

Visão Biológica

- Visão: Transformação de estímulos luminosos em respostas neuronais.

→ Tem início na *retina* e culmina no *córtex visual*

→ Trajeto entre a retina e o córtex: *Caminho Visual*

Configuração Sumária do Caminho Visual

- Retina:

Fotorreceptores

Células Bipolares

Células Ganglionares

- Eixo Óptico: *Axônios das Células Ganglionares*

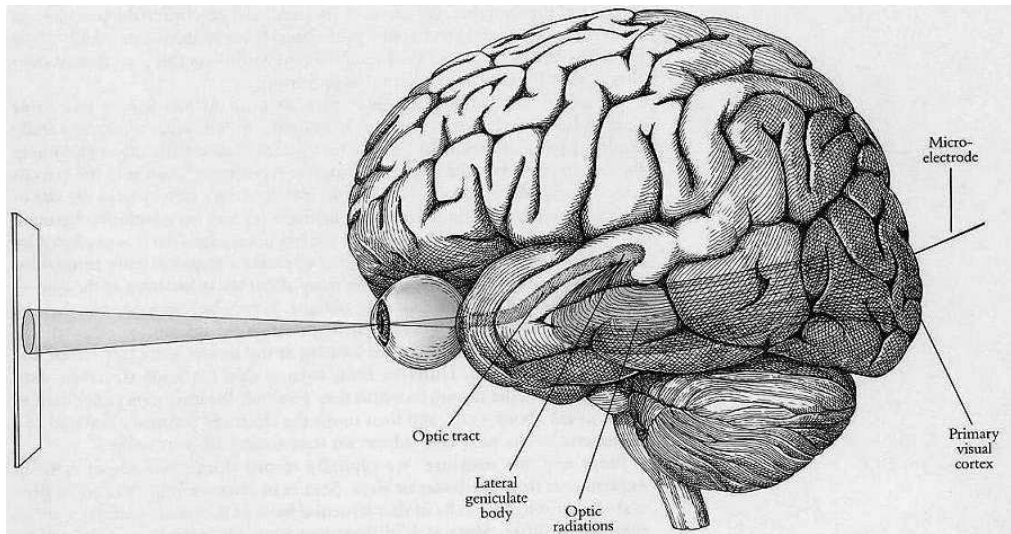
- Núcleo Geniculado Lateral: *Centro de ‘relé’*

- Córtex Visual

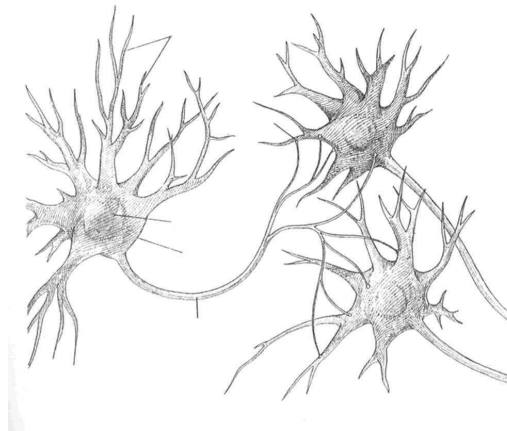
Células Simples

Células Complexas

Caminho Visual:



Neurônios:



Neurônios

- Células nervosas: 10^{10} a 10^{12} no cérebro
- *Corpo, Dendritos, Axônio*
- Conexões *Axônio – Dendritos* \equiv *Sinapses*
- Resposta Impulsiva: *Potenciais de Ação*

• Campo Receptivo de um Neurônio

- Conjunto dos neurônios que o alimentam
 - Porção do universo que o estimula, e *como* o faz
- e.g.*, Campo Visual

Retina e NGL

- *Retina*

→ Fotorreceptores:

Cones (três tipos)

Menos numerosos, menos sensíveis à luz

Visão de alta definição e em cores

Bastonetes (um só tipo)

Mais numerosos (não se encontram na *fóvea*)

