

Simulación de Sistemas

Trabajo Práctico Nro. 5: Medios Granulares y Dinámica Peatonal

(Enunciado publicado en CAMPUS el 17/5/2024)

Elegir uno de los dos problemas enunciados más abajo para resolver utilizando dinámica molecular regida por el paso temporal y presentar.

Las simulaciones tendrán un dt fijo e intrínseco de la simulación, además considerar un dt_2 para imprimir el estado del sistema (posiciones y velocidades de las partículas) para luego realizar análisis y animaciones con una velocidad adecuada. 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.

La entrega del T.P. consiste en:

- a- Presentación de 13 minutos de duración (tipo powerpoint) con las secciones y el formato indicados en la guía de presentaciones.
- b- Animaciones de sistemas característicos. Para la opción (1), colorear a las partículas con una escala continua según alguna variable relevante (presión, velocidad, estado, radio, densidad, etc.).
- c- El documento de la presentación en formato pdf que contenga resultados, imágenes, parámetros correspondientes y las respuestas a lo pedido en el problema elegido. El archivo *.pdf a entregar NO debe contener las animaciones, pero si algún fotograma representativo de las mismas y un link explícito (a youtube o vimeo) para visualización on-line.
- d- El código fuente implementado del motor de simulación.

Fecha y Forma de Entrega:

La presentación en pdf (c) y el código fuente (d) deberán ser presentados a través de campus, antes del día 03/06/2024 a las 10:00 hs. Los Archivos deben nombrarse de la siguiente manera:

"SdS-TP5-2024Q1GXX_Presentación" y "SdS-TP52024Q1GXX_Codigo", donde XX es el número de grupo.

Las presentaciones orales (a) -conteniendo las animaciones (b)- se realizarán durante la clase del día 03/06/2024.

Problema 1: Medios Granulares - Modelo de Drude

Simular un medio granular que fluye por un canal 2D de forma rectangular, como se muestra en la Fig. 1, de ancho $W = 20$ cm y largo $L = 70$ cm. Considerar condiciones de contorno periódicas en los extremos: las partículas que salen por un extremo, se reingresan por el lado opuesto con la misma velocidad y posición vertical. Dentro del canal hay un número $M = 100$ de obstáculos fijos de radio $R = 1$ cm.

El medio granular consta de partículas circulares de radio $r = 1$ cm. Considerar $N = 100$ partículas, las que deben ser generadas en forma aleatoria sin superponerse (con otras partículas, obstáculos o paredes) dentro del canal con velocidad inicial cero. Las partículas que componen al medio granular están sometidas a una aceleración A_0 constante en la dirección x .

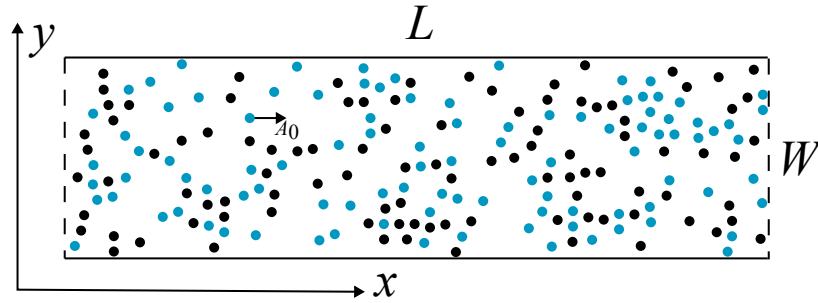


Figura 1: Esquema del sistema propuesto. Las partículas celestes están sometidas a una aceleración constante A_0 en la dirección x . Los obstáculos negros son fijos y están distribuidos inicialmente de forma aleatoria. Hay condiciones de contorno periódicas en la dirección x .

En este trabajo se busca caracterizar la resistencia que ofrecen los obstáculos al flujo del material granular. El modelo de Drude propone que la relación entre caudal de partículas (Q) y fuerza impulsora (F_d) sigue la siguiente relación:

$$Q = F_d / R, \quad (1)$$

donde $F_d = m_p A_0$, R la resistencia del sistema al paso de partículas de masa m_p .

