

Actividad 11: Simulación Zombie

Luisa Fernanda Orci Fernandez.

01 de Mayo del 2016

Actividad

Para esta actividad se nos pidió realizar una simulación de una infestación de zombies a partir de un código que se nos proporcionó.

Según la Zombiopedia[1], un zombie es un termino que se le asocia a una persona infectada por un virus alojado en su cerebro y este apaga los sistemas internos de la victima y los transforma de esta manera en muertos vivientes. Otra definición de zombie es que es un cuerpo reanimado que vive a base de carne humana.

Modelo de Zombies

Para entender este programa, a continuación se da una explicación detallada de las bases:

Clases:

- Z: Población Zombie
- S: Población susceptible a infectarse o morir, las personas vivas.
- R: Población de individuos removidos o eliminados
- I: Población de infectados pero que no son zombies
- Q: Población en cuarentena

Las reglas, o dinámica, son las siguientes:

- S puede aumentar si consideramos nuevos nacimientos y disminuye si alguien se infecta o muere de causas naturales.
- Z aumenta mediante la cantidad de infectados y muertes y va a disminuir si curan a un individuo (o a muchos) o lo ponen en cuarentena.

- R aumenta por las muertes durante un enfrentamiento contra zombies, por muerte natural o cuarentena. Disminuirá si alguien resuscita como zombie.
- Q aumenta con los zombies o infectados enviados a cuarentena y va a disminuir si estos mueren.

Parámetros que influyen en esta dinámica poblacional:

- Π : Tasa de natalidad.
- β : Tasa de transmisión
- δ : Tasa de muertes naturales
- ζ : Tasa de resusitación
- ρ : Tasa de conversión de I a Z
- α : Tasa de destrucción Z
- σ : Tasa de ingreso de Z a Q
- κ : Tasa de ingreso de I a Q
- γ : Tasa de muertes en Q
- c : Tasa de cura

Ya que se establecieron las clases, las dinámicas y los parámetros necesarios, se puede comenzar a analizar los diferentes modelos del artículo.

Modelo Básico (SZR)

Aquí solo se consideran las clases S, Z, R, esto quiere decir que las personas sanas se pueden volver zombies perdiendo en un encuentro contra zombies, esta transformación se puede evitar eliminando a un zombie. Los removidos son los individuos muertos, pero estos podrían resusitar como zombie.

Ecuaciones:



El código quedó de la siguiente manera:

```

import numpy as gatito
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint
plt.ion()
plt.rcParams['figure.figsize'] = 10, 8

Pi = 0          # Nacimientos Diarios
Del = 0.0001    # Muertes Naturales % (Por dia)
Bet = 0.0095    # Transmision % (Por dia)
Zet = 0.0001    # Removidos % (Por dia)
Alf = 0.005     # Destruidos % (Por dia)

#Sistema de Ecuaciones Diferenciales
def f(y, t):
    Si = y[0]
    Zi = y[1]
    Ri = y[2]
    # Modelo
    f0 = Pi - Bet*Si*Zi - Del*Si          #Si
    f1 = Bet*Si*Zi + Zet*Ri - Alf*Si*Zi  #Zi
    f2 = Del*Si + Alf*Si*Zi - Zet*Ri     #Ri
    return [f0, f1, f2]

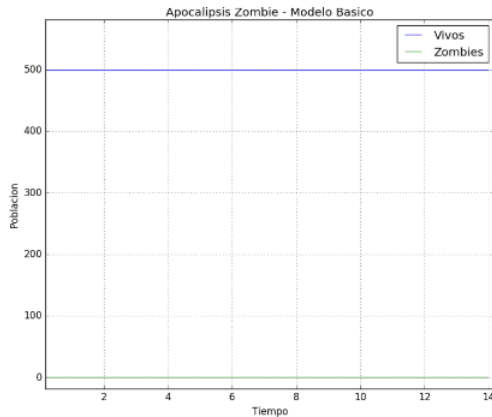
S0 = 500.          # Poblacion Inicial
Z0 = 0             # Zombie Inicial
R0 = 0             # Muertos Inicial
y0 = [S0, Z0, R0]  # Condicion Inicial
t = gatito.linspace(0, 14., 1000) #Tiempo

# Solucion E.D
soln = odeint(f, y0, t)
S = soln[:, 0]
Z = soln[:, 1]
R = soln[:, 2]
# Grafica
plt.figure()
plt.ylim(0,600)
plt.grid(True)
plt.plot(t, S, label='Vivos')
plt.plot(t, Z, label='Zombies')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Poblacion')
plt.title('Apocalipsis Zombie - Modelo Basico')

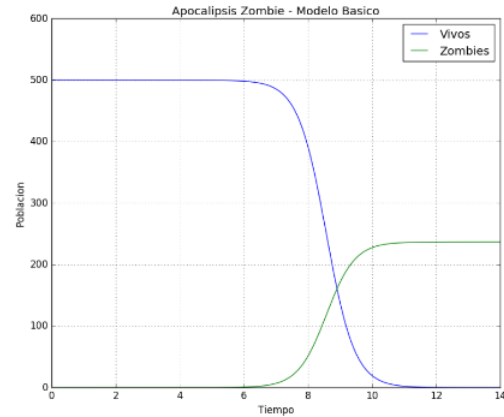
```

```
plt.legend(loc="best")
```

