Nr 1(20) '96 • Cena 3,40 zł (34 000 zł)

ISSN 1231-3289 • Nr indeksu 324116

Aida media

TEORIA I PRAKTYKA REKLAMY

Fraktale w reklamie

Telemarketing

Polski rynek reklamowy

Psychologia marketingu

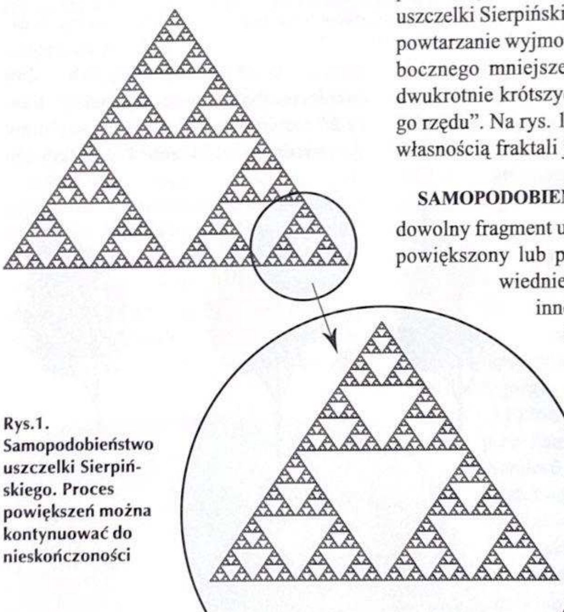
Fraktale – przyszłość reklamy?

Czy aby zachęcić nas do zakupu proszku do prania, telewizora albo keczupu, koniecznie trzeba się posługiwać zdjęciami zwyciężczyń konkursów piękności, medalistów olimpijskich lub gwiazd filmowych? W świecie grafiki komputerowej zapowiada się prawdziwa rewolucja: amerykańscy matematycy, Michael F. Barnsley i Alan D. Sloan, tworzą filmy animowane, w których po niebie przesuwają się fraktalne chmury, tło stanowią fraktalne góry i lasy, a po powierzchni jeziora przebiegają fraktalne fale.

Marek Wolf

Termin *fraktal* jest bardzo młody – pojawił się w roku 1975 w tytule książki [1] amerykańskiego matematyka Benoita Mandelbrota *Les object fractales*. Pochodzi od łacińskiego przymiotnika *fractus*, co oznacza „złamany", „niecałkowity" (w domyśle: wymiar). Nie sposób podać tutaj ścisłej definicji tych obiektów, gdyż po pierwsze matematycy używają kilku różnych definicji fraktali, a po drugie w każdej z nich występują bardzo trudne pojęcia, które nie nadają się do przytoczenia w popularnym artykule. W 1983 roku na Międzynarodowym Kongresie Matematycznym w Warszawie Mandelbrot powiedział: *Nie ma dobrej i ścisłej definicji fraktala, ponieważ ciągle jeszcze nie rozumiemy dostatecznie głęboko tego pojęcia.* Na początek krótko możemy powiedzieć, że fraktal jest figurą geometryczną o bardzo specjalnych własnościach. Autor ma nadzieję, że omówione w dalszym ciągu przykłady w pewien sposób pozwolą wyrobić sobie pogląd, czym są fraktale i czytelnik bez znajomości ich definicji będzie mógł je w przyszłości łatwo rozpoznać.

Geometria, której uczono nas w szkole, operowała regularnymi figurami: liniami prostymi, trójkątami, okręgami, sześcianami, wielościanami foremnymi. Żaden z tych obiektów nie jest fraktalem, gdyż w przeciwieństwie do niego mają one całkowity wymiar odpowiednio równy 1, 2 lub 3. Figura geometryczna zasługująca na miano fraktala musi być dostatecznie nieregularna (ale nie czysto losowa), dziurawa, a także być w pewien sposób piękna, powinna na pierwszy rzut oka przyciągać uwagę i intrygować swoją – czasem barokową – strukturą.



