

Zihnimizi Bir de Matematik ile Anlamaya Çalışalım

Rahmi Elibol Neslihan Serap Şengör

57. Ulusal Psikiyatri Kongresi

20-21.10.2021
Ankara

Örnek Model

Hesaplamalı Modeller

Kodlar

Örnek Model

DOI 10.1007/s00429-017-1536-6

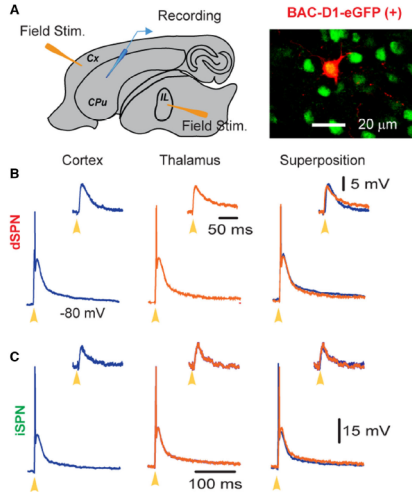
ORIGINAL ARTICLE

Functional comparison of corticostriatal and thalamostriatal postsynaptic responses in striatal neurons of the mouse

M. A. Arias-García¹ · D. Tapia¹ · J. A. Laville¹ · V. M. Calderón¹ ·
Y. Ramiro-Cortés¹ · J. Bargas¹ · E. Galarraga¹

Received: 22 March 2017 / Accepted: 5 October 2017
© Springer-Verlag GmbH Germany 2017

Sinaps modeli

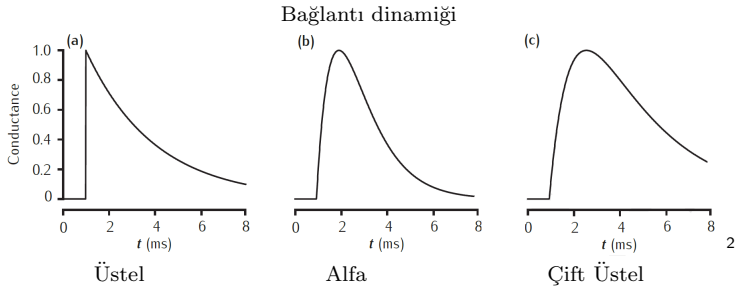


1

¹Arias-García, M.A., Tapia, D., Laville, J.A. et al., 'Functional comparison of corticostriatal and thalamostriatal postsynaptic responses in striatal neurons of the mouse'. Brain Struct Funct (2017).

<https://doi.org/10.1007/s00429-017-1536-0>

Sinaps modeli



$$\tau_1 \tau_2 \ddot{g} + (\tau_1 + \tau_2) \dot{g} + g = \bar{g}_{syn} \quad (1)$$

$\tau_1 = 0$ üstel model

$\tau_1 = \tau_2 = \tau$ alfa model

$\tau_1 \neq \tau_2$ çift üstel

²David Sterratt, Bruce Graham, Andrew Gillies and David Willshaw, 'Principles of Computational Modelling in Neuroscience', Cambridge University Press, 2011.

Sinaps modeli



3

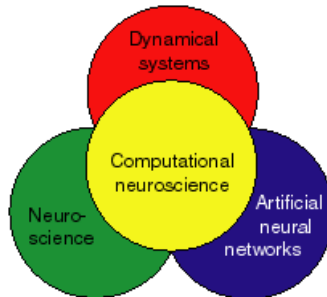
³Izhikevich, E., 'Dynamical Sysytems in Neuroscience', MIT Press, 2007

Yapay sinir ağları

- ▶ McCulloch-Pitts
- ▶ Perceptron
- ▶ Kohonen
- ▶ ...
- ▶ Deep learning

Biyofiziksel sinir ağları

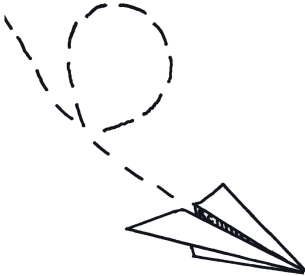
- ▶ Integrate and fire
- ▶ Wilson-Cowan
- ▶ Hodgkin-Huxley
- ▶ Izhikevich
- ▶ ...



