

MUZICA FRACTALĂ ÎN CURSUL TEHNICILOR COMPONISTICE MODERNE

FRactal Music in the University Course of the Modern Techniques of Composition

GHENADIE CIOBANU,
profesor universitar interimar,
Academia de Muzică, Teatru și Arte Plastice

În prezenta lucrare autorul analizează natura fractală a muzicii, bazându-se pe unele studii în domeniu, precum și pe procesele de generare ale unei creații muzicale după modelele proceselor fractale. În articol sunt descrise abordările principale cu referire la teoria fractală a muzicii moderne, în scopul familiarizării generale a studenților cu segmentul respectiv al componisticii muzicale contemporane. Materialul prezentat face parte din cursul universitar Tehnicile componistice moderne.

Cuvinte-cheie: muzică de computer, compoziție algoritmică, fractal, compoziție fractală, programe muzicale de calculator.

In this paper the author analyzes the fractal nature of music, relying on some studies in the field, and the processes of generating a musical work according to the models of fractal processes. The article describes the main approaches regarding the fractal theory of modern music, with the general aim to familiarize the students with the respective segment of contemporary music composition. The presented material is part of the university course Modern Composition Techniques.

Keywords: computer music, algorithmic composition, fractal, fractal composition, music software.

Tehnologiile noi, aplicate în orice artă, declanșează de fiecare dată o adevărată revoluție în plan estetic. Utilizarea instrumentelor noi ale creației contribuie la schimbarea radicală a posibilităților artiștilor, înzestrându-i cu un potențial creativ mai bogat. De la apariția primului computer a trecut mai mult timp, acum ne aflăm la începutul unui nou deceniu al unui nou mileniu. La instrumentele muzicale acustice secolul XX a adăugat noi generatori de sunete. Apariția computerului modern și încorporarea lui în muzică în calitate de controlor, iar mai apoi și de generator de muzică a revoluționat universul compoziției muzicale. Apare genul de muzică pentru computer sau informatica muzicală (*computer music*) [1]. Definiția actuală a muzicii de calculator sau a informaticii muzicale ar putea fi formulată în modul următor: varietatea de sarcini realizate cu ajutorul computerului și îndreptate spre activitățile muzicale. Aceste sarcini cuprind: înregistrarea, transformarea și reproducerea așa-numitelor „arhive” și a secvențelor muzicale, elaborarea partiturilor, sinteza directă a sunetelor într-o formă digitală și generarea de lucrări muzicale.

Odată cu apariția computerului personal în cel de al optulea deceniu al secolului trecut, compozitorii încep să conștientizeze cât este de neconținut și deschis spațiul creației muzicale. Tehnologiile, îndepărtate în trecut de compozitori, din acest moment se apropie de ei într-o formă substanțială. Apar programe noi tot mai ușor utilizabile. Programele respective sunt eficiente pentru realizarea oricărui tip de activitate ce se referă la domeniul compunerii la computer și pentru computer.

Problema studierii actului artistic, exprimat prin simboluri numerice, prin cifre a devenit una dintre cele mai tentante provocări ale secolului XX. Interferențele dintre muzică și matematică au reprezentat un obiect de studiu pentru matematicieni și muzicieni încă din epoca lui Pitagora. Astăzi, această coeziune dintre artă și știință și-a găsit expresia într-un instrument muzical nou — în computer, precum și în muzica de computer, care apare ca fenomen bazat pe teoria algoritmilor în cea de a doua jumătate a secolului XX [2].

Ideea de a formaliza muzica cu ajutorul algoritmilor a apărut cu mult timp înaintea construirii primelor calculatoare, dar, numai odată cu apariția acestora, procesul dat s-a dezvoltat într-un do-

menui aparte, cu vaste posibilități de întruchipare a ideilor componistice dintre cele mai curajoase. Printre compozitorii care au stat la originile muzicii de calculator bazată pe algoritme se evidențiază Iannis Xenakis, Lejaren A. Hiller¹ și Pierre Boulez, — care au utilizat tehnica serială de compoziție, iar Xenakis — și tehnica stochastică [3].

În articolul prezent vom analiza natura fractală a muzicii, precum și procesele de generare ale unei creații muzicale după modelele proceselor fractale și vom descrie două abordări principale cu referire la teoria fractală a muzicii moderne.

