

Erkki Huhtamo

# VIRTUAALIMATKAILIJAN ABC

## Kymmenen avainkäsitettä

---

---

Tässä *Lähikuvan* numerossa käsitellyn aihepiirin uutuuden vuoksi siihen liittyvä käsitteistö on vielä hyvin vakiintumatonta, niin meillä kuin muualla. Samoja käsitteitä käytetään jopa saman julkaisun sisällä monissa eri merkityksissä. Tyystin tästä ongelmosta ei ole selvitty edes *Virtuaalimatkailijan käsikirjassa*, yrityksestä huolimatta. Oheinen kymmenen avainkäsitteen selvittely on yritys selkeyttää käsitteellistä viidakkoa. Se on puutteellinen, mutta kelvannee lähtökohdaksi -toivottavasti - viriävälle keskustelulle.

### 1. Interaktiivinen mediataide (interactive media art)

*Interaktiivisuus* tarkoittaa vuorovaikutteisuutta. *Interaktiivinen teknologia* taas tarkoittaa sellaisia teknisiä laitteita, jotka toimiakseen vaativat jatkuvaa vuorovaikutusta jonkin toisen elementin, usein ihmisen, kanssa. Tuuliviiri ja vesipyörä ovat yksinkertaisia laitteita, jotka toimivat vuorovaikutuksessa luonnon elementtien - ilman ja veden - kanssa. Rukki, kangaspuut ja polkupyörä ovat laitteita, jotka vaativat vuorovaikutusta ihmisen kanssa.

Interaktiivisen teknologian vastakohta on (täys)automaattisuus, jossa interaktiivisuus rajoittuu

systemin käynnistämiseen, sen toiminnan tarkkailemiseen ja huoltoon. Käytännössä monet teknologiset perustaltaan pitkälle edistyneet interaktiiviset laitteet perustuvat automaattisten ja ihmisen aktiivisten interaktiivisten toimintojen monimutkaisille yhdistelmille, eli ne ovat ns. hybridejä.

Tietokone on tästä esimerkki *par excellence*. Sen muisti saattaa sisältää valmiiksi koodattuina kokonaisia synteettisesti luotuja (numeerisia) maailmoja tai niiden alkioita, mutta ne aktualisoituvat vasta käyttäjän toimintakäskyjen tuloksena. Kenen tai minkä kanssa vuorovaikutus tietokonetta käytettäessä tapahtuu? Tarjottuja vastauksia ovat: *hardwaren* eli tietokoneen itsensä, *softwaren* eli ohjelmiston, sen laatijan (Gene Youngbloodin käsitteellä "metasuunnittelijan"<sup>1</sup>) tai käyttäjän itsensä kanssa, jolloin tietokone toimisi ikään kuin 'elektronisena peilinä'.

*Interaktiivisella medially* voidaan yleistäen ymmärtää sellaisia informaation sekä ajatusten välittämiseen ja vaihtoon tarkoitettuja teknisiä laitteita, joihin liittyy välittömän tai lähes välittömän vuorovaikutuksen, "vuoropuhelun", mahdollisuus. Vaikka em. käsitettä toisinaan käytetään tämän määritelmän mukaisista teknisistä laitteista sinänsä, sillä viitataan usein *teknologisen* sijasta pikemminkin *kulttuuriseen* muotoon, ts. laitteeseen tiettyssä väkiintuneessa kulttuurisessa käyttöyhteydessään.<sup>2</sup>

Tätä erottelua voisi havainnollistaa puhumalla toisaalta "välineestä" (<tool), toisaalta "viestimestä" (<medium). Viimeksimainitussa mielessä voitaisiin

interaktiivisen median sijasta puhua "interaktiivisista (tai vuorovaikutteisista) viestimistä".

Tässä mielessä varhaiset optiset viestintäjärjestelmät, sähkötyt, puhelin ja langaton lennätin ovat interaktiivisia viestimiä. Radio ja televisio ovat *teknologiselta* perustaltaan interaktiivisia välineitä, mutta niiden vallitsevat institutionaaliset käyttötavat rajoittavat tämän interaktiivisen potentiaalin miniini (esim. radion kuuntelija-lähetysiin, *feedbackiin* kirjeen tai puhelimen välityksellä). Vallitsevissa käyttöyhteyksissään ne jäsentyvät pohjimmiltaan yksisuuntaisen, (yhdeksi) lähettäjältä (monelle) vastaanottajalle suuntautuvan *broadcast*-mallin mukaisesti.

Käsitettä *interaktiivinen mediataide* ei kuitenkaan olisi mielekästä korvata esimerkiksi käsitteellä "vuorovaikutteinen viestintaide". Käsitteen "viestintä" käyttämistä taiteen yhteydessä voi pitää taiteen problematiikkaa trivialisoivana. Taiteessa ei ole kyse "viestinnästä", ymmärrettyinä mahdollisimman yksiselitteisten "sanomien" välittämiseksi ja vaihdoksi. Taide pyrkii päivittäin monitulkintaisuuteen, jopa vastaanottajan tietoiseen harhaanjohtamiseen. Se voi tehdä systeemin puutteista ja "hälystä" taiteellisia periaatteita. Kyse voi näin olla tavallaan jopa ei-viestinnästä tai epä-viestinnästä.

Interaktiivinen mediataide voi käyttää ilmaisukanavanaan interaktiivista viestintää (kuten puhelinverkkoa), mutta sen vallitseviin käyttötapoihin mukautumisen sijasta se pyrkii niiden laajentamiseen ja kyseenalaistamiseen. Toisinaan, kuten Kit Gallowayn ja Sherrie Rabinowitzin tapauksessa, taiteilijat pyrkivät rakentamaan uuden interaktiivisen taide-mediumin olemassaolevan viestimen "päälle" tai "puitteisiin".<sup>3</sup> Vastaavalla tavalla menettelevät puhelin- ja tietokonehackerit, tosin poliittisista tai nihilistisistä, pikemmin kuin taiteellisista lähtökohdista.<sup>4</sup>

Interaktiivinen mediataide voi myös pyrkiä reaalisomaan teknologiselta perustaltaan vuorovaikutteisessa välineessä piilevän interaktiivisen potentiaalin, jonka sen institutionaaliset käyttöyhteydet ovat rajoittaneet. Näin tapahtuu esim. radiotaiteessa (Bill Fontana, Hank Bull, Alvin Curran)<sup>5</sup> sekä taiteilijoiden kaksisuuntaisissa (Nam June Paik: *Good Morning Mr Orwell, Bye Bye Kipling, Wrap Around the World*) tai jopa kolmisuuntaisissa (Douglas Davis: *Ménage à Trois*) satelliitti-televisiokokeiluissa.<sup>6</sup> Näissä tapauksissa kyse on mallien, pikemmin kuin pysyvien käytäntöjen luomisesta.