Rys.1. Samopodobieństwo uszczelki Sierpińskiego. Proces powiększeń można kontynuować do nieskończoności

Fraktale są ściśle związane z modną w ostatnich latach teorią chaosu, którą czasem określa się mianem

TRZECIEJ REWOLUCJI W FIZYCE XX WIEKU

(po teorii względności i mechanice kwantowej). Niewątpliwie, do dużego zainteresowania fraktalami przyczynił się fantastyczny rozwój komputerów, ich coraz większe możliwości obliczeniowe i graficzne. (Innymi przykładami burzliwie rozwijających się nowych technologii komputerowych są: wirtualna rzeczywistość i autostrady informatyczne, które zmienią zupełnie nasze życie codzienne, kulturę, a nawet sposób dokonywania zakupów oraz – co za tym idzie – również reklamę.) Wszystkie fraktale można podzielić na dwie grupy: deterministyczne i losowe. Te pierwsze są powtarzalne: za każdym razem, gdy będziemy je rysować na ekranie, otrzymamy dokładnie taki sam kształt. Natomiast przy generowaniu tych drugich korzysta się z rzutów monetą albo kością (lub w inny sposób wprowadza się element przypadkowości) i dlatego za każdym razem uzyskuje się nieco inną figurę. Otrzymywanie fraktali związane jest z powtarzaniem (tzw. iterowaniem lub rekurencją w żargonie matematyków) pewnych równań albo przepisów (algorytmów). W przypadku najbardziej znanego fraktala, tzw. uszczelki Sierpińskiego, tym przepisem jest powtarzanie wyjmowania z trójkąta równobocznego mniejszego trójkąta, o bokach dwukrotnie krótszych niż trójkąt „wyższego rzędu". Na rys. 1 widać, że podstawową własnością fraktali jest

SAMOPODOBIEŃSTWO,

dowolny fragment uszczelki Sierpińskiego, powiększony lub pomniejszony w odpowiedniej skali, jest podobny do innej części lub całości tak bardzo, że wręcz dokładnie się z nimi pokrywa (patrz też 4 rys. ~~2~~). Nie zawsze deterministyczny przepis prowadzi do powstania figury regularnej i symetrycznej. Przykładem może być zbiór Mandelbrota (czasem nazywany żukiem Mandelbrota), jeden z najpiękniejszych fraktali, który związany jest z iterowaniem pewnego deterministycznego (tzn. bez zmiennych losowych) równania. Ilustracja na okładce przedstawia jego fragment, zmodyfikowany przez autora tak, by powstało większe niż w oryginale czarne tło dla umieszczenia na nim napisu. Dużo kolorowych zdjęć żuka Mandelbrota i innych fraktali można obejrzeć w książce [3]. Man-

Rys. 2.
Kolorowa ilustracja metody Newtona rozwiązywania równań nieliniowych, zastosowana do znalezienia pierwiastków trzeciego stopnia z jedności w dziedzinie liczb zespolonych

delbrota wykorzystano również w reklamie w numerze 10/95 *Aida-media* na 4 stronie okładki, gdzie w dolnym prawym rogu można zobaczyć jego fragment. Zauważyłem na wystawie księgarni, że okładki serii książek Deanikena zawierają motywy fraktalne podobne do żuka Mandelbrota.

Przykładem niesamowitego i bajecznie kolorowego fraktala wygenerowanego przez komputer jest – tutaj również zmodyfikowana przez autora – ilustracja czegoś tak prozaicznego i nudnego, jak metoda Newtona rozwiązywania równań nieliniowych (rys. 2).

Fraktale deterministyczne są zbiorami o wyjątkowym pięknie, a ich kształty zdają się skrywać jakieś tajemnice przyrody. Z kolei fraktale losowe pozwalają zapisać za pomocą wzorów matematycznych tak nieregularne i skomplikowane kształty spotykane w naturze, jak rośliny, drzewa, góry. Jednym ze sposobów otrzymywania takich losowych figur jest używanie tzw. Układów Funkcji Iterowanych, w skrócie IFS (ang. *Iterated Functions Systems*). Metoda IFS została zaproponowana przez Michaela F. Barnsleya w 1988 roku [2]. Układy Funkcji Iterowanych znalazły

