Simulación

Práctico 6: Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos con el Formalismo DEVS

Año: 2017

1. El siguiente modelo DEVS representa un generador:

$$
\begin{aligned}
&G_1 = < X, Y, S, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, ta > \\
&Y = S = \mathbb{R}_0^+ \\
&\delta_{\text{int}}(s) = \begin{cases} s+1 & \text{si } s < 4 \\ 1 & \text{en otro caso} \end{cases} \\
&\lambda(s) = s \\
&ta(s) = 2
\end{aligned}
$$

   (a) Suponiendo que el estado inicial (en $t = 0$) es $s = 1$, obtener la trayectoria de eventos de salida hasta $t = 12$.

   (b) Es legítimo el modelo?. En caso que la respuesta sea negativa, proponer un estado inicial a partir del cual se observe un comportamiento ilegítimo.

2. El siguiente modelo DEVS representa un generador distinto al del ejemplo anterior:

$$
\begin{aligned}
&G_2 = < X, Y, S, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, ta > \\
&Y = S = \mathbb{R}_0^+ \\
&\delta_{\text{int}}(s) = s^2 \\
&\lambda(s) = 1 \\
&ta(s) = s
\end{aligned}
$$

   (a) Suponiendo que el estado inicial (en $t = 0$) es $s = 1$, obtener la trayectoria de eventos de salida hasta $t = 5$.

   (b) Es legítimo el modelo?. En caso que la respuesta sea negativa, proponer un estado inicial a partir del cual se observe un comportamiento ilegítimo.

3. Defina un contador DEVS que cuente el número de entradas con valor diferente de cero que ha recibido desde su inicialización y que devuelva este valor cuando reciba una entrada de valor cero. Indicar el estado inicial.

4. Defina un DEVS que genere como salida eventos con valor 1 cuyo tiempo entre eventos siga una distribuión exponencial con tasa $\lambda = 3$. Suponga que dispone de una función $rng(0, 1)$ la cual genera números aleatorios entre 0 y 1. Indicar el estado inicial.

5. Considerar el siguiente modelo DEVS

$$
\begin{aligned}
&M =< X, Y, S, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, ta > \\
&X = Y = \mathbb{R} \\
&S = \mathbb{R} \times R_0^+ \\
&\delta_{\text{ext}}(s, e, x) = \delta_{\text{ext}}((u, \sigma), e, x) = (x, 0) \\
&\delta_{\text{int}}(s) = \delta_{\text{int}}((u, \sigma)) = (u, \infty) \\
&\lambda(s) = \lambda((u, \sigma)) = u + 1 \\
&ta(s) = ta((u, \sigma)) = \sigma
\end{aligned}
$$

Suponiendo que el sistema tiene un estado inicial $s = (u, \sigma) = (0, \infty)$ y que recibe una secuencia de eventos de entrada

$$t = 0.5, x = 1;\ t = 2.3, x = 5;\ t = 4.1, x = 2;\ t = 4.4, x = 3$$

obtener la secuencia de eventos de salida.

6. Un sistema recibe eventos con valores reales y provoca eventos también con valores reales. Cada vez que recibe un evento con un valor positivo o nulo, envía inmediatamente un evento con un valor igual a la raíz cuadrada del último valor recibido. Cuando recibe un evento con valor negativo en cambio, no envía ningún evento. Tras enviar cada evento, queda esperando por un nuevo evento de entrada.

   Completar el siguiente modelo DEVS de manera tal que se comporte como el sistema descripto:

$$
\begin{aligned}
&M =< X, Y, S, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, ta > \\
&X = Y = \mathbb{R} \\
&S = \mathbb{R} \times R_0^+ \\
&\delta_{\text{ext}}(s, e, x) = \delta_{\text{ext}}((u, \sigma), e, x) = ??? \\
&\delta_{\text{int}}(s) = \delta_{\text{int}}((u, \sigma)) = ??? \\
&\lambda(s) = \lambda((u, \sigma)) = \sqrt{u} \\
&ta(s) = ta((u, \sigma)) = \sigma
\end{aligned}
$$

7. Un sistema recibe eventos con valores reales. Cada vez que recibe un nuevo evento calcula el tiempo transcurrido entre dicho evento y el evento anterior y lo envía como salida. Modificar las funciones δ_{ext}, δ_{int} y λ del modelo DEVS del problema anterior para que se comporte de esta manera.