Mais sensíveis à luz

Visão em preto e branco

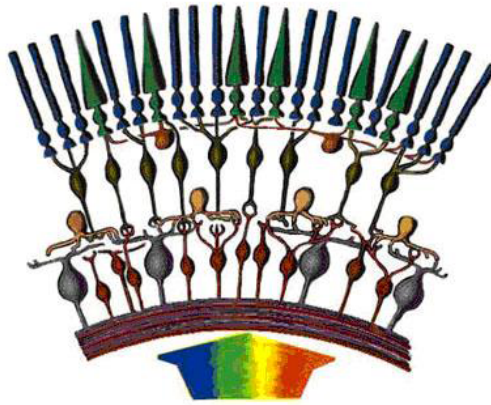
→ Células *Bipolares* e *Ganglionares*:

Campos receptivos *centro-periferia*

→ Células *Horizontais* e *Amácrinas*:

Menos conhecidas; não têm axônios

Retina:



- *Núcleo Geniculado Lateral*

→ Células semelhantes às ganglionares

→ Campos receptivos *centro-periferia*

Campos Centro-Periferia

→ Simetria Circular

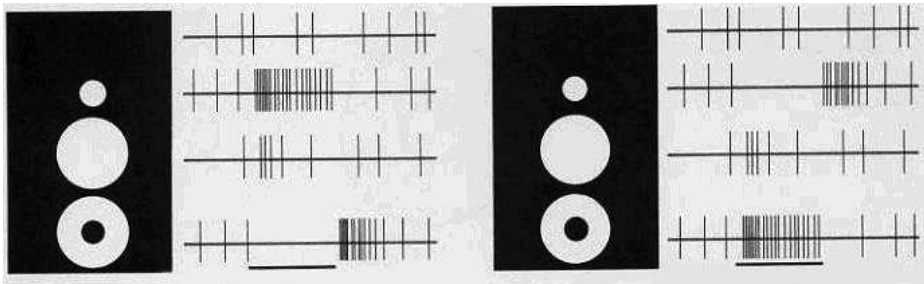
→ Regiões excitatórias e inibitórias bem definidas

→ Dois tipos: *centro-on* e *centro-off*

→ Em geral modelados por diferenças de Gaussianas:

$$D_{cp}(x, y) = \pm \left[\frac{1}{2\pi\sigma_c^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma_c^2}\right)} - \frac{\beta}{2\pi\sigma_p^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma_p^2}\right)} \right]$$

Células Centro-On (Esq.) e Centro-Off (Dir.):



- Função dos campos CP:

→ Seriam otimizados para *branquear* imagens naturais

→ Transmitem um sinal *descorrelacionado* para o córtex

- Imagens Naturais:

→ Espectro decai com o inverso da magnitude da frequência

$$i.e., \propto (\omega_x^2 + \omega_y^2)^{-1/2}$$

Imagem natural e seu espectro log-log:

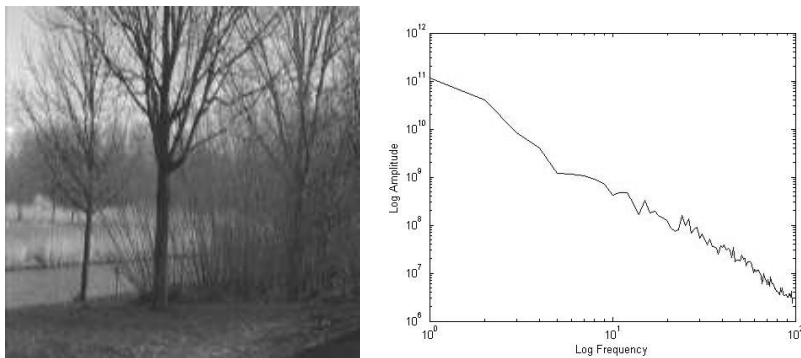
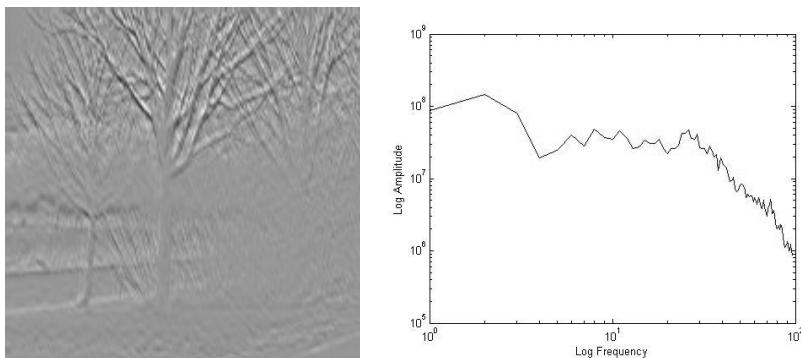


