Threads

Antonio Espín Herranz

Threads vs Procesos

- **Procesos**:
  - Un proceso es la ejecución de un programa.
  - Con una sola CPU se puede simular la ejecución de varios programas simultáneamente.
    - El sistema operativo va asignando pequeñas parcelas de tiempo de CPU para su ejecución.
  - El cambio de un proceso a otro se llama “cambio de contexto” y costoso en cuanto a recursos y tiempo.

- **Threads**:
  - También llamados procesos ligeros.
  - Se ejecutan dentro del mismo proceso.
  - Una parte del código de mi programa se ejecuta por varios hilos.
  - No requieren cambios de contexto.
  - Comparten los recursos entre si.

El GIL

- **GIL**: Global Interpreter Lock.
  - Permite la ejecución de hilos de forma que sólo un thread puede ejecutarse a la vez, independientemente del número de procesadores con el que cuente la máquina.
  - Cada cierto número de instrucciones de bytecode la máquina virtual para la ejecución del thread y elige otro de entre los que estaban esperando.
  - Por defecto el cambio de thread se realiza cada 10 instrucciones de bytecode,

Conceptos

- ***Bloqueo mutuo (deadlock):***
  - *Es el **bloqueo irreversible de un conjunto de hilos o procesos**.*
    - Un bloqueo mutuo es lo que sucede cuando un programa se te queda “colgado” y te ves en la obligación de “matar un proceso” ya que el conjunto de hilos o procesos bloqueados, no tiene solución.

- ***Condición (o estado) de carrera:***
  - *Es aquel que se produce cuando **varios hilos o procesos intentan modificar de forma simultánea a un mismo recurso**.*
    - Si más de un hilo o recurso intenta modificar el estado o valor de un mismo recurso al mismo tiempo, los datos dejan de ser confiables y por consiguiente, es correcto afirmar que **los datos quedan corruptos**.

Threads en Python

- El trabajo con threads se lleva a cabo en Python mediante el **módulo thread**.

- **El módulo threading** que se apoya en el primero para proporcionarnos una API de más **alto nivel**, más completa, y orientada a objetos.

Threads en Python

- El **módulo threading** contiene una **clase Thread** que debemos **extender** para crear nuestros propios hilos de ejecución.

- El **método run** contendrá el código que queremos que ejecute el thread.

- El **constructor** de la clase tiene que llamar a **Thread.__init__(self)** para inicializar el objeto correctamente.

Ejemplo

```
import threading
class MiThread(threading.Thread):
        def __init__(self, num):
                threading.Thread.__init__(self)
                self.num = num

        def run(self):
                print "Soy el hilo", self.num
```

- **El código principal**:
  - **Crea** varios hilos.
  - **Nunca** se **llama** directamente al método **run**.
  - Al **llamar a start** el hilo empieza a ejecutar el método run.

```
print "Soy el hilo principal"

for i in range(0, 10):
        t = MiThread(i)
        t.start()
        # Ojo, si ejecutamos join, hilo a hilo hace
          que los hilos se ejecuten uno detrás de
          otro.
        t.join()
        # Si no se lanza join, main termina pero
          los hilos continúan ejecutándose.
```

El método **join** se utiliza para que el hilo que ejecuta la llamada se bloquee hasta que finalice el **thread** sobre el que se llama

Threads en Python

- Otra posibilidad (pero es mejor heredar de la clase Thread).

```
import threading
    def imprime(num):
        print “Soy el hilo”, num

print “Soy el hilo principal”
for i in range(0, 10):
    t = threading.Thread(target=imprime, args=(i, ))
    t.start()
```

Métodos

- **isAlive()**
  - Comprobar si el hilo está en ejecución.

- **threading.enumerate**
  - Obtendremos una lista de los objetos Thread que se están ejecutando, incluyendo el hilo principal.
  - Podemos comparar el objeto Thread con la variable main_thread para comprobar si se trata del hilo principal.

- **threading.activeCount**
  - Podemos consultar el **número** de **threads ejecutándose**. Incluye en la cuenta el thread de **main**.

Otra forma

- Para crear hilos podemos declarar una función.
  - Representará la función a ejecutar por el hilo.
    - def funcion_thread(param1,param2,..):
      - # código a ejecutar por el hilo.

