

Ante Munitić *

ISSN 0469 - 6255
(199 - 201)

“KAOS”

“CHAOS”

UDK 519.71/.72+530.13/.14+577.3

Znanstveni serijal

Scientific serial

Uvod

Introduction

Jeste li se ikada zapitali: “Postoji li direktna ili indirektna uzročno-posljedična, ili povratna veza, te sličnost dinamičke zakonitosti ponašanja između dvaju ili više različitih događaja koji su se desili istovremeno ili s većim ili manjim međusobnim vremenskim kašnjenjem?”

Slično dubiozno pitanje jest: “Djeluje li u Svemiru beskonačan broj različitih prirodnih i društvenih zakonitosti, ili se radi o konačnom skupu analognih zakona koje je dizajnirao Veliki modelar ili Stvaralac cijelog Svemira, a koje bi bilo moguće, uz pomoć moderne znanosti, lako prepoznati i determinirati?”. Mnogi se pitaju: “Kako je moguće da je tako dugo vremena trebalo znanstvenicima da utvrde, u potpunosti ili djelomično, dinamičke zakonitosti ponašanja, ponekad vrlo jednostavnih, nelinearnih sistema, odnosno procesa, kao što su: turbulentne pojave u tekućinama i zračnim sistemima, hidrometeorološkim i klimatskim sistemima, nelinearnim električnim i magnetskim krugovima; pojava srčane aritmije kod ljudi i životinja, nepravilnih električnih impulsa u radu mozga (raznovrsni neurološki i psihološki sindromi); mnogobrojne varijacije bioloških vrsta; nepravilna titranja brodova, letjelica i mostova; gomilanje zvijezda u galaktikama; plovidbena i poslovna stabilnost brodova i brodarskih organizacija; dinamičke pojave promjena stanja cijena dionica na burzi; determinizam prošlih, sadašnjih i budućih zbivanja, te uloge pojedinca-čovjeka u tim zbivanjima; dinamika evolucije; imunološka sposobnost samoorganizacije bioloških sistema; pojave kaotičnih ili katastrofičnih stanja u društvenim sistemima koji se javljaju u različitim stresnim oblicima, kao što su: politička, nacionalna, religiozna i rasistička netrpeljivost; zatim demonstracije, štrajkovi, zatvoreni procesi tipa; “terorizam-taoci-odmazda”, lokalni sukobi, revolucije, ratovi itd.)”?

Danas, na kraju drugog tisućljeća, praktički je nemoguće dati decidirane odgovore na sva uvodno postavljena pitanja. Zato autor ovog znanstvenog serijala ima namjeru upoznati, ne samo znanstvenike već i progresivne mlade ljude koji imaju iskreni interes za aktivno sudjelovanje u daljnjem znanstvenom istraživanju uvodno navedenih pojava. Sa današnjim stanjem znanstvenih saznanja o istim nelinearnim dinamičkim fenomenima, te o raspoloživom znanstvenom metodološkom postupku koji im stoji na raspolaganju i koji je potrebno, uz njihovu pomoć, dopuniti kako bi se ubrzalo determiniranje, djelomično ili potpuno nepoznatih, prirodnih i društvenih sistema!

“KAOS - 1.”

“Chaos - 1.”

1. Definicija kaosa

The definition of chaos

Prije same definicije “kaosa” potrebno je naglasiti, da je “kaos” sveprisutni dinamički prirodni fenomen koji se evidentno javlja kod dinamičkih procesa koji se zbivaju unutar i oko, kao i između, svih prirodnih, tehničkih i organizacijskih sistema, što znači cijelog Svemira!

Nadalje, potrebno je napomenuti da riječ “kaos” ima starogrčko podrijetlo i da doslovce znači zbrku, metež, darmar, nered, stanje bez ikakvog reda, što je u potpunom suglasju i sa sljedećim stavom “Gdje kaos počima, klasična znanost prestaje” (James Gleick).

