

Департамент “ИНФОРМАТИКА”
СЕМИНАР

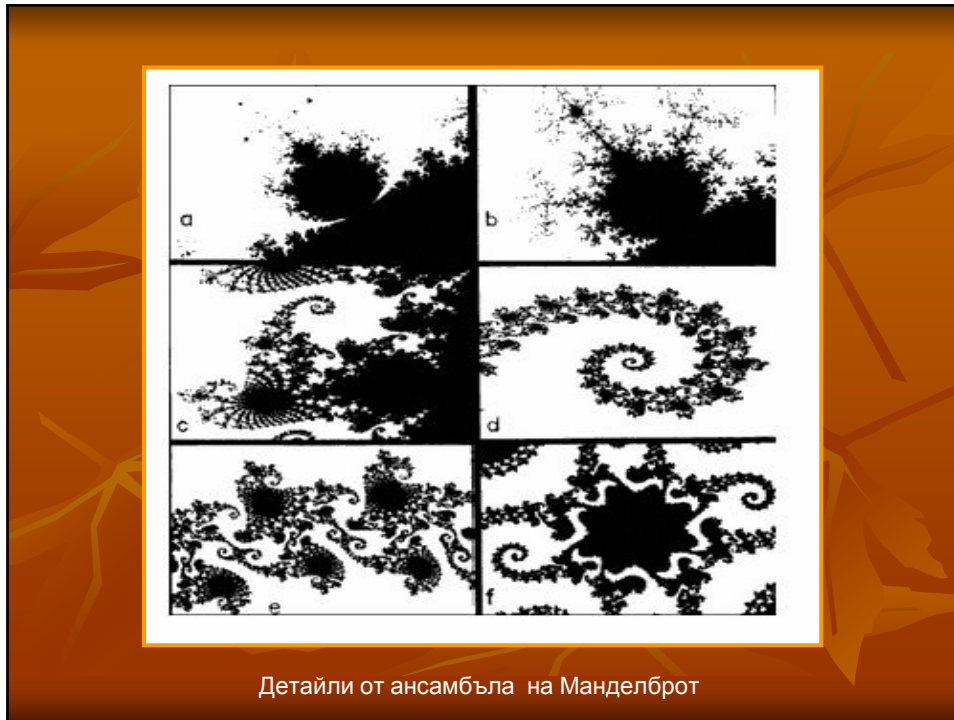
ФРАКТАЛНАТА МУЗИКА – СЕБЕПОДОБИЕ И УСЕЩАНЕ ЗА БЕЗКРАЙНОСТ

Лектор : Стела Атанасова

Фракталът е геометричен обект, който е радикално „начупен“. Терминът *фрактал* (от латинското *fractus*, *счупен*) е въведен през 1975 от Беноа Манделброт, за да привлече вниманието към тези обекти. Най-често фракталът се генерира (например на компютърен екран) от повтаряща се схема, обикновено рекурсивен или итерационен процес. Това му придава множество интересни характеристики, най-важните от които са самоподобността и безкрайната подробност независимо от увеличението.

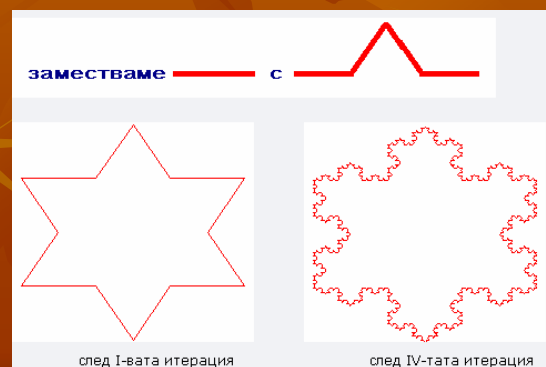
За генерирането на сложни форми като профила на една планина или дървесно листо са необходими геометрични форми, които възпроизведени многократно и в различни мащаби пресъздават точно цялостната картина. Геометричните форми, които наред с другите си особености съдържат модела за самите себе си в всяка своя част, се наричат **фрактали**.

