutkimisessa.

Animoidun ja staattisen kuvan hyötyjä visuaalisessa suunnittelussa tarkastellaan kognitiivisella kuormalla, kuvan sisällön kompleksisuudella sekä dynaamisten ja staattisten representaatioiden eroilla. Kognitiivinen kuorma muodostuu tutkimuksessa tärkeäksi näkökulmaksi ikonin ymmärrettävyyden ja opittavuuden tarkastelussa. Tutkimuksessa kyseenalaistetaan tätä kautta myös animaation hyödyllisyyttä, mutta myös etsitään tukea millaisissa tilanteissa siitä voisi olla hyötyä. Toisaalta tutkimuksessa halutaan selvittää myös, että millaisessa tilanteessa staattisuudesta voisi olla hyötyä.

2.1 Prototyyppi ja visuaaliset attribuutit

Neumann (1977, 187) sanoo, että prototyypiteorian mukaan objektit voidaan tunnistaa nopeammin käsitteiden kategorisoinnin avulla. Samaan kategoriaan kuuluu kaikki ne objektit tai oliot, jotka sisältävät samankaltaisia piirteitä. Kategorian tai käsitteen prototyyppiä kuvaa "paras esimerkki" kaikista samankaltaisista objekteista. (Neumann 1977, 187.) Prototyyppi on tärkeä lähtökohta ikonien suunnittelulle, sillä ikonin on tarkoitus sisällyttää oleellimmat piirteet, jotka viittaavat kuvattuun sisältöön. Prototyypin tarkoituksena on nopeuttaa esimerkiksi objektin tunnistamista. Ikonin sisältöön liittyvä prototyyppi on tärkeä ottaa huomioon myös ikonin suunnittelussa.

Ikonin pyrkii olemaan välittömästi ymmärrettävä oleellisten visuaalisten piirteiden avulla (Easterby, 1970).

Rosch (1978, 252) puhuu kognitiivisesta ekonomiasta, johon prototyypillä pyritään. Prototyypit tarjoavat keinon hyödyntää tehokkaasti rajalliset kognitiiviset ominaisuudet, kun ympäristöstä kerätään informaatiota. Prototyyppi auttaa tunnistamaan objektin kategorian samankaltaisista piirteistä, mutta myös erottamaan objektin toisesta kategoriasta. Kognitiivinen ekonomia pyrkii erottamaan vain erityispiirteet objektien välillä. (Rosch, 1978, 252.) Joskus samankaltaisissa objekteissa havaitaan jotain erilaista. Tällöin esimerkiksi omenan prototyypistä voidaan luoda uusi kategoria omenan eri omenalajeista niiden erilaisten piirteiden perusteella.

Esimerkiksi objektin tunnistaminen vaatii tiedon havaittavan objektin sisältämistä visuaalisista attribuuteista. Tällaisia visuaalisia attribuutteja ovat muoto ja väri, jotka tekevät objektista erityisen tunnistettavan (Ware, 2013, 179-180). Lisäksi objektien keskinäiset suhteet, kuten tyhjä tila ja kokosuhteet vaikuttavat objektien piirteisiin (Ware, 2013, 179-180). Esimerkiksi omenan tunnistaa päärynästä sen ominaisesta muodosta ja värikontrastien vaihtelusta. Rochin (1978, 11-12) mukaan tällöin puhutaan omenan ja päärynän erilaisesta prototyypistä, jotka luokittelevat niistä erilaisen. Omena ja päärynä ovat kuitenkin keskenään visuaalisilta piirteiltään suhteellisen samanlaisia verrattuna meloniin tai viinirypäleen. Tässä näkökulmassa päärynä ja omena loisivat yhteisillä visuaalisilla piirteillään prototyypin esimerkiksi tiettyyn hedelmätyyppiin tai kategoriaan. Kategoristen erojen tunnistamiselle värit ja muodot ovat keskeisiä attribuutteja (Roch, 1978, 11-12). Visuaaliset attribuutit ovat myös ainoa keino staattisen objektin tunnistuksessa, sillä ne muodostavat representaation objektista ilman liikettä.

Coleman ja Kayn (1981) mukaan prototyypit ovat keskeisessä asemassa semantiikassa, jonka mukaan kielelliset käsitteet ovat suorassa yhteydessä havaintoihin objektien attribuuteista ja sitä kautta objekteihin. Prototyypeillä on semanttinen etäisyys käsitteiden välillä, jotka luovat niistä läheisen tai kaukaisen prototyyppien attribuuttien perusteella. (Coleman & Kay, 1981.) Prototyypit ovat keino erotella objekteja toisistaan ja luokitella niitä sen hetkessä näkymässä tai mielekkäässä kontekstissa. Havaittavaa objektia pyritään kategorisoimaan johonkin prototyyppiin sen visuaalisten piirteiden perusteella, mikä mahdollistaa staattisen ja dynaamisen objektin representaation erottamisen. Prototyypit ovat merkittävä tutkimuskohde staattisten ja dynaamisten vihjeiden tutkimuksessa, sillä kategorisointitehtävien avulla voidaan verrata dynaamisten tai staattisten piirteiden eroja ja niiden vaikutusta representaation muodostumiseen (Nakayama & Kourtzi, 2002; Mather & Murdoch, 1994; Newell, Wallraven & Huber, 2004).

Prototyypit ovatkin tärkeä ottaa huomioon ikonin suunnittelussa, sillä ikonin on tarkoitus esittää vain ikonin sisällön oleellisimpia piirteitä ja vähentää kognitiivista kuormaa. Visuaaliset piirteet vaikuttavat siihen, kuinka monimutkainen ikoni on ja mahdollisesti, kuinka kuormittava ikoni on kognitiivisesti.

2.2 Kognitiivinen kuorma

Aikaisemmin todettiin, että ikonit auttavat vähentämään tehokkaasti kognitiivista kuormitusta, jos ne vastaavat prototyyppien vastaisia piirteitä. Dynaamisuudella voidaan lisätä piirteitä, mutta toisaalta myös lisätä epäoleellisia piirteitä, jotka eivät vastaa prototyypin ominaisuuksia. Kognitiivisen kuorman laatu on ratkaisevaa, kun sitä pyritään samalla minimoimaan. Koska animoitu kuva on luonnostaan monimutkaisempi kuin staattinen kuva, niin se haastaa oppijan suuremmalla kognitiivisella kuormalla (Lewalter, 2002).

Animaatio kykenee esittämään huomattavan paljon enemmän, verrattuna mihin staattinen kuva kykenee. Animaatio voi parhaimmillaan lisätä funktionaalista merkitystä, mitä staattisuudella voi olla lähes mahdotonta esittää. Toisaalta animaatio saattaa pahimmillaan luoda epäolennaista informaatiota ja luoda ylimääräistä kognitiivista kuormaa. Kognitiivinen kuorma on hyvin ratkaisevassa asemassa siinä kohtaan, kun kysymys on kuinka välitön ja ymmärrettävä kuvan sisällöllinen merkitys on.

Kognitiivisen kuorman minimointi vaikuttaa ratkaisevasti siihen, kuinka tehokkaasti opimme ymmärtämään visuaalista informaatiota. Chandlerin (2004) mukaan kognitiivinen kuorma voidaan jakaa luontaiseen (intrinsic load), relevanttiin (germane load), sekä epäolennaiseen (extraneous load) kuormaan. Luontainen kuorma syntyy niistä välttämättömyyksistä, joita sisällön kompleksiset ominaisuudet tuovat mukanaan. Luontaiseen kuormaan ei voida vaikuttaa, sillä siihen liittyy kaikki välttämättömät piirteet, jotka kuuluvat esitettävään sisältöön. Relevantti kuorma merkitsee oppimisen kannalta tärkeää informaatiota. Ne ovat juuri ratkaisevia piirteitä, jotka yhdistävät johonkin tiettyyn prototyyppiin. Epärelevantti kuorma merkitsee informaatiota, joka ei liity oleellisesti oppimisen sisältöön, vaan tuottaa ylimääräistä kognitiivista kuormaa. (Chandler, 2004.)

Animaatioon tärkeimpiä tehtäviä on vähentää kognitiivista kuormaa, kun kuvasta pyritään ymmärtämään kuvan sisältöä. Höffler & Leutner (2007) toteaa, että muuttuva kuvasarja yhdistää suoremmin tapahtumasarjaan, jota kuvalla pyritään selittämään. Staattinen kuva jättää tulkinnan mentaalisten mallien varaan, joiden perusteella tapahtumasarja on ennustettavissa. Animaation ymmärrettävyyden kannalta on tärkeää ylimääräisen kuorman vähentäminen ja relevantin kuorman lisääminen. Ylimääräinen kognitiivinen kuorma voisi liittyä esimerkiksi kaikkeen ylimääräiseen graafiseen muutokseen, joka ei liity sisällön kuvaamiseen. Relevantti kuorma merkitsee visuaalisia muutoksia, jotka liittyvät kuvan sisältöön. (Höffler & Leutner, 2007.)

Animaation luontainen kuorma voi johtua sen sisällön luontaisesta kompleksisuudesta, joka näkyy tämän tutkimuksen ikonien osalta ihmisen liikemekanismissa. Toisaalta oleellinen kuormitus voisi liittyä vain niihin liikemekanikan vaiheisiin, jotka yhdistävät suoremmin esitettävään sisältöön. Tällöin kaikki epäoleellinen kuorma olisi kaikki se liike, jotka eivät lisää

ymmärrettävyyttä tai jopa vähentävät ymmärrettävyyttä. Kuvan sisällön luontainen kompleksisuus näyttäisi kuitenkin lisäävän kognitiivista kuormaa.

2.3 Kompleksisuus ja mentaaliset representaatiot kuvan sisällöstä

Tverskyn, Morrisonin ja Be'trancourtin (2002) mukaan animaatiota ei voi yleistää ylivoimaiseksi esitystavaksi kaikissa tilanteissa. Animoitu ja staattinen kuva saattavat edustaa hyvin erilaista informaation aiheita. Itse asiassa animaatio saattaa pahimmillaan rikkoa graafisen suunnittelun peruspilaria (Apprehension princible), jonka mukaan kuvasta olisi saatava tarkka ja täsmällinen käsite. Ongelma syntyy tyypillisesti silloin, kun animaatio on liian kompleksinen ja liian nopea. Tämä merkitsee myös sitä, että animaatio tukee paremmin tapausta, jossa pyritään esittämään kompleksista sisältöä. (Tversky & kumppanit, 2002.) Myös Catrambonen ja Seayn (2002) tutkimus antoi selkeitä viitteitä siitä, miten animaatio lisää oppimisen tehokkuutta monimutkaisten prosessien oppimisessa.

Lowe (2004) kuitenkin havaitsi kompleksisuudessa ongelman, jos tulkitsijalla ei juurikaan löydy representaatioita liittyen kuvaan sisältöön. Jos teeman sisältö ei ole tulkitsijalle entuudestaan tuttu, niin kompleksisuus voi tehdä tulkinnasta entistäkin hankalampaa. Animaation liike ei itsessään lisää relevanttia kuormaa, joten suunnittelun olisi harkittava yksinkertaisia liikemalleja. (Lowe, 2004.) Ikoniaiheen luontainen kompleksisuus saattaa lisätä tarvetta kuvan sisällön piirteistä. Mayerin ja Morenon (2002, 263-264) tulkinnan mukaan animaatio ei juurikaan lisää ymmärrystä multimediaalisessa informaatiossa, jos tulkitsijalla on vähän mentaalisia representaatioita kuvan sisällöstä. Dynaamisuudesta näyttäisi olevan hyötyä objektin tunnistamisessa silloin, kun objekti on jollain tasoa entuudestaan tuttu. Lander ja Fiona tutkivat (1999) dynaamisuuden vaikutusta kasvojen tunnistuksessa ja onnistuivat löytämään selkeän eron staattisten kasvojen tunnistamisessa. Dynaamisuudesta oli hyötyä iän ja sukupuolen tunnistamisessa, jos kasvot olivat entuudestaan tuttuja. (Lander & Fiona 1999.)

Tunnettavuus on tärkeä kognitiivinen attribuutti ikonin sisällön ymmärrettävyydessä (McDougall & Reppa, 2008). Dynaamisuudesta saattaisi olla hyötyä, jos kuvan sisältö on luonnostaan kompleksinen. Toisaalta ikonin sisällön luontainen kompleksisuus näyttäisi lisäävän epäoleellista kuormaa, jos tulkitsijalla ei ole entuudestaan minkäänlaista representaatiota liikkeeseen liittyvistä malleista. Jos dynaamisesta piirteestä on hyötyä luontaisesti kompleksisen sisällön esittämisessä, niin millaisessa tilanteessa staattisesta piirteestä voisi olla hyötyä.

2.4 Prosessin vai vaiheen kuvaaminen kompleksisessa kuva-aiheessa

Animaation vaikuttavuutta ei voida kiistää opetuksessa, jossa sillä on tärkeä rooli etenkin prosessien oppimisessa (Höffler & Leutner, 2007). Animaatioilla on todettu olevan erityinen hyöty algoritmien opetuksessa, jossa tehokkuus tulee sille erityisesti vaiheiden välisessä oppimisessa (Catrambone & Seay, 2002). Ikonit pyrkivät tyypillisesti esittämään jotain tiettyä käsitettä, kuin prosessia, joihin liittyy useita eri käsitteitä. Tällöin staattinen ikoni saattaisi vastata jopa paremmin ikonin sisäistä representaatiota. Staattisuus saattaa olla tehokas silloin, kun kuvataan jotain tiettyä hetkeä tai erityistä prosessin vaihetta. Staattisuuden hyödyistä on myös löydetty joitakin näkökulmia.

Aikaisemmin todettiin, että animaation sisällön ymmärrettävyyden ongelmaan liittyy sen visuaalinen kompleksisuus (Lowe, 2004; Mayerin & Moreno, 2002). Tämä syntyy siitä, että animaatio tai liikkeen aiheuttama mekanismi saattaa sisältää useita eri liikkeitä samaan aikaan. Scaife ja Rogers (1996, 199-201) pohtivat, että yksityiskohtaisten liikkeiden samanaikaisuudet ovat enemmän tai vähemmän tärkeitä prosessin oppimisen kannalta. Dynaaminen representaatio rakentuu paremminkin kausaalista suhteista eri vaiheiden välillä. Animaation samanaikaiset ja samanlaiset liikkeet saattavat luoda virhepäätelmän sisäisen ja ulkoisen representaation välillä. He kutsuvat tällaista ongelmaa samanlaisuuden virhepäätelmäksi (resemblance fallacy). (Scaife & Rogers, 1996, 199-201.)

Hegarty, Kriz ja Cate (2003) arvioivat, että ohjeistuksen oppiminen on enemmän sisäisen representaation kuin ulkoisen representaation muodostumista. He havaitsivat, että sekä staattinen kuvasarja, että animoitu ohjeistus toimivat molemmat omalla tavallaan lisäämässä oppimista. Staattinen kuvasarja sallii huomattavasti enemmän luovan representaation muodostumiseen liikemekanismeista. Tällaisessa tilanteessa staattisuudella voisi olla erityinen hyöty ainakin kuvasarjoissa, jotka pyrkivät ohjeistamaan prosessia. Lisäksi kuvasarjat sallivat paremmin tulkitsijan itse säätää representaation sisältämien kuvien nopeutta, joka helpottaa kausaalisten suhteiden oppimista vaiheiden välillä. (Hegarty ja kumppanit, 2003.) Mayer, Hegarty, Mayer ja Campbell (2005) toistivat koestusta animoidulla ääniohjeistuksella ja staattisella kuvasarjalla tekstin kanssa. He havaitsivat, että staattinen kuvasarja jopa vähensi kognitiivista epäoleellista kuormaa ja lisäsi oleellista kuormaa. (Mayer & kumppanit, 2005.)

Näiden tulosten mukaan liike voisi toimia lisävihjeenä, mutta samalla dynaamisuus ehkäisee luovan representaation mahdollisuutta muodostua. Joka tapauksessa staattisuuden hyöty näyttäisi tulevan esille, jos pyritään kuvaamaan jotain erityistä liikkeen vaihetta tai liikettä. Tähän liittyy

mekanismin välisten vaiheiden oppimista. Animaation etu näyttää kuitenkin tulevan esille ainakin liikemekanismeja sisältävissä ohjeistuksissa.

2.5 Dynaamisen piirteen tehokkuus

Dynaamisten ja staattisten piirteiden eroille yksi merkittävin löydös on Gunnar Johanssonin (1973) ihmishahmon tunnistustehtävä. Tehtävässä pyrittiin tunnistamaan staattista ja liikkuvaa ihmishahmoa valaistujen nivelpisteiden avulla. Johansson (1973) havaitsi, että koehenkilöt tunnistivat ihmishahmon välittömästi liikkeiden avulla, mutta eivät kuitenkaan kovinkaan selkeästi silloin, kun pisteet olivat paikallaan. Tutkimus herätti täysin uuden näkökulman, miten oleellisesti dynaamisuus liittyy hahmon representaatioon. (Johansson, 1973.) Samankaltaisella tutkimuksella ihmisen kokonaisvaltainen liike näyttäisi lisäävän myös kolmiulotteisuuden hahmottamista (Wallach & O'Connell, 1953).

Näissä tutkimuksissa huomioitiin kuitenkin vain ihmisen nivelpisteiden välistä liikettä, mikä korostaa ihmisen liikemalleihin liittyviä piirteitä, eikä niinkään ihmisen anatomian muotopiirteitä. Joka tapauksessa muoto ja liike näyttäisivät yhdessä olevan tärkeä osa objektin representaatiota. Dynaamisten ja staattisten ominaisuuksien vertailu on kaiken kaikkiaan hankala. Mikä oikeastaan on representaation dynaaminen ja staattinen piirre, jos dynaamisuus muodostuu staattisista kuvista? Mielekkäämpi tarkastelu voisi olla liikkeen ja muodon yhteistoiminta representaation muodostumisessa.

