

Pràctica de simulació: Peatge de Martorell



Aleix Linares
Pau Ponsa
Oriol Freixa
Curs 2020-2021

Domini i elements d'interès del sistema

Introducció:

La nostra pràctica tracta el Peatge de Martorell. Concretament el nostre objectiu és estudiar l'impacte que suposaria habilitar un peatge basat en lectura de matrícules. Tindrem en compte diferents problemes que puguin sorgir com, per exemple, averies de barreres i el seu impacte en el funcionament general del sistema.

Primer s'ha d'explicar en què consisteix el peatge de lectura de matrícula. Doncs bé funciona de la següent manera: Primer un usuari contracta el servei i assigna la seva matrícula. Un cop fet això, al passar per aquests peatges especials unes càmeres fotografien la matrícula de l'usuari i comprova que hagi contractat el servei. A diferència del teletac, aquest mètode no requereix frenar en absolut i per tant pots continuar a 120 km/h. En cas de no estar registrat i passar per aquests carrils, li suposarà a l'usuari una multa. Aquesta forma de pagar peatges ja s'ha implantat en llocs com Portugal.

L'impacte d'aquests peatges seria complementant els peatges que ja hi ha. A més a més, tenint en compte