

# Simulación de Sistemas

## Trabajo Práctico Nro. 2: Autómatas Celulares (Enunciado publicado en CAMPUS el 17/03/2025)

### 1 General

Los entregables del T.P. son:

- a- Presentación oral de 15 minutos de duración con las secciones indicadas en el documento ".../Formato\_Presentaciones.pdf". Durante la presentación oral se podrá solicitar una demostración en vivo del funcionamiento del código.
- b- El documento de la presentación en formato pdf (sin animaciones embebidas, solo links explicitos).
- c- El código fuente implementado en \*.zip. Solo versión final del motor de simulación (Tamaño del archivo del orden de los kb. No adjuntar historial, documentos, output de simulaciones, etc.)
- d- Un informe con las mismas secciones que la presentación y teniendo en cuenta el formato indicado en ".../Formato\_Informes.pdf".

Fecha y Forma de Entrega:

La presentación en pdf (b), el código fuente (c) y el informe (d) deberán ser presentados **a través de campus**, antes del día 04/04/2025 a las 10 hs. Los Archivos deben nombrarse de la siguiente manera: "SdS\_TP2\_2025Q1GXX\_Presentación", "SdS\_TP2\_2025Q1GXX\_Codigo" y "SdS\_TP2\_2025Q1GXX\_Informe", donde XX es el número de grupo. Las presentaciones orales (a) se realizarán durante la clase del mismo día.

Durante la demostración se podrán pedir cambios de parámetros para realizar nuevas simulaciones. Se recuerda que la simulación debe generar un output en formato de archivo de texto. Luego el módulo de animación se ejecuta en forma independiente tomando estos archivos de texto como input. De esta forma la velocidad de la animación no queda supeditada a la velocidad de la simulación.

En los estudios que se realicen, se deben definir matematicamente todos los observables, mostrar su evolución temporal para explicitar como se calcula el observable escalar ( promedios o derivadas ) que se usará luego al mostrar input vs observable escalar.

### 2 Ejercicio: Modelo del Votante

Implementar el algoritmo de Metropolis-Monte Carlo para una grilla cuadrada con condiciones periódicas de contorno cuyos sitios representan opiniones individuales binarias, según se describió en la clase Teórica. Estudiar como input principal el parámetro de control dado por la probabilidad  $p$  de que un individuo cambie su estado oponiéndose a la mayoría de los vecinos. Observar la transición orden-desorden del sistema al variar  $p \in [0,1]$ .

a) Considerar una grilla de  $N \times N = 50 \times 50 = 2500$  nodos. Mostrar animaciones que avancen en pasos de Monte Carlo (un fotograma cada  $N^2$  actualizaciones individuales) para  $p = \{0.01, 0.1, 0.9\}$  hasta alcanzar un estado estacionario.

b) Para la configuración del punto (a) mostrar la evolución temporal del Consenso. La duración de la simulación para cada parámetro  $p$ , deber ser tal que se pueda verificar que se llega al estado

estacionario.

c) Para los observables del punto (b), simular al menos 10 valores de  $p$  (con mayor densidad cerca de la transición ( $p_c$ )) y graficar los observables escalares  $\langle M \rangle$  y  $\chi$ , ambos en función de  $p$ . **Importante** : los promedios temporales deben ser tomados solamente para períodos de tiempo tal que el consenso haya alcanzado el estado estacionario.

d) Repetir los puntos (b) y (c) para al menos 3 valores más de  $N$  (1 menor y 2 mayores). Hacer dos figuras, una para cada uno de los 2 observables escalares vs.  $p$ . En cada figura mostrar las curvas correspondientes a todos los  $N$  estudiados.

e) Opcional 1. Agregar al estudio anterior los otros observables definidos en la clase Teórica. En el caso de la correlación espacial ( $C(r)$ ), computarla a lo largo del eje “ $i$ ”, y análogamente en el eje “ $j$ ”, comparar ambos resultados. Se puede considerar que el tiempo en llegar al estacionario está dado por  $M$  según se observó el punto (c). Se debe definir cual es el observable escalar en cada caso, indicando que valores del estado final se consideran o si se realizan promedios sobre que conjunto de datos (un instante, varios pasos temporales en el estacionario, etc.).

f) Opcional 2. Repetir (a), (b) y (c) considerando un grafo distinto a la grilla cuadrada, por ejemplo, una red de vecindad *small-world*, *random* u otra.