Nakayaman ja Kourtzin (2002) mukaan objektin representaatioon liittyy selkeästi enemmän dynaamisia piirteitä kuin staattisia piirteitä. Erityisesti liikkuvat objektit ovat erotettavissa toisistaan niiden liikeratojen kautta, mihin liittyy interpolaatiovaikutus (interpolation effect) kuvakehysten välillä. Tämä merkitsee ennustetta siitä, kuinka liikerata kulkee kuvien välillä ajan suhteen. Heidän mukaansa dynaamisuus liittyy usealla eri tavalla representaatioon, mutta myös hyvin linkittyneenä staattiseen muotoon. (Nakayama & Kourtzi, 2002.)

Dynaaminen vihje saattaa liittyä enemmän objektin sisältämään liikemekanismin liikenopeuksiin, kun osien välisiin sijainteihin. Mather ja Murdoch (1994) tarkastelivat sukupuolien välistä eroa niiden kävelyn liikkeen tunnistamisessa. Liikemekanismin väliset liikenopeuksien suhteet toivat paremman tunnistusvihjeen, kun sukupuolien väliset erot vartalon rakenteessa. (Mather & Murdoch, 1994.) Tämä saattaisi ehdottaa muitakin tapoja tunnistaa tai erottaa objektien representaatiota kuin pelkästään liikeradat (Mather & Murdoch, 1994; Nakayama & Kourtzi, 2002). Liike ja muoto näyttäisivät olevan huomattavasti tärkeämpiä vihjeitä kategorisessa tehtävässä, kun värin vaihtelu (Newell, Wallraven & Huber 2004). Myös neurotiede näyttäisi antavan selkeitä viitteitä, että liikkeen havainnointi osallistuu prosessiin, jossa dynaaminen informaatio syntyy staattisista kuvista (Kourtzi & Kanwisher, 2000).

Nämä tutkimustulokset antavat viitteitä siitä, että dynaamiset piirteet luovat oleellisemman osan representaatiota kuin pelkästään staattiset muoto- ja väripiirteet. Lisäksi objektin tunnistamisessa on melko hankalaa erottaa liikkeen tai muodon piirrettä representaatioissa, sillä myös liike näyttäisi lisäävän vihjettä muotopiirteiden tunnistamiselle. Dynaamisuus näyttäisi liittyvän lisäksi representaatioon eri tavoilla, kuten liikenopeudella ja liikeradalla. Tulokset herättävät kysymyksen, että onko dynaamista representaatiota edes olemassa ennen kuin siitä on olemassa edes jonkinlainen staattinen representaatio.

Wallachin ja O'Connellin (1953), sekä Johanssonin (1973) tulokset näyttivät, että dynaaminen vihje kasvaa huomattavasti rakenteellisen liikemekanismin perusteella, kun yksittäisen liikkeen perusteella. Monipuolisemmat liikeradat tuovat yksilöllisemmät piirteet liikkeen tunnistamiselle. Nämä tutkimukset osoittavat kuitenkin laihasti dynaamisen vihjeen tehokkuuden suhteessa staattiseen muotoon, sillä tutkimuksessa tarkasteltiin vain nivelpisteiden välisiä etäisyyksiä ja liikesuhteita, mutta ei rakenteellisia muotoja. Staattiset nivelpisteet aiheuttavat yhteyden vain hahmolain läheisyyden periaatteella, kun nivelpisteiden väliset liikkeet aiheuttavat lisäksi korreloivan vihjeen. Tällöin staattiset pisteet luovat hyvin "satunnaisia" kuviteltuja muotoja, kun liike tuo selkeämmän vihjeen nivelpisteiden yhdistymisestä toisiinsa. Nämä tutkimukset ainakin antaisivat vahvaa näyttöä siitä, että muoto ja liike luovat yhdessä dynaamisen representaation.

2.6 Dynaamisuuden ja staattisuuden edut yhteenvetona

Aikaisemmista tutkimustuloksista päätellen, dynaamisuutta ei voida pitää suoranaisesti ylivoimaisena esitystapana ikonille. Lisäksi voidaan päätellä, että animaation hyödyt ovat hyvin moniulotteiset ja yksittäistä dynaamisuuden hyötyä on vaikea yleistää laajalle ikonin suunnitteluongelmiin. Kognitiivinen kuorma saattaa kasvaa dynaamisuuden myötä. Jos dynaamisuus sisältääkin erittäin oleellista informaatiota, niin lisääkö se siitä huolimatta kognitiivista kuormaa? Dynaamisuuden tarve näyttäisi kasvavan luontaisesti kompleksisessa kuvan sisällössä. Onko dynaaminen representaatio kuitenkin aina kompleksinen, vaikka se olisikin oleellinen kuvan sisällön kannalta.

Todettiin, että dynaamisuus voi toimia monipuolisesti tehokkaana tapana luoda useita vihjeitä ikonin sisällöstä, kuten liikeradasta tai liikkeen nopeudesta. Liikkeen havaintoprosessi saattaisi tukea dynaamisen representaation monipuolisuutta vihjeenä. Tällainen monipuolisuus saattaisi tulla esille havainnoin kyvystä tunnistaa erityisen tyyppistä liikettä, liikkeen suuntaa ja nopeutta. Dynaamisuus todettiin myös tehokkaaksi lisäviheeksi muiden visuaalisten attribuuttien lisäksi. Dynaamisuus saattaisi toimia erillisenä representaationa yhtä lailla, kun staattiset piirteet, kuten muodot ja värit. Todettiin myös, että dynaamisen representaation muodostuminen saattaisi

syntyä yhdessä muotopiirteiden kanssa. Vastaavuusongelma antaa tukea, että dynaamisuutta voidaan pitää lisäattribuuttina, joka vaikuttaa visuaalisena vihjeenä yhdessä muoto ja väripiirteiden kanssa.

3 LIIKKEEN HAVAINNOINTI

Tässä osiossa halutaan tuoda esille liikkeen havainnointiin liittyvä taustatutkimus, joka on oleellista ottaa huomioon animaation suunnittelussa. Osion päällimmäinen tarkoitus on laajentaa käsitystä dynaamisen representaation luonteesta, joka saattaisi liittyä esimerkiksi liikkeen suunnan ja liikkeen nopeuden arviointiin. Dynaamisuus voi toimia lisävihjeenä objektin tunnistamiselle, mutta mahdollisesti myös liikkeen virheelliselle tulkinnalle. Liikkeen havainnoinnin luotettavuuteen vaikuttaa kognitiiviset rajoitteet, mutta myös muu konteksti, johon liittyvät väri ja muotopiirteet sekä kokosuhteet.

Liikkeen havainnoin ongelmaan näyttäisi liittyvän vahvasti aivojen ennakoiva käyttäytyminen, jonka mukaan havainto tulkitsee vain parhaan mahdollisen ennusteen mahdollisen liikkeen luonteesta (Clark, 2013). Vastaavuusongelma voi aiheuttaa illuusion objektin liikkeestä. Tämän takia havainto joutuu luottamaan illuusion, joka on paras mahdollinen ennuste, mitä havaintovihjeillä voidaan saada. Vastaavuusongelma ja aukko-ongelma ovat klassisia esimerkkejä liikkeen aiheuttamista illuusioista.

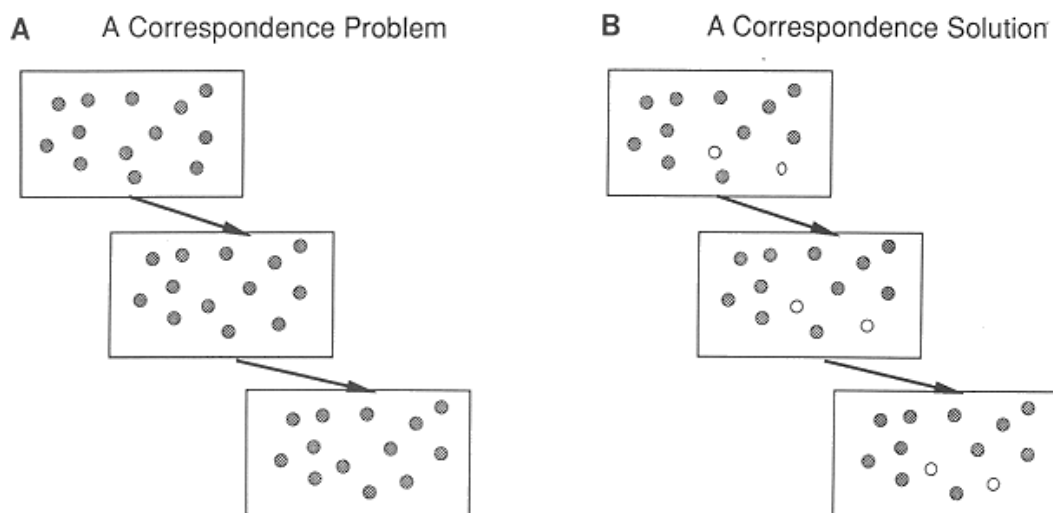
3.1 Vastaavuusongelma

Vastaavuusongelma aiheutuu havaittavien objektien samankaltaisten piirteiden seurauksena. Andersen, Hillyard & Müller (2008) kuvaavat vastaavuusongelmaa kenties sen tunnetuimmalla esimerkillä, joka on vankkuripyöräefekti. Sen mukaan pyörä näyttää liikkuvan päinvastaiseen suuntaan, mitä se todella pyörii. Tämä on vastaava arkinen ilmiö, joka voidaan havaita pyörän vanteen liikkeestä, kun pyörän pyörimisnopeus kasvaa tarpeeksi suureksi. Ilmiö toistuu kuitenkin vain tietyillä pyörimisnopeuden alueilla. Ilmiötä selittää havainto, jossa pyritään tarkastelemaan tietyn vanteen liikettä. Koska ihmisen havainnon kuvataajuus on rajoitteinen, havainto ennakoii todennäköisimmän vanteen samaksi. Vanne ei kuitenkaan vastaa enää

samaa vannetta ja havainto luo illuusion, jossa pyörä liikkuisi väärään suuntaan. (Andersen & kumppanit, 2008.)

Vastaavuusongelman efekti aiheutuu, sillä liikkuvat objektit sisältävät samanlaisia visuaalisia attribuutteja (Ware 2004). Ongelma poistuu, jos muoto ja väripiirteet erottavat liikkuvat objektit toisistaan. Vastaavuusongelma voi aiheuttaa vääristyneen tulkinnan liikkeen todellisesta suunnasta, sillä kykenemme tulkitsemaan vain rajoitetusti kuvia (frames) ajan suhteen (Andrews & Purves, 2005). Lisäksi kykenemme erottamaan vain rajoitetusti objektien samankaltaisia visuaalisia attribuutteja (Weiss, Simoncelli & Adelson, 2002).

Summerfieldin & Egnerin (2009) mukaan vastaavuusongelma ilmenee tyypillisesti, kun visuaalisessa piirteessä ilmenee kohinaa. Tämä merkitsee, että hahmon kontrasteja on hankala havaita tai lähes mahdotonta (ks. kuvio 1). Visuaalinen kohina aiheuttaa sen, että pisteen siirtymän etäisyyttä on hankala hahmottaa, sillä vertailtavat pisteet vastaavat identtisesti muita ympärillä olevia pisteitä. Tällöin vertailuissa ei välttämättä ole samat pisteet ja pisteiden välisen etäisyyden muutos on virheellinen. Pisteiden tunnistamista saatetaan pyrkiä korjaamaan harjoittamalla pisteen tunnistamista muista pisteistä tai muusta ympäristöstä. Havainto yhdistyy kontekstiin ja mahdollisesti muuhun taustatietoon. (Summerfield & Egner, 2009.)



KUVIO 1 Ympyrän sijainnin muutokset ovat hankalampi havaita A kuvasarjassa, sillä kaikki ympyrät ovat identtiset (Wang, 2000)

Liikkeen illuusiot aiheuttavat erityisen riskin animoidun ikonin suunnittelussa. Dynaamisuus ei välttämättä aiheuta vain ylimääräistä kognitiivista kuormaa, vaan se saattaa aiheuttaa myös virheellisen päätelmän liikkeestä. Aikaisemmin mainittiin, että Scaifen ja Rogersin (1996, 199-201) havaitsivat samanlaisten ja samanaikaisten liikkeiden aiheuttaman ongelman (samanlaisuuden virhepäätelmä). Vastaavuusongelma ja samanlaisuuden virhepäätelmä

osoittavat, että dynaamisuus toimii lisäkeinona objektien samanlaisille piirteille. Dynaamisuus voi aiheuttaa muodon ja värien lisäksi objektien samankaltaisuutta kuulumalla samaan kategoriaan (Roch, 1978). Dynaamisuus voi aiheuttaa myös tunnistamaan objektit erilliseksi. Tällöin muodot ja värit vaikuttavat yhdessä liikkeen havainnoinnin luotettavuuteen. Aikaisemmin todettiin myös, kuinka muotopiirteet liittyvät oleellisesti dynaamiseen representaatioon (Nakayama & Kourtzi, 2002; Newell, Wallraven & Huber, 2004).

Weiss ja kumppanit (2002) ehdottavat, että liikeilluusion havaitsemiseen liittyy oleellisesti liikenopeuden optimointi. Lisäksi nopeuden arviointiin näyttäisi liittyvän liikkuvan hahmon kontrastin vahvuus. Heikommalla kontrastilla erotettu liikkuva hahmo havaittiin liikkuvan hitaammin, sekä sen suuntaa oli hankalampi arvioida. Epäselkeä kontrasti luo laajemman mahdollisuuden eri suunnille ja karkeamman arvion nopeudelle. Selkeämpi kontrasti erottaa paremmin liikkeen, sillä liikkuvan hahmon havaintopisteet erottuvat tällöin paremmin taustan havaintopisteistä. Tämän vuoksi myös liikkeen suunnasta ja nopeudesta saattaa myös syntyä illuusio. (Weiss & kumppanit 2002.)

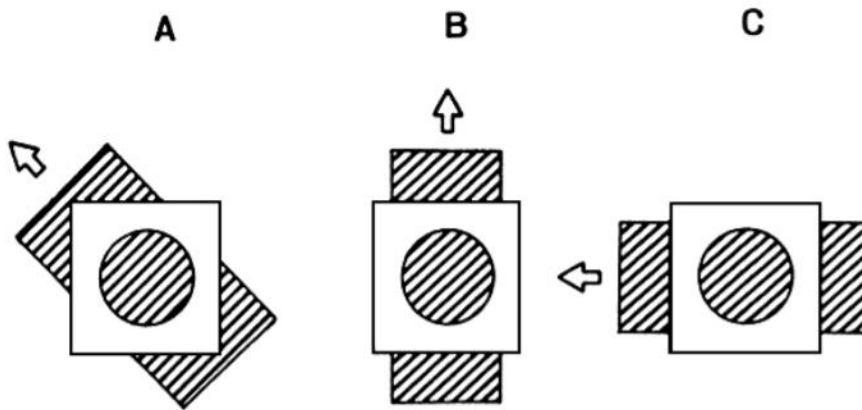
3.2 Liikkeen nopeuden ja suunnan arviointi

Aikaisemmin todettiin, että dynaamisuus saattaa liittyä usealla eri tavalla representaatioon (Nakayama & Kourtzi, 2002). Liikkeen suunnan ja nopeuden arviointi ovat erillisiä kognitiivisia prosesseja, mikä saattaisi tehdä dynaamisesta representaatiosta monipuolisemman visuaalisilla vihjeillä kuin staattinen representaatio. Aikaisemmin todettiin myös, että liikkeen havainnointiin liittyy oleellisesti ympäristön konteksti (ks. 2.5). Yhtä lailla liikenopeuden havainnointiin näyttäisi vaikuttavan ympäristön sijainnin muutos.

Liikehavainto kykenee vertaamaan oman sijainnin muutosta vain havaittavaan ympäristön sijaintiin. Wade ja Swanston (1991) esittää tällaista tilannetta liikenopeuden havaintoesimerkillä. Junan matkustaja havaitsee ikkunasta viereisellä junaraiteella vastaan tulevan junan. Junan liike tuntuu tällöin hetkellisesti kasvavan havainnon ajaksi, sillä havainto kykenee vertaamaan istumansa junan liikettä vastaan tulevaan junaan. Jos viereisen junaraiteen juna olisi paikallaan, niin matkustaja ei kokisi havainnollisesti nopeuden kasvua. (Wade & Swanston, 1991.) Liikkeen nopeuden havainnointiin näyttäisi liittyvän suhteellista tarkastelua, mutta myös muut visuaaliset attribuutit näyttäivät vaikuttavan suhteellisesti liikkeen nopeuden havainnointiin. J.F Brown todisti vuonna 1931, että ympäristön kokosuhteet vaikuttavat myös nopeuden havaitsemiseen (Dember & Warm, 1979). Tämä vahvistaa, että visuaalisen ympäristön konteksti vaikuttaa liikkeen nopeuden havainnointiin. Liikkeen nopeuden arviointi ei siis välttämättä ole kovinkaan

luotettava arvio ja se saattaa aiheuttaa virhepäätelmän dynaamisen representaation muodostumisessa.

Bruno ja Bertaminin (2015) mukaan Liikkeen suunnan havainnointiin liittyy oleellisesti kontrastirajapintojen suunnan tunnistaminen. Aukko-ongelma (The Aperture problem) on tunnettu esimerkki siitä, miten rajapinnan suunta voi olla monitulkintainen. Tällainen ongelma syntyy silloin, kun havainnoija näkee reiän läpi vain samansuuntaisesti liikkuvat rajapinnat (ks. Kuvio 2). Liikkuvat rajapinnat eivät kuitenkaan kerro niiden todellista liikkeen suuntaa, sillä rajapintojen liike rajoittuu havainnoinnin kannalta vain yhdelle ulottuvuudelle. Silmän reseptiivinen kenttä saa tiedon vain rajapintojen yhdestä liikesuunnasta, joten todennäköisin suunta on rajapintojen normaalin suuntainen. Tilanne muuttuu välittömästi, kun havainnoista selviää, missä kohtaa ääriiviivat loppuvat. (Bruno & Bertamini, 2015.)



