Treball de Simulació. Facturació línia aèria.

Optimització i Simulació 2016-2017Qp

Data: 26/03/17

Grup de classe: 30

Grup de treball: T30\_15

Autors: Sergio González Marinas

Arnau Canyadell Miquel

Joan Marcè Igual

Professor: Ernest Benedito

Contingut del treball

[1. Introducció 2](#_Toc478049054)

[2. Descripció del sistema i estudi que es vol realitzar 2](#_Toc478049055)

[3. Desenvolupament del model de simulació 3](#_Toc478049056)

[4. Disseny i execució de l’experiment de simulació 4](#_Toc478049057)

[5. Anàlisi dels resultats 5](#_Toc478049058)

[6. Conclusions 5](#_Toc478049059)

[Annex 5](#_Toc478049060)

# Introducció

En aquesta memòria s’exposarà la descripció, la metodologia i els resultats del treball de simulació. El treball consisteix en simular la facturació de una línia aèria provant diferents variants de elements en el sistema. L’enunciat detallat del treball es el següent:

En el mostrador d’una línia aèria hi ha 12 agents per facturar les maletes dels passatgers. Els passatgers arriben al mostrador en grups amb un número de persones aleatori amb la llei següent:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Num. passatgers | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Probabilitat | 0,25 | 0,35 | 0,25 | 0,10 | 0,05 |

El temps entre arribades successives de 2 grups de passatgers és aleatori i segueix una llei exponencial de mitjana 1 minuts. El temps per facturar les maletes d’un passatger segueix una llei normal de mitjana 4 min. i desviació 1 min., truncada entre 2 i 6 minuts. La companyia aèria vols substituir els agents per màquines d’autofacturació. El temps per facturar les maletes d’un passatger en una de les màquines segueix una llei uniforme entre 4 i 10.

Es vol determinar el número de màquines necessàries per tal que el temps d’espera per facturar amb les màquines d’autofacturació no superi al temps d’espera amb els agents.

# Descripció del sistema i estudi que es vol realitzar

En aquest treball es vol estudiar dos sistemes que tenen similitud però varien en un dels seus elements. Aquest estudi té com a fi comparar els dos sistemes per tal de determinar el numero de maquines facturadores necessàries per fer més petit el temps d’espera comparat amb el temps d’espera amb els agents facturadors. Com abans s’ha exposat la diferencia entre un sistema i un altre es que l’element agent facturador es substitueix per les maquines d’autofacturació. L’estudi que es vol realitzar consta de dues etapes fonamentals , la primera és simular el temps d’espera amb els agents facturadors i la segona és fer simulacions amb diferents numero de maquines per determinar el número mínim de màquines necessàries per obtenir un temps d’espera inferior al de l’etapa 1.

Primer de tot, s’ha determinat que el número mínim de maquines d’autofacturació per a que el sistema disposi de la capacitat suficient i així evitar simulacions innecessàries. La taxa d’entrada que tenim és: λ=2,35 passatgers · s-1 . La taxa de servei és: µ=1/7 passatgers · s-1 . Com que:

Amb n≥17 màquines el sistema no es col·lapsarà, és a dir, tindrà la capacitat suficient per fer la simulació.

# Desenvolupament del model de simulació

El tipus de sistema és discret perquè les variables d'estat canvien de forma instantània en instants de temps separats. El tipus de model que s’haurà de fer és discret, estocàstic i dinàmic.

Els elements del sistema comuns en les dues simulacions:

* Mostrador
* Grups de passatgers
* Passatgers
* Lloc d’espera

Elements que varien en les dues simulacions:

* 12 agents facturadors ↔ n màquines d’autofacturació

Els estats del sistema són:

* Estat agents facturadors (12): lliure/ocupat.
* Estat màquines d'autofacturació (n): lliure/ocupat.
* Llista de persones en espera: {temps arribada}.

La gestió del rellotge és asíncrona ja que cada vegada que es genera un esdeveniment aquest es registra.

Els esdeveniments que modifiquen l’estat del sistema són:

* + - Arribada d´un grup de passatgers
    - Finalització d´una facturació

Com els esdeveniments modifiquen l’estat del sistema:

* + - Arribada d´un grup de n passatgers
      * Sigui m el nombre de facturadors lliures assignar p = min(n, m) clients a p facturadors i canviar l´estat d´aquests p facturadors a *Ocupat* i afegir n – p temps d´arribada a la llista de persones en espera.
    - Finalització d´una facturació
      * SI la llista de persones en espera és buida canviar l´estat del facturador a *Lliure*.
      * Altrament eliminar de la llista el client amb temps d´arribada menor.

