

PRÀCTICA DE SIMULACIÓ D'EVENTS DISCRETS (GPSS)

Simular un parc d'atraccions



Hajweria Hussain Shaheen

Gemma Bachs Prim

Iker Díaz Tellez

15 de març de 2025

Índex

1	Introducció	2
2	Objectius	2
3	Dades rellevants	2
3.1	Característiques del Dragon Khan	2
3.2	Dades del parc i estimació de visitants	3
3.3	Taxa de generació de visitants per minut	3
3.4	Implementació de la distribució triangular	3
3.4.1	Definició de la funció de distribució triangular	4
4	Assumpcions	5
4.1	Assumpcions generals	5
4.2	Assumpcions sobre les dades del sistema	5
4.3	Assumpcions estructurals	6
5	Model	6
6	Resultats	8
7	Bibliografia	10

1 Introducció

En aquesta pràctica, realitzarem una simulació de l'atracció Dragon Khan de PortAventura utilitzant el programari de modelatge i simulació aGPSS. La finalitat principal d'aquest estudi és analitzar el comportament de la cua d'espera durant un període de tres hores, avaluant mètriques clau com la longitud mitjana de la cua i el nivell d'ocupació en cada viatge del tren.

2 Objectius

- Modelar el sistema d'espera i embarcament del Dragon Khan utilitzant aGPSS, considerant l'aleatorietat en l'arribada de visitants i la seva distribució en grups de diferents mides.
- Simular un període de tres hores per analitzar el comportament del sistema.
- Registrar dades clau, com:
 - La mida de la cua en cada viatge.
 - El nivell d'ocupació de l'atracció en cada viatge.
 - El nombre total de persones que han utilitzat l'atracció.

3 Dades rellevants

Per a realitzar la simulació de l'atracció Dragon Khan, s'han recopilat i analitzat les principals dades operatives i estadístiques que defineixen el seu funcionament.

Atès que les dades disponibles no especifiquen si corresponen a temporada alta o baixa, hem assumit un escenari de temporada alta. Per garantir una representació més realista d'aquesta situació, s'ha aplicat un ajust als valors estimats, considerant un increment en la demanda per reflectir el major afluència de visitants característica d'aquests períodes.

3.1 Característiques del Dragon Khan

Paràmetre	Valor
Capacitat total del tren	28 persones (7 cotxes per tren, 4 per fila)
Duració total d'un viatge	1 min 30 s (recorregut) + 0.3 ± 0.1 min (preparació)
Volum màxim de passatgers/hora	1300 passatgers/hora

Taula 1: Característiques del Dragon Khan.

3.2 Dades del parc i estimació de visitants

Paràmetre	Càlcul	Valor
Visitants anuals a PortAventura	-	3.975.000 persones
Dies d'obertura anuals	-	276 dies
Visitants diaris al parc	3.975.000/276	14.402 persones/dia
% visitants que van al Dragon Khan	70% del total	10.081 persones/dia
Visitants per hora	10.081/12	840 persones/hora
Visitants per minut	840/60	14 persones/minut
Generació de visitants per minut	1/14	0.0714 visitants per segon

Taula 2: Estimació del flux de visitants.

3.3 Taxa de generació de visitants per minut

Per representar adequadament l'arribada de visitants a la cua del ****Dragon Khan**** en la simulació, s'ha calculat la següent taxa d'arribada:

- **Generació de visitants per minut** basada en l'estimació prèvia:

$$\frac{1}{14} = 0.0714 \quad \text{visitants per segon} \quad (1)$$

- **Distribució dels grups de visitants** segons el problema plantejat:

Persones per grup	1	2	3	4	5
Probabilitat	10%	30%	35%	20%	5%

Taula 3: Distribució probabilística de la mida dels grups.

