

表 1 混沌强度与 r 的关系

r	混沌强度估计	标准差
3.910	0.444155712	0.001591241
3.920	0.451179191	0.004564465
3.930	0.454039541	0.004356162
3.935	0.460546682	0.004650803
3.940	0.462781896	0.001768296

从表 1 中可见,混沌强度体现了 r 值的变化。

6 结论

(1)用均匀度(独占线长度)研究混沌既能识别混沌状态,又能识别分形状态,下降速度还与分维有关,真可谓三位一体。

(2)根据定理 1,随机格局的均匀度(独占线长度)是均方收敛的,而根据引理 4,准分形点集的均匀度为 0。

(3)本文再次说明,复杂性与均匀性是密切相关的。混沌轨道的复杂性体现在均匀性(独占线长度)上,而分形集的复杂性体现在度量数列上^[11],度量数列的复杂性又体现在其均匀性上。

(4)一般认为混沌的轨道即是分形,根据引理 4 和图 8 的提示,有理由对此提出质疑。但是,根据图 2,从周期运动到混沌的过渡过程中可能产生分形的轨道。

(5)对模型(4)的研究发现,从混沌进入周期运动的过程是通过迭代过程表现出来的,对一些接近于周期运动而仍处于混沌的 r 值,最初表现为准周期运动,而在某次迭代(临界迭代) N 之后,均匀度(独占线长度)被很快放大, N 与 r 值有关。

(6)时间离散的动力系统的轨道按均匀性可以排列如下:不动点、倍周期分岔、混沌,这个排列产生的轨道点集是趋于分散的,所以,可以粗略地解释混沌为:轨道点集均匀化。这里所说的轨道点集是指将轨道视为离散的点集,而不是连续的线。

7 讨论

(1)根据均匀度(独占线长度)的定义,1 维点集不存在边界问题^[11],而 2 维以上就存在边界问题,总可以问这样的问题:先有点集还是先有边界。若先有边界,点集的独占球就可能跨出边界。若先有点集,其边界又如何确定。所以,这一问题不能一概而论,这里提出一个约定:一方面,一定范围

内的点集可以看成为一个更大的点集的子集,这样,独占球的确不会因为边界而改变;另一方面,边界的确定要视点集发生的潜在范围而定。

(2)基于本文对混沌的理解,可以提出如下命题:对于有界的、时间离散的动力系统而言,系统对某一初值处于混沌状态的充分必要条件是:该初值的轨道独占球总体积均方收敛(不能确定性收敛)。对于特定的模型,要从计算机上验证这一命题是容易的,然而要从理论上证明此命题,还需要更多的努力。笔者希望能从计算机验证中找到使命题不成立的例子,这样的例子将是混沌的更高级形式。

(3)从周期运动到混沌的过渡过程可能产生分形。

(4)引理 4 的普适性也许还值得讨论。

参考文献 (References)

- [1] T. M. Fromhold, A. Patan, S. Bujkiewicz, et al. Chaotic electron diffusion through stochastic webs enhances current flow in super lattices[J]. Nature, 2004, 428:726 ~730
- [2] Thomas C. Halsey, Mogens H. Jensen. Hurricanes and butterflies[J]. Nature, 2004, 428: 127~128
- [3] N. Murray and M. Holman. The origin of chaos in the Outer Solar System[J]. Science, 1997, 19(283): 1 877~1 881
- [4] Daniel J. Gauthier. PHYSICS: Enhanced: Chaos has come again. Science, 1998, 20(279): 1 156~1 157
- [5] Moore P G.. Spacing in plant populations [J]. Ecology, 1954, 35: 222~227
- [6] 罗传文. 联结度指数构造模型及其应用[J]. 林业科学, 2004, 40 (2):183~188
- [7] May R M. Biological populations obeying difference equations: stable points, stable cycles and chaos [J]. Theor. Biol. 1975, 51: 511~524
- [8] 夏德勇, 罗传文. 非线性现象——耗散结构、混沌与分形[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 1994. 68~110
- [9] 王兴元, 朱伟勇. 二维 Logistic 映象的吸引子演化[J]. 东北大学学报(自然科学版), 1997, 18(4):417~420
- [10] Lity, Yorke. Period three imply chaos [J]. Amer. Math. Monthly, 1975, 82:985~992
- [11] 罗传文. 点空间分析——分维与均匀度 [J]. 科技导报, 2004 (10):51~54
- [12] 李水根. 分形[M]. 北京:高等教育出版社. 2004. 179~181
- [13] 刘证. 关于 n 维球的体积[J]. 鞍山钢铁学院学报, 2001, 24(5): 321~326

(责任编辑 苏 青)

·封面文字说明·

三峡水库初期蓄水前后卫星影像对比图

目前,三峡工程建设已进入第三期工程建设全面实施阶段,蓄水水位为 135 米左右。本期封面图片为三峡水库初期蓄水前后卫星影像对比图(135 米水位)。该图采用 Landsat 卫星(成像时间为蓄水前——2002 年 9 月,分辨率 30 米)和 Radersat 卫星(成像时间为蓄水后——2003 年 6 月 19 日,分辨率 25 米)遥感影像合成制作而成,反映了三峡水库蓄水后水位的变化情况,清楚地表明了三峡水库的

“河道型”水库特征。从总体上看,水库初期蓄水对长江河道的改变不大,水库仍保持“河道”特点。右下角的图片为三峡水库不同地段的局部放大图,反映了从坝前到库尾不同地段的局部干流和支流的水位变化情况。由图可见,越靠近坝前,水位变化影响越显著。本期封面图片由三峡工程生态环境监测系统信息管理中心提供。

(黄真理 供稿)