Universidad de Los Andes

Centro de Física Fundamental

Caos y Sistemas Complejos

Co-Evolución En Redes Neuronales

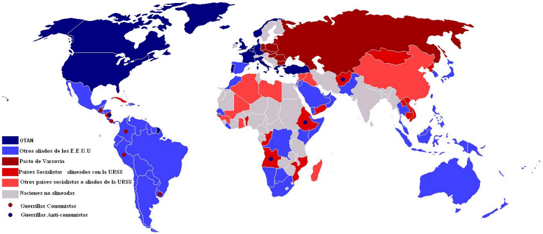
Primer Seminario

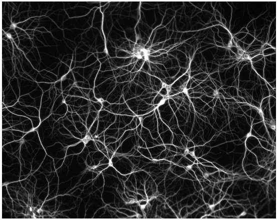
Francisco Arias

CFF - ULA - Venezuela

Tutor:
Prof. Kay Tucci

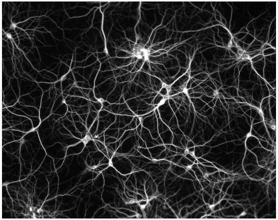
Redes Coevolutivas





Redes Coevolutivas

COPEI
Partido Popular



Propuesta

Problema:

- Formación de Estructuras en Redes Co-Evolutivas.

Propuesta:

- Construir una red plástica, es decir, un sistema complejo coevolutivo, formación de estructuras de elementos caóticos auto-similares bajo una regla Hebbiana modificada y el estudio de su matriz de conectividad y demás parámetros intervinientes.

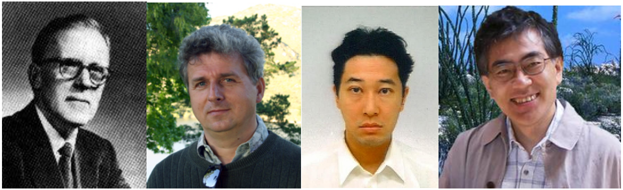
Propuesta

Problema:

- Formación de Estructuras en Redes Co-Evolutivas.

Propuesta:

- Construir una red plástica, es decir, un sistema complejo coevolutivo, formación de estructuras de elementos caóticos auto-similares bajo una regla Hebbiana modificada y el estudio de su matriz de conectividad y demás parámetros intervinientes.



Ito & Kaneko

El modelo matemático de Ito y Kaneko[a] utilizado por Marquez.

$$x_{n+1}^{i} = f\left(x_n^i\right) + \frac{c}{2\pi N} \sum_{j=1}^{N} \epsilon_n^{i,j} \sin\left(2\pi x_n^i\right) + I^i \tag{1}$$

Dónde la dinámica local, Ito, Kaneko y Victor proponen el Mapa del Circulo.

$$f\left(x_n^i\right) = x_{n+1} = x_n^i + \frac{k}{2\pi} \sin\left(2\pi x_n^i\right) \tag{2}$$

Al ingresar (2) en (1), nos queda la dinámica del sistema.

$$x_n^{i+1} = x_n^i + \Omega + \frac{k}{2\pi} \sin\left(2\pi x_n^i\right) + \frac{c}{2\pi N} \sum_{j=1}^{N} \epsilon_n^{i,j} \sin\left(2\pi x_n^i\right) + I^i \tag{3}$$

[a] J. Ito and K. Kaneko, "Self-organized hierarchical structure in a plastic network of chaotic units.", Neural Networks 13, 275 (2000).

Ito & Kaneko

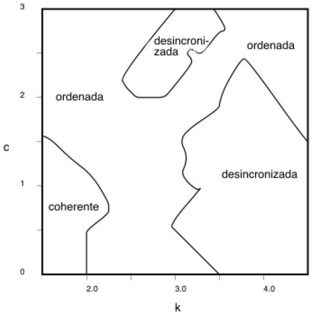
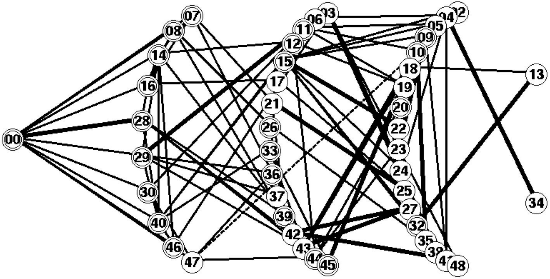


Diagrama de fase del mapa globalmente acoplado descrito por la ecuación (3) en términos de los parámetros k y c.[b] Dónde $\epsilon = 0{,}1$, $\Omega = 0$ con estimulo externo $I^i = 0$, con sistema de tamaño $N = 10$

[b] J. Ito and K. Kaneko, "Self-organized hierarchical structure in a plastic network of chaotic units.", Neural Networks 13, 275 (2000).

