Generatiivinen rytmin mallinnus

Jani Hohtio

Tiivistelmä

Tiettyyn musiikilliseen idiomiin tottunut kuuntelija intuitiivisesti ymmärtää kyseisen musiikin rytmillisiä, harmonisia ja melodisia rakenteita. Lerdahlin ja Jackendoffin kirjassa *A Generative Theory of Music* kyseisen ymmärrysprosessin tuottamia rakenteita pyritään kartoittamaan ja formalisoimaan kognitiotieteen ja lingvistiikan innoittamana sekä näiden metodologioita hyväksikäyttäen. Heidän esittämä teoria soveltuu vain länsimaiseen tonaaliseen musiikkiin, joka on luonteeltaan homofonista. Tässä esitelmässä keskitytään teoriassa esitettyyn rytmillisten rakenteiden osuuteen.

1 Johdanto

Lerdahl ja Jackendoff [1] ovat keskittyneet tonaalisen musiikin kieliopin rakentamisessa niihin musiikin rakenteisiin, jotka kuuntelija ymmärtää hierarkisina. Esimerkiksi kappaleen jako motiiveihin, fraaseihin ja edelleen korkeamman tarkastelutason rakenteisiin. Ne musiikilliset ilmiöt, joita ei voida käsitellä hierarkisina, on jätetty formalisoinnin ulkopuolelle. Näitä ovat esimerkiksi äänenväri, dynamiikka sekä motiivien ja teemojen kehittely. Näiden tekijöiden vaikutukset otetaan kuitenkin huomioon muita rakenteita määriteltäessä.

Esitetyssä teoriassa musiikista tarkastellaan neljää rakennetta:

metrinen rakenne (engl. metric structure) : Musiikin kuuntelussa havaitut tasaisin väliajoin ilmenevät iskut ja iskualan vahvuuden havaitseminen.

ryhmittelyrakenne (engl. grouping structure) : Musiikillisen kappaleen yksittäisten tapahtumien ryhmittely asteittain isompiin kokonaisuuksiin. Tapahtumien ryhmittely vaikuttaa myös havaittuun rytmiseen rakenteeseen.

aika-välin pelkistäminen (engl. time-span reduction) : Sävellyksen äänitapahtumat asetetaan ns. "tärkeyden hierarkiaan"suhteessa edellä mainittuihin rakenteisiin.

jatkuvuuden pelkistäminen (engl. prolongational reduction) : Sävellyksen äänet asetetaan hierarkiaan, joka ilmaisee harmonisia ja melodisia jännitteitä ja purkauksia, sekä jatkuvuutta ja kehittelyä.

Nämä osa-alueet eivät ole täysin itsenäisiä, sillä yhdellä osa-alueella havaittu rakenne voi vaikuttaa toisen osa-alueen rakenteiden muodostamiseen. Lerdahlin ja Jackendoffin teorian lopullisena päämääränä ovat aikavälin ja jatkuvuuden pelkistäminen, joiden pohjaksi ryhmittely ja metrinen rakenne on määritelty. Jokainen osa-alue koostuu kahdenlaisista säännöistä, jotka on esitetty selkokielisesti. Mitään matemaattisia tai muita symbolisia kaavoja Lerdahl ja Jackendoff eivät ole muotoilleet, sillä tuloksena ei olisi kuitenkaan yleispätevä algoritmi rakenteiden muodostamiseen annetusta musiikista. Hyvinmuodostuneisuussäännöt (engl. well-formedness rules) määrittelevät ehdot ja rajoitukset rakenteiden määrittelemiselle (kts. kuva 1). Preferenssisäännöt (engl. preference rules) ehdottavat tiettyjä rakenteita toisten rakenteiden sijasta silloin, kun hyvinmuodostuneisuussäännöt sallisivat useita (kts. kuva 2). Preferenssisääntöjä ei esiinny lingvistiikassa, mutta musiikin "kieli"on moniselitteisempää kuin puhuttu kieli, joten tämän vuoksi preferenssisääntöjen muodostaminen on katsottu tarpeelliseksi. Niiden idea perustuu paljolti psykologian Gestalt-koulukunnan opetuksiin. Lerdahlin ja Jackendoffin ne ovat mukaan "empiirisiä havaintoja ihmisen havaintojen luonteesta". Preferenssisääntöjen soveltamiselle ei ole määritelty järjestystä, minkä seurauksena useita on mahdollista tehdä erilaisia rakenteellisia tulkintoja. Tätä teoriaan jäänyttä moniselitteisyyttä on oikeutettu sillä, että ihmiset voivat tulkita sävellyksiä eri tavoin. Preferenssisääntöjen tarkentaminen esimerkiksi painoarvojen antamisella ei ole Lerdahlin ja Jackendoffin mielestä mielekkäästi toteutettavissa, sillä tuloksena on helposti liian yksinkertaistava teoria, joka menettää yleispätevyytensä. Sääntöjen selkokielisyyden ja preferenssisääntöjen aiheuttaman moniselitteisyyden vuoksi teoria ei ole suoraan laskennallisesti suoritettavissa oleva menetelmä.

