

PARADIGMES DE SIMULACIÓ DISCRETA

Pau Fonseca i Casas; pau@fib.upc.edu

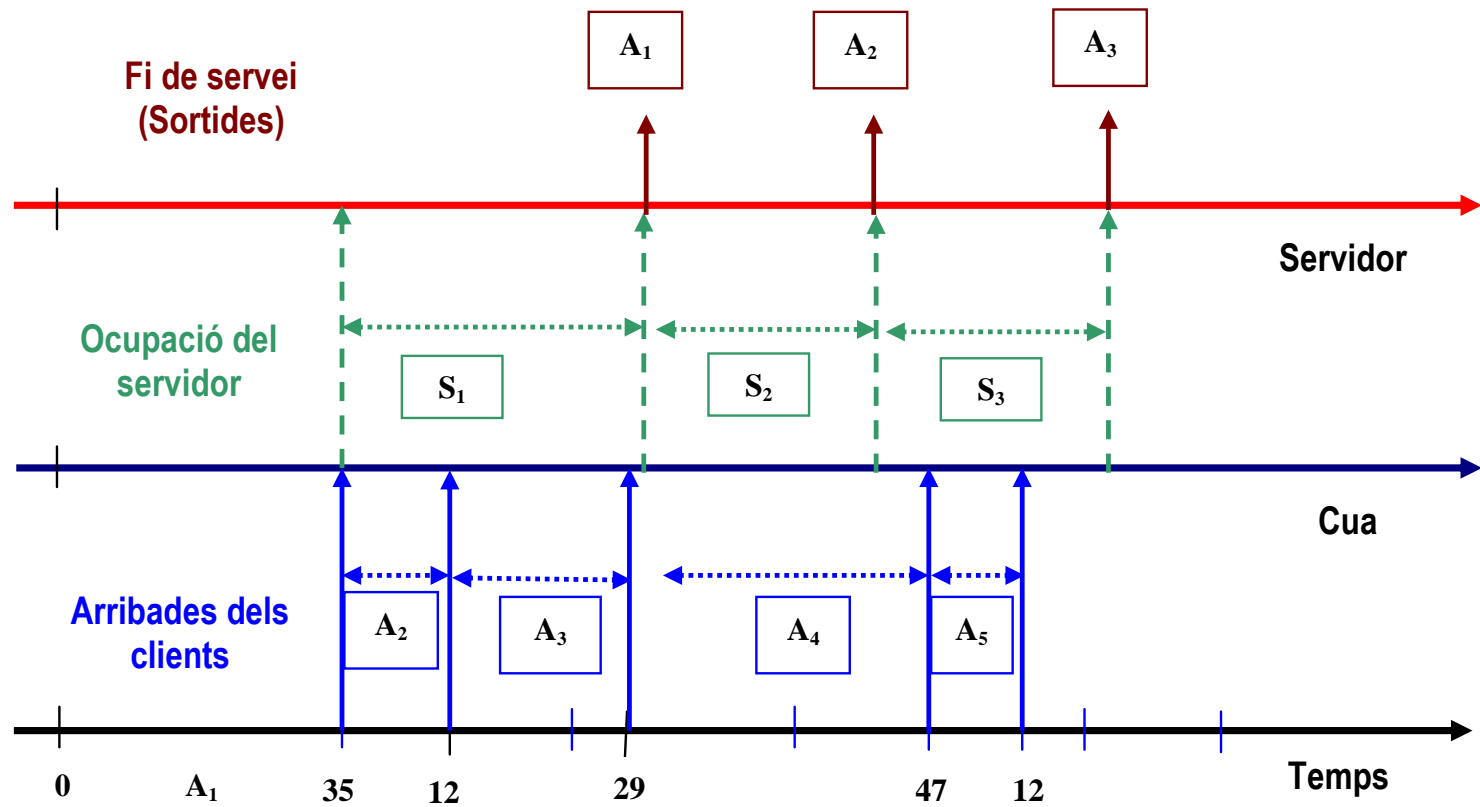
Paradigmes de simulació

- Programació d'esdeveniments (PE)
 - ▣ Event Scheduling
- Interacció de processos (IP)
 - ▣ Process interaction
- Exploració d'activitats (EA)
 - ▣ Activity scanning