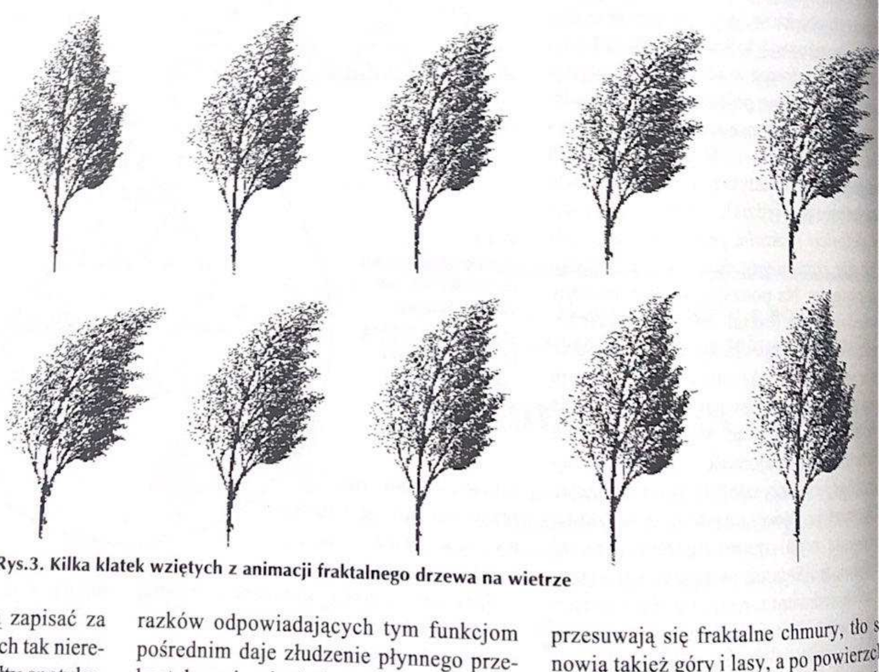
WIELE PRAKTYCZNYCH ZASTOSOWAŃ.

Używane są m.in. do robienia naturalistycznych filmów reklamowych z efektami specjalnymi. Płynne przekształcanie się jednych figur w drugie otrzymuje się drogą interpolowania między różnymi układami funkcji iterowanych. Mówiąc prościej, z układów funkcji reprezentujących dwa kształty można otrzymać ciąg funkcji „leżących" (interpolowanych) pomiędzy nimi. Wyświetlanie na ekranie komputera obrazków odpowiadających tym funkcjom pośrednim daje złudzenie płynnego przekształacania się jednej figury w drugą. Można w ten sposób wygenerować na ekranie komputera kwiat, paproć czy drzewo chybotane podmuchami wiatru (patrz rys. 3). Takie metody generowania na ekranie komputera wyglądających jak natur ne obrazów stwarzają duże możliwo montażowe – nie trzeba przenosić film otrzymanego kamerą video do komputer i łatwo można „wklejać" odpowiednie na pisy lub slogany reklamowe.

Z kolei rys. 4 przedstawia fraktalną pa proć otrzymaną metodą IFS wraz z ciągiem powiększeń ukazujących samopodobień stwo tej „komputerowej" rośliny.

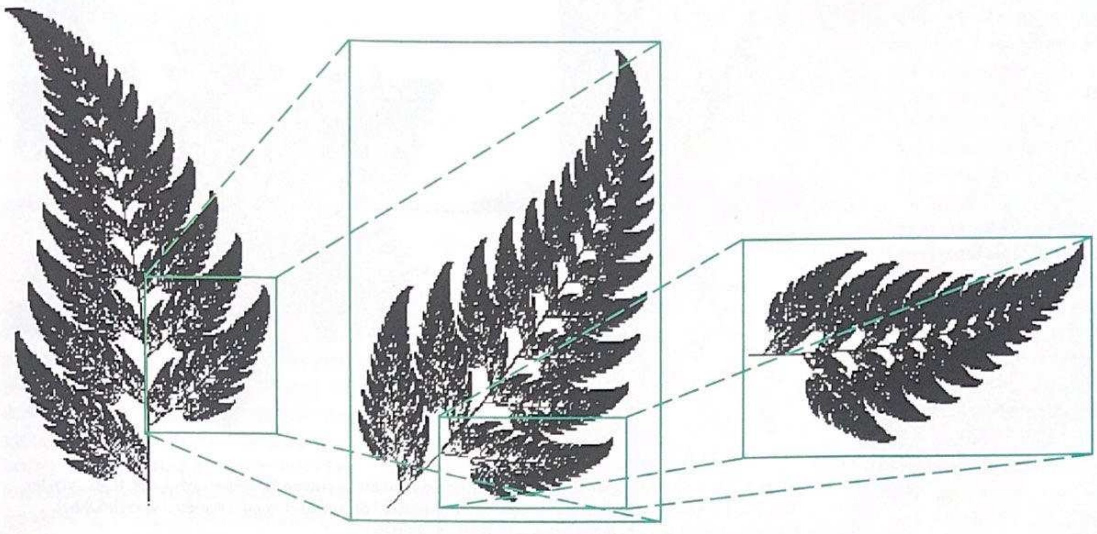
Na początku lat osiemdziesiątych Lore Carpenter stworzył pierwszy krótki film fraktalny *Vol Libre*, czyli *Fruwająca wol ność*. Przez jakiś czas pracował on w wy twórni Lucas Film* przy animacji fraktal nych krajobrazów do filmu Star Trek II.