GWRF 4: If a group G_1 contains part of a group G_2, it must contain all of G_2.

Kuva 1: Esimerkki hyvinmuodostuneisuussäännöstä

GPRF 5 (Symmetry): Prefer grouping analyses that most closely approach the ideal subdivision of groups into two parts of equal length.

Kuva 2: Esimerkki preferenssisäännöstä

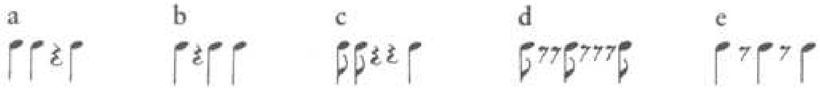
Tietyt musiikilliset tapahtumat, kuten limittyminen (engl. overlap) ja sulautuminen (engl. elision) eivät kuitenkaan asetu hyvinmuodostuneisuussääntöjen määrittelemään hierarkiaan. Näitä poikkeuksia varten on kolmas sääntöryhmä, transformaatiosäännöt (engl. transformational rules). Lingvistiikassa transformaatiosäännöt ovat hyvin keskeisiä, mutta musiikissa näiden soveltamista tarvitaan harvemmin.

Lerdahlin ja Jackendoffin teoriassa rytmillisten rakenteiden havaitsemisessa keskeistä on jaottelu metrisen- ja ryhmittelyrakenteen välillä. Metrinen rakenne ilmenee selkeimmin lähellä musiikin pintaa ja se on johdettu musiikissa ilmenevistä aksenteista. Siirryttäessä kauemmas musiikin pinnasta ryhmittelyrakenteessa ilmenevät rakenteelliset aksentit, kuten esimerkiksi kadenssit, vaikuttavat rytmillisen rakenteen havaitsemiseen.

Seuraavissa luvuissa on käsitelty tarkemmin generatiivisen rytmin mallinnuksen kahta komponenttia eli ryhmittelyrakennetta ja metristä rakennetta.

2 Ryhmittelyrakenne

Ryhmittelyrakenne perustuu ideaan, että tonaalinen homofoninen musiikki rakentuu ryhmistä, jotka rakentuvat ryhmistä jne. Tämän intuition lähtökohtana on esitetty vertailu ryhmittelyyn näköhavainnossa. Psykologian Gestalt-koulukunnan piirissä (Wertheimer, Köhler, Koffka) on tutkittu, että ihmisellä on taipumus ryhmitellä näkemiään objekteja näiden välisten etäisyyksien ja objektien samankaltaisuuden perusteella. Toisiaan lähellä olevat tai samankaltaiset objektit ihminen ryhmittelee yhteen. Tähän perustuu esitetty intuitio siitä, että lähekkäiset äänitapahtumat (kts. kuva 2) sekä äänenkorkeudeltaan toisiaan lähellä olevat tapahtumat ihminen ryhmittelee samalla tavalla (kts. kuva 2). Muista teorian osa-alueista poiketen ryhmittelyrakenteen säännöt ovat idiomista riippumattomia johtuen psykologisesta lähestymistavasta.

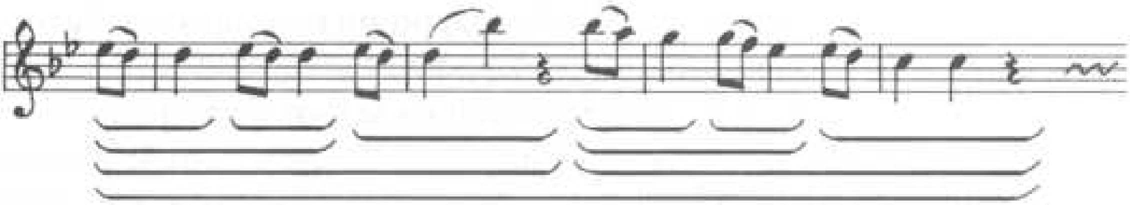


Kuva 3: Lähekkäiset nuottitapahtumat koetaan kuuluvaksi samaan ryhmään. Esim. a- ja c-kohdissa kaksi ensimmäistä nuottia.