*Algoritm*ul reprezintă o succesiune bine definită de acțiuni îndreptată spre obținerea unui anumit rezultat. În scopul fixării univoce a algoritmilor sunt utilizate limbaje algoritmice formalizate, compuse din alfabet corespunzătoare (un set de caractere-simboluri), reguli sintactice și definiții semantice. Teoria algoritmilor facilitează rezolvarea diverselor probleme uniforme sau acțiuni, prin divizarea acestora într-un șir de prescripții stabilite și succesiuni formate dintr-un număr finit de operații elementare. În baza algoritmilor au fost construite programe, precum Music-IV, Csound, SuperCollider, MAX/MSP ș.a. [4]. În muzica algoritmică, în calitate de punct de pornire, adesea sunt utilizate oscilațiile unei valori anumite într-un diapazon determinat, conform legii aleatorii. În calitate de temă, compoziția de calculator are la bază un algoritm constructiv, care este mereu individualizat în conștiința compozitorului, iar programul creat special poate fi, în anumite cazuri, asemuit prototipului lucrării. De fapt, algoritmii în muzică reprezintă prescripții și restricții care administrează procesele de triere sau de generare a materiei sonore.

Experiența muzicii seriale a devenit un teren fertil pentru utilizarea algoritmilor în muzica electronică. O metodă algoritmică consecventă de compoziție muzicală a fost propusă pentru prima dată de Josef Matthias Hauer (1883—1955). Astfel, datorită unor reguli formulate prealabil, se poate defini atât întreaga compoziție cât și particularitățile acesteia (macroforma și microforma). În acest sens, metoda lui Hauer² poate fi considerată drept una precursoră a tehnologiilor moderne de calculator.

În pofida caracterului inovator al tehnologiei, astăzi sunt cunoscute mai multe metode de aplicare a fractalilor în componistica muzicală. Cercetătorii evidențiază diferite tipuri de compoziții algoritmice:

- 1) compoziție bazată pe utilizarea funcțiilor matematice: stochastica, teoria haosului, teoria fractalilor;
- 2) compoziție bazată pe aplicarea metodelor combinatorii (rețelelor asociative, matricelor stochastice);
- 3) compoziție bazată pe aplicarea proceselor naturale: automatelor celulare, algoritmilor genetice, rețelelor neuronale;
- 4) compoziție construită cu utilizarea proceselor bazate pe anumite reguli.

Termenul „fractal” a fost introdus de matematicianul Benoit Mandelbrot, care l-a definit ca o mulțime, dimensiunea Hausdorff a căreia este strict mai mare decât dimensiunea topologică [6, p. 4]. Cuvântul „fractal” provine din cuvintele latine „fractus” — fracționat și „frângere” — rupere, și exprimă esența fractalului ca o mulțime iregulară. Ireregularitatea și auto-similaritatea sunt particularitățile principale ale mulțimilor fractale [7]. Conform uneia dintre clasificările cele mai răspândite, fractalii se împart în: algebrici, geometrici și stochastici. În plan muzical, fractalii stochastici se bucură de un interes mai mare. În procesul de construire a fractalului stochastic în sistemul iterativ (frecventativ), într-un mod aleatoric se schimbă anumiți parametri. Termenul „stochastic” provine din cuvântul grecesc „stokhastikos”, care semnifică „ipoteză”, „presumpție”, „supoziție”. Procesele respective pot fi construite destul de ușor cu ajutorul calculatorului, deoarece la calculator devine posibilă generarea succesiunilor de numere aleatorii.

1 Compozitorul american Lejaren A. Hiller (1924-1994) este considerat pionierul muzicii de computer. Debutază cu compoziția *Illiac Suite* pentru cvartet de coarde. În anii 1955-1956 colaborează cu Leonard Isaacson.

2 Mai detaliat vezi: [5].

În baza fractalilor stochastici pot fi proiectate structuri similare celor naturale, motiv pentru care fractalii sunt utilizați în domeniile științei și artei tot mai frecvent. Teoria fractalilor reprezintă un domeniu cu o dezvoltare dinamică. Proprietatea fractalilor de a genera structuri similare arborilor, plantelor, rocilor și altor obiecte naturale a fost utilizată mai întâi în grafica pe calculator. Cercetătorii fractalilor și a structurilor temporale multidimensionale acustice și muzicale au ajuns la concluzia că orice discurs muzical, mai exact latura sa ritmică, este de natură fractală. (Se cunoaște, că unele lucrări muzicale ale lui Iannis Xenakis au fost generate din fractali, utilizați pentru crearea proiectelor sale arhitecturale). Jan Beran în lucrarea sa intitulată *Muzica este haos, fractali și informație* [8] consideră muzica drept proces de transmitere a informației de la compozitor, muzician la ascultător și propune analiza conținutului informațional al lucrării muzicale cu ajutorul entropiei lui Shannon.

