

Tecnológico Nacional de México campus Culiacán



Ingeniería en Sistemas Computacionales

Inteligencia Artificial

Sistema Experto de evaluación y predicción de problemas cardiacos

Unidad 3

Darío Corrales Palazuelos

Número de Control:22170616

Introducción

Objetivo: El sistema experto desarrollado basado en reglase evalúa y busca la detección de problemas cardiacos mediante factores de riesgo específicos, para aso proporcionar un diagnóstico mediante datos históricos consistentes.

Base de conocimiento:

La base de conocimiento esta basada en los daros de 299 pacientes de la base de datos de Heart Faliure Clinical Records de UC Irvine. Donde se evaluaron los daros y se detectaron como factores de riesgo relevantes los siguientes:

- 'C': 'Tiene Anemia',
- 'D': 'Tiene hipertensión',
- 'E': 'Posee fracción de eyección Normal (55-70%)',
- 'F': 'Creatinina sérica en rango aceptable',
- 'G': 'Sodio sérico en rango aceptable

Acorde a la base de conocimiento se obtuvo

0-1 factores de riesgo donde:

- 'C&D&E&F&¬G': (6 sobrevivieron de 6 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&D&¬E&¬F&¬G': (2 sobrevivieron de 3 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&D&E&¬F&¬G': (5 sobrevivieron de 5 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&D&E&¬F&G': (6 sobrevivieron de 8 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&¬D&E&¬F&¬G': (0 sobrevivieron de 1 pacientes con los mismos síntomas),
 - '¬C&D&E&¬F&¬G': (48 sobrevivieron de 54 pacientes con los mismos síntomas),
- en total de 77 solo 67 sobrevivieron dando un 87.01% de supervivencia

2 factores de riesgo donde:

- 'C&D&¬E&¬F&G': (0, sobrevivieron de 1 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&¬D&E&¬F&G': (2 sobrevivieron de 2 pacientes con los mismos síntomas),
 - '¬C&D&E&F&¬G': (19 sobrevivieron de 28 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&D&E&F&G': (7 sobrevivieron de 7 pacientes con los mismos síntomas),
 - 'C&¬D&¬E&¬F&¬G': (1, sobrevivieron de 2 pacientes con los mismos síntomas),
 - '¬C&D&E&¬F&G': (30 sobrevivieron de 41 pacientes con los mismos síntomas),
 - '¬C&¬D&E&¬F&¬G': (11 sobrevivieron de 16 pacientes con los mismos síntomas),
 - '¬C&D&¬E&¬F&¬G': (11 sobrevivieron de 17 pacientes con los mismos síntomas),
- En total de 81 de 114 dado un 71.05% de supervivencia)

3 factores de riesgo

'C&¬D&E&F&G': (1 sobrevivieron de 2 pacientes con los mismos síntomas),
'C&¬D&¬E&¬F&G': (0 sobrevivieron de 1 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&D&¬E&¬F&G': (5 sobrevivieron de 6 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&D&¬E&F&¬G': (8 sobrevivieron de 9 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&D&E&F&G': (14 sobrevivieron de 21 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&¬D&¬E&¬F&¬G': (5 sobrevivieron de 15 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&¬D&E&¬F&G': (9 sobrevivieron de 13 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&¬D&E&F&¬G': (2 sobrevivieron de 6 pacientes con los mismos síntomas),
En total de 44 de 73 solo sobrevivieron dando un 60.27% de supervivencia

4 factores de riesgo

'¬C&D&¬E&F&G': (5 sobrevivieron de 7 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&¬D&¬E&¬F&G': (2 sobrevivieron de 9 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&¬D&¬E&F&¬G': (1 sobrevivieron de 8 pacientes con los mismos síntomas),
'¬C&¬D&E&F&G': (0 sobrevivieron de 8 pacientes con los mismos síntomas),
8 de 28 solo sobrevivieron dando un 28.57% de supervivencia

5 factores de riesgo

'¬C&¬D&¬E&F&G': (2 sobrevivieron de 7 pacientes con los mismos síntomas),
2 de 7 sobrevivieron dando un 28.57% de supervivencia

En base a los datos anteriores y las siguientes reglas y hechos se realizó el sistema experto basado en reglas:

Reglas.