KUVIO 2 Kolme erilaista liikettä tuottaa saman fysikaalisen ärsyksen (The aperture problem, 2008)

3.3 Liikkeen havainnointi yhteenvetona

Dynaamisen kuvan esittämiseen näyttäisi liittyvän todellisia riskejä representaation muodostumisessa. Ongelma ei ole ainoastaan liikkeen havainnoinnissa, vaan vielä ongelmallisempaa on havainnoinnissa virhepäätelmät. Liikenopeuden ja suunnan havainnoinnin luotettavuuteen näyttäisi vaikuttavan oleellisesti myös konteksti. Liikeilmiöiden myötä liikkeen havainnointi joutuu tyytymään aivojen ennakkointiin kognitiivisten rajoitteiden puitteissa. Vaikka liikkeen havainnointi näyttää tuovan erityisiä riskejä dynaamisen kuvan ymmärrettävyydessä, niin liikkeen havainnointi saattaa tuoda esille dynaamisen representaation monipuolisuuden verrattuna staattiseen representaatioon.

Aikaisemmin todettiin myös, että dynaaminen representaatio näyttäisi muodostuvan usealla eri tavalla (Nakayama & Kourtzi, 2002; Mather & Murdoch, 1994; Newell, Wallraven & Huber 2004). Ballin ja Sekulerin (1982)

mukaan lähes samankaltaisia liikkeitä voidaan oppia tunnistamaan erillisinä liikkeinä. Jos liikenopeuden ja -suunnan tunnistamista harjoitetaan, voidaan oppia tunnistamaan lähes samansuuntaisia liikkeitä. Lisäksi erityisten liikkeiden oppiminen tallentuu pitkäkestoiseen muistiin. Ballin ja Sekulerin tulokset osoittavat, että ihminen kykenee oppimaan mentaalisesti useita erityisiä liikkeitä ja erottamaan ne myös hyvin samankaltaisista liikkeistä. (Ball & Sekuler, 1982.)

Vastaavuusongelma osoittaa, että dynaamisuuden vaikutus toimii selkeästi yhdessä muiden visuaalisten attribuuttien kanssa. Toisaalta se merkitsee myös, sitä, että se toimii lisäattribuuttina muoto ja väripiirteiden lisäksi luomaan samanlaisuutta tai erilaisuutta objektien välille. Tämä voisi merkitä myös sitä, että dynaaminen representaatio toimii erillisenä lisävihjeenä yhdistäen dynaamiset piirteet ja muotopiirteet.

4 IKONIEN KOGNITIIVISET ATTRIBUUTIT

Koska tutkimuksessa halutaan selvittää, että millaisessa tilanteessa dynaamisuudesta tai staattisuudesta on erityisesti hyötyä ikonin suunnittelussa, niin on tärkeää ymmärtää ikonin attributeista eli millaisista ominaisuuksista sen koostuu. Ikonien ominaisuuksia tarkastellaan kognitiivisella tasolla, johon liittyvät kognitiiviset attribuutit. Ikonin suunnittelun voidaan ajatella koostuvan tämänkaltaisista ominaisuuksista. Kognitiiviset attribuutit luokitellaan konkreettisuuteen, kompleksisuuteen, tunnettavuuteen ja semanttiseen etäisyyteen (McDougall, Curry & Bruijn, 1999).

McDougall, Curry ja Bruijn mukaan (1999) Ikonin **konkreettinen** esitystapa luo yhteyden todelliseen objektiin, jota ikonilla on tarkoitus kuvata. Siksi konkreettisen ikonin on tarkoitus näyttäytyä ilmeisenä, jolloin ikonin merkitys pyrkii yhdistymään suoraan näkyvään maailmaan. Konkreettinen ikoni on yleisesti jotain tiettyä näkyvää objekta, olentoa tai toiminnallisuutta kuvaava asia. Abstraktit ikonit näyttäytyvät erilaisilla muodoilla, joilla on tarkoitus symboloida enemmän ilmiötä kuin itse konkreettista funktionaalisuutta. (McDougall, Curry & Bruijn, 1999.)

McDougall ja kumppanit (2001) esittävät, että abstraktinen ikoni on vähemmän ilmeinen, sillä se ei pyri esittämään mitään tiettyä objekta. Tällöin assosiaation muodostuminen todellisen maailman kanssa ei synny niin helposti ja tämä saattaa hankaloittaa ikonin merkityksen ymmärtämistä tietyssä kontekstissa. Abstraktit ikonit ovat kuitenkin tyypillisiä, sillä suunnittelijan näkökulmasta joitakin asioita on lähes mahdotonta esittää konkreettisesti. (McDougall & kumppanit, 2001.) Esimerkiksi painike tiedoston tai toiminnon hylkäämisestä sisältää useimmiten ikonin, joka on kuvitettu rastilla. Toiminnon hylkääminen on funktionaalisuus, jota on hyvin hankala kuvata konkreettisesti. Rastin kuvaus voi olla alun perin tuttu yliviivatusta paperista. Ajan myötä rastista on kuitenkin tullut symboloiva kaikille samankaltaisille toimintoille, vaikka tulkitsijalla ei olisikaan koskaan ollut käsitystä, mistä symboli on alun perin syntynyt. Tällöin ikoni edustaa myös **tunnettavaa** attribuuttia.

Yleisesti käytetty asetukset-ikoni on tunnettu työkalun hahmosta. Ensimmäinen tällainen ikoni ei välttämättä ollut selkeä vihje käyttäjälle ikonin

sisällöllisestä merkityksestä. Kun käyttäjä oppii painikkeen sisältämän toiminnallisuuden ja tunnistamaan saman ikonin myös muissa yhteyksissä, niin ikonista alkaa tulla symbolinen. McDougallin ja Reppan mukaan (2008) tunnettavuudella on oleellinen merkitys ikonin käytön tehokkuudella, joka merkitsee ikonin nopeaa ja tarkkaa tunnistamista. Ikonin tunnettavuudella on selkeä korrelaatio kompleksiuuteen. Tunnettavuus merkitsee osittain myös kompleksisuuden vastakkaista suuntaa eli yksinkertaisuutta, sillä yksinkertaiset ominaispiirteet tunnistetaan helpommin. (McDougall & Reppa, 2008.) Ikonit voivat olla symbolisesti tuttuja kokonaisvaltaisena hahmona, mutta myös pelkästään yksityiskohtaiset visuaaliset piirteet voivat olla tunnettavia liittyen ikonin aiheeseen.

McDougallin ja kumppaneiden (1999) mukaan ikonin konkreettinen esitystapa tuo mukanaan **kompleksisuutta**. Kompleksisuus tuo mukanaan visuaalisesti monimutkaisen esityksen ja kompleksisuus pyrkii tuomaan lisää tietoa ikonin sisällöllisestä merkityksestä. Kompleksisuus on merkittävä konkreettiselle ikonille, sillä sen tarkoitus on esittää kuvaus tiedoilla, jotka luovat konkreettisen merkityksen. (McDougall ja kumppanit, 1999.) Kompleksiset ja realistisesti kuvatut graafit ovat todettu olevan tehokas keino luoda käsiteellisesti ymmärrettävää informaatiota, koska yksinkertaisuus saattaa sisältää taas liian niukasti informaatiota (Tversky & kumppanit, 2002). Kompleksisuus on tärkeä yksittäinen attribuutti tässä tutkimuksessa, sillä tutkimuksen ikonien sisällölliset aiheet oletetaan kompleksiseksi.

Kompleksinen ominaisuus on ristiriidassa oikeastaan koko ikonin suunnittelun alkuperäisen ohjeistuksen kanssa. Easterby ehdotti (1970), että suunnittelijoiden pitäisi pyrkiä yksinkertaisuuteen ikonin suunnittelussa, sillä ikonin on tarkoitus luoda nopeasti merkitys ja ehkäistä monitulkintaa (McDougall, Curry & Bruijn 1999). Tämä on hyödyllinen näkökulma kompleksiselle ikonille, joka voidaan mahdollisesti esittää vielä yksinkertaisempana. Tämän mukaan voitaisiin päätellä, että ikonin ei olisi mitään syytä olla liian kompleksinen, jos sisällön merkitystä voidaan esittää yksinkertaisemmin sen ominaisilla piirteillä.

Semanttinen etäisyys merkitsee, kuinka läheinen etäisyys ikonin ja sen sisällöllisen merkityksen välillä on. Isherwood (2009) näkee, että konkreettisuuden attribuutti on hyvin lähellä semanttista etäisyyttä, mutta näitä voidaan pitää erillisinä näkökulmina ikonin suunnittelulle. McDougall ja kumppanit (2001) saivat tuloksena selkeitä viitteitä, että semanttisella etäisyydellä on merkittävämpi yhteys merkityksen ymmärrykselle kuin pelkällä konkreettisuudella. Kognitiivisten attribuuttien erottelu ei näytä olevan kovinkaan selkeä. Esimerkiksi semanttiseen etäisyyteen näyttäisi liittyvän kaikki muut kognitiiviset attribuutit luomaan funktionaalista merkityksestä, mutta esimerkiksi kompleksisuus tai konkreettisuus ovat täysin erillisiä näkökulmia. Semanttiseen etäisyyteen näyttäisi vaikuttavan ainakin konkreettisuus, yksinkertaisuus, tunnettavuus. Vaikka konkreettista ikonia pidetään tärkeänä näkökulmana suunnittelulle, niin semanttista etäisyyttä voidaan pitää tärkeimpänä attribuuttina määrittelemään ikonin käytettävyyttä

(Isherwood, 2009). Semanttinen etäisyys on tärkeä myös tämän tutkimuksen tutkimuskysymyksen kannalta.

5 TUTKIMUSMENETELMÄ

5.1 Metodologinen sijoittuminen

Tutkimusmenetelmän perustelussa on tärkeää avata myös tutkimusmenetelmän metodologista sijoittumista tieteenalalle. Jokisen (2015) mukaan ihmisen ja teknologian välisen vuorovaikutuksen tutkimuksessa (HTI - tutkimuksessa) metodologinen viitekehys voidaan jakaa neljään osaan (ks. Taulukko 1). Tutkimus voi kuitenkin sijoittua useampaan näistä näkökulmista. Metodologiaan liittyy ontologisen ja epistemologiset oletukset. Ontologia pyrkii vastaamaan olemassaolon todellisesta luonnetta, mitä nelikentässä kuvaa intentionalisuus. Intentionaalinen kysymys merkitsee nelikentässä tutkimustulosten tiedon luonnetta, kuinka mentaalinen ilmiö kyseessä on. Epistemologia on tietoteorian osa-alue, joka tutkii tietoa ja tiedon mahdollisuutta, sekä teorian oikeutusta. Epistemologinen kysymys liittyy nelikentän kausaalisuuteen, jossa pyritään selittämään havaintoilmiöiden syitä olemassa olevaan tietoon. (Jokinen, 2015.)

Jokisen (2015) mukaan HTI (Human technology interaction) -tutkimus voidaan jakaa neljään metodologiseen positioon, johon kuuluvat behavioristinen, kognitivisminen, subjektivisminen ja neurotieteellinen lähestymistapa. Intentionaalisuus tulee esille kognitivismisessä ja subjektivismisessä lähestymistavassa. Kausaalisuus taas tulee esille paremmin neurotieteellisessä ja kognitivismisessä lähestymistavassa. Subjektivismin lähestymistapa liittyy fenomenologiseen oppiin, jossa tutkimusaineisto koostuu koehenkilöiden koetuista havainnoista. Behavioristiseen lähestymistapaan liittyy Jokisen mukaan empirismi, missä tiedon saannin objektiivisuutta perustellaan ulkoisen käyttäytymisen tutkimisella. Neurotieteen näkökulmasta puhutaan fysikalismista, jossa tutkimustuloksia selitetään fysikaalisten tekijöiden avulla. Kognitivismi viittaa paremmin taas funktionalismiin, joka paljastaa kognitiivista systeemiä ja kognitiivisten prosessien toimintaa. (Jokinen, 2015.)

Tämä tutkimuksen semanttisen etäisyyden mittaaminen keskittyy selkeästi kognitivismiin. Ontologisuudessa on kyse mentaalista ilmiöstä, kun pyritään selvittämään semanttista etäisyyttä ikonien välillä. Lisäksi epistemologiassa kausaalisuus korostuu oleelliseksi, sillä tutkimus muodostaa selkeät hypoteesit kognitiivisille oletuksille. Tällaiset taustaoletukset liittyvät ikonien vertailutehtävän soveltuvuus semanttisen etäisyyden mittaamiselle.

Toisaalta haastattelu taas sijoittuu selkeämmin subjektivismiin alueella, sillä haastattelulla kerätään puhtaasti koehenkilöiden kokemuksia, eikä objektiivista havaintotietoa. Haastattelu ei sisällä juurikaan kognitiivisia oletuksia, mutta pyrkii kuitenkin selittämään mentaalisten representaatioiden luonnetta. Tällöin haastattelumenetelmä sijoittuu osittain myös kognitivismiin.

TAULUKKO 1 Jokisen HTI -tutkimuksen metodologinen nelikenttä (Jokinen, 2015)

		Kausaalisuus	
		Ei	Kyllä
Intentionaalisuus	Ei	Behaviorismi (<i>Empirismi</i>)	Neurotiede (<i>Fysikalismi</i>)
	Kyllä	Subjektivismi (<i>Fenomenologia</i>)	Kognitivismi (<i>Funktionalismi</i>)

5.2 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tutkimuksen yleisenä tavoitteena oli selvittää, lisääkö ikonin dynaaminen ja staattinen piirre sisällön merkityksen ymmärrettävyyttä, kun kyseessä on luontaisesti kompleksinen ikonin aihe. Tutkimuksen lähtökohtana ei ole pyrkiä tukemaan dynaamisen tai staattisen piirteen ylivertaisuutta kaikissa ikoniaiheissa. Lähtökohtana on tukea molempien tapauksien hyötyjä, jotka saattavat olla erilaiset. Tämän takia hypoteesit ovat asetettu nollahypoteeseiksi, jolloin selkeää eroa valinnoissa ja reaktioajoissa staattisuuden ja dynaamisuuden välillä ei havaittaisi.

Kvantitatiivisessa osassa haluttiin tarkalleen ottaen selvittää dynaamisen ja vastaavan staattisen ikonin hyödyllisyyttä kuvaamaan ikonin sisältöä. Ikonien semanttisten etäisyyksien vertailussa oli mielenkiintoista tarkastella myös vaihtoehtoisten ikoniversioiden paremmuutta. Lisäksi kvalitatiivisessa haastatteluosassa haluttiin etsiä mahdollisia syitä, millaiset ominaisuudet vaikuttivat dynaamisen ikonin semanttiseen etäisyyteen suhteessa vastaavaan staattiseen ikoniin. Haastattelutehtävä ei kuitenkaan ollut tutkimuksen

pääpainona, vaan tarkoituksena oli eksplikoida mahdollisia syitä animaation mahdollisista hyödyistä tai haitoista.

Yleisesti tavoitteena selvittää:

- Onko animoidulla vai sen vastaavalla staattisella ikonilla lyhyempi semanttinen etäisyys suhteessa ikonin sisältöihin?
- Lisääkö dynaamisuus itsessään kognitiivista kuormaa?
- Minkälaisia ominaisuuksia liittyy animoidun tai staattisen ikonin hyötyihin?

Konkreettisemmat kysymykset mittauksen näkökulmasta:

- Onko animoidulla vai sen vastaavalla staattisella ikonilla enemmän valintoja?
- Onko animoidulla vai sen vastaavalla staattisella ikonilla lyhyempi reaktioaika?
- Minkälaisia eroja animoitujen ja staattisten ikonien väliltä löytyy kuvaamaan ikonin sisältöä?

Nollahypoteesit

- H_{01} - Animoidun ja sen vastaavan staattisen ikonin valintamäärillä ei ole eroa
- H_{02} - Animoidun ja sen vastaavan staattisen ikonin reaktioajoilla ei ole eroa.

5.3 Menetelmän valinta

5.3.1 Ikonien vertailutehtävän soveltuvuus

Niin kuin aikaisemmin todettiin, niin McDougallin luettelemista kognitiivisista attribuuteista semanttinen etäisyys edustaa parhaiten ikonin käytettävyyttä

(Isherwood, 2009). Semanttisen etäisyyden mittaamisessa ollaan kiinnostuneita muistin alustusilmiöstä tai virittymisilmiöstä (priming effect). Tulvingin (1972) mukaan virittymis- tai ennakointi-ilmiö (priming effect) merkitsee assosiaation syntymistä ärsykkeeseen ja vasteen välille, johon vaikuttaa oleellisesti tilanteen konteksti. Ilmiöön liittyy mekanismi, jossa ärsyke(prime) antaa vihjeen kohteeseen (target), johon assosiaatio yhdistyy. (Tulving, 1972.) Semanttinen virittyminen syntyy samankaltaisen ärsyke- ja vasteattribuutin välille (Tulving, 1972; Collins, Beranek, Newman & Loftus, 1974). Virittymisen syntyminen voi olla tiedostamatonta eli implisiittistä tai tiedostavaa eli eksplisiittistä (Tulving, 1972). Tulvingin tekemien tulkintojen mukaan muistin virittyminen on kuitenkin useimmiten tiedostamatonta (Tulving & Schacter, 1998; Tulving, 1972). Itse virittymisilmiötä on tutkittu aikaisemmin erittäin laajalti viimeiset vuosikymmenet (Soler, Dasí & Ruiz, 2015). Virittymisilmiö voi olla käsitteellistä tai havainnollista (Tulving & Schacter 1998; Tulving, 1972). Tutkimuksen ikonien vertailutehtävässä esitettävä sana (prime) toimii virittävänä osana ja ikonit toimivat virittyvänä osana, jotka virittyvät ikonien visuaalisten piirteiden perusteella.

