

Inteligencia Computacional:

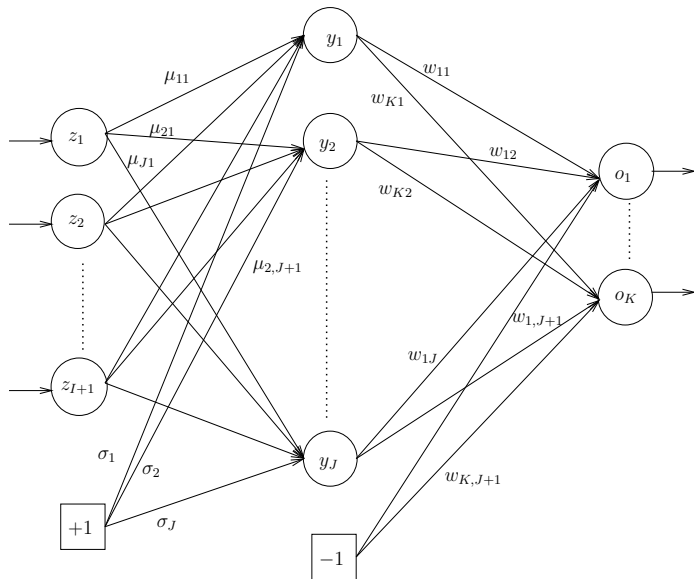
Redes neuronales Artificiales

Dr. Gregorio Toscano

email: gtoscano@cinvestav.com



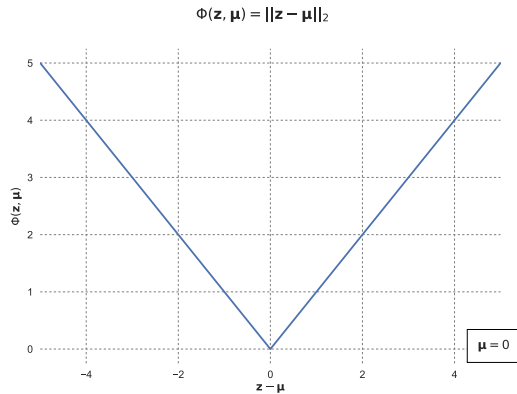
INTRODUCCIÓN



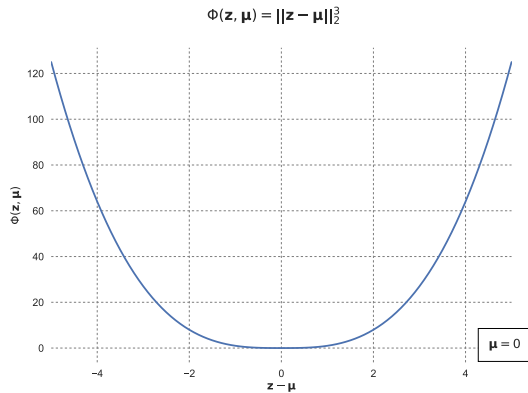
- Una función de base radial se refiere a una función de valores reales cuyo valor depende solamente de la distancia al origen: $\phi(\mathbf{z}) = \phi(\|\mathbf{z}\|)$
- O bien de la distancia hacia un punto μ , conocido como centro:
 $\phi(\mathbf{z}, \mu) = \phi(\|\mathbf{z} - \mu\|)$.
- Cualquier función ϕ que satisfaga la propiedad $\phi(\mathbf{x}) = \phi(\|\mathbf{x}\|)$ es una función radial. La norma adoptada es usualmente la distancia Euclidiana, aunque otras distancias podrían ser usadas.

- Implementan una función radial ϕ Donde μ_j representa el centro de la función radial de la unidad oculta j y $\|\bullet\|_2$ se refiere a la norma Euclidiana.
- Algunas RBFs representan una amplitud σ_j , que especifica la amplitud del campo receptivo de la RBF en el espacio de entrada para la función oculta j .

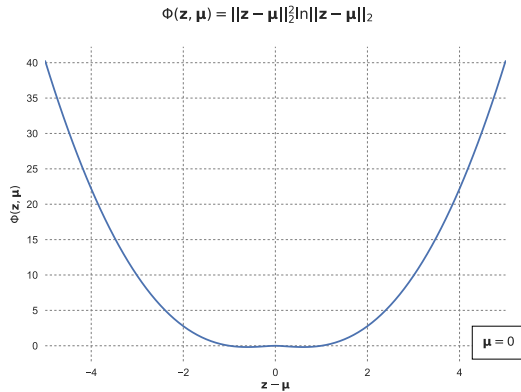
$$\phi(\mathbf{z}, \mu) = \|\mathbf{z} - \mu\|_2$$



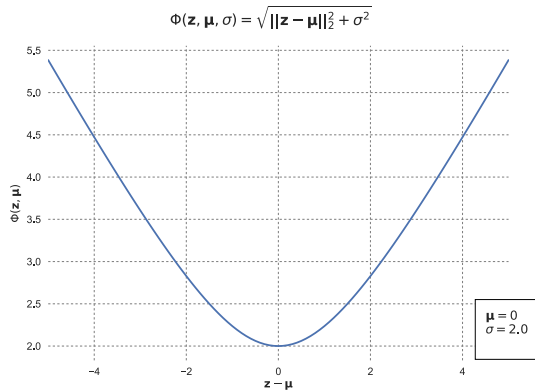
$$\phi(\mathbf{z}, \mu) = \|\mathbf{z} - \mu\|_2^3$$