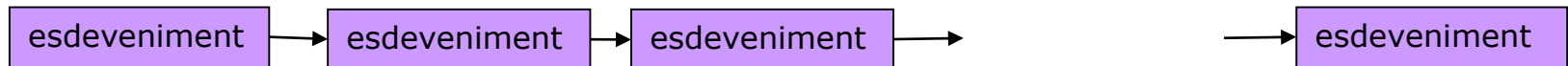
PE: exemple

Temps entre arribades		Temps de servei	
a_1	35	b_1	40
a_2	12	b_2	30
a_3	29	b_3	30
a_4	47	b_4	20
a_5	12	b_5	30

PE: cronograma



PE: Llista d'esdeveniments



```
esdeveniment  
tupla  
{  
  Temps d'execució: real  
  Prioritat: enter  
  Tipus: enter  
}  
fi tupla
```

PE: Esdeveniment

- Tipus de esdeveniment
 - ▣ Determinat en funció del model.
 - ▣ Esdeveniment Sortida, Esdeveniment Arribada per una MM1
- Temps de creació
 - ▣ Indica el instant de temps en el que el esdeveniment entra en el sistema.
- Temps d'execució
 - ▣ Indica el instant de temps en el que s'executa.
- Prioritat

PE : Esdeveniment

- El temps en el que el esdeveniment s'haurà d'executar.
- la prioritat d'aquest esdeveniment, es tindrà en compte únicament en cas que diferents esdeveniment tinguin el mateix temps d'execució.
- El tipus d'esdeveniment amb el que estem tractant. Es important per associar correctament el procediment de tractament a cada esdeveniment.

PE

Inicialitzar el rellotge de simulació.

Inicialitzar el estat inicial del model.

fiDeSimulació?

Extreure el primer esdeveniment de la llista d'esdeveniments

Tractar l'esdeveniment

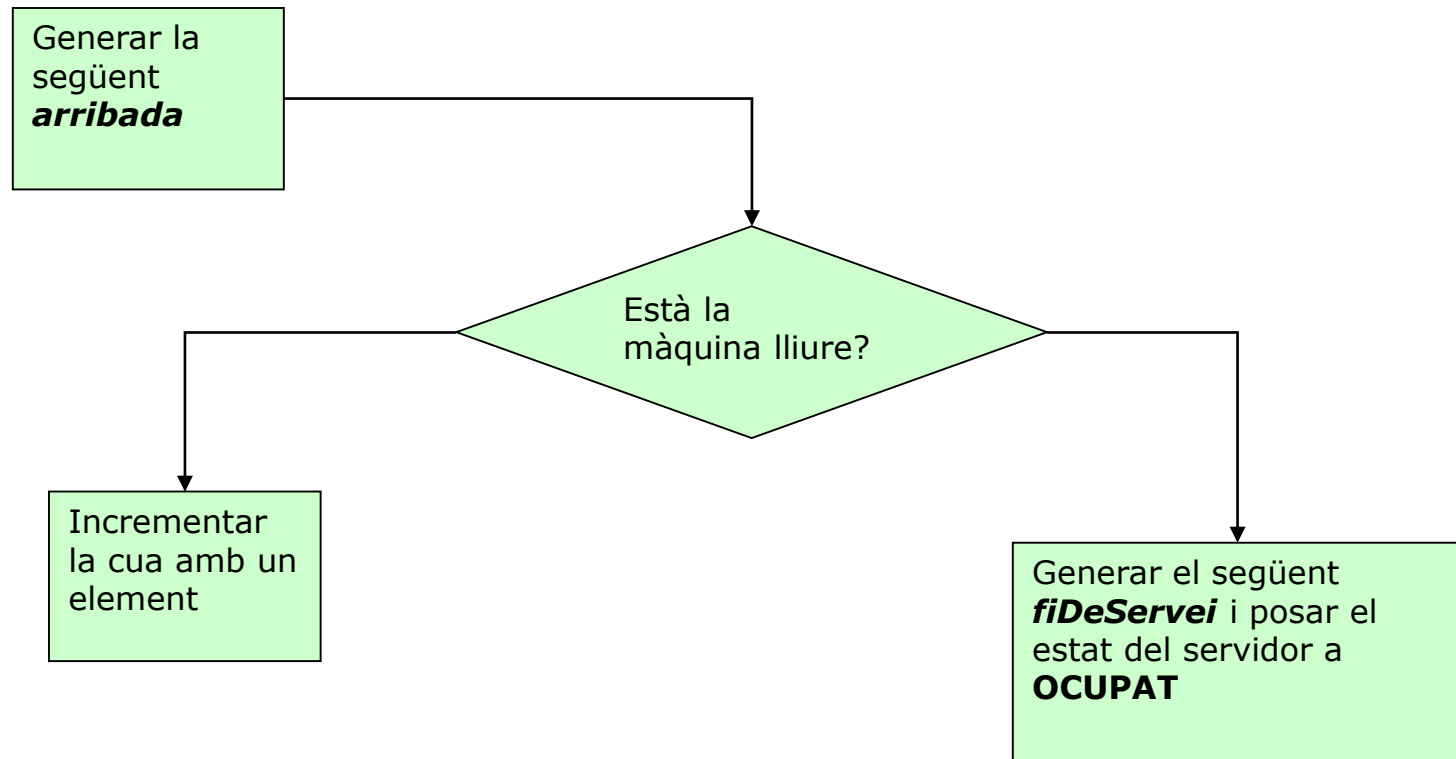
Avançar el rellotge de simulació fins al temps del esdeveniment tractat

