

# Self-Organizing Maps para resolver Traveling Salesman Problem

Diego Vicente Martín (100317150@alumnos.uc3m.es)

15 de enero, 2018

# Outline

Resumen del artículo original

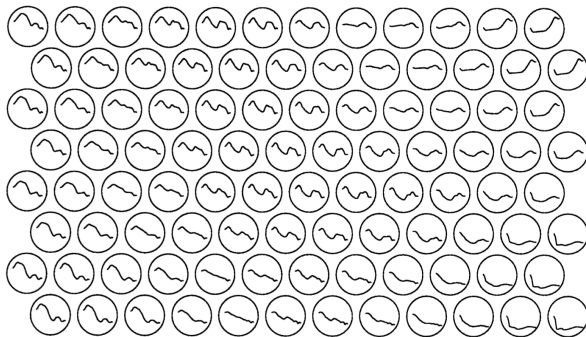
Modificando SOM para resolver TSP

Implementación y evaluación

Conclusiones

# Introducción

- ▶ **Self-organizing maps:** estudiados por Kohonen (1998)
  - ▶ Técnica de organización y visualización inspirada en ANNs.
  - ▶ Simula un modelo dado a través de una regresión en una red.
  - ▶ Se *auto-organiza* para poner cerca entre sí nodos que representan partes similares.



# Regresión al modelo

- ▶ Las neuronas del SOM se organizan espacialmente para juntar nodos similares.
- ▶ La regresión se realiza elemento por elemento del modelo:

$$n_{t+1} = n_t + h(w_e) \cdot \Delta(e, n_t)$$

$n_i$  neurona en el momento  $i$ .

$w_e$  neurona ganadora del elemento.

$h(n)$  factor de vecindario de una neurona  $n$ .

$\Delta(x, y)$  vector de distancia entre  $x$  e  $y$

# Definiendo conceptos

- ▶ La elección del **ganador** se define por similitud:
  - ▶ El ejemplo más cercano usando la distancia euclídea.
  - ▶ Las dos distribuciones con mayor correlación.
  - ▶ Elemento de mayor heurística.
- ▶ El vecindario actúa como un filtro de convolución.
  - ▶ Un filtro de suavizado (normalmente Gaussiano).
  - ▶ Se encarga de actualizar zonas concretas del mapa.

## Otras cosas a tener en cuenta

- ▶ La conectividad de la red puede cambiar
  - ▶ No solo una red rectangular, sino hexagonal, octogonal...
- ▶ El modelo no siempre converge si los parámetros no son correctos.
- ▶ Si se usa como un LVQ, se pueden aplicar regiones de Voronoi.

# Usando SOM para resolver TSP

- ▶ Si usamos una conectividad 2 (1D) en el mapa, la red es un anillo.
  - ▶ Las neuronas intentarán reducir la distancia con su sucesor y predecesor.
  - ▶ Aún así, se aplicará una regresión al modelo.
- ▶ Usando un mapa para resolver un TSP en 2D:
  - ▶ Similitud: distancia euclídea.
  - ▶ Conectividad de una dimensión (circular).
  - ▶ Vecindario: filtro Gaussiano de 1D.

## Otras modificaciones

- ▶ El mapa no siempre converge, hace falta una forma de equilibrar la exploración y la explotación del modelo.
- ▶ Solución: introducción factor de aprendizaje ( $\alpha$ ) y descuentos en el factor de aprendizaje y el tamaño del vecindario.
  - ▶ Reducir el factor de aprendizaje permite forzar la convergencia.
  - ▶ Reducir el vecindario fuerza la exploración primero para luego explotar zonas más locales.

$$n_{t+1} = n_t + \alpha_t \cdot g(w_e, h_t) \cdot \Delta(e, n_t)$$

$$\alpha_{t+1} = \gamma_\alpha \cdot \alpha_t, \quad h_{t+1} = \gamma_h \cdot h_t$$



# Implementación

- ▶ Python 3 y numpy para la vectorización de operaciones en el mapa.
- ▶ Parámetros configurables, valores elegidos por defecto basados en Brocki (2010):
  - ▶ Tamaño de la red: 8 veces el número de ciudades.
  - ▶  $\alpha = 0.8$ ,  $\gamma_{\alpha} = 0.99997$
  - ▶  $h$  = número de ciudades,  $\gamma_h = 0.9997$

# Evaluación

- ▶ Métricas:
  - ▶ Calidad de la solución en función de la óptima.
  - ▶ Tiempo consumido hasta devolver una solución.

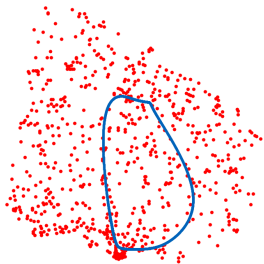
# Resultados

- ▶ Pruebas del mapa en 3 países:
  - ▶ Qatar, con 194 ciudades.
  - ▶ Uruguay, con 734 ciudades.
  - ▶ Finlandia, con 10639 ciudades.
  - ▶ Italia, con 16862 ciudades.

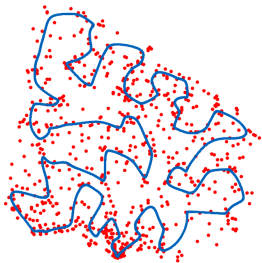
Instancia	Iteraciones	Tiempo (s)	Longitud	Calidad
Qatar	14690	14.3	10233.89	9.4 %
Uruguay	17351	23.4	85072.35	7.5 %
Finlandia	37833	284.0	636580.27	22.3 %
Italia	39368	401.1	723212.87	29.7 %

# Visualización: Uruguay

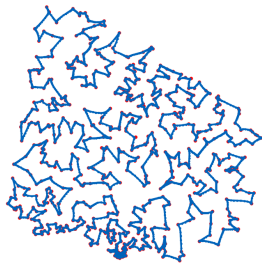
Iterations = 100



Iterations = 6000



Iterations = 17000

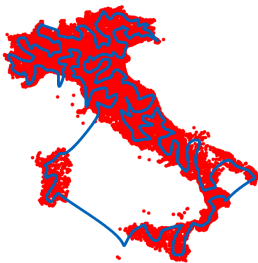


# Visualización: Italia

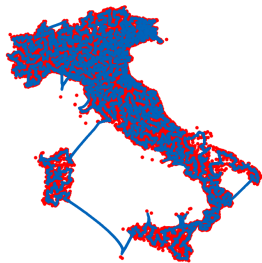
Iterations = 100



Iterations = 8000



Iterations = 20000



# Conclusiones

- ▶ SOM es una técnica muy interesante que ofrece buenos resultados
- ▶ Potente herramienta para la visualización
- ▶ Aplicar SOM al TSP resulta en una técnica muy sensible a los parámetros.
- ▶ Es posible encontrar una ruta subóptima en menos de 25 segundos para más de 700 ciudades.

# Referencias

- Brocki, L. (2010). Kohonen self-organizing map for the traveling salesperson. In *Traveling Salesperson Problem, Recent Advances in Mechatronics*, pages 116–119.
- Kohonen, T. (1998). The self-organizing map. *Neurocomputing*, 21(1):1–6.