Počevši od konca devetnaestog stoljeća, pa do danas, mnogobrojni znanstvenici su dali doprinos stvaranju novog znanstvenog područja, koji se naziva veoma jednostavno i kratko: “KAOS”, iako se radi o veoma složenom prirodnom fenomenu, koji može trajati veoma dugo, a može imati za posljedicu katastrofu nekih sistema, ili možda rađanje novih otpornijih svrsishodnih cjelina! Potrebno je spomenuti da su Poincare (1880.), Rayleigh (1896.), Duffing (1918.), Birkoff (1927.-1950.), Van Der Pol (1027.), fon Neumann (1950.), Lorenz (1963.), Nicolis i Prigogodine

* Prof. dr. sci. Ante Munitić
Redovni profesor informacijskih znanosti
Pomorski fakultet, Split

(1977.), Feigenbaum (1980.), Allen (1982-1985.), Cvitanović (1984), Thomson i Stewart (1986.), kao i tzv. "sistemski dinamičari", Aracil (1982., 1984., 1986.), Haag (1983.), Toro (1984., 1986.), Sterman (1985.), Jensen (1986.), Mosekilde (1985., 1986., 1987., 1988., 1991.), Holstein i Rathlou (1986.), Reiner i Weidlich (1983. i 1986.), Togeby (1987.), Rasmussen (1987.), Engelbrecht (1987.), Sturis (1987.), Mora i Bes (1991.), Nielsen i Stranddorf (1991.), Usano i Marques (1991.), Saeed i Bach (1992.), Shoukath i Ramaswamy dali posebni znanstveni doprinos determiniranju prirodnih zakonitosti fenomena kaosa (Teorija kaosa).

Lorenz je 1963. godine započeo istraživati veoma složen prirodni sistem hidrometeorološkog vremenskog nelinearnog procesa, s ciljem izrade simulacijskog modela prognoziranja vremenskih prilika uz pomoć digitalnog kompjutera. Odmah poslije Lorenza, Mitchell Feigenbaum, osebujni znanstvenik 1974. godine, u Los Alamos-u (New Mexico, USA), započeo je egzaktno znanstveno izučavati hidrometeorološki atmosferski vremenski sistem, koji je do tada bio nedovoljno znanstveno istražen! Tek oko 1900. godine iskristaliziralo se znanstveno saznanje da se kaotično ponašanje nekih sistema može predstaviti općim zakonitostima, tj. upravljačkim relacijama, koje vladaju između njihove strukture i njihova kaotičnog ponašanja.

Prema tome, "kaos" je prirodni dinamički složeni procesni fenomen, koji se javlja skoro u svim vrstama dinamičkih sistema, čiji je stvaralac priroda (prirodni sistemi), ili čovjek (tehnički i organizacijski sistemi).

Svi znanstvenici, koji poznaju "Teoriju kaosa", tj. matematičari, fizičari, biolozi, kemičari, psiholozi, ekolozi, ekonomisti, politolozi, medicinari, organizatori, vojni stratezi i informatičari, slažu se u tome, da dosadašnje znanstveno izučavanje "kaosa", odnosno zakonitosti "nereda", ima za rezultat nastajanje treće znanstvene revolucije dvadesetog stoljeća, ako prihvatimo, da je prva započela *relativnošću*, a druga pojavom *kvantne mehanike*.

Fizičari znaju da je *teorija relativnosti* eliminirala Newtonovu zamisao o apsolutnom prostoru i vremenu, dok je *kvantna teorija* učinila zaista nestvarnim Newton-ov san o upravljivosti mjerljivih procesa, a *teorija kaosa* je eliminirala Laplace-ovu fantaziju o mogućem determiniranom predviđanju dinamike ponašanja sistema!

Konačno se može prići determiniranju "kaosa" kao "relativno nove znanstvene discipline, koja ima univerzalan karakter, i koja jest znanost o dinamici bifurkacijskih, katastrofičnih i kaotičnih (turbulentnih) procesa koji se zbivaju u prirodnim, tehničkim i organizacijskim sistemima"!