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност



Фактически всеки фрактал може да бъде създаден с итерации на някакво правило. Например, правилото за създаване на Снежинката на Кох е:
За да се създаде истински фрактал, трябва да се извърши итерацията безкрайно количество пъти. Увеличението на броя на итерациите прави фракталите по-точни.

Снежинката на Кох е резултат от безкрайно добавяне на триъгълници към периметъра на началния триъгълник. След всяко добавяне (итерация), периметърът нараства — той расте до безкрайност, въпреки че затворената площ остава крайна.



Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Важни свойства на фрактала са :

- (1) части от фрактала (основната фигура), разгледани при голямо увеличение наподобяват основната фигура и това наподобяване е до безкрайност, т.е. при безкрайно усилване степента на увеличение се забелязват все по-малки и по-малки копия на основната фигура.
- (2) при разглеждането на фрактала с различни степени на увеличение (zoom in) фракталът (или неговия контур), образно казано, никога не губи своето "разнообразие" или "сложност".

Съществуват три основни вида итерации:

1. **Заместваща итерация** — създава фрактали, заменяйки едни геометрични фигури с други.
2. **Итеративни функционални системи (IFS)** — създава фрактали, прилагайки геометрични преобразования (тип завъртане и отражение).
3. **Итерация с формули** — включва няколко начина за създаване на фрактали, повтаряйки някаква математическа формула или няколко формули.

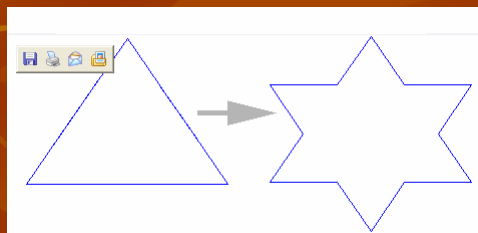
ЗАМЕСТВАЩА ИТЕРАЦИЯ

Започваме с фигура, наречена **основа**. След това всяка част от основата заместваме с друга фигура, наречена **мотив**. Извършваме това заместване безкрайно количество пъти, докато завършим фрактала.

Например, да опитаме да направим фрактал с тази основа и мотив:

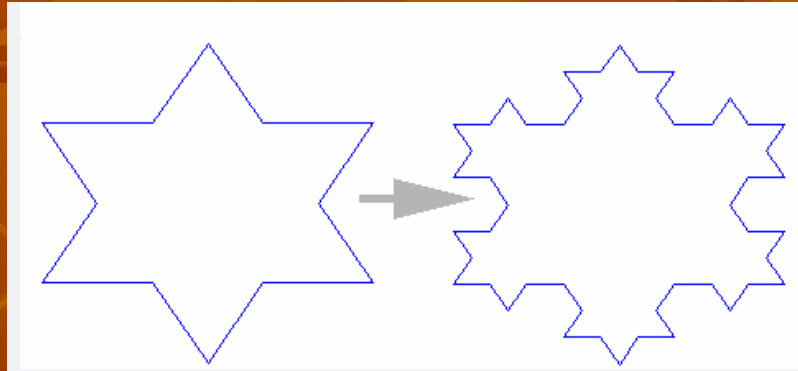


Започвайки с триъгълник, заменяме всяка негова страна с мотива:



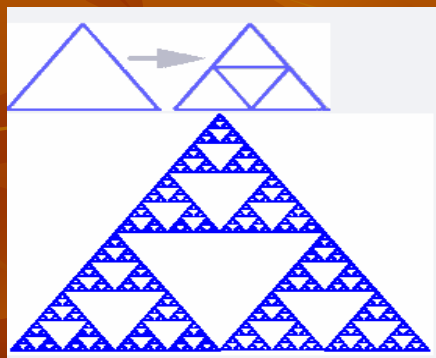
Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Отново заменяме всяка от 12-те отсечки с мотива и продължаваме процеса. Накрая получаваме фрактал, наречен **Снежинката на Кох**



ИТЕРАТИВНИ ФУНКЦИОНАЛНИ СИСТЕМИ (ITERATED FUNCTIONS SYSTEM - IFS)

IFS представят още един начин за създаване на фрактали. Този метод е основан на точка или фигура, която се заменя с няколко по-малки фигури. Например, съществува много прост начин за изчертаване на Триъгълника на Шерпински. Започвайки с триъгълник, заменяме го с три малки триъгълници. Продължавайки този процес на итерация, ние заменяме всеки от тези три триъгълника с други триъгълници и продължаваме много пъти.



