

Коллективная динамика двух логистических отображений с перегруженной связью

В.В. Чибисов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Исследование и практическая реализация активных беспроводных сетей является актуальной научной проблемой. Особенно перспективным представляется создание беспроводных сетей на базе прямохаотических приемопередатчиков [1]. Основным инструментом моделирования здесь служат ансамбли связанных хаотических систем [2-5]. Разнообразие моделей достигается, в первую очередь, за счет различных вариантов топологии связей. Связи между элементами могут быть устроены самым различным образом.

Как правило, на связи накладывают дополнительные ограничения. Самым распространенным требованием является гарантия того, что каждое отображение не покинет заданной области. В данной статье рассматривается возможность снятия этого ограничения для системы из двух связанных логистических отображений.

Система описывается следующими уравнениями:

$$M_{n+1} = f(M_n),$$

$$S_{n+1} = f((1+l)M_n - lS_n), l > 0.$$

$$\text{где } f(M) = 4pM(1-M), 0 < p \leq 1.$$

Изучено преобразование облака начальных точек, заполняющих единичный квадрат в пространстве (S,M). Обнаружено, что, несмотря на перегрузку связи, в отрицательной полуплоскости существует достижимая область, которая при повторной итерации возвращается внутрь единичного квадрата. Область ограничена координатными осями и

прямой $(1+l)M + lS = 1$. После преобразования координат $s = \frac{S}{p}$, $m = (1+l)^2 \frac{M}{p}$ получим не зависящее от параметра p уравнение для границ образа единичного квадрата:

$$m = s \pm 2l\sqrt{(1-s)} + 2l.$$

Достаточным условием возвращения системы в единичный квадрат будет являться:

$$l < (4p - 1)^{-1}.$$

Получено, что если отображение S не уходит на бесконечность, то гарантированно наступает синхронный режим. Бассейн синхронного аттрактора имеет сложную фрактальную структуру (рис. 1 – 3).

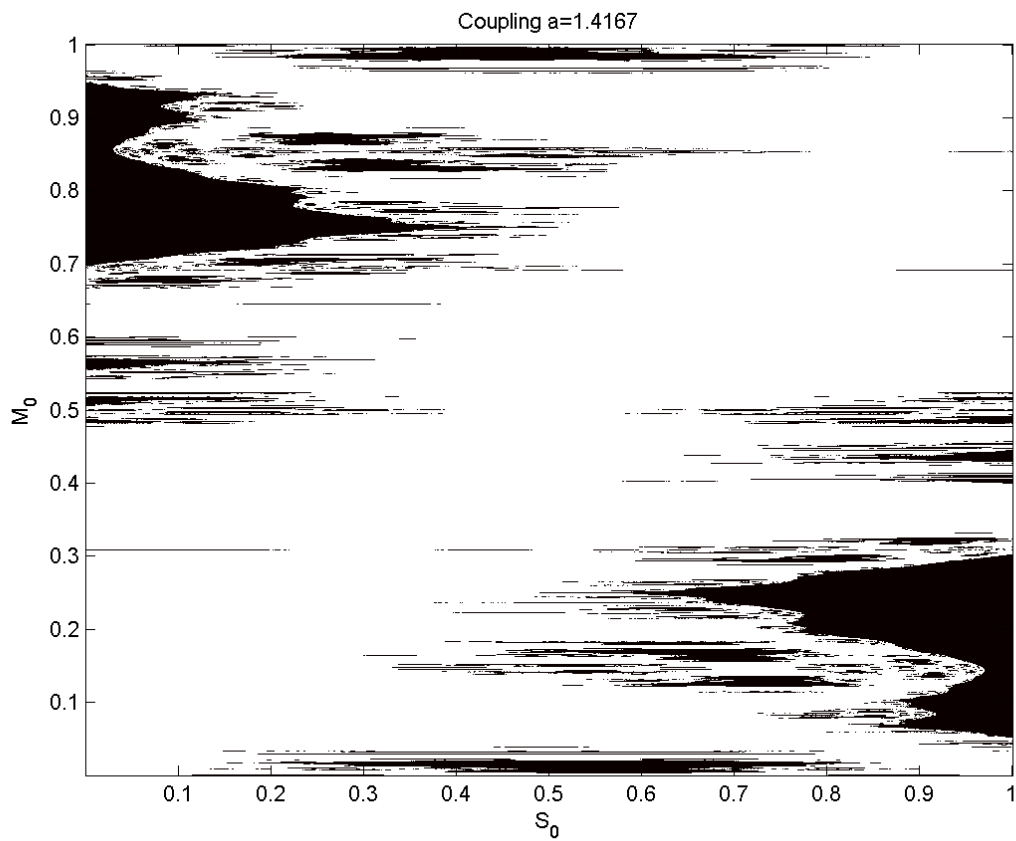


Рис. 1. Пример бассейна синхронного аттрактора: обозначен белым цветом для удобства восприятия.