- Llamar a la función:
  - **start_new_thread**(funcion_thread,(param1,param2))
    - La función **start_new_thread** recibe **dos parámetros** la **función a ejecutar** por el hilo **y una tupla** con los parámetros que le pasamos.
    - **Ojo**, como es una **tupla** si solo necesitamos un parámetro lo indicaríamos así: **(param1,)**
    - **La coma es obligatoria para indicar que es una tupla.**

Sincronización

- ¿Qué ocurre cuando tenemos varios hilos y comparten cierta información?
- Por ejemplo, en un esquema **productor** – **consumidor** con un buffer común.
- La zona compartida se llama **región crítica** y si hay varios hilos que pueden acceder a ella a la vez se puede dar problemas con la sincronización.

Sincronización

- Necesitamos mecanismos de sincronización que nos garanticen el acceso exclusivo a una región crítica.

- **Mecanismos de sincronización**:
  - Locks.
  - locks reentrantes.
  - Semáforos.
  - Condiciones .
  - Eventos.

Locks

- Los **locks**, también llamados **mutex** (de mutual exclusion), cierres de exclusión mutua, cierres o candados, son objetos con **dos estados** posibles: **adquirido** o **libre**.

- Cuando un thread adquiere el candado, los demás threads que lleguen a ese punto posteriormente y pidan adquirirlo se bloquearán hasta que el thread que lo ha adquirido libere el candado, momento en el cuál podrá entrar otro thread.

Locks

- El candado se representa mediante la **clase Lock**.
- Para adquirir el candado se utiliza el **método acquire** del objeto, al que se le puede pasar un booleano para indicar si queremos esperar a que se libere (True) o no (False).
- Si indicamos que no queremos esperar, el método devolverá True o False dependiendo de si se adquirió o no el candado, respectivamente.
- **Por defecto, si no se indica nada, el hilo se bloquea indefinidamente.**

Ejemplo

```
lista = []
lock = threading.Lock()

def anyadir(obj):
    lock.acquire()
    lista.append(obj)
    lock.release()

def obtener():
    lock.acquire()
    obj = lista.pop()
    lock.release()
    return obj
```

RLock

- La clase **RLock** funciona de forma similar a Lock, pero en este caso **el candado puede ser adquirido por el mismo thread varias veces**, y no quedará liberado hasta que el thread llame a release tantas veces como llamó a acquire.

- Como en Lock, es posible indicar a acquire si queremos que se bloquee o no.

Locks vs RLocks

- Ambos tienen los métodos acquire() y release().

- **RLock** hay que utilizarlo o es útil cuando queremos tener un **ACCESO SEGURO** desde fuera de una clase y se utilizan los mismos métodos dentro de la clase.

VER EJEMPLO_RLOCK

Semaphore

- Los semáforos son otra clase de candados.

- La clase correspondiente, **Semaphore**, también cuenta con métodos **acquire** y **release**.

- El **constructor de Semaphore** puede tomar como **parámetro opcional un entero value indicando el número máximo de threads que pueden acceder a la vez a la sección de código crítico**.
  - Si no se indica nada permite el acceso a un solo thread.

Semaphore

- La operación **adquire → decrementa en 1** el valor del contador.