Kuva 4: Äänenkorkeudeltaan lähekkäiset äänet mielletään samaan ryhmään kuuluviksi. Esimerkissä saman sävelen toistot koetaan kuuluvaksi samaan ryhmään.

Ryhmittelyn rakentamiseen vaikuttavat sekä matalan tason detaljit sekä globaalit rakenteet. Preferenssisäännöt on jaettu näiden kahden tarkastelutason mukaan. Matalalla tasolla vaikuttivia asioita ovat esim. äänitapahtumat, artikulaatio, dynamiikka ja äänialat. Globaalilla tasolla ryhmittelyyn vaikuttavat mm. symmetria, sekä motiivinen, temaattinen, rytminen ja harmoninen rinnakkaisuus. Rinnakkaisuuden havaitseminen vaatii idiomin tuntemusta ja silloinkin rinnakkaisuuden tarkka määritteleminen on vaikeaa. Tästä johtuen rinnakkaisuuden määritelmän formalisointi on jätetty teoriasta pois ja jätetty analysoijan vastuulle. Ryhmittelyrakenteen hierarkia merkitään viivoilla notaation alle, kuten kuvassa 5 on esitetty.

Myös esittäjä vaikuttaa ryhmittelyrakenteen muodostamiseen, koska teoria yrittää mallintaa kuuntelijan havaitsemia rakenteita sen sijaan, että analysoitaisiin rakenteita musiikkinotaatiosta. Esittäjä artikuloi helposti esityksessään musiikkia niin, että hänen itse tulkitsemansa rakenteet korostuvat. Esittäjä voi korostaa omia preferenssejään esim. pidentämällä jonkin tapahtuman kestoa suhteessa toiseen tai sisällyttämäl-



Kuva 5: Esimerkki hierarkisesta ryhmittelyrakenteesta

lä tauon äänitapahtumien väliin. Eri esittäjien versiot samasta musiikkikappaleesta voivat tuottaa siis eri ryhmittelyrakenteet.

Ryhmittelyrakenteen säännöt koostuvat 5 hyvinmuodostuneisuussäännöstä, 7 preferenssisäännöstä ja kahdesta transformaatiosäännöstä johdannossakin mainittujen tapahtumien, eli limittymisen ja sulautumisen ilmaisemista varten. Limittymisessä tapahtuma tai jakso tapahtumia mielletään kuuluvan kahteen peräkkäiseen ryhmään. Sulautuminen on limittäytymisen erikoistapaus, jossa tapahtuma tai tapahtumajakso ei mielletä kuuluvaksi kahteen ryhmään, vaan ryhmän viimeinen tai ensimmäisen tapahtuma sulautuu toisen ryhmän samanaikaiseen tapahtumaan. Sulautumisessa on kyse yleensä dynamiikan tai tekstuurin muutoksesta ryhmien liitoskohdassa.

3 Metrinen rakenne

Musiikin metrinen rakenne koostuu tasavälein havaituista iskuista, jotka havaitaan vielä lisäksi joko vahvoina tai heikkoina. Metrinen rakenne tulee määritellä erikseen, sillä ryhmittelyrakenne määrittelee vain ryhmien alkamis- ja loppumiskohdat, ja voimakkaat iskut eivät välttämättä osu samoille kohdille. Metrisen rakenteen hierarkia merkitään pisteillä notaation alle (kts. kuva 6). Vahvoja iskuja ovat ne, jotka ovat iskuja seuraavaksi korkeammalla hierarkian tasolla. Esim. kuvan 6 ensimmäisen pisterivin ensimmäinen, kolmas ja viides isku ovat vahvoja iskuja, sillä ne ovat iskuja myös toisella pisterivillä.

Metrinen rakenne johdetaan sävellyksessä esiintyvistä aksenteista, jotka jaetaan kahteen ryhmään: tapahtuma-aksentit (engl. phenomenal accents) ja rakenteelliset aksentit (engl. structural accents). Tapahtuma-aksentteja ovat esim. kaikki säveltapahtumat sekä dynamiikan vaihtelun aiheuttamat korostukset. Rakenteelliset aksentit ovat melodisten ja harmonisten painotusten, etenkin kandessien, vaikutuksesta johtuen havaittuja korostuksia. Metrinen rakenne on siis täysin psyykkinen rakenne, joka syntyy kuulluista painotuksista, joita ihminen yrittää sovittaa yhteen sallitun metrisen rakenteen kanssa. Länsimaisessa musiikissa ns. sallitut eli tutut rytmirakenteet ovat kahdella tai kolmella jaollisia. Jos selkeät säännölliset aksentit puuttuvat, havainnon tuloksena voi olla esim. synkooppi tai suorastaan metrisen rakenteen epäselvyys.