Neelyn, Keefen & Rossin (1989) mukaan semanttisen etäisyyden arviointi sanojen välillä on erittäin vanha menetelmä, mutta itse mittaamien konkretisoitui Davis Meyerin and Roger Schvaneveldtin kehittämällä sanallisella vertailutehtävällä (lexical decision task). Menetelmä on kiinnostava kielitieteen näkökulmasta, sillä sanoihin liittyy oleellisesti semanttiset etäisyydet. Menetelmässä koehenkilön tehtävänä on tehdä päätös, että edustaako esitetty sana oikeaa kielellistä sanaa vai ei. Tutkimustulosten kannalta ollaan kiinnostuneita valinnan reaktioajasta ja molempien valintojen määrästä. Samaista tutkimusmenetelmää on myöhemmin varioitu erilaisten virittymisilmiöiden tutkimisessa. (Neely & kumppanit, 1989.)

Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin ikonien vertailutehtävää, joka muistuttaa hyvin paljon Mayerin ja Schvaneveldtin sanallista vertailutehtävää. Ikonien semanttisen etäisyyden mittaamiseen on sovellettu ikonien vertailutehtävä, jota on hyödynnetty muutamissa tutkimuksissa. Kyseistä ART -nimistä (Affective Reaction Times) tietokoneohjelmallista menetelmää on käytetty aikaisemmin Kujalan, Jokisen, Silvennoisen, Perälän ja Saariluoman vetämissä tutkimuksissa. Mittausmenetelmää on käytetty mm. tuotteiden tunnepitoisuuksien vertailussa (Jokinen, Silvennoinen, Perälä, & Saariluoma, 2015), ikonien esteettisen ilmeen ja visuaalisen käytettävyyden vertailussa eri aikakausina (Silvennoinen & Jokinen, 2016), sekä ajoinformaation suunnitteluun liittyvässä tutkimuksessa (Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017).

Myös tässä tutkimuksessa halutaan myös yhtä lailla selvittää semanttista etäisyyttä visuaalisuuden ja kielellisen käsitteen välillä. Ikonin valintaan liittyy sekä tietoista, että tiedostamatonta havainnointia (Marcel, 1983). Semanttisen etäisyyden arviointiin vaikuttaa ja kuuluvat vaiheet, jotka erottuvat kognitiivisina prosesseina. Jokisen ja kumppanien mukaan (2015) koehenkilö muodostaa semanttisen etäisyyden havaittavaa stimulia, assosiaatioprosessista ja päättelystä. Havaitsemisprosessi tapahtuu välittömästi, johon ei sisälly

niinkään mentaalisesti hankalia prosesseja. Virittymisilmiöstä syntyvä assosiaatioprosessi on tyypillisesti hyvin nopea ja automaattinen prosessi. Päätteleminen on tyypillisesti hidasta, sillä se rakentuu tässä tapauksessa kielellisten käsitteiden merkityksistä. (Jokinen, Silvennoinen, Perälä, & Saariluoma 2015.)

5.3.2 Haastattelun soveltuvuus

Haastattelu on perusteltu valinta tutkimusmenetelmänä, sillä yksikin näkökulma voi antaa arvokasta tietoa tulosten pohdinnalle sekä jatkotutkimuksen mielenkiinnolle ja suunnalle. Kun ikonien vertailutehtävän mittaaminen toimii kvantitatiivisena tutkimisena, niin haastattelu toimii kvalitatiivisena tarkasteluna. Kun ikonien vertailutehtävällä pyritään päättämään deduktiivisesti, onko animoitu tai staattinen ikoni parempi kuvaamaan ikoniaihetta, niin laadullisella osiolla halutaan selvittää syytä, miksi animoitu tai staattinen ikoni olisi parempi. Haastattelulla halutaan syventyä ymmärtämään dynaamisten ja staattisten piirteiden etuja. Toisaalta haastattelu vastaa paremmin todellista ikonien käyttötilannetta, jossa ikonin sisällön oppiminen ei välttämättä tapahdu välittömästi.

Animoidun ja staattisen ikonien laadullinen vertailu toimii analysoivana tehtävänä, jossa tarkastellaan koehenkilön subjektiivista kokemusta. Koska haastattelun aineiston keruussa ei voida olettaa ennakkokäsityksiä valmiille vastausvaihtoehdoille, niin aineiston keruu perustuu puolistrukturoitun menetelmään (Hirsjärvi & Hurme 2001).

Haastattelun analysointi mahdollistaa erilaisille tuloksille ikonien ymmärrettävyyden vertailussa, kun ikonien vertailutehtävä, joka perustuu välittömään virittymisilmiöön. Tehtävää voidaan pitää koehenkilölle ennen kaikkea haastavana, sillä koehenkilön odotetaan kykenevän analysoinnin lisäksi myös kuvailemaan kielellisesti kokemansa erot. Hirsjärven ja Hurmeen mukaan (2001) haastattelu mahdollistaa koehenkilön vastaamaan omin sanoin ikonien paremmuudesta. Tällöin on mahdollista kerätä tietoa, joihin ei olisi välttämättä osattu luoda kysymyksiä. Lisäksi kysymyksiä on mahdollista tarkentaa, jollei koehenkilö ole ymmärtänyt kysymystä. Tällöin välttyään vastauksilta, joka olisi voitu valita satunnaisesti valmiista vastausvaihtoehdoista. (Hirsjärvi & Hurme 2001.)

5.4 Ikonien valinta ja suunnittelu

Tutkimuksessa käytettävät ikoniaiheet liittyvät juoksun liiketekniikan mittaukseen. Ikoneilla pyritään esittämään mittamuuttujan merkitystä ja tuomaan esille sen funktionaalisia piirteitä. Ikoneiden suunnittelussa hyödynnettiin taustatutkimuksia, jotka sisältävät tietoa ikonin suunnitteluun liittyvistä ikonin attribuuteista sekä animaation suunnitteluun liittyvistä ohjeistuksista. Animoitujen tai kineettisten ikonien attribuutteja on tutkittu

vielä varsin vähän, mutta visuaalisen liikkeen vaikuttavuutta kuitenkin on. Suunnitteluratkaisuja on tärkeä argumentoida analysoinnin pohjalta, kuinka ratkaisut soveltuvat tutkimukseen.

Ikonit suunniteltiin askeleen kontaktiajan, lentoajan, tasapainon ja epätasapainon mittamuuttujille. Ikoneista tehtiin vaihtoehtoiset ikoniversiot, joilla pyritään erilaisiin attribuutteihin. Kontaktia ja lentoa kuvaavissa ikonimalleissa pyritään luomaan selkeästi yksinkertaisempi ja yksityiskohtaisempi ikoniversio (ks. Liite 1: Jalka_kontakti ja Jalka_lento). Toisesta ikoniversiosta taas pyritään luomaan todellisempi ja kontekstisemmin kuvattu ikonivaihtoehto (ks. Liite 1: Juoksija_kontakti ja Juoksija_lento). Tasapainoa kuvaavissa ikoneissa käytetään myös tunnettavaa ikonista ihmistä kuvaavaa hahmoa (ks. Liite 1: Hahmo_tasapaino ja Hahmo_epätasapaino).

5.4.1 Kognitiivisten attribuuttien esiintyminen ikoneissa

Koko suunnitteluongelmaan liittyy uuden ja vieraan muuttujainformaation merkityksen esittäminen ikoneilla. Tällöin ikonien sisällöt eivät ole entuudestaan tuttuja käsitteitä. Ei voida olettaa juuri mitään selkeää symboloivaa piirrettä, jota voitaisiin olettaa tunnetuksi näissä ikoniaiheissa. Konkreettisuus korostuu tärkeäksi kognitiiviseksi attribuutiksi ikonin aiheissa, sillä ikonit pyrkivät esittämään mahdollisimman lähelle ihmisen mittaukseen liittyvää tapahtumaa. Toisin sanoen ihminen itse liittyy hyvin lähelle ikonin sisältöä.

Niin kuin aikaisemmin todettiin (ks. 2.3), taustatutkimukset ehdottavat, että kompleksisuus lisää kognitiivista kuormaa (Lewalter, 2002). Lisäksi aiheen luontainen kompleksisuus lisää myös tarvetta dynaamisille piirteille (Tversky & kumppanit, 2002; Höffler & Leutner, 2007; Catrambone & Seay, 2002). Tutkimuksen mielenkiinnon kannalta ikonien sisällön aiheiksi valittiin luonnostaa kompleksiset aiheet. Toisaalta tämä ei välttämättä merkitse sitä, etteikö ikoneita voisi esittää visuaalisesti yksinkertaisemmin. Ikoniversioista pyrittiin tekemään myös yksinkertaisempi vaihtoehto (ks. Liite 1: Jalka_kontakti, Jalka_lento, Hahmo_tasapaino ja Hahmo_epätasapaino).

Yksityiskohtaisen liikkeen kuvaamisessa ei välttämättä ole tarpeen kovin kompleksiseen esitykseen, sillä jalan liikkeen kuvaaminen on keskiössä (ks. Liite 1: Jalka_kontakti ja Jalka_lento). Askeleen kontakti- ja lentovaiheen toiseen ikoniversioon on lisätty mittaustilanteeseen kontekstia, jolloin mittaustapahtuma on upotettu juoksutilanteeseen (ks. Liite 1: Juoksija_kontakti, Juoksija_lento). Tällöin pyritään luomaan kontekstisempi ja todellisempi kuvaus juoksusta. Konteksti tarkoittaisi tässä tapauksessa, kuinka laajalti liikemekanismia kuvataan vai liittyykö kuvaukseen vain yksittäinen liikerata. Reaalinen kuvaus juoksusta tekee ikonista myös todennäköisesti visuaalisesti kompleksisemmän esityksen.

Juoksuaskeleen tasapainoa on hankalampi esittää yhtään yksityiskohtaisemmin, sillä tasapaino näkyy kokonaisvaltaisesti juoksussa. Tällöin tasapainon ja epätasapainon vaihtoehtoisesta ikoniversiosta pyritään

luomaan yksinkertaisempi (ks. Liite 1: Hahmo_tasapaino ja Hahmo_epätasapaino). Tässä tapauksessa käytetään ihmistä kuvaavaa ikonihahmoa hyödyksi, jossa ihminen on kuvattu hyvin yksinkertaisilla muotopiirteillä. Tutkimuksessa halutaan myös tarkastella, onko yksinkertaisemmat muotopiirteet riittävät esittämään juoksun motoriikkaa ja toisaalta epätasapainoista juoksuliikettä.

Tunnettavat ominaisuudet ovat tavoiteltua ikonisuunnittelussa, jotta päästään mahdollisimman lyhyeen semanttiseen etäisyyteen. Lisäksi on todettu, että symboliset ja tunnusomaiset piirteet lisäävät huomattavasti ikonien opittavuutta (McDougall, Curry & Bruijn, 2001). Askeleen kontaktin vaihetta kuvataan iskuefektin tunnetulla hahmolla (ks. Liite 1: Jalka_kontakti), sekä lennon vaihetta (ks. Liite 1: Jalka_lento) kuvataan suuntavektoreilla, joka kertoo nopeuden suunnasta. Näiden tarkoitus on korostaa animaation kriittistä vaihetta liittyen ikonin sisältöön. Lisäksi tasapainoa (ks. Liite 1: Juoksija_tasapaino ja Hahmo_tasapaino) ja epätasapainoa (ks. Liite 1: Juoksija_epätasapaino ja Hahmo_epätasapaino) kuvaaviin ikoneihin on sisällytetty horisontaalinen taso viivalinjalla, jonka tarkoituksena on erottaa tasapainon vakaus ja vaihtelevuus.

5.4.2 Animaation suunnittelu

Ihmisellä ja eläimillä on erityinen kyky tunnistaa biologista liikettä. Aikaisemmin todettiin (ks. 2.5 Dynaamisen piirteen tehokkuus), kuinka Gunnar Johansson (1973) teki merkittävän havainnon koehenkilöiden kyvystä tunnistaa ihmishahmo sen ominaista liikkeistään. Ihmisen liiketekniikan mallit saattavat olla erityisen hyvin proseduraalisessa muistissa, sillä olemme joutuneet mallintamaan liiketekniikoita meitä vanhemmilta ihmisiltä. Lisäksi ihmisen liiketekniikka on tunnistettavampi, mitä enemmän siitä erottuu nivelpisteitä (Blake & Shiffrar 2006).

Animoitujen ikonien tärkein tehtävä on luoda biomekaniikkaan liittyvää informaatiota. Realistinen juoksija -hahmo on suora kuvaus todellisen ihmisen juoksusta. Tällöin suunnittelussa pyritään huomioimaan mahdollisimman aidosti kaikkien nivelpisteiden paikat suhteessa toisiinsa. Toisaalta taas yksinkertaisesti ihmistä kuvaavassa ikoniratkaisussa (ks. Liite 1: Hahmo_tasapaino) nivelpisteiden määrä on vähäisempi ja niiden liikettä esitetään vain rajoitetusti.

Harrison ja kumppanit (2011) luokittelevat dynaamiset ikonit kineettisiksi (kineticon) ikoneiksi, joilla on animoitua grafiikka (icons with animated graphics). Kineettinen ikoni (kineticon) sisältää hahmon liikkeeseen liittyviä ominaisuuksia, mutta ei muuta graafista sisältöä. Ikonin kineettisyys merkitsee geometristä manipulaatiota, kun ikoni tai ikonin hahmon pyörii, skaalautuu tai muodostuu uudelleen kutistumalla tai venymällä. Ikonien graafisia muutoksia, voidaan pitää kuitenkin erillisenä ominaisuutena. Ihmistä kuvaavat ikonit olisivat Harrisonin ja kumppaneiden mukaan tässä tapauksessa graafinen muutos (ks. Liite 1: Esim. Juoksija_kontakti_animaatio ja

Juoksija_tasapaino_animaatio). (Harrison & kumppanit 2011.) Graafiset muutokset pyrkivät esittämään realistista kuvausta ihmisestä, joten suunnitteluratkaisu on selkeä valinta. Kineettisellä ominaisuudella voi olla selkeämpi yhteys todellisen maailman liikkeeseen (Harrison & kumppanit 2011). Aivojen MST:n alueen neuronit aktivoituvat parhaiten kineettisen liikkeen tunnistamisessa (Kalat, 2003).

Hahmon graafiset muutokset voivat olla hankalampia havainnoida kuin hahmon pelkkä kineettinen liike. Graafiset muutokset voivat aiheuttaa useita erilaisia liikkeitä samanaikaisesti, joka merkitsisi monimutkaisempaa havaintoprosessin käsittelyä. Aikaisemmin todettiin (ks. 2.4) myös, että liikkeen representaatio on helpommin muistettavissa, kun siihen liittyy vähemmän monimutkaista liikemekanismia (Scaife ja Roger, 1996). Lisäksi liikemekanismit voivat aiheuttaa vastaavuusongelmaa (Andersen, Hillyard & Müller, 2008; Ware, 2004). Tällöin kineettinen liike ei luo ”ylimääräisiä liikkeitä”, vaan huomio keskittyy yksinkertaiseen liikkeeseen (Harrison & kumppanit 2011). Koska toisesta ikoniversiosta luotiin tarkoituksellisesti yksinkertaisempi versio ikoniaiheelle, niin kineettinen liike sopii paremmin korostamaan pelkän jalan liikettä (ks. Liite1: Esim. Jalka_kontakti_animaatio ja Jalka_lento_animatio).

Michotten mukaan (1963) kausaalisuuteen liittyy oleellisesti liikkeiden nopeudet ja tapahtumien ajoitukset. Michotte havaitsi, että kausaalinen suhde syntyi parhaiten, kun kahden objektin välisen kontaktin synnyttämän liikkeen välinen aikaviive oli alle 70 millisekuntia. Jos aikaviive oli yli 160 millisekuntia, niin kausaalista suhdetta objektien välillä ei juurikaan havaittu. (Michotte, 1963.) Toisaalta itse liike havaitaan parhaiten, jos luminanssin muutos on alle 15 millisekunnin välein (Derrington, Allen & Delicato, 2004). Animoitujen ikoneiden kuvien määrä sekä kuvataajuus oli asetettu kaikille animaatioille yhdenvertaiseksi. Kuvia asetettiin 6 kappaletta jokaiseen animaatioon ja kuvataajuus asetettiin kuvien välillä 10 millisekuntia.

Kausaalisuus esiintyy vain, jos aikaviive on tarpeeksi lyhyt objektien kontaktin ja staattisen objekti liikkeen alkamisen välillä (Hubbard 2004). Kausaalinen yhteys on siis vahva keino luoda visuaalisten hahmojen välille suhteita. Ikonien suunnittelussa kausaalisuutta hyödynnetään askeleen kontaktivaiheen ja lentovaiheen havainnoinnissa. Jalan liike kontaktivaiheessa luo kausaalisen suhteen jalan alastulon ja iskuhahmon välille (ks. Liite 1: Esim. Jalka_kontakti ja Juoksija_kontakti). Kausaalinen suhde syntyy myös iskuhahmossa jalan nousuliikkeessä (ks. Liite 1: Esim. Jalka_lento ja Juoksija_lento). Näillä kausaalisilla suhteilla voidaan korostaa animaation keskeistä vaihetta eli mittatapahtumaa ajan suhteen. Kausaalinen suhde on luotu mahdollisimman lähelle todellista mittatapahtumaa, jolloin kausaalinen suhde on välitön.

5.5 Proseduuri ja koehenkilöt

Semanttisen etäisyyden mittaaminen toteutettiin tietokoneella, jossa koehenkilöllä oli käytössä erikoisnäppäimistö. Näppäimistössä on kaksi näppäintä, joista vasemman puolinen painike vastaa vasemman puolisen ikonin valintaa näytöltä ja oikea painike vastaavasti oikean puolisen ikonin valintaa.