Recollir estadístics, escriure informe

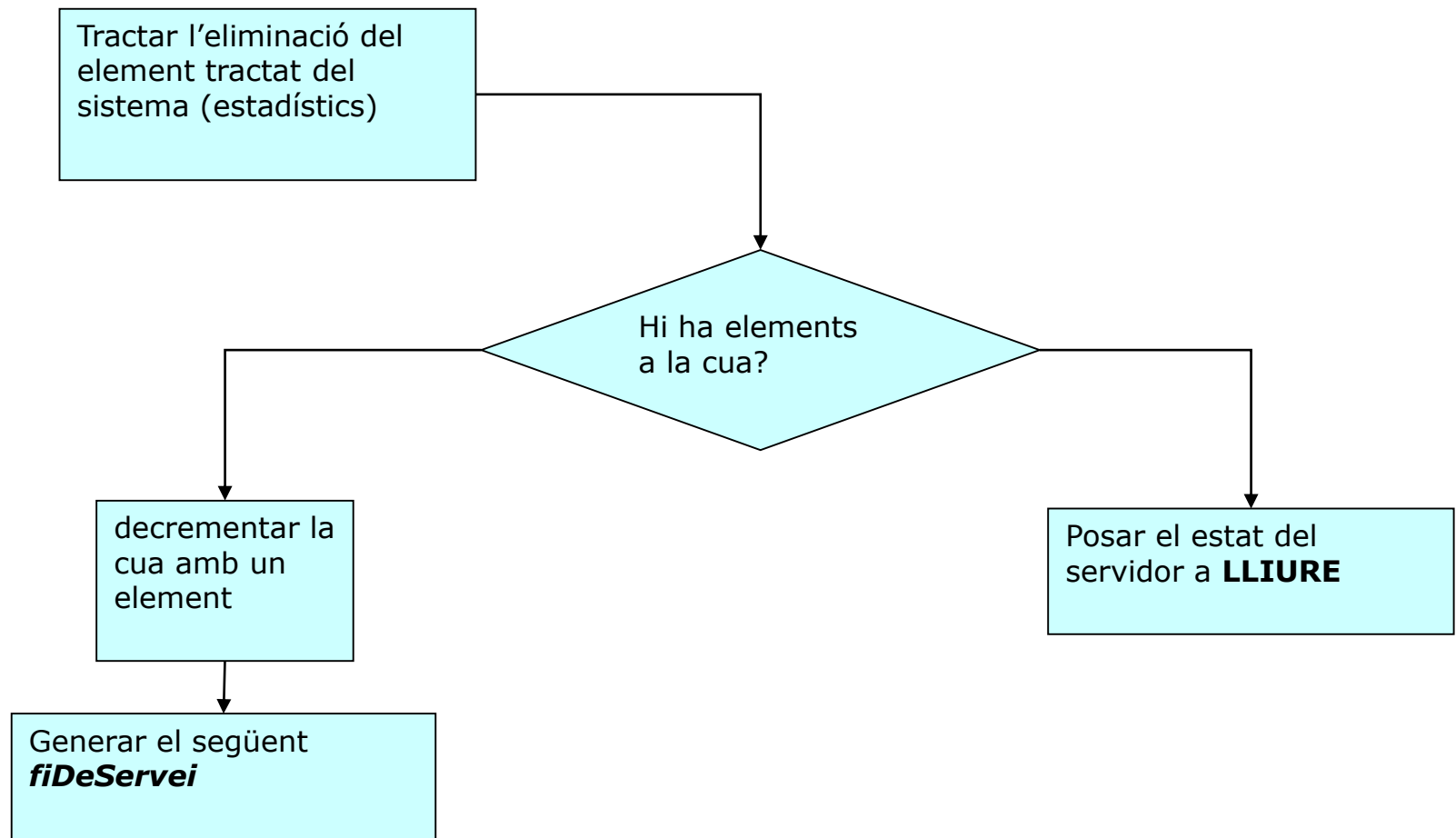
Llista d'esdeveniments



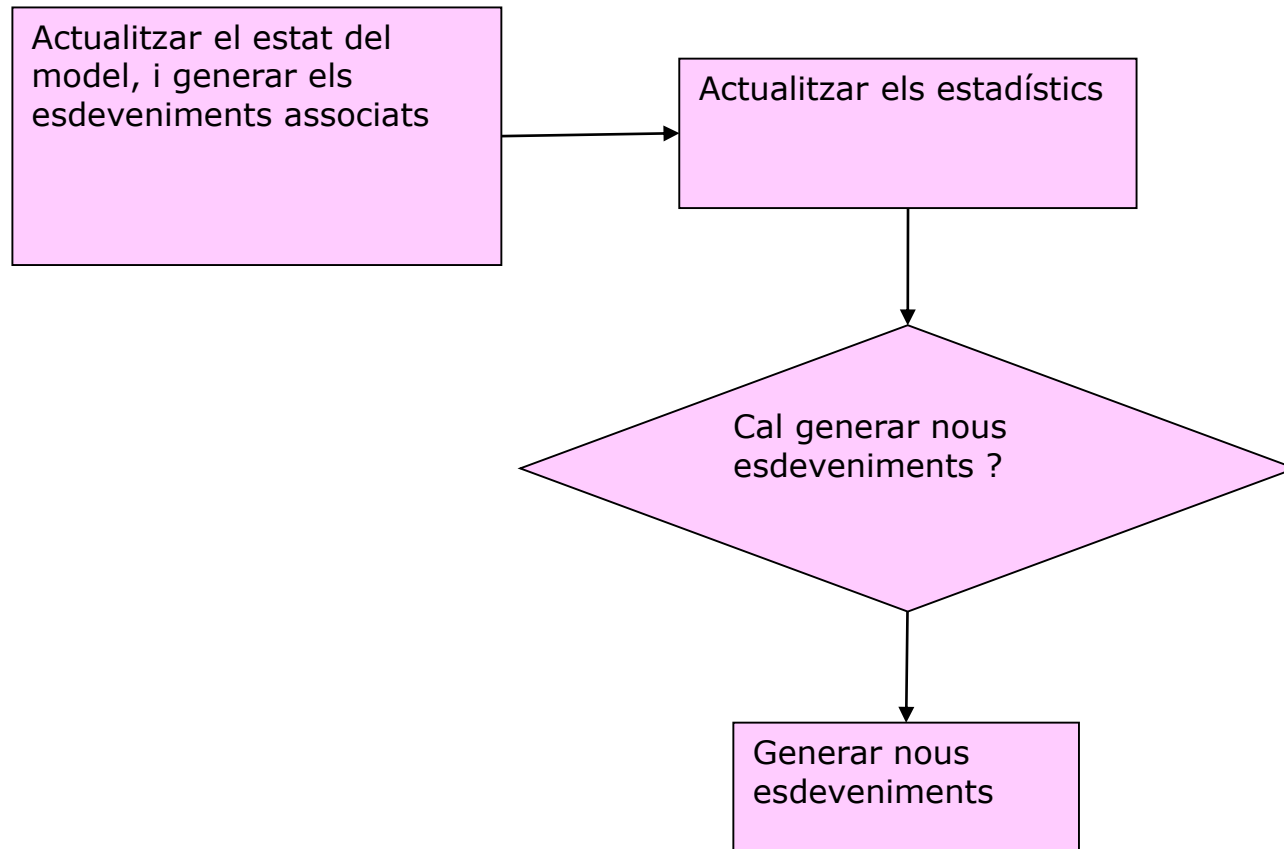
PE: tractament esdeveniment arribada



PE: tractament esdeveniment sortida



PE : tractament general



PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribad a	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0

PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribad a	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0

PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribad a	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,1509	0,5778	0,93940	1	0	1	0

PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,1509	0,5778	0,93940	1	0	1	0
2	0,5778	1,4772	0,93940	1	1	1	0

PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,15099	0,5778	0,9394	1	0	1	0
2	0,57788	1,4772	0,9394	1	1	1	0
3	0,93940	1,4772	3,5225	1	0	0	1

