

# Programa 2: Problema de las $n$ reinas paralelo

## Fundamentos de Sistemas Embebidos

Autor: José Mauricio Matamoros de Maria y Campos

Entrega: Lunes 11 de Mayo, 2020

Program testing can be used to show the presence  
of bugs, but never to show their absence!

—Edsger W. Dijkstra

Los programas a desarrollar están enfocados a que ustedes aprendan:

- a) Cuál es el problema de las  $n$  reinas y cómo se resuelve en paralelo.
- b) Cómo diseñar e implementar programas paralelos.
- c) Cómo aplicar elementos de sincronización de hilos.
- d) El patrón de diseño paralelo *Manager-Workers*.

El patrón de diseño de software paralelo *Manager-Workers* es uno de los más comúnmente utilizados cuando tanto el algoritmo como los datos pueden dividirse para su cómputo en paralelo. Este patrón establece un hilo como coordinador central (el *Manager*) que asigna trabajo a otro conjunto de hilos (el *Workers*), lo que lo hace ideal para obtener el máximo desempeño de un procesador en sistemas embebidos que utilizan plataformas con procesadores multi-núcleo.

Para la realización de estos programas el alumno deberá estudiar el artículo *The Manager Workers Pattern: An Activity Parallelism Architectural Pattern for Parallel Programming* de Jorge Luis Ortega-Arjona, donde se familiarizará con el patrón de diseño de programas paralelos *Manager-Workers*, mismo que le servirá para el diseño de un programa que resuelva el problema de las  $n$  reinas.

## 1. El Problema de las $n$ -Reinas

El problema de las  $n$  reinas consiste en encontrar una distribución de  $n$  reinas en un tablero de ajedrez de  $n \times n$  de tal modo que éstas no se ataquen.

Se considera que una reina ataca a otra si:

- Ambas reinas están en la misma fila.
- Ambas reinas están en la misma columna.
- Ambas reinas se encuentran en la misma diagonal formada por cuadros del mismo color (negros o blancos).

Fue propuesto para  $n = 8$  en el año de 1848 en un trabajo anónimo atribuido a Maz Bezzel. Aunque la publicación más antigua pertenece al año 1950, año en el que Gauss postuló la existencia de 72 soluciones para  $n = 8$ , en 1974 Glaisher probó la existencia de 92 soluciones.

Hasta la fecha se continúa investigando la solución de éste problema, por lo que existe una amplia variedad de algoritmos. Hasta el momento se sabe que el problema tiene una solución para  $n = 1$ , ninguna con  $n \in [2, 3]$  y 2 soluciones cuando  $n = 4$ . Se cree que para  $n > 4$  el número de soluciones crece exponencialmente.

Este problema tiene dos versiones. La primera es trivial y consiste en encontrar una solución válida, mientras que la segunda consiste en encontrar todas las soluciones posibles para un valor  $n$  dado.

## 2. Especificaciones del programa

Desarrolle un programa paralelo en C/C++, C#, J#, Java o VisualBasic.NET que, dado un número  $n$ , calcule todas las posibles soluciones al problema de las  $n$  reinas y cumpla con las siguientes especificaciones.

- El programa acepta 1 argumento por línea de comandos: el número  $n$  equivalente al número de reinas y de casillas en cada lado del tablero.
- Si el parámetro ingresado por línea de comandos es un número entero o está fuera del intervalo válido ( $n \in [4, 50]$ ), se despliega la ayuda y concluye la ejecución del programa.
- Si no se proporciona argumento por línea de comandos, el programa se ejecutará el valor predeterminado  $n = 8$ .
- La aplicación puede crear un máximo de 12 hilos excluyendo el proceso principal.
- (Punto extra) El programa debe generar un worker por cada core disponible.

## 3. Soluciones

$n$	Soluciones
4	2
5	10
6	4
7	40
8	92
9	352
10	724
11	2,680
12	14,200
13	73,712
14	365,596
15	2,279,184
16	14,772,512
17	95,815,104
18	666,090,324
19	4,968,057,848
20	39,029,188,884