Fac. de Ciencias – U.C.V.
Escuela de Computación
Probabilidad & Estadística (Sem.I-2012)

Proyecto Práctico

Introducción

La congestión vehicular en una vía es un interesante objeto de estudio que se presta para ser modelado y analizado usando simulación. Considerar el tiempo y el espacio en unidades discretas permite simular de manera simplificada (usando pocos recursos computacionales y aún así de modo bastante realista) la interacción de muchos vehículos.

Descripción del sistema

Considere un hipotético tramo de vía uniforme y plana, de un solo canal, cuya longitud se divide en M celdas idénticas de 7,5 m c/u, donde en cada celda no puede haber más de un vehículo a la vez.

Se supone que la velocidad instantánea V_j de cada vehículo j está dada en unidades discretas, con valor entre 0 y $VMax$ celdas/seg. Así, en cada instante de tiempo t se tiene que $V_j(t)$=0,1,..,$VMax$ celdas/seg para j=1,..,N, siendo N la cantidad de vehículos en la vía.

$d_j(t)$ es la cantidad de celdas libres delante de cada vehículo j en el instante de tiempo t.

Se supone además que la cantidad N de vehículos en la vía se mantiene constante en el tiempo y que los mismos se mueven sobre la vía de forma circular (como si la vía fuera un circuito cerrado), de modo tal que el vehículo que deja la última celda se mueve hacia la 1ra celda de la vía.

Para determinar el estado del sistema en el siguiente instante de tiempo (t+1) se aplican paralelamente (de manera simultánea) sobre los N vehículos los siguientes pasos en este orden:

1º Aceleración: $V_j(t + 1/3) = \text{mín}(V_j(t)+1\ ,\ VMax)$
Cada vehículo trata de ir a la máxima velocidad permitida.

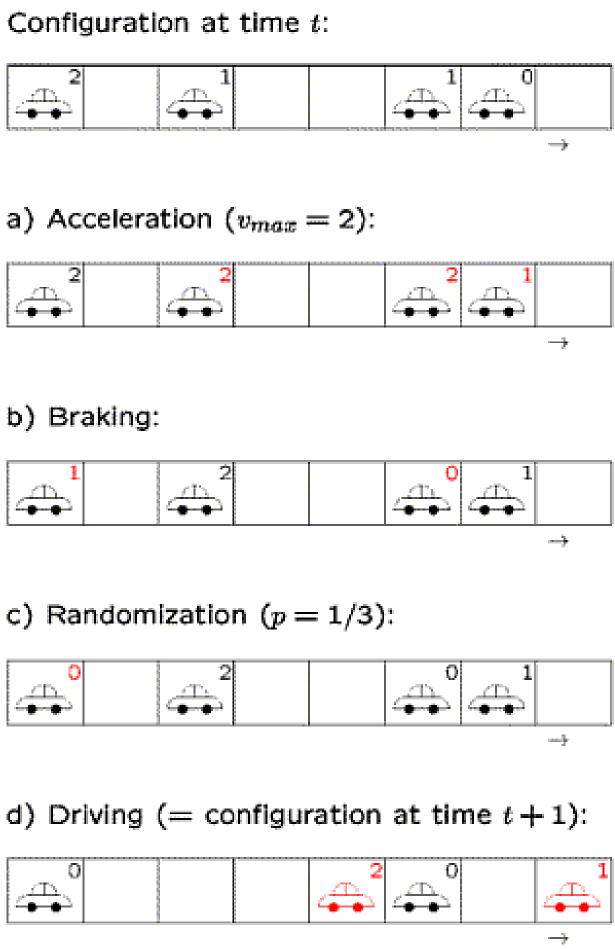
2º Frenado: $V_j(t + 2/3) = \text{mín}(d_j(t)\ ,\ Vj(t + 1/3))$
Cada vehículo reduce su velocidad si no tiene suficiente espacio libre adelante, para no chocar.

3º Aleatoriedad: Con probabilidad p hacer $V_j(t+1) = \max(Vj(t + 2/3)-1\ ,\ 0)$
Cada vehículo puede reducir su velocidad aleatoriamente, por motivos imprevistos.

4º Conducción: Vehículo j avanza $V_j(t+1)$ celdas y se actualiza $d_j(t+1)$
Cada vehículo se mueve hacia adelante según su velocidad instantánea.

Inicialmente (t=0) todos los vehículos viajan a máxima velocidad y se reparten de modo regular y uniforme a lo largo de la vía (todos con igual espacio libre adelante), con vehículo N en celda 1.

