

Simulación de Metabolismos y su Interacción con el Medio.

Cesar Rodolfo Ascencio Piña, Gerardo Mendizabal-Ruiz

Departamento de Ciencias Computacionales, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México

Resumen— Metabolismo es la cualidad que tiene un organismo básico para mantenerse con vida procesando los alimentos para convertirlos en energía, también es la capacidad reproductiva a partir de su DNA, estas cualidades que puede realizar el metabolismo de un organismo se pueden simular, conociendo el modelo biológico que siguen para asemejar el comportamiento, en este trabajo se presenta un simulador de metabolismos en un medio controlado, en cual está inspirado por algunas de las técnicas utilizadas en algoritmos genéticos y estrategias evolutivas.

I. INTRODUCCIÓN

¿A que nos referimos cuando hablamos de frases como “la evolución de la vida” o “cuando comenzó la vida”? En realidad, no hay una definición simple de que es la vida. La vida no existe en abstracto. No hay vida sino organismos vivos [1]. Con lo anterior, podemos tratar de recrear o imitar fenómenos biológicos mediante el empleo de técnicas de computación [2].

Para un organismo simple como una célula no basta con observar estructuras y analizar compuestos químicos; es necesario también interpretar los numerosos procesos que ocurren en forma constante en su interior [3].

Conociendo los procesos que ocurren en tipos de metabolismos simples podemos tratar de recrear o imitar modelos computacionales basados en modelos biológicos de microorganismos o metabolismos simples.

Existen algunos trabajos de investigación donde se busca la simulación de algún tipo o forma de vida donde haya un desarrollo biológico similar al que tendría en un ambiente natural, por ejemplo está el trabajo de “Game of life celular automaton” donde se habla de una colección de trabajos que involucran la simulación de algunos tipos de células en el trabajo de investigación [4], se estudiaron autómatas celulares bidimensionales (AC), llamado regla de difusión, que exhibe la dinámica de difusión de patrones de propagación. En experimentos computacionales se descubrió una amplia gama de localizaciones móviles y estacionarias (planeadores, osciladores, Cañones del planeador, trenes del soplador) y se analizó la dinámica espacio tiempo de colisiones entre planeadores para discutir posibles aplicaciones en computación no convencional.

Otro ejemplo es el de David Eppstein, [5], que plantea una idea muy interesante de la forma en que vemos la vida, preguntándose si somos únicos en el universo, puede haber otras forma de vida en otro lugar, y en caso de encontrarnos con esas formas de vida, no sabemos si seremos capaces de identificarla claramente, hablando de sistemas matemáticos de los autómatas celulares, que han sido descubiertos y diseñados en el juego de la vida de Conway tomando en cuenta la posible existencia de otras reglas de autómatas

celulares con funciones igualmente complejas al comportamiento de la vida.

En este trabajo se propone un simulador con modelo de vida artificial basado en algoritmos evolutivos que tienen como objetivo generar un patrón de mutación aleatorio, (los organismos que se ven beneficiados con este patrón son los que viven y se reproducirán más) y también hacer las simulaciones en entornos deseados con algunos tipos de metabolismos simples y eficientes. Las variables más importantes de cada simulación son ajustables a las necesidades de las personas que requieran hacer experimentos.

II. METODOLOGÍA

1.-*Generar un espacio:* Se determinara donde se hará la simulación, las dimensiones están dadas por coordenadas, el tamaño máximo del espacio se tiene que asignar al principio funcionando en un entorno de forma cuadrática, es decir, el tamaño para las coordenadas en el eje X será el mismo que el del eje Y. Sobre este espacio se colocaran de manera aleatoria un número determinado de nutrientes e individuos fig. 2.1 con diferentes características asignadas aleatoriamente.

2.- Individuo y nutriente

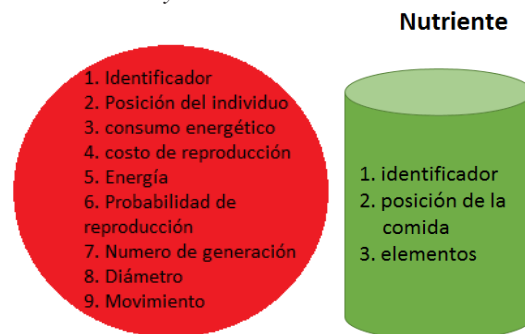


Figura 2.1. Imágenes representativas de un individuo y un nutriente respectivamente.