Las gráficas resultantes son las siguientes:



Caso sin Zombies SZR

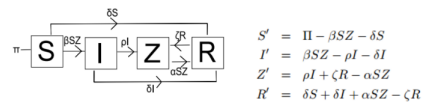


Modelo Básico SZR

Modelo con infección latente (SIZR)

En este modelo incluimos el efecto causado por una clase de infectados. Ahora se considera un tiempo de incubación y el efecto de este virus en una persona infectada, esta nueva clase modifica a la población Z directamente, pero lo retarda el tiempo en que S se transforma a Z.

Ecuaciones:



$$\begin{aligned} S' &= \pi - \beta SZ - \delta S \\ I' &= \beta SZ - \rho I - \delta I \\ Z' &= \rho I + \zeta R - \alpha SZ \\ R' &= \delta S + \delta I + \alpha SZ - \zeta R \end{aligned}$$

Código:

```
import numpy as gatito
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint
plt.ion()
plt.rcParams['figure.figsize'] = 10, 8

Pi = 0          # Nacimientos Diarios
Del = 0.0001    # Muertes Naturales % (Por dia)
Bet = 0.0095    # Transmision % (Por dia)
Zet = 0.0001    # Removidos % (Por dia)
Alf = 0.0001    # Destruídos % (Por dia)
```

```

Rho = 0.05      # Infected          % (Por dia)

#Sistema de Ecuaciones Diferenciales
def f(y, t):
    Si = y[0]
    Zi = y[1]
    Ri = y[2]
    Ii = y[3]
    # Modelo
    f0 = Pi - Bet*Si*Zi - Del*Si          #Si
    f1 = Rho*Ii + Zet*Ri - Alf*Si*Zi     #Zi
    f2 = Del*Si + Del*Ii + Alf*Si*Zi - Zet*Ri  #Ri
    f3 = Bet*Si*Zi -Rho*Ii - Del*Ii        #Ii

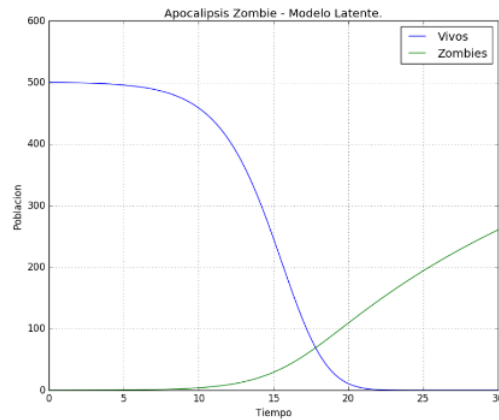
    return [f0, f1, f2, f3]

S0 = 500.          # Poblacion Inicial
Z0 = 0.            # Zombie Inicial
R0 = 0.            # Muertos Inicial
I0 = 1.            # Infectados Inicial
y0 = [S0, Z0, R0, I0]  # Condiciones Iniciales
t = gatito.linspace(0., 30., 1000) # Tiempo

# Solucion E.D.
soln = odeint(f, y0, t)
S = soln[:, 0]
Z = soln[:, 1]
R = soln[:, 2]
I = soln[:, 3]
# Grafica
plt.figure()
plt.ylim(0,600)
plt.grid(True)
plt.plot(t, S, label='Vivos')
plt.plot(t, Z, label='Zombies')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Poblacion')
plt.title('Apocalipsis Zombie - Modelo Latente.')
plt.legend(loc="best")

