

Universidad De La Habana

MATCOM

Proyecto de Simulación

Poblado en Evolución

Autores:

Juan Carlos Casteleiro Wong C411

Contents

1	Orden del Problema Asignado	1
1.1	Poblado en Evolución	1
2	Principales Ideas	4
3	Modelo de Simulación de Eventos Discretos	5
4	Consideraciones obtenidas a partir de la ejecución	5
5	Enlace al repositorio del proyecto en Github	6

Orden del Problema Asignado

1.1 Poblado en Evolución

Se dese conocer la evolución de la población de una determinada región. Se conoce que la probabilidad de fallecer de una persona distribuye uniforme y se corresponde, según su edad y sexo, con la siguiente tabla:

Edad	Hombre	Mujer
0 - 12	0.25	0.25
12 - 45	0.1	0.15
45 - 76	0.3	0.35
76 - 125	0.7	0.65

Del mismo modo, se conoce que la probabilidad de una mujer se embarace es uniforme y está relacionada con la edad:

Edad	Probabilidad Embarazarse
12 - 15	0.2
15 - 21	0.45
21 - 35	0.8
35 - 45	0.4
45 - 60	0.2
60 - 125	0.05

Para que una mujer quede embarazada debe tener pareja y no haber tenido el número máximo de hijos que deseaba tener ella o su pareja en ese momento. El número de hijos que cada persona desea tener distribuye uniforme según la tabla siguiente:

Número	Probabilidad
1	0.6
2	0.75
3	0.35
4	0.2
5	0.1
más de 5	0.05

Para que dos personas sean pareja deben estar solas en ese instante y deben desear tener pareja. El desear tener pareja está relacionado con la edad:

Edad	Probabilidad Querer Pareja
12 - 15	0.6
15 - 21	0.65
21 - 35	0.8
35 - 45	0.6
45 - 60	0.5
más de 5	0.2

Si dos personas de diferente sexo están solas y ambas desean querer tener parejas entonces la probabilidad de volverse pareja está relacionada con la diferencia de edad:

Diferencia de Edad	Probabilidad Establecer Pareja
0 - 5	0.45
5 - 10	0.4
10 - 15	0.35
15 - 20	0.25
20 0 más	0.15

Cuando dos personas están en pareja la probabilidad de que ocurra una ruptura distribuye uniforme y es de 0.2. Cuando una persona se separa, o enviuda, necesita estar sola por un período de tiempo que distribuye exponencial con un parámetro que está relacionado con la edad:

Edad	λ
12 - 15	3 meses
15 - 21	6 meses
21 - 35	6 meses
35 - 45	1 año
45 - 60	2 años
más de 5	4 años

Cuando están dadas todas las condiciones y una mujer queda embarazada puede tener o no un embarazo múltiple y esto distribuye uniforme acorde a las probabilidades siguientes:

Número de Bebés	Probabilidad
1	0.7
2	0.18
3	0.08
4	0.04
5	0.02

La probabilidad del sexo de cada bebé nacido es uniforme 0,5. Asumiendo que se tiene una población inicial de M mujeres y H hombres y que cada poblador, en el instante inicial, tiene una edad que distribuye uniforme ($U(0, 100)$). Realice un proceso de simulación para determinar como evoluciona la población en un período de 100 años.

Principales Ideas

El comportamiento de la población durante el transcurso del tiempo se simula analizando los eventos que pueden ocurrir cada mes; por lo cual el período total de estudio comprende desde el mes 0 hasta el mes 1200. Los eventos posibles son generados de forma aleatoria, teniendo en cuenta los cambios que pueden ocasionar la ocurrencia de estos en la población. Por ejemplo, si una persona fallece ya no podrá participar en ningún evento que ocurra posteriormente. Los posibles eventos a ocurrir serían los que se explican a continuación:

- Fallecer: Analiza para las personas vivas en cada corte la probabilidad de que muera según su edad y sexo que son los parámetros especificados a tener en cuenta. En caso de que muera teniendo pareja, esta última entrará en un estado de espera para poder emparejarse nuevamente también definido según su edad y sexo.
- Emparejarse: Selecciona entre las personas vivas, solteras y que no estén en estado de espera para emparejarse las posibles parejas teniendo en cuenta la compatibilidad por edades. (Solo se emparejan hombres con mujeres)
- Desemparejarse: Selecciona entre los hombres vivos emparejados, la probabilidad de querer romper la relación. Si una relación termina los involucrados en ella entrarán en estado de espera para poder emparejarse nuevamente, del mismo modo que al quedar una persona viuda. (Como las parejas siempre tendrán un hombre se pueden recorrer solo estos abarcando todas las parejas).
- Embarazarse: Selecciona entre las mujeres vivas que tienen pareja y las probabilidades de cada una según su edad, teniendo en cuenta que ningún miembro de la relación haya alcanzado el número máximo de hijos que desea. (Solo se embarazan mujeres emparejadas).
- Dar a luz: Selecciona a las mujeres vivas, que se embarazaron 9 meses atrás. Se actualizan la cantidad de hijos para los padres (vivos), y se incluyen estos en la población en cuestión.
- Envejecer: Para todas las personas vivas en cada corte se actualiza su edad aumentando un mes cada vez.

Por tanto, se realizan 1200 iteraciones (meses correspondientes a 100 años), ejecutando en cada una primeramente el evento de envejecer a los miembros actuales de la población, y generando aleatoriamente la ocurrencia del resto de los eventos mencionados; se actualiza el estado de la población en consecuencia a estos.

Modelo de Simulación de Eventos Discretos

Por las características del comportamiento de la población antes expuesto que implica un generador de eventos cuyo orden es determinante, el modelo se basa en un sistema de atención de un único servidor.

Consideraciones obtenidas a partir de la ejecución

Se realizaron simulaciones con poblaciones de distintos tamaños, variando la cantidad de hombres y de mujeres. Siendo fiel a los datos que se proveen en la orientación del problema los resultados obtenidos muestran una alta tasa de mortalidad. Se muestran los resultados de una simulación con 10 000 hombres y 10 000 mujeres inicialmente, lo cual favorece el emparejamiento, embarazos y por tanto nacimientos, y aun así se obtienen resultados desfavorables para el crecimiento poblacional.

10 000 H y 10 000 M	
Número de Meses	Población Actual
0	20 000
12 (1 año)	14 791
60 (5 años)	12 136
120 (10 años)	10 915
300 (25 años)	9 644
600 (50 años)	9 146
960 (80 años)	8 950
1200 (100 años)	8 939

Para mejorar la esperanza de vida de esta población, se propone disminuir las probabilidades de muerte de los individuos. Partiendo de los datos de la orientación si se interpreta la probabilidad de morir en cada rango de edad como la probabilidad total de morir en todo el intervalo de tiempo que comprende dicho rango, se disminuiría considerablemente las muertes en cada corte mensual.

Tras realizar dicha transformación, la simulación partiendo de la misma cantidad de hombres y mujeres expuesta anteriormente se logran los resultados siguientes:

10 000 H y 10 000 M	
Número de Meses	Población Actual
0	20 000
12 (1 año)	20 041
60 (5 años)	20 462
120 (10 años)	20 768
300 (25 años)	21 398
600 (50 años)	21 302
960 (80 años)	20 723
1200 (100 años)	19 167

Enlace al repositorio del proyecto en Github