Descripción de los elementos que conforman los individuos y los nutrientes.

El individuo "Cada ser organizado, sea animal o vegetal, respecto a la especie a la que pertenece [6]" es el metabolismo que se utiliza en las simulaciones que se presentan en este artículo, cada individuo consta de un identificador numérico, un arreglo de tres partes donde se guarda la posición del individuo (X, Y) un arreglo similar al de la figura fig. 2.2 pero solo con tres espacios, un arreglo de cinco partes para almacenar el consumo del individuo, el costo de reproducción de cada individuo y la energía si posee cada individuo, uno por cada arreglo fig. 2.2, la probabilidad de reproducción es un número que se asigna al azar del 0 al

100 al individuo para determinar la probabilidad que tienen para que se reproduzca durante su vida, el número de generación es solo para llevar un control de las generaciones que van naciendo en cada simulación siendo la generación número uno la inicial, el diámetro del individuo es la medida que el individuo tiene, esta medida cambia por diferentes factores y el movimiento que no es más que una bandera que indica si el individuo tiene la capacidad de moverse “en caso de ser bacteria o algo similar” o no tiene la capacidad “en caso de ser un hogo”.

El nutriente “Que nutre [7]” es un compuesto que contiene cinco compuestos energéticos que darán energía al individuo que la consuma, en cada nutriente se almacena: un identificador numérico, un arreglo de tres partes donde se almacena la posición de cada alimento (X, Y), un arreglo de cinco partes donde se almacena los valores de los componentes fig. 2.2.

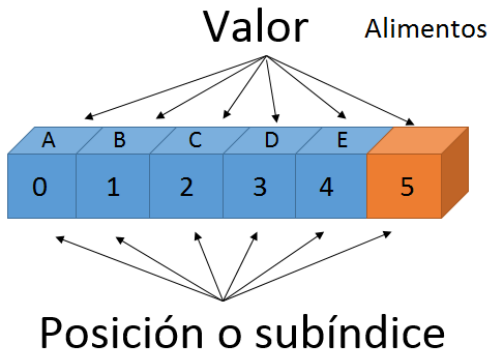


Figura 2.2. Arreglo para almacenar información relacionada con alimentos. Los valores que corresponde a cada uno de los nutrientes se almacenan en un arreglo, siempre almacenándolos en la misma posición respectivamente.

Estructura de Individuos y nutrientes

Para generar los individuos y los alimentos en el espacio creado anteriormente, se tienen que definir el número de alimentos y de individuos que deseamos en la simulación, una vez introducidos los números, el sistema generara dentro del espacio definido los alimentos y los individuos en posiciones aleatorias que siempre son diferentes 2.3 y 2.4, con la finalidad de obtener diferentes resultados, tanto los alimentos como los individuos cuando son generados se introducen al sistema en dos listas.

Estructura del individuo

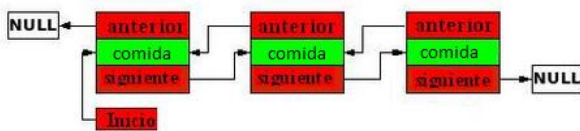


Figura 2.3. Lista tipo (lista doblemente ligada lineal sin encabezado) que se utiliza para guardar todos los individuos que existen en el espacio.

Estructura del alimento

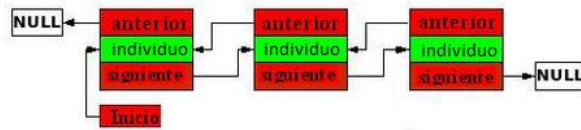


Figura 2.4. Lista tipo (lista doblemente ligada lineal sin encabezado) que se utiliza para guardar todos los alimentos que existen en el espacio.