- 1) “Las diferentes combinaciones de los factores de riesgo (Tiene Anemia, Tiene Alta Presión en la sangre, No posee fracción de eyección Normal 55-70%, No se encuentra la Creatinina sérica en un rango aceptable o No se encuentra en un rango aceptable el Sodio sérico) representan diversos niveles de probabilidad de presencia de una enfermedad cardíaca.”
- 2) “Si el paciente presenta 0 a 1 factores de riesgo se considera de riesgo bajo.”
- 3) “Si el paciente presenta 2 factores de riesgo se considera de riesgo moderado.”
- 4) “Si el paciente presenta 3 de los factores de riesgo se considera de riesgo moderado-alto.”
- 5) “Si el paciente presente 4 de los factores de riesgo se considera riesgo alto”
- 6) “Si el paciente presenta 5 de los factores de riesgo se considera emergencia”

Hechos.

Factores de riesgo:

Tiene Anemia: condición en la que la sangre no tiene suficientes glóbulos rojos sanos o no hay suficiente hemoglobina.

Tiene hipertensión: se produce cuando la presión de la sangre en las arterias es demasiado alta

No posee fracción de eyección Normal 55-70%: es un porcentaje que indica cuánta sangre expulsa el corazón con cada latido, específicamente desde el ventrículo izquierdo (la principal cámara de bombeo del corazón).

No se encuentra la Creatinina sérica en un rango aceptable: es una sustancia de desecho que se encuentra en la sangre, producto del metabolismo normal de la creatina, un compuesto usado por los músculos para obtener energía. Rango normal en hombres adultos: 0.7 – 1.3 mg/dL Rango normal en mujeres adultas: 0.6 – 1.1 mg/dL

No se encuentra en un rango aceptable el Sodio sérico: es la concentración de sodio en la sangre, y se mide como parte de un análisis de electrolitos. Valores normales: 135 a 145 mEq/L

En base a lo anterior se realizó el siguiente código para el sistema experto:

```
import tkinter as tk
from tkinter import ttk, messagebox
```

```
class SistemaExpertoCardiaco:
    def __init__(self):
        # Definición de los factores de riesgo
        self.factor = {
            'C': 'Tiene Anemia',
            'D': 'Tiene hipertensión',
            'E': 'Posee fracción de eyección Normal (55-70%)',
            'F': 'Creatinina sérica en rango aceptable',
            'G': 'Sodio sérico en rango aceptable'
        }

        # Base de conocimiento con probabilidades de supervivencia
```

```

self.base_conocimiento = {
  0: { # 0-1 factores de riesgo
    'C&D&E&F&¬G': (6, 6),
    'C&D&¬E&¬F&¬G': (2, 3),
    'C&D&E&¬F&¬G': (5, 5),
    'C&D&E&¬F&G': (6, 8),
    'C&¬D&E&¬F&¬G': (0, 1),
    '¬C&D&E&¬F&¬G': (48, 54),
    'default': (67, 77, 87.01)
  },
  1: { # 0-1 factores de riesgo (continuación)
    'default': (67, 77, 87.01)
  },
  2: { # 2 factores de riesgo
    'C&D&¬E&¬F&G': (0, 1),
    'C&¬D&E&¬F&G': (2, 2),
    '¬C&D&E&F&¬G': (19, 28),
    'C&D&E&F&G': (7, 7),
    'C&¬D&¬E&¬F&¬G': (1, 2),
    '¬C&D&E&¬F&G': (30, 41),
    '¬C&¬D&E&¬F&¬G': (11, 16),
    '¬C&D&¬E&¬F&¬G': (11, 17),
    'default': (81, 114, 71.05)
  },
  3: { # 3 factores de riesgo
    'C&¬D&E&F&G': (1, 2),
    'C&¬D&¬E&¬F&G': (0, 1),
    '¬C&D&¬E&¬F&G': (5, 6),
    '¬C&D&¬E&F&¬G': (8, 9),
    '¬C&D&E&F&G': (14, 21),
    '¬C&¬D&¬E&¬F&¬G': (5, 15),
    '¬C&¬D&E&¬F&G': (9, 13),
    '¬C&¬D&E&F&¬G': (2, 6),
    'default': (44, 73, 60.27)
  },
  4: { # 4 factores de riesgo
    '¬C&D&¬E&F&G': (5, 7),
    '¬C&¬D&¬E&¬F&G': (2, 9),