Z kolei firma Digital Production stwo rzyła duże sekwencje krajobrazów fraktal nych do filmu *The Last Starfighter*. Odno szę też wrażenie, że zwiastująca reklam w TVP kolorowa kula jest także pokry fraktalami. Również w teledysku piosen karza Felixa *Don't You Want Me* wykorzy stano fraktale, przede wszystkim tzw. dziw ny atraktor Lorentza, nazywany czasem „motylem Lorentza". Sam Barnsley wra z innym matematykiem, Alanem D. Sloa nem, założył firmę Iterated Systems Inc zajmującą się między innymi produkcją fi mów animowanych, w których po nieb przesuwają się fraktalne chmury, tło s nowią takież góry i lasy, a po powierzch jeziora przebiegają fale – też fraktal



Rys.3. Kilka klatek wziętych z animacji fraktalnego drzewa na wietrze

* W tejże wytwórni na graficznych stacj roboczych Silicon Graphics powstały komp rowe zdjęcia do Parku Jurajskiego S. Spielbe



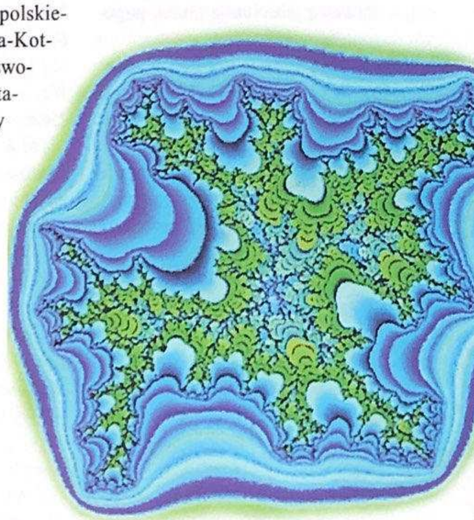
Rys. 4.
Paproć otrzymana przez zastosowanie IFS wraz z dwoma powiększeniami jednego z liści, ukazującymi podstawową własność fraktali – samopodobieństwo. Ponieważ przedstawiona figura jest tworem matematycznym (Barnsley odkrył równania opisujące paproć!), proces powiększeń można kontynuować do nieskończoności, za każdym razem otrzymując wierną kopię tej samej paproci. Regułę tę można zastosować do dowolnych listków

W kreskówkach dla dzieci, których akcja rozgrywała się zimą, nie rozwiązanym problemem było przez długi czas realistyczne przedstawienie iskrzenia się śniegu w słońcu. Dopiero wykorzystanie fraktali dało oczekiwane rezultaty. Podobnie było też z problemem symulowania fal morskich.

Zdjęcia przedstawiające fraktalne „fałszerstwa" lasów w zimie i w lecie, jezior, lodowców, krajobrazów, chmur można już obejrzeć w książkach [4].

W kwietniu ubiegłego roku zmarł w Australii w wieku 72 lat artysta polskiego pochodzenia Stanisław Ostoja-Kotkowski. Od lat sześćdziesiątych w swojej twórczości wykorzystywał on takie osiągnięcia techniki, jak lasery i komputery. Po pojawieniu się książki Mandelbrota Ostoja-Kotkowski zaczął tworzyć kompozycje fraktalne. Miał on wykreować, wykorzystującą nowoczesne środki techniczne, oprawę plastyczną uroczystości otwarcia i zamknięcia olimpiady w Sydney w 2000 roku.