Metrisessä hierarkiassa kaikki iskutasot eivät ole yhtä selkeästi säännöllisiä. Esimerkiksi 1/8 nuottitasolla metrinen rakenne ei välttämättä ole säännöllinen, mutta

1/4 tai puolinuottitasolla tarkasteltuna säännöllisyys on selkeää. *Tactus* on metrinen taso, jolla metrisen rakenteen säännöllisyys on selkeintä. Se on myös matalin taso, jolla iskujen tulee esiintyä tasaisin väliajoin. Tripletit ym. rakenteet saattavat vaikeuttaa iskujen tasavälistä jaottelua hierarkian matalilla tasoilla, joten vain tactuksen ja sitä korkeampien tasojen iskujen tulee esiintyä tasaisesti. Tyypillistä tactuksen tasoa ei voi yleispätevästi määritellä, mutta yleensä se sijoittuu ihmisen pulssin sykkeen tietämille.

Kuva 6: Esimerkki hierarkisesta metrisestä rakenteesta

Metrisen rakenteen säännöt koostuvat 4 hyvinmuodostuneisuussäännöstä, 10 preferenssisäännöstä ja yhdestä transformaatiosäännöstä korkean tason metrisiä epäsäännöllisyyksiä varten. Preferenssisäännöt on luokiteltavissa neljään kategoriaan. Ensimmäinen kategoria sisältää säännöt rinnakkaisuuden ja ryhmittelyrakenteen vaikutuksista. Toisen kategorian säännöissä mallinnetaan äänitapahtumien ja paikallisten painotusten vaikutuksia. Kolmannessa kategoriassa mallinnetaan tapahtumien keston vaikutusta havaittuun rytmiin. Viimeisessä kategoriassa otetaan huomioon basson, kadenssien, pidätyksien ja aikavälin pelkistämisen vaikutukset. Transformaatiosääntö käsittelee limittymisen ja sulautumisen aiheuttamia poikkeamia hyvinmuodostuneisuussäännöistä. Hyvinmuodostuneisuussäännöt sanelevat, että iskujen tulee esiintyä tasaisin väliajoin, mutta joskus limittymisten ja sulautumisten yhteydessä korkeammalla metrisellä tasolla iskut eivät esiinny tasaisesti. Vaikutelmana on, että yksi tai useampi metrisen rakenteen tahti on poistettu (engl. metrical deletion). Limittymisen ja sulautumisen yhteydessä oikea ryhmä poikkeuksetta tuntuu alkavan vahvalla metrisellä osalla. Vasemman ryhmän loppuessa vahvalla metrisellä osalla hyvinmuodostuneen metrisen rakenteen muodostaminen ei tuota ongelmia. Poikkeama voi kuitenkin syntyä, jos vasen ryhmä loppuu heikolla metrisellä osalla. Tällöin toinen ristiriidassa olevista tulkinnoista on poistettava.

4 Johtopäätökset

Lerdahl ja Jackendoff lähtevät liikkeelle etsimään kielioppia länsimaiselle taidemusiikille, mutta tuloksena on enemmänkin analyysimenetelmä. Sääntöjen vapaamuotoisuus ja preferenssisääntöjen sallima moniselitteisyys eivät salli menetelmän soveltamista laskennallisesti ilman analysoijan syötteitä. Lisäksi on syytä epäillä yksinkertaistaako hierarkisesti mallinnettaviin elementteihin keskittyminen musiikkia liikaa. Teorian rajaaminen homofoniseen tonaaliseen musiikkiin on rohkea päätös, sillä kenttä on hyvin laaja. Lerdahl ja Jackendoff eivät pysty annetussa tilassa osoittamaan metodologiaansa koko kentän kannalta päteväksi ja yksikin esimerkki, jota ei annettujen sääntöjen avulla saisi analysoitua osoittaisi teorian vääräksi. Vaikka teoria ei onnistuisi määrittelemään tonaaliselle musiikille yleispätevää kielioppia, sen monitieteellinen lähestymistapa antaa sille arvoa musiikkitieteellisestä ja kognitiotieteellisestä näkökulmasta tarkasteltuna.

Viitteet

[1] Fred Lerdahl & Ray Jackendoff, *A Generative Theory of Tonal Music*, MIT Press, 1983.