

# Análisis Espacial aplicando Técnicas de Inteligencia Artificial

**OBJETIVO.** Proporcionar al estudiante técnicas variadas de inteligencia artificial para el tratamiento de datos espaciales y presentar cómo estas técnicas pueden ser implantadas en un Sistema de Información Geográfica.

## 1. Introducción: Inteligencia Artificial y Geografía

- 1.1 Generalidades y fundamentos
  - 1.1.1 Conceptos
  - 1.1.2 Terminología
- 1.2 ¿Por qué IA es importante para la Geografía?
- 1.3 ¿Por qué IA es indispensable para la Geografía Humana?
- 1.4 ¿Qué se necesita conocer sobre IA en GIS?
- 1.5 ¿Qué es IA enfocada a Geoprocесamiento?
- 1.6 IA como la esencia futurista para la Geografía

## 2. Búsqueda heurística en Geografía

- 2.1 Nociones generales
  - 2.1.1 Búsqueda espacial
- 2.2 Métodos de búsqueda heurística tradicionales
- 2.3 Ejemplos sobre búsqueda heurística
- 2.4 Búsqueda heurística como un problema de optimización
- 2.5 Algunas aplicaciones de búsqueda a ciegas en Geografía
  - 2.5.1 Caso de estudio 1: Buscando afectaciones en Plantas Nucleares
  - 2.5.2 Caso de estudio 2: Estrategia óptima de Bombardeo Nuclear
  - 2.5.3 Haciendo búsqueda espacial inteligente
  - 2.5.4 Búsqueda en mapas como un proceso paralelo
- 2.6 Ejemplos sofisticados de búsqueda espacial
  - 2.6.1 Caso de estudio 3: Optimización de redes espaciales
  - 2.6.2 Caso de estudio 4: Diseño de zonas
- 2.7 Análisis espacial como un proceso de búsqueda en mapas
  - 2.7.1 Caso de estudio 5: Máquina de análisis geográfico
  - 2.7.2 Caso de estudio 6: Máquina de exploración de correlación geográfica

### **3. Sistemas expertos y sistemas inteligentes basados en conocimiento aplicados a GIS**

- 3.1 Introducción
- 3.2 Definiciones de sistemas expertos
- 3.3 ¿Por qué los sistemas expertos son útiles?
- 3.4 ¿Qué es un sistema inteligente basado en conocimiento?
- 3.5 ¿En qué consiste un SE?
- 3.6 Construyendo un sistema experto
  - 3.6.1 Base de conocimiento (base de reglas)
  - 3.6.2 Motor de inferencia
  - 3.6.3 Incertidumbre
  - 3.6.4 Adquisición de conocimiento e ingeniería de conocimiento
  - 3.6.5 Algunos tópicos orientados hacia el Geoprocесamiento
- 3.7 Ejemplos geo-espaciales de sistemas expertos
- 3.8 Ejemplos de desarrollo automático de reglas espaciales
  - 3.8.1 Sistemas basados en conocimiento aplicados al Geoprocесamiento
  - 3.8.2 Razonamiento basado en memoria
- 3.9 Otros tipos de sistemas inteligentes basados en conocimiento
- 3.10 Conclusiones

### **4. Neurocomputación**

- 4.1 Introducción
  - 4.1.1 Planteamiento y solución de problemas geo-espaciales
- 4.2 ¿Qué es una red neuronal artificial?
- 4.3 Uno de redes neuronales en datos geo-espaciales
- 4.4 Redes neuronales artificiales en aplicaciones geográficas
- 4.5 Casos de estudio utilizando redes neuronales

### **5. Aplicando redes neuronales artificiales**

- 5.1 Introducción
- 5.2 Redes neuronales artificiales supervisadas
  - 5.2.1 Caja negra
  - 5.2.2 ¿Cómo funciona la caja negra?
  - 5.2.3 Ventajas y desventajas
  - 5.2.4 Modelado de interacción espacial usando redes neuronales artificiales
  - 5.2.5 Modelado de flujos de telecomunicaciones con una red neuronal artificial
  - 5.2.6 Algunos beneficios utilizando redes neuronales en Geoprocесamiento