Com s’afegeixen nous esdeveniments a la llista de propers esdeveniments:

* + - Arribada d´un grup de n passatgers genera:
      * L´arribada d´un grup de passatgers genera una altra arribada d’un grup de n2 passatgers al cap de t temps. t ~ Exp(1) i n2 segueix la probabilitat de la taula següent:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Núm. passatgers | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Probabilitat | 0,25 | 0,35 | 0,25 | 0,10 | 0,05 |

* + - * Per cada client que hagi iniciat una facturació en el moment d´arribada es genera una *Finalització de la facturació* al cap de un temps t.
        + Si hi ha persones facturadores t ~ N(4, 1) truncada entre 2 i 6.
        + Si hi ha màquines d´autofacturació t segueix una llei uniforme entre 4 i 10.
    - Finalització d´una facturació
      * Si la llista de persones en espera no és buida es genera una altra *Finalització d´una facturació* amb un temps t amb les mateixes lleis que a l´apartat anterior.

Els comptadors estadístics que s’utilitzaran per fer l’estudi són:

* + - Suma total dels temps d´espera
    - Nombre total de clients que han facturat
    - Desviació estàndard dels temps d´espera

# Disseny i execució de l’experiment de simulació

Les magnituds que es volen observar són la diferencia entre el temps en que es ates un passatger i el seu temps d’arribada, la suma total de aquestes diferencies i la desviació estàndard dels temps d’espera. Al final de l’estudi es vol observar la mitjana dels temps d’espera de cada simulació.

El estudi de la simulació es farà en regim permanent, perquè volem que les probabilitats de adoptar els diferents valors de l’estat siguin independents del temps.

Els valors de les variables d’estat a l’inici de la simulació:

* Estat dels agents facturadors = *Lliure*
* Estat de les màquines d´autofacturació = *Lliure*
* Llista de persones en espera = {}

En la execució de les simulacions s’ha observat que el sistema es estable des de el principi, per això hem decidit que la llargada del “warm-up” sigui 0.

S’ha decidit que quan el rellotge arribi a 480 min s’atura la simulació. Aquesta es la condició de finalització que s’ha triat perquè es l’horari laboral de 8 hores i es considera significativament gran per fer la simulació.

S’han fet 40 simulacions per variació del sistema (12 agents facturadors i nimàquines d’auto facturació, no es volia fer més per no augmentar el temps de simulació.

# Anàlisi dels resultats

* Estimadors de les magnituds que voleu observar (mitjana, variància,...).
* Interval de confiança del estimadors
* Gràfics i histogrames de les mostres obtingudes

Amb els comptadors estadístics utilitzats a cada simulació s’ha obtingut la mitjana de totes les variants del sistema. Els resultats s’indiquen a la següent taula:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sistema | Mitjana (min) | Desviació estàndard |
| 12 agents | 1,413 | 0,783 |
| 17 màquines | 8,67 | 5,213 |
| 18 màquines | 4,37 | 2,675 |
| 19 màquines | 2,39 | 1,102 |
| 20 màquines | 1,575 | 0,663 |
| 21 màquines | 1,133 | 0,5982 |
| 22 màquines | 0,877 | 0,3119 |

Com es pot observar el nombre de màquines mínim per millorar el temps d’espera es troba entre 20 i 21 màquines. Per verificar estadísticament quin es el nombre de màquines òptim, es fa un anàlisi de les mitjanes. Es determina com a hipòtesi nul·la: H0: µ1<µ2 i com a hipòtesi alternativa: H1: µ1≥µ2. Es fa un contrast d’hipòtesi per observar amb quina varietat del sistema es pot rebutjar la hipòtesi nul·la.

# Conclusions

* Conclusions del treball

Mitjançant el càlculs exposats a l’apartat anterior, es determina que el nombre de màquines mínimes per tal que el temps d’espera per facturar amb les màquines d’auto facturació no superi al temps d’espera amb els agents és:

A partir d’aquest numero de maquines el temps es redueix cada vegada que s’afegeix una màquina al sistema. Es té la possibilitat de reduir la mitjana de temps d’espera fins a 1 minut, fet que agilitzaria la facturació. S’ha de tenir en compte tant el volum que ocupen les maquines com el cost d’aquesta inversió abans de fer qualsevol modificació, ja que augmentem quasi el doble el numero de màquines respecte els agents facturadors que teníem contractats.

# Annex

* Programa informàtic