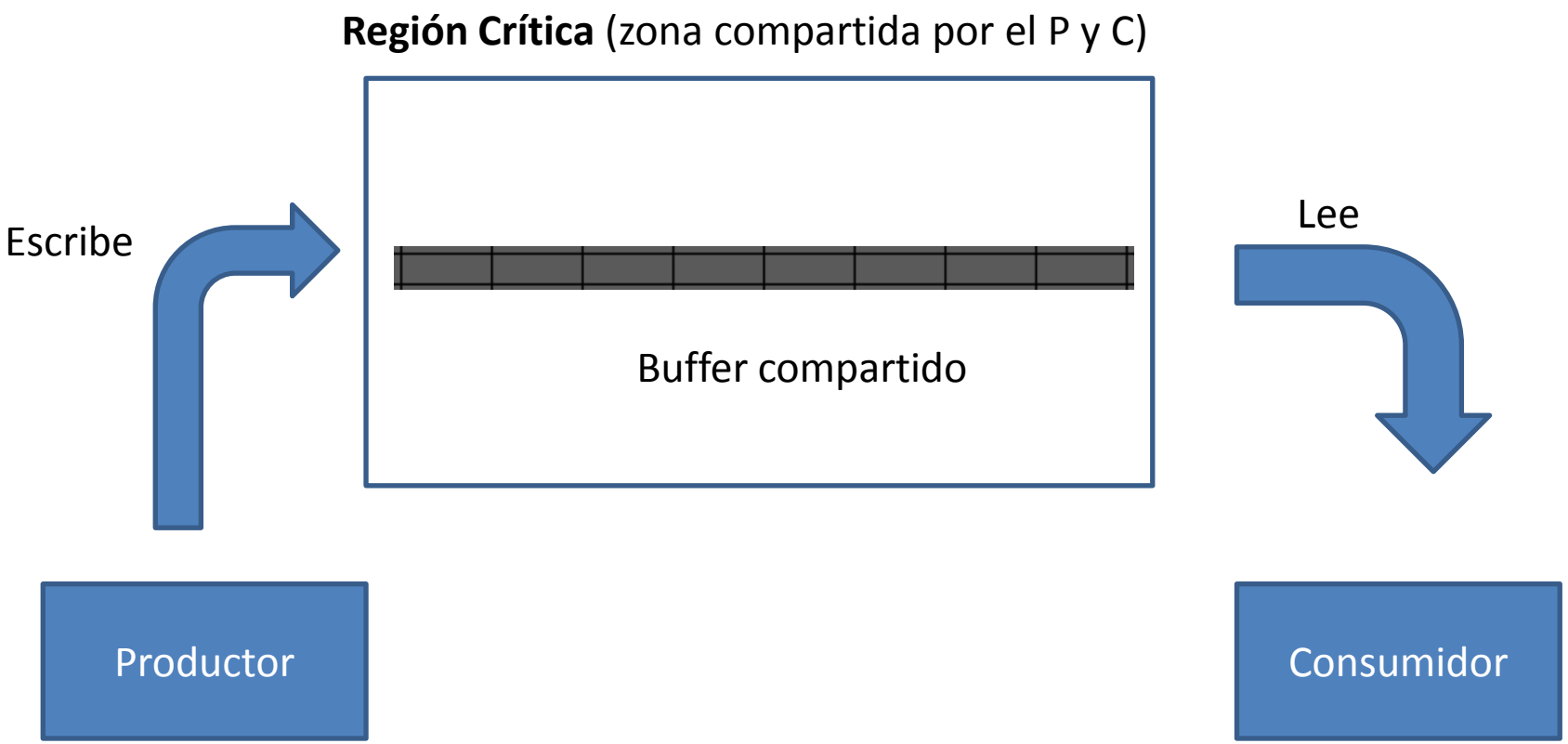
- Cuando el contador es cero si un hilo intenta entrar se bloqueará.

- La operación **release → incrementa en 1** el valor del contador.

- **Ejemplo**

```
semaforo = threading.Semaphore(4)
def descargar(url):
    semaforo.acquire()
    urllib.urlretrieve(url)
    semaforo.release()
```

Esquema Productor / Consumidor



Esquema: 1 PROD. → 1 CON.

```
semaphore fillCount = 0; // items produced
semaphore emptyCount = BUFFER_SIZE;  // remaining space

procedure producer() {
    while (true) {
        item = produceItem();
        down(emptyCount);
        putItemIntoBuffer(item);
        up(fillCount);
    }
}

procedure consumer() {
    while (true) {
        down(fillCount);
        item = removeItemFromBuffer();
        up(emptyCount);
        consumeItem(item);
    }
}
```

Esquema: N PROD. → N CON.

```
semaphore mutex = 1;
semaphore fillCount = 0;
semaphore emptyCount = BUFFER_SIZE;

procedure producer() {
    while (true) {
        item = produceItem();
        down(emptyCount);
        down(mutex);
            putItemIntoBuffer(item);  # Solo puede escribir uno en el buffer
        up(mutex);
        up(fillCount);
    }
}

procedure consumer() {
while (true) {
        down(fillCount);
        down(mutex);
        item = removeItemFromBuffer();  # Solo puede leer uno del buffer
        up(mutex);
        up(emptyCount);
        consumeItem(item);
    }
}
```

Instrucción with

- Es posible utilizar los semáforos, locks, etc. De la siguiente manera:

```
semaforo = threading.Semaphore(4)
def descargar(url):
    with semaforo
        urllib.urlretrieve(url)
```

- La instrucción **with se encarga de hacer** a la entrada "**adquire**" y "**release**" a la salida.