- Observant que els ****grups de 3 persones**** són els més freqüents (35%), es considera una aproximació basada en aquesta mida per estimar la taxa efectiva d'arribada:

$$0.0714 \times 3 = 0.214 \quad \text{persones per segon} \quad (2)$$

Aquesta aproximació permet modelar de manera més realista la càrrega de visitants a la cua, tenint en compte la mida mitjana dels grups que accedeixen a l'atracció.

3.4 Implementació de la distribució triangular

Per a la generació d'arribades de visitants a la cua del **Dragon Khan**, s'ha utilitzat una **funció de distribució triangular** en l'operació **GENERATE** dins del model *aGPSS*.

3.4.1 Definició de la funció de distribució triangular

La funció definida en el model s'anomena `trian`. Està basada en la següent estructura:

- El valor mínim de la funció és **0.244**.
- El valor màxim es produeix a $X = 0.5$ amb un valor de **0.284**.
- La funció decreix fins a **0.264** quan $X = 1$.

Aquesta funció de distribució permet representar un patró d'arribades en el qual hi ha una major probabilitat d'arribades en un punt intermedi, i menys probabilitat en els extrems. Com ja hem comentat abans hem inflat els valors trobats per representar temporada alta.

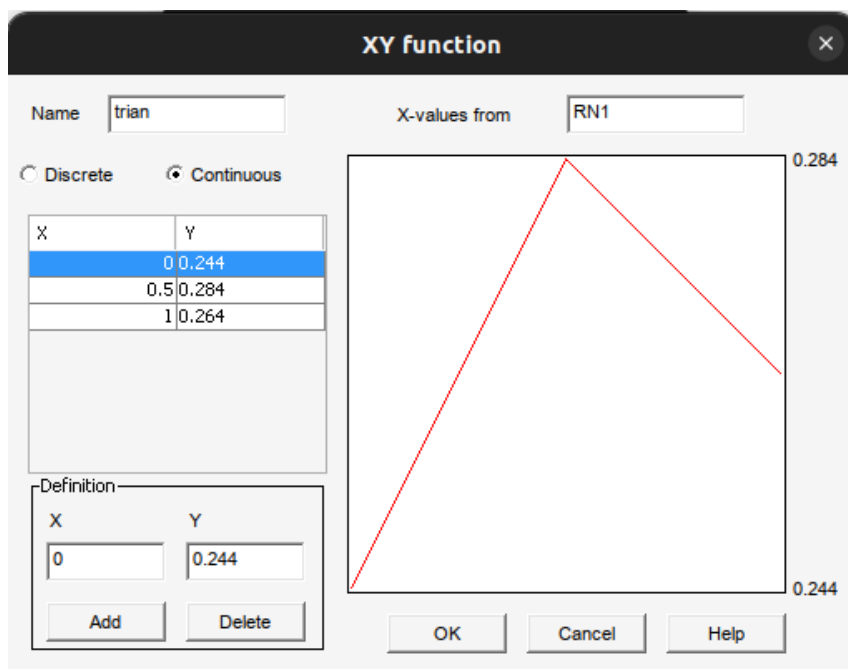


Figura 1: Definició de la funció `trian` utilitzada per modelar els temps d'arribada.

4 Assumpcions

Description
Simplification assumptions
Cada dia de l'any té la mateixa afluència de visitants a PortAventura i al Dragon Khan.
La simulació es fa en temporada alta
Es considera que de tots els visitants que arriben un 95% decideixen fer i un 5% desisteix
Es considera que no hi ha avaries ni interrupcions a l'atracció.
Systemic data assumptions
Diàriament, el 70% de visitants del PortAventura van al Dragon Khan.
Es considera que el temps de preparació (cinturons, comprovacions) està comprès entre 20 i 40
El temps mitjà de viatge és de 1 minut i 30 segons.
Systemic structural assumptions
No es tenen en compte els canvis de prioritat o cues VIP.

Figura 2: Assumpcions adoptades per a la simulació del Dragon Khan.

Per garantir una simulació **eficient** i **representativa** del funcionament del **Dragon Khan**, s'han establert diverses assumpcions que permeten simplificar el model sense perdre fidelitat als resultats esperats.