```

```

        '¬C&¬D&¬E&F&¬G': (1, 8),
        '¬C&¬D&E&F&G': (0, 4),
        'default': (8, 28, 28.57)
    },
    5: { # 5 factores de riesgo
        '¬C&¬D&¬E&F&¬G': (2, 7),
        'default': (2, 7, 28.57)
    }
}

```

```

# Niveles de riesgo
self.niveles_riesgo = {
    0: "Riesgo bajo",
    1: "Riesgo bajo",
    2: "Riesgo moderado",
    3: "Riesgo moderado-alto",
    4: "Riesgo alto",
    5: "Emergencia"
}

```

```

def evaluar_paciente(self, paciente):

```

```

    """

```

Evalúa el riesgo cardíaco de un paciente basado en sus factores de riesgo

Args:

paciente: Diccionario con los factores del paciente (ej: {'C': True, 'D': False, ...})

Returns:

Diccionario con la evaluación del riesgo

```

    """

```

```

# Contar factores de riesgo (True significa que el factor de riesgo está presente)
# Nota: Para E, F y G, True significa que son NORMALES (no son factores de riesgo)
factores_presentes = 0

```

```

# Factor C: Anemia (presente = factor de riesgo)

```

```

if paciente.get('C', False):

```

```

    factores_presentes += 1

```

```

# Factor D: Hipertensión (presente = factor de riesgo)
if paciente.get('D', False):
    factores_presentes += 1

# Factor E: Fracción de eyección (NO normal = factor de riesgo)
if not paciente.get('E', False):
    factores_presentes += 1

# Factor F: Creatinina sérica (NO en rango = factor de riesgo)
if not paciente.get('F', False):
    factores_presentes += 1

# Factor G: Sodio sérico (NO en rango = factor de riesgo)
if not paciente.get('G', False):
    factores_presentes += 1

# Determinar nivel de riesgo
nivel_riesgo = self.niveles_riesgo.get(factores_presentes, "Desconocido")

# Generar expresión lógica para buscar en la base de conocimiento
expr = []
expr.append('C' if paciente.get('C', False) else '¬C')
expr.append('D' if paciente.get('D', False) else '¬D')
expr.append('E' if paciente.get('E', False) else '¬E')
expr.append('F' if paciente.get('F', False) else '¬F')
expr.append('G' if paciente.get('G', False) else '¬G')
expr_logica = '&'.join(expr)

# Buscar en la base de conocimiento
datos = self.base_conocimiento.get(factores_presentes, {}).get(expr_logica)
if datos is None:
    datos = self.base_conocimiento.get(factores_presentes, {}).get('default', (0, 0,
0.0))

# Calcular tasa de supervivencia si no está en los datos
if len(datos) == 2:
    tasa = (datos[0] / datos[1]) * 100 if datos[1] != 0 else 0.0
    datos = (datos[0], datos[1], tasa)