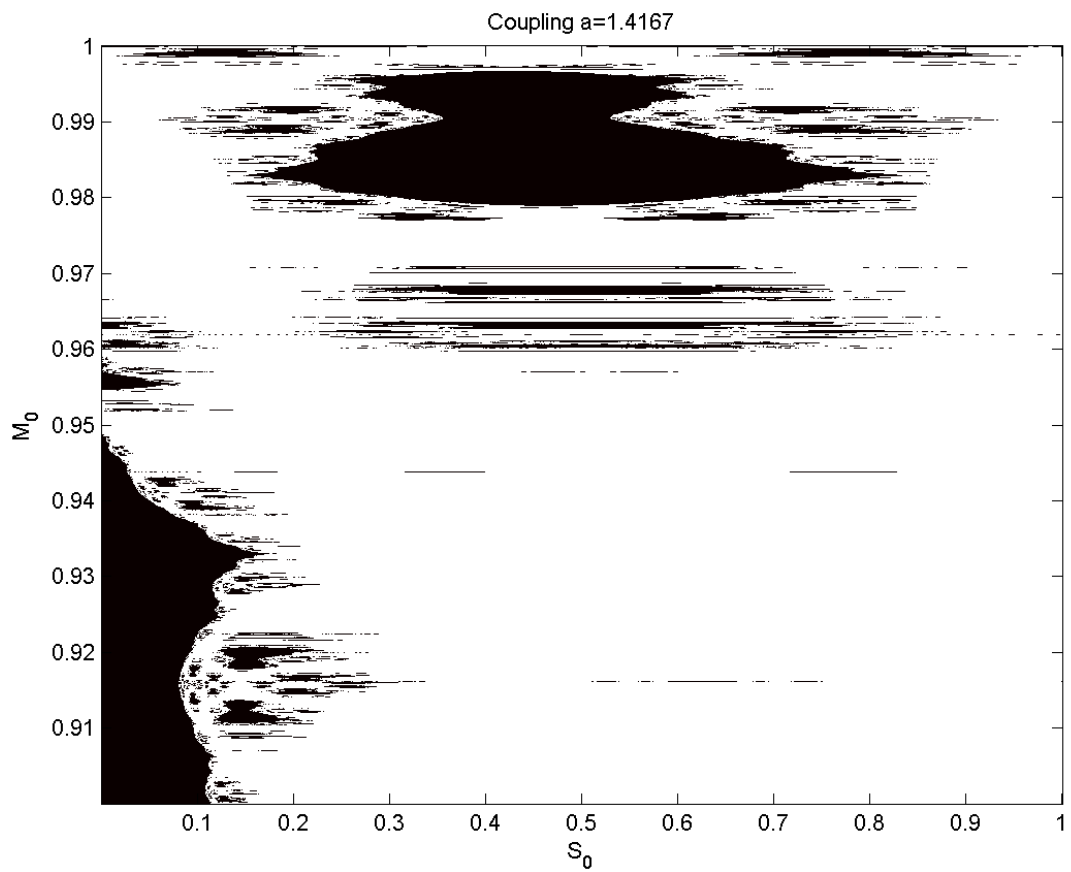


Рис. 2.