Käsitettä interaktiivinen mediataide käytetään toisinaan paitsi "vuorovaikutteisiin viestimiin" kulttuurisena muotona suhteutuvista teoksista, myös sellaisista, jotka soveltavat interaktiivisia välineitä vapaasti vakiintuneista institutionaalisista käyttöyhteyksistä irrallaan.

Interaktiivisesta mediataiteesta puhutaan varsinkin tietokoneen interaktiivisia ominaisuuksia hyödyntävän taiteen yhteydessä. Kyse voi olla teoksis-

## Hakusanat:

1. Interaktiivinen mediataide (interactive media art)
2. Tietokone (computer)
3. Kuvaprosessointi ja kuvasynteesi (image processing and image synthesis)
4. Analoginen vs. digitaalinen kuva (analog vs. digital image)
5. Simulaatio (simulation)
6. Keinotodellisuus (artificial reality)
7. Kybertila (cyberspace)
8. Virtuaalinen kuva (virtual image)
9. Virtuaalinen tila (virtual space)
10. Virtuaalitodellisuus, VT (virtual reality, VR)

ta, joissa vuorovaikutus tapahtuu teoksen ja käyttäjän välillä tai teoksen ja ympäristön välillä. Ns. *mediaperformanssissa*, johon lukeutuvat monet Woody ja Steina Vasulkan teokset, on kyse tietokoneen "automaattisten" ja interaktiivisten ominaisuuksien suhteen taiteellisesta hyödyntämisestä.<sup>7</sup> Taiteilijat rakentavat systeemin, laittavat sen liikkeelle ja tarkkailevat sen käyttäytymistä, etsien varsinkin ennakoimattomia, aleatorisia efektejä, automatiikan särökohtia.

Käsite interaktiivinen mediataide on tällöin ymmärrettävä laajimmassa merkityksessään, taiteellisenä toimintana, joka voi kytkeytyä niin vuorovaikutteisiin "välineisiin" kuin "viestimiin".

## 2. Tietokone (computer)

Interaktiivisesta mediataiteesta (ks. kohta 1.) puhuminen tietokoneen yhteydessä on sikäli ongelmallista, että on kyseenalaista, missä mielessä tietokoneita ylipäänsä voidaan pitää "mediumina".

Gene Youngbloodin mukaan tietokone ei ole mediumi, vaan "metamediumi, sillä joka kerta kun ohjelmoimme sen muutamme sen tavallaan joksikin muuksi. Se on universaalikone, joka voi sisällyttää itseensä kaikki välineet ja muuttua niiksi: puheeksi, kirjoitukseksi, lauluksi, musiikiksi, painatukseksi, julkaisutoiminnaksi, valokuvaksi, elokuvaksi, videoksi."<sup>8</sup>

Timothy Binkleyn mielestä "mediumille" on ominaista erottamattomuus sen välittämän informaation

ja tätä 'kannattavan' fyysisen materiaalin välillä. Tietokoneen muistiin taltioitu data muuttaa kuitenkin muotoaan riippuen välineestä, jolla/e se tulostetaan.<sup>9</sup> Se on siis tästä erillistä. Toisaalta, kun tietokone kytketään modeemin avulla puhelinverkkoon, näyttää viimeksimainittu olevan varsinainen "medium", kun taas tietokone on sille alisteinen verkkoliittymä.

Tietokoneen mukautuvaisuus pohjautuu sen perustana olevaan digitaliseen tietojen tallennus- ja prosessointitekniikkaan. Digitalisoiminen tarkoittaa informaation 'purkamista' alkeisyksiköihin (bitteihin), mikä mahdollistaa niiden tallettamisen, järjestämisen ja muuntelemisen. Tietokoneessa tämä tapahtuu matemaattisten algoritmien, ohjauskaavojen, avulla. Niiden johdatuksella informaatio digitalisoidaan, ts. puretaan binaarisiksi (0-1) numerosarjoiksi, jotka tallennetaan tietokoneen muistiin. Kyse on siis *transformaatioprosessista*, joka tulostusta varten on käännettävä päinvastaiseksi.

Sisään- ja ulossyöttöprosessi tapahtuu erilaisten *käyttöliittymien* (interface) avulla. Ne muodostavat kytkennän aistein havaittavan maailman ja tietokoneen muistin välillä. Käyttöliittymät ovat siis eräänlaisia raja-asemia, joista toiset palvelevat sisäänmeno, toiset taas ulostuloa. Informaation sisään-syötössä käytetty *interface* voi olla esimerkiksi tietokoneen näppäimistö, hiiri, digitaalinen paletti, videonauhuri, disketti, kuvaskanneri, kynä, koske-

tusnäyttö tai äänigeneraattori. Vastaavasti ulossyöttö voi tapahtua mm. monitorin ruudulla (CRT), printerillä, piirturilla, videonauhurille tallentamalla tai disketille kopioimalla.

Se, että tietokoneeseen tallennettu informaatio on numeerisessa muodossa tarjoaa lähes rajattomia mahdollisuuksia sen manipuloimiseksi. Juuri tämä on sen interaktiivisten ominaisuuksien perusta. Käy mahdolliseksi yhdistää monista eri lähteistä (esim. kuvallisista ja kirjallisista) peräisin olevaa informaatiota. Myös transformaatiot aistirekisteristä toiseen ovat mahdollisia. Esimerkiksi visuaaliset virikkeet saatetaan muuntaa ääniksi, kuten David Rokeby on tehnyt interaktiivisessa tilateoksessaan *Very Nervous System* (1986-91). Siinä tietokoneeseen kytketty kamera lukee näyttelytilasta erilaista visuaalista informaatiota (kuten kokijan liikkeitä) ja muuntuu ne prosessorin avulla meren aaltojen ääniksi tai musiikiksi.<sup>10</sup>

### 3. Kuvaprosessointi ja kuvasynteesi (image processing and image synthesis)

Elävän kuvan käsittelyssä digitaalisella tietokoneella on olemassa kaksi perusmahdollisuutta: lähtökohdista voidaan yhtäältä pitää mitä tahansa tietokoneeseen syötettyä kuva-aineistoa, joka digitalisoituna on muokattavissa, animoitavissa, yhdistettävissä toisiin kuvälähteisiin, kenties muuhun dataan, jne. Tätä menettelyä kutsutaan *kuvaprosessoinniksi* (image processing) ja sitä sovelletaan myös kehittyneen videostudion editointihuoneessa, jossa itse videonauha palvelee usein lähinnä 'kantavana materiaalina' tietokoneeseen syötettävälle audiovisuaaliselle raakamateriaalille sekä siltä tulostettavalle lopputulokselle.

Kuvaprosessoinnissa kuva luodaan usein usean kuvälähteen pohjalta kollaasin tapaan yhdistelemällä. Koska yhdistely ja muokkaustyö tapahtuu numeerisia arvoja muuttelemalla tietokoneen muistissa, liitoskohdat eivät (toisin kuin perinteisessä fotomontaasissa) ole fyysisiä; niitä on usein mahdoton havaita. Tätä menettelyä käytetään ns. digitaalisessa valokuvauksessa, joka on valokuvan "totuusarvon" näkökulmasta koettu ongelmalliseksi ilmiöksi; kuvan todellisuussuhteen (referentin) osoittaminen on usein käynyt mahdottomaksi.