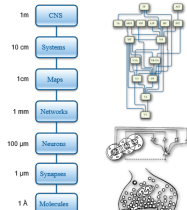
4

⁴http://www.scholarpedia.org/article/Encyclopedia:Computational_neuroscience

Modelleme yaklaşımları



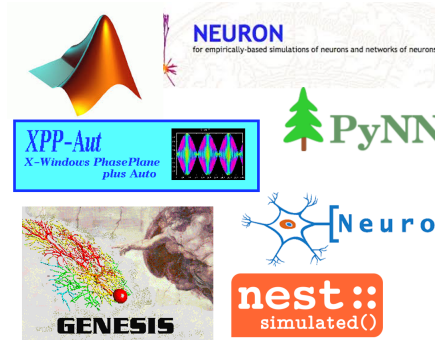
Levels of Investigation



Benzetim araçları

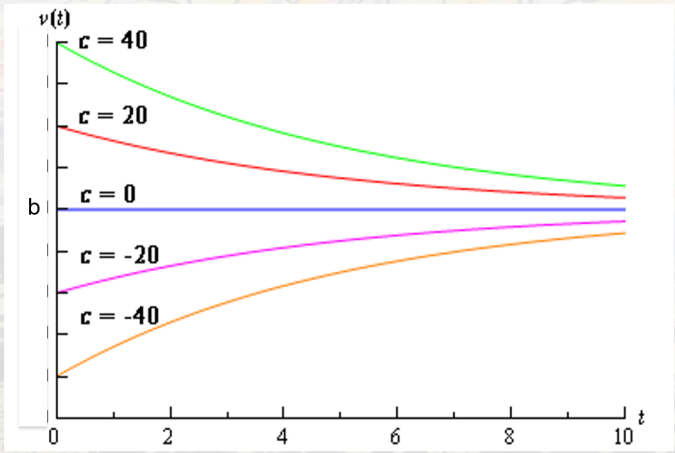
The logo for BRIAN, featuring the word "BRIAN" in large, bold, yellow 3D block letters.

- Hücre Modeli oluşturmak
- Sinaptik Bağlantı kurmak (esneklik)
- Grup ve Grup Bağlantısı



Kodlar

$$\frac{dv}{dt} = av + b, \quad v(0) = c, \quad a \leq 0, v \in \mathbb{R}$$



Kodlar

```
1 from brian2 import * #Kütüphanelerin tanımlanması
2 from numpy import * #Numeric python kütüphanesi temel matematiksel işlemlerin fonksiyonları
3 from matplotlib.pyplot import * #Grafik çizdirme için gerekli kütüphane
4
5 #Topla ve ateşle modelinin tanımlanması
6 tau = 5*ms #tau değişkenine değer atama(Birimlere dikkat!)
7 a=-1
8 b=1
9 # Çok satırlı ifadeleri yazmak için ''' kullanılır. Hücre denklemi bu şekilde tanımlanır.
10 eqs = '''
11 dv/dt = (a*v+b)/tau : 1
12 '''
13 G = NeuronGroup(1, eqs, method='linear')
14 #G.v=0.1 #Baslangic kosulu
15 # Modeli gerçekleyen temel fonksiyon hücre sayısı, denklemi, çözüm metodu gibi değişkenlere
16 M = StateMonitor(G, 'v', record=0)
17 # Model çalıştırıldığında tüm veriler tutulmaz. StateMonitor gibi fonksiyonlarla kaydedilme
18 run(30*ms)
19 # Model run komut ile belli bir süre işletilir. (Burada programın akışına dikkat!)
20
21 plot(M.t/ms, M.v[0])# Kaydedilen veri grafiğe çizdirilir.
22 xlabel('Time (ms)')
23 ylabel('v')
```

Birimler

Kodlara erişebileceğiniz sayfa: <https://github.com/rahmielibol>

```
from brian2 import *  
print(3*volt+2*volt)  
print(3*volt+2*mV)  
print((3*volt)/(1*ohm))  
print((3*volt)/(1*amp))  
print((3*mA)*(1*ohm))
```

5. V
3.002 V
3. A
3. ohm
3. mV

Models	biophysically meaningful	tonic spiking	phasic spiking	tonic bursting	phasic bursting	mixed mode	spike frequency adaptation	class 1 excitable	class 2 excitable	spike latency	subthreshold oscillations	resonator	integrator	rebound spike	rebound burst	threshold variability	bistability	DAP	accommodation	inhibition-induced spiking	inhibition-induced bursting	chaos	# of FLOPS
integrate-and-fire	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
integrate-and-fire with adapt.	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	10
integrate-and-fire-or-burst	-	+	+		+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-			13
resonate-and-fire	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	10
quadratic integrate-and-fire	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	7
Izhikevich (2003)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13
FitzHugh-Nagumo	-	+	+	-		-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-		72
Hindmarsh-Rose	-	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		120
Morris-Lecar	+	+	+	-		-	+	+	+	+	+	+	+		+	+	-	+	+	-	-		600
Wilson	-	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+					180
Hodgkin-Huxley	+	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		1200

5

⁵Izhikevich, E., 'Which Model to Use for Cortical Spiking Neurons?', IEEE Transactions on Neural Networks (2004) 15:1063-1070

www.simmag.itu.edu.tr