Para el cálculo de las fuerzas entre partículas, partículas con obstáculos y de partículas con paredes considerar las expresiones (N.1) y (T.3) de la diapositiva 15 de la Teórica 5. Tomar como constantes $k_N = 250$ dina/cm; $|k_T| = 2 |k_N|$; y la masa de cada partícula $m_p = 1$ g. (Sistema de unidades CGS). Usar como método integrador Beeman para fuerzas que dependen de la velocidad.

a) Fijar la aceleración $A_0 = 0.010$ m/s² y simular $T = 1000$ s o los que fueran posibles según la capacidad de cálculo disponible (mayor o menor). Repetir la simulación para 5 condiciones iniciales distintas de las posiciones de los obstáculos. En una figura mostrar las curvas de descarga (Nro. de partículas que salieron en función del tiempo, las cuales se obtienen del output que guarda sólo los tiempos de salida de cada partícula con la mayor precisión dada por el dt de integración) de todas las realizaciones. A partir de ellas, calcular el caudal (Q : nro. de partículas por unidad de tiempo) como la aproximación lineal de las mismas después del transitorio inicial en el que las partículas alcanzan el estado estacionario. ¿Son equivalentes los resultados de las distintas realizaciones?

b) Considerar, al menos, 4 valores de A_0 en un rango $[0.005 - 0.050]$ m/s². Estudiar la relación Q vs A_0 . Verificar la validez del modelo dado por la Ec. (1) y obtener el valor de resistencia.

c) Repetir b) cambiando el número de obstáculos. Considerar $M = 80$ y $M = 120$ y estudiar cómo el número de obstáculos afecta la resistencia del sistema.

Problema 2: *Dinámica Peatonal - Agente simulado en partido de fútbol real*

El escenario a considerar es un partido de fútbol profesional del cual se tienen las trayectorias de los jugadores y la pelota. La Fig.2 muestra una imagen de una cancha genérica para ilustrar la disposición de la geometría del sistema.



Figura 2: Ilustración de un campo de fútbol genérico.

Cada uno de los archivos adjuntos (*.csv) tienen las trayectorias de los 11 jugadores de cada equipo y de la pelota proyectados sobre el plano del campo de juego (2D). El formato de estos archivos es:

Nro. de Fotograma, Time [s], x_i de Player 1, y_i de Player 1, x_i de Player n, y_i de Player n, x_i de pelota, y_i de la pelota.

Si hay mas de 11 jugadores, son suplentes que entran en un tiempo posterior ("NaN" significa banco de suplentes). Las coordenadas x e y van de 0 a 1. La coordenada (0,0) está en la esquina superior izquierda, (1,1) en la esquina inferior derecha y (0.5,0.5) es el punto central. Las dimensiones del campo son: 105 x 68 metros.

Elegir un lapso de tiempo de entre 2 y 10 minutos de juego en los que no haya cambios de jugadores. Simular un nuevo jugador cuyo comportamiento sea seguir a la pelota todo el tiempo. Para ello utilizar el "Social Force Model" o el "Predictive Collision Avoidance", con el vector de la velocidad deseada apuntando hacia la pelota y posición inicial a 10 m de la pelota. Los parámetros del modelo de referencia son los del paper correspondiente al modelo elegido.

Este jugador virtual interactúa con todos los demás dados por sus trayectorias registradas. Estas trayectorias de los jugadores reales no se modifican por la presencia del jugador virtual.

El dt de la simulación debe ser $dt = 1/240$ s y el dt_2 en el que se guardan las posiciones del jugador virtual debe coincidir con el de los datos ($dt_2 = 1/24$ s). Durante este tiempo, en la simulación se puede considerar que las posiciones y velocidades de los jugadores reales están fijas.

a) Variación de la velocidad deseada (v_d): Excluyendo los períodos de pelota detenida (definir e informar un criterio para esto), estudiar la distancia del jugador virtual a la pelota en función del tiempo para distintos valores de v_d en el rango [0.1 m/s, 13 m/s] . Luego tomando el promedio en el tiempo de estas distancias reportarlo en función de la velocidad deseada del jugador virtual.

- b) Variación del tiempo de relajación τ : Realizar el mismo estudio que en (a) pero variando el parámetro τ en el rango [0.1 s, 1 s].
- c) Reportar las PDF de los módulos de la velocidad de 3 jugadores y del jugador virtual en una misma figura, usando “scatter plot” unidos por líneas rectas (no gráfico de barras). Eliminar valores fuera de rango por errores del método de tracking.
- d) Graficar un mapa de uso del campo de juego. Para ello, dividir el campo en una grilla y contar cada vez que algún jugador (sin distinción) pasa por cada celda de la grilla durante el período de tiempo estudiado anteriormente (u opcionalmente durante todo el partido). Luego mostrar un mapa de colores del resultado obtenido. Repetir este cálculo pero solo para jugadores individuales. Para ello elegir los mismos 3 jugadores del punto (c) y además el jugador virtual.