

Universidad Politecnica Salesiana

Nombre: Jessica Ñauta

Asignatura: Simulación

Entornos de soporte al desarrollo de simulaciones: Simpy - Parte 1

1. Instalación de Simpy

Existen diversas alternativas para instalar **simpy** (no confundir con *sympy*), sin embargo, en esta subsección mostraremos cómo hacerlo.

1.1. Pasos a seguir:

En virtud de que **simpy** requiere la versión 3.7 de Python, llevaremos a cabo el proceso para instalar dicha versión:

1. Creamos el entorno virtual llamado "simulacion" con la versión 3.7 de Python:

```
conda activate
```

2. Installamos **simpy** en el entorno creado:

```
pip3 install -U simpy
```

Si la instalación ha sido exitosa, podremos ejecutar el siguiente código sin inconvenientes:

```
In [2]: import simpy

# Definimos un reloj:
def reloj(env, nombre, tiempo):
    while True:
        print(nombre, ">", env.now)
        yield env.timeout(tiempo) # Pasamos el control al programa principal

env=simpy.Environment() # Creamos un entorno de simulación
env.process(reloj(env, 'R. Rapido',0.25)) # Ejecutamos un "reloj" rapido (timer) en
env.process(reloj(env, 'R. Lento',0.5)) # Ejecutamos un "reloj" lento (timer) en el

env.run(until=2.1) # Ejecutamos los procesos 2 unidades de tiempo

R. Rapido > 0
R. Lento > 0
R. Rapido > 0.25
R. Lento > 0.5
R. Rapido > 0.5
R. Rapido > 0.75
R. Lento > 1.0
R. Rapido > 1.0
R. Rapido > 1.25
R. Lento > 1.5
R. Rapido > 1.5
R. Rapido > 1.75
```

R. Lento > 2.0
R. Rapido > 2.0

2. Ejemplo del negocio de lavado de autos [5]

Este ejemplo permite simular un negocio de lavado de automóviles. De igual forma, es importante destacar que este ejemplo aborda los siguientes puntos:

- Estados de espera por otros procesos
- Recursos: clase **Resource**

2.1. Características del sistema real a simular

Es importante observar que el negocio de lavado de autos tiene características propias a su naturaleza. A continuación establecemos dichas peculiaridades a tener en mente en el momento de llevar a cabo la simulación:

- El negocio tiene un número limitado de máquinas de lavado.
- Se puede recibir un cierto número de vehículos para ser lavados, de los cuáles los que no estén siendo procesados tendrán que esperar.
- Una vez que un vehículo entra a la máquina, debe ser lavado y solo al finalizar la limpieza podrá salir de la misma, dejando un espacio libre a otro vehículo.

2.2. Desarrollo de la simulación

A continuación procedemos a desarrollar la simulación.

Como primer paso, importamos las librerías necesarias y establecemos los parámetros requeridos:

- Variables de interés
- Tiempo de simulación
- Parámetros de inicialización (número de máquinas, tiempo de lavado, intervalo de llegada de vehículos).

```
In [3]: import simpy
import random

# Maximo de vehiculos que puede recibir el negocio
MAX_VEHICULOS = 57
# Total de maquinas de lavado con que cuenta el negocio
NUM_MAQUINAS = 3
# Tiempo que tarda en lavarse un vehiculo (minutos)
TIEMPO_LAVADO = 7
# Intervalo de tiempo en que llegan vehiculos (minutos)
INTERVALO_LLEGADA = 9
# Tiempo de simulación
TIEMPO_SIMULACION = 23

class Lavanderia(object):

    def __init__(self, environment, num_maquinas, tiempo_lavado):
        # Guardamos como variable el entorno de ejecucion
        self.env=environment
        # Creamos el recurso que representa las maquinas
        self.maquinas = simpy.Resource(environment, num_maquinas)
```

```

# Variable para el tiempo de lavado
self.tiempo_lavado = tiempo_lavado

def lavar_vehiculo(self, vehiculo):
    # Este metodo representa el proceso de lavado del vehiculo.
    # Se ingresa el vehiculo y se lava

    # Simulamos el tiempo que tarda en lavarse el vehiculo
    # Es importante notar que la instruccion "yield" es distinta de "sleep"
    # ya que esta ultima bloquea el hilo de ejecucion durante 't' unidades de ti
    # mientras que 'yield' no bloquea el hilo de ejecucion, solo lo suspende mie
    # el evento de 'lavado' se realice
    yield self.env.timeout(TIEMPO_LAVADO)

    # Simulamos que se ha limpiado parte (%) de la suciedad del vehiculo
    # Para el % generamos un entero entre 30 y 90
    print('Removido {%d%%} suciedad vehiculo => %s ' \
          % (random.randint(30,90), vehiculo))

def llegada_vehiculo(env, nombre, lavanderia):
    # Usamos el reloj de la simulacion (env.now()) para indicar a la
    # hora que llega el vehiculo con el nombre pasado como parametro
    print('Llega vehiculo: %s a la hora %.2f.' % (nombre, env.now))

    # Especificamos que vamos a usar un recurso (Resource) que representa
    # la maquina de lavado
    with lavanderia.maquinas.request() as maquina:
        # Ocupamos la maquina de lavado
        yield maquina
        # Indicamos que vehiculo entra a la lavanderia
        print('Entra vehiculo a lavarse: %s a la hora %.2f.' % (nombre, env.now))
        # Procesamos la operacion de lavado
        yield env.process(lavanderia.lavar_vehiculo(nombre))
        # Una vez que termina la llamada con 'yield', se indica que se ha lavado el
        print('Vehiculo [%s] lavado a las %.2f.' % (nombre, env.now))

def ejecutar_simulacion(env, num_maquinas, tiempo_lavado, intervalo):
    lavanderia=Lavanderia(env, num_maquinas, tiempo_lavado)
    # Creamos 5 llegadas de vehiculos iniciales
    for i in range(5):
        env.process(llegada_vehiculo(env, 'Vehiculo-%d'%(i+1),lavanderia))

    # Ejecutamos la simulacion
    while True:
        yield env.timeout(random.randint(intervalo-2, intervalo+2)) # Generar un ran
        i+=1
        # Mientras se lavan los vehiculos generamos mas vehiculos
        env.process(llegada_vehiculo(env, 'Vehiculo-%d'%(i+1),lavanderia))

print('Lavanderia UPS')

# Creamos el entorno de simulacion
env=simpy.Environment()
env.process(ejecutar_simulacion(env, NUM_MAQUINAS, TIEMPO_LAVADO, INTERVALO_LLEGADA))

# Ejecutamos el proceso durante el tiempo de simulacion
env.run(until = TIEMPO_SIMULACION)