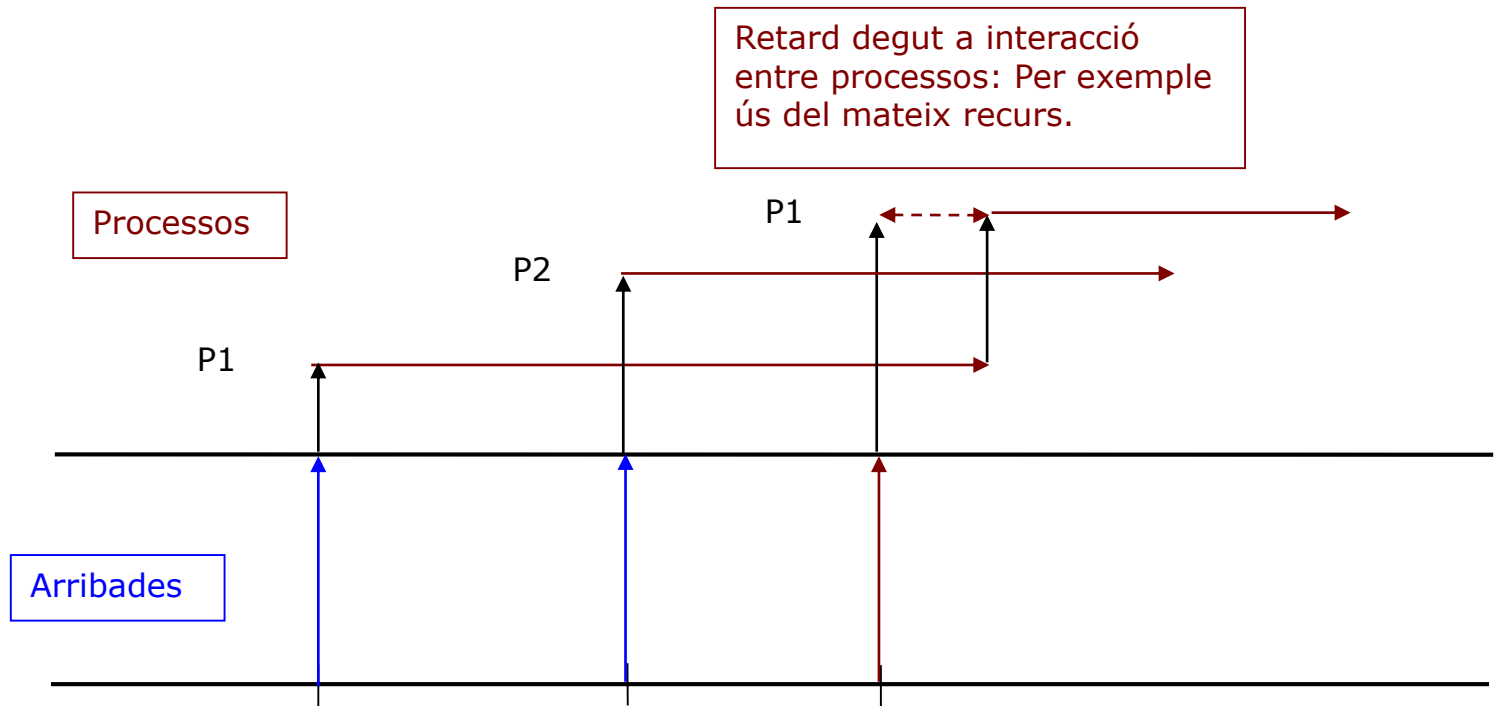
PE: Traça

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1509	1E+12	0	0	0	0
1	0,1509	0,5778	0,9394	1	0	1	0
2	0,5778	1,4772	0,9394	1	1	1	0
3	0,9394	1,4772	3,5225	1	0	0	1
4	1,4772	1,5657	3,5225	1	1	1	0

Interacció de processos

- Podem parlar de dues tipologies de processos, P1 i P2:
 - ▣ El primer procés, denotat per P1, seria el procés normal de un sistema $G | G | 1$, en el que l'entitat que arriba requereix dels serveis del servidor.
 - ▣ El segon procés, denotat per P2, seria aquell en el que les entitats no requereixen del treball del servidor, doncs simplement patiran una demora.