Vertailutehtävää varten ohjelmoitiin Java -ohjelmointikielellä itse mittaohjelma, jonka toimivuutta testattiin huolellisesti ennen todellista testiä. Ikonien vertailutestiohjelma perustuu alkuperäiseen ART -nimiseen tietokoneohjelmaan, joka muokattiin GIF -animaatioille. Animaatiot sisältävät yhteensä viisi erilaista kuvaa, jotka kuvien välinen esitystaajuus säädettiin 10ms per kuva. Staattiset ikonit ja GIF -animaatiot luotiin Photoshop-ohjelmalla.

Ikonien vertailutehtävää kontrolloitiin tarkoilla ohjeistuksilla liittyen tehtävän suorittamiseen. Tietokoneen näytön ja tuolin etäisyys säädettiin kaikille koehenkilöille samanlaiseksi, mutta tuolin korkeutta ja näppäimistön etäisyyttä säädettiin mahdollisimman ergonomisille mitoille, jonka koehenkilö koki. Ennen kuin varsinainen ikonien vertailutehtävä alkoi, niin käytiin paperilta läpi tutkimuksen taustat ja tarkoitus, sekä ikoniaiheisiin liittyvä konteksti. Konteksti katsottiin tärkeäksi mainita, sillä todennäköisesti konteksti olisi joillekin helpommin aavistettavissa kuin toisille.

Tehtävän tietokoneohjelma alkoi näkymällä, jonka keskellä oli vain sana (prime) ja joka oli näkyvissä 2000 millisekuntia. Tämän jälkeen sana poistui näkyvistä ja näkymälle ilmestyi ikonipari. Koehenkilön tehtävänä oli valita ikoneista se, kumpi kuvasi paremmin sanan sisältöä. Ohjelma arpoi jokaisen valinnan jälkeen uuden satunnaisen ikoniparikombinaation tietyllä sanalla (primellä). Ohjelma kävi läpi kaikki mahdolliset kombinaatiot ikonipareilla ja sanoilla (primeillä). Koehenkilö suoritti yhteensä 360 ikonin valintaa eri kombinaatioista, jossa pidettiin koehenkilön haluamansa pituinen tauko 120. kombinaation kohdalla ja 240. kombinaation kohdalla. Primesanoja oli yhteensä kolme (kontakti, lento ja tasapaino) ja ikoneita oli yhteensä 16 kpl. Ikoniaiheita oli yhteensä 4 (kontakti, lento, tasapaino, epätasapaino). Jokaisesta ikoniaiheesta oli vielä kaksi erilaista vaihtoehtoista ikoniversiota.

Ikonivalintojen tehtävän jälkeen suoritettiin haastatteluosuus, jossa tarkasteltiin tietyn primen sanan kohdalla sen tarkoituksenmukaisten ikonien animoidun ja staattisen ikonin eroja. Ikoniparit ja vastaava prime esitettiin samaisella testiohjelmalla. Tässä vaiheessa ohjaus oli pelkästään testin pitäjälle ja ikonipareja käytiin läpi, kun testihenkilö oli kokenut vastaavansa kysymykseen. Haastattelut tallennettiin ja tutkimushenkilöllä oli vapaa sana analysoida staattisen ja vastaavan animoidun ikonin eroista suhteessa primen sanaan. Haastattelukysymykset kuuluivat seuraavasti:

- Kumpi ikoneista mielestäsi kuvaa paremmin kyseistä sanaa(primettä) vai kuvaako molemmat ikonit kenties yhtä hyvin sanaa (primettä)?

- Jos toinen ikoni kuvaa paremmin kyseistä sanaa (primeä), niin mikä tekee siitä paremman?

Yhden koehenkilön mittaukset (ikonien vertailutehtävä ja haastattelu) kestivät yhteensä noin yhden tunnin. Tutkimukseen osallistui 24 henkilöä, joista suurin osa oli nuoria (24-35v.) korkeakoulu opiskelijoita. Koehenkilöistä naisia oli 11 ja miehiä 13. Vain muutamalla koehenkilöllä oli kokemusta muista juoksua mittaavista mobiilisovelluksista tai älyratkaisuista. Lisäksi vain muutama koehenkilöistä oli harrastanut juoksua viimeisen vuoden aikana.

Proseduuri vaiheittain

1. Ennen koetta, selitetään lyhyesti koehenkilölle, mihin teknologiasovellukseen ikonit liittyvät.
2. Aluksi ohjeistetaan koehenkilöä, miten koetehtävässä on tarkoitus toimia.
3. Säädetään koehenkilölle oikea etäisyys istuimesta näyttöön. Lisäksi säädetään istuimen korkeus ja käsien etäisyys näppäimistöön ergonomisesti sopivaksi.
4. Kerrataan vielä vertailutehtävän sisältö ja varmistetaan, että koehenkilö on tietoinen tehtävän sisällöstä.
5. Koehenkilö suorittaa 360 satunnaista ikonikombinaatioparin valinnan perä jälkeen.
6. Lopuksi käydään läpi haastatteluosuus.

5.6 Aineiston analysointi

5.6.1 Preferenssipisteytys ja reaktioajan lasku

Semanttista etäisyyttä analysoitiin ikonien valintamäärien eroilla tiettyä primeä kohti sekä reaktioaikaeroilla. Ikonien valintojen analysoinnissa käytettiin preferenssipisteytysmallia, jossa lasketaan jokaisen ikonin kohdalla sen kaikkien ikoniparikombinaatioiden suhteelliset valintamäärät tietyllä primellä ja lasketaan näiden suhteellisten valintamäärien yhteinen keskiarvo (Jokinen, Silvennoinen, Perälä & Saariluoma, 2015; Silvennoinen & Jokinen, 2016; Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017).

Jokaiselle ikonikombinaatiolle tehtiin tietylle primelle valintojen suhteellinen jakautuminen, johon laskettiin kaikkien koehenkilöiden valinnat. Tällöin valintoja tuli yhteensä 24 per ikonikombinaatio. Preferenssitaulukon pisteytykseen laskettiin jokaisen ikonin kaikkien ikonikombinaatioiden

suhteellisten valintamäärien keskiarvo tietylle primelle. Taulukko tehtiin primekohtaisesti, johon listattiin kaikkien ikonien preferenssipisteet ylhäältä alkaen suurimmasta pienempään (Jokinen, Silvennoinen, Perälä & Saariluoma, 2015; Silvennoinen & Jokinen, 2016; Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017).

Preferenssitaulukon lisäksi oli mielenkiintoista tarkastella suoraan valintojen suhteellista jakautumista sellaisten ikonikombinaatioiden kohdalla, joissa oli vertailussa animoitu ja sen vastaava staattinen ikoni sekä ikonien sisältöä vastaava prime. Reaktioaikojen suhteellisesta jakautumisesta voitiin päätellä animoidun tai staattisen ikonin valinnan semanttinen etäisyys suhteessa primeen. Toisaalta oltiin kiinnostuttu myös vaihtoehtoisten ikoniversioiden välisistä eroista. Eroja tarkasteltiin myös suoraan kyseisten ikonikombinaatioiden kesken valintojen ja reaktioaikojen suhteellisesta jakautumisesta.

Testin edetessä koehenkilön kognitiivinen kuormitus vähenee, kun koehenkilö oppii ikonimallit eli alkaa kehittämään representaatioita ikonien mahdollisista merkityksistä. Siksi tuloksien analysoinnissa haluttiin ottaa huomioon myös reaktioajan lasku testin edetessä, joka voisi viitata ikonien tunnistamisen opittavuuteen. Opittavuus on joka tapauksessa mielenkiintoinen mittari ikonin käytettävyydessä, sillä ikonit ovat tyypillisesti toistuvasti näkyvissä. Opittavuutta on kuitenkin erittäin hankala kontrolloida, sillä todennäköisesti tulokseen vaikuttaa muitakin tekijöitä, kuten turhautuminen (Jokinen, Silvennoinen, Perälä & Saariluoma, 2015; Silvennoinen & Jokinen, 2016; Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017).

Reaktioajan laskua tarkastellaan päällimmäisenä regressiona koehenkilöiden reaktioajan suhteessa valintojen ajalliseen järjestykseen. Regressiosuora kuvaa koehenkilöiden reaktioajan keskimääräistä laskua ja kulmakerroin kuvaa reaktioajan laskun voimakkuutta (Jokinen, Silvennoinen, Perälä & Saariluoma, 2015; Silvennoinen & Jokinen, 2016; Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017).

5.6.2 Animaation ja staattisen ikonin vaikutus keskimääräiseen reaktioaikaan monitasomallilla.

Monitasomallilla pyritään tukemaan hypoteesia, jossa animoidun ja sen vastaavan staattisen ikonin välillä ei olisi selvää reaktioaikaeroa. Mallilla selvitettiin animoidun tai staattisen ikonin valinnan vaikutusta keskimääräiseen reaktioaikaan, kun yksilöllinen vaihtelu reaktioajoissa ja mahdollinen opittavuuden (reaktioajan lasku) vaikutus kontrolloitiin. Analyysi toteutettiin monitasomallilla, jossa riippuvana muuttujana toimii reaktioaika (RT) ja riippumattomina muuttujina toimivat valintatapahtuman numero (eventId) ja oliko kyseessä animoidun vai staattisen ikonin valinta (1=animaatio ja 0=staattinen). Monitasomallin käyttö on tässä tapauksessa tarpeellinen lineaarisen regression tarkastelussa, sillä riippuvat muuttujat voivat olla riippuvaisi toisistaan. Lisäksi pyritään kontrolloimaan mahdollisesti muiden

mallien riippumattomien muuttujien vaikutus. Mallin tarkoituksena on kontrolloida yksilöllinen vaihtelu, mikä saattaisi vaikuttaa reaktioaikoihin.

5.6.3 Haastatteluaineiston hyödyntäminen

Haastattelua analysoitiin laadullisesti, sillä tutkimuksella on erityinen tarve ymmärtää ihmisten subjektiivisia näkemyksiä dynaamisten tai staattisten ikonien eroista. Haastattelun päällimmäinen tarkoitus oli tuoda esille tai antaa viitteitä yleisistä hyödyistä tai puutteista, mitä dynaamisuus tai staattisuus mahdollistaa. Haastattelutuloksista saatiin lisäksi hyödyllistä vahvistusta myös animoidun ja staattisen ikoniparin välisille valinnoille.

Haastatteluosuus ei ollut päällimmäisenä tutkimusmenetelmänä, vaan lähinnä oli tarkoitus kerätä tarkempaa tietoa luomatta tarkempia oletuksia tai hypoteeseja. Haastatteluosuuden vastauksia ei myöskään koettu tarpeelliseksi litteroida, sillä dynaamisten ja staattisten piirteiden hyödyistä oli hankala johtaa oletuksia sekä hypoteeseja. Tulokset-osiossa käydään kuitenkin läpi muutamia keskeisimpiä vastauksia tutkimustulosten pohdinnalle ja jatkokysymyksille. Haastattelun löydökset toimivat varsinaisten tulosten lisäarvona keskusteluun mahdollisista syistä dynaamisen ja staattisen ikonin hyötyihin eri tilanteissa. Pohdintaosiossa tuodaan esille mahdollisia syitä ikonien vertailutehtävän, sekä haastattelun tuloksille ja pyritään selittämään mahdollisia ilmiöitä teoreettiseen viitekehykseen tukien.

6 TUTKIMUSTULOKSET

Primekohtaiset tulokset esitellään erillisenä osiona (lento, kontakti ja tasapaino), koska tutkimuksen kannalta oli mielekästä verrata ikoneita primekohtaisesti. Tuloksien esittelyssä esitellään keskeisimmät tulokset, joiden avulla voidaan vastata tutkimuksessa esitettyihin tutkimuskysymyksiin ja niistä johdettuihin hypoteeseihin.

Jokaista primeä kohti on tehty preferenssitaulukko, jossa vertaillaan ikonien semanttista etäisyyttä kuvaamaan kyseistä primen sanaa. Tuloksien esittelyssä on taulukosta vain kaksi parasta tulosta. Preferenssitaulukot esitellään kokonaisuudessaan liitteissä (ks. Liite 2 Preferenssitaulukot). Jokaista primeä kohti verrataan myös niihin kuuluvien animoitujen ja staattisten ikoniparien keskinäisiä tuloksia.

Reaktioajan laskua esitellään omassa osiossaan. Keskimääristä reaktioajan laskua kuvaa lineaarinen regressiosuora sekä tilastolliset muuttujat. Monitasomalli kuvaa animoidun tai staattisen ikonin valinnan vaikutusta keskimääräiseen reaktioaikaan, kun yksilöllinen vaihtelu ja mahdollinen opittavuuden vaikutus kontrolloitiin

6.1 Lento preferenssitaulukko

Preferenssitaulukosta havaitaan (ks. Taulukko 2), että parhaimman pisteytyksen sai *juoksija_lento_animaatio* tuloksellaan 0,87. Huomattavan suuren tuloksen sai myös *jalka_lento_animaatio*, jonka tulos on 0,84. Molemmissa ikoniversioissa animaatio sai huomattavasti paremmat pisteet suhteessa vastaavaan staattiseen ikoniin.

TAULUKKO 2 Lento preferenssitaulukon kaksi parasta tulosta

Lento		
Ikoni	Preferenssipisteet	Sijoittuminen
Juoksija_lento_animaatio	0.87	1
Jalka_lento_animaatio	0.84	2

Animoitujen ja staattisten ikonien keskinäinen vertailu näytti (ks. Taulukko 3), että animoidut ikonit saivat selkeästi enemmän valintoja suhteessa vastaaviin staattisiin ikoneihin. *Jalka_lento_animaatio* sai valintoja 18 ja sen vastaava staattinen ikoni (*jalka_lento_staattinen*) sai valintoja vain 3. Vaihtoehtoisessa ikoniversiossa *juoksija_lento_animaatio* sai 17 valintaa ja *juoksija_lento_staattinen* vain 7 valintaa.

Reaktioaika on myös huomattavasti pienempi *Jalka_lento_animaatio* kohdalla suhteessa sen vastaavaan staattiseen ikoniin (*jalka_lento_staattinen*), joiden reaktioaikaero on jopa 3651 millisekuntia (ks. Taulukko 3). Juoksijaa kuvaavan ikoniversion kohdalla reaktioaikaero on lähes olematon.

TAULUKKO 3 Lento preferenssitaulukon animoitujen ja vastaavien staattisten ikonien vertailu

Lento					
Ikoni 1	Ikoni 2	Valinnat, Ikoni 1	Valinnat, Ikoni 2	RT(ms), ikoni 1	RT(ms), ikoni 2
<i>Jalka_lento_animaatio</i>	<i>Jalka_lento_staattinen</i>	21	3	481	4132
<i>Juoksija_lento_animaatio</i>	<i>Juoksija_lento_staattinen</i>	17	7	1198	1101

6.2 Kontakti preferenssitaulukko

Kontakti primen preferenssitaulukosta (ks. Taulukko 4) parhaimmat pisteet saivat juoksijaa kuvaava animoitu ja staattinen ikoni. Taulukosta voidaan havaita, että ikoni *juoksija_kontakti_staattinen* sai eniten pisteitä (0,88), jossa sen vastaavaan animoituun ikoniin (*juoksija_kontakti_animaatio*=0,84) näyttää olevan jonkin verran eroa.

TAULUKKO 4 Kontakti preferenssitaulukon kaksi parasta tulosta

Kontakti		
Ikoni	Preferenssipisteet	Sijoittuminen
<i>Juoksija_kontakti_staattinen</i>	0.88	1
<i>Juoksija_kontakti_animaatio</i>	0.84	2

Animoitujen ja staattisten ikonien keskinäisessä vertailussa huomataan (ks. Taulukko 5), että *Jalka_kontakti_animaatio* -ikoni ja sen vastaava staattinen ikoni (*jalka_kontakti_staattinen*) saivat tasan yhtä paljon valintoja (12kpl).

Animaatiolla oli kuitenkin hieman pienempi reaktioaika suhteessa sen staattiseen ikoniin, jossa reaktioaikaero on 299 ms.

Juoksija_kontakti_staattinen sai huomattavasti enemmän valintoja (16kpl), kuin sen vastaava animoitu ikoni (*juoksija_kontakti_animaatio*, 8kpl). Reaktioaika on myös staattisella ikonilla selkeästi pienempi (*juoksija_kontakti_staattinen*) suhteessa sen vastaavaan animoituun ikoniin (*juoksija_kontakti_animaatio*), jossa reaktioaikaero on kuitenkin 392 ms.

Näiden tulosten perusteella voisi päätellä, että askeleen kontaktin kuvaamisessa staattinen ikoni saattaisi olla jopa parempi vaihtoehto ainakin näissä ikoneissa. Reaalisempi ihmistä kuvaava ikonivaihtoehto näyttäisi olevan joka tapauksessa parempi vaihtoehto kuvaamaan kontaktia.

TAULUKKO 5 Kontakti preferenssitaulukon animoitujen ja vastaavien staattisten ikonien vertailu

Kontakti					
Ikoni 1	Ikoni 2	Valinnat, Ikoni 1	Valinnat, Ikoni 2	RT(ms), ikoni 1	RT(ms), ikoni 2
Jalka_kontakti_animaatio	Jalka_kontakti_staattinen	12	12	1222	1521
Juoksija_kontakti_animaatio	Juoksija_kontakti_staattinen	8	16	1374	982

6.3 Tasapaino preferenssitaulukko

Tasapaino -primen preferenssitaulukosta havaitaan (ks. Taulukko 6), että *juoksija_tasapaino_staattinen* (0,75) ja *juoksija_tasapaino_animaatio* (0,73) saivat eniten pisteitä ja lähes yhtä paljon.

TAULUKKO 6 Tasapaino preferenssitaulukon kaksi parasta tulosta

Tasapaino		
Ikoni	Preferenssipisteet	Sijoittuminen
<i>Juoksija_tasapaino_staattinen</i>	0.75	1
<i>Juoksija_tasapaino_animaatio</i>	0.73	2

Animoidun ja vastaavan staattisen ikonin keskinäisessä vertailussa huomataan (ks. Taulukko 7), *Juoksija_tasapaino_animaatio* sai yhtä paljon valintoja (12 kpl) suhteessa sen vastaavaan staattiseen ikoniin (*juoksija_tasapaino_staattinen*). Lisäksi reaktioaika on vain 272 millisekuntia pienempi animoidulla ikonilla.