Tätä kumouksellisempi mahdollisuus on kuvien luomisen *kokonaan ilman* tietokoneeseen ennalta syötettyä aisti-informaatiota. Kuva voidaan siis muodostua puhtaasti abstraktin matemaattisen datan pohjalta. Tällöin puhutaan *kuvasynteesistä* (image synthesis) ja tuloksesta *synteettisenä kuvana*. Ku-

*Informaation sisään-syötössä käytetty interface voi olla esimerkiksi tietokoneen näppäimistö, hiiri, digitaalinen paletti tai vaikkapa polkupyörä.*

*Kuva: Perttu Rastas.*



vasynteessin kehittynein muoto on ns. 3D-grafiikka, jolloin kuva muodostuu tietokoneen kuvamuistissa (frame buffer) "kolmiulotteisena tietokantana". Korkeatasoisen 3D-grafiikan tuottaminen edellyttää muistikapasiteetiltaan suurta tietokonetta, koska jo yhden 3D-kuvan tuottaminen vaatii miljoonia laskutoimituksia. Normaaliin halvalla kotitietokoneella on yleensä ollut mahdollista tuottaa vain 2D-grafiikkaa, joskin mm. Apple ja Amiga ovat jo luo- neet halvahkoja systeemejä 3D-grafiikan tuottami- seen.

Monessa tapauksessa tietokonekuva aikaansaa- daan yhdistelemällä kuvaprosessointia ja kuvasyn- teesiä, kuten on menetelty esimerkiksi Woody Vasulkan videotöksessä *The Art of Memory* (1987).

#### 4. Analoginen vs. digitaalinen kuva (analog vs. digital image)

Analoginen kuva - maalaus, piirros, valokuva, elo- kuva - perustuu vastaavuuden ajatukselle. Kuvan ja sen referentin välillä katsotaan olevan tai olleen jokin tosiasiallinen ikoninen vastaavuussuhde ("kuva muistuttaa malliaan"). Kuten semiotikka jo 60-luvulla osoitti, esimerkiksi maalaus tai piirros on kulttuurin tuotteena läpikotaisin konventionaalinen, koska se on suodattanut ihmismielen ja sen omaksuman kulttuurisen koodauksen läpi. Valoku- va, jota voidaan pitää (valon ja optiikan välittämänä ja kemikalien kiinnittämänä) jälkeenä 'fyysisestä' yhteydestä kuvan ja sen referentin välillä oli ongel- mallisempi. Roland Barthes piti sitä paikkana, jossa spontaani luominen ja koodaus, denotaatio ja kon- notaatio, luonto ja kulttuuri kohtasivat.

Umberto Eco pyrki todistamaan valokuvan läpi- kotoisen konventionaalisuuden, ts. siinä piilevän *digitaalisuuden*, sen purettavuuden ilmaisuun ja sisällön alkeisyksiköihin. Tämä jäi ainoastaan epä- suoran teoreettisen päättelyn asteelle. Ihmiskult- turille kokonaisuutena on ominaista koodaus; siis myös valokuvan on oltava koodattu. Konkreetti- semmalla tasolla Eco ei kuitenkaan vakuuttavasti kynnyn purkamaan analogista representaatiota al- keisyksiköihinsä.<sup>11</sup> Analogisen kuvan alkeisyk- sikkö on näin ollen itse kuvapinta.

Tietokonekuvan perusominaisuus on sitä vastoin osoitettavissa oleva digitaalinen rakenne. Tietoko- neen muistissa sijaitseva "numeerinen kuva" muo- dostuu sitä visualisoidessa tietyistä rajallisesta mää- rästä pistemäisiä alkeisyksiköitä, *pikseleitä* (pixel, picture element), joista jokainen on erikseen hallit- tavissa. Kuva on vapaasti manipuloitavissa, hajoiteta- vissa ja koottavissa. Pikselit voivat tietokoneen käyttäjän palveluksessa toimia niin ilmaisullisten kuin sisällöllisten konfiguraatioiden perusyksik- köinä.

Elektronista televisio- ja videokuvaa voidaan tavallaan pitää siirtymävaiheena optis-analogisesta

numeeriseen kuvaan.<sup>12</sup> Siinä kuva muodostuu elektronisuihkun pyyhkimistä ja sähköimpulsseiksi muuntamista *juovista*. Vaikka televisiokuva on mor- fogeneettisesti optinen (sillä on yhä suhde referenttiin), sähköinen muodostusprosessi mahdollis- taa sen muuntelemisen - tietyissä rajoissa - ja lähettämisen linkkiteitse. Pyrkimys teknisesti tuote- tun kuvan purkamiseen on siis edennyt *tasopinnas- ta juovaan* ja edelleen *pisteeseen*, jota voi pitää kehityskulun päätekohtana.<sup>13</sup>

Digitaalisessa kuvassa suhde referenttiin on jää- nnyt matemaattisen transformaatioprosessin päähän. Teknologisen perustan ja ontologian näkökulmasta tarkasteltuna analogisen ja digitaalisen kuva suhde on selkeä. Vastaanottajan näkökulmasta kysymys on ongelmallisempi; miten erottaa toisistaan analogi- nen ja digitaalinen kuva? Vetoaminen pikseleihin digitaalisen kuvan tuntomerkinä ei enää kelpaa selitykseksi kuin osittain, koska tietokoneteknolo- gian edistymisen myötä kuvaelementit ovat muuttu- massa yhä huomaamattomammiksi. Vastaus kuuluu usein: ei mitenkään.

Engelman ydin piilee siinä, että valtaosa 'digitaal- lista kuvista' joihin törmäämme päivittäin on *palau- tettu* perinteisiin formaatteihin esimerkiksi valoku- vaamalla ne monitorilta tai kopioimalla ne videonau- halle. Näin on tietokonegrafiikan ja -animaation, kuten myös elokuvien erikoistehosteiden kohdal- la. Kyse on tällöin digitaalisuuden mahdollisuuksien hyödyntämisestä vain osittain tai suoranaisesta perääntymisestä niiden edestä. Ikään kuin veisto- aidetta tehtäisiin valokuvattavaksi tai teatteria mykkäfilmiä varten.

Digitaalisen kuvan palauttaminen perinteisiin formaatteihin muuttaa perinpohjaisesti sen luon- teen. Olennaisinta on sen interaktiivisten ominais- uuksien tuhoutuminen. Mahdollisuus tietokoneku- van manipulointiin muuten kuin perinteisin mene- telmin, esim. raaputtamalla, leikkaamalla tai päälle- maalaamalla, häviää. Mahdollisuus kuvan silmän- räpäykselliseen siirtämiseen tietoverkon välityk- sellä häviää. Esimerkiksi valokuvaamalla tai video- nauhalle siirtämällä 3D-grafiikka palautetaan samal- la perinteiseen näkökulmaoppiin, jossa vain yksi, ennalta valittu näkökulma kerrallaan on mahdolli- nen. Digitalisoinnin tarjoama mahdollisuus tarkkail- la luotua kuva-objektia kaikista mahdollisista näkökulmista, vieläpä sen sisältä käsin, tulee torju- tuksi.

