



Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Cómputo



Ingeniería en Inteligencia Artificial, Algoritmos bioinspirados
Sem: 2025-1, 5BM1, Fecha: 6-Enero-2025

LA HORMIGA DE LANGTON Y LA INTERACCIÓN ENTRE DIFERENTES HORMIGUEROS

Presenta

Angeles López Erick Jesse¹

Disponible en:
GITHUB

Resumen

Palabras clave:

¹eangeles11700@alumno.ipn.mx

Índice

1. Introducción	3
2. Marco Teórico	3
2.1. Funcionamiento de la Hormiga de Langton	3
2.2. Clasificación: Agente y Autómata Celular	4
2.3. Objetivo de la Práctica	5
3. Metodología	5
3.1. Diseño de software	5
3.2. Comportamiento de una sola hormiga de Langton	5
3.3. Interacción de multiples hormigas en el mismo espacio	6
3.4. interacción entre multiples hormigueros	6
Referencias	7

1. Introducción

La hormiga de Langton, creada por Chris Langton en 1986, es un modelo computacional sencillo que genera comportamientos emergentes y patrones complejos a partir de reglas simples. Originalmente, la hormiga sigue dos reglas básicas que dan lugar a un comportamiento caótico e impredecible. Este modelo es un excelente ejemplo de sistemas dinámicos en los que reglas locales producen estructuras globales.

En esta práctica, exploramos el comportamiento de la hormiga de Langton bajo diferentes condiciones, como cambios en las reglas, la interacción de múltiples hormigas en un mismo espacio y el establecimiento de colonias. Nuestro objetivo es analizar las dinámicas emergentes y las densidades de los estados en el tablero, así como estudiar la expansión del área inicial ocupada por las hormigas. Para ello, se diseñó un software específico que permite realizar simulaciones personalizadas y graficar los resultados.

2. Marco Teórico

2.1. Funcionamiento de la Hormiga de Langton

La hormiga de Langton se desplaza sobre una cuadrícula bidimensional (teóricamente infinita) en la que cada celda puede tener un estado de 0 o 1. Sigue dos reglas simples:

1. Si la hormiga está en una celda con estado 0:
 - Cambia el estado de la celda a 1.
 - Gira 90° a la derecha y avanza.
2. Si la hormiga está en una celda con estado 1:
 - Cambia el estado de la celda a 0.
 - Gira 90° a la izquierda y avanza.

Esta configuración inicial se conoce como la regla **RL**, donde:

- El tamaño de la regla define el número de estados consecutivos, en este caso $\{0, 1\}$.
- **R** y **L** indican giros a la derecha (**Right**) e izquierda (**Left**), respectivamente.
- El nuevo estado es el consecutivo en el ciclo. Por ejemplo, del estado 0 pasa al estado 1, y del estado 1 regresa al estado 0.

Bajo esta estructura, pueden definirse múltiples reglas, como la regla **LLR**, que sigue estas instrucciones:

- Si el estado es 0, gira a la izquierda.
- Si el estado es 1, gira a la izquierda.
- Si el estado es 2, gira a la derecha.

2.2. Clasificación: Agente y Autómata Celular

La hormiga de Langton puede ser catalogada tanto como un agente como un autómata celular:

- **Agente:** Es una entidad autónoma que toma decisiones individuales basadas en ciertas reglas, lo que coincide con el comportamiento definido anteriormente de la hormiga.
- **Autómata celular:** Un sistema dinámico compuesto por celdas que cambian de estado según una vecindad y una función de transición. Aunque la definición no parece encajar perfectamente, el comportamiento de la hormiga puede replicarse definiendo estados y reglas específicas.

Por ejemplo, para la regla **RL**, el autómata celular equivalente se define de la siguiente manera:

- **Dimensión:** Plano bidimensional.
- **Estados:** Se extienden los estados originales $\{0, 1\}$ para incluir información sobre la dirección de la hormiga: $\{0, 0_U, 0_D, 0_L, 0_R, 1, 1_U, 1_D, 1_L, 1_R\}$, donde el subíndice indica la dirección.
- **Vecindad:** Vecindad de Neumann (los cuatro vecinos ortogonales más cercanos y la celda central).
- **Función de transición:** Las reglas incluyen:

- Si una celda contiene una hormiga, su estado cambia al estado sin hormiga:

$$c(t) = x_y \rightarrow c(t+1) = x$$

- Si una celda vecina contiene una hormiga mirando hacia ella, adquiere el estado correspondiente con la nueva dirección. Por ejemplo, a continuación se define el comportamiento de una celda si su vecina izquierda tiene una hormiga mirando a la derecha:

$$c_{(-1,0)}(t) = x_R, c(t) = 0 \rightarrow c(t+1) = 1_D, \forall x \in \text{Estados iniciales}$$

$$c_{(-1,0)}(t) = x_R, c(t) = 1 \rightarrow c(t+1) = 0_U, \forall x \in \text{Estados iniciales}$$

Este autómata celular está diseñado únicamente para una hormiga.

2.3. Objetivo de la Práctica

En esta práctica, se busca estudiar:

- El impacto de diferentes reglas sobre el comportamiento de las hormigas.
- Las interacciones entre múltiples hormigas en un mismo espacio.
- La formación, el comportamiento y la interacción entre colonias independientes.

Durante las pruebas, se analizarán y graficarán las densidades de los estados de las celdas y la expansión desde el punto inicial. Las simulaciones se ejecutaron en un software diseñado específicamente para esta práctica, detallado en la sección de metodología.