```

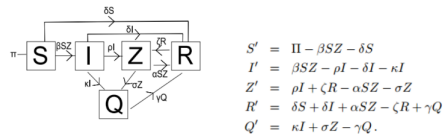
La gráfica del modelo Básico SIZR quedó de la siguiente manera:



Modelo Cuarentena (SIZRQ)

Para poder contener el brote, se separan a los infectados y se les pone en cuarentena, (también a unos cuantos zombies). Pero existe la posibilidad de que estos individuos en cuarentena intenten escapar y que los maten antes de que lo logren o que mueran en cuarentena.

Ecuaciones:



Código modificado:

```
# zombie apocalypse modeling
import numpy as gatito
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint
plt.ion()
plt.rcParams['figure.figsize'] = 10, 8

Pi = 0          # Nacimientos Diarios
Del = 0.0001    # Muertes Naturales % (Por dia)
Bet = 0.0095    # Transmision % (Por dia)
Zet = 0.0001    # Removidos % (Por dia)
Alf = 0.0001    # Destruídos % (Por dia)
Rho = 0.05      # Infected % (Por dia)
Kap = 0.15      # Infectados Q % (Por dia)
Sig = 0.10      # Infected % (Por dia)
```

```

Gam = 0.001      # Infected          % (Por dia)

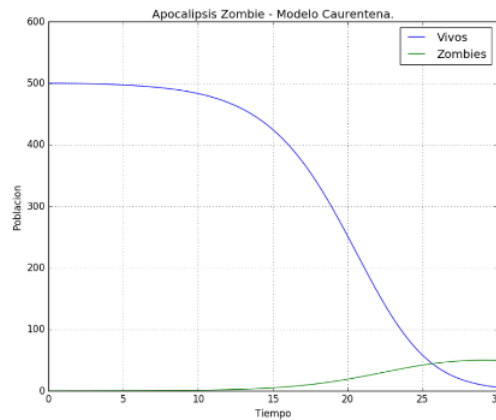
#Sistema de Ecuaciones Diferenciales
def f(y, t):
    Si = y[0]
    Zi = y[1]
    Ri = y[2]
    Ii = y[3]
    Qi = y[4]
    # Modelo
    f0 = Pi - Bet*Si*Zi - Del*Si          #Si
    f1 = Rho*Ii + Zet*Ri - Alf*Si*Zi - Sig*Zi    #Zi
    f2 = Del*Si + Del*Ii + Alf*Si*Zi - Zet*Ri + Gam*Qi  #Ri
    f3 = Bet*Si*Zi - Rho*Ii - Del*Ii - Kap*Ii    #Ii
    f4 = Kap*Ii + Sig*Zi - Gam*Qi              #Qi
    return [f0, f1, f2, f3, f4]

S0 = 500.          # Poblacion Inicial
Z0 = 0.            # Zombie Inicial
R0 = 0.            # Muertos Inicial
I0 = 1.            # Infectados Inicial
Q0 = 0. # Cuarentena Inicial
y0 = [S0, Z0, R0, I0, Q0] # Condiciones Iniciales
t = gatito.linspace(0., 30., 1000) # Tiempo

# Solucion E.D.
soln = odeint(f, y0, t)
S = soln[:, 0]
Z = soln[:, 1]
R = soln[:, 2]
I = soln[:, 3]
Q = soln[:, 4]
# Grafica
plt.figure()
plt.ylim(0,600)
plt.grid(True)
plt.plot(t, S, label='Vivos')
plt.plot(t, Z, label='Zombies')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Poblacion')
plt.title('Apocalipsis Zombie - Modelo Caurentena.')
plt.legend(loc="best")