Digitaalisen kuvan kulttuurin perustan tulisi olla digitaalisuudessa itsessään, sen reaaliaikaisen inter- aktiivisen potentiaalin hyödyntämisessä.

#### 5. Simulaatio (simulation)

Gene Youngblood on erottanut toisistaan kaksi "simulaatio" -käsitteen käyttötappaa. Ensimmäinen niistä on peräisin ranskalaisesta 70-80-luvun filoso-

fiasta - ennen muuta Jean Baudrillardilta - ja merkitsee "virheellistä tai epäaitoa kopiota".<sup>14</sup> Simulaatio *tekeytyy* jonkin objektin todenvastaavaksi representaatioksi; Baudrillard on esittänyt, että simulaatio itse asiassa *edeltää* "kohdettaan". Simulaatio tekee 'todellisuuden' kaltaiseksi. Hollywood-elokuvat representoivat vain näennäisesti amerikkalaisuutta; tosiasiaa ne ovat luoneet amerikkalaisuuden. Simulaatioissa on näin petoksen sivumaku; se on moraalinen skandaali.<sup>15</sup>

Toinen käyttötapa liittyy tieteeseen, jossa simulaatio Youngbloodin mukaan merkitsee "mahdollisen mallia" - tieteessä simuloidaan ilmiöitä, joita ei ole olemassa (tai aistein havaittavissa), mutta jotka *voisivat* olla.<sup>16</sup> Tietokoneen avulla toteutettavalla *visualisoinnilla* voidaan siis simuloida esimerkiksi rakennuksia tai lentävää lentokonetta ennen kuin niiden pienintäkään osaa on valmistettu. Sillä voidaan simuloida myös esimerkiksi ihmisruumiin mikro-organismeja tai uloimman avaruuden ilmiöitä jotka ovat näköaistin ulottumattomissa, mutta mittauksin todennettavissa. Edelleen voidaan visualisoida dataa, joka suuren määränsä tai monimutkaisuutensa vuoksi ei ole muuten hallittavissa (saastepilvien liikkeet suurkaupungin yllä).

Kuvasynteessin avulla ei ole ainoastaan mahdollista visualisoida em. kohteet; niille on myös mahdollista simuloida todellisia vastaavat 'luonnon-olosuhteet'. Synteettinen 'lippu' saattaa näin liehua enemmän tai vähemmän todellisen tapaan 'tuulesa'. 'Lasikuitupalkin' kimmoisuutta voidaan testata 'pudotuskokeella'. Tieteellistä simulaatiota voidaan näin hyödyntää teollisessa tuotekehittelyssä ja mallinnuksessa. Sitä käytetään myös luonnontieteellisessä tutkimuksessa sekä arkkitehtonisten mallien luomisessa ja testaamisessa (nykyään myös ns. virtuaalitodellisuuden teknologiaan yhdistettynä, ks. kohta 8).

Historiallisesti tietokonesimulaation kehitys on kytketty ns. *simulaattorien* kehitykseen. Simulaattori on laite, jonka avulla on mahdollista simuloida erittäin todentuntuisesti esimerkiksi lentokoneella lentämistä; 3D-grafiikkana toteutettu 'maisema' reagoi suoraan 'ohjaamon' laitteisiin.<sup>17</sup> Simulaattorien kehitys on puolestaan vaikuttanut tietokoneiden käyttöliittymien (*interface*) kehitykseen. Simulaattorit muodostavat yhden tietokoneiden interaktiivisen perussovelutuksen, jonka perillisiä

*Simuloitu auto.*  
Evans & Sutherland



ovat mm. tietokonepelit ja virtuaalitodellisuuden teknologia. Varsinkin lentosimulaattorit ovat muistutus siitä läheisestä yhteydestä, joka on vallinnut sotatutkimuksen ja tietokoneen kehityksen välillä.

Kuten edellä todettiin, Baudrillardin mukaan simulaatio edeltää kohdetta jota se uskottelee representoivansa. Tämä ei välttämättä ole ristiriidassa tieteellisen simulaation kanssa. Tietokoneella voidaan kuitenkin simuloida myös olemassa olevia ilmiöitä (tuuli, Newtonin lait), jopa olemassa olevia kulttuurituotteita.

Miten olisi tulkittava kaaosteorian yhteydessä usein esille otettuja Richard Vossin "vuoristonäkymien" kaltaisia tietokonekuvia, jotka ovat syntyneet *puhtaasti* numeerisesti (Mandelbrotin fraktaaligeometrian pohjalta)? Niitä voidaan pitää täydellisinä simulaatioina; ne näyttävät täysin 'realistisilta' lumisilta vuoristonäkymiltä, vaikka niillä ei ole referenttiä fyysisessä maailmassa. Juuri tämän yhdennäköisyyden vuoksi joku voi pitää niitä esim. Italian Alppien representaatioina. Toisaalta niitä voitaisiin pitää tietokoneen mahdollistamina representaatioina tietyistä *matemaattisista lainalaisuuksista*. "Simulaation" ja "representaation" suhde on ilmeisesti sioksissa kokijan tulkintoihin.

## 6. Keinotodellisuus (artificial reality)

'Keinotodellisuus' on taiteilija-tiedemies Myron Kruegerin 60-70-luvun vaihteen tienoilla luoma käsite, jota tämä on tarjonnut vaihtoehdoksi 'virtuaalitodellisuudelle' (ks. kohta 10). Kruegerin *Vi-deoplac*e -nimisessä systeemissä, jota hän on kehittänyt 60-luvulta saakka, kokijan hahmo skannataan videokameran avulla tietokoneeseen ja projisoidaan edelleen kuvaruutunäyttöön tai suurkuvakankaalle, jossa se kokee muodonmuutoksia ja joutuu erilaisiin monimutkaisiin interaktioihin tietokoneohjelman funktioiden, mm. synteettisesti luotujen

pikku olioiden, crittereiden, kanssa.<sup>18</sup>

Siggraph '91 -tapahtumassa nähtiin *Videodesk* -niminen sovellus, jossa kahden eri työaseman ääressä istuvien käyttäjien kädet skannataan samaan tietokoneohjelmaan sisään. Pelkkiä sormia käyttäen voi harjoittaa esimerkiksi kolmiulotteista mallinusta ja siihen perehdyttämistä 'sormituntumalta' etäopetuksena. Saman huoneen sijasta "videodeskithän" voisivat, modeemin välityksellä toisiinsa kytkettyinä, sijaita eri puolilla maapalloa.