Simulaciones

Para las simulaciones se realizan una serie de pasos para que puedan tener un buen resultado: fig. 2.5

-Se ingresan los parámetros que requiere el programa para funcionar:

1. Número de componentes (Nutrientes).
2. Número de individuos.
3. Tamaño de espacio eje X.
4. Tamaño de espacio eje Y.
5. Tiempo en días que se desea simular.

-Corre el programa con los parámetros introducidos, se genera el espacio donde se hará la simulación

-Se introduce los nutrientes y la población de individuos en el espacio generado.

-Se escribe un archivo con los datos iniciales:

1. Archivo tipo .csv con la información completa (toda la información que contiene) de todos los Individuos.
2. Archivo tipo .csv con la información completa (toda la información que contiene) de todos los Alimentos.
3. Archivo tipo .csv con la información completa (toda la información que contiene) del espacio.

-Cada individuo busca todos los alimentos que se encuentran dentro de su alcance y mantiene un registro de estos para su alimentación.

-Se resta la energía a cada individuo por gasto energético diario.

-Los individuos que se quedaron sin energía y alimentos que fueron consumidos mueren y son eliminados del espacio.

-Los individuos crecen por día.

-Los individuos comen los nutrientes que ya tienen identificada dentro de su alcance.

-Los individuos que tienen el tamaño suficiente para la reproducción se revisa su probabilidad de reproducción y en caso de ser positivo lo hace, lo que hace que cambie tanto su posición como la del nuevo individuo.

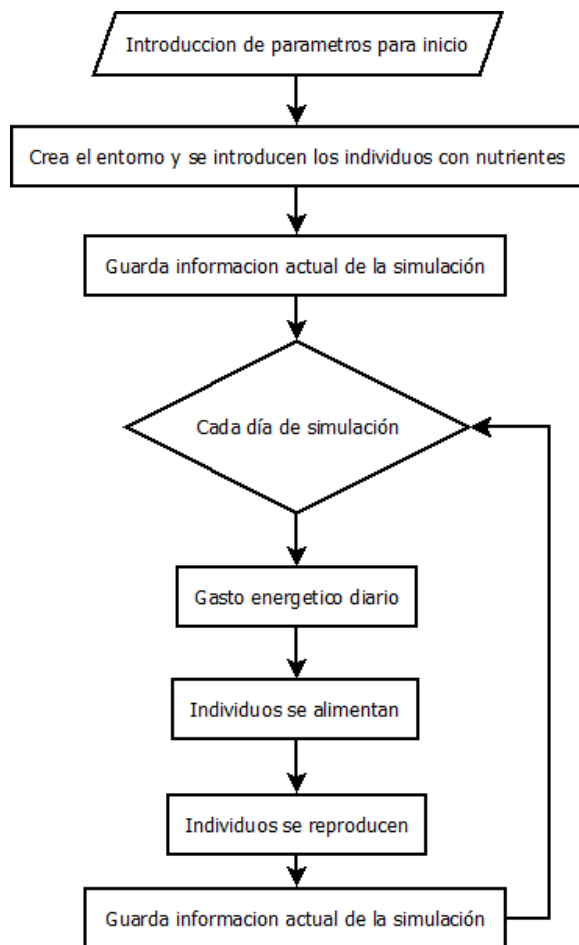


Figura 2.5. Ilustración básica de simulaciones.

III. RESULTADOS

Para probar los algoritmos propuestos se generó una simulación utilizando los parámetros descritos en la tabla 1.

Tabla 1.

Parámetros utilizados para realizar la simulación.

Parámetros	Valor
Número de componentes (Nutrientes)	10000
Número de individuos	1
Tamaño de espacio X	100
Tamaño de espacio Y	100
Número de días simulados.	100
Tamaño mínimo de reproducción	5
Compuestos en cada nutriente	5
Tamaño máximo del individuo	10
Crecimiento de individuo por día	.5

Se mostraran los resultados de las iteraciones de una simulación, fig. 3.1 y 3.2, el número que aparece en la parte superior del de cada imagen dentro de la figura 3.1 corresponde al día de la simulación.

Día 1: Se introducen los nutrientes y el individuo con sus valores asignados aleatoriamente fig. 3.1, imagen (A).