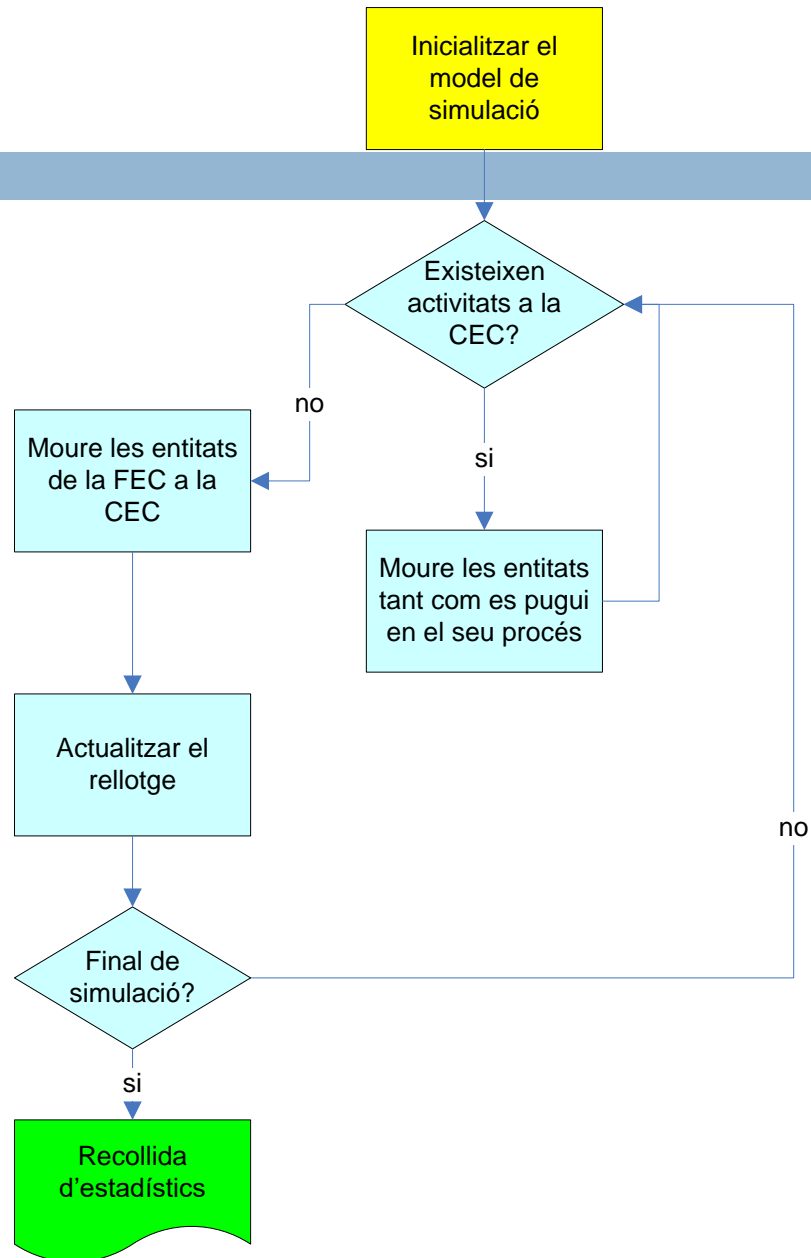
IP: cronograma



IP: llista d'esdeveniments

- Per simplicitat, es pot considerar que tenim dues llistes d'activitats, aquells que s'han de processar en el instant de temps actual, i aquells que s'han de processar en el futur.
- L'estructura no obstant seria molt similar a la mostrada en la llista d'esdeveniments del esdeveniment Schedulling, no obstant, ara cada un dels esdeveniments presenta una forta relació amb l'entitat i amb el procés que representa.