Eronteko virtuaalitodellisuuteen perustuu ennen kaikkea erilaiseen käyttöliittymään (*interface*) -kun virtuaalitodellisuudessa kokija kokee olevansa *itse* tietokonetodellisuuden sisällä, on hän keinotodellisuudessa edelleen sitä vastapäätä. Perinteisen monitorin tapaan kuvalla on siis yhä kehüksensä. Toisin kuin virtuaalitodellisuus, keinotodellisuus ei sulje ulkomaailmaa täysin ulkopuolelleen, vaan tyytyy raamittamaan interaktion alueen siitä erilleen. Se on eräänlainen "virtuaalinen tietokonepeili", jossa kokija näkee oman kaksoisolentonsa oudon todellisuuden keskellä.

Eroa Kruegerin systeemin ja toteutuneiden virtuaalitodellisuuden sovellutusten välillä voi etsiä myös kokijan ja tietokonetodellisuuden "vuoropuhelun" luonteesta. Kun virtuaalitodellisuudessa tietokonemaailma on "odottamassa" sinne saapuvan kokijan toimia, näyttää *Videoplace* toimivan itsenäisesti, tekoölyn tapaan; tosiasiasa kyse on tekoölyn simuloinnista; teos reagoi kokijan liikkeisiin, mutta tavoilla joita tämän on hyvin vaikea ennakoita.

Kruegerin idealle on rinnakkainen kanadalaisen John Vincent Johnin Vivid Effects yhtiön 80-luvun jälkipuoliskolta lähtien kehittelemä *Mandala*-systeemi. Siinä tietokoneeseen imaistu ja kankaalle projisoitu kokijan kuva voidaan saada reaaliajassa tekemään erilaisia toimintoja, mm. soittamaan virtuaalista rumpupatteristoa tai pyydystämään virtuaalisia saippuakuplia (jotka kokija näkee oman hahmonsä ympärillä kankaalle projisoidussa kuvassa). Tässäkin järjestelmässä useita eri tiloissa olevia henkilöitä voidaan sijoittaa saman keinotodellisuuden sisään. *Mandala*-systeemiä on hyödynnetty mm. performance-taiteessa, mutta John Vincent John näkee sillä olevan monia muitakin käyttömahdollisuuksia, mm. julkiseen tilaan sijoitettuna interaktiivisina mainos- ja tiedotustauluina.<sup>19</sup>

## 7. Kybertila (cyberspace)

Käsitteiden sekasotkua lisää kybertilan käsite, jota on käytetty viime aikoina hyvin monissa merkityksissä, viittaamaan mm. jatkossa "virtuaaliseksi tilaksi" ja "virtuaalitodellisuudeksi" määriteltyihin käsitteisiin. Bruce Sterling on erottellut tässä julkaisussa mukana olevassa artikkelissaan viisi erilaista kybertilan käsitteen käyttötapaa.

Lähtökohdiltaan kybertilaa voi pitää fiktion ja utopiaan viittaavana käsitteenä, joka on peräisin tie-

teiskirjallisuuden viimeaikaiseen cyberpunk-suuntaukseen lukeutuvan William Gibsonin romaanista *Neuromancer* (1984). Gibsonilainen kybertila on sukua näkemyksille "virtuaalisesta tilasta" ja lanierlaisesta "virtuaalitodellisuudesta" (ks. kohtia 9 ja 10), tosin visiona ikään kuin näiden myöhemmästä, integroituneesta kehitysvaiheesta. Se edustaa kokemusta maailmanlaajuisesti levittäytyneestä monimuotoisesta tietoverkkojen kudoksesta, joka tavallaan elää jo omaa, ihmisen käsityskyvystä irrallista elämää. Tämä ns. *matriisi* (matrix, tavallaan siis kybertilan teknologinen ulottuvuus) on uusi elektroninen elinympäristö, johon gibsonilaisessa fantasiassa voi olla yhteydessä suoraan aivoihin tehdyn neuraalisen kytkennän välityksellä ja johon sisäänpääsy on mahdollista lähes mistä verkon solmukohdasta tahansa. Matriisin kytkeytyminen tarjoaa hallusinaatiomaisen elämyksen.

Gibsonilaisessa kybertilassa on voimakkaita antiutopian piirteitä, mikä asettaa sen lanierlaisen teknologiaoptimismin vastakohtaksi. Käsite on innoittanut monia tiedemiehiä ja tutkijoita, kuten käy ilmi Texasin yliopistossa Austinissa toukokuussa 1990 järjestetyn "Ensimmäisen kybertila-konferenssin" painamattomista papereista. Näyttää siis siltä että kybertila on laajentumassa tieteelliseen diskurssiin viittaamaan korkeamman asteen integroituneisiin tietoverkkoihin.<sup>20</sup> Erilaiset cyberpunkkarit ja hakkerit käyttävät kybertilassa 'oleskelemista' ja 'matkustamista' usein normaalin tietoverkon käyttämisen metaforana.

## 8. Virtuaalinen kuva (virtual image)

'Virtuaalinen' on käsitteenä erityisen ongelmallinen, koska sen merkitykset vaihtelevat diskurssista riippuen. Jokseenkin yleisesti sitä käytetään viittaamaan johonkin keinotekoiseen luomukseen, joka toiminnaltaan ja vaikutukseltaan on jonkin 'todellisen' ilmiön kaltainen, olematta kuitenkaan sama kuin itse tämä ilmiö. Tietokonekielessä virtuaalinen käännetään usein *näennäiseksi* (esim. 'virtual storage': näennäismuisti, 'virtual call': näennäisyhteys).<sup>21</sup> Taiteen ja kulttuurin yhteydessä tämä tuntuu kuitenkin turhan rajoittavalta. Taiteen luomat maailmat eivät myöskään ole "näennäisiä", vaan omalla tavallaan todellisia, vaihtoehtoisia maailmoja. Sanaa 'virtuaalinen' sen eri taide- ja kulttuuriyhteyksissä olisi siis pyrittävä käyttämään mahdollisimman spesifisti.

'Virtuaalisella kuvalla' voitaisiin näin ymmärtää kuvaa, joka näyttää olevan materiaalisesta pinnastaan (kantavasta rakenteestaan) erillään. Hologrammi on tässä mielessä virtuaalinen kuva, samoin kolmiulotteinen elokuva ja View Master-kuvakiekkot: vaikka näillä on aineellinen perustansa koemme ne siitä irrallisiksi, jossain materiaalisesta ja ei-materiaalisesta, reaalisen ja irreaalisen välillä häilyviksi. Kun simulaatio liittyy kuvan todellisuussuhteeseen, voitaisiin virtuaalisuuden katsoa liittyvän sen olo-

Matkalla virtuaalitodellisuuteen datakypärä päässä.

Kuva: Erkki Huhtamo

muotoon.