Día 2: El individuo empieza a alimentarse de los nutrientes que tiene en su alcance fig. 3.1, imagen (B).

Día 4: El individuo ya ha consumido los nutrientes que se encontraban en su alcance fig. 3.1 imagen (C).

Día 7: Ya que el individuo cumplió con los requisitos de reproducción; como los son el tamaño mínimo requerido, la suficiente energía, y la probabilidad de reproducción se reprodujo situándolo en la nueva posición fig. 3.1, imagen (D), en 3D fig. 3.2 imagen (H).

Día 8: Los individuos que se encontraban cumplieron con las características de reproducción, por lo que ambos la hicieron situando a los 4 en sus nuevas posiciones fig. 3.1, imagen (E).

Día 9: Todos los individuos empiezan a consumir los nutrientes que se encuentran dentro de su alcance fig. 3.1 imagen (F), 3D fig. 3.2 imagen (H).

Día 10: Los individuos continúan consumiendo los nutrientes hasta el punto de casi terminárselos todos Fig. 3.1 imagen (G), 3D fig. 3.2, imagen (I).

IV. DISCUSIÓN

Se seguirá desarrollando este mismo modelo base para mejoramiento en el rendimiento de cada una de las iteraciones y hacerlo más rápido obteniendo los mismos resultados, esto dará una base más sólida para futuras mejoras del proyecto, donde se pretende simular metabolismos más complejos como bacterias y que estas tengan comportamiento similar a las reales.

V. CONCLUSIÓN

Como se puede observar las simulaciones en este tipo de individuos son completamente al azar, no hay parámetros, aparte de los mencionados, que sean iguales en las iteraciones, con lo que tenemos un mundo de posibilidades en los resultados, esto puede ser de gran ayuda para aquellos trabajos de investigación o de cualquier tipo que requieran hacer simulaciones con entornos poco controlados y llevar registros de cada una de estas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Curtis, Barnes, Schnek, Massarini, Biología, séptima edición en español, sección 1 “La unidad de la vida” (Estilo libro) pp. 13.
- [2] Isaac Rudomin, “Vida artificial”, (Estilo artículo), primera edición, edición científica UNAM pp.1.
- [3] Curtis, Barnes, Schnek, Massarini, Biología, séptima edición en español, capítulo 4 “Metabolismo y energía” (Estilo libro) pp. 73.
- [4] Prof. Andrew Adamatzky de University of the West of England. Game of life cellular autómatas , Chapter 16, “Localization Dynamics in a Binary Two-Dimensional Cellular Automaton” The Diffusion Rule” Genaro J. Martínez, Andrew Adamatzky y Harold V. McIntosh (Estilo libro) pp. 291-318.
- [5] Prof. Andrew Adamatzky de University of the West of England. Game of life cellular autómatas, Chapter 6, (Estilo libro) “Growth and Decay in Life-Like Cellular Automata” David Eppstein pp. 71-98.
- [6] RAE. (Septiembre de 2017). Diccionario de la lengua española. Edición del tricentenario [en línea]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=LQCSiDx>
- [7] RAE. (Septiembre de 2017). Diccionario de la lengua española. Edición del tricentenario [en línea]. Disponible en: <http://dle.rae.es/?id=Qjc1bTY>