Vaihtoehtoisen ikoniversion animoidun ja staattisen ikonin keskinäisessä vertailussa animaatio (*hahmo_tasapaino_animaatio*) sai selkeästi enemmän valintoja suhteessa sen vastaavaan staattiseen ikoniin (*hahmo_tasapaino_staattinen*). Reaktioaika näyttää kuitenkin olevan jopa 810

millisekuntia pienempi staattisella ikonilla (*hahmo_tasapaino_staattinen*), vaikka animoitu vaihtoehto sai enemmän valintoja.

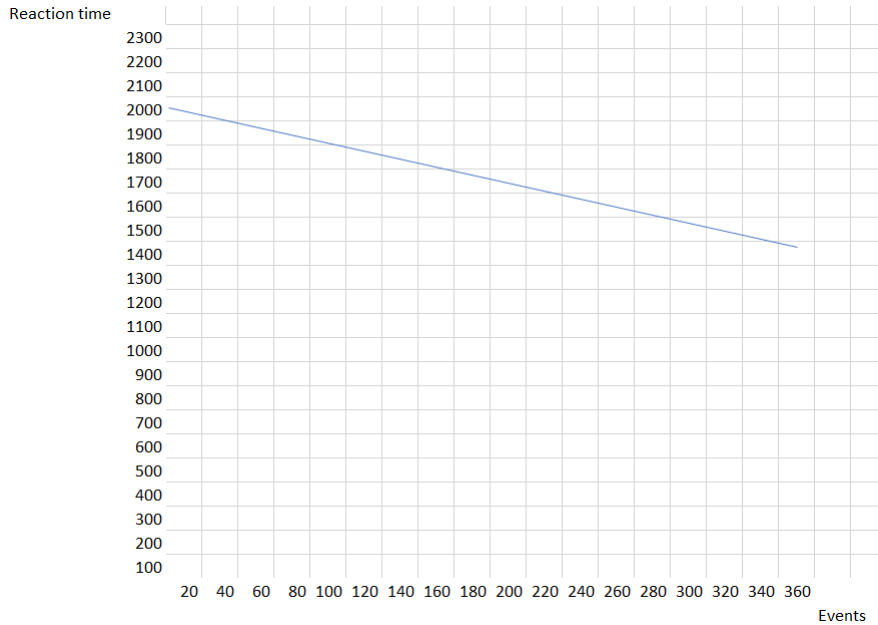
Näiden tuloksien mukaan voisi olettaa, että ainakin toisen ikoniversion kohdalla animoitu ikonin kuvaa paremmin tasapainoa (*hahmo_tasapaino_animaatio*). Toisen ikoniversion (*juoksija_tasapaino*) kohdalla dynaamisuudesta ei näytä olevan erityistä hyötyä tasapainon kuvaamisessa.

TAULUKKO 7 Tasapaino preferenssitaulukon animoitujen ja vastaavien staattisten ikonien vertailu

Tasapaino					
Ikon 1	Ikon 2	Valinnat, Ikon 1	Valinnat, Ikon 2	RT(ms), ikoni 1	RT(ms), ikoni 2
Juoksija_tasapaino_animaatio	Juoksija_tasapaino_staattinen	12	12	1031	1303
Hahmo_tasapaino_animaatio	Hahmo_tasapaino_staattinen	17	7	2068	1258

6.4 Reaktioajan lasku ja monitasomalli

Reaktioajan lasku on tutkimuksen kannalta mielekäs, sillä se selittää osittain ikonien visuaalisten mallien opittavuutta. Toisaalta haluttiin myös selvittää, kuinka paljon animaation valinta selittää reaktioajan laskua. Kuvio 3 esittää reaktioajan keskimääräistä laskua testin aikana kaikkien koehenkilöiden tuloksien perusteella (n=24). Y-askelilla on kuvattu reaktioaika ja X-akselilla koehenkilön valintojen eteneminen ajan suhteen. Reaktioaika lyhentyi keskimäärin noin 30% koko testin aikana (ks. Kuvio 3), jossa kulmakerroin on -1.67 millisekuntia. Lasku on tilastollisesti erittäin merkitsevä, jossa p-arvo on alle 0.001. Niin kuin tutkimusmenetelmän osiossa todettiin, niin opittavuuden merkitystä on kuitenkin hankala kontrolloida, sillä reaktioajan laskuun vaikuttaa mm. turhautuneisuus (Jokinen, Silvennoinen, Perälä & Saariluoma, 2015; Silvennoinen & Jokinen, 2016; Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017)



KUVIO 3 Reaktioajan keskimääräinen lasku testin aikana

Monitasomallilla selvitettiin animoidun tai staattisen ikonin valinnan vaikutusta keskimääräiseen reaktioaikaan, kun yksilöllinen vaihtelu ja mahdollinen opittavuuden (reaktioajan lasku) vaikutus kontrolloitiin. Mallin mukaan saatiin tulos, että animoidun tai staattisen ikonin valinnan vaikutus reaktioaikaan ei ole merkitsevä tulos ($p < 0.308$) ja luottamusvälin (95%) alaraja on -31ms ja yläraja on 99ms (Liite 3: Liitetaulukko 4). Tämän mukaan animoidun ja sen vastaavat staattisen ikonin valinta ei vaikuttaisi selkeästi toistaan enemmän keskimääräiseen reaktioaikaan. Mallin tulos tukisi väitettä, että animoitu ikoni ei itsessään lisäisi kognitiivista kuormaa.

6.5 Haastattelun tulokset

Haastattelu toimii tärkeänä tukena pohdinnassa tutkimuksen ikonin vertailutehtävän tuloksille. Seuraavassa käydään läpi haastattelutulosten keskeisimmät löydökset liittyen dynaamisten ja staattisten ikonien eroihin kuvaamaan tiettyä primeä (sanaa). Vastaukset olivat analysoivia ja kuvailevia muutaman lauseen mittaisia lauseita, jotka pyrkivät vastamaan kysymykseen animoidun ja staattisen ikonin paremmuudesta kuvaamaan ikonin nimeä. Tarkempia pohdintoja näistä tuloksista käydään vielä pohdintaosiossa. Tässä osiossa avataan joiden koehenkilöiden vastauksista, jotka kerättiin sen perusteella, jos vastauksista löytyi jokin samankaltainen näkemys dynaamisuuden tai staattisuuden hyödyistä tai haitoista. Haastattelulla löydettiin mielenkiintoisia mahdollisia selityksiä ikonien vertailutehtävän

tuloksille, miksi animoitu tai staattinen ikoni oli selkeästi tai lähes yhtä hyvä valinta kuvaaman ikonin sanallista käsitettä.

Ennen aineiston keräämistä tutkimuksen lähtökohtana oli oletus, että animaatiolla saattaisi olla riski lisää epäoleellista kuormaa. Tällainen näky joidenkin valintojen kohdalla ja melko vaihtelevasti eri ikoniaiheilla. Tähän vaikuttaa oleellisesti koehenkilöiden yksilölliset mentaaliset sisällöt. Tasapainoa kuvaavassa ikonissa (Juoksija_tasapaino_animaatio) animaatio ei tuottanut koehenkilölle lisäarvoa ikonin ymmärrettävyydellä:

"että mitään lisäinformaatiota ei oikeastaan animoidusta (juoksija_tasapaino_animaatio -ikoni) tullut"

Animaatio saattaa siis lisää epäoleellista kuormaa, mutta vielä ongelmallisempaa on, jos ikoni johtaa täysin väärään kontekstiin. Tällaisia melko harvinaisia tapauksia havaittiin joissakin kontaktia kuvaavassa ikoniparissa. Koehenkilö pohti animaation mahdollisuutta esittää väärää kontekstia:

"Tässä voi miettiä, että mitä jos se onkin lentämistä (juoksija_kontakti_animaatio - ikoni). Sitten tuo staattinen on jossain määrin, missä ei ainakaan ei voi erehtyä (juoksija_kontakti_staattinen - ikoni)"

Edelliset vastaukset heijastivat dynaamisuuden riskiä yhdistää väärään kontekstiin, mutta selkeimpiä hyötyjä animaation hyödyistä tuli esille sen tehokkuus yhdistää kontekstiin. Seuraavassa kahden eri koehenkilön näkemyksestä animoidun ikonin paremmuudesta kuvaamaan käsitettä:

"näky paremmin (juoksija_tasapaino_staattinen) justinsa niiku, että tasapaino ei ole niinkään just se mitenkään juoksussakaan paikallaan. Ehkä tuo (juoksija_tasapaino_animaatio) kuvaa paremmin sitä tasapainoa"

"kyllä tuossa (juoksija_tasapaino_animaatio) näky paremmin se juoksee eteenpäin ja horisontaalisessa tasossa (juoksija_tasapaino_staattinen), että se ei vaan siinä yhdellä jalalla seiso"

Aikaisemmat tutkimukset olivat jo osoittaneet, että staattisuuden hyöty on huomattavasti hankalampi ymmärtää, kun dynaamisuuden. Haastatteluista saatiin yksi mielenkiintoinen mahdollinen selitys, miksi staattinen ikoni

valittiin vertailutehtävässä paremmin kontakti-sanaa kuvaavaksi. Kontakti-sanaa kuvasi jossain määrin joidenkin koehenkilöiden mielestä enemmän staattista tilaa tai pysähtynyttä tilaa. Koehenkilö näki kontakti-sanan ja staattisen ikonivalinnan välillä selkeämmän yhteyden, kun kontakti-sanan ja animoidun ikonivalinnan välillä:

"No mun mielest toi staattinen kuva (juoksija_kontakti_staattinen) on parempi, koska se on staattinen se kuva. Ni se (juoksija_kontakti_staattinen) kuvaa jotenki paremmin sitä kontaktia. Tos staattises (juoksija_kontakti_staattinen) kuva on nimenomaan se kontaktin hetki vaan"

Jotkut koehenkilöt mielsivät lento-sanan taas paremmin liikkuvaksi ilmiöksi, mikä voisi selittää lento-ikonien kohdalla animaation paremmuutta. Seuraava koehenkilö yhdisti lento-sanan paremmin animaatioon, kun staattiseen ikoniin:

"Liikkuva kuva (juoksija_lento_animaatio) kuvastaa paremmin sitä asian oikeaa luonnetta, että tuon liikkumattoman kuvan (juoksija_lento_staattinen) voi tulkita monella tapaa, mutta tossa on selkee tossa liikkuvoassa kuvassa (juoksija_lento_animaatio), että mikä siinä homma ja niiku idea"

Edellisen perusteella animaatiosta voisi olla hyötyä, jos se pyrkii kuvaamaan käsitettä, johon selkeästi liittyy ominaispiirteenä liikettä. Tutkimusongelman kannalta on mielenkiintoinen kysymys, että lisääkö animoitu ikoni ymmärrystä ja tässä tapauksessa myös oleellista kuormaa? Seuraavassa kahden eri koehenkilön näkemyksiä animaation hyödyllisyydestä eri ikoniaiheilla.

"Animoitu näyttää, että se (jalka_lento_animoitu) lähtee ylöspäin"

"havainnollistuu mun mielestä prammin se (juoksija_kontakti_animoitu) kontakti ja näkee sen liikkeen, joka johtaa siihen kontaktiin. Paremmin selittää"

Liikkeen nopeudella havaittiin joiden koehenkilöiden näkemysten mukaan selkeä vihje dynaamiselle representaatiolle. Aikaisemmin todettiin, että liikkeellä näyttää olevan riski luoda vääränlainen konteksti representaation muodostumisessa (ks. 2.5). Erityisesti liikenopeudella näyttäisi olevan tämänkaltainen riski. Ihmishahmoa kuvaavassa ikonissa voidaan todeta selkeä suunnitteluvirhe, joka näytti onnistuvasti tuovan esille liikenopeuden tärkeyden. Tässä ikonissa (hahmo_tasapaino_animaatio) liikkeen nopeus

aiheutti joidenkin koehenkilöiden silmissä erehdyttävästi kävelyliikettä, vaikka kyseessä oli nimenomaan juoksuliike:

"Tulee niiku se onko henkilö juoksemassa, ku on tuo paikallaan löntystelevä heebo (hahmo_tasapaino_animaatio)"

Keskeisimpiä tuloksia arvioidaan vielä pohdinnassa, sekä keskustellaan kirjallisuuden kautta. Pohdinta keskittyy kirjallisuuden kautta syihin, mikä saattaisi selittää animoidun tai staattisen ikonin hyödyllisyyttä semanttisen etäisyyden mittatulosten perusteella.

7 TULOSTEN POHDINTA

Tulokset osoittivat, että animoitu ikoni ei välttämättä ole parempi kuvaamaan ihmisen liikkeeseen liittyviä mittamuuttujia. Ikonien välisten preferenssipisteiden eroissa havaittiin, että animoidulla ikonilla näytti olevan hyötyä kuvaamaan lento-sanana ikoniasiaa kummassakin ikoniversiossa (ks. Liite 1: Juoksija_lento_animaatio ja Jalka_lento_animaatio). Kontakti-sanana näytti kuvaavan paremmin staattinen ikoni ainakin toisen ikoniversioon (Juoksija_kontakti_animaatio) kohdalla. Animaatiosta ei kuitenkaan havaittu hyötyä toisen ikoniversioon kohdalla kuvaamaan kontakti-sanana (jalka_kontakti_animaatio). Tasapainon-sana näytti kuvaavan paremmin animaatiota vain toisen ikoniversioon kohdalla (Hahmo_tasapaino_animaatio).

Tutkimustuloksen osoittivat, että dynaamisuus ei välttämättä tuota selkeää lisäarvoa näiden ikoniasiaiden ymmärrettävyydelle. Ikonien valintojen preferenssipisteet ja reaktioaikaerot eivät antaneet viitteitä siitä, että dynaamisuus itsessään lisäisi kognitiivista kuormaa. Toisaalta ei myöskään, että staattinen ikoni olisi lisännyt kognitiivista kuormaa.

Lisäksi monitasomallin mukaan animoidut tai staattisen ikoni vaikutus keskimääräiseen reaktioaikaeroon ei ollut merkitsevä. Tämä viittaisi siihen, että animoitu ikoni ei itsessään näyttäisi lisäävän kognitiivista kuormaa dynaamisella piirteellään. Dynaamisuuden tai staattisen piirteen lopullinen hyöty saattaa liittyä joka tapauksessa siihen, kuinka oleellisia dynaamiset tai staattiset piirteet ovat ikonin sisällön ymmärrettävyyden kannalta. Dynaamisuus voi toimia tehokkaana lisävihjeenä sisällyttämään funktionaalisia piirteitä, mutta saattaa yhtä lailla sisältää epäoleellisia piirteitä kuin staattinen kuva.

7.1 Kognitiivinen kuorma

Teoreettisessa viitekehyksessä todettiin, että joidenkin tutkimusten mukaan animaation oletetaan itsessään tuottavan lisää kognitiivista kuormaa ja

visuaalista kompleksisuutta suhteessa staattiseen kuvaan. Vaikka liikkeen havainnointi vaatii monimutkaisempia kognitiivisia prosesseja kuin staattisen objektin havainnointi, niin dynaamisuus ei näyttäisi itsessään lisäävän kognitiivista kuormaa. Animoitu ikoni saattaisi kyetä jopa pienempään kognitiiviseen kuormaan, kuin staattinen ikoni. Kognitiivisella kuormalla ja visuaalisella kompleksisuudella ei välttämättä ole selkeää yhteyttä. Dynaamisuuden hyöty ei välttämättä tule sille itsessään luontaisesti kompleksisessa sisällössä, vaan kysymys saattaa liittyä siihen, kuinka relevantteja dynaamiset piirteet ovat ikonin sisällön kannalta.

Nämä päätelmät eivät kuitenkaan päde täysin Tverskyn ja kumppaneiden (2002) päätelmistä siitä, että animaation edut tulevat esille luontaisesti monimutkaisissa sisällöissä. Samanlaisia havaintoja tehtiin myös proseduurien oppimisessa animaation ja staattisen kuvasarjan välillä (Höffler & Leutner, 2007; Catrambone & Seay, 2002). Lisäksi Lewalter (2002) toteaa, että dynaamisuus lisää luonnostaan kognitiivista kuormaa. Tutkimustulosten mukaan kuitenkin esimerkiksi kontaktia ja lentoa esittävät animaatiot (ks. Liite 1: Jalka_lento_animaatio & Jalka_kontakti_animaatio) saivat jopa pienemmän keskimääräisen reaktioajan suhteessa niiden vastaavaan staattiseen ikoniin. Ainoastaan tasapainoa kuvaavan staattisen ikonin (ks. Liite 1: Hahmo_tasapaino_staattinen) reaktioaika näytti olevan selkeästi lyhyempi suhteessa sen vastaavaan animoituun ikoniin. Muiden ikoniversioiden kohdalla animoidun ja staattisen ikonin vertailussa ei havaittu merkittäviä eroja. Lisäksi monitasomallin mukaan dynaamisuus tai staattisuus ei näyttänyt selkeästi vaikuttavan enemmän keskimääräiseen reaktioaikaan. Tulokset saattaisivat tukea havaintoja, jonka mukaan animaatio ei itsessään lisäisi kognitiivista kuormaa (Lowe, 2004).

Dynaamisuuden hyöty ei välttämättä liity ikonin sisällön luontaiseen kompleksisuuteen, sillä myös dynaaminen representaatio voi olla yksinkertainen ja oleellinen. Esimerkiksi pelkkä ympyrämuoto ei kerro paljoakaan sen kontekstista. Mutta jos ympyrämuodolla on liikerata, niin se saattaa yhdistää selkeämmin esimerkiksi johonkin urheilulajiin. Dynaamisuuden hyödyllisyydessä saattaisi olla kyse siitä, kuinka oleellisia dynaamiset piirteet ovat ikonin sisällön kannalta.