Tietokoneella tuotettu simulaatio on virtuaalinen kuva hyvin erityisessä mielessä. Kysymme: missä tietokoneella tuotettu kuva sijaitsee? Pinnallisesti tarkasteltuna vastaus voi kuulua: monitorin kuvaruudulla. Monitorikuva on mahdollinen kuitenkin ainoastaan tietokoneen muistissa olevan tietokannan pohjalta, joka *ei ole visuaalinen*. Jos sen perustana oleva algoritmi muuttuu, myös monitorikuva muuttuu. Jos algoritmi poistetaan tietokoneen muistista myös monitorikuva häviää. Kyseessä on pelkkä visualisointi, joka pyrkii vetäytymään takaisin numeeriseksi sarjaksi tietokoneen muistiin kun suljemme ohjelman.

Se, ettei levykkeelle tai tietokoneen muistiin talletettu "kuva" ole yhdenmukainen visualisointinsa kanssa käy ilmi, kun vertaamme samasta numerosarjasta eri välineillä (esim. valokuvaamalla, printterillä, graafisella piirturilla) tulostettuja kuvia.<sup>22</sup> 3D-kuvan kohdalla on erityisen selvää, että kuvaruudulla näkyvä visualisointi on puutteellinen. Vaikka tietokoneeseen voidaan tietokonekuvan tarkastelemiseksi ohjelmoida ns. *virtuaalinen kamera*, joka voi käyttäytyä elokuvakameran tavoin (pyöriä kohteen ympärillä, zoomata, panoroita, vaihtaa kuvakulmia), se ei voi koskaan tavoittaa kolmiulotteista tietokonekuvaa kokonaisuudessa.<sup>23</sup> Sen on kullakin hetkellä valittava vain yksi näkökulma. Monitorikuva on lisäksi kaksiulotteinen, kun taas tietokoneen muistiin muodostettu "kuva" on numeerinen "kolmiulotteinen" tietokanta. Se ei ole aistein havaittavissa.

Tietokonekäsittein tilannetta havainnollistetaan sanomalla, että monitorilla näkyvä visualisointi sijaitsee tietokoneen "kuvatilassa" (image space) ja alkuperäinen kolmiulotteinen kuva sen "esinetilassa" (object space). Kyseessä on paradoksaalinen ilmiö: tietokone ei ole yhtä visualisointiensa kanssa; se on "kuva", joka ei ole visuaalinen. Voidaan tietysti kysyä, onko kuvan käsitettä mielekästä hämärtää yrittämällä soveltaa sitä johonkin ei-visuaaliseen.

Edes virtuaaliseen kuvan tarkastelu data-asussa sen keskelle sukeltamalla (ks. kohta 10) ei kumoa "kuvatilan" ja "esinetilan" erottelua kuin näennäisesti. Vaikka kokija kokee olevansa tietokonekuvan keskellä, siis kolmiulotteisessa tilassa, hänen näkökulmansa vastaa virtuaalisen kameran näkökulmaa; mahdollisuus tarkastella esinetilan visualisointia "kokonaisuudessaan" on tässäkin pelkkä teoreettinen mahdollisuus. Sitä voisi kutsua "imaginaarisen täyteen" myyiksi.<sup>24</sup> Sitä ei muuta edes ajatus tietokonekuvan tulostamisesta (hypoteettisel-



la) holografisella printterillä.

Jos tulostamme tietokonekuvan esimerkiksi piirturilla tai valokuvaamalla sen virtuaalisuus em. määritelmän mukaan häviää, koska kuva saa uuden materiaalsen perustan.

Kysymys elokuvan virtuaalisuudesta on ongelmallinen ja johtaa monimutkaiseen filosofisiin pohdintoihin. On tietysti mahdollista todeta, että elokuvakuva muodostuu katsojan mielessä aistihavainnon sekä havainnoitsijan mieleen koodatun esimmäryksen yhteisvaikutuksen perusteella (vrt. käsite "mielikuva" - sekin "kuva" joka ei ole visuaalinen). Tietoteoreettisesti tämä kuitenkin johtaa näkemukseen, jonka mukaan todellisuus *sinänsä* on virtuaalinen. Tämän vuoksi elokuva voi olla mielekästä rajata käsitteen *virtuaalinen kuva* ulkopuolelle. Toisaalta elokuvassa kiistattomasti rakennetaan kameralla taltioituista todellisuuden fragmenteista *virtuaalinen maailma* (ks. kohta 10), johon meidät houkutellessaan eläytymään *ikään kuin* se olisi todellinen.

Videonauhalle taltioitu videokuva ei ole virtuaalinen ainakaan samassa mielessä kuin tietokonekuva. Filmikuvan voi erottaa filminauhaa valoa vasten tarkastelemalla, mutta videokuvaa ei perustaltaan sähkömagneettisena voi erottaa videonauhasta; videonauhuri toistaa sen kuitenkin kokonaisuudessaan.

## 9. Virtuaalinen tila (virtual space)

Käsitettä 'virtuaalinen tila' käytetään usein hyvin spesifissä mielessä: sillä tarkoitetaan *telekommunikaation* muodostamaa tilaa. Puhelimessa keskusteleminen merkitsee seurustelua virtuaalisessa (ääni)tilassa, joka kumoaa fyysisen tilan koordinaatit. Myös tietoverkon välityksellä kommunikoiminen on tällöin virtuaalisen tilan hyödyntämistä. Tässä mielessä käsitettä käyttävät mm. telekommunikaatio-

taiteilijat Kit Galloway ja Sherrie Rabinowitz sekä tutkija Gene Youngblood.

Monitorissa läsnäolevan kirjeenvaihtajan kanssa (studiossa) keskustelevala television uutistenlukija on tämän kanssa virtuaalisessa tilassa. Myös television katsoja on uutistenlukijan kanssa virtuaalisessa tilassa, mutta hyvin rajallisessa mielessä: katsojalta puuttuu vastaamismahdollisuus. Jos ajattelemme virtuaaliseen tilaan liittyvän (fyysiseen tilaan vertautuvan) ajatuksen vastavuoroisuudesta, tätä tilaa voisi kutsua *simuloiduksi* virtuaaliseksi tilaksi. Korostetusti tästä on kyse esimerkiksi tv-evangelistojen lähetyksissä, jossa katsoja pyritään vakuuttamaan aktuaalisesta kuulumisestaan uskovien yhteisöön monin tavoin (suora osoitus, erilaiset *feedbackin* strategiat).

Toisaalta 'virtuaalisesta tilasta' puhutaan usein myös käyttöyhteyksissä, jotka eivät täytä telekommunikaation kaksisuuntaisuuden vaatimusta. Nämä käyttötavat lähenevät virtuaalisen perinteisempiä määritelmiä esimerkiksi vaikutelmaltaan tai seurausltaan todellisena, mutta kuitenkin vastaavasta fyysisestä tilasta eroavana.