Condition

- Una condición **identifica un cambio de estado en una aplicación**. Es un mecanismo de sincronización donde **un hilo espera** por una condición especifica y **otro hilo notifica** que la condición se ha producido.

- Una vez que se da la condición, el hilo adquiere el Lock y tiene acceso exclusivo al recurso compartido.

- Para esto utilizan un Lock pasado como parámetro, o crean un objeto RLock automáticamente si no se pasa ningún parámetro al constructor.

Condition

- Son especialmente adecuadas para el clásico problema de **productor-consumidor**.
- La clase cuenta con métodos **acquire** y **release**, que llamarán a los métodos correspondientes del candado asociado.
- También tenemos métodos **wait**, **notify** y **notifyAll**.

Condition

- El método **wait debe llamarse después de haber adquirido el candado con acquire**.

- Este método **libera el candado** y **bloquea** al **thread** hasta que una llamada a notify o notifyAll en otro thread le indican que se ha cumplido la condición por la que esperaba.

- El **thread que informa a los demás de que se ha producido la condición, también debe llamar a acquire antes de llamar a notify o notifyAll**.

- Al llamar a **notify**, **se informa del evento a un solo thread**, y por tanto se despierta un solo thread.

- Al llamar a **notifyAll** se **despiertan todos** los threads que esperaban a la condición.

Ejemplo

```
lista = []
cond = threading.Condition()

def consumir():
    cond.acquire()
    cond.wait()
    obj = lista.pop()
    cond.release()
    return obj

def producir(obj):
    cond.acquire()
    lista.append(obj)
    cond.notify()
    cond.release()
```

Eventos

- Los eventos, implementados mediante al clase Event, son un **wrapper por encima de Condition** y sirven principalmente para **coordinar threads mediante señales que indican que se ha producido un evento**.

- Los eventos nos abstraen del hecho de que estemos utilizando un Lock por debajo, por lo que carecen de métodos acquire y release.

Ejemplo

```
import threading, time

class MiThread(threading.Thread):
        def __init__(self, evento):
        threading.Thread.__init__(self)
        self.evento = evento

def run(self):
        print self.getName(), “esperando al evento”
        self.evento.wait()
        print self.getName(), “termina la espera”

evento = threading.Event()
t1 = MiThread(evento)
t1.start()
t2 = MiThread(evento)
t2.start()
# Esperamos un poco
time.sleep(5)
evento.set()
```

Datos globales independientes

- Los threads comparten las variables globales.
- Podemos utilizar variables **globales** pero que estas variables **se comporten** como si fueran **locales a un solo thread**.
- La clase **threading.local**, que crea un almacén de datos locales.
  - datos_locales = threading.local()
  - datos_locales.mi_var = “hola”
  - print datos_locales.mi_var

Compartir información

- La clase **Queue.Queue**, que implementa una **cola** (una estructura de datos de tipo FIFO) **con soporte multihilo.**

- El constructor de **Queue** toma un parámetro opcional indicando el **tamaño máximo de la cola**.
  - Si no se indica ningún valor no hay límite de tamaño.

Compartir información

- **Métodos Queue**:
  - **put(item)**: Para añadir un elemento a la cola.
  - **get()**: para obtener el siguiente elemento

  - Ambos métodos tienen un **parámetro booleano opcional block** que indica si queremos que se espere hasta que haya algún elemento en la cola para poder devolverlo o hasta que la cola deje de estar llena para poder introducirlo.

  - Otro parámetro opcional **timeout** que indica, en **segundos**, el tiempo máximo a esperar.
    - Si el timeout acaba sin poder haber realizado la operación debido a que la cola estaba llena o vacía, o bien si block era False, se lanzará una excepción de tipo Queue.Full o Queue.Empty, respectivamente.

Ejemplo

```
q = Queue.Queue()
class MiThread(threading.Thread):
    def __init__(self, q):
        self.q = q
        threading.Thread.__init__(self)

    def run(self):
        while True:
            try:
                obj = q.get(False)
            except Queue.Empty:
                print “Fin”
                break
            print obj

for i in range(10):
    q.put(i)

t = MiThread(q)
t.start()
t.join()
```

Enlaces

- http://www.laurentluce.com/posts/python-threads-synchronization-locks-rlocks-semaphores-conditions-events-and-queues/