

RETO TRES

SANDRA ISABEL CHÁVEZ ALCALDE
SANTIAGO ROMERO PINEDA
DAVID RICARDO BERNAL ALFONSO

ANÁLISIS NUMÉRICO

PROFESORA
EDDY HERRERA DAZA



EJEMPLOS MODELO SEIR-V

S (Población Susceptible) E (Población Expuesta) I (Población Infectada) R (Población Recuperada)
V (Población Vacunada)

- Modelación de enfermedades infantiles (Varicela)
- Propagación de enfermedades infecciosas (Ébola)
- Difusión de epidemia de peste porcina entre granjas
- Modelación de progreso de pandemias (Covid-19)

METODOLOGÍA DE LA SOLUCIÓN

MÉTODO ADAMS BASHFORTH

$$y_{i+1} = y_i + h \sum_{k=0}^{n-1} \beta_k f_{i-k} + \mathcal{O}(h^{n+1})$$

MÉTODO EULER

$$y_{n+1} = y_n + hf(t_n, y_n).$$

$$y_1 = y_0 + hf(t_0, y_0) = 1 + \frac{1}{2} \cdot 1 = 1.5,$$

$$y_2 = y_1 + hf(t_1, y_1) = 1.5 + \frac{1}{2} \cdot 1.5 = 2.25,$$

$$y_3 = y_2 + hf(t_2, y_2) = 2.25 + \frac{1}{2} \cdot 2.25 = 3.375,$$

$$y_4 = y_3 + hf(t_3, y_3) = 3.375 + \frac{1}{2} \cdot 3.375 = 5.0625.$$

MÉTODO RUNGE KUTTA 4 ORDEN

$$y_{i+1} = y_i + \frac{1}{6}h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

Donde

$$\begin{cases} k_1 &= f(x_i, y_i) \\ k_2 &= f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_1h\right) \\ k_3 &= f\left(x_i + \frac{1}{2}h, y_i + \frac{1}{2}k_2h\right) \\ k_4 &= f(x_i + h, y_i + k_3h) \end{cases}$$

$$\text{pendiente} = \frac{k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4}{6}.$$

$$= (y-1)^2$$

$$2 \times 6^2 = 72$$

$$\sin \alpha = \frac{6^3}{(x+h)}$$

$$S = \int_0^2 x dx = \frac{x^2}{2} \Big|_0^2 = 2$$

SISTEMA DE ECUACIONES

ρ <- Densidad media de nodos en la unidad de área

r <-Rango de comunicación del nodo sensor

R_0 <-Número de reproducción base

μ <-Tasa de nacimiento y muerte del nodo

α <-La tasa de nodos expuestos convertidos en susceptibles

β <-Tasa de infección

γ <-Tasa de recuperación del nodo infeccioso

δ <-Probabilidad de que el nodo recuperado se vuelva susceptible

σ <-Tasa de vacunación

ϵ <-Probabilidad de que e nodo vacunado se vuelva susceptible

$$S'(t) = \rho(t) \cdot \pi r^2 = \frac{S(t) \cdot \pi r^2}{L^2}$$

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - \phi SI - \mu S - \sigma S + \epsilon V + \delta R$$

$$\frac{dE}{dt} = \phi SI - (\mu + \alpha)E$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E - (\mu + \gamma)I$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - (\mu + \delta)R$$

$$\frac{dV}{dt} = \sigma S - (\mu + \epsilon)V$$

$$\phi = \frac{\beta \pi r^2}{L^2}$$

SISTEMA DE ECUACIONES

$$R_0 = \frac{\beta \pi r^2 N(\mu + \epsilon) \alpha}{L^2(\mu + \alpha)(\mu + \gamma)(\mu + \epsilon + \sigma)}.$$

- **Caso uno:**

El radio de comunicacion r es menor
al umbral del radio ($r=0.8$). Entonces
 $RO < 1$.

- **Caso Dos:**

El radio de comunicacion r es mayor
al umbral del radio ($r=0.8$). Entonces
 $RO > 1$.

$$R_0 = \frac{\beta \pi r^2 \rho(\mu + \epsilon) \alpha}{(\mu + \alpha)(\mu + \gamma)(\mu + \epsilon + \sigma)}$$

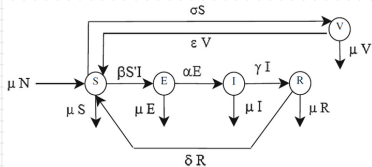
- **Caso uno:**

La densidad del nodo p es menor al
umbral de la densidad ($p=300$).
Entonces $RO < 1$.