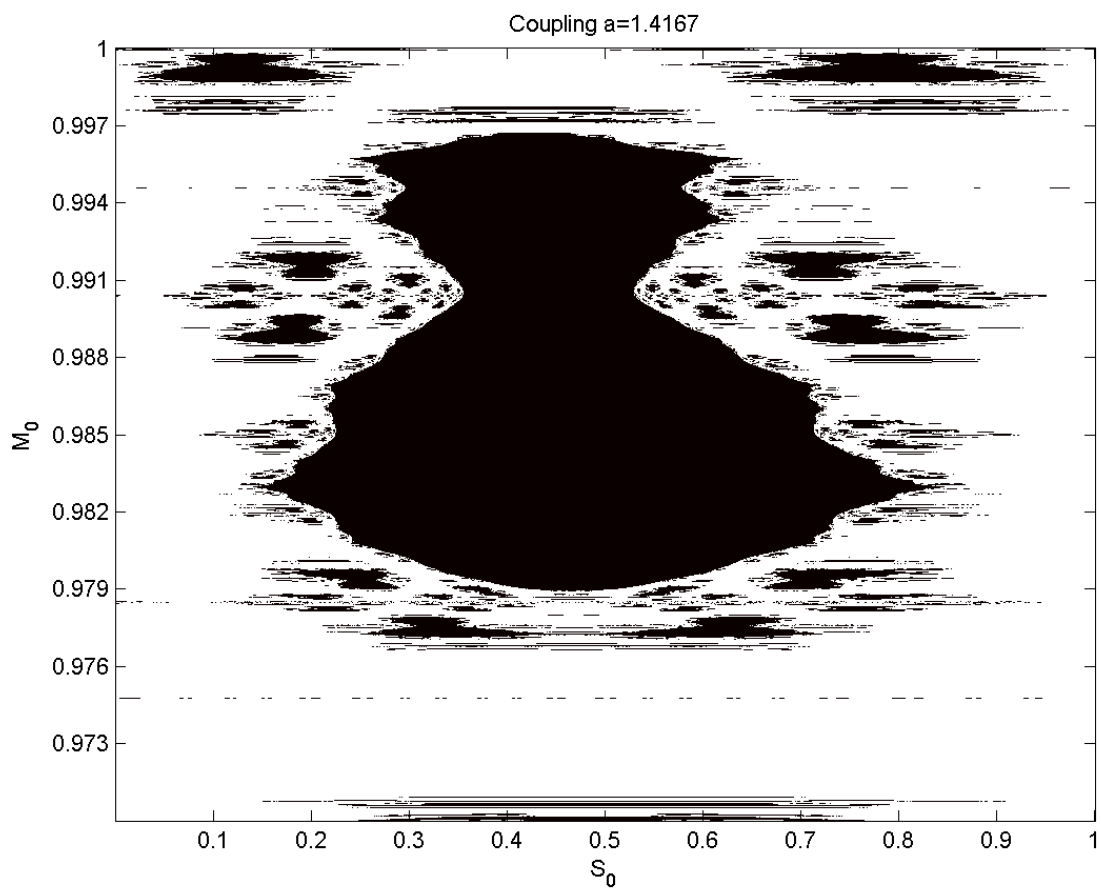


Рис. 3.

Также исследовано разрушение синхронного бассейна при росте перегрузки (рис. 4).

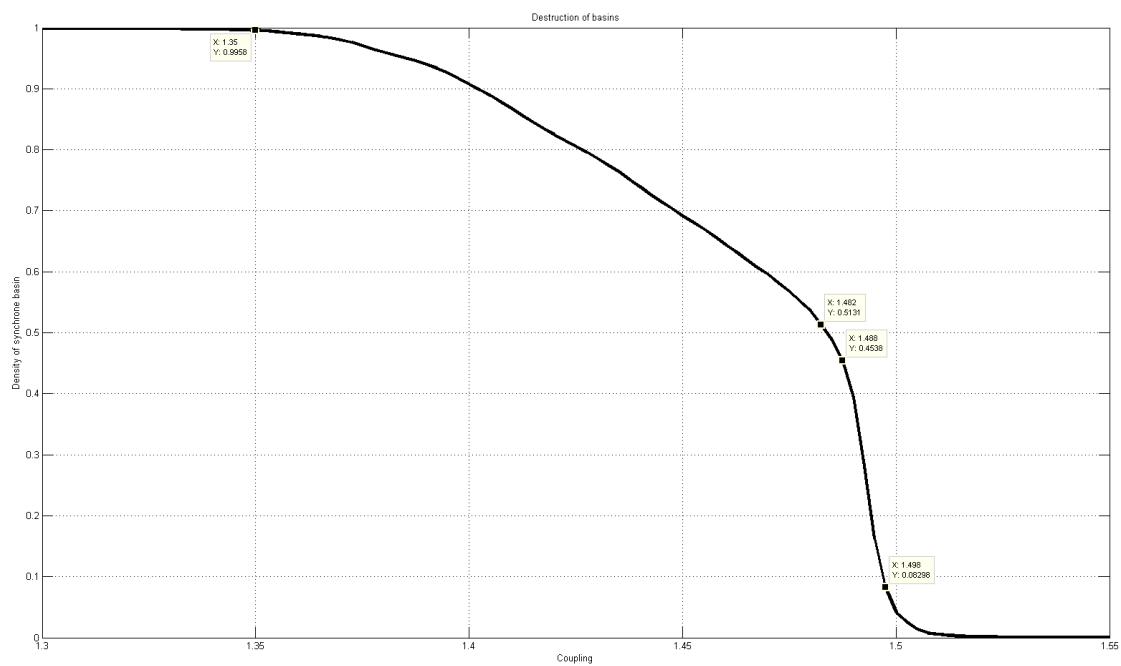


Рис. 4. Уменьшение бассейна синхронного аттрактора по мере перегрузки связи.

Литература

1. Дмитриев А.С., Уразалиева Д.М. Адаптивность, самоорганизация и сложность в

- сверхширокополостных беспроводных сенсорных сетях. - Успехи современной радиоэлектроники, 2013, № 3, с. 7-19.
2. *Kaneko K.* Clustering, coding, switching, hierarchical ordering, and control in a network of chaotic elements. – *Physica D*, 1990, v. 41, pp. 137-172.
 3. *Дмитриев А.С., Старков С.О., Широков М.Е.* Синхронизация ансамблей связанных отображений. – *Известия ВУЗов, Прикладная нелинейная динамика*, 1996, т. 4, № 4-5, с. 40-58.
 4. *Xie F., Hu G., Qu Z.* On-off intermittency in a coupled-map lattice system. – *Physical review E. Rapid communications*, 1995, August, v. 52, no 2, pp. 52-56.
 5. *Andreyev Y.V., Dmitriev A.S.* Conditions for Global Synchronization in Lattices of Chaotic Elements with Local Connections. – *International Journal of Bifurcations and Chaos*, 1999, v. 9, no 12, pp. 2165-2172.