```

```

# Preparar resultado
resultado = {
    'factores_riesgo': factores_presentes,
    'nivel_riesgo': nivel_riesgo,
    'expresion_logica': expr_logica,
    'supervivencia': f"{datos[0]}/{datos[1]}",
    'tasa_supervivencia': datos[2],
    'interpretacion': self.interpretar_riesgo(factores_presentes)
}

return resultado

def interpretar_riesgo(self, num_factores):
    """Proporciona una interpretación del nivel de riesgo"""
    interpretaciones = {
        0: "Paciente con riesgo muy bajo. Supervivencia esperada muy alta (>85%).",
        1: "Paciente con riesgo bajo. Supervivencia esperada alta (>85%).",
        2: "Paciente con riesgo moderado. Supervivencia esperada alrededor del 70%. ",
        3: "Paciente con riesgo moderado-alto. Supervivencia esperada alrededor del
60%. ",
        4: "Paciente con riesgo alto. Supervivencia esperada alrededor del 30%. ",
        5: "Paciente en emergencia. Supervivencia esperada muy baja (<30%). Requiere
atención inmediata."
    }
    return interpretaciones.get(num_factores, "Nivel de riesgo desconocido.")

def mostrar_factores(self):
    """Muestra la descripción de los factores de riesgo"""
    print("Factores de riesgo considerados:")
    for key, desc in self.factores.items():
        print(f"{key}: {desc}")
    print("\nNota: Para E, F y G, True significa que son NORMALES (no son factores de
riesgo)")

class InterfazSistemaExperto:
    def __init__(self, root):

```



```

self.root = root
self.root.title("Sistema Experto de Evaluación Cardíaca")
self.root.geometry("800x600")

# Configurar el icono (opcional)
try:
    self.root.iconbitmap('heart.ico') # Puedes crear un icono heart.ico
except:
    pass

self.sistema = SistemaExpertoCardiaco()

self.crear_interfaz()

def crear_interfaz(self):
    # Frame principal
    main_frame = ttk.Frame(self.root, padding="10")
    main_frame.pack(fill=tk.BOTH, expand=True)

    # Título
    ttk.Label(main_frame, text="Evaluación de Riesgo Cardíaco",
              font=('Helvetica', 16, 'bold')).grid(row=0, column=0, columnspan=2, pady=10)

    # Factores de riesgo
    ttk.Label(main_frame, text="Factores de Riesgo:",
              font=('Helvetica', 12, 'bold')).grid(row=1, column=0, sticky=tk.W, pady=5)

    # Variables para los checkboxes
    self.var_C = tk.BooleanVar()
    self.var_D = tk.BooleanVar()
    self.var_E = tk.BooleanVar()
    self.var_F = tk.BooleanVar()
    self.var_G = tk.BooleanVar()

    # Checkboxes para los factores
    self.chk_C = ttk.Checkbutton(main_frame, text="Tiene Anemia",
    variable=self.var_C)
    self.chk_C.grid(row=2, column=0, sticky=tk.W, padx=20)

```

```

self.chk_D = ttk.Checkbutton(main_frame, text="Tiene Hipertensión",
variable=self.var_D)
self.chk_D.grid(row=3, column=0, sticky=tk.W, padx=20)

self.chk_E = ttk.Checkbutton(main_frame, text="Fracción eyección NORMAL (55-
70%)", variable=self.var_E)
self.chk_E.grid(row=4, column=0, sticky=tk.W, padx=20)

self.chk_F = ttk.Checkbutton(main_frame, text="Creatinina sérica en rango
aceptable", variable=self.var_F)
self.chk_F.grid(row=5, column=0, sticky=tk.W, padx=20)

self.chk_G = ttk.Checkbutton(main_frame, text="Sodio sérico en rango aceptable",
variable=self.var_G)
self.chk_G.grid(row=6, column=0, sticky=tk.W, padx=20)

# Botón de evaluación
ttk.Button(main_frame, text="Evaluar Riesgo",
command=self.evaluar_paciente).grid(row=7, column=0, pady=20)

# Frame de resultados
self.result_frame = ttk.LabelFrame(main_frame, text="Resultados", padding="10")
self.result_frame.grid(row=8, column=0, columnspan=2, sticky=tk.EW, pady=10)

# Área de información
self.info_text = tk.Text(self.result_frame, height=15, width=80, wrap=tk.WORD)
self.info_text.pack(fill=tk.BOTH, expand=True)

# Barra de desplazamiento

# Configurar tags para colores
self.info_text.tag_config('bajo', foreground='green')
self.info_text.tag_config('moderado', foreground='orange')
self.info_text.tag_config('alto', foreground='red')
self.info_text.tag_config('emergencia', foreground='dark red', font=('Helvetica', 10,
'bold'))