8. Una *llave* recibe trabajos (caracterizados por números reales) por su único puerto de entrada. Estos trabajos son inmediatamente reenviados por sus dos puertos de salida de manera alternada, siguiendo la siguiente lógica:

   - Una varible (d) guarda la diferencia entre la suma de los trabajos enviados por cada puerto, de forma tal que $d > 0$ indica que los trabajos enviados por el primer puerto suman más que los enviados por el segundo, mientras que $d < 0$ indica lo contrario.
   - Cada vez que llega un nuevo trabajo, si $d \leq 0$ el trabajo se envía inmediatamente por el primer puerto. Caso contrario, se envía por el segundo.
   - Para actualizar el valor de d, cada vez que se envía un trabajo por el primer puerto se suma a d el valor del trabajo enviado; mientras que cada vez que se envía un trabajo por el segundo puerto el valor de dicho trabajo se resta.

Completar el siguiente modelo DEVS de manera tal que se comporte como el sistema descripto:

$$
\begin{aligned}
&M =< X, Y, S, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, ta > \\
&X = \mathbb{R} \times \{0\} \\
&Y = \mathbb{R} \times \{0, 1\} \\
&S = \mathbb{R} \times \mathbb{R} \times R_0^+ \\
&\delta_{\text{ext}}((d, u, \sigma), e, (x_v, 0)) = (d, x_v, 0) \\
&\delta_{\text{int}}(s) = \delta_{\text{int}}((d, u, \sigma)) = ??? \\
&\lambda(s) = \lambda((d, u, \sigma)) = ??? \\
&ta(s) = ta((u, \sigma)) = \sigma
\end{aligned}
$$

9. Defina un modelo DEVS que especifique el comportamiento del siguiente sistema.

   Consideremos un objeto que se mueve a lo largo de una línea recta. La velocidad con la que se mueve el objeto se modifica instantáneamente mediante eventos externos, cuyo valor representa el nuevo valor de la velocidad del objeto. Cuando la velocidad es positiva, el objeto se mueve hacia la derecha. Cuando es negativa, el objeto de mueve hacia la izquierda. Cuando la velocidad es cero, el objeto se detiene.

   Suponga que la longitud de la recta, que es igual a 10 metros, se divide en 10 células de 1 metro de longitud cada una, y que la primera y la ultima células se encuentran unidas entre sí.

   Cada vez que el ojeto cambia de célula debe producir una salida con el valor de la célula que abandona.

   Hay un evento externo especial: *adelante*. Al ocurrir un *adelante* el objeto debe avanzar de manera instantanea hasta el final (en el mismo sentido que se estaba moviendo) de la célula, y allí continua con la velocidad que venía antes de ocurrir este evento especial. No ocurre nada si el objeto estaba detenido.

10. Defina un modelo DEVS que sume los valores de las entradas luego de una señal *start*, y deje de sumar las entradas luego de recibir una señal *stop*.

    Cada vez que recibe esta última señal debe producir una salida que corresponde a la suma de las entradas entre el último *start* y *stop* siempre que la señal anterior haya sido un *start*, en caso contrario el sistema no hace nada.

11. "Cinta transportadora". Una cinta transportadora, que forma parte de un sistema de producción más complejo, está comandada por una señal de control

    que le indica:

    - el arribo de un elemento (*arrive*)(y automaticamente la cinta comienza a marchar),
    - que la cinta debe marchar (*start*),
    - que la cinta debe detenerse (*stop*).

    Provenientes de otra parte del sistema de producción, la cinta recibe piezas (de manera asincrónica). Cada vez que una pieza alcanza la posición de un sensor (ubicado a una distancia l del comienzo de la cinta), se debe provocar un evento de salida (*detect*) (naturalmente, este evento de salida deberá ser utilizado por el sistema de control). Luego de esto, cuando la pieza llega al final de la cinta (a una distancia $l + \Delta l$ del comienzo de la misma), la pieza sale de la cinta transportadora, provocando un nuevo evento de salida (*leave*) (que indica el paso de la pieza a otro sector del sistema). La figura 1 describe gráficamente el problema.

    Supondremos como simplificación que el sistema no provocará ningún arribo mientras haya una pieza sobre la cinta, y luego de un arribo solo producirá secuencias de entrada *start* seguido de *stop* hasta que la pieza

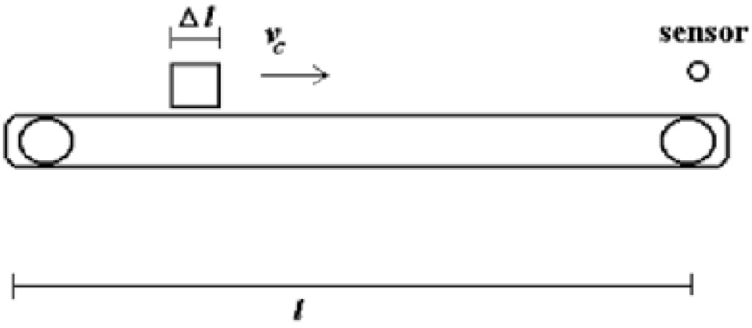

Figure 1: Cinta Transportadora

abandona la cinta. Con estas hipótesis, formular un modelo DEVS que especifique el comportamiento del sistema descripto.