Astfel, în arta muzicală, precum și în știință, utilizarea fractalilor ocupă un loc important. Cercetătorul american Richard Voss a descoperit că orice sunet are proprietăți fractale [9]. El a identificat trei categorii ale sunetului bazate pe elemente matematice:

- 1) zgomotul alb (zgomot aleatoriu — se definește ca unul alarmant pentru ascultător);
- 2) zgomotul roz³ (ocupă un loc intermediar, este mai structurat în comparație cu cel alb și este cel mai plăcut pentru percepția ascultătorului);
- 3) zgomotul maro (zgomot structurat — se definește de ascultător ca unul mecanic).

Cercetând natura fractală a zgomotului roz, R. Voss a descoperit că acesta poate genera sonorități plăcute pentru auzul ascultătorului, deoarece reprezintă un echilibru dintre haosul total și structura excesivă.

Natura fractală a muzicii a devenit obiect de cercetare în lucrările semnate de M. Gardner, M. Schroeder, L. Solomon ș. a. De exemplu, L. Solomon în lucrarea sa *Natura fractală a muzicii* [11] leagă triumphiul lui Sierpinski de forma rondo, iar, în baza triumphiului fulgului lui Koch, generează creații polifonice. Cercetările date au drept scop aflarea unei expresii universale a creațiilor muzicale, care se plasează dincolo de culturile individuale și gustul artistic. Traectoria lui Xenon reprezintă o structură neconținută, parametrii clasici ai căreia se exprimă prin formula $X(0) = 1,4$; $Y(0) = 0,3$. Muzica generată astfel poate dura neconținut sau un timp limitat de program. Conținutul acestei muzici reprezintă un peisaj sonor, care nu se distinge în mod principial printr-un mesaj semantic, nu atrage atenția ascultătorului cu tot dinadinsul, ci este unul „nețru“.

Traectoria orbitei haotice determină un anumit diapazon de sensuri, care permite sistemului să devieze, revenind la un sens similar, însă nu la cel inițial. Interpretate în plan muzical, aceste procese pot fi comparate cu dezvoltarea unei teme muzicale. Anume această similitudine face orbitele haotice atât de atractive pentru generarea materialului muzical. Materialul derivat are un înalt grad de similitudine cu cel anterior. Reprezentând un principiu important în traviul de dezvoltare al materialului muzical în procesul de compoziție, totodată trebuie să remarcăm, că materialul derivat devine muzică doar în potențial, necesitând o modificare și o modelare temeinică din partea compozitorului.

Programele de calculator create special pentru generarea (producerea) „materialului muzical fractal“ sunt atât de simple, încât pot fi utilizate de muzicieni care nu posedă deprinderi de programare. Unul dintre primele programe a fost programul XComposer, creat de experții în domeniul informaticii muzicale Jeremy Leach și John Fitch de la Universitatea Bath [12]. Acest program se bazează pe calitatea principală a fractalului și anume — pe metoda de autosimilaritate. O condiție importantă se referă la obligativitatea menținerii unui ritm constant (similar) al evenimentului sonor principal atât la segmentul ce îl precedează cât și la cel care îl urmează. Drept „purtător“ al evenimentului sonor principal poate deveni orice element al oricărui nivel ierarhic. Pentru automatizarea

3 Zgomotul, densitatea spectrală a căruia este invers proporțională frecvenței sale, se numește „zgomot roz“, (uneori — flicker noise sau $1/f$ noise). E de remarcat, că multe dintre sunetele naturale posedă particularități ale zgomotelor roz: zgomotul ploii, cel al vântului, al valurilor izbite de țărni etc. Analiza unor creații muzicale din punct de vedere al densității spectrale sonore se conține, de exemplu, în lucrarea *Zgomotul roz în muzică; muzică din zgomot roz*, aparținând autorilor remarcați mai sus [10].

procesului de generare a temei muzicale, J. Leach propune un algoritm, care se bazează pe un model haotic.

Printre cele mai recente programe elaborate în scopul generării unui material muzical în baza modelului fractal pot fi evidențiate programele: FractMus 2000, MusiNum 2.0, Fractal Music Program, Quasi Fractal Music, Oblivion ș.a.