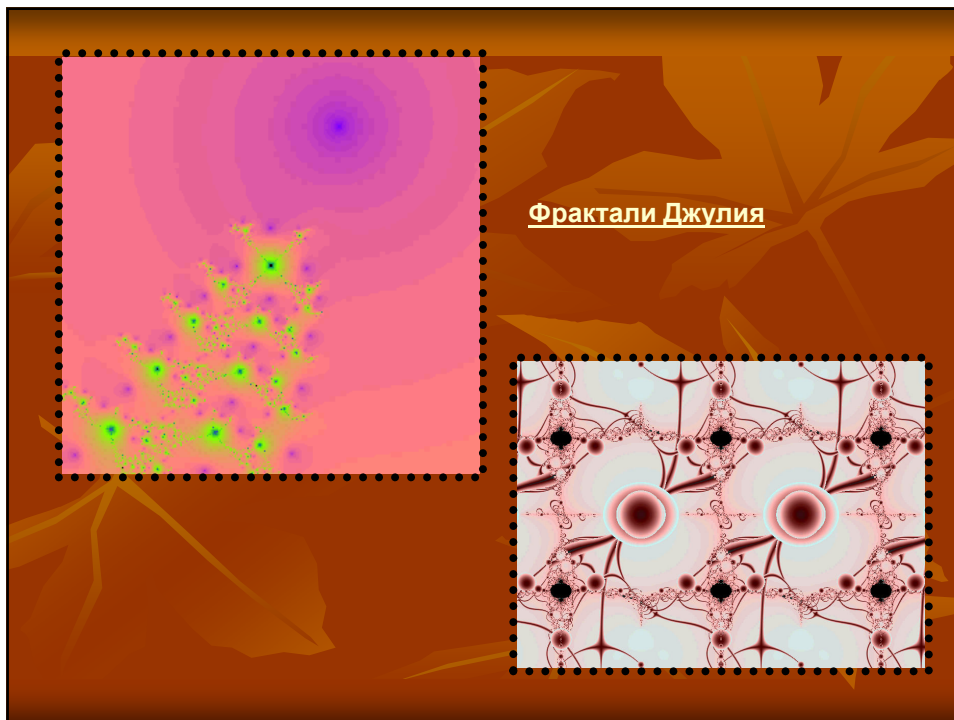
Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Формулната итерация е най-простия вид итерация, но е най-важния и дава най-сложни резултати. Той е основан на използването на математически формули за постоянно изменение на числата. Три вида фрактали могат да бъдат създадени, използвайки различни видове итерации на формулите:

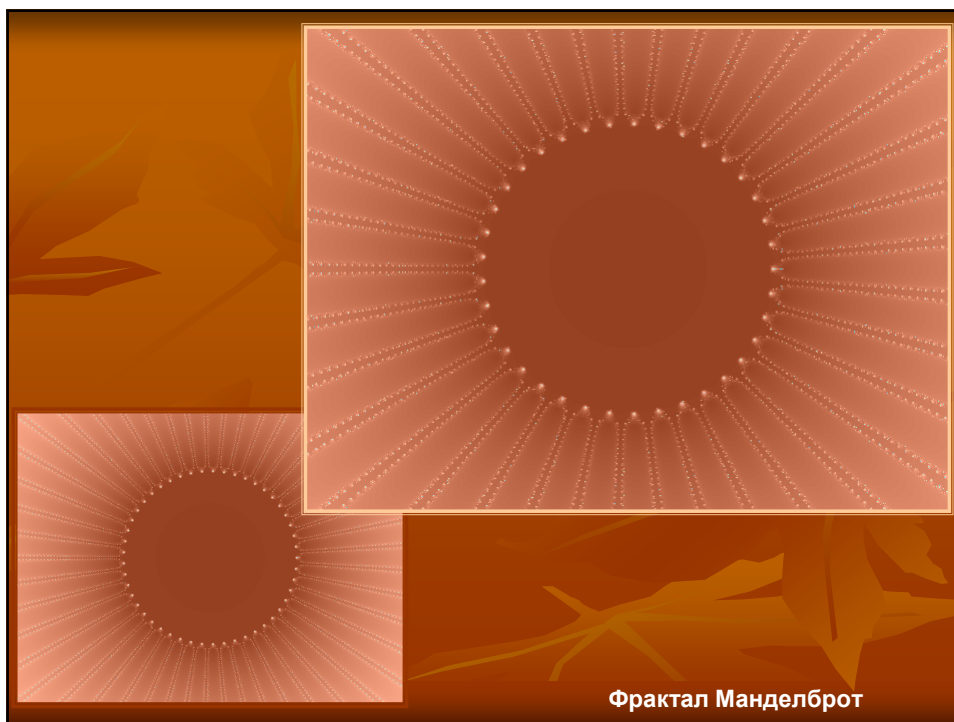
Атрактори - започвайки с координатите на някаква точка, се определят координатите на всяка следваща точка като се използва формула.