3. Metodología

3.1. Diseño de software

Se diseña un programa en c++ implementado el proyecto *Graphic Mode* que permite diseñar interfaces graficas usando la librería SFML, este proyecto incorpora múltiples elementos que permiten la creación y manipulación de frames, botones, campos de texto, cuadrículas y graficas, elementos necesarios para esta practica.

3.2. Comportamiento de una sola hormiga de Langton

Tradicionalmente la hormiga de Langton se define por la regla RL, donde si el estado de la casilla es 0 gira a la derecha y si es uno gira a la izquierda. Esta hormiga tiene dos comportamientos, el primero es caótico y aleatorio, el segundo es un ciclo de construcción de lo que se le llama carretera, un ciclo que permite a la hormiga expandirse de forma infinita en una dirección. En la figura 1 se muestra el resultado de una única hormiga después de dar 10000 pasos. Por otro lado, en la imagen 2 se observa la construcción de la carretera casi inmediatamente después, de igual forma la grafica crece de manera constante a partir de ese punto.

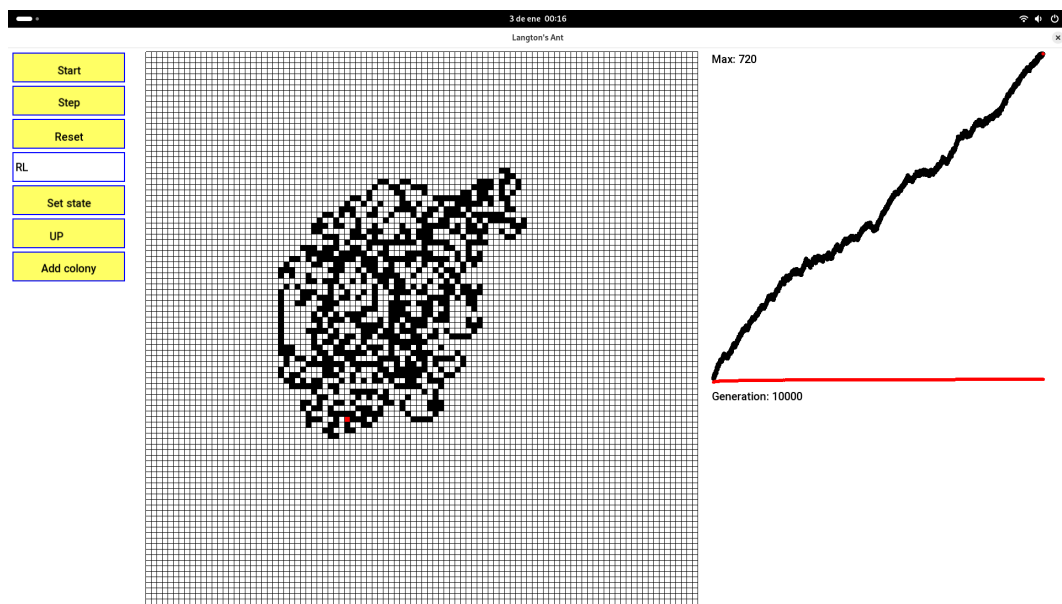


Figura 1: Primeros 10000 pasos de una hormiga RL

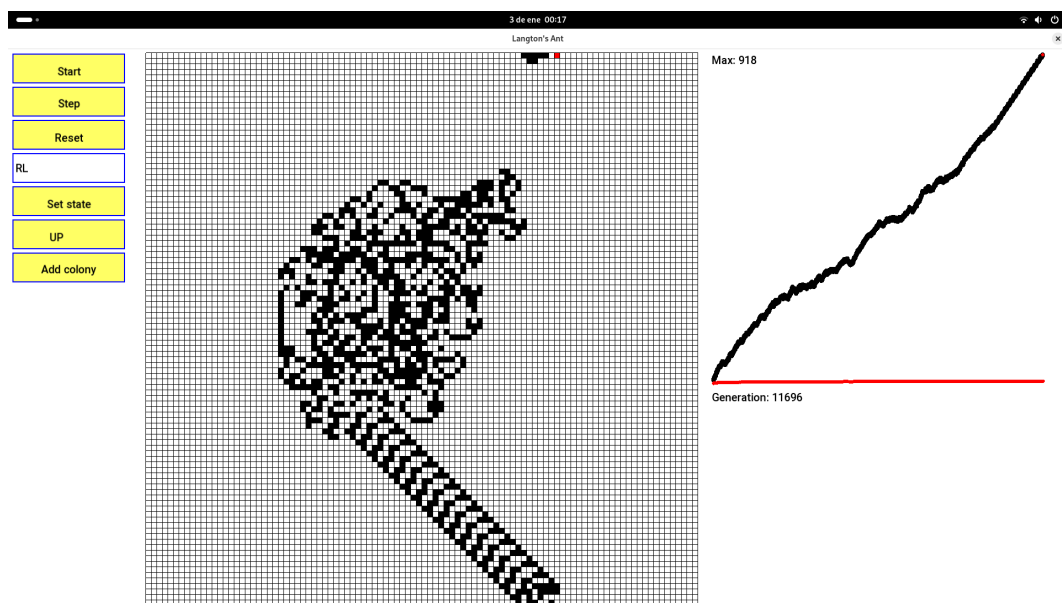


Figura 2: Construcción de carretera de una hormiga RL

- 3.3. Interacción de multiples hormigas en el mismo espacio
- 3.4. interacción entre multiples hormigueros

Referencias

[1]