

Floyd's Tortoise and Hare algorithm

Linked list cycle finding

22.08 - Algoritmos y Estructuras de Datos - 1C2021
Juan Ignacio Causse (61105)

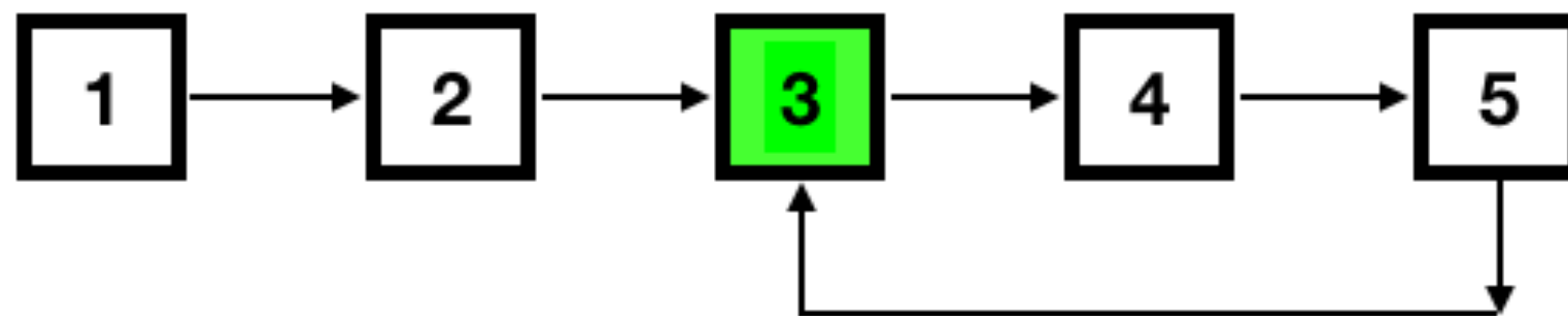
8 de junio de 2021

Detección de ciclos

Problemas de los ciclos en listas vinculadas

¿Qué inconvenientes podrían darse?

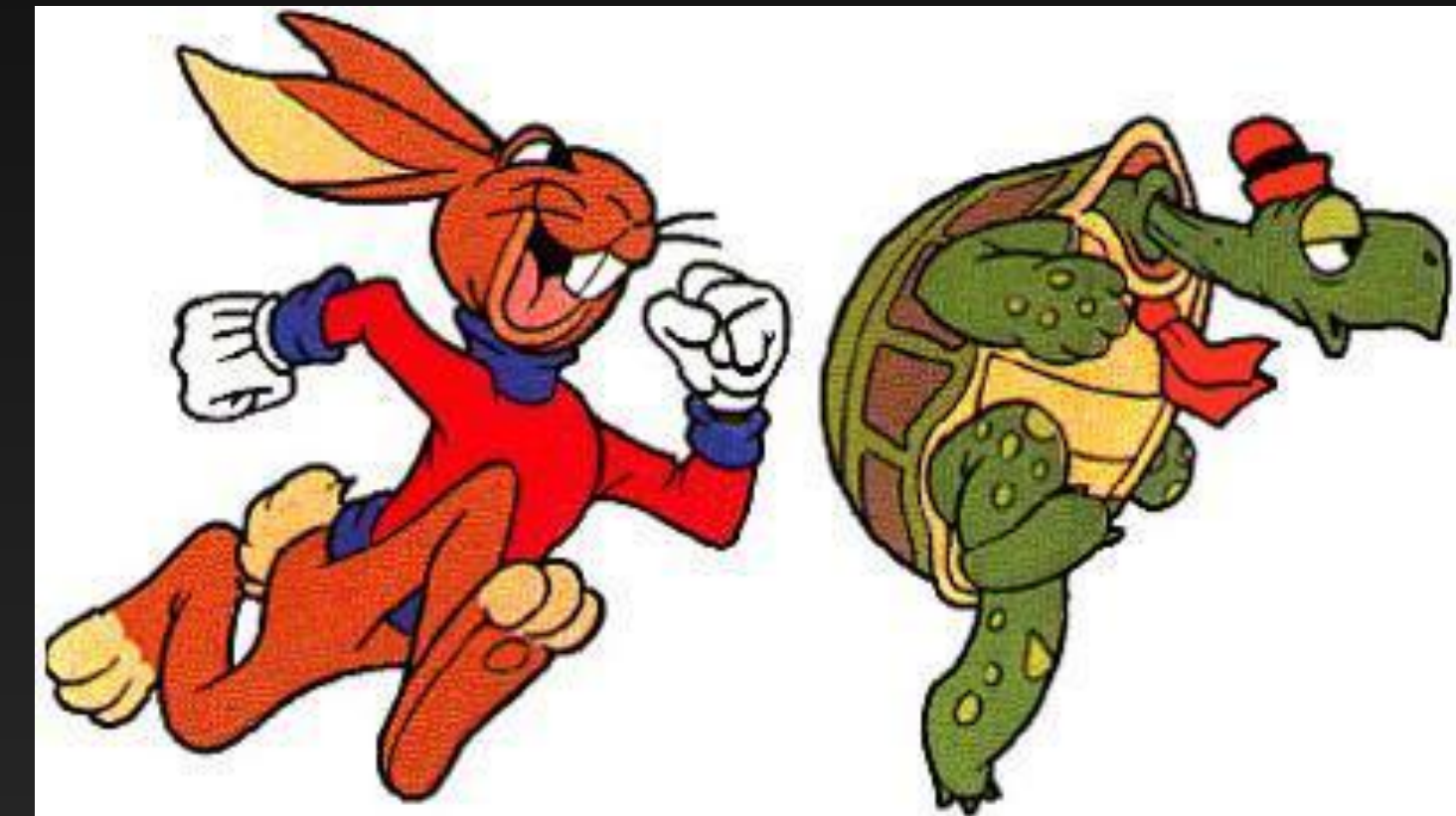
- Acceso a elementos limitado.
- Memory leaks debido al acceso limitado.
- Intentar recorrer la lista genera un loop infinito.
- Intentar destruir la lista = intentar destruir un elemento ya destruido.



