

Teoria analítica de defeitos em padrões de células de grade produzidas pelo modelo de Burak & Fiete

Roger P. Moreira da Silva¹, Marco Aurélio Pires Idiart²

1. Bolsista PIBIC, Instituto de Física, UFRGS – rogerpmds@gmail.com

2. Professor orientador, Instituto de Física, UFRGS – marco.idiart@gmail.com

Resumo

- **Células de grade:** Neurônios observados no cortex entorrinal (região do hipocampo) de animais e atualmente estudado nos ratos. São parte essencial para o processo de localização espacial destes animais.
- **Defeitos:** O padrão de células de grade é um padrão de disparos hexagonal, muitas das simulações utilizando o modelo de Burak & Fiete não apresentam esse padrão, buscamos conseguir reproduzi-los.
- **Propostas:** Realizar alterações no comportamento da excitação neural e observar a geração de defeitos na rede.

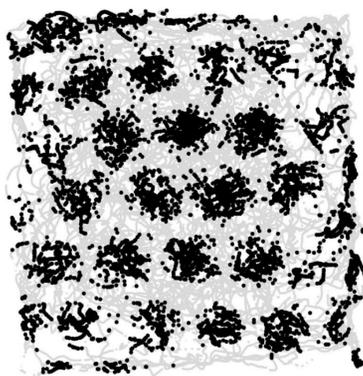


Figura 1: Locais de disparo de um neurônio conforme o animal anda no espaço.

Modelo de Burak & Fiete

- Proposto em 2009, utiliza uma equação diferencial para explicar a relação entre neurônios em uma espécie de caixa 2D com contornos periódicos:

$$\tau \frac{ds_i}{dt} + s_i = f \left[\sum_j W_{ij} s_j + B_i \right]$$

- Onde τ é a constante temporal de resposta de um neurônio, s_i é a ativação sináptica do neurônio “i”, a função f é uma função em que $f(x) = x$ se $x > 0$ e $f(x) = 0$ se $x \leq 0$, onde B_i equivale ao estímulo externo e W_{ij} é a matriz de pesos sinápticos entre os neurônios.
- **Nossa proposta** é alterar o valor de B_i para, ao invés de uma constante, uma função que evolui no tempo

Propostas e resultados

- A excitação utilizada no modelo original era constante ($B_i = 1$), nossa proposta envolve duas formas diferentes de excitação variáveis no tempo: A **onda linear** e a **onda esférica**.

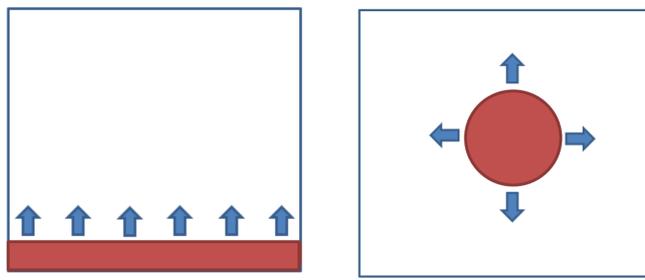


Figura 2: Formas de excitação em onda: Linear e esférica.

- Realizando simulações computacionais com o modelo de Burak & Fiete e utilizando das três formas de excitação, foram gerados mapas neurais semelhantes a fig.1, estes são mostrados na fig.3.

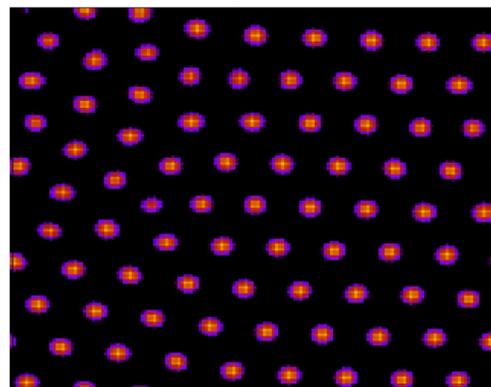


Figura 3: Mapas neurais gerados pelas simulações.

- Utilizando uma métrica conhecida na literatura, é capaz de medir o grau de defeito existente na rede. Essa métrica é chamada gridscore (ou score de grade) e é um valor de 0 até 1 que reflete o quão próximo do padrão perfeito hexagonal a rede está. Foi medido esse parâmetro na média para todas as excitações e concluiu-se que nenhuma apresenta eficiência prática sobre o modelo original.

Excitação	Gridscore médio
Constante	0,720
Onda linear	0,739
Onda esférica	0,670

A onda linear: Escolha o ângulo

- O ângulo da rede é definido observando o ângulo que o padrão da rede faz com sua borda, na fig.4 .se resumiria a calcular o ângulo da seta com a borda

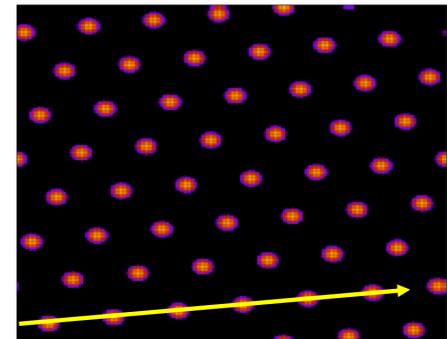


Figura 4: Definição de ângulo da rede.

- A excitação em formato de onda é capaz de forçar a rede a ficar em um padrão específico de ângulo bem definido, na fig 5 é possível observar os ângulos (em graus) resultantes para cada tamanho de rede.

Tamanho(n)	Ângulo (graus)		
	Constante	Linear	Esférica
120	0	0	0
130	11	0	11
140	0	0	11
150	0	0	2
160	9	0	10
170	0	0	1
180	0	0	19
190	8	0	8
200	7	0	0

Figura 5: Ângulos encontrados para diferentes formas de excitação

Conclusões

- As excitações deram um melhor entendimento de possíveis alterações para futuras alterações no modelo;
- A excitação em formato de onda linear é capaz de gerar padrões específicos na rede.

Agradecimentos