Programul FractMus 2000 generează conturul melodic cu ajutorul teoriei numerelor, fractalilor și automatelor celulare, oferind posibilitatea de a dirija procesul într-un timp real. Programul MusiNum de asemenea generează melodii. Calitatea principală a programului MusiNum constă în faptul că pentru a-l utiliza nu este nevoie de cunoștințe doar în domeniul informaticii, dar și în teoria muzicii. Programul Quasi Fractal Music oferă posibilitatea de a genera melodii în diverse stiluri muzicale. Toate aceste programe permit de a vedea muzica compusă, deoarece pot genera imaginea grafică concomitent procesului de creație al muzicii.

Așadar, posibilitățile de utilizare a fractalilor în muzică demonstrează faptul că știința contemporană ne oferă metode noi de studiere nu doar a naturii, dar și a artei. Având la bază metode, similare celor ce au fost abordate în acest articol, cercetătorii contemporani încearcă să perceapă fenomenul muzical ca pe o artă abstractă și să formuleze legi universale cu referire la procesul de creare al unei lucrări muzicale [13; 14; 15]. Problema raportului dintre creație și știința muzicală a agitat mințile savanților și muzicienilor pe parcursul multor secole. Limbajul obiectiv al matematicii reprezintă acel aport specific, pe care veacul nostru, veacul XXI, l-a adus în dezvoltarea acestei laturi multisekulare.

Referințe bibliografice

1. Computer music. **In:** *Wikipedia* [online]. Disponibil pe Internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_music>
2. Algorithmic composition. **In:** *Wikipedia* [online]. Disponibil pe Internet: <http://en.wikipedia.org/wiki/Algorithmic_composition>
3. XENAKIS, I. *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*. Harmonologia Series No. 6. Hillsdale, NY: Pendragon Pr., 2001. ISBN 1576470792.
4. MUSIC-N. **In:** *Wikipedia* [online]. Disponibil pe Internet: <<http://en.wikipedia.org/wiki/MUSIC-N>>
5. КУДРЯШОВ, Ю. Учение о тропях Й. М. Хауэра. В: *Проблемы музыкальной науки*. Вып. 5. М., 1983, с. 224-254.
6. MANDELROT, B.B. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco: Freeman & Co, 1982. ISBN:978-0716711865
7. Fractal. **In:** *Wikipedia* [online]. Disponibil pe Internet: <<http://ro.wikipedia.org/wiki/Fractal>>
8. BERAN, J. Music — Chaos, Fractals, and Information. **In:** *Chance*, Vol.17, No. 4, p. 7-16 [online]. Disponibil pe Internet: <<http://www.scribd.com/doc/58926159/Music-Chaos-Fractals-Information>>
9. VOSS, R.F.; CLARKE, J. 1/f Noise in Music and Speech. **In:** *Nature*, Vol. 258, No. 5533, 1975, p. 317-318.
10. VOSS, R.F.; CLARKE, J. "1/f noise" in music: Music from 1/f noise. **In:** *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 63, Issue 1, 1978, p. 258-263. ISSN: 0001-4966
11. SOLOMON, L. *The Fractal Nature of Music* [online]. Disponibil pe Internet: <<http://solomonsmusic.net/fracmus.htm>>
12. LEACH, J.; FITCH, J. Nature, Music, and Algorithmic Composition. **In:** *Computer Music Journal*, Vol. 19, No. 2. (Summer, 1995), p. 23-33 [online]. Disponibil pe Internet: <http://www.students.sbc.edu/whitemore08/http___www.jstor.org_cgi-bin_jstor_printpage_01489267_ap060067_06a00130_0.pdf_backcontext=page&dowhat=Acrobat&config=jstor&userID=c61c2213@sbc.edu_01c054500e24797115dcb9b8b3&0.pdf>
13. NICHIFOR, Ș. *Introducere în computer music: Compendium*. București: UNMB, 2005 [online]. Disponibil pe Internet: <<http://www.scribd.com/doc/36543337/Introduce-Re-in-Lumea-Muzici-Electron-Ice>>
14. РАКУНОВА, И. Фрактальность в современной композиции [online]. Режим доступа: <<http://www.gnesinstudy.ru/uploads/rakunova.pdf>>
15. ДМИТРИУКОВА, Ю. Фракталы в современной композиции [online]. Режим доступа: <http://mmv.ru/p/link/fractal_report.html>