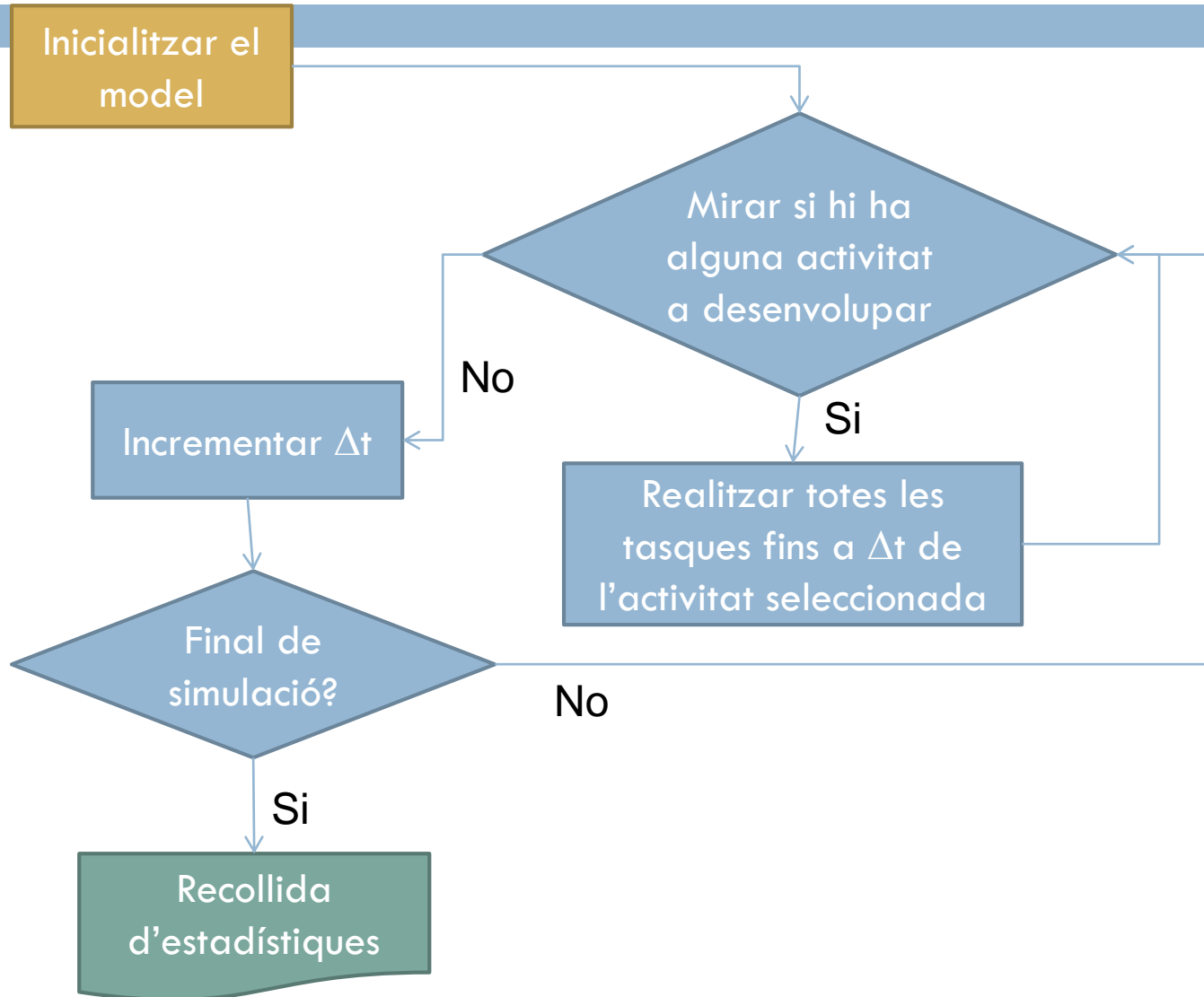
IP:



Exploració d'activitats

1. Mirar si hi ha alguna activitat a desenvolupar, es compleixen les seves condicions de guarda i, desenvolupar-la fins a Δt .
2. Quan no quedin més activitats a desenvolupar avançar el rellotge de simulació Δt .

EA: motor de simulació



Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua
1	1		1,5	-	0	0
2	2	1,5	8	2,6	1	0
	3					
3	3	2,6	8	-	0	0

Exemples

Traça PE (programació d'esdeveniments)

Traça EA (exploració d'activitats)

Traça IP (interacció de processos)

Traça Programació d'esdeveniments

Suposem les següents dades

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
0	0	0	0	0	0	0	0

Arribades:

1,6933
4,0012
5,2509
5,5315
5,6327
6,0014
7,3736

Sortides:

1,8840
4,3038
5,6282
6,5012
7,0477

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,693356	1E+12				
1	1,693356	4,001288	1,884081404	1	0	1	0
2	1,884081	4,001288	1E+12	0	0	0	1
3	4,001288	5,250927	4,303805741	1	0	1	0

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
3	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
4	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
3	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
4	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1
5	5,2509	5,5315	5,6282	1	0	1	0

Traça Programació d'esdeveniments

Id	Temps	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
		1,6933	1E+12				
1	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
3	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
4	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1
5	5,2509	5,5315	5,6282	1	0	1	0
6	5,5315	5,6327	5,6282	1	1	1	0
7	5,6282	5,6327	6,5012	1	0	0	1
8	5,6327	6,0014	6,5012	1	1	1	0
9	6,0014	7,3736	6,5012	1	2	1	0
10	6,5012	7,3736	7,0477	1	1	0	1
11	7,0477			1	0	0	1

Traça Exploració d'activitats

- Suposem un delta de 1. Simular fins Temps = 6.