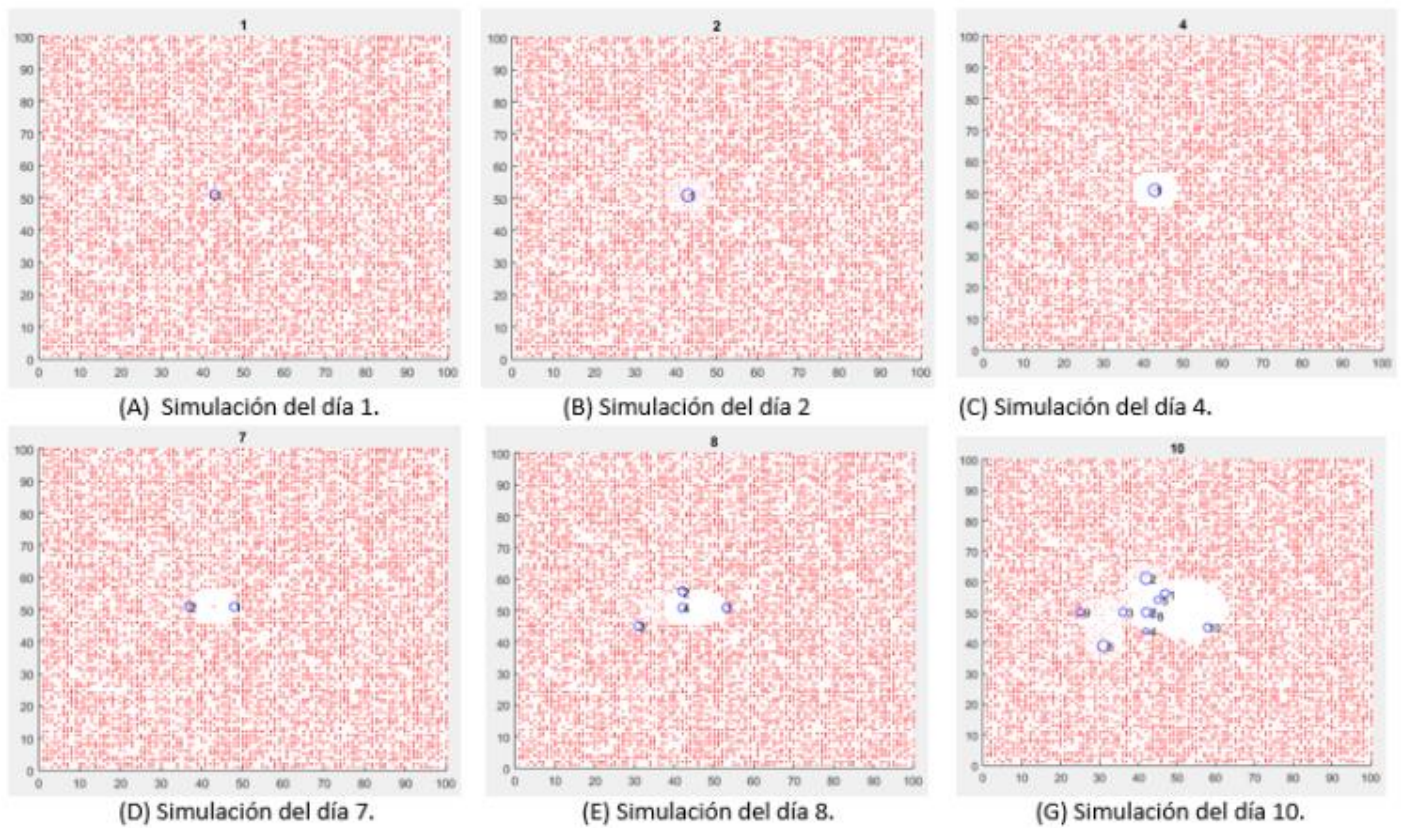
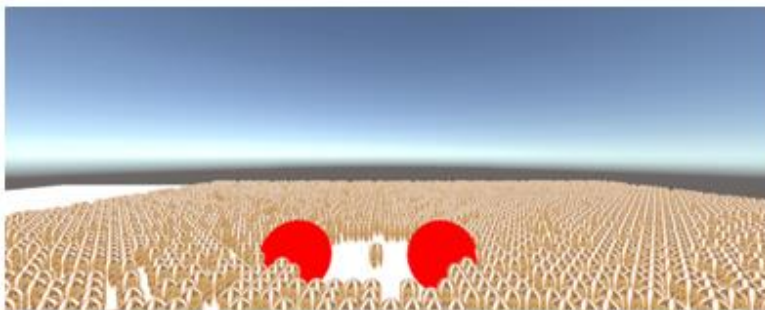


Figura 3.1. Ejemplos de los resultados de la simulación de organismos durante 10 días.



(H) Simulación del día 7 en 3D.



(I) Simulación del día 9 en 3D.



(J) Simulación del día 7 en 3D.

Figura 3.2 Ejemplo de visualización de resultados utilizando gráficos en 3D.