Część badań nad IFS została utajniona przez Pentagon, gdyż proces ten można odwrócić i użyć do rozpoznawania obrazów, a nie ich generowania. W ten sposób możliwe byłoby np. skonstruowanie rakiet, które bardziej „inteligentnie" szukałyby sobie celu. Obecne urządzenia kierujące lotem amerykańskich rakiet typu *Cruise* lub *Tomahawk* pozwalają na uzyskanie celności rzędu kilku metrów na dystansie kilku tysięcy kilometrów, jednak cel i trasa muszą być wpisane do pamięci komputera **wcześniej**. Podczas wojny falklandzkiej jeden z pilotów argentyńskich wybrał ze zgrupowania floty brytyjskiej jako cel dla rakiety *Exocet* okręt dający największe echo radarowe. Jak się okazało, rakieta trafiła w mało wartościowy, ale duży (15 000 ton wyporności) okręt zaopatrzeniowy *Atlantic Conveyor*, podczas gdy obok znajdował się lżejszy, a więc dający mniejsze echo radarowe, krążownik (znacznie istotniejszy z militarnego punktu widzenia). Badania nad wykorzystaniem IFS do rozpoznawania obrazów pozwolą zbudować rakiety, które same będą znajdować sobie najważniejsze cele.



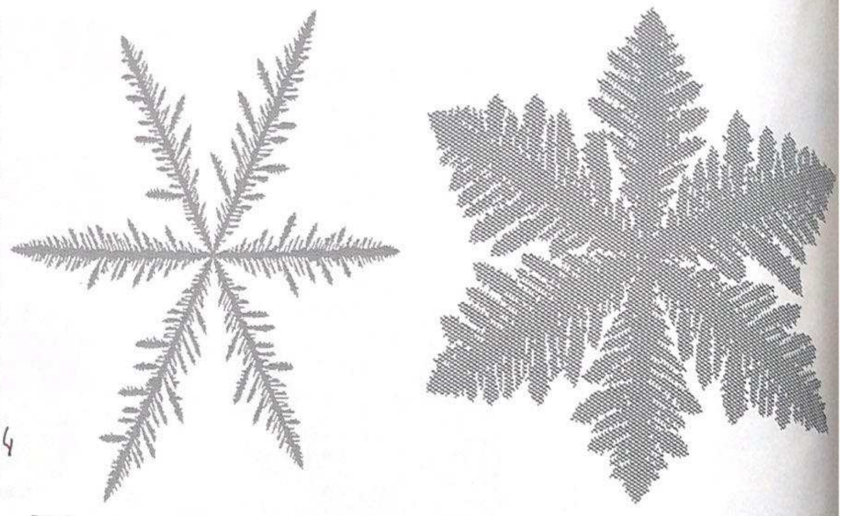
Rys. 5.
Zlepek DLA składający się z 18 000 cząstek. Kolory zostały dobrane tak, by uzyskać ciekawsze efekty graficzne

Oprócz metody opartej na iterowaniu funkcji, istnieją inne sposoby naśladowania kształtów spotykanych w przyrodzie. Model dyfuzyjnego zlepiania się cząstek (ang. DLA) zaproponowany w 1981 roku przez Edwarda Wittena i Leonarda Sandera [6] pozwala otrzymać kształty przypominające dorzecza rzek albo błyskawice na niebie. Rys. 5 przedstawia podretuszowany, kolorowy fraktal DLA. Inna modyfikacja procesu wzrostu DLA, stworzona przez Johanna Nittmanna i Eugena Stanleya w 1987 roku [7], to model DBM z redukcją szumu, pozwala uzyskać figury podobne do płatków śniegu (rys. 6).

Niedawno okazało się, że również muzyka ma charakter fraktalny [8]. Całkiem krótki program komputerowy potrafi „komponować" melodie o zadanym wymiarze fraktalnym i liczbie dźwięków. Ponieważ korzysta się przy tym z liczb losowych, daje to możliwość

generowania praktycznie nieskończonej liczby utworów muzycznych *różnych* w sensie następstwa dźwięków, ale *jednakowych* w sensie tej samej melodii. Dlatego bardzo łatwo można każdej reklamie podczas kolejnych emisji *automatycznie* podłożyć *inne*, ale podobne tło muzyczne.