```

```

self.info_text.tag_config('titulo', font=('Helvetica', 10, 'bold'))

# Botón de información
ttk.Button(main_frame, text="Acerca de",
command=self.mostrar_info).grid(row=9, column=0, pady=10)

def evaluar_paciente(self):
    """Evalúa al paciente basado en los factores seleccionados"""
    # Obtener valores de los checkboxes
    paciente = {
        'C': self.var_C.get(),
        'D': self.var_D.get(),
        'E': self.var_E.get(),
        'F': self.var_F.get(),
        'G': self.var_G.get()
    }

    # Validar que al menos un factor esté marcado
    if not any(paciente.values()):
        messagebox.showwarning("Advertencia", "Por favor, seleccione al menos un
factor para evaluar.")
        return

    # Evaluar con el sistema experto
    resultado = self.sistema.evaluar_paciente(paciente)

    # Mostrar resultados
    self.info_text.delete(1.0, tk.END)

    # Determinar tag para el color según el nivel de riesgo
    nivel = resultado['nivel_riesgo'].lower()
    tag = 'normal'
    if 'bajo' in nivel:
        tag = 'bajo'
    elif 'moderado' in nivel:
        tag = 'moderado'
    elif 'alto' in nivel:
        tag = 'alto'

```

```

elif 'emergencia' in nivel:
    tag = 'emergencia'

# Insertar resultados con formato
self.info_text.insert(tk.END, "Resumen de Evaluación:\n", 'titulo')
self.info_text.insert(tk.END, f"Factores de riesgo presentes:
{resultado['factores_riesgo']}\n", tag)
self.info_text.insert(tk.END, f"Nivel de riesgo: {resultado['nivel_riesgo']}\n\n", tag)

self.info_text.insert(tk.END, "Detalles Técnicos:\n", 'titulo')
self.info_text.insert(tk.END, "Expresión lógica evaluada:\n")
self.info_text.insert(tk.END, f"{resultado['expresion_logica']}\n\n")

self.info_text.insert(tk.END, "Datos históricos de supervivencia:\n")
self.info_text.insert(tk.END, f"Casos similares: {resultado['supervivencia']}\n")
self.info_text.insert(tk.END, f"Tasa de supervivencia:
{resultado['tasa_supervivencia']:.2f}%\n\n")

self.info_text.insert(tk.END, "Interpretación y Recomendaciones:\n", 'titulo')
self.info_text.insert(tk.END, f"{resultado['interpretacion']}\n", tag)

# Desplazar al inicio
self.info_text.see(tk.END)

def mostrar_info(self):
    """Muestra información sobre el sistema"""
    info = """
    Sistema Experto de Evaluación Cardíaca

    Este sistema evalúa el riesgo cardíaco de un paciente basado en 5 factores de
    riesgo
    Instrucciones:
    1. Marque las casillas correspondientes a los factores del paciente
    2. Haga clic en "Evaluar Riesgo"
    3. Revise los resultados en el área inferior

    Los resultados incluyen:
    - Número de factores de riesgo

```

- Nivel de riesgo
 - Datos históricos de supervivencia
 - Interpretación y recomendaciones
- """

```
messagebox.showinfo("Acerca del Sistema", info)
```

```
if __name__ == "__main__":  
    root = tk.Tk()  
    app = InterfazSistemaExperto(root)  
    root.mainloop()
```

A continuación se reflejan los Resultados:

Sistema Experto de Evaluación Cardíaca

Evaluación de Riesgo Cardíaco

Factores de Riesgo:

