

# Simulación a eventos discretos

Clase nro 2.  
2010.

## Conceptos importantes

- Objetivos del estudio.
- Hipótesis iniciales.
- Variables de decisión y respuestas.
- Eventos principales.

## Casos de estudio

- Hospital simple.
- Hospital “complejo”.
- Taller de reparación.

S.E.D. - Curso 2010

## Metodología de S.E.D.

Necesitamos de mecanismos que ejecuten los eventos discretos en el orden correcto.

Los paquetes de simulación lo tienen incorporado.

Prof. Tocher (1962) es pionero en el tema.

Antes de comenzar a modelar es importante:

- entender los conceptos y la terminología.
- conocer los diagramas de descripción.
- tener idea de los métodos de estructuración.

S.E.D. - Curso 2010

## Algunos paquetes y lenguajes

### Lenguajes:

Simscript (con gráficas)

Modsim (orientado a objetos, con gráficas)

Extend (Machintosh)

Simula

### Simulación sin programar:

Network (redes de computadoras y comunicación)

Comnet (telecomunicaciones)

Simfactory (operaciones industriales y ordenamiento)

Promodel

S.E.D. - Curso 2010

## Conceptos y terminología

- tiempo
- entidades y recursos
- eventos
- estados y colas
- actividades
- diagramas
- ejecutivo
- calendario y métodos de estructuración
- pseudocódigo

S.E.D. - Curso 2010

## Tiempo

Modelo de S.E.D. es aquel en el que los cambios de estado del modelo, ocurren en puntos discretos del tiempo (eventos). Cada punto del tiempo en que ocurre uno o más eventos se llama un golpe de reloj.

La medida de tiempo de la simulación se da en unidades de tiempo, apropiadas para el sistema en cuestión.

Duración de la simulación: período durante el que transcurre la simulación, medido en unidades de tiempo (independiente del tiempo que le lleva a la computadora realizarlo).

S.E.D. - Curso 2010

## Tiempo

Un programa de simulación comienza en tiempo 0 y ejecuta todos los eventos en el orden que deben ocurrir, avanzando de un evento a otro hasta que:

1. no hay más eventos a ejecutar;
2. el tiempo de ejecución del próximo evento supera el máximo previsto como “duración” de la simulación;
3. se ejecutó algún evento que ponga fin a la simulación.

Ejemplos:

|          |  |
|----------|--|
| Medida   | hospital: días (partes del día u horas).                 |
| Duración | hospital: arbitraria.<br>taller: una jornada de trabajo. |

S.E.D. - Curso 2010

## Entidades y Recursos

Entidades: objetos o individuos cuyas actividades modelamos.

Atributos: identifican a las entidades. En los atributos se debe incluir un número (a veces llamado reloj de entidad) que indica el tiempo del próximo evento.

Recursos: son elementos que actúan como restricciones en las actividades de las entidades. Se pueden pensar como reservas valiosas guardadas en un recipiente o alcancía (arca) que se toman cuando se necesitan y se vuelven a guardar cuando no.

S.E.D. - Curso 2010

## Ejemplos

Pacientes: entidades con un reloj que identifique el tiempo en que ocurrirá su próximo evento.

Camas: recursos sin ninguna característica propia.

Sala de operaciones: entidad.

Distinguir entre entidades temporarias y permanentes.

Las entidades pertenecen a distintas clases, que permiten diferenciar grupos de identidades (por ejemplo: pacientes que necesitan operación, pacientes que no lo necesitan, sala de operaciones).

S.E.D. - Curso 2010

## Eventos

Un evento ocurrirá en un punto particular del tiempo, y cuando una entidad hace algo o le ocurre algo, lo que hace cambiar el estado del sistema.

Tipos de eventos:

- 1.Evento seguro o agendado (B events, bound), su ocurrencia es predecible y puede ser agendado.
- 2.Evento condicionado o eventual (C events), su ocurrencia depende del cumplimiento de ciertas condiciones (ej. disponibilidad de ciertos recursos).

Cuando una entidad va a participar de un evento, el tiempo de ese evento (la hora en que ocurrirá) es escrito en su reloj.

S.E.D. - Curso 2010

## Eventos

Evento fijo importante: "feeder" o alimentador cuyo cometido es generar entidades temporarias. Cada vez que un alimentador genera un arribo crea una nueva entidad y asigna el tiempo de su llegada.

Evento fijo arribo\_paciente: alimentador que determina el tiempo de las llegadas de los pacientes.

Evento condicionado comienzo\_internación: supeditado a existencia de cama y de paciente esperando.

S.E.D. - Curso 2010

## Actividades

Una actividad generalmente comienza con un evento condicionado y termina con un evento fijo. El número y el tiempo del evento fijo son agendados desde el evento condicionado que inició la correspondiente actividad.