Imagem natural branqueada e seu espectro log-log:



→ Usando um modelo de campo receptivo dependente do estímulo

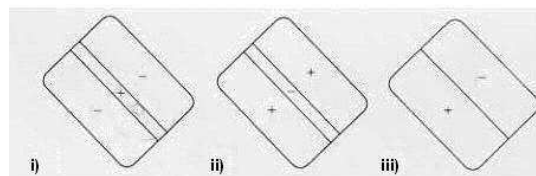
Córtex Visual

- Mais de duas dezenas de áreas visuais relevantes
- V1: córtex visual primário, ou córtex estriado
- Organização *retinotópica*
- Células CP, mas também outras estruturas de campos receptivos

• Células Simples

- Resposta linear
- Sensibilidade a linhas, barras, bordas
- Mais sensíveis a estímulos em movimento
- Seletividade a orientação (CR alongado)
- CR com regiões excitatórias e inibitórias

Tipos de CR da Célula Simples:

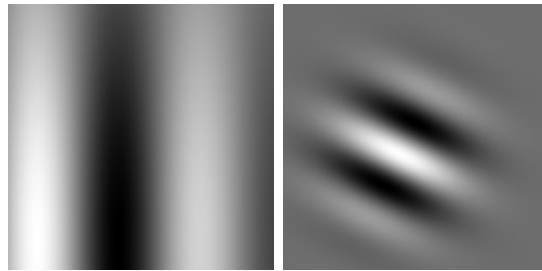


Modelo: *Funções de Gabor*

$$D_s(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} e^{-\left(\frac{x^2}{2\sigma_x^2} + \frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)} \cos(kx - \phi)$$

→ orientação ao longo da direção y

Funções de Gabor 2D:



- *Células Complexas*

→ Resposta *não-linear*

→ Sensibilidade a orientação e movimento

→ CR *sem regiões excitatórias ou inibitórias* definidas

→ Insensibilidade à posição do estímulo

Modelo da Energia:

→ A resposta da célula complexa é dada pelo quadrado da resposta de duas células simples *em quadratura*

- Modelo da Energia para a Estereoscopia:

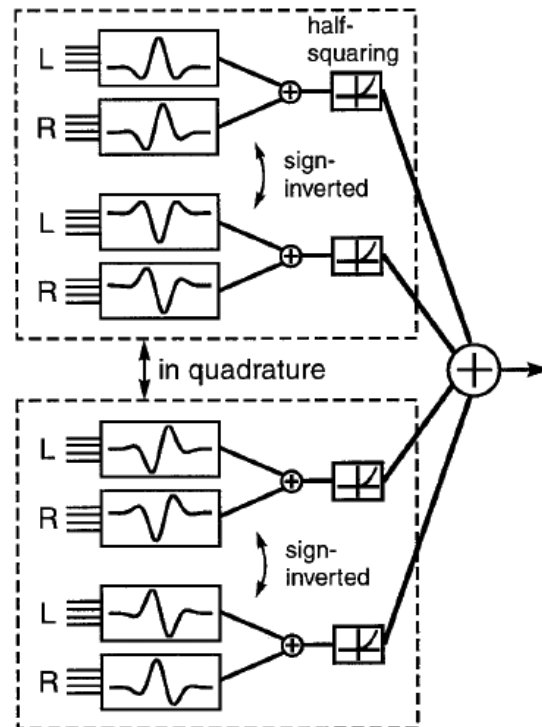


FIG. 2. Binocular-disparity energy model. Model consists of 2 major units (each of which is enclosed by a - - -) that are in quadrature, i.e., spatial phases of monocular RFs for 1 unit and those for the other are 90° apart. Thus the model responds to a stimulus independent of its spatial phase. Each quadrature unit consists of 2 simple cell-like subunits. Each subunit is modeled as a linear binocular filter followed by a half-squaring nonlinearity. Subunits have RF profiles that are sign-inverted versions of each other so that the model responds equally to both bright and dark bars at the same location of space.