7.2 Dynaamisuuden ja staattisuuden edut

Tutkimuksen ikoniaiheet pyrkivät esittämään mittamuuttujien funktionaalista merkitystä. Ikonit kuvaavat ihmisen liikkeeseen liittyvää mittaamista ja oletus oli tutkimuksen alussa, että dynaamisuus ja staattisuus voisivat parhaimmillaan lisätä mittareiden ymmärrystä. Tulokset näyttivät, että ainakin tutkimuksen ikoniaiheiden kohdalla dynaamisuuden lisäksi myös staattisuudesta olisi hyötyä kuvaamaan ikonin merkitystä.

Tuloksien yksi mielenkiintoisin havainto saatiin haastattelujen pohjalta, jonka mukaan koehenkilöt kokivat kielelliset käsitteet, kuten lento-

sanan ”liikkuvaksi” ilmiöksi ja valitsivat sen perusteella animoidun ikonin. Lisäksi kontakti-sana koettiin usein ”pysähtyneeksi” ilmiöksi, jos valinta oli johtanut staattisen ikonin valintaan. Tämä voi selittää ilmiötä, miksi staattisuuden hyöty saattaisi liittyä paremmin jonkin prosessin vaiheen kuvaamiseen, kun kokonaisen prosessin kuvaamiseen. Animaatio näyttäisi kuitenkin toimivan tehokkaana visuaalisena keinona ohjeistaa proseduureja (Höffler & Leutner, 2007; Catrambone & Seay, 2002). Samankaltaisista tutkimuksista on löydetty todisteita, että staattisuuden ja dynaamisuuden hyödyt ovat erilaiset. Staattisuuden hyöty voisi liittyä siihen, että korostuuko ikonin sisällössä jokin erityinen hetki vai enemmän jokin prosessi (Höffler & Leutner, 2007; Catrambone & Seay, 2002). Yhtä lailla myös kontakti-sanan käsite koettiin enemmän pysähtyneeksi ilmiöksi, joka kuvaisi paremmin askeleen vaihetta. Lisäksi lento-sana koettiin enemmän liikkuvaksi ilmiöksi, joka viittaisi ajallisesti enemmän kuin hetkeä.

Mayer ja kumppanit (2005) vertasivat animaation tehokkuutta ääniohjeistuksen kanssa ja staattista kuvasarjaa tekstin kanssa. He havaitsivat, että staattinen kuvasarja jopa vähensi kognitiivista epäoleellista kuormitusta ja lisäsi oleellista kuormitusta. Heidän mukaansa staattisen kuvasarjan etuun liittyisi oleellisten vaiheiden kuvaaminen ja korostaminen (Mayer ja kumppanit, 2005.) Haastatteluista selvisi, että jotkin koehenkilöistä kokivat dynaamisuuden liittyvän paremmin ikonin sisältöön. Toiset koehenkilöt taas kokivat staattisuuden luovan enemmän konkreettisuutta kuvattavaan käsitteeseen, mikä kertoisi täsmällisemmin sisällön piirteet. Esimerkiksi lentoa kuvaava ikoni kuvasi paremmin juuri tiettyä vaihetta ilman ylimääräistä liikettä. Toiset taas kokivat lentoliikkeen lisäävän lento-käsitteen merkitystä. Hegarty ja kumppanit (2003) ehdottavatkin, että visuaaliseen oppimiseen liittyisi enemmän sisäisen, kun ulkoisen representaation muodostumista. Tämä tarkoittaisi sitä, että staattisuus mahdollistaa paremmin sisäisen representaation syntymisen, sillä animaatio johdattelee liian suoranaisesti ulkoisella representaatiolla. (Hegarty ja kumppanit, 2003.) Staattinen kuva mahdollistaisi näin paremmin luovan representaation muodostumisen.

7.3 Dynaamisen representaation tehokkuus ja virhepäätelmän mahdollisuus

Staattisen tai animoidun ikonin erilaiseen hyötyyn liittyy joka tapauksessa mentaaliset sisällöt liittyen ikoniaiheisiin. Todennäköisesti ne ratkaisevat dynaamisen kuvan hyödyllisyyden (Höffler & Leutner, 2007). Haastatteluista kävi selkeästi ilmi, että dynaamisuudella on selkeästi olemassa riski, että animaatio sisältää ylimääräistä kognitiivista kuormaa niissä tapauksissa, joissa staattinen ikoni oli suositumpi. Mentaalisten sisällöt saattavat olla hyvinkin ratkaisevassa asemassa staattisuuden tai dynaamisuuden hyötyjen arvioinnissa.

Scaife ja Roger (1996) totesivat, että dynaaminen representaatio muodostuu paremmin kausaalisista suhteista, kun yksityiskohtaisista ja samanaikaisista liikemekanismeista. Tällöin etenkin samankaltaiset liikkeet aiheuttavat virhepäätelmän representaation muodostumisessa, joka saattaisi liittyä myös vastaavuusongelmaan (Andersen, Hillyard & Müller, 2008; Ware, 2004). Staattisen kuvan havainnoiminen estyy tällaisilta mahdollisilta virhepäätelmiltä, mutta mahdollistaa itse luoda kausaalisen ketjun, joka havaintoon voisi liittyä. Niin kuin teoreettisessa viitekehyksessä todettiin (ks. 3.4.3), niin myös liikkeen havainnointiin liittyy aivojen ennakoivaa käyttäytymistä, joka ei välttämättä tuota todellista tai jopa virheellistä informaatiota (Clark, 2013).

Dynaamisuuden käyttöön näyttää liittyvän riskejä, jotka voivat ohjata väärään suuntaan representaation muodostumisessa. Kirjallisuusosiossa käytiin läpi liikehavaintojen illuusioita kuten vastaavuusongelma, kohinaongelma, sekä aukko-ongelma. Liikeilluusioiden osoittavat, että liikkeen havainnointiin liittyy kognitiivisia rajoitteita, mutta pahimmillaan ne voivat aiheuttaa myös virheellisiä päätelmiä. Vastaavuusongelma osoittaa kuitenkin, että dynaamisuus on tehokas lisäkeino luoda samanlaisia piirteitä objektien välille mutta myös erillisiä piirteitä (Ware, 2004).

Haastatteluista kävi ilmi, että liikkeen nopeudella on merkitystä kävelyn tai juoksun erottamiselle. Mather ja Murdoch (1994) tekivät samanlaisen havainnon myös sukupuolien välisiin eroihin kävelyn tunnistamisessa. Dynaamiseen representaatioon liittyy mitä todennäköisemmin monipuolisemmin erilaisia piirteitä kuin vain liikeradan piirre (Nakayama & Kourtzi, 2002). Ainakin liikkeen suunnan ja nopeuden tunnistaminen saattaisi muodostua erillisenä representaationa (Ball & Sekuler, 1982). On hankala päätellä, että sisältyykö dynaamiseen representaatioon useampia tapoja luoda representaatio, mutta näyttäisi, että ainakin liikerata ja nopeus olisivat erityisiä keinoja luoda dynaaminen representaatio. Neurotieteen mukaan neuronit ovat erikoistuneet nopeuden ja suunnan lisäksi myös mahdollisesti pyörimis-, laajentumis- ja supistumisliikkeeseen (Kalat, 2003).

Dynaamisten ja staattisten piirteiden erottelua representaatiossa on kuitenkin erittäin hankala tutkia ja todistaa. Tämän hetkinen tieto antaa kuitenkin aiheutta tutkia syvemmin, miten dynaamiset ja staattiset representaatiot eroavat toisistaan ja mitkä ovat niiden edut ikonin sisällön kuvaamisessa. Vaikka dynaaminen representaatio sisältäisikin monipuolisemmin ominaisuuksia, niin se ei välttämättä tee siitä tehokkaampaa keinoa luoda visuaalista merkitystä.

7.4 Tulosten yhteenveto

Ikonien valinnat ja reaktioaikaerot eivät osoittaneet selkeitä päätelmiä, että dynaamisuus itsessään olisi ylivoimaisempi tapa kuvata ihmisen biomekaniikkaan liittyviä mittamuuttujia. Animaation voi toimia

parhaimmillaan tehokkaana lisävihjeenä tai huonoimmillaan aiheuttaa ylimääräistä epäoleellista kognitiivista kuormaa.

Reaktioaikaerojen ja monitasomallin perusteella saatiin viitteitä, että animoitu ikoni ei itsessään kuitenkaan lisäisi kognitiivista kuormaa. Saatiin viitteitä, että dynaamisuus voi parhaimmillaan lisätä ikonin sisällön ymmärrettävyyttä, jos dynaamiset piirteet liittyvät oleellisesti ikoni sisältöön. Dynaaminen ja staattinen piirre saattaisivat yhtä lailla olla tehokas keino ikoni ymmärrettävyyden kannalta.

Dynaamisuuden hyödyt saattavat tulla esille paremmin liikkeen prosessin tai tilan muutoksen kuvaamisessa, kun taas staattisuudella näyttäisi olevan erityinen kyky korostaa tietyn hetken tai liikkeen vaiheen kuvaamista. Tämän takia animaatiolla on todellinen riski esittää epäoleellista informaatiota ja lisätä epäoleellista kognitiivista kuormaa.

Dynaamisuuden erityinen hyöty ei välttämättä tule esille luonnostaan kompleksisessa aiheessa, kuten biomekaanisten mittareiden esittämisessä. Ikonin sisältö voi olla yksinkertainen, jossa dynaaminen piirre voi olla erittäin oleellinen. Mentaaliset sisällöt voivat olla myös erittäin ratkaisevia dynaamisuuden tai staattisuuden eduissa, sillä näyttäisi siltä, että kuvan aiheeseen saattaa oleellisesti liittyä myös enemmän dynaamista tai staattista piirrettä.

7.5 Tulosten kontribuutio animoidun ikonin suunnittelussa

Dynaamisuudella näyttää olevan riski esittää epäoleellista informaatiota tai tuottaa jopa virheellisiä päätelmiä. Dynaamisuus näyttäisi kuitenkin olevan hyödyllinen attribuutti ikonin suunnittelussa, mikä ei välttämättä riipu ikonin sisällön luontaisesta kompleksiuudesta. Animoidun ikonin suunnittelussa on tärkeä kysymys, että ovatko dynaamiset piirteet oleellisia liittyen ikonin sisältöön ja tuottaako dynaamiset piirteet lisäarvoa ikonin ymmärrettävyydelle? Kognitiivisen kuorman minimoimiseksi olisi pyrittävä tuomaan esille vain ikonin sisältöön liittyviä oleellisimpia piirteitä (Easterby, 1970).

Dynaamisuudella näyttää olevan selkeä riski luoda virhepäätelmiä representaation muodostamisessa, mutta parhaimmillaan se saattaa luoda hyvinkin oleellisen osan ikonin kuvaamaa käsitettä tai sisältöä. Esimerkiksi liikkeen nopeudella on todella merkitystä. Väärä liikenopeus saattaa yhdistyä jopa väärään representaatioon, jota ikonilla on tarkoitus kuvata. Dynaamisuus voi toimia ennen kaikkea tehokkaana lisäkeinona silloin, kun staattisuudella ei kyetä kuvaamaan toiminnallista merkitystä. Liikkeen avulla voidaan vihjata laajemmin myös kontekstia, joka saattaa lisätä vihjeitä ikonin sisältöön.

Jos ikonin dynaamiset piirteet koetaan yleisesti liittyvän ikonin sisältöön, niin pyrkiikö ikonin sisältö korostamaan jotain tiettyä liikkeen hetkeä vai onko liikeprosessi juuri oleellinen? Liikkeen keston huomioiminen saattaa olla ratkaisevaa, onko dynaamisuudesta erityisesti hyötyä. Dynaamisuus näyttäisi olevan tehokas keino, jos kuvattavaan toiminnallisuuteen liittyy kausaalisia

piirteitä eri vaiheista. Staattisuus saattaisi olla hyödyllinen keino silloin, kun kuvattavaan toiminnallisuuteen liittyy jokin erityinen vaihe, jota pyritään korostamaan.

7.6 Tulosten luotettavuus

Tutkimustuloksien luotettavuutta tarkastellaan validiteetilla ja reliabiliteetilla. Validiteetti kertoo siitä, kuinka hyvin tutkimus on onnistunut mittaamaan juuri sitä, mitä tutkimus pyrkii selvittämään. Reliabiliteetti kertoo taas siitä, kuinka hyvin tutkimuksen koe on toistettavissa niin, että se vastaa aina mahdollisimman hyvin samanlaista koetilannetta.

Ikonien vertailutehtävä oli perusteltu valinta tutkimusmenetelmäksi, sillä suhteelliset erot reaktioajoissa ja ikonien valintamäärissä ennustavat teoreettisen päätelmän mukaan semanttista etäisyyttä (Jokinen, Silvennoinen, Perälä, & Saariluoma, 2015; Silvennoinen & Jokinen, 2016; Silvennoinen, Kujala & Jokinen, 2017). Mahdollisimman nopea ikonin valinta kuitenkin saattaa vähentää mahdollisuutta visuaalisten piirteiden erityiselle tarkastelulle sekä kokonaisvaltaiselle tarkastelulle, jota toisaalta selvitettiin haastattelun avulla. Joka tapauksessa ikonien vertailutehtävä ja haastattelutehtävä eivät näyttäisi mittaavan täysin samaa ilmiötä.

Ikonien vertailutehtävän soveltuvuutta perusteltiin tutkimusmenetelmän osiossa semanttisen muistin toiminnalla ja priming -ilmiöllä. Tutkimuksen pyrkimyksenä oli vertailla ikonien paremmuutta kuvaamaan tiettyä käsitettä. Ikonin ymmärrettävyyden kannalta ei välttämättä ole merkitystä, yhdistyykö jokin käsite välittömästi paremmin jonkin toisen ikonin kohdalla. Ikonin sisällön ymmärrettävyyden kannalta merkityksellisempää voisi olla ymmärtää ikonin merkitys kokonaiskuvana, jota ikonin vertailutehtävän tulokset eivät välttämättä kerro. Esimerkiksi haastattelun aikana havaittiin, kuinka koehenkilö saattoi selkeästi muuttaa mielipidettään toisen ikonin paremmuudesta. Tämä johtuu mitä ilmeisimmin siitä, että haastattelutilanteessa oli ensinnäkin mahdollisuus analysoida visuaalisia piirteitä sekä yksityiskohtaisesti, että kokonaisvaltaisesti.

Ikonien vertailutehtävän reaktionopeuden mittaaminen saattaa kuvata ikonin käytettävyyttä, sillä ikonin tehtävänä on myös olla välitön yhdistämään merkitykseen. Lisäksi reaktionopeuksien erot ennustavat melko hyvin kognitiivisen kuorman eroja. Toisaalta ikonien laadullinen vertailu mahdollistaa analysoinnin, joka saattaa mitata laajemmin ikonin ymmärrettävyyttä. Tämän perusteella saattaa olla, että haastattelun tuloksilla saattoi olla jopa parempi validiteetti ikonien ymmärrettävyyden tarkastelussa, sillä se vastaa paremmin todellista ikonien käyttötilannetta. Toisaalta ikonien vertailutehtävä tuottaa huomattavasti paremmin reliabiliteetin, sillä koetilanne on tarkasti kontrolloitu.

Haastattelun tuloksia ei voida yleistää, sillä aineisto oli varsin pieni tilastolliselle analyysille ja koska laadullinen analyysi on varsin systemaattinen.

Haastattelutehtävän reliabiliteettiin vaikuttaa myös tutkijan tulkinta koehenkilön vastauksista ja kuinka hyvin koehenkilöt ymmärsivät tehtävänannon. Haastattelutehtävän reliabiliteettia heikentää koehenkilön vapaasti käytettävä vastausaika, johon vaikuttaa etenkin koehenkilön kiinnostus tehtävää kohtaan ja vireystila suorituksen aikana.

Ikonien vertailutehtävä koettiin yleisesti melko kuormittavaksi, joka saattaa aiheuttaa epäluotettavuutta ikonein valinnoille ja valintojen reaktiojoille. Tämä otettiin tulosten analysoinnissa huomioon myös reaktioajan laskun havainnoimisessa. Toisaalta yhteensä 8640 ikoniparin valinta lisää määrällistä tilastollista todennäköisyyttä ja reliabiliteettia. Lisäksi reliabiliteettia parantaa 24 koehenkilön määrä, joista noin puolet osallistujista olivat naisia ja miehiä. Ikonien reliabiliteettiin vaikuttaa etenkin koehenkilön vaihteleva vireystila, mielenkiinto ja keskittymiskyky. Lisäksi koehenkilöiden yksilölliset erot aiheen asiantuntevuudesta saattavat vaikuttaa tulosten luotettavuuteen.

Tutkimuksen pohjalta ei voida suoraan yleistää tulosten pätevyyttä laajemmin erilaisille ikoniaiheille. Tässä tutkimuksessa ikoniaiheet ovat melko selkeästi rajattu ihmisen biomekaniikkaan liittyvien mittamuuttujien kuvaamiseen. Tulokset vastaavat melko hyvin aikaisempia tutkimustuloksia liittyen animoidun ja staattisen ikonin hyötyihin.

Tutkimuksen ikoneiden semanttista etäisyyttä ei voida verrata täysin tasavertaisina toisiinsa, koska suunnittelu sisältää aina suunnittelijan näkökulman tehdä ratkaisunsa. Tämä heikentää reliabiliteettia ärsykkeiden yhdenvertaisuudessa. Animaation sisältämän liikkeen vaihe ja kesto, sekä staattisen ikonin valinta ovat suunnittelijan näkökulma animaation ja staattisen ikonin vastaavuudesta. Tutkimusongelman kannalta suunnittelijan näkökulma on mielenkiintoinen tarkastelukohde, sillä se auttaa tuomaan esille suunnitteluratkaisujen heikkouksia ja vahvuuksia. Lisäksi se auttaa tuomaan esille millaisissa tilanteissa dynaamisuudesta tai staattisuudesta voisi olla erityisesti hyötyä ikonin suunnittelussa.