Фрактали Джулия - започвайки с координатите на някаква точка, тя се оцветява в зависимост от това, което се случва с нея след итерацията. Същото се прави за всяка точка.

Фрактали Менделброт - започвайки от точка $(0, 0)$ се използва формула, която използва координатите на някаква друга точка като константа във формулата. Оцветява се последната точка в зависимост от това, какво се случва след итерацията. Това се прави за всяка точка.




Фракталната музика – себеподобие
и усещане за безкрайност



Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Във връзка с фракталното изкуство немският физик Херт Айлен Бергер казва: *“Усещането за прекрасното се подхранва от съчетанието на подреденост и безредие, което се наблюдава при естествените явления – облаци, дървета, снежинки, при които са присъщи устойчивост и хаотичност. И точно тази хармония между хаоса и реда изгражда нашата представа за красота.»*

Ако съпоставим фрактала в чистата си геометрична форма с музиката и създаването на фрактална музика, всъщност ще достигнем до извода, че той представлява самата основа – формулата, под формата на един безкраен, повтарящ се алгоритъм, на базата на който се създава музика, което пък сравнено с класическите похвати за композиране – е идентично с процеса на композиране в традиционната музика. В музиката и в нейните основни композиционни техники винаги има заложен замисъл или т.нар. мотив, който без значение колко е сложен и какво съдържание носи в себе си – подлежи на множество разработки и надграждания, в които вглеждайки се или по-точно вслушвайки се – откриваме малкия, първоначален мотив, станал основа за създаването на цяла симфония.

 Bethoven - 5th Symphony

Алгоритмичното композиране е приложението на устойчив, строго-дефиниран алгоритъм към процеса на композиране на музика. Алгоритмите или поне поредицата от правила са се използвали за композиране на музика от векове. Много алгоритми, които нямат непосредствена музикална връзка, се използват от композиторите като творческо вдъхновение за тяхната музика - алгоритми като **fractals, L-systems, statistical models, GIS координати** - са многообещаваща игра за музикални интерпретации .

Създаването на музика от фрактали е пример за композиране на алгоритмична музика.

Терминът фрактална музика се отнася за музиката, композирана изцяло или частично , използвайки същите типове от повтарящи се или рекурсивни процеси , които се използват за създаване на фрактални образи. Често става така, че музиката се композира директно от фрактални изображения. Компютрите композират фрактална музика използвайки винаги формални алгоритми - софтуерни програми , за да създават музика.

При компютърно-базираното композиране на фрактална музика, входните данни от фракталния образ или фрактално генерираните процеси – се конвертират в музикални параметри, за да създадат мелодия , хармония, ритъм, тембър и т.н. Процесът на конвертиране от фрактални стойностни типове в музикални параметри се нарича - 'mapping' (мапване).

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Самата композиционна техника може да не е нищо особено, подобно и на един алгоритъм и затова мелодическата линия е равностойна като значение при създаването на един интересен алгоритъм. Не е достатъчно да имаме форма . Нужно е тя да бъде изпълнена със съдържание и то да отговаря на вижданията и търсенията на самия композитор . Именно чрез един интересен алгоритъм изпълваме със съдържание музиката, която се създава, като го допълваме със звуковите характеристики, към които се стремим.