```

```

Lavanderia UPS
Llega vehiculo: Vehiculo-1 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-2 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-3 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-4 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-5 a la hora 0.00.

```

```

Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-1 a la hora 0.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-2 a la hora 0.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-3 a la hora 0.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-6 a la hora 7.00.
Removido {33%} suciedad vehiculo => Vehiculo-1
Removido {89%} suciedad vehiculo => Vehiculo-2
Removido {87%} suciedad vehiculo => Vehiculo-3
Vehiculo [Vehiculo-1] lavado a las 7.00.
Vehiculo [Vehiculo-2] lavado a las 7.00.
Vehiculo [Vehiculo-3] lavado a las 7.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-4 a la hora 7.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-5 a la hora 7.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-6 a la hora 7.00.
Removido {64%} suciedad vehiculo => Vehiculo-4
Removido {57%} suciedad vehiculo => Vehiculo-5
Removido {72%} suciedad vehiculo => Vehiculo-6
Vehiculo [Vehiculo-4] lavado a las 14.00.
Vehiculo [Vehiculo-5] lavado a las 14.00.
Vehiculo [Vehiculo-6] lavado a las 14.00.
Llega vehiculo: Vehiculo-7 a la hora 18.00.
Entra vehiculo a lavarse: Vehiculo-7 a la hora 18.00.

```

Práctica - SimPy

- Investigar el proceso de atención de un paciente diagnosticado con COVID-19, además de tiempos de atención, recursos necesarios y tipos de pacientes.
- Investigar en cada una de las provincias asignadas el número de hospitales, camas, respiradores y personal médico, limpieza y enfermería.
- Finalmente el costo de atender a un paciente con COVID-19 y medicamentos.

Bolivia

Investigar el proceso de atención de un paciente diagnosticado con COVID-19, además de tiempos de atención, recursos necesarios y tipos de pacientes.

El número de pacientes que llega a diario a la sala de emergencias con síntomas de la COVID-19 ha crecido exponencialmente. Para evitar que la enfermedad se propague, el hospital ha establecido un sistema de vigilancia estricto. Los pacientes que llegan a la sala de emergencias deben esperar en la entrada a que se les haga un breve examen médico. Una enfermera o enfermero -utilizando el equipo de protección recomendado- verifica sus signos vitales y les toma la temperatura.

El triaje, organizando la atención Los pacientes con síntomas graves por infección del coronavirus se ingresan en la sala de emergencias. En cambio, aquellos con síntomas leves o moderados son referidos a alguna de las tiendas de campaña que el hospital ha instalado en el estacionamiento de vehículos. Durante esta crisis de salud mundial, el hospital ofrece acceso y atención de salud a todas las personas, independientemente de su estado migratorio o de si cuentan o no con un seguro de salud.

Cuando los pacientes llegan a la tienda de campaña, un equipo de enfermeras y enfermeros les pregunta por su historial médico y controla nuevamente los signos vitales y la temperatura. Luego, se les envía a otra estación para hacerles la prueba del coronavirus y para ello se obtiene una muestra del interior de las fosas nasales. También se les hacen las pruebas de influenza y de faringitis estreptocócica y, si es necesario, se realiza una radiografía del tórax. Finalmente, los

pacientes pasan al área donde les examinan enfermeros de práctica avanzada como nosotros. Antes de prestarles atención de salud debemos prepararnos cuidadosamente.