- **Caso Dos:**

La densidad del nodo p es menor al
umbral de la densidad ($p=300$).
Entonces $RO > 1$.

COMPORTAMIENTO DEL GUSANO ENTRE LOS SENSORES



HAY DOS TIPOS DE R-CERO:

R-CERO BASADO EN EL RADIO DE COMUNICACIÓN R Y R-CERO BASADO EN LA DENSIDAD DE NODOS P

REQUISITOS DEL SISTEMA

HARDWARE

- Procesador Intel Core i5
- T.Video: NVIDIA GT 820
- 8GB RAM
- SSD 500GB

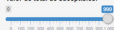
SOFTWARE

- IDE RStudio
- Librería Shiny 1.5.0
- Maple 2017
- Windows 10 x64

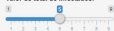
$$= \frac{\Delta x}{\Delta z}$$
$$f = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n}}$$
$$Q'' S = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \pi \approx 3.14$$

VISUALIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN

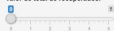
Valor de total de susceptibles:



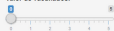
Valor de total de infectados:



Valor de total de recuperados:



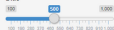
Valor de vacunados:



Valor de Expuestos :



Días



Prueba modelo SEIR-V en redes WSN

Cambia el valor de los parámetros del modelo

Seleccione el modelo con el que quiere trabajar

adams

Valor del área:



Valor del radio:



Valor beta (tasa de infección):



Valor gamma (tasa recuperación de nodos infectados):



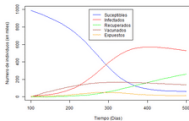
Valor alpha (tasa de nodos a susceptible):



Valor sigma (tasa de vacunación):



Modelo SEIR-V



Variable

Valor

Poblacion $N=S+E+I+R+V$	1000.00
Densidad de nodos p	100.00
RI segun el radio de comunicacion r	6.27
RI segun la densidad de nodos p	0.63
Periodo infeccioso $1/\gamma$ (Dias)	400.00
Periodo Latente $1/\sigma$ (Dias)	714.29
Alcance de un nodo susceptible e expuesto (Nodos)	1244.07
Valor ϕ	0.00

COMPORTAMIENTO DEL PROCESO

Prueba modelo SEIR-V en redes WSN

Cambia el valor de los parámetros del modelo

Seleccione el modelo con el que quiere trabajar

Modelo: **rs4**

Valor del área:

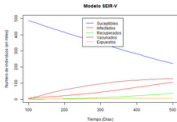
Valor del radio:

Valor beta (tasa de infección):

Valor gamma (tasa recuperación de nodos infectados):

Valor alpha (tasa de nodos a susceptibles):

Valor sigma (tasa de vacunación):



Prueba modelo SEIR-V en redes WSN

Cambia el valor de los parámetros del modelo

Seleccione el modelo con el que quiere trabajar

Modelo: **rs4**

Valor del área:

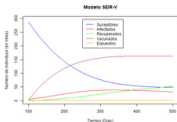
Valor del radio:

Valor beta (tasa de infección):

Valor gamma (tasa recuperación de nodos infectados):

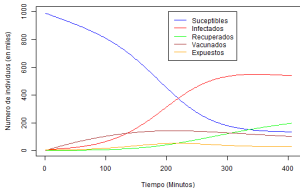
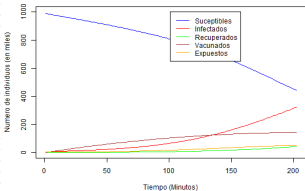
Valor alpha (tasa de nodos a susceptibles):

Valor sigma (tasa de vacunación):



