

### Laboratorio 3

1. ¿Qué es una race condition y por qué hay que evitarlas?  
Una race condition es cuando muchos procesos manipulan datos a la vez causando una dependencia de orden. Se deben de evitar porque se pueden convertir en un error cuando los comportamientos no son deseables
2. ¿Cuál es la relación, en Linux, entre pthreads y clone()? ¿Hay diferencia al crear threads con uno o con otro? ¿Qué es más recomendable?  
Al realizar pthread créate se usa clone para crear un nuevo thread. Pthread utiliza subprocesos. Clone es una llamada al sistema de Linux para crear procesos y threads. No se recomienda usar clone ya que complica la situación al no configurar subprocesos de POSIX
3. ¿Dónde, en su programa, hay paralelización de tareas, y dónde de datos?  
Hay de tareas en los pthreads  
Hay de datos en OpenMP
4. Al agregar los #pragmas a los ciclos for, ¿cuántos LWP's hay abiertos antes de terminar el main() y cuántos durante la revisión de columnas? ¿Cuántos user threads deben haber abiertos en cada caso, entonces? Hint: recuerde el modelo de multithreading que usan Linux y Windows.  
Windows es de 1 a 1. Deberían haber 4 LWP. Serian 4 threads de usuarios abiertos y 5 durante la evaluación. Antes de terminar es 1
5. Al limitar el número de threads en main() a uno, ¿cuántos LWP's hay abiertos durante la revisión de columnas? Compare esto con el número de LWP's abiertos antes de limitar el número de threads en main(). ¿Cuántos threads (en general) crea OpenMP por defecto?  
Al limitar, solo hay un thread abierto. OpenMp crea la misma cantidad de threads por la cantidad d de procesadores que no están en uso de los métodos donde se llama a OpenMP
6. Observe cuáles LWP's están abiertos durante la revisión de columnas según ps. ¿Qué significa la primera columna de resultados de este comando? ¿Cuál es el LWP que está inactivo y por qué está inactivo? Hint: consulte las páginas del manual sobre ps.  
La columna S es el estado de un proceso. La f es revisión de banderas. La S muestra los demás procesos ya que son estados inactivos.
7. Compare los resultados de ps en la pregunta anterior con los que son desplegados por la función de revisión de columnas per se. ¿Qué es un thread team en OpenMP y cuál es el master thread en este caso? ¿Por qué parece haber un thread "corriendo", pero que no está haciendo nada? ¿Qué significa el término busy-wait? ¿Cómo maneja OpenMP su thread pool?

OpenMP usa el thread team para darnos una pool de threads. Este team es creado en la región paralela de OpenMP y se llama a través del main y en este thread se inician las instrucciones de la paralelización.

El busy wait se verifica continuamente si una condición es verdadera. Se está verificando si un thread esta disponible hasta asignarle un proceso. Por eso parece haber un thread corriendo.

OpenMP maneja el thread pool mediante un thread team. Se implementa una política de espera y se decide cuanto tiempo se le dará a los threads antes de suspenderlos.

8. Luego de agregar por primera vez la cláusula schedule(dynamic) y ejecutar su programa repetidas veces, ¿cuál es el máximo número de threads trabajando según la función de revisión de columnas? Al comparar este número con la cantidad de LWP's que se creaban antes de agregar schedule(), ¿qué deduce sobre la distribución de trabajo que OpenMP hace por defecto?

Un máximo de 4 por los procesadores asignados a la máquina virtual. Se concluye que OMP implementa un balance de cargas equitativas para cada thread.

9. Luego de agregar las llamadas omp\_set\_num\_threads() a cada función donde se usa OpenMP y probar su programa, antes de agregar omp\_set\_nested(true), ¿hay más o menos concurrencia en su programa? ¿Es esto sinónimo de un mejor desempeño? Explique.

En el programa hay más concurrencia. Esto no significa mejor desempeño directamente ya que al tomar en cuenta el overhead y el tiempo aumentaría por la organización de los threads.

10. ¿Cuál es el efecto de agregar omp\_set\_nested(true)? Explique.

Con este comando se da la paralelización. Esto prende o apaga regiones paralelas anidadas. Se aplica en ciclos anidados y evita o permite que puedan crear sus propios threads y por consiguiente LWP.

## Screenshots

Ejecución original

```
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab30S$ ./SV "sudoku.21"  
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de columnas  
es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3135  
Hijo es : 3133  


| F | S | UID     | PID  | PPID | LWP  | C | NLWP | PRI | NI | ADDR | SZ    | WCHAN  | STIME       | TTY |
|---|---|---------|------|------|------|---|------|-----|----|------|-------|--------|-------------|-----|
| 0 | S | usuario | 3133 | 3073 | 3133 | 0 | 1    | 80  | 0  | -    | 19122 | hrtime | 04:35 pts/0 |     |

  
00:00:00 ./SV sudoku.21  
Hijo finalizado  
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de filas es  
: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3136  
SOLUCION CORRECTA!  


| F | S | UID     | PID  | PPID | LWP  | C | NLWP | PRI | NI | ADDR | SZ    | WCHAN  | STIM |
|---|---|---------|------|------|------|---|------|-----|----|------|-------|--------|------|
| 0 | S | usuario | 3133 | 3073 | 3133 | 0 | 1    | 80  | 0  | -    | 19122 | hrtime | 04:3 |

  
00:00:00 ./SV sudoku.21  
Hijo finalizado  
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab30S$
```

