Universidad del Valle de Guatemala
CU-3069 Computación Paralela y Distribuida
Alejandro Ortega
Carné 18248
03/09/2025

Informe Proyecto 01 - Screensaver Paralelo (Lissajous Particles)

1. Resumen

Se desarrolló un screensaver en C++/SDL2 cuyo efecto visual está basado en partículas que exhiben una trayectoria de curvas de Lissajous. Se implementaron dos versiones de la simulación: secuencial y paralela (OpenMP), con un modo de benchmark que mide updates per second (UPS). A partir de múltiples corridas con distintos tamaños de problema (N) y número de hilos, se calcularon speedup y eficiencia. En general, se observó un speedup cercano a 3 con 4–8 hilos para N medianos/grandes, y menor beneficio en N pequeños por sobrecostos de paralelización.

2. Diseño del algoritmo (Lissajous Particles)

Cada partícula i evoluciona en el plano según ecuaciones paramétricas de tipo *Lissajous*:

$$x_i(t) = C_{x,i} + A_i sin(\omega_{x,i} t + \phi_{x,i}), y_i(t) = C_{y,i} + B_i sin(\omega_{y,i} t + \phi_{y,i})$$

Estas curvas son clásicamente conocidas como *figuras de Lissajous*; su forma depende de las frecuencias y fases relativas, y son habituales en osciloscopios.

Notas de implementación

- Se inicializan parámetros por partícula (centro, amplitudes, frecuencias, fases) de forma pseudoaleatoria (semilla reproducible).
- La actualización por partícula es independiente, lo que produce una complejidad O(N) y un patrón de paralelización sencillo.

3. Implementación

- Lenguaje/Librerías: C++17, SDL2 para ventana/renderizado; OpenMP para paralelizar el bucle de actualización.
- Render: círculos pequeños por partícula con un efecto blend para producir “estelas”.
- Paralelización: bucle for sobre el vector de partículas con #pragma omp parallel for.
- Argumentos en CLI: parámetros por línea de comandos (-n, --mode, --threads, --benchmark, --seed, etc.).

4. Metodología de medición

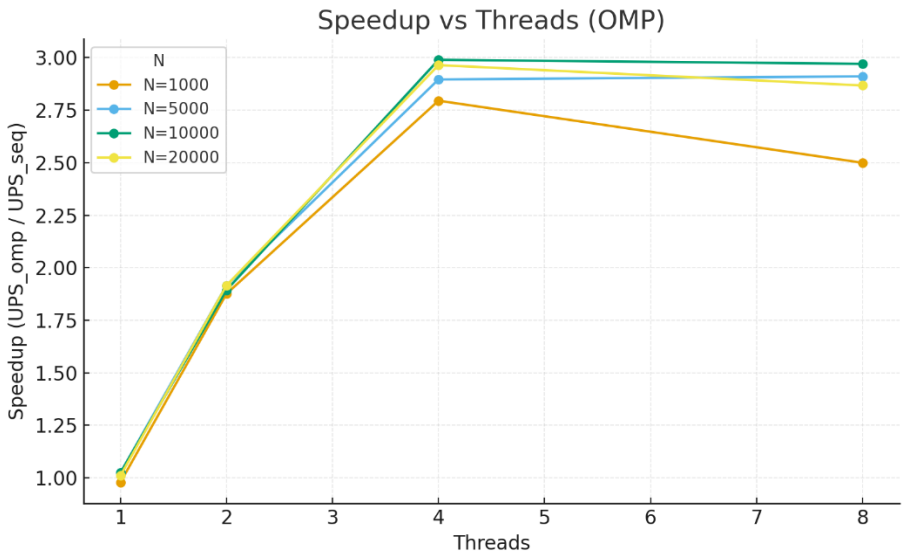
- Modo benchmark: corre la simulación sin ventana durante S segundos y reporta líneas [BENCH] con UPS (updates/segundo).
- Métrica: Para calcular el speedup se utilizó el promedio de UPS, no el "tiempo transcurrido" de la siguiente forma:

$$\text{Speedup} = \frac{UPS_{par}}{UPS_{seq}} \text{ y Efficiency} = \frac{\text{Speedup}}{\#\text{threads}}$$

- Automatización: script bench.ps1 que compila y ejecuta una matriz de casos; resultados en CSV.

5. Resultados

Se procesaron los datos y se generaron tablas con promedios (10 repeticiones por caso), más un gráfico "Speedup vs Threads":



5.1 Hallazgos principales

- Mejor speedup por N (valor máximo encontrado):

N	Speedup	# de Threads	Eficiencia
1000	2.80	4	0.70
5000	2.91	8	0.36
10000	2.99	4	0.75
20000	2.96	4	0.74

- Tendencia: para valores pequeños de N el overhead de paralelizar pesa más y la eficiencia cae con muchos hilos; para N mayor, el speedup se estabiliza cerca de 3 con 4–8 hilos.
- El valor de eficiencia decrece con el número de hilos, como es esperable por porciones secuenciales y sobrecostos (planificación, cache, etc.), en línea con la ley de Amdahl.

6. Referencias

Wikipedia contributors. (2024). Lissajous curve. In Wikipedia. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Lissajous_curve

Wolfram Research. (s. f.). Lissajous Curve. In MathWorld—A Wolfram Web Resource. Recuperado de https://mathworld.wolfram.com/LissajousCurve.html

OpenMP Architecture Review Board. (2024). OpenMP Application Programming Interface, Version 5.2. Recuperado de https://www.openmp.org/wp-content/uploads/OpenMPRefGuide-5.2-Web-2024.pdf

Wikipedia contributors. (2024). Amdahl's law. In Wikipedia. Recuperado de https://en.wikipedia.org/wiki/Amdahl%27s_law

Bailey, M. J. (s. f.). Speedups and Amdahl's Law [Apuntes de clase]. Oregon State University. Recuperado de https://web.engr.oregonstate.edu/~mjb/cs575/Handouts/speedups.and.amdahls.law.1pp.pdf

SDL. (s. f.). SDL_RenderDrawPoint [Documentación de SDL2]. Recuperado de https://wiki.libsdl.org/SDL2/SDL_RenderDrawPoint