- 5.3 Redes neuronales artificiales no supervisadas
  - 5.3.1 Entrenamiento no supervisado
  - 5.3.2 Resumen de arquitectura de un neuro-clasificador
  - 5.3.3 Comparación con clasificadores convencionales
  - 5.3.4 Mapas auto-organizados de Kohonen como la base para un clasificador de datos espaciales
  - 5.3.5 Mapas auto-organizados de Kohonen como herramientas de modelado
  - 5.3.6 Evaluaciones empíricas y casos de estudio
- 6. **Computación evaluativa, algoritmos genéticos, estrategias de evaluación y programación genética**
  - 6.1 Introducción
  - 6.2 Algoritmos genéticos
    - 6.2.1 ¿Qué es un algoritmo genético?
    - 6.2.2 Un algoritmo genético básico
    - 6.2.3 ¿Cómo funciona el algoritmo genético?
    - 6.2.4 Algoritmos genéticos: problemas y ventajas
  - 6.3 Otros tipos de programación evaluativa
    - 6.3.1 Algoritmos genéticos no binarios
    - 6.3.2 Estrategias de evaluación
    - 6.3.3 Una comparación empírica de estrategias evaluativas con algoritmos genéticos
  - 6.4 Construyendo máquinas de modelado espacial
    - 6.4.1 Contexto espacial
    - 6.4.2 Modelado 1: Modelando relaciones de censo
    - 6.4.3 Modelado 2: Construyendo modelos de interacciones espaciales
    - 6.4.4 Modelado 3: Problemas de crecimiento urbano
  - 6.5 Programación genética y programas computacionales evaluativos
    - 6.5.1 Un algoritmo básico para programación genética
    - 6.5.2 Un ejemplo de programación genética
    - 6.5.3 Más detalles de algoritmo
    - 6.5.4 Ventajas y desventajas
  - 6.6 Un enfoque de programación genética para construir nuevos modelos de interacciones espaciales

## 7. **Vida artificial en Geoprocесamiento**

- 7.1 Introducción
- 7.2 ¿Por qué vida artificial?
- 7.3 ¿Por qué la vida artificial es una tecnología importante en GIS?
- 7.4 Vida artificial primitiva
  - 7.4.1 Autómatas celulares aplicados a GIS
  - 7.4.2 Autómatas celulares unidimensionales o lineales aplicados a GIS
  - 7.4.3 Autómatas celulares bidimensionales aplicados a GIS
  - 7.4.4 Autómatas celulares como herramienta de modelado aplicados a GIS
  - 7.4.5 Construyendo “bugs” artificiales
- 7.5 Algunos ejemplos de la vida artificial en GIS
  - 7.5.1 MAPEX
  - 7.5.2 Exploradores tridimensionales para GIS
  - 7.5.3 IA distribuida orientada a datos geo-espaciales

## 8. **Lógica difusa, sistemas difusos y computación suave en Geoprocесamiento**

- 8.1 ¿Por qué es importante?
- 8.2 ¿Qué es lógica difusa?
  - 8.2.1 Los datos geo-espaciales como entidades del Mundo difuso
  - 8.2.2 ¿Qué es teoría de conjuntos difusos aplicada a datos geo-espaciales?
- 8.3 Construyendo un modelo de sistemas difusos para GIS
  - 8.3.1 Modelado de interacción espacial difuso
  - 8.3.2 Algunas ventajas
  - 8.3.3 Algunas desventajas
  - 8.3.4 Tendencias a futuro

## **MÉTODO DE EVALUACIÓN:**

- Exámenes (2) equivalentes al 50 %
- Tareas y exposiciones equivalentes al 10%
- Proyecto final al 40%

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. S. Openshaw, C. Openshaw "Artificial Intelligence in Geography", John Wiley & Sons, New York, 2002.
2. C. Hayashi "Data Science, Classification and Related Methods" (C. Hayashi et all - eds.), Proc. 5<sup>th</sup> Conf. of International Federation of Classification Societies (IFCS-03), Kobe, Japan, March 27-30, 2003, Springer.
3. L. Kaufman, P.J. Rousseeuw "Finding Groups in Data", John Wiley & Sons, New York, 2004.
4. J. Malczewski "GIS and Multicriteria Decision Analysis", John Wiley & Sons, New York, 2004.
5. M. Molenaar, "An Introduction to the Theory of Spatial Object Modeling for GIS", Taylor & Francis, 2000.
6. E.C. Amorós-Zavala "Módulo de Evaluación Multicriterio para Software SIG aplicado a Ciencias Naturales", Tesis de Maestría, CIC-IPN, Marzo 2001.
7. R.G. Golledge, R.J. Stimson, "Spatial Behavior a Geographic Perspective", The Guilford Press, 2004.
8. A. A. Hopgood, "Intelligent Systems for Engineers and Scientist", CRC Press, 2001.
9. M. A. Rodríguez, I. F. Cruz, M. J. Egenhofer, S. Levashkin (Eds.), "GeoSpatial Semantics", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3799, 2005, Springer-Verlag
10. C. Bauzer Medeiros, M. Egenhofer, and E. Bertino (Eds.), "Advances in Spatial and Temporal Databases", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3633, Springer-Verlag, 2005
11. M. Egenhofer and D. Mark (Eds.), "Geographic Information Science", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2478, Springer-Verlag, 2002
12. M. Egenhofer and R. Golledge (Eds.), "Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems", Oxford University Press, New York, 1998.
13. T. Nyerges, D. Mark, R. Laurini, and M. Egenhofer (Eds.), "Cognitive Aspects of User Interface Design for Geographic Information Systems", Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1995.