

一类新的光电神经元模型及其动力学

刘勇¹, 徐万江¹, 马军^{2,3}, Faris ALZHRANI⁴, Aatef HOBINY⁴

¹盐城师范学院数学与统计学院, 中国盐城市, 224002

²兰州理工大学物理系, 中国兰州市, 730050

³重庆邮电大学理学院, 中国重庆市, 430065

⁴阿卜杜勒阿齐兹国王大学数学系NAAM研究组, 沙特阿拉伯吉达, 21589

摘要: 生物神经元可感知多种外界刺激信号, 这些信号可被转化为等效的电流来驱动神经元。因此, 神经元的膜电位可通过外刺激调控呈现各类放电模式。实际上, 可靠的神经元模型应考虑内在的生物物理效应以及功能性编码。一个重要且有趣的问题是弄清外界信号转录过程的物理机制。外界信号通常被转化为等效的跨膜电流或信号源以诱发动作电位。提出一个光电神经元模型以表达其非线性编码过程和外界光信号驱动神经元的电活动响应。在该模型中, 使用一个光电管激活一个简单的FitzHugh-Nagumo (FHN) 神经元电路, 并施加外界光信号(光照)于光电管产生时变电流源或电压源以驱动神经元电路。这种光电管耦合的神经元电路能探测和感知外界光信号, 其作用类似于人工电子眼。通过分岔详细分析神经元模态迁移和放电斑图特征。通过调制神经元电路的光电流, 神经元膜电位序列可呈现静息态、尖峰放电、簇放电和混沌特征。这些结果可为进一步研究神经动力学和神经电路提供参考。

关键词: 光电神经元; 神经元模型; 分岔; 簇放电; 光电管

<https://doi.org/10.1631/FITEE.1900606>