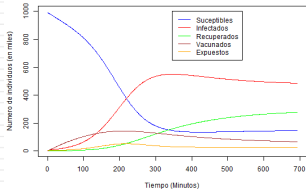
INFLUENCIA DEL PASO

Modelo SEIR-V

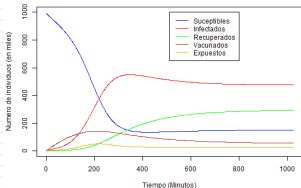


INFLUENCIA DEL PASO

Modelo SEIR-V



Modelo SEIR-V

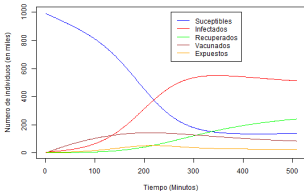


$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\ln x - 2}{2 \sqrt{1-x^2}}$$
$$f = \frac{\Delta x}{\Delta z}$$
$$f = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n}}$$
$$Q' S = \begin{bmatrix} 10 & 0 \\ 10 & 1 \end{bmatrix} \pi \approx 3.14$$

INTERCEPTOS

- Miu $\rightarrow \mu = 0,001$
- Beta $\rightarrow \beta = 0,0003$
- Alpha $\rightarrow \alpha = 0,100$
- Gamma $\rightarrow \delta = 0,0025$
- Epsilon $\rightarrow \epsilon = 0,001$
- Sigma $\rightarrow \sigma = 0,0014$
- Delta $\rightarrow \delta = 0,001$
- Phi $\rightarrow \varphi = 0,000037$

Modelo SEIR-V

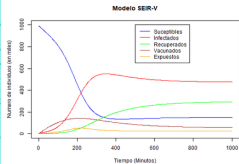


	t	Δ
S vs I	195	- 2.560
S vs R	269	- 0.320
R vs I	297	- 0.440
I vs V	127	- 0.380
R vs E	194	- 0.300

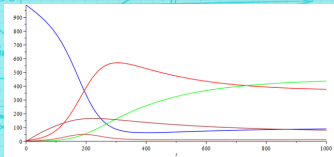
VALORES A TRAVÉS DE LA SOLUCIÓN NUMÉRICA

SOLUCIÓN IMPLEMENTACIÓN ADAMS BASHFORTH

SOLUCIÓN MAPLE



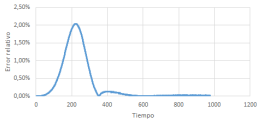
Variable	Valor
Población $N=S+E+I+R+V$	1000.00
Densidad de nodos ρ	100.00
R_0 segun el radio de comunicacion r	6.27
R_0 segun la densidad de nodos ρ	0.63
Periodo infeccioso $1/\gamma$ (Minutos)	400.00
Periodo Latente $1/\sigma$ (Minutos)	714.29
Alcance de un nodo susceptible o expuesto (Nodos)	1244.07
Valor ϕ	0.00



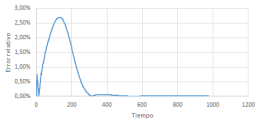
CÁLCULOS NUMÉRICOS VS SOLUCIÓN ANALÍTICA

ERRORES

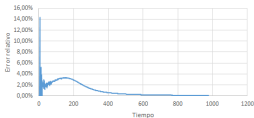
Error de Población Susceptible



Error de Población Infectada

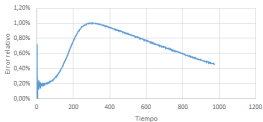


Error en Población Recuperada

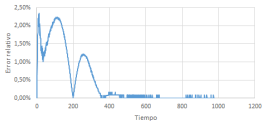


ERRORES

Error en Población Vacunada



Error de Población Expuestos



¡GRACIAS!

REFERENCIAS

- A mathematical model for the novel coronavirus epidemic in Wuhan, ChinaChayu Yang, Jin WangMathematical Biosciences and Engineering, 17, 3, 3 2020
- Mathematical model on the transmission of worms in wireless sensor networkPDFBimal Kumar Mishra, Neha KeshriApplied Mathematical Modelling, 37, 6, 3 2013
- Modeling and Analysis of Worm Propagation in Wireless Sensor NetworksAkansha Singh, Amit K. Awasthi et al.Wireless Personal Communications, 98, 3, 2 2018
- Métodos numéricos para EDOS
<http://personales.upv.es/serblaza/Docencia/AeroTercero/pracMMII-5.pdf>Accessed: 2020-II-25
- Programación: métodos de pasos múltiples explícitos de Adams–Bashforth para resolver EDO's con valores iniciales
http://esfm.egormaximenko.com/numer/prog_multistep_Adams_Bashforth_methods_es.pdfAccessed: 2020-II-25
- Linear Multistep Methods
http://people.bu.edu/andasari/courses/Fall2015/LectureNotes/Lecture10_6Oct2015.pdf