4.1 Assumpcions generals

- Cada dia de l'any té la mateixa afluència de visitants a **PortAventura** i al **Dragon Khan**.
- La simulació es realitza en **temporada alta**, assumint un màxim volum de passatgers.
- Es considera que el **95% dels visitants decideixen fer cua**, mentre que un **5% desisteix**.
- L'atracció opera **sense avaries ni interrupcions**.

4.2 Assumpcions sobre les dades del sistema

- El 70% dels visitants del parc accedeixen al **Dragon Khan**.
- El temps de preparació del viatge (cordar cinturons, comprovacions) està comprès entre **20 i 40 segons**.
- El temps mitjà del recorregut és d'**1 minut i 30 segons**.

4.3 Assumpcions estructurals

- No es tenen en compte **cues VIP ni canvis de prioritat**. Es modela un sistema de cua **estàndard**, sense factors externs que alterin la prioritat d'entrada.

Aquestes assumpcions permeten simplificar el model i enfocar l'anàlisi en **l'eficiència de la gestió de la cua**, garantint que els resultats siguin representatius del funcionament real del **Dragon Khan**.

5 Model

El programa simula el funcionament de la **cua** i el procés d'**embarcament** de l'atracció **Dragon Khan** mitjançant un model en **aGPSS**.

En primer lloc, es generen les **entitats (visitants)** seguint una **distribució triangular**, que determina la **variabilitat** en els temps d'arribada. A continuació, s'aplica una funció que assigna un valor a la variable "exces", la qual influeix en la **decisió** dels visitants:

- En el **95%** dels casos (**exces = 1**), els visitants decideixen fer **cua**.
- En el **5%** restant (**exces = 2**), si la **cua** supera les **40 persones**, els visitants **desisteixen** i abandonen la fila.

X	Y
0.95	1
12	2

Figura 3: Definició de la funció **exces** utilitzada per el desistiment de cues.

Un cop dins la **cua**, els visitants es **grupen** segons una **distribució predefinida** i esperen que el **tren** estigui disponible per poder **embarcar**.

En paral·lel, el model representa el **funcionament del tren**, el qual es genera només una vegada i opera en **cicles continus**. Cada **viatge** inclou un **temps de retard de 20 a 40 segons** per permetre el procés d'**embarcament** i **desembarcament** dels passatgers, incloent-hi les **comprovacions de seguretat** i el **tancament dels cinturons**. A continuació, es realitza el **recorregut**, que té una **durada de 1 minut i 30 segons**,

després del qual es completa el **desembarcament** i el **tren** queda disponible per a un nou **cicle**.

Per cada **viatge**, el sistema **emmagatzema informació** a una **matriu**, registrant la **mida de la cua** en aquell moment i el **nivell d'ocupació del tren**. Aquest model permet analitzar l'**eficiència** en la **gestió de la cua** i la **capacitat del tren** per absorbir la **demanda de passatgers**.