¿Cómo se detecta un ciclo?

Algoritmos de detección de ciclos en listas enlazadas

- Por iteración
- "Tortoise - Hare" - Robert W. Floyd
- Muchos más:
 - Algoritmo de Brent
 - Algoritmo de Gosper



Robert W. Floyd (1936 - 2001)

Floyd's Tortoise - Hare Algorithm

Idea matemática

Suponiendo que en la lista enlazada existe un ciclo:

- Sean números enteros $i \geq \mu$ y $k \geq 0$, un nodo x_i del ciclo resulta:
- $x(i) = x(i + k\lambda)$
- donde:
 - λ es la longitud (en cantidad de nodos) del ciclo
 - μ es el índice (número de nodo) del primer nodo del ciclo
- Luego, sucede $i = k\lambda > \mu$ si y sólo si para ese i $x(i) = x(2i)$

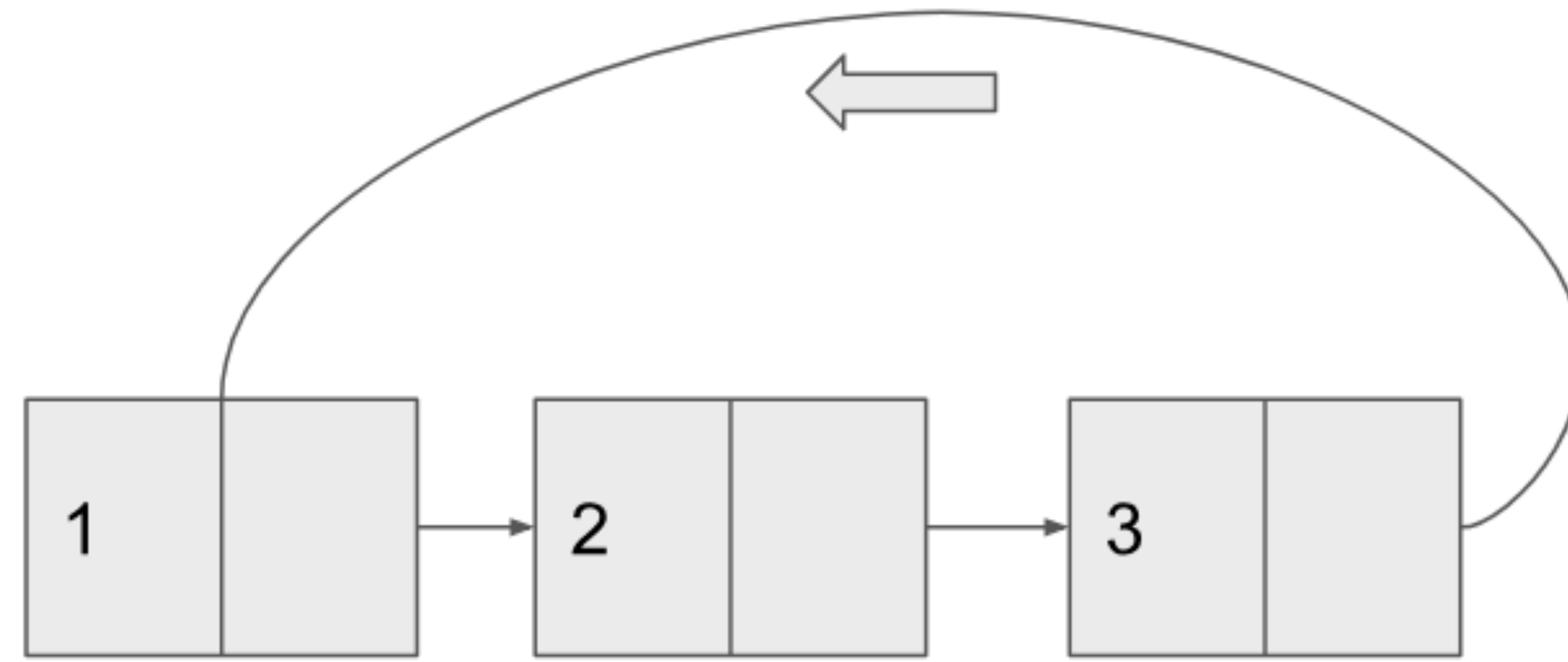
Implementación

Para poder ver este resultado:

- Utilizamos únicamente dos punteros. Se requiere espacio constante, $O(1)$.
- El movimiento de los punteros es simple, siguiendo la lista. Si el largo de la lista es n , se requiere tiempo lineal, $O(n)$.
- Uno de los punteros es "lento" (tortoise), y el otro es "rápido" (hare).
- Por cada movimiento de "tortoise", "hare" se mueve dos lugares.
- Cuando "tortoise" y "hare" se encuentren en el mismo elemento, se encontró el ciclo. "Tortoise" estará en el nodo i , y "hare" en el nodo $2i$. Como $x(i) = x(2i)$, se encontraron.

Position of
hare(fast) and
tortoise(slow)
as we iterate

cycle starts here



Iteration 1 →  

Iteration 2 →  

Iteration 3 →  

Iteration 4 →  

Here is where they meet & it indicates
there is a cycle

$O(n)$ vs $O(n^2)$

Complejidad de tiempo

$O(1)$ vs $O(n)$

Complejidad de espacio