Ito & Kaneko



Toma instantánea de la estructura de capas de la conectividad, para el caso de un valor umbral de $u = 0{,}1$.[c] Dónde $\epsilon = 0{,}1$, $\Omega = 0$ con estimulo externo $I^i = 0$, con sistema de tamaño $N = 10$

[c] J. Ito and K. Kaneko, "Self-organized hierarchical structure in a plastic network of chaotic units.", Neural Networks 13, 275 (2000).

Hebb

Desde el punto de vista de las redes neuronales artificiales, el principio de Hebb se puede describir como un método de determinar la forma de modificar los pesos entre modelos de neuronas. El peso entre dos neuronas se incrementa si las dos neuronas se activan simultáneamente y se reduce si se activan por separado.

$$\omega_n^{ij} \propto Z_n^i Z_n^j \tag{4}$$

Donde Z_n^i, es una variable que sólo indica si la "neurona" i-ésima está activa o inactiva en el tiempo n.

La modificación propuesta a la Regla de Hebb será:

$$\omega_{n+1}^{ij}(n+1) = \omega_n^{ij} + \lambda Z_n^i Z_{n-\tau}^j \tag{5}$$

Rulkov

Ya que se desea estudiar un conjunto de elementos semejantes a neuronas, se necesita una dinámica local similar a las de estas. El Mapa de Rulkov[d] brinda un medio exitable, caótico y bien estudiado para ello.

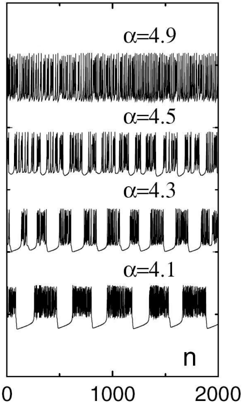
$$x^i_{n+1} = \frac{\alpha}{\left[1 + (x^i_n)^2\right]} + y^i_n + \frac{\epsilon}{N} \sum_{j=1}^{N} x^j_n \tag{6}$$

$$y^i_{n+1} = y^i_n - \sigma x^i_n - \beta \tag{7}$$

[d] N.F. Rulkov, Regularization of Synchronized Chaotic Bursts. Phys. Rev. Lett. v.86, (2001) 183-186

Rulkov: No acoplado.

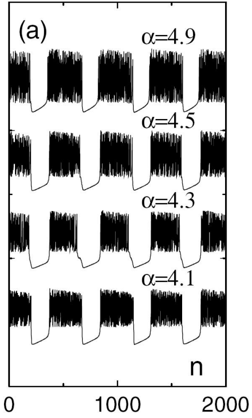
$\epsilon = 0$, $\sigma = \beta = 0,001$ y $N = 256$ [e]



[e] N.F. Rulkov, Regularization of Synchronized Chaotic Bursts. Phys. Rev. Lett. v.86, (2001) 183-186

Rulkov: Acoplado.

$\epsilon = 0{,}1$, $N = 256$, σ y β "random" entre $9x10^{-4}$ y $1,1x10^{-3}$. [f]



[f] N.F. Rulkov, Regularization of Synchronized Chaotic Bursts. Phys. Rev. Lett. v.86, (2001) 183-186

Rulkov + Hebb Modificado

Finalmente, nuestro mapa será:

$$x_{n+1}^{i} = \frac{\alpha}{\left[1 + (x_n^i)^2\right]} + y_n^i + \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} \omega_t^{ij} x_n^j \tag{8}$$

$$y_{n+1}^{i} = y_n^i - \mu\left(x_n^i - 1\right) \tag{9}$$

Dónde,

$$\omega_{n+1}^{ij} = \omega_n^{ij} + \lambda Z_n^i Z_{n-\tau}^j \tag{10}$$

Propuesta

Formación de estructuras en un conjunto de elementos caóticos autosimilares, para modelar el comportamiento de un conjunto de neuronas.

1. Modificar la Regla de Hebb
2. Introducir en el Mapa de Rulkov la nueva Regla
3. Utilizar la Región de Ráfagas de Rulkov
4. Habilitar la Detección de Ráfagas
5. Hallar La Matriz de Conectividad
6. Estudiar la formación de estructuras en el espacio de parámetros τ vs. λ