2. Svudašnjost kaosa *The omnipresence of chaos*

Cijeli Svemir se može podijeliti na tri karakteristične grupe sistema, odnosno svrshodno organiziranih "sistemskih cjelina":

1. *prirodne sisteme*, koji nastaju, razvijaju i gase se u skladu s prirodnim zakonima (sistemi kauzaliteta), a stvaralac im je "Stvaralac prirode";

2. *tehničke sisteme*, koji predstavljaju svrshishodni skup materijalnih elemenata, koji su međusobno povezani u cjelinu, to jest uređaj, stroj ili postrojenje, koje djeluje u skladu s prirodnim zakonima s unaprijed zadanim ciljem (teleološki sistemi), koji mu je zadao njegov stvaralac: čovjek;

3. *organizacijske sisteme*, koji predstavljaju "sve materijalne, umne i moralne tekovine, koje je ljudski mozak stvorio, od trenutka kad se čovjek popeo na zadnje noge pa do danas"! Stvaralac im je: čovjek.

Složenost sistema, tj. njihova determiniranost može se predstaviti na sljedeći relativizirani način: 1. potpuno determinirani sistemi - 100% determinirani (mehanički sistemi, električni krugovi, upravljački procesni sistemi, sistemi upravljanja letjelicama); 2. manjim dijelom neterminirani sistemi -25% nedeterminirani sistemi (hidrološki sistemi, energetski sistemi, transportni sistemi); 3. većim dijelom nedeterminirani sistemi -više od 50% nedeterminirani sistemi (ekonomski sistemi, ekološki sistemi); 4. najvećim dijelom nedeterminirani sistemi-preko 75% nedeterminirani sistemi (biološki sistemi, društveni sistemi). Potrebno je napomenuti, da se dana relativna nedeterminiranost stalno mijenja u korist determiniranosti sistema!

Znanstvena istraživanja dinamike ponašanja svih vrsta sistema su pokazala da je pojava kaosa svudašnji prirodni fenomen, koji se manifestira na više načina, tj.: 1. turbulencijama, 2. bifurkacijama, 3. katastrofama, 4. intermitencijama, 5. periodičnošću, 6. fraktalnom grafikom, 7. atraktorima, itd.

U znanstvenoj disciplini koja se bavi izučavanjem prirodnih zakonitosti pojave kaosa, koriste se tri načina grafičkog predstavljanja kaotičnih pojava u 1.-realnom vremenskom području, 2.-faznom prostoru i 3.-frekvencijskom području. Pojedini pojavni oblici, imaju sasvim određeno značenje, koje je potrebno posebno objasniti:

1. "turbulencija" jest pojava kaotičnog i skokovitog mijenjanja veličina realnih amplituda varijabli stanja, koji predstavljaju neki nelinearni sistem, u skladu s jednadžbom (1);

2. "bifurkacija" jest pojava "dijeljenja", odnosno "račvanja" na "n"-kvantitativnih razina amplituda varijabli stanja, kao posljedica promjene veličine nelinearnih parametara, odnosno promjene strukture promatranog nelinearnog sistema (Feigenbaum 1975./1980.), koji se javlja u svakom idućem "dvostrukom vremenskom periodu":

$$T_0 = 2/f_0, \quad (1)$$

n = broj punih ciklusa

T_0 = jedinični vremenski period osciliranja (s),

f_0 = jedinična učestalost osciliranja (Hz)

3. "katastrofičnost" jest pojava skokovitih promjena amplituda pojedinih varijabli stanja kao posljedica kontinuiranih promjena nelinearnih parametara strukture promatranih sistema, što znači da spada u posebni ekstremni slučaj bifurkacije i još opasnije pojave akutne strukturne nestabilnosti, koja može imati za posljedicu katastrofu nelinearnog sistema;

1. "fraktalna grafika" - jest grafički prikaz dinamike ponašanja varijabli stanja nelinearnog sistema koji postupno prelazi iz stabilnog dinamičkog stanja, preko bifurkacije u trajno turbulentno, odnosno kaotično stanje;

2. "atraktor" - jest grafički prikaz dinamike ponašanja nelinearnog sistema pomoću funkcionalne ovisnosti "brzine promjene" o "stanju" promatrane varijable u "faznom prostoru"!