## Ejecución con pragma omp parallel for

```
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab30$ ./SV "sudoku.21"
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de columnas
es: 3167
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3170
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3170
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3167
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3167
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3167
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3168
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3168
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3169
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3169
Hijo es : 3162
F S UID          PID     PPID      LWP   C NLWP PRI  NI ADDR SZ WCHAN  STIME TTY
0 S usuario      3162    3073    3162   0   4  80   0 - 31488 hrtime 04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3162    3073    3163   0   4  80   0 - 31488 -      04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3162    3073    3164   0   4  80   0 - 31488 -      04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3162    3073    3165   0   4  80   0 - 31488 -      04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
Hijo finalizado
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de filas es
: 3171
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3174
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3174
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3171
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3171
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3171
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3173
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3173
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3172
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3172
SOLUCION INCORRECTA :(
F S UID          PID     PPID      LWP   C NLWP PRI  NI ADDR SZ WCHAN  STIME TTY
0 S usuario      3162    3073    3162   0   4  80   0 - 31488 hrtime 04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 S usuario      3162    3073    3163   0   4  80   0 - 31488 futex_ 04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 S usuario      3162    3073    3164   0   4  80   0 - 31488 futex_ 04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 S usuario      3162    3073    3165   0   4  80   0 - 31488 futex_ 04:48 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
Hijo finalizado
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab30$
```

El LWP es 3169 durante el proceso de revision de columnas es y al finalizar es 3162

## Ejecución con omp\_set\_num\_threads(1)

```
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab30$ ./SV "sudoku.21"
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de columnas
es: 3189
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3192
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3192
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3191
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3191
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3190
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3190
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3189
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3189
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3189
Hijo es : 3187
F S UID          PID     PPID      LWP   C NLWP PRI  NI ADDR SZ WCHAN  STIME TTY
0 S usuario      3187    3073    3187   0   1  80   0 - 25341 hrtime 04:54 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
Hijo finalizado
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de filas es
: Terminal
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3193
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3193
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3193
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3195
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3195
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3194
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3194
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3196
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3196
SOLUCION CORRECTA!
F S UID          PID     PPID      LWP   C NLWP PRI  NI ADDR SZ WCHAN  STIME TTY
0 S usuario      3187    3073    3187   0   1  80   0 - 25341 hrtime 04:54 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
Hijo finalizado
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab30$
```

Se observan en la foto los números de thread desplegados durante la revisión de columnas

## Ejecucion con schedule dynamic

```
4 Archivos buntu-20:~/Escritorio/Lab305$ ./SV "sudoku.21"
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de columnas
es: 3215
F S UID          TIME CMD          PID    PPID    LWP  C  NLWP  PRI  NI ADDR  SZ  WCHAN  STIME TTY
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3218
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3216
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3215
0 S usuario      3213    3073    3213  0    5  80    0 - 25314 futex_ 04:58 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3213    3073    3215  0    5  80    0 - 25314 -      04:58 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3213    3073    3216  0    5  80    0 - 25314 -      04:58 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3213    3073    3217  0    5  80    0 - 25314 -      04:58 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
1 R usuario      3213    3073    3218  0    5  80    0 - 25314 -      04:58 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
Hijo es : 3213
Hijo finalizado
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de filas es
: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3219
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3220
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3222
SOLUCION CORRECTA!
F S UID          TIME CMD          PID    PPID    LWP  C  NLWP  PRI  NI ADDR  SZ  WCHAN  STIME TTY
0 S usuario      3213    3073    3213  0    1  80    0 - 25341 hrtime 04:58 pts/0
00:00:00 ./SV sudoku.21
Hijo finalizado
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab305$
```

Se puede ver que se dan verificaciones simultaneas

## Ejecucion con omp set nested true

```
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab305$ ./SV "sudoku.21"
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de columnas
es: 3250
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3252
En la verificacion de las columnas el thread en ejecucion es: 3250
Hijo finalizado
Ubuntu Software Center
F S UID TIME CMD PID PPID LWP C NLWP PRI NI ADDR SZ WCHAN STIME TTY
0 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3240 0 9 80 0 - 90885 hrtime 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3241 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3242 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3243 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3244 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3245 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3246 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3247 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
1 Rhythmbox 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3248 0 9 80 0 - 90885 futex_ 05:02 pts/0
Hijo finalizado
El thread que ejecuta el metodo para ejecutar el metodo de revision de filas es
: 3259
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
En la verificacion de las filas el thread en ejecucion es: 3261
SOLUCION CORRECTA!
F S UID TIME CMD PID PPID LWP C NLWP PRI NI ADDR SZ WCHAN STIME TTY
0 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3240 0 9 80 0 - 172805 hrtime 05:02 pts/0
0 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3241 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3242 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3243 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3244 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3245 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3246 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3247 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
1 S usuario 00:00:00 ./SV sudoku.21 3240 3073 3248 0 9 80 0 - 172805 futex_ 05:02 pts/0
Hijo finalizado
usuario@ubuntu-20:~/Escritorio/Lab305$
```

Se da una paralelización de procesos y ciclos anidados crean sus propios threads.