

Inimheliloomingu fraktaalset geomeetriast

Dmitri Kartofelev ja Liisi Raudväli

Tallinna Tehnikaülikool, Küberneetika instituut

Muusikastiile on peaaegu sama palju kui heliloojaid, kuna iga helilooja annab kompositsiooni kallal töötades edasi enda individuaalse maitse ja eelistused. Kas eelmainitud mitmekesisuse ja individuaalsuse taga on võimalik leida ka korrapära, mis eristab muusikateoseid juhuslikult valitud nootidest? Öeldakse, et muusika on *õige* tasakaal ennustatavuse ehk korrapära ja meid üllatava ehk juhuslikkuse vahel. Selle õige tasakaalu hindamiseks saame tugineda fraktaalgeomeetria mõistele [1]. Uuringud on näidanud, et muusika allub $1/f^D$ astmeseadusele, kus aste D on fraktaalne dimensioon [2–7]. Heli kõrguse, meloodia, rütmi kui ka helitugevuse kõikumised inimheliloomingus alluvad $1/f^D$ astmeseadusele [8].

Käesolevas ettekandes tutvustame tõendeid muusikas esinevast fraktaalgeomeetriast [2, 4]. Lisaks demonstreerime lihtsaimat algoritmilise meloodia loomise võtet. Algoritmiline muusikakompositsioon võib põhineda *kaootilistel* dünaamilistel süsteemidel, enesesarnastel iteratiivsetel kujutustel või keerukamatel iteratiivsetel skeemidel [9, 10], mis kasutavad ära mittelineaarse dünaamika “struktureeritud spontaansust”, muutes matemaatilised objektid otse muusikalisteks üksusteks. Saadud partituurid sisaldavad just piisavas koguses enesesarnast kaootilisust, et kuulaja tajuks seda muusikana. Saab näidata, et fraktaalgeomeetria abil on võimalik kirjeldada erinevate stiilide ja ajastute inimheliloomingut [5]. Muusika aluseks olev fraktaalne struktuur võib olla seletuseks sellele miks muusika on inimestele meeldiv ja harmoneerub loodusega laiemalt [1, 4]. On teada, et paljude loodusnähtuste aspektid omavad fraktaalgeomeetriat [1, 11]. Lisaks teame, et neuronite tasandil resoneerub inimese tõhusamalt just sisendstiimulitega, mis omavad fraktaalgeomeetria *cf.* [12, 13].

Viited

- [1] B. B. Mandelbrot, “The Fractal Geometry of Nature,” W. H. Freeman and Company, New York, 1982
- [2] K. J. Hsü and A. Hsü, “Self-similarity of the “1/f noise” called music,” Proc. Natl. Acad. Sci., vol. 88, pp. 3507–3509, 1991.
- [3] K. J. Hsü and A. Hsü, “Fractal geometry of music,” Proc. Natl. Acad. Sci., vol. 87, pp. 938–941, 1990.
- [4] K. J. Hsü, “Applications of fractals and chaos,” Springer-Verlag, pp. 21–39, 1993.
- [5] D. J. Levitina, P. Chordiab, and V. Menonc, “Musical rhythm spectra from Bach to Joplin obey a 1/f power law,” PNAS, vol. 109, no. 10, pp. 3716–3720, 2012.
- [6] M. Bigerelle and A. Iost, “Fractal dimension and classification of music,” Chaos, Solitons and Fractals, vol. 11, pp. 2179–2192, 2000.

- [7] N. Nettheim, "On the spectral analysis of melody," *Journal of New Music Research*, vol. 21, pp. 135–148, 1992.
- [8] R. V. Voss and J. Clarke, "'1/f noise' in music and speech," *Nature*, vol. 258, pp. 317–318, 1975.
- [9] M. A. Kaliakatsos-Papakostas, A. Floros, and M. N. Vrahatis, "Music Synthesis Based on Nonlinear Dynamics," In proceedings of Bridges 2012: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture, July 25-29, Baltimore, USA, pp. 467–470, 2012.
- [10] A. E. Coca, G. O. Tost, and L. Zhao, "Characterizing chaotic melodies in automatic music composition," *Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science*, vol. 20, no. 3, pp. 033125, 2010.
- [11] K. J. Hsü, "Actualistic Catastrophism: Address of the retiring President of the International Association of Sedimentologists," *Sedimentology*, vol. 30, no. 1, pp. 3–9, 1983.
- [12] Y. Yu, R. Romero, and T. S. Lee, "Preference of sensory neural coding for 1/f signals," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 94, pp. 108103, 2005.
- [13] J. Jeong, M. K. Joung, S. Y. Kim "Quantification of emotion by nonlinear analysis of the chaotic dynamics of electroencephalograms during perception of 1/f music," *Biol. Cybern.*, vol. 78, pp. 217–225, 1998.