Una entidad ocupada está comprometida en una actividad.

Ejemplo: actividad internación comienza con *comienzo\_internación* (evento Condicionado) y termina con *fin\_internación* (evento Fijo).

S.E.D. - Curso 2010

## Estados y Colas

Estados de una entidad (una vez creada):

1. Ocupada, cuando está agendada para algún evento fijo.
2. En cola, en espera del turno para que alguna condición sea satisfecha. Criterio mas común, FIFO.
3. Desocupada, inactiva u ociosa, entidades que no están ni ocupadas ni en cola.

Ejemplos:

- Paciente: está en cola cuando está esperando admisión, está ocupado cuando está internado.
- Sala de operaciones: está ocupada o desocupada.

S.E.D. - Curso 2010

Hemos visto:

- tiempo
- entidades y recursos
- eventos
- estados y colas
- actividades

Continuaremos con:

- diagramas
- ejecutivo
- calendario y métodos de estructuración
- pseudocódigo

S.E.D. - Curso 2010

## Diagrama de actividades

Describe la vida de las entidades en el sistema y su interacción con otras entidades.

Entidades temporarias: diagrama de flujo de actividades.

Entidades permanentes: diagrama de ciclo de actividades.

Colas = círculos.

Actividades = rectángulos.

Recursos = círculos pequeños.

Orden = líneas dirigidas.

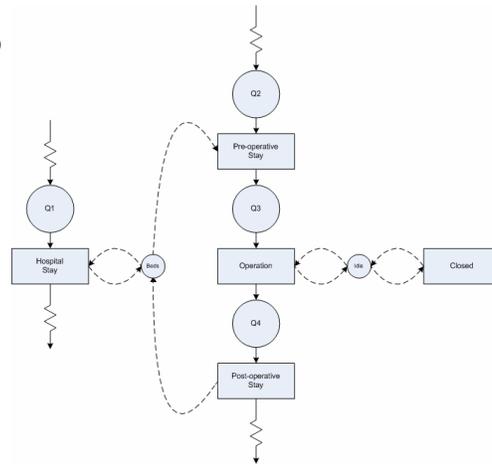
Creación y destrucción de entidades = líneas zig-zag.

S.E.D. - Curso 2010

## Ejemplos

### Hospital Complejo

Ver libro, Figuras 2.1, 2.2 y 2.3.



S.E.D. - Curso 2010

## Ejecutivo

Ejecutivo o mecanismo de avance del tiempo es el procedimiento (programa) que se encarga de que los eventos sucedan en el orden correcto (existen otros nombres).

Para eso necesitamos un calendario que es:

Una lista de entidades que identifican los próximos eventos a ejecutar o

Una lista de eventos identificando las entidades participantes en esos eventos (usado en el libro).

El calendario está ordenado según los tiempos de los relojes de las entidades ("entity clock").

S.E.D. - Curso 2010

## Tareas del ejecutivo

1. Hacer avanzar el tiempo de la simulación al tiempo del próximo evento agendado mediante la selección de la primera entidad del calendario.
2. Activar el evento de esa entidad y luego progresivamente activar cada evento agendado a ocurrir en ese mismo horario (golpe de reloj).
3. Cuando se ejecutan todos los eventos agendados para esa hora, se vuelve a la primera etapa, avanzando el tiempo de la simulación al tiempo del próximo evento.

Para que la simulación comience debe existir por lo menos una entidad en el calendario (alimentador o inicializador).

S.E.D. - Curso 2010

## Métodos de estructuración

El ejecutivo se estructura según tres métodos de estructuración de la simulación o "enfoques del mundo"

1. Tres fases. (orientado a eventos)
2. Dos fases. (orientado a eventos)
3. A procesos. (orientado a procesos)

Tres fases: eventos condicionados y fijos se programan como procedimientos separados

Dos fases: los procedimientos que describen los eventos fijos incluyen todos los eventos condicionados que van a suceder como resultado de los propios eventos agendados o fijos.

S.E.D. - Curso 2010

## Ejecutivos

Ejecutivo del método de las tres fases:

1. Avanzar el reloj al tiempo del próximo evento fijo.
2. Ejecutar todos los eventos fijos que ocurren a esa hora.
3. Verificar todos los eventos condicionados y ejecutar aquellos cuyas condiciones se satisfagan.

Ejecutivo del método de las dos fases:

1. Avanzar el reloj al tiempo del próximo evento.
2. Ejecutar el próximo evento agendado (fijo) a suceder.

Observar que se omite la 3era fase solamente.

S.E.D. - Curso 2010

Próxima clase:

## **Métodos de estructuración y seudocódigos.**

S.E.D. - Curso 2010