Nos lavamos las manos. Nos ponemos todo el equipo de protección personal, compuesto por la bata y la gorra, las gafas de seguridad, el respirador, el protector facial y los guantes. Llevamos este equipo protector durante todo nuestro turno. Entre un paciente y otro desinfectamos los estetoscopios con alcohol, nos lavamos las manos y nos cambiamos los guantes. El diagnóstico a los pacientes se realiza a partir de los síntomas. La mayor parte de ellos pueden volver a sus casas. A todos se les dan instrucciones sobre cómo manejar esta enfermedad atípica siguiendo las recomendaciones de los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades

Investigar en cada una de las provincias asignadas el número de hospitales, camas, respiradores y personal médico, limpieza y enfermería.

- Hospital de Udaboli de Santa Cruz (este): tiene una capacidad de 400 camas y alrededor de 100 terapias intensivas.
- Hospital Univalle en Cochabamba (centro): tiene una capacidad de más de 120 camas y alrededor de 20 de cuidados intensivos.
- Hospital Cristo de las Américas: tiene una capacidad 78 camas, 43 Consultorios externos, 3 Quirófanos, 8 Unid. de Cuidados, Intensivos Polivalentes, 7 Consultorios de Guardia, Gimnasios de Rehabilitación, Laboratorio de Análisis Clínicos, centro de Diagnóstico por Imágenes, Sala de Hemodinamia, Vacunatorio, Centro Odontológico, Farmacia Hospitalaria.
- Hospital del Norte, ubicado en la ciudad de El Alto y considerado el centro de atención en salud más grande y mejor equipado del país, con dispositivos y tecnologías médicas, ofrece a los habitantes de la región una alta capacidad resolutoria, gracias a sus 190 camas, 48 habitaciones, 12 consultorios, 6 quirófanos, 8 cubículos de urgencias, 2 salas de parto y 13 incubadoras. Entre técnicos, especialistas, enfermeras y administrativos, son 221 profesionales dedicados al servicio de la institución.
- Hospital El Remanso de Santa Cruz: 34 camas

BOLIVIA

DATOS POBLACIONALES

POBLACION (2020 est)	Poblacion > 60 años (2020 est)	%
11 673 029	1 210 178	10.37%

Fuente: Fuente: División de Población de Naciones Unidas. Consulta: 20/04/2020. Disponible en (<https://population.un.org/wpp/Download/Probabilistic/Population/>)

DATOS DEL SISTEMA DE SALUD

Gasto per cápita en salud dólares internacionales ajustado ppa (1)	% Gasto Público por PBI (2)	Razón de Camas x 1 000 hab. (3)	Nº Camas de Cuidados Intensivos (4)	Camas de Cuidados Intensivos x 100 000 hab. (5)
445.8	4.4	1.3	252	2.16
Nº Médicos x 10 000 hab. (6)	Nº Enfermeras x 10 000 hab. (7)	Nº Intensivistas x 100 000 hab. (8)	Respiradores mecánicos x 100 000 hab. (9)	Nº laboratorios para COVID-19 (10)
8.0	3.9	1.6	3.43	13

Fuente: (1)(2)(3)(6)(7) OPS/OMS. Datos compilados por el Departamento de Sistemas y Servicios de Salud de la Base Global de Gastos en Salud. Washington, D.C. Última actualización: 15 de Mayo de 2018. (<http://www.who.int/health-accounts/ghed/en/>) (4)(5)(9)(10) Ministerio de Salud de Bolivia. <https://www.minsalud.gob.bo> (8) Comité de Medicina Crítica y Terapia Intensiva

Finalmente el costo de atender a un paciente con COVID-19 y medicamentos.

- Uno de los dos fármacos que se usan para tratar la covid-19, cuesta US 3.000 por paciente si su costo de producción es de US \$10.
- En un nuevo análisis realizado por Peterson Center on Healthcare y KFF se descubrió que el costo del tratamiento para un caso grave de COVID-19 podría superar 20,000, y que las personas con seguro podrían enfrentar gastos de bolsillo mayores de \$1,300.
- El medicamento usado es Remdesivir.

Referencias

- [1] Matloff, N. (2008). Introduction to Discrete-Event Simulation and the SimPy Language.
- [2] Team Simpy (2017). SimPy Documentation, Release 3.0.10, 2017. URL: <https://media.readthedocs.org/pdf/simpy/latest/simpy.pdf>
- [3] <https://www.elcomercio.com/actualidad/bolivia-intervencion-hospitales-cementerios-pandemia.html>
- [4] <https://sanjuandedios.com/orden/hospital-cristo-de-las-americas/>
- [5] <https://www.elhospital.com/temas/Entregan-el-complejo-hospitalario-mas-grande-y-moderno-de-Bolivia+104514>
- [6] <https://www.aarp.org/espanol/salud/seguros-de-salud/info-2020/cuanto-cuesta-el-tratamiento-por-coronavirus.html>