Peter Weibel on pyrkinyt osoittamaan myös *tutkan* määrittelemän tilan virtuaaliseksi. Sen lähettämät elektromagneettiset signaalit tulkitaan matemaattisesti ja visualisoidaan tietyksi modulijärjestelmäksi muunnettuna tutkan kuvaruudulla. Kyseessä on siis teknologian välityksellä muunnettu tulkinta reaalisesta fyysisestä tilasta. Samalla se tekee aistein tavoittamattoman tilan muodonmuutoksen kautta näkyväksi.<sup>25</sup>

Toisin kuin telekommunikaatio tutkatila ei *kumoa* fyysisen tilan koordinaatteja, vaan muuntaa ne toiseen tuotoon. Se ei myöskään sisällä vuorovaikutteisuuden mahdollisuutta. Sitä voisikin kenties helpommin lähestyä virtuaalisen kuvan käsitteen kautta (ks. kohta 8): monitorikuva on paitsi erillään, myös erimuotoinen tutkan taivaalta tai merestä 'skannaaman' kuvan kanssa.

## 10. Virtuaalitodellisuus, VT (virtual reality, VR)

Koska "virtuaalitodellisuudeksi" (VT) kutsuttu ilmiö on hyvin nuori, alle viiden vuoden ikäinen, käsitteen käytössä esiintyy häilyvyyttä. Useimpien määrittely-yritysten mukaan sillä tarkoitetaan "tilaa", joka muodostuu 'astuttaessa' tietokonesensoreilla varustettuun ns. data-asuun (data-suit), tai ainakin data-kypärään (helmet, head-mounted display, HMD), data-laseihin (goggles) ja data-hanskoihin (gloves) pukeutuneena 'sisään' tietokoneen visualisointimahdollisuuksien avulla luotun kuvaan.

Virtuaalitodellisuuden systeemissä ihmisen aistimet tavallaan peitetään uusilla, tietokoneaktivoituilla aistimilla (sensoreilla), jolloin ne aistivat fyysisen maailman sijasta tietokoneella luotua synteettistä todellisuutta. Sensorit välittävät kullakin het-

kellä niihin kytketylle tietokoneelle informaatiota data-asusteita käyttävän henkilön ruumiin liikkeistä. Tietokoneohjelma reagoi tähän reaaliaikaisesti. Koska henkilö käyttää stereoskooppisilla nestekidenäytöillä varustettuja laseja ja panoraamista äänisysteemiä hänelle syntyy vaikutelma - siis *illuusio* - tietokonekuvan, toisin sanoen sen visualisoinnin sisällä liikkumisesta.

Tämä tietokonekuva on kuvasynteessin avulla luotu kolmiulotteinen tietokanta, joka voi ulottuvuuksiltaan olla 'satojen neliökilometrien' laajuisen. Sitä nimitetään usein *virtuaaliseksi maailmaksi* (virtual world). Se voi koostua rakennuksista, kaupungeista, simuloidusta Venus-planeetan maisemasta, Richard Vossin fraktaalivalokuvien tapaisista fraktaalimaisemista, ilman minkäänlaista tunnistettavaa referenttiä vailla olevista fantasiamaisemista. Virtuaalisen maailman rajat ovat tietokoneohjelman ja tiedoston rajat.

Virtuaalitodellisuus on - määritellyissä puitteissaan -interaktiivinen - sen sisällä voi liikkua haluamia reittejä pitkin, siellä olevia esineitä voi liikutella. Tietokonekuvalla usein ominaista 'siisteysttä', pintojen steriiliyttä ja yksityiskohtien suhteellista köyhyyttä lukuunottamatta virtuaalitodellisuus simuloi fyysistä reaaliympäristöä ulkoisesti.<sup>26</sup> Siellä eivät kuitenkaan päde fyysisen maailman lait - seinien läpi on mahdollista kulkea ja nousta lentoon; tätä kautta on helppo ymmärtää rinnastukset uneen tai hallusinogeenien aiheuttamiin kokemuksiin. Kokemus virtuaalitodellisuudesta on tekniikan nykyisessä kehitysvaiheessa visuaalinen ja audittiivinen; eri mahdollisuuksia kosketusaistin simulointi on kuitenkin jo olemassa.

Reaalitodellisuuden ulkoisten piirteiden simuloinnista huolimatta virtuaalitodellisuus on korostetun kokemuksellinen tila. Itse asiassa se on määritelty nimenomaan käyttöliittymän (*interface*) suunnasta. Tietokonekuvan sisällä oleminen, sen *kokeminen* "ympäristöksi" määrittelee "virtuaalitodellisuuden". Onkin todettu, että osuvampi nimi tälle keksinnölle voisi olla *virtuaalinen kokemus* (virtual experience, VE) tai jopa *intentionaalinen todellisuus* (intentional reality, IR).<sup>27</sup>

Nimeämiskäytäntöjä sekoittaa, että Jaron Lanier, yksi tämän teknologian tärkeimmistä kehittäjistä käyttää nimitystä "virtuaalitodellisuus" edellä esitetyssä "virtuaalisen tilan" telekommunikaatioon liittyvässä merkityksessä. Hänen mukaansa virtuaalitodellisuuden tärkein potentiaali liittyy näiden laitteiden kytkemiseen puhelinverkon välityksellä toisiin vastaaviin laitteisiin. Tämä mahdollistaa uudenlaisen elävän kuvan kulttuurin, tavallaan näköpuhelimen idean laajennuksen: virtuaalitodellisuuden laitteiston avulla fyysisesti toisistaan erillään oleville ihmisille tulee mahdolliseksi oleskella samassa tilassa. Tähän pyrkii Lanierin keksimä *Reality Built for 2* -laitteisto. Virtuaalitodellisuudessa kohtaavat henkilöt voivat valita haluamansa miljöö; he voivat



myös "vapaasti" - tietokoneohjelman puitteissa - valita omat ulkomuotonsa.

Lanierin idean toteutumisen esteenä ei ole niinkään enää itse virtuaalitodellisuuden teknologia, kuin puhelinverkon maantieteellisesti epätasainen kehitysaste. Nykyisiä, yksityisen käyttäjän ulottuvilla olevia puhelinlinjoja pitkin on mahdollista lähettää vain verrattain köyhiä tietokonekuvia. Vaikka esimerkiksi Suomeen on jo vedetty lähes valtakunnanlaajuinen valokaapeliverkko, joka kelpaa myös televisiokuvan lähettämiseen (*Huomenta Suomi* -ohjelman alueelliset katsaukset!), sen käyttöoikeus edellyttää erityisen datatie-liittymän vedättämistä. Lanierlaisen virtuaalitodellisuuden läpimurto demokraattisena, valtiolliset ja yhteiskunnalliset rajat ylittävänä yhteydenpitokanavana joutuu odottamaan valokaapelin käyttöoikeuden yleistymistä ja halpenemistä. Samanaikaisesti odotetaan myös HDTV-näyttöjä data-kypäriin niiden resoluution parantamiseksi.