Ако идеята за звученето на фрактала е за съдържание със “страшно” внушение или да бъде с любовен облик, то тогава използваме ниски или високи тембри. Асоциацията, която правим слушайки музиката трябва да се приближава до идеята, която иска да внуши самия композитор.

Philip Glass - The Kiss



Затова ако слушаме дадена музика със затворени очи, неминуемо съзнанието ни ще я визуализира, но идеята на този похват е слушателят да види образите, които композиторият е внесъл и е искал да внуши чрез музиката си. Каква идея целим да внушим чрез фракталната музика и съответно какъв тембър използваме за тази цел ?!

Един от основните параметри, с които боравим при композирането на фрактална музика , това е **височината** , която е равнозначна на мелодията. Друг параметър е **тембъра**, който е най-близък до идеята, която търсим, за да създадем мелодически фрактал.

Музикалната драматургия се води от филмовото действие, като в много от случаите – води самото действие . Често срещан звуков похват в киното е използването на забързана и насечена фрактура на музиката, която предполага рязък поврат в действието или приближаването на неочаквана заплаха.

John Williams-Schindler's list



Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Quasi Fractal Composer

Микеланджело веднъж забелязва, че всеки мраморен блок съдържа в себе си скулптура, която очаква да бъде открита от даден творец. Тази програма въплъщава идеята, при която се генерират блокове от музикален мрамор или мозайка, която авторът да оформи и да ѝ придаде образ.

Quasi Fractal Composer е софтуер, който в голяма степен отговаря като начин на създаване на музика на традиционните похвати и принципи за композиране.

Съчетава тембри; използва динамика; панорамно разполага инструментите; задава темпо; тоналност; Лад; брой на вариации. Поддържа всички Midi параметри. QFC е изградена около композиционната структура, включваща глисандо, периоди, фрази, ритъм, динамика, повторения и дължини на фразите и периодите.



QUASI FRACTAL COMPOSER

Основните параметри на програмата QFM

Structure е низ от 3 до 16 цифри. Този низ е базата на самоподобността на музиката, като директно или индиректно контролира повечето от параметрите в композицията. Единственото условие е че цифрите не трябва да са еднакви (т.е. "333333", докато "333334" е правилен избор).

Mapping е цяла стойност от 1 до 32767. Контролира произволния числов генератор на програмата. Ако **Mapped Parameters Auto** е избран, на всички **Mapped Parameters** ще бъдат присъединени произволни стойности. Една QFC композиция съдържа "n" на брой тракове, като "n" е броя на траковете, който е избран в **Tracks контрола**. Всеки трак се разбива на "x" периоди, където "x" е броя на цифрите в **Structure**. Всеки период ще съдържа от 1 до "x" на брой фрази.

Melody-to-Structure – тази функция позволява да се превеждат лесни мелодии от 3 до 16 ноти в **Structure**. В самия прозорец се въвеждат словите наименования на нотите – напр. A, A#, B, C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#. след което преводът ще се покаже в прозореца на **Structure**.

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Основните параметри на програмата QFM

Structure е сърцето на композиционния процес. Рефлектира навсякъде от цялостната композиционна форма до настройката и трайността на индивидуалните ноти. **Structure** управлява композиционния процес чрез **Mapped Parameters**. Всеки **Mapped Parameter** има присъединена една от 28 възможни структурни карти. Структурната карта определя как **Mapped Parameter** да преведе всяка една цифра от **Structure** в контролни стойности за специфичен композиционен процес или характеристика.

По време на композиционния процес, **Mapped Parameters** със структурна карта от 1 до 4, се изчислява от началото на всеки период и остава в действие през целия период. **Mapped Parameters** със структурна карта от 5 до 12 се изчислява от началото на всяка фраза. **Mapped Parameters** със структурна карта от 13 до 28 се изчислява за всяка индивидуална нота. Така че – карти от 1 - 4 могат да изпълняват контрол над формата на композицията, карти от 5 - 12 могат да контролират на по-детайлно ниво и карти от 13 - 28 контролират определението на всяка една нота. Ако в прозореца на **Structure** се въведе последователност, която повтаря началото - 0480022440480, това ще има "въртящ" ефект в композицията.



QFM composition

Алгоритмично композиране

Една музикална идея трябва да бъде преведена и трансформирана в съдържание, като разликата между традиционните принципи на композиране и тези, които използват за композиране определен софтуер, е в самата идея, която цели да внуши композитора.

При традиционната музика композиторът сам създава правилата за композиране и съответно прозвучаване на музиката му – той избира мелодията, хармонията, изразните средства.

“Ако те не съвпадат с общоприетите критерии и възприятия на публиката, композиторът рискува да остане единственият слушател на своята музика !” – доц.Симо Лазаров

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Тази опасност съществува и при алгоритмичната музика и то дори в по-голяма степен, защото в повечето от случаите композиторът борави със заложили неизменни алгоритми. При традиционните похвати на композиране авторът предварително знае и задава лада на творбата си, докато когато създава фрактална музика е ограничен от самия алгоритъм. Но в този случай отново имаме избор, защото можем да изберем самия алгоритъм, който да отговаря на търсенията ни, както и можем да зададем основни параметри, които този алгоритъм да използва при генерирането на музика.

Например един типичен показател за Родопската музика е нейната пентатонична мелодическа основа. Ако композиторът зададе пентатоничен Лад за музика, която се слуша в Северозападна България-там са характерни градските романси, то тогава там ще зазвучи музика, със звучене подобно на китайска или индийска мелодика. Именно поради тази причина е необходимо адекватното използване на даден Лад и алгоритъм .

 [Музиката в Палестина](#)

 [Музиката в Родопите](#)

 [Музиката в Китай](#)

Тежестта на избора на всеки композитор, който използва софтуер за композиране на алгоритмична музика, се състои в това, че вследствие избора на определен Лад, Тоналност, тембър, вариации - на базата на всеки един избор, се изгражда и самата алгоритмична композиция. Ако тя не бъде възприета и харесана от публиката, композиторът няма да може да обвини само алгоритъма, който е използвал, защото той задава самата форма, но съдържанието бива запълнено и изпълнено с усета и търсенията на самия композитор.

Например в минималистичната музика по чисто интуитивен начин композиторът се приближава до имагинерното разбиране за алгоритъм. Използва вариации върху три тона и полутоновете между тях, като се генерират десетки варианти и комбинации между тях. Зад такъв математически модел ние сме ограничени, защото изследваме височината и вариациите ѝ, които възникват при взаимодействието между три степени на Лада.

Този откъс е от творбата на Глас "Closing" (1982) за пиано и оркестър.

 [Closing – Philip Glass](#)

Може да се твърди, че минималистичната музика е създадена от алгоритъм, чрез математическа формула .

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Фракталната и минималистичната музика

Истината е, че няма заложена формула – т.е. минималистичната музика не използва алгоритъм, въпреки, че много наподобява фракталната музика !

Използването на вариации върху три тона и полутоновете между тях, генерира десетки варианти и комбинации между тях което много наподобява алгоритъм, който използва случайния и произволен принцип за генериране на ноти.

Композиторите на минималистична музика не са предполагали наличието на фракталната музика – те композират от началото на 60-те години на 20 век.
Актуални са и до днес .

В тяхната минималистична музика няма заложен алгоритъм .
Използва се едно течение в музиката – минимализъм.

Голямо влияние над този стил музика имат класическата индийска музика, гамеланската музика и африканската ударна музика.



[New Cities In Ancient Lands, Africa](#)

Минималистична музика

Минималистичната музика е стил с голямо влияние над музиката през последната половина на 20 век. Основана се на крайно обикновен, минимален музикален материал, със стабилен, пулсиращ ритъм. Музикалният материал се повтаря продължително време и постепенно се развива. Този стил донякъде има хипнотизиращ ефект, разбираем е и добива голяма популярност. Водещите автори на минималистична музика са американските композитори Филип Глас, Стив Райх и Тери Райли. Минималистичната музика се наричала и системна, процесна и повтаряща се музика.

Филип Глас е един от неколцината американски композитори, който създава творби от прост, строго ритмичен и повтарящ се материал, проектиращ се в дълъг времеви период и често използващ променлив ритъм и тембри. През 1968 г. Глас започва експерименти с минималистични отрязъци от порядъка $1 + 1$, след което създава серия от творби, които съчетават натрупващи се процеси, базираци се на поредица от 1, 1 2, 1 2 3, 1 2 3 4 ноти.



[Escape-Philip Glass](#)

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност

Минималистична музика

Стив Райх е американски композитор и изпълнител, който е бил доминираща фигура в музикалния стил – минимализъм. Неговият стил е характерен с многопластова, перкусионна структура. Впоследствие Райх развива техниката си, като припокрива ритмични фрази, изсвирвани с еднакво темпо, но в канон . В този музикален пример той използва тази идея за 18 музиканти , композиран за маримба и женски гласове .



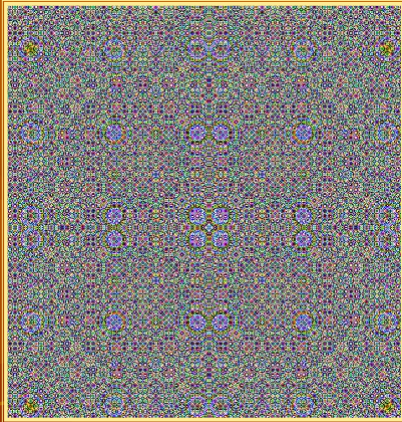
M18M_1976_Reich

Алгоритмична музика, създадена от програмата FractMus2000

The screenshot shows the FractMus 2000 software interface. The main window is titled "second - FractMus 2000". The menu bar includes "File", "Playback Controls", "Algorithms", "Options", "View", and "Help". The interface features a toolbar with various icons for playback and editing. Below the toolbar is a table with columns for "Voices", "Offset", "Modulate", "Octaves", "Note", "Scale", "Note value", and "Extra". The table lists 14 voices with their respective parameters. To the right of the table are controls for "Tempo" (set to 96), "Counters" (Start, End, Reset), and "Play from Event" (Start from, Update, Time signature).

Voices	Offset	Modulate	Octaves	Note	Scale	Note value	Extra
1 Steel string guitar	0	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	2	A4	Mixolydian	Quarter	Set
2 Alto sax	0	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	1	D5	Mixolydian	8th	Set
3 Electric Snare	0	<input type="checkbox"/> No	1	A3	Mixolydian	Quarter	Set
4 Lead 1 (square)	2	<input type="checkbox"/> No	1	F#4	Mixolydian	8th	Set
5 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
6 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
7 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
8 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
9 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
10 High Wood Block	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
11 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
12 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
13 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set
14 Grand piano	0	<input type="checkbox"/> No	1	C5	Major	Quarter	Set

Фракталната музика – себеподобие и усещане за безкрайност





Случайна, произволна музика


Генерирането на случайни ноти, на базата на произволен генератор, вероятно е една от най-старите и все още използвани техники за алгоритмично композиране.


Автори на фрактална музика

Juan Luis Martinez – композира фрактална музика, воден от идеята да докаже, че фракталите не са само красиви геометрични форми, но възпроизвеждат и интересна музика.

 [Dexia](#)

 [Eyesight](#)

 [Phil Thompson - Shadows Fall](#)

 [Phil Thompson - Strange Attractors](#)

Phil Thompson – е един от водещите композитори на 21 в., който работи в областта на фракталната музика.

- Беноа Манделброт прави извода, че и природата и човекът действат на принципа на фрактала, т.е. На безкрайното раздробяване и подобие на дребните части на цялото.
- Безупречно определение за математическия фрактал е библейския израз “Аз съм Алфата и Омегата, началото и края, първият и последният”

Усещането за самоподобност и безкрайност ще прекъсне за момент, за да продължи в някой следващ семинар на Департамент “ИНФОРМАТИКА“.

Благодаря Ви за вниманието !