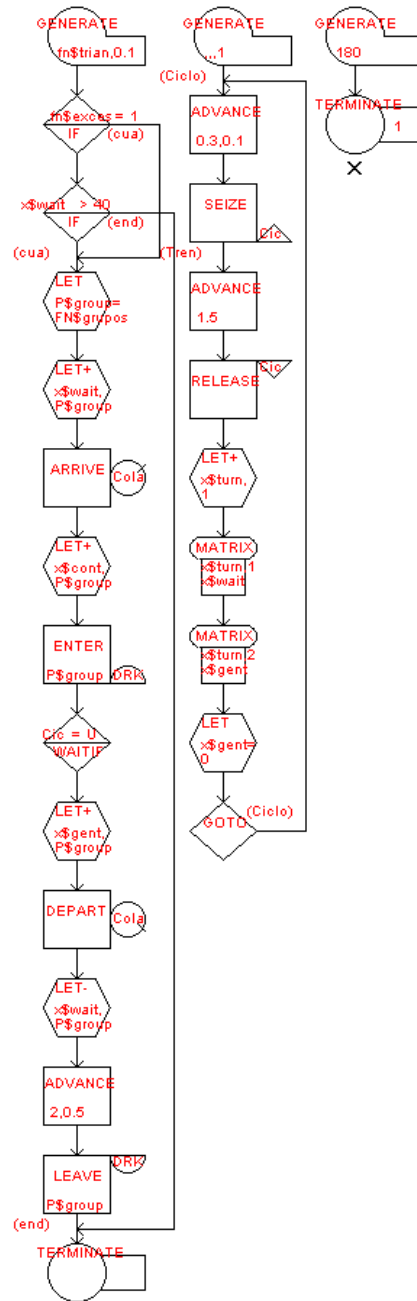


Figura 4: Programa GPSS.

6 Resultats

Contents of savevalues	
Savevalue name	Value
TURN	100.00
WAIT	41.00
CONT	1919.00
GENT	23.00

Figura 5: Valors emmagatzemats de les variables del model

Els valors guardats de la figura 5 mostren que el tren ha completat 100 viatges (TURN) i un total de 1919 passatgers processats (CONT). La variable GENT i WAIT son els ultims valors guardats en aquestes variables, així que no son significatius.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
AD set	Maximum	Average	Total	Zero	Percent
	contents	contents	entries	entries	zeros
COLA	30	15.36	684	3	0.44

	(6)	(7)	(8)
AD set	Average	\$Average	Current
	time/trans	time/trans	contents
COLA	4.04	4.06	14

\$Average time/trans=average time/trans excluding zero entries

Figura 6: Estadístiques de la cua durant la simulació

Els resultats de la figura 6 mostren que la cua (COLA) va tenir una mida màxima de 30 persones, amb un promig de 15,36 en espera i un total de 684 entrades, de les quals només un 0,44% del temps la cua estava buida. El temps mitjà d'espera per transacció va ser de 4,04 minuts, mantenint-se estable excloent els casos sense espera.

A partir de les dades emmagatzemades a la matriu, s'han generat els dos gràfics següents, que permeten analitzar l'evolució del sistema i l'eficiència en la gestió de la cua i el nivell d'ocupació del tren.