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arriba da	Sortida a
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0

Propera arribada	Propera sortida
1,6933	1,8840
4,0012	4,3038
5,2509	5,6282
5,5315	6,5012
5,6327	
6,0014	

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,69335	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0
7	5	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0
7	5	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
8	5	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1

Traça Exploració d'activitats

Id	Temps	Temps Event	Propera arribada	Propera sortida	Estat Servidor	Long Cua	Arribada	Sortida
1	1		1,6933	1E+12	0	0	0	0
2	2	1,6933	4,0012	1,8840	1	0	1	0
3	2	1,8840	4,0012	1E+12	0	0	0	1
4	2		4,0012	1E+12	0	0	0	0
5	3		4,0012	1E+12	0	0	0	0
6	4		4,0012	1E+12	0	0	0	0
7	5	4,0012	5,2509	4,3038	1	0	1	0
8	5	4,3038	5,2509	1E+12	0	0	0	1
9	6	5,2509	5,5315	5,6282	1	0	1	0
10	6	5,5315	5,6327	5,6282	1	1	1	0
11	6	5,6282	5,6327	6,5012	1	0	0	1
12	6	5,6327	6,0014	6,5012	1	1	1	0

Traça Interacció de processos

Pas	Temps	CEC	FEC
1	Inici	-	-
2	0	-	(1,Fora,1,2)

- Els intervals entre generacions son:
 - ▣ (2,2,4,4)
- Només es generen 4 entitats.

Example (data)

- Interval between generations:

- ▣ (2,2,4,4)

- We only generate 4 entities.

1. Enter 3 ± 1 minutes
2. Start Store
3. Entering Lathe
4. Leaving Store
5. Turning 3
6. Exit Lathe
7. Exit System

Pas	Temps	CEC	FEC
1	Inici	-	-
2	0	-	(1,Fora,1,2)

Exemple (Cadenes d'esdeveniments)

Pas	Temps	CEC	FEC	Comentaris
1	Inici	-	-	
2	0	-	(1,Fora,1,2)	La primera Xact.
3	2	(1,Fora,1,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
4	2	-	(2,Fora,1,4) (1,5,6,5)	Movem la Xact 1 tant com podem, s'atura en el 5 (<i>advance</i>) i generem la segona Xact.
5	4	(2,Fora,1,Ja)	(1,5,6,5)	Xact de FEC a CEC.
6	4	(2,2,3,Ja)	(1,5,6,5) (3,Fora,1,8)	Movem la Xact 2 tant com podem, s'atura en el 2 (<i>seize</i>) i generem la tercera Xact.

Exemple (Cadenes d'esdeveniments)

Pas	Temps	CEC	FEC	Comentaris
7	5	(2,2,3,Ja) (1,5,6,Ja)	(3,Fora,1,8)	Xact de FEC a CEC.
8	5	-	(3,fora,1,8) (2,5,6,8)	Movem la Xact 1 tant com pugem, surt del sistema. Movem la Xact 2 tant com puguem, arriba al 5 (<i>advance</i>).
9	8	(3,Fora,1,Ja) (2,5,6,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
10	8	-	(3,5,6,11) (4,Fora,1,12)	Movem la Xact 2 tant com pugem, surt del sistema. Movem la Xact 3 tant com pugem, arriba al 5(<i>advance</i>). Generem la propera arribada.

Exemple (Cadenes d'esdeveniments)

Pas	Temps	CEC	FEC	Comentaris
11	11	(3,5,6,Ja)	(4,Fora,1,12)	Xact de FEC a CEC.
12	11	-	(4,Fora,1,12)	Movem la Xact 3 tant com puguem, surt del sistema.
13	12	(4,Fora,1,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
14	12	-	(4,5,6,15)	Movem la Xact 4 tant com puguem, entre en el 5 (<i>advance</i>).
15	15	(4,5,6,Ja)	-	Xact de FEC a CEC.
16	15	-	-	Movem la Xact 4 tant com puguem, surt del sistema.

Quin es el millor paradigma?

- PE (programació d'esdeveniments), EA (exploració d'activitats), IP (interacció de processos)
- En els paradigmes EA i IP MAI podem manipular directament la llista d'esdeveniments (PE permet tenir un control més acurat del MOTOR).
- PE és més difícil de formalitzar.
- EA implica usualment un rendiment menor.
- EA implica usualment una execució a temps real.
- IP compta amb una gran varietat de programaris.
- PE permet ajustar el problema al detall.

Taula resum

	PE	IP	EA
Formalitzable	*	***	**
Control motor	***	**	**
Rendiment	***	***	*
Temps real	*	*	***
Eines	*	***	**
Dificultat implementació	***	*	**