

ISSN 1818-1015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет
имени П.Г. Демидова

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Том 15 №2 2008

Основан в 1999 г.
Выходит 4 раза в год

*Свидетельство о регистрации №019209 от 16.08.99
Государственного Комитета Российской Федерации по печати*

Главный редактор
В. А. Соколов

Редакционная коллегия
О. Л. Бандман, В. А. Бондаренко, И. Б. Вирбицкайте, С. Д. Глызин (зам. гл. ред.),
М. Г. Дмитриев, А. В. Зафиевский, Л. С. Казарин, Ю. Г. Карпов, С. А. Кащенко,
А. Ю. Колесов, И. А. Ломазова, В. В. Майоров, В. Э. Малышкин, В. А. Непомнящий

Ответственный редактор выпуска
С. Д. Глызин

Ответственный секретарь
Е. А. Тимофеев

Адрес редакции: 150000, Ярославль, ул. Советская, 14
E-mail: mais@uniyar.ac.ru

Научные статьи в журнал принимаются по электронной почте и на кафедре теоретической информатики Ярославского государственного университета. Статьи должны содержать УДК, аннотации на русском и английском языках и сопровождаться набором текста в редакторе LaTeX.

©Ярославский
государственный
университет, 2008

СОДЕРЖАНИЕ

Моделирование и анализ информационных систем. Т.15, №2. 2008

О синхронизации в нейронной сети на основе импульсной модели нейрона <i>Богомолов Ю. В.</i>	3
Об устойчивости решений некоторых уравнений из класса адиабатических осцилляторов <i>Нестеров П. Н.</i>	10
Явление буферности в уравнениях с запаздыванием <i>Сандуляк Д. В.</i>	18
Проблемы статистической оценки экономических явлений <i>Спиридонова Е. М.</i>	26
Буферность в уравнениях второго порядка с большим запаздыванием <i>Кащенко И. С.</i>	31
Особенности динамики модели Ланга – Кобаяши в одном критическом случае <i>Глазков Д. В.</i>	36
Верификация синхронно-автоматных программ с использованием LTL <i>Кубасов С. В.</i>	46
Бифуркации однородного цикла обобщенного кубического уравнения Шредингера в треугольнике <i>Куликов Д. А.</i>	50
Релаксационные колебания в простейших моделях с запаздыванием <i>Кащенко С. А., Полстъянов А. С.</i>	55
Поправка к периоду решения уравнения, моделирующего динамику мембранного потенциала нейрона <i>Майоров В. В., Мячин М. Л., Парамонов И. В.</i>	61
Параметрическое возбуждение хаотических колебаний в одном дифференциальном уравнении второго порядка с запаздывающим аргументом <i>Кубышкин Е. П., Коверга А. Ю.</i>	67
Многообходные аттракторы в системе двух и трех диффузионно- связанных нейронов, описываемых уравнениями с запаздыванием <i>Кащенко С. А., Майоров В. В., Мячин М. Л.</i>	72
Динамика взаимодействия пары осцилляторов нейронного типа <i>Глызин С. Д., Киселева Е. О.</i>	75
Динамика параболического уравнения с малой диффузией и отклонением пространственной переменной <i>Кащенко Д. С., Кащенко И. С.</i>	89
О работе семинара "Нелинейная динамика"	94

Редактор А.А.Аладьева

Подписано в печать 27.06. 2008. Формат 60x84¹/8. Печать офсетная.

Усл.печ.л. 11,43. Уч.-изд.л. 10,1 . Тираж 500 экз.

Отпечатано на ризографе. Ярославский государственный университет имени
П.Г.Демидова, 150 000, Ярославль, ул.Советская, 14

О синхронизации в нейронной сети на основе импульсной модели нейрона

Богомолов Ю.В.

*Ярославский государственный университет,
150 000, Ярославль, Советская, 14
e-mail: yurik232@mail.ru*

получена 8 октября 2007

Аннотация

Проводится анализ процессов синхронизации в нейронных сетях из двух нейронов-автогенераторов на основе импульсной модели с различными типами связи.

Введение

Имитирующие структуру мозга и нервной системы разнообразные модели нейронных сетей находят самые широкие применения. Основанные на биологических предпосылках нейронные сети позволяют смоделировать происходящие в нервной системе процессы и выдвинуть гипотезы о нейрофизиологических механизмах когнитивных процессов (внимания, памяти). При этом важную роль играют процессы образования и разрушения ансамблей синхронно работающих нервных клеток (нейронов), моделированию которых будет уделено особое внимание в работе.

В работе моделируются две нейронные сети с различными типами взаимодействия. В ходе моделирования за основу взята предложенная в [1] импульсная модель нейрона-автогенератора, описываемая дифференциальным уравнением с отклоняющимся аргументом. На основе данной модели нейрона, с учетом биологических данных о наличии в мозге замкнутых кольцевых структур, а также гипотезы об организации кратковременной памяти на основе синхронно работающих нейронных ансамблей, в качестве адекватного объекта изучения рассматриваются процессы синхронизации в системе из двух взаимодействующих нейронов схожей структуры. При этом в ходе вычислительного эксперимента выявляются параметры, при которых в рассматриваемых моделях нейронных сетей на основе импульсной модели нейрона происходят процессы синхронизации и десинхронизации. С учетом отмеченной в [8] ключевой роли синхронизации в деятельности нейронных ансамблей с малым количеством нейронов и связи механизмов реализации когнитивных процессов (память, внимание) с возникновением ансамблей синхронно функционирующих нейронов [4, 9] это позволяет интерпретировать данные процессы как аналоги процессов запоминания и забывания в биологических нейронных сетях.

Статья состоит из нескольких разделов. В первом из них дается описание математической модели исследуемых сетей на основе импульсной модели нейрона. Необходимые биологические комментарии приводятся во втором разделе статьи. Исходная модель функционирует в непрерывном времени, однако в ходе численного анализа рассматривается ее дискретизация, пояснения по реализации которой даны в третьем разделе. Там же описывается общая схема вычислительного эксперимента. В четвертом разделе статьи приводятся начальные условия и параметры рассматриваемых сетей, производится обоснование их адекватности моделируемым биологическим системам. В ходе численного анализа отмечено наличие параметров, при которых имеет место синхронизация импульсной активности нейронов в рассматриваемых моделях. Также выявлены условия, при которых отмечена неустойчивость синхронного режима в данных нейронных сетях (распад нейронного ансамбля). Результаты анализа приводятся в пятом разделе статьи. В заключении дается биологическая интерпретация отмеченных в модели процессов как аналогов процессов запоминания и забывания в естественной нервной системе.

1. Математическая модель нейронной сети

В данном разделе будет дано формальное описание рассматриваемой импульсной модели нейронной сети.

Основным элементом биологической нейронной сети является нейрон (нервная клетка), способный к генерации импульсов (возможно, под внешним воздействием). Состояние нейрона характеризуется изменяющимся во времени мембранным потенциалом. В работе [1] предложена модель нейрона на основе