```

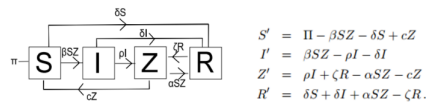
La gráfica del modelo Básico SIZRQ quedó de la siguiente manera:



Modelo Cura

Aquí se suponemos que se puede producir una cura, la cual permitiría transformar a los zombies en humanos nuevamente, suponemos también, que la cura no los vuelve inmunes y se descarta la cuarentena.

Ecuaciones:



Código:

```
import numpy as gatito
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import odeint
plt.ion()
plt.rcParams['figure.figsize'] = 10, 8

Pi = 0          # Nacimientos Diarios
Del = 0.0001    # Muertes Naturales % (Por dia)
Bet = 0.0095    # Transmision % (Por dia)
Zet = 0.0001    # Removidos % (Por dia)
Alf = 0.0001    # Destruídos % (Por dia)
Rho = 0.05      # Infected % (Por dia)
Ce = 0.05       # Cura % (Por dia)

#Sistema de Ecuaciones Diferenciales
def f(y, t):
    Si = y[0]
```



```

Zi = y[1]
Ri = y[2]
Ii = y[3]
# Modelo
f0 = Pi - Bet*Si*Zi - Del*Si + Ce*Zi          #Si
f1 = Rho*Ii + Zet*Ri - Alf*Si*Zi - Ce*Zi      #Zi
f2 = Del*Si + Del*Ii + Alf*Si*Zi - Zet*Ri     #Ri
f3 = Bet*Si*Zi - Rho*Ii - Del*Ii              #Ii

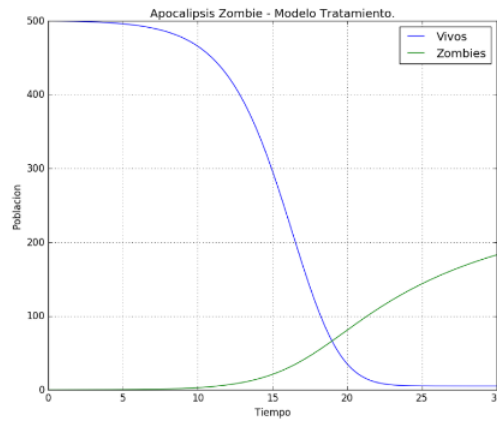
return [f0, f1, f2, f3]

S0 = 500.          # Poblacion Inicial
Z0 = 0.            # Zombie Inicial
R0 = 0.            # Muertos Inicial
I0 = 1.            # Infectados Inicial
y0 = [S0, Z0, R0, I0] # Condiciones Iniciales
t = gatito.linspace(0., 30., 1000) # Tiempo

# Solucion E.D.
soln = odeint(f, y0, t)
S = soln[:, 0]
Z = soln[:, 1]
R = soln[:, 2]
I = soln[:, 3]
# Grafica
plt.figure()
plt.ylim(0,500)
plt.grid(True)
plt.plot(t, S, label='Vivos')
plt.plot(t, Z, label='Zombies')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Poblacion')
plt.title('Apocalipsis Zombie - Modelo Tratamiento.')
plt.legend(loc="best")

```

La gráfica del modelo Básico SIZR con cura quedó de la siguiente manera:



Referencias

- [1] Zombiepedia, *Variedad de Zombies*, (2016, 01 de Mayo).Desde: http://zombie.wikia.com/wiki/Zombie_Wiki
- [2] SciPy Cookbook, *Modeling a Zombie Apocalypse*, (2016, 01 de Mayo).Desde: http://scipy-cookbook.readthedocs.io/items/Zombie_Apocalypse_ODEINT.html