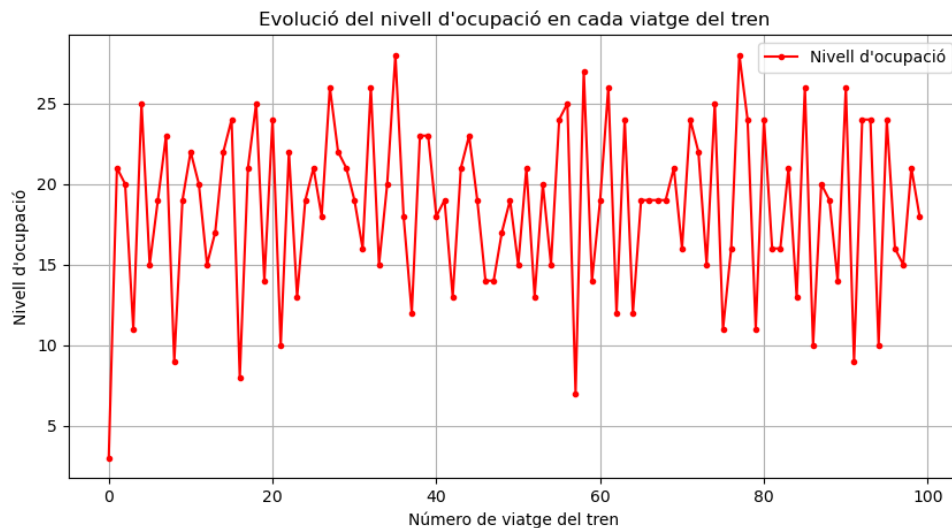


Figura 7: Evolució del nivell d'ocupació en cada viatge del tren

L'anàlisi de l'evolució del nivell d'ocupació en cada viatge del tren mostra una alta variabilitat, amb valors que fluctuen entre 5 i 28 passatgers. Aquest comportament indica que, tot i que en molts viatges el tren opera amb un nivell d'ocupació elevat, hi ha moments en què el nombre de passatgers és significativament més baix. Aquesta fluctuació pot ser conseqüència de la distribució aleatòria dels grups de passatgers, la dinàmica de la cua o possibles desercions de visitants que decideixen no esperar. En general, es pot observar que, en algunes fases de la simulació, el tren no arriba a la seva capacitat màxima de 28 persones, fet que podria suggerir ineficiències en la gestió de l'embarcament.

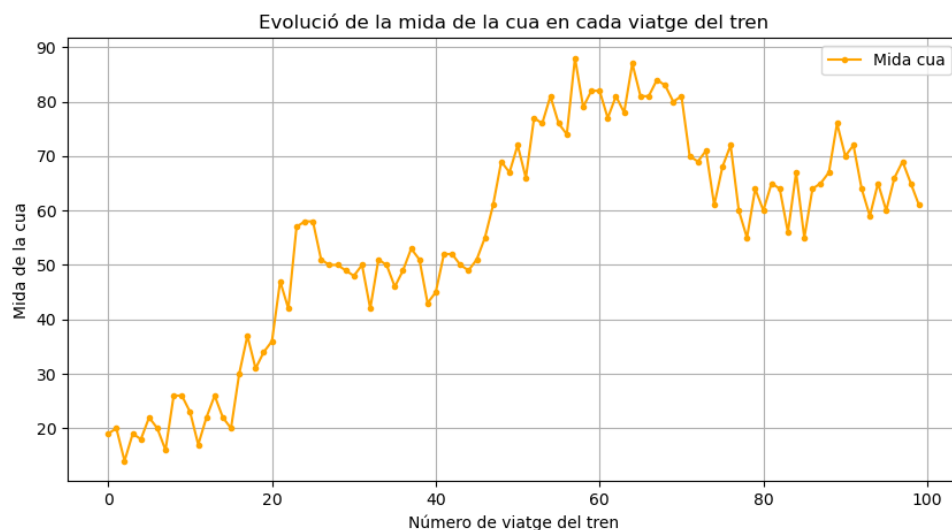


Figura 8: Evolució de la mida de la cua en cada viatge del tren

D'altra banda, la evolució de la mida de la cua mostra un increment sostingut, especialment a partir del viatge número 20, amb pics que superen les 80 persones en espera. Aquest augment indica que la demanda de l'atracció és superior a la seva capacitat per absorbir visitants, generant acumulacions significatives a la cua. A mesura que avança la simulació, es poden identificar moments d'estabilització, però la tendència general és que

la cua es fa més llarga amb el temps. Això podria suggerir que la velocitat d'atenció de l'atracció no és suficient per satisfer l'afluència constant de visitants.

Per reduir la cua de l'atracció i millorar la seva eficiència, es podrien implementar diverses estratègies. Algunes opcions que hem pensat inclouen augmentar la capacitat del tren si la infraestructura ho permet, o bé implementar sistemes de reserva i cues virtuals per evitar acumulacions físiques i distribuir millor el flux de visitants.

7 Bibliografia

Referències

- [1] *Dragon Khan*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. Disponible a: https://es.wikipedia.org/wiki/Dragon_Khan [Consulta: 28 de febrer de 2024].
- [2] *Datos históricos de asistencia de PortAventura Park*. Disponible a: <https://queue-times.com/es/parks/19/attendances> [Consulta: 28 de febrer de 2024].
- [3] *Dragon Khan at PortAventura Park queue times*. Disponible a: <https://queue-times.com/parks/19/rides/593> [Consulta: 28 de febrer de 2024].