3. Razlozi relativnog kašnjenja znanosti u kvalitativnom i kvantitativnom determiniranju kaotičnih procesa

The reason for science to be relatively late in qualitative and quantitative determining chaotic processes

Glavni uzroci kašnjenja znanstvenog zapaženja i determiniranja kaotičnih procesa su višestruki, od kojih je potrebno napomenuti sljedeće:

1. elementarna znanstvena istraživanja su relativno nova;

2. istraživanja sistemskih dinamičara kaotičnih sistema su započela veoma kasno;

3. elementarna i napredna metodologija istraživanja dinamike ponašanja kaotičnih sistema nije dovoljno poznata;

4. mnogobrojni analitičari kaotičnih sistema su dugo vremena upotrebljavali rudimentarne tehnike analiziranja kaotičnih procesa, koje nisu omogućavale uočavanje kaotičnih dinamičkih fenomena (npr. Metodologija istraživanja prelaznih pojava oscilatornih sistema);

5. primjena metodologije "faznog prostora i prostora stanja", koja je pogodna za inženjere nije pogodna za specijaliste većine neinženjerskih djelatnosti, jer ih uopće ne poznaju;

6. mnogobrojni analitičari dinamičkih fenomena kaosa su istraživali dinamiku sistema u okviru 2-vremenska oscilatorna perioda, koji nisu dovoljni za uočavanje pojava kaosa;

7. moguća pojava kaosa je rijetko lako uočljiva prirodna pojava!

Nadalje, kaos se može očekivati od sistema koji imaju tri vrste unutrašnje strukture:

1. sistemi koji imaju ograničen kaotični ciklus, odnosno koji imaju granično stabilni ciklični oscilator;

2. sistemi koji imaju dva samogenerirajuća oscilatora;

3. sistemi koji imaju oscilatorni karakter koji se inicira egzogenim djelovanjem, najčešće sinusnom silom.

Kaos djeluje u ograničenim "parametarskim prostovima", te su kaotični sustavi po prirodi nelinearni i kaotično se iniciraju malim promjenama parametara unutar strukture sistema.

4. Tko se danas bavi istraživanjem kaotičnih sistema

Who is engaged in the research of chaotic systems nowadays?

Potrebno je istaknuti da poseban interes za istraživanje i primjenu rezultata istraživanja imaju znanstvenici i stručnjaci interdisciplinarnih specijalnosti, kao što su 1. menadžeri današnji stvarnih svjetskih poznatih socijalnih i gospodarstvenih organizacijskih sistema, 2. matematičari koji istražuju ponašanje nelinearnih sistema, 3. sistemski dinamičari, 4. znanstveni istraživači Svemira, 5. informatičari i komunikacijski inženjeri, 6. biolozi, 7. genetičari, 8. ekolozi 9. psiholozi, 10. neurolozi, 11. sociopsiholozi, 12. psihijatri i 13. vojni eksperti, koje interesira apliciranje znanstvenih saznanja o zakonitostima kaotičnih fenomena, kao i odnosa strukture i relacija ponašanja kaotičnih sistema.

5. Umjesto zaključka

Instead of conclusion

U posljednjih desetak godina, istražena je dinamika kaotičnog ponašanja mnogobrojnih menadžerskih, gospodarstvenih, društvenih, fizičkih, bioloških, ekoloških, i posebno nelinearnih sistema različite prirode. Zahvaljujući dosadašnjim znanstvenim saznanjima o kaotičnom ponašanju jednog manjeg dijela prirodnih, tehničkih i organizacijskih sistema, pronađene su nove učinkovite metode za istraživanje nelinearnih sistema, kao što su 1. teorija bifurkacije, 2. teorija atraktora (fazni prostori), 3. teorija katastrofičnosti, itd. Ovako bogata i učinkovita relativno nova metodologija omogućava:

1. lako učenje novih tehnika za analiziranje i prepoznavanje dinamike ponašanja nelinearnih sistema;

2. lako uočavanje kaotičnih struktura i relativno dugih kaotičnih ciklusa, koji vladaju među prirodnim, tehničkim i organizacijskim najsloženijim društvenim ekonomskim sustavima.

Rukopis primljen: 31. 3. 1997.