☒ Tiene Anemia

☒ Tiene Hipertensión

☒ Fracción eyección NORMAL (55-70%)

☒ Creatinina sérica en rango aceptable

☒ Sodio sérico en rango aceptable

Evaluar Riesgo

Resultados

Resumen de Evaluación:

Factores de riesgo presentes: 2

Nivel de riesgo: Riesgo moderado

Detalles Técnicos:

Expresión lógica evaluada:

C&D&E&F&G

Datos históricos de supervivencia:

Casos similares: 7/7

Tasa de supervivencia: 100.00%

Interpretación y Recomendaciones:

Paciente con riesgo moderado. Supervivencia esperada alrededor del 70%.

Acerca de

Sistema Experto de Evaluación Cardíaca

Evaluación de Riesgo Cardíaco

Factores de Riesgo:

☒ Tiene Anemia

☒ Tiene Hipertensión

☒ Fracción eyección NORMAL (55-70%)

☐ Creatinina sérica en rango aceptable

☒ Sodio sérico en rango aceptable

Evaluar Riesgo

Resultados

Resumen de Evaluación:

Factores de riesgo presentes: 3

Nivel de riesgo: Riesgo moderado-alto

Detalles Técnicos:

Expresión lógica evaluada:

C&D&E&~F&G

Datos históricos de supervivencia:

Casos similares: 44/73

Tasa de supervivencia: 60.27%

Interpretación y Recomendaciones:

Paciente con riesgo moderado-alto. Supervivencia esperada alrededor del 60%.

Acerca de

Sistema Experto de Evaluación Cardíaca

Evaluación de Riesgo Cardíaco

Factores de Riesgo:

☒ Tiene Anemia

☒ Tiene Hipertensión

☒ Fracción eyección NORMAL (55-70%)

☐ Creatinina sérica en rango aceptable

☐ Sodio sérico en rango aceptable

Evaluar Riesgo

Resultados

Resumen de Evaluación:

Factores de riesgo presentes: 4

Nivel de riesgo: Riesgo alto

Detalles Técnicos:

Expresión lógica evaluada:

C&D&E&~F&~G

Datos históricos de supervivencia:

Casos similares: 8/28

Tasa de supervivencia: 28.57%

Interpretación y Recomendaciones:

Paciente con riesgo alto. Supervivencia esperada alrededor del 30%.

Acerca de

Sistema Experto de Evaluación Cardíaca

Evaluación de Riesgo Cardíaco

Factores de Riesgo:

☐ Tiene Anemia

☐ Tiene Hipertensión

☒ Fracción eyección NORMAL (55-70%)

☒ Creatinina sérica en rango aceptable

☒ Sodio sérico en rango aceptable

Evaluar Riesgo

Resultados

Resumen de Evaluación:

Factores de riesgo presentes: 0

Nivel de riesgo: Riesgo bajo

Detalles Técnicos:

Expresión lógica evaluada:

~C&~D&E&F&G

Datos históricos de supervivencia:

Casos similares: 67/77

Tasa de supervivencia: 87.01%

Interpretación y Recomendaciones:

Paciente con riesgo muy bajo. Supervivencia esperada muy alta (>85%).

Acerca de

Evaluación de Riesgo Cardíaco

Factores de Riesgo:

- ☒ Tiene Anemia
- ☒ Tiene Hipertensión
- ☐ Fracción eyección NORMAL (55-70%)
- ☐ Creatinina sérica en rango aceptable
- ☐ Sodio sérico en rango aceptable

[Evaluar Riesgo](#)

Resultados

Resumen de Evaluación:

Factores de riesgo presentes: 5

Nivel de riesgo: Emergencia

Detalles Técnicos:

Expresión lógica evaluada:

C&D&~E&~F&~G

Datos históricos de supervivencia:

Casos similares: 2/7

Tasa de supervivencia: 28.57%

Interpretación y Recomendaciones:

Paciente en emergencia. Supervivencia esperada muy baja (<30%). Requiere atención inmediata.

[Acerca de](#)