12. Los ejercicios *1*, *4*, *5*, *8*, *9* y *10* deben ser implementados con la herramienta PowerDevs.

Adicionales

13. Un *procesador* recibe trabajos caracterizados por números reales positivos que indican el tiempo que demora en procesarse dicho trabajo. Transcurrida la mitad de dicho tiempo, el procesador envía un evento de salida con un valor igual a la mitad de número recibido (indicando que aún resta realizar la mitad del trabajo).

    (a) Completar el siguiente modelo DEVS de manera tal que se comporte como el sistema descripto:

    $$\begin{aligned}
    &M =< X, Y, S, \delta_{\text{int}}, \delta_{\text{ext}}, \lambda, ta >\\
    &X = Y = \mathbb{R} \times \{0\}\\
    &S = R_0^+\\
    &\delta_{\text{ext}}(s, e, (x_v, 0)) = x_v/2\\
    &\delta_{\text{int}}(s) = ???\\
    &\lambda(s) = ???\\
    &ta(s) = s
    \end{aligned}$$

    (b) Que condición inicial hay que poner en el estado s para asumir que el procesador está inicialmente desocupado?.

14. Suponer que el generador del ejercicio 1 se conecta al procesador del ejericio anterior.

    (a) Obtener la trayectoria de eventos de salida del procesador hasta $t = 8$.
    (b) Continuar la solución hasta $t = 11$ suponiendo que el procesador tiene prioridad más alta que el generador.
    (c) Repetir el punto anterior suponiendo ahora que el procesador tiene prioridad más baja que el generador.

15. Considerar ahora que dos procesador idénticos a los del ejercicio anterior se acoplan, de manera que la salida de cada uno de ellos queda conectada a la entrada del otro.

(a) Es legítimo el modelo de un procesador aislado?

(b) Es legítimo el modelo acoplado?. En caso que la respuesta sea negativa, proponer un estado inicial para cada procesador a partir del cual se observe un comportamiento ilegítimo.

16. Un sistema recibe eventos con valores reales y cada 1 segundo envía eventos con el último valor recibido. Es decir, si la secuencia de entrada es:

$$t = 0, x = 1; t = 2.3, x = 5; t = 4.1, x = 2; t = 4.4, x = 3$$

la secuencia de salida sería:

$$t = 1, y = 1; t = 2, y = 1; t = 3, x = 5; t = 4, x = 5; t = 5, x = 3t = 6, x = 3$$

Modelar con DEVS este sistema.

17. Una cola recibe trabajos (caracterizados por números reales) por su primer puerto de entrada (puerto 0) y los almacena en una lista (de modo que el último trabajo recibido queda colocado al final de la lista). Por el segundo puerto de entrada, recibe un evento indicando que el procesador está libre.

Cada vez que el procesador está libre y que hay trabajos en la lista, el sistema produce inmediatamente un evento enviando el primer trabajo de la lista por su único puerto de salida.

Modelar este comportamiento utilizando el formalismo DEVS.

Nota: Para cuestiones de notación, se puede tener en cuenta lo siguiente:

- El conjunto $\mathbb{R}^*$ es el conjunto de secuencias ordenadas de números reales.
- El operador $\bullet$ indica concatenación de secuencias: $a \bullet b$ es la concatenación de las secuencias a y b (donde tanto a como b pueden estar formados por ninguno, uno o varios números reales).
- El símbolo $\emptyset$ puede usarse para denotar una secuencia vacía.

18. Defina un modelo DEVS que especifique el comportamiento del siguiente sistema.

Considere objetos que ingresan por el inicio o final de una recta de longitud l. El objeto que ingresa ya sea por la derecha o izquierda, traen como información su peso, y el mismo se desplaza intentando llegar al otro extremo.

Puede suceder que en un determinado momento 2 objetos viajen sobre la recta en sentido opuesto, con lo cual se producirá una colisión y el objeto que continua sobre la recta (objeto vencedor) es aquel cuya distancia recorrida multiplicada por su peso es mayor (nota: si dan igual el objeto que viene por la derecha gana). El objeto derrotado desaparece de la recta.

Los objetos viajan a una velocidad contante V_c.

El sistema debe sacar una salida *boom* cada vez que ocurre una colisión. También, al llegar un objeto al otro extremo de la recta el sistema debe sacar una salida indicando: $Gano_{der}$ (si llegó el objeto que ingresó por la derecha), o $Gano_{izq}$ en caso contrario.

Si ocurre un arribo sobre uno de los lados y ya hay un objeto sobre la recta que ingresó por dicho lado, el mismo debe ser ignorado, es decir, no puede haber sobre la recta 2 objetos viajando en el mismo sentido.