En el siguiente ejemplo (con $VMax$=2) se muestra una vía de M=8 celdas (numeradas de izquierda a derecha) con N=4 vehículos (numerados de derecha a izquierda), donde en el instante t sus velocidades son $V_1(t)$=0, $V_2(t)$=1, $V_3(t)$=1 y $V_4(t)$=2 celdas/seg, con $d_1(t)$=1, $d_2(t)$=0, $d_3(t)$=2 y $d_4(t)$=1 celdas libres adelante.
En el 3er paso, aleatoriamente, el vehículo 4 (en celda 1) reduce su velocidad de 1 a 0 celdas/seg.
Al terminar la iteración (siguiente instante de tiempo: t+1) se tiene $V_1(t+1)$=1, $V_2(t+1)$=0, $V_3(t+1)$=2 y $V_4(t+1)$=0 celdas/seg, con $d_1(t+1)$=0, $d_2(t+1)$=1, $d_3(t+1)$=0 y $d_4(t+1)$=3 celdas libres adelante.



Un efecto interesante que se observa en el comportamiento de este sistema es llamado “tranca fantasma” (varios vehículos detenidos en fila, uno detrás de otro), el cual puede ocurrir dependiendo de los parámetros *M*, *N* y *p*. Con valores pequeños de *N/M* y *p*, los vehículos raramente se detienen.

Medidas de desempeño del sistema

El flujo promedio de tráfico *Q* se mide en vehículos/seg y se calcula dividiendo entre la duración *TS* de la corrida (tiempo simulado) la cantidad *VS* de vehículos simulados que dejaron la última celda.

La frecuencia relativa de c/u de las velocidades posibles (entre 0 y *VMax* celdas/seg) se obtiene dividiendo entre *N*TS* la frecuencia (cantidad de instantes de tiempo simulado *t* en que se observó cada velocidad, para cada vehículo *j*) de cada valor observado para $V_j(t)$.

La frecuencia relativa de la cantidad de celdas libres adelante se obtiene dividiendo entre *N*TS* la frecuencia (cantidad de instantes de tiempo simulado *t* en que se observó cada valor $d_j(t)$, para cada vehículo *j*) de cada valor observado para $d_j(t)$.

Referencias

http://www.thp.uni-koeln.de/~as/Mypage/traffic.html

Requerimientos

Desarrolle Usted en *Python* un modelo de simulación del sistema aquí descrito, que permita realizar corridas dados cualesquiera valores válidos de los parámetros, leídos desde el archivo “*entrada.txt*” (ver anexo), según el último dígito *K* de vuestra propia C.I:

K =	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Último dígito de C.I.
M =	400	400	400	400	400	300	300	300	300	300	Celdas
N =	80	80	100	100	100	80	80	80	100	80	Vehículos
VMax =	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	celdas/seg
p =	0,05	0,15	0,01	0,2	0,1	0,05	0,15	0,01	0,2	0,1	P(Frenar al azar)

Vuestro modelo debe calcular y escribir como resultados en el archivo “*salida.txt*” (ver anexo) todas las medidas de desempeño del sistema.

Adicionalmente, vuestro modelo debe producir un archivo “*traza.txt*” (ver anexo), con el respectivo valor observado de $V_j(t)$, en la celda que ocupa cada vehículo j (con j=1,..,N) en cada instante de tiempo simulado t de la corrida, con un registro por cada instante de tiempo simulado t, para los primeros *DurTraza* seg de tiempo simulado t de la corrida (cada celda libre se indica con “_”). En la misma línea se indica el # de cada vehículo y cual(es) de ellos frena(n) al azar en ese instante.

¿Cómo se distribuye la cantidad de vehículos que frenan al azar en cada segundo simulado?

¿Cómo se distribuye la cantidad de celdas libres delante de un vehículo?

¿Cómo se distribuye la velocidad instantánea (celdas/seg) de un vehículo?

¿Cómo varía el flujo promedio de tráfico *Q* (vehículos/seg) al variar el parámetro *p* entre 0 y 0,5?

Escriba Usted un breve informe (no más de 12 páginas) en formato *pdf* que debe incluir: tablas resumen, gráficos comparativos (histogramas de frecuencias relativas) y análisis (descripción, interpretación, comentarios y conclusiones) de los resultados obtenidos, así como las respuestas (debidamente explicadas, justificadas y argumentadas) a c/u de las preguntas aquí planteadas.

Fecha tope de entrega: Lunes 25’Jun.2012 (bono: +2pts extra si entrega antes de fecha tope)

Notas

El modelo y el informe deben entregarse como dos únicos archivos sin comprimir (uno en formato *Python* y el otro en formato *pdf*) cuyos respectivos nombres deben incluir vuestro propio nro. de C.I. como sigue: *“modelo20123456.py”* e *“informe20123456.pdf”* si el trabajo es individual (ó bien *“modelo20123456_19876543.py”* e *“informe20123456_19876543.pdf”* si el trabajo es en pareja). Adicionalmente, dentro de ambos archivos deben indicarse: nombre completo, nro. de C.I. y sección de cada autor.

Deben respetarse exactamente los nombres y los formatos de todos los archivos aquí descritos, de lo contrario habrá penalización en la calificación del trabajo.

Este trabajo puede hacerse en grupos de hasta 2 personas (como máximo), pero su evaluación y calificación será individual. Si el trabajo no es original habrá fuerte penalización al ser calificado.