

Simulación Bioinspirada del Movimiento de Hormigas

Zenaida Erika Valencia Condori

May 28, 2025

Abstract

Este trabajo presenta una simulación bioinspirada que modela el movimiento aleatorio de agentes, tomando como ejemplo hormigas, dentro de un espacio continuo y con condiciones de frontera periódicas (toroide). La implementación utiliza la librería **Mesa** para el manejo de agentes y **matplotlib** para la visualización y animación del comportamiento colectivo. Este modelo permite estudiar cómo agentes simples con reglas sencillas pueden generar patrones emergentes y dinámicas interesantes.

1 Introducción

Las simulaciones bioinspiradas son modelos computacionales que emulan comportamientos observados en la naturaleza para entender sistemas complejos o diseñar algoritmos eficientes. En este caso, se toma como ejemplo el movimiento de hormigas, organismos sociales que exhiben patrones de comportamiento colectivo y adaptativo a partir de interacciones simples y locales.

El objetivo principal es simular un grupo de hormigas que se desplazan de forma aleatoria dentro de un espacio continuo bidimensional con condiciones de frontera periódicas (es decir, un toroide), lo que implica que las hormigas que cruzan un límite reaparecen por el lado opuesto, evitando efectos de borde artificiales.

2 Descripción del Modelo

El modelo está compuesto por dos componentes principales:

- **AntAgent:** cada agente representa una hormiga que se mueve en el espacio. En cada paso, la hormiga se desplaza en una dirección aleatoria, simulando la exploración en busca de recursos o comunicación con otras hormigas.
- **AntModel:** administra la colección de agentes, el espacio continuo donde se desplazan, y controla la ejecución paso a paso de la simulación.

Las posiciones de los agentes se actualizan en cada paso mediante un vector de movimiento aleatorio. La función de ajuste de posiciones para el espacio toroide asegura que las hormigas que sobrepasan los límites espaciales vuelvan a entrar por el lado opuesto, creando un entorno sin bordes definidos.

3 Implementación

La implementación se realiza en Python usando la librería **Mesa** para la gestión de agentes y la simulación basada en eventos. Además, se utiliza **matplotlib** para la animación y visualización del movimiento colectivo.

A continuación, se presenta un extracto del código que define la clase de agentes y el modelo:

```
class AntAgent(Agent):
    def __init__(self, unique_id, model):
        super().__init__(unique_id, model)
        self.pos = np.array([self.random.uniform(0, model.space.width),
                             self.random.uniform(0, model.space.height)])

    def step(self):
        move = np.array([self.random.uniform(-1, 1), self.random.uniform(-1, 1)])
        new_pos = self.pos + move
        new_pos = self.model.space.torus_adj(new_pos)
        self.pos = new_pos

class AntModel(Model):
    def __init__(self, N, width, height):
        self.num_agents = N
        self.space = ContinuousSpace(width, height, torus=True)
        self.schedule = RandomActivation(self)
        for i in range(self.num_agents):
            a = AntAgent(i, self)
            self.schedule.add(a)
```

```
def step(self):
    self.schedule.step()
```

4 Visualización y Animación

La simulación se visualiza mediante una animación que actualiza las posiciones de las hormigas en un gráfico bidimensional en tiempo real. Cada hormiga se representa como un punto que se desplaza dentro del área definida, evidenciando el movimiento aleatorio colectivo.

```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(6, 6))
ax.set_xlim(0, width)
ax.set_ylim(0, height)
scat = ax.scatter([], [])

def update(frame):
    model.step()
    positions = np.array([agent.pos for agent in model.schedule.agents])
    scat.set_offsets(positions)
    return scat,
```

5 Resultados

La figura 1 muestra una captura de pantalla de la simulación en acción, donde se observa el movimiento disperso y aleatorio de las hormigas dentro del espacio continuo con bordes conectados.

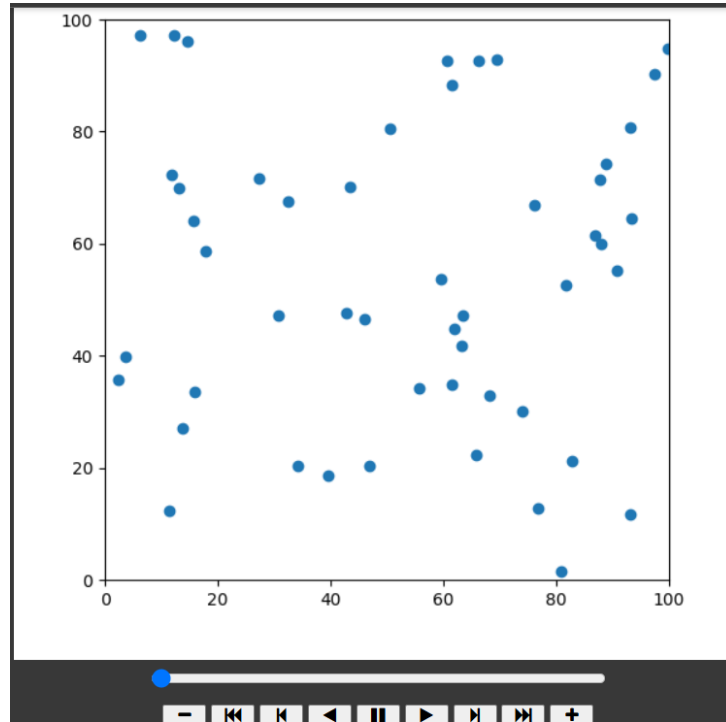


Figure 1: Simulación bioinspirada del movimiento de hormigas en un espacio continuo toroide.

6 Conclusiones

Este modelo sencillo demuestra cómo reglas básicas de comportamiento individual pueden generar dinámicas colectivas complejas, característica fundamental de sistemas bioinspirados. La simulación puede extenderse para incluir interacciones entre agentes, efectos ambientales o modelar comportamientos específicos de las hormigas, como la búsqueda de alimentos o la formación de senderos.

Este tipo de simulaciones tiene aplicaciones en campos como la robótica distribuida, optimización basada en colonias de hormigas y estudios de sistemas complejos en biología y ciencias sociales.