7.7 Jatkokysymykset

Vaikka tutkimuksen pohjalta ei voida vahvistaa yleisiä ilmiöitä dynaamisuuden tai staattisuuden hyödyistä ikonien suunnittelussa tai ylipäättään visuaalisessa oppimisessa, niin tulokset herättivät paljon mielenkiintoisia jatkokysymyksiä. Seuraavat kysymykset ovat kiinnostavia ja mielekkäitä jatkotutkimuksen kannalta.

Kognitiivisen kuorman pitäisi lisääntyä dynaamisuuden tuomasta ylimääräisestä piirteestä. Lisääkö dynaamisuus itsessään kuitenkin kognitiivista kuormaa, sillä dynaaminen piirre voi olla todella yksinkertainen ja tunnistettava? Voiko staattisuus kertoa liian vähän ja aiheuttaa hämmennyksellä lisää kognitiivista kuormaa? Lisääkö kuvattavan aiheen luontainen monimutkaisuus itsessään dynaamisuuden tarvetta?

Tärkeä kysymys on koko tutkimusaiheen kannalta, että milloin tarkalleen ottaen staattisuudesta tai dynaamisuudesta on erityisesti hyötyä ikonin suunnittelussa? Aikaisemmat tutkimukset olivat osoittaneet, että liike ja muoto integroituvat selkeästi yhteen representaatioissa. Mikä siis on muodon ja liikkeen suhde representaatioissa? Tutkimukset antavat viitteitä, että dynaamiseen representaatioon saattaisi liittyä useita eri piirteitä. Miten tällaiset piirteet muodostuvat tehokkaasti yhdessä ja miten ne liittyvät toisiinsa dynaamisessa representaatioissa?

Animoiduilla ikoneilla saattaa olla tärkeä rooli luoda käytettävämpää informaatiota, kun digitaalinen teknologia luo entistä enemmän uutta mittainformaatiota. Animoitujen ikoneiden tarve saattaa lisääntyä, sillä informaatio itsessään saattaa olla uutta ja hankalasti ymmärrettävää. Animoitujen ikonien myötä kasvaa tarve myös uusille ikonin suunnittelun peruspilareille, sillä sekä dynaamisuudesta ja staattisuudesta saattaisi olla hyötyä: Miten dynaamisuuden ja staattisuuden edut olisi huomioitava ikonin suunnittelussa?

LÄHTEET

- Andersen, S. K., Hillyard, S. A. & Müller, M. M. (2008). Attention facilitates multiple stimulus features in parallel in human visual cortex. *Current Biology*, 18(13) (2008), pp. 1006-1009.
- The aperture problem* (2008). Haettu 24.3.2018 osoitteesta <https://stoomey.wordpress.com/2008/04/18/20/§>
- Ball, K. & Sekuler, R. (1982). A specific and enduring improvement in visual motion discrimination. *Science* 218:697-698.
- Blake, R. & Shiffrar, M. (2006). Perception of Human Motion. *Annu. Rev. Psychol.* 2007. 58:47-73. 11.8.2006.
- Bruno, N. & Bertamini, M. (2015). Perceptual organization and the aperture problem. In J. Wagemans (Ed.), *Oxford Handbook of Perceptual Organization*. Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Catrambone, R. & Seay, A. F. (2002). Using animation to help students learn computer algorithms. *Human Factors*, Vol 44, 495-511.
- Chandler, P. (2004). The crucial role of cognitive processes in the design of dynamic visualizations. *Learning and Instruction* 14, 2004, s.353-357.
- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and brain sciences* 36, s. 181-253.
- Coleman, L. & Kay, P. (1981). Prototype semantics: The english word lie. *Language*, Volume 57, Number 1, pp. 26-44.
- Collins, M.A., Beranek B., Newman, I. & Loftus, E.F. (1974). A Spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review. Psychological Review* 1975, Vol. 82, No. 6, 407-428.
- Dember, W.N. & Warm, J. (1979). Psychology of perception. (Toinen painos). *Japan: Holt-Saunders*.
- Derrington, A. M., Allen, H. A. & Delicato, L. S. (2004). Visual mechanisms of motion analysis and motion perception. *Annual Review of Psychology*, 55, 181-205.
- Harrison, C., Hsieh, G., Willis, K., Forlizzi, J. & Hudson, S.E. (2011). Kineticons: using iconographic motion in graphical user interface design. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '11*, pages 1999-2008, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- Hegarty, M., Kriz, S. & Cate, C. (2003). The Roles of Mental Animations and External Animations in Understanding Mechanical Systems. *Cognition and instruction*, 21, 325-360.
- Hirsjärvi, S. & Hurme H. (2001). *Tutkimushaastattelu – Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Hubbard, T.L. (2004). The perception of causality: Insights from Michotte's launching effect, naive impetus theory, and representational momentum. *International Society for Psychophysics* (s. 116-121).

- Höffler, T.N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction* 17, 2007, s. 722-738.
- Isherwood, S. (2009). Graphics and semantics: The relationship between what is seen and what is meant in icon design. *Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics*, Vol. 5639, 2009, pp. 197-205.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics* 1973. Vol. 14. No.2.
- Jokinen, J.P.P. (2015). *User Psychology of Emotional User Experience*. University of Jyväskylä.
- Jokinen J.P.P., Silvennoinen J.M., Perälä, P.M. & Saariluoma P. (2015). Quick affective judgments: Validation of a method for primed product comparisons. In *Proceedings of the 2015 Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI '15* (pp. 2221-2230). New York: ACM.
- Keller, P.R. & Keller, M.M. (1993). BOOK REVIEWS: Book reviews: Visual cues: Practical data visualization. *Computers on physics*, Vol. 8, No. 3,
- Kourtzi, Z. & Kanwisher, N. (2000). Activation in human MT/MST by static images with implied motion. *Cogn. Neurosci.* 12, 48-55.
- Lander, K. & Fiona, C. (1999). The role of movement in the recognition of famous faces. *Memory & Cognition*, 27 (6), 974-985.
- Lewalter, D. (2002). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction* 13 (2003) 177-189.
- Lodding, K. (1983). Iconic interfacing. *IEEE Computer Graphics and Applications* 4.
- Lowe, R. (2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and Instruction* 14 (2004) 257-274.
- Marcel, A.J. (1983). Conscious and Unconscious Perception: Experiments on Visual Masking and Word Recognition. *Cognitive psychology* 15, 197-237.
- Mather, G. & Murdoch, L. (1994). Gender discrimination in biological motion displays based on dynamic cues. *Proceedings: Biological Sciences*, Vol. 258, No. 1353 (Dec. 22, 1994), pp. 273-279. Haettu 30.8.2018 osoitteesta http://www.georgemather.com/PDF/Mather_Murdoch_1994.pdf
- Mayer, R., Hegarty, M., Mayer, S. & Campbell, J. (2005). When static media promote active learning: Annotated illustrations versus narrated animations in multimedia instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied* Copyright 2005 by the American Psychological Association 2005, Vol. 11, No. 4, 256 -265.
- Mayer, R. & Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, Vol. 14, No. 1, Maaliskuu 2002, s.87-97.
- McDougall, S.J.P., Curry, M.B. & Bruijn, O.D. (2001). The effects of visual Information on Users' Mental Models: An Evaluation of Pathfinder Analysis as a Measure of Icon Usability. *International journal of cognitive ergonomics*, 2001, 5(2), 153-178.
- McDougall, S.J.P., Curry, M.B. & Bruijn, O.D. (1999). Measuring symbol and icon characteristics: norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity, and semantic distance for 239 symbols. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* 31, 3: 487-519.

- McDougall, S. & Reppa, J. (2008). Why do I like it? The relationships between icon characteristics, user performance and aesthetic appeal. *Proceedings of the human factors and ergonomics society 52nd annual meeting*.
- Michotte, A.E. (1963). *The Perception of Causality*. New York 1963.
- Moilanen, P. (2017). *Kannustin, koriste ja liikkujan kaveri (Väitöskirja)*. Jyväskylä Studies in Computing 267. 9.12.2017, Jyväskylän Yliopisto, Jyväskylä, Suomi.
- Nakayama, K. & Kourtzi, Z. (2002). Distinct mechanisms for the representation of moving and static objects. *Visual cognition*, 9 (1/2), 248–264.
- Neely, J.H., Keefe, D.E. & Ross, K.L. (1989). Semantic Priming in the Lexical Decision Task: Roles of Prospective Prime-Generated Expectancies and Retrospective Semantic Matching. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 1989, Vol. 15, No. 6, 1003-1019.
- Neumann, P.G. (1977). Visual prototype formation with discontinuous representation of dimensions of variability. *Memory & Cognition* 1977, Vol. 5 (2), 187-197.
- Newell, F.M., Wallraven, C. & Huber, S. (2004). The role of characteristic motion in object categorization. *Journal of Vision* 4, 118-129.
- Peng, P., Ward, W.M. & Rundensteiner, E.A. (2004). Clutter reduction in multi-dimensional data visualization using dimension reordering. *In Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization*, s.89–96. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <https://digitalcommons.wpi.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.fi/&httpsredir=1&article=1071&context=computerscience-pubs>
- Rosch, E. (1978). Principles of Categorization. Ensimmäinen julkaisu: Rosch, Eleanor and Lloyd, Barbara B. (eds), *Cognition and categorization* 27-48. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. University of California, Berkeley, USA.
- Scaife, M. & Rogers, Y. (1996). External cognition: How do graphical representations work? *Int. J. Human - Computer Studies* (1996) 45, 185 - 213.
- Silvennoinen, J. M. & Jokinen, J. P. P. (2016). Aesthetic appeal and visual usability in four icon design eras. *In Proceedings of the 2016 Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '16* (pp. 4390-4400). New York: ACM.
- Silvennoinen, J. M., Kujala, T., & Jokinen, J. P. P. (2017). Semantic distance as a critical design factor for in-car infotainment systems. *Applied Ergonomics*, 2017.
- Soler, M. J., Dasí, C., & Ruiz, J. C. (2015). Priming in word stem completion tasks: comparison with previous results in word fragment completion tasks. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–8. 2015 Aug 13.
- Summerfield, C. & Egner, T. (2009). Expectation (and attention) in visual cognition. *Trends Cognitive Sciences* 13, 403-409.
- Tulving, E. & Schacter, D.L. (1998). Priming and Memory Systems. *In Neuroscience year: Supplement 2 to the Encyclopedia of Neuroscience*. Neuron, Vol. 20, 185–195, February, 1998.

- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*. New York: Academic Press, 1972.
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Be´trancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57, 247-262. 4.4b.2002. Haettu 10.4.2018 osoitteesta http://hci.stanford.edu/courses/cs448b/papers/Tversky_AnimationFacilitate_IJHCS02.pdf
- Wade, N. J. & Swanston, M. (1991). *Visual Perception: An Introduction*. Routledge.
- Wang, R. (2000). *The correspondence problem*. Haettu 2.4.2018 sivuilta <http://fourier.eng.hmc.edu/e180/lectures/motion/node2.html>
- Weidenbeck, S. (1999). The use of icons and labels in an end user application program: an empirical study of learning and retention. *Behaviour & Information Technology*, Vol. 18.
- Weiss, Y., Simoncelli, E. P. & Adelson, E. H. (2002) Motion illusions as optimal percepts. *Nature Neuroscience* volume 5 no 6: s.598-604, USA, 20.5.2002.
- Winkielman, P., Halberstadt, J., Fazendeiro, T., & Catty, S. (2006). Prototypes are attractive because they are easy on the mind. *Psychological science*, 17(9), 799-806.

LIITE 1 IKONIT

Jalka_kontakti_animaatio



Jalka_kontakti_staattinen



Jalka_lento_animaatio

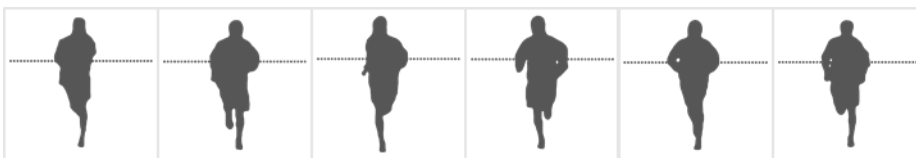
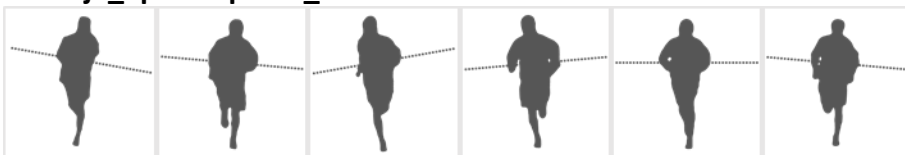


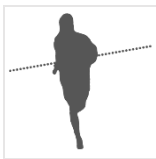
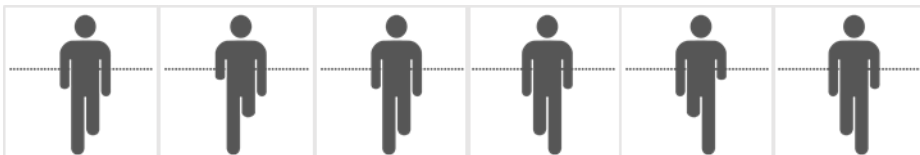
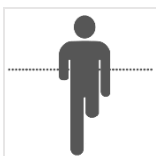
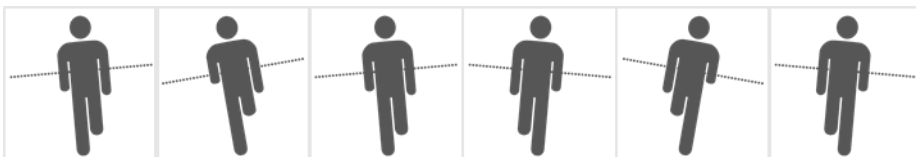
Jalka_lento_staattinen



Juoksija_kontakti_animaatio



Juoksija_kontakti_staattinen**Juoksija_lento_animaatio****Juoksija_lento_staattinen****Juoksija_tasapaino_animaatio****Juoksija_tasapaino_staattinen****Juoksija_epatasapaino_animaatio**

Juoksija_epätasapaino_staattinen**Hahmo_tasapaino_animaatio****Hahmo_tasapaino_staattinen****Hahmo_epätasapaino_animaatio****Hahmo_epätasapaino_staattinen**

LIITE 2 PREFERENSSITAUUKOT

Liitetaulukko 1. Lento preferenssitaulukko

Lento		
Icon	PS	PS-Rank
juoksija_lento_animaatio	0,87	1
jalka_lento_animaatio	0,84	2
juoksija_lento_staattinen	0,78	3
jalka_lento_staattinen	0,66	4
juoksija_kontakti_animaatio	0,62	5
juoksija_tasapaino_animaatio	0,60	6
juoksija_epätasapaino_animaatio	0,55	7
juoksija_epätasapaino_staattinen	0,44	8
jalka_kontakti_animaatio	0,44	9
hahmo_tasapaino_animaatio	0,44	9
hahmo_epätasapaino_animaatio	0,43	10
juoksija_tasapaino_staattinen	0,41	11
hahmo_epätasapaino_staattinen	0,30	12
hahmo_tasapaino_staattinen	0,28	13
juoksija_kontakti_staattinen	0,22	14
jalka_kontakti_staattinen	0,12	15

Liitetaulukko 2. Kontakti preferenssitaulukko

Kontakti		
Icon	PS	PS-Rank
juoksija_kontakti_staattinen	0,88	1
juoksija_kontakti_animaatio	0,84	2
jalka_kontakti_animaatio	0,81	3
jalka_kontakti_staattinen	0,79	4
juoksija_lento_animaatio	0,54	5
juoksija_tasapaino_animaatio	0,52	6
juoksija_tasapaino_staattinen	0,51	7
hahmo_tasapaino_animaatio	0,49	7
hahmo_tasapaino_staattinen	0,46	8
juoksija_epätasapaino_staattinen	0,38	9
jalka_lento_animaatio	0,34	10
juoksija_epätasapaino_animaatio	0,32	11
hahmo_epätasapaino_animaatio	0,29	12
juoksija_lento_staattinen	0,29	13
hahmo_epätasapaino_staattinen	0,29	13
jalka_lento_staattinen	0,26	14

Liitetaulukko 3. Tasapaino preferenssitaulukko

Tasapaino		
Icon	PS	PS-Rank
juoksija_tasapaino_staattinen	0,75	1
juoksija_tasapaino_animaatio	0,73	2
juoksija_epätasapaino_animaatio	0,71	3
juoksija_epätasapaino_staattinen	0,67	4
hahmo_tasapaino_animaatio	0,66	5
hahmo_epätasapaino_animaatio	0,65	6
hahmo_tasapaino_staattinen	0,65	7
hahmo_epätasapaino_staattinen	0,55	8
juoksija_lento_animaatio	0,50	9
juoksija_kontakti_animaatio	0,47	10
juoksija_lento_staattinen	0,42	11
juoksija_kontakti_staattinen	0,42	11
jalka_kontakti_staattinen	0,24	12
jalka_lento_animaatio	0,20	13
jalka_kontakti_animaatio	0,20	14
jalka_lento_staattinen	0,18	15

LIITE 3 MONITASOMALLIN TULOKSET

Liitetaulukko 4. Monitasomallin tulokset taulukkona

Estimates of Fixed Effects ^a							
Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	2078,020029	145,703461	25,284	14,262	,000	1778,109194	2377,930863
[isChoiceAnimation=0]	33,931448	33,277020	4585,379	1,020	,308	-31,307532	99,170429
[isChoiceAnimation=1]	0 ^b	0
eventId	-1,636573	,156302	4582,278	-10,471	,000	-1,943000	-1,330146

a. Dependent Variable: RT.

b. This parameter is set to zero because it is redundant.