**Modelos probabilísticos**

**StellarX: Grupo 30**

Para modelar la concentración de los gases en la atmosfera artificial (AA) a lo largo del tiempo se decidió hacer una cadena de Markov de tiempo continuo **porque nos interesa conocer la concentración de gases en el traje durante todo momento de tiempo.**

**Descripción del modelo:**

Factores de aleatoriedad:

* La concentración del CO2 dentro del traje. Aumenta cada vez que el astronauta exhala
* La concentración de O2 dentro del traje. Disminuye cada vez que el astronauta inhala.
* El tiempo entre los cambios en la concentración de O2 y CO2.

Variables:

* X(t): Concentración de O2 dentro del traje.
* Y(t): Concentración de CO2 dentro del traje.
* Z(t)={X(t), Y(t)}

Temporalidad: Tiempo continuo.

Espacio de estados:

* Sx = {4, 12, 20, 28, 36, 44, 52, 60, 68, 76}
* Sy = {4, 12, 20, 28, 36, 44, 52, 60, 68, 76}
* Sz = {Sx x Sy}

Matriz:

Codificación de la matriz de transición Q.

**Metodología**

**1.Transformacion de datos:**

Primero se identificaron 4 eventos, cuando sube O2, cuando baja el O2 y cuando sube o baja el CO2, como en el enunciado se establece que se considera significativo un aumento cuando la concentración varía en intervalos de 8%, tomamos rangos entre 8%. Para facilitar la construcción del modelo tomamos el valor medio de estos rangos. Por ejemplo, en el rango de 8 a 16 tomamos el valor medio igual a 12. Para ordenar los datos suministrados en los 4 eventos se hizo una macro en Excel, y después de tenerlos ordenados se restaron los tiempos entre eventos.

**2.Distribución de los datos y las tasas de los estados**

Ya con los tiempos obtenidos entre eventos, por medio del software R (función fit.cont) se realizaron distintas bondades de ajuste para encontrar la distribución más acorde a los datos. Como resultado con un alpha del 1% obtuvimos que las concentraciones se distribuyen exponencialmente a excepción del O2 cuando baja, pero como estamos trabajando bajo el supuesto de que el tiempo entre estados se distribuye de manera exponencial lo ajustamos para que se distribuyera de esta manera. Con las distribuciones obtenidas para cada evento se obtuvieron las siguientes tasas: el O2 sube con una tasa de 0.779 y baja con una tasa de 1,15, por otra parte, el CO2 sube con una tasa de 0.501 y baja con una tasa de 0.686.

**3.Valores Esperados y Varianzas del O2 y CO2**

Para encontrar los valores esperados primero calculamos el vector de probabilidad de estado estable con el uso de la función steadyStates de la librería MarkovChain. Luego de hacer esto, procedimos entonces a calcular el valor esperado en el largo plazo para ambos gases, al igual que la varianza. Para esto, se crearon dos vectores con los posibles estados de cada uno de los gases y posteriormente se aplicaron las fórmulas de valor esperado y varianza:

**4. Valor esperado de los costos**

* Costo asociado a los suplementos: Para calcular este costo utilizamos el vector de probabilidades de estado estable y lo multiplicamos por un vector compuesto por los costos asociados al suplemento por minutos. Así que el vector solo toma valor cuando el O2 tiene un valor por debajo de 40%. De modo que de esta forma estaríamos multiplicando dos vectores para hallar un escalar que es el costo promedio en el que incurre la empresa para adquirir este suplemento en el largo plazo. El valor que obtuvimos fue de $31.747. Para validar la significancia del valor obtenido, construimos un intervalo de confianza con los datos de las 1000 simulaciones que realizó SpaceX para estimar este costo esperado por minuto. En este sentido, hicimos uso de la función t.test de R para hallar este intervalo de confianza con un nivel de significancia de . El intervalo de confianza obtenido es el siguiente: . El costo promedio obtenido con el modelo cae dentro del intervalo, así que se puede concluir, con una certeza del 95%, que el modelo propuesto logra predecir de manera correcta el valor del costo promedio por minuto asociado al suplemento en el largo plazo.
* Costos por escaneo preventivo al cabo de 1 hora: Para calcular el valor esperado asociado a este costo se realizó un análisis transitorio, para proyectar el modelo a 60 minutos en el futuro:

El vector se inicializo con 1 en el estado (28,28), pues en el enunciado nos dice que la concentración inicial de ambos gases en el traje es de 24% a 32%, por lo que el valor medio serio 28. Después, para obtener el valor esperado del costo en 60 min se realizó la siguiente formula en r:

Donde corresponde a un vector que solo toma valor en las posiciones en las cuales el CO2 es mayor a 40%. Es decir, que en dichas posiciones toma el valor de 50\*60 = 3000, ya que se pide el costo esperado para toda la hora.

**5. Grafica valor esperado para cada minuto de la concentración de los gases**

Para realizar esta grafica realizamos nuevamente un análisis transitorio como se explica en el literal anterior, sin embargo, el t que usamos ya no es 60 sino que para cada minuto y para cada gas calculamos su respectiva concentración esperada de la siguiente manera (donde i toma valores 1 hasta 60):

El vector π→(0) se inicializo en 1 en el estado de (76,4), pues en el enunciado estipulan las concentraciones iniciales para el O2 en un rango de 72% a 80% y el CO2 de 0% a 4%.