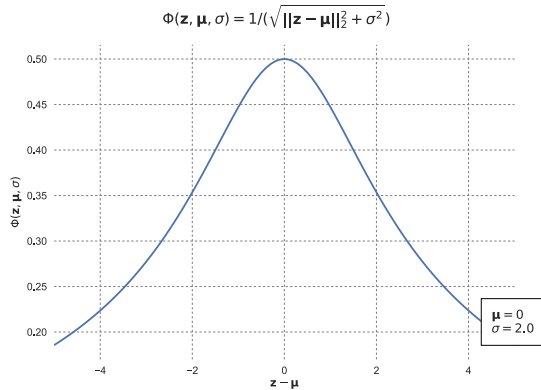
$$\phi(\mathbf{z}, \mu) = \|\mathbf{z} - \mu\|_2^2 \ln \|\mathbf{z} - \mu\|_2$$



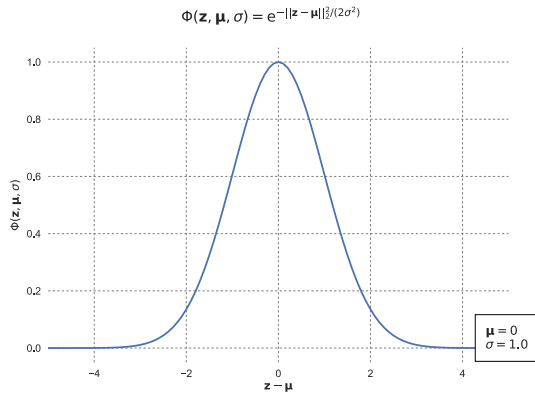
$$\phi(\mathbf{z}, \mu, \sigma) = \sqrt{\|\mathbf{z} - \mu\|_2^2 + \sigma^2}$$



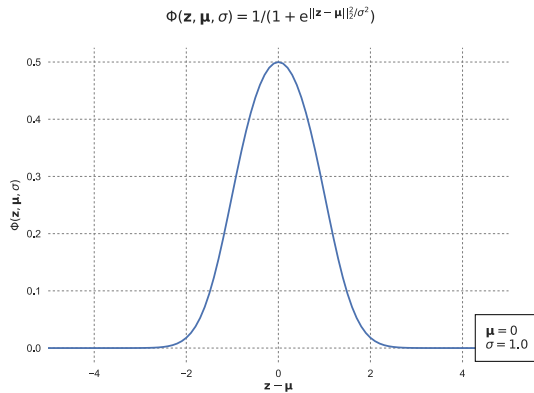
$$\phi(\mathbf{z}, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{\|\mathbf{z} - \mu\|_2^2 + \sigma^2}}$$



$$\phi(\mathbf{z}, \mu, \sigma) = e^{-\|\mathbf{z}-\mu\|_2^2/(2\sigma^2)}$$



$$\phi(\mathbf{z}, \mu, \sigma, \theta) = \frac{1}{1 + e^{\|\mathbf{z} - \mu\|_2^2 / \sigma^2 - \theta}}$$



DISEÑO DE UNA RBFNN

- El número de neuronas usadas.
- La ubicación de los centros de la neurona, μ .
- Para algunas funciones radiales, la amplitud del campo receptivo de la función radial, σ .

```
1  $\mu, \text{idx} \leftarrow \text{agrupar}(\mathbf{z}_P, J);$   
2 for each  $j \in \{1, \dots, J\}$  do  
3    $\delta \leftarrow \text{sort}(\{\|\mu_j - \mu_k\|_2\}, k \in \{1, \dots, J\});$   
4    $\sigma_j \leftarrow \frac{\delta_2 + \delta_3}{2};$   
5 return  $\mu, \sigma;$ 
```

```
1  $J \leftarrow$  número de neuronas en la capa oculta;  
2  $\phi \leftarrow \text{ones}((P, J + 1));$   
3  $\mu, \sigma \leftarrow$  Cálculo de  $\mu$  y  $\sigma$ ;  
4 for each  $p \in \{1, \dots, P\}$  do  
5     for each  $j \in \{1, \dots, J\}$  do  
6          $\phi_{p,j} = e^{-||z_p - \mu_j||_2^2 / (2 * \sigma_j^2)};$   
7  $\mathbf{w} \leftarrow (\phi^T \phi)^{-1} \phi^T \mathbf{t};$   
8  $\mathbf{o} \leftarrow \phi \mathbf{w};$   
9  $E_r \leftarrow ||\mathbf{t} - \mathbf{o}||_2;$   
10  $\mathbf{o}[\mathbf{o} \geq 0.7] \leftarrow 1;$   
11  $\mathbf{o}[\mathbf{o} < 0.3] \leftarrow 0.;$   
12  $E \leftarrow ||\mathbf{t} - \mathbf{o}||_2;$ 
```

`gtoscano@cinvestav.mx`