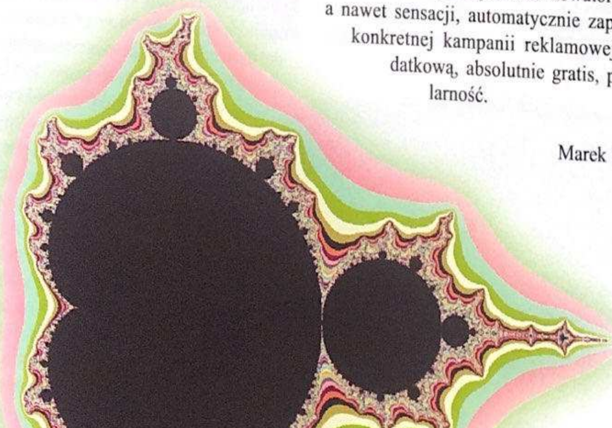
IFS ma kolosalne znaczenie przy kodowaniu obrazów [5], gdyż np. program rysujący tak skomplikowaną figurę, jak ta na rys. ~~5~~ ma 4 objętość zaledwie około tysiąca bajtów, podczas gdy plik zawierający dane do wydrukowania tego rysunku liczył ponad 400 000 bajtów, a więc współczynnik kompresji wynosi aż 1 do 400. Przeciętnie jedna migawka z ekranu telewizora to kilkaset tysięcy bajtów i możliwość jej kilkusetkrotnego upakowania pozwoli na rozwój cyfrowego zapisu filmów na płytach kompaktowych. Np. typowy dysk kompaktowy o pojemności 630 MB będzie mógł pomieścić ilość klatek wystarczającą do odtworzenia 70-minutowego filmu, przy czym szybkość obecnych procesorów umożliwia odkodowywanie informacji w czasie rzeczywistym i wyświetlanie typowej liczby 25 klatek na sekundę.



Rys. 6
Płatki śniegu otrzymane metodą DBM. Kąty między ramionami nie są równe 60 stopni, gdyż sieć typu „plaster miodu" jest reprezentowana na sieci kwadratowej, co prowadzi do zniekształcenia symetrii sześciokątnej. Proces wzrostu jest losowy i dlatego ramiona są różnych długości

Na zakończenie pragniemy wskazać dla zainteresowanego czytelnika kilka pozycji omawiających fraktale w języku polskim [9]. W ciągu dotychczasowego, zaledwie kilkunastoletniego rozwoju, fraktale znalazły wiele zastosowań w naukach przyrodniczych, wymieńmy tylko astronomię, geologię, biologię, fizjologię, medycynę, ale także w sztuce (muzyka, plastyka). Teraz nadeszła kolej na zastosowanie tego niewyczerpanego źródła rozwiązań plastycznych w reklamie. Niewątpliwie fraktale wpłyną na przyszłość reklamy, a towarzysząca ich użyciu na dużą skalę aureola nowatorstwa, a nawet sensacji, automatycznie zapewni konkretnej kampanii reklamowej dodatkową, absolutnie gratis, popularność.

Marek Wolf



Rys. 7. Jeden z klasycznych już fraktali – tzw. żuk Mandelbrota

Literatura:

[1] B.B. Mandelbrot, „Les object fractales", Flammarion, Paris 1975; w 1982 roku opublikowano zmienione wydanie tej książki zatytułowane „The Fractal Geometry of Nature", W. H. Freeman and Co., San Francisco 1982.

[2] M. F. Barnsley, „Fractals Everywhere", Academic Press, Boston 1988.

[3] H.-O. Peitgen, P.H.Richter, „The Beauty of Fractals", Springer, Berlin–Heidelberg 1986.

[4] H.-O. Peitgen, D. Saupe, „The Science of Fractal Images", Springer, Berlin–Heidelberg, 1989; H.-O. Peitgen, D. Saupe, „Chaos and Fractals", Springer, Berlin–Heidelberg 1992, a także cytowany wyżej Barnsley.

[5] M. F. Barnsley, A. D. Sloan, „A Better Way to Compress Images", „Byte", styczeń 1988, s. 215—223.

[6] A. Wittena, L. M. Sander, „Diffusion-Limited Aggregation: A Kinetic Critical Phenomenon", Physical Review Letters, 47 (1981), s.1400—1403.

[7] J. Nittmann, H.E. Stanley, „The Fractal Properties of Some Real Snowflakes", Journal of Physics, A20 (1987), s. L1185.

[8] K. J. Hsü., J. Hsü., „Fractal Geometry of Musics", „Proceedings of National Academy of Sciences USA", 87 (1990), s. 938-941.

[9] K. Ciesielski, Z. Pogoda, „Złamany wymiar", Wiedza i Życie, nr 11-1292, s.60-68; P.Pierański, „Fraktale. Od geometrii do sztuki" (Poznań, OWN, 1992); J.Kudrewicz, „Fraktale i Chaos" (Warszawa, WNT, 1993).