Sillä välin Kit Gallowayn ja Sherrie Rabinowitzin idea nykyistä puhelinverkkoa hyödyntävästä elektronisten multimediahaviloiden verkosta on käyttökelpoinen vaihtoehto. Vastaavasti monet yhteisöllisessä käytössä olevat ei-kaupalliset tietoverkot ovat vähitellen laajentumassa multimedia-verkoiksi.<sup>28</sup>

Virtuaalitodellisuuden yleisimmät sovellusalueet tulevat lähivuosina löytymään vielä muualta kuin televälitteisistä systeemeistä - arkkitehtoonisten mallien luomisesta ja testauksesta, tietokoneavusteisesta tuotannonsuunnittelusta, virtuaali-kirurgisista operaatioista, sotilaallisista sovelluksista yhden käyttäjän systeemeistä aina useita satoja osanottajia kattaviin virtuaaliin taistelukenttiin (uranuurtajana USA:n armeijan SIMNET) saakka, sekä luonnollisesti VT-tietokonepeleistä, joiden esiinmarssi Yhdysvaltain ja Japanin pelihalleihin on jo alkanut. VT on tulossa myös taiteeseen - käyttöliittymäksi virtuaaliin maalauksiin ja interaktiivisiin installaatioihin.

*Kiitän Klaus Oeschia artikkeliini vaikuttaneista kommentaista.*

## Viitteet:

<sup>1</sup> Ks. Youngbloodin artikkelia "Simulacrumin aura" tässä julkaisussa.

<sup>2</sup> Raymond Williams: *Television. Technology and Cultural Form*, Fontana/Collins, Glasgow 1974.

<sup>3</sup> Ks. Gallowayta ja Rabinowitzia käsittelevää osuutta tässä julkaisussa.

<sup>4</sup> Ks. Erkki Huhtamon artikkelia "Sähköpaimenia rajaseudulla" tässä julkaisussa.

<sup>5</sup> Radiotaiteesta, ks. artikkeleitani "Ars acustica. Radiotaidetta etsimässä" sekä "Hank Bullin ajatuksia radiosta, radiotaiteesta ja interaktiivisuudesta", *Chant*, 5/1989, 42-51.

<sup>6</sup> Tarkemmin, ks. oheisen julkaisun kirjallisuusluettelon kohtaa "te-

lekommunikaatio ja taide".

<sup>7</sup> Ks. Erkki Huhtamo: *Video USA*, Karloff Film Ltd. (ilmestyy syksyllä 1991).

<sup>8</sup> Gene Youngblood: "Simulacrumin aura", op.cit. Tietokoneesta on viime aikoina alettu puhua myös "mediakoneena" (media engine), mikä viittaa eri välineiden syöttämiseen sen kautta, esimerkiksi erilaisten videopakkausten mahdollistamiin elävän videokuvan käsittelymahdollisuuksiin.

<sup>9</sup> Timothy Binkley: "Digital Dilemmas", *Leonardo*, Supplemental Issue 1990, 14.

<sup>10</sup> Ks. tarkemmin: Derrick De Kerckhove: "Le virtuel, imaginaire technologique", *Traverses*, n:o 44-45 (Septembre 1988), 79-80; sekä Erkki Huhtamo: "3 x IT", *Taide*, n:o 2/1991, 37-38.

<sup>11</sup> Umberto Eco: *Den frånvarande strukturen. Introduktion till den semiotiska forskningen*, Bo Cavefors, Lund 1971 (alk.1968), 185-229.

<sup>12</sup> Toisaalta, kuten Klaus Oesch minulle muistutti, televisio on tänä päivänä yhä selkeämmin itsekin muuttumassa tietokoneeksi. Kun tietokone samanaikaisesti saa televisiolle kuuluneita piirteitä rajanäiden välillä on häviämässä. Teräväpiirtotelevisio sijoittuu selvästi näiden teiden leikkauspisteeseen.

<sup>13</sup> Edmond Couchot: *Images. De l'optique au numérique*, Hermes, Paris 1988, 190.

<sup>14</sup> Gene Youngblood: "Simulacrumin aura", op.cit.

<sup>15</sup> Ks. Jean Baudrillard: *The Evil Demon of Images*, The Power Institute of Fine Arts, Sydney 1987, 13-14.

<sup>16</sup> Gene Youngblood: "Simulacrumin aura", op.cit.

<sup>17</sup> Lentosimulaation kehityksestä ks. Ron Reisman: "A Brief Introduction to the Art of Flight Simulation", *Ars Electronica 1990. Band II: Virtuelle Welten*, Gottfried Hattinger et al. (Hg.), Veritas-Verlag, Linz 1990, 159-169.

<sup>18</sup> Kattava esitys Kruegerin systeemistä on Myron W. Krueger: *Artificial Reality II*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts 1990.

<sup>19</sup> Vincent J. Vincent: "Vivid Effects' Mandala System Virtual Realities...A Glimpse of Today's Future", *Imagina 1991. Actes. Proceedings*, Monte Carlo 1991, 4.46-4.52.

<sup>20</sup> Marraskuussa 1991 ilmestyy teos nimeltä *Cyberspace*, edited by Michael Benedict, MIT Press, Cambridge 1991.

<sup>21</sup> *ATK Sanakirja. Finnish Dictionary of Information Processing*, 5. korjattu painos, Suomen ATK-kustannus Oy, Kouvola 1990.

<sup>22</sup> Ks. Timothy Binkley: "Digital Dilemmas", op.cit., 14.

<sup>23</sup> Timothy Binkley: "Camera Fantasia: Computed Visions of Virtual Realities", *Millennium Film Journal*, n:o 20/21 (Fall/Winter 1988-89), 6-43).

<sup>24</sup> Kiitän Martti Lahtea ja Kari Salmista tästä ajatuksesta.

<sup>25</sup> Peter Weibel: *Die Beschleunigung der Bilder in der Chronokratie*, Benteli Verlag, Bern 1987, 98-99.

<sup>26</sup> Kuten Klaus Oesch minulle huomautti, nämä tietokonekuvan "tunnuspiirteet" ovat nopeasti muuttumassa työasemien suorituskyvyn kaiken aikaa kasvaessa. Tulee mahdolliseksi simuloida yhä läheisemmin aistein havaittavaa maailmaa. Tilanne on filosofisesti mielenkiintoinen. Reaalimaailmassa pyrimme parhaamme mukaan valjastamaan tietokoneteknologian saasteen ja epäjärjestyksen eliminoimiseen. Tietokoneiden edistyminen ilmenee toisaalta sen kyvyssä tuottaa "likaa", "tahroja", "epätäydellisyyttä" tietokonekuvan steriliin todellisuuteen. Yhä täydellisemmän maailman tuottaminen merkitsee myös sen *puutteiden* yhä täydellisempää tuottamista.

<sup>27</sup> Timothy Druckrey: "Revenge of the Nerds. An Interview with Jaron Lanier", *Afterimage*, vol.18, n:o 10 (May 1991), 6.

<sup>28</sup> Ks. tarkemmin *Whole Earth Review*'n teemanumeroa "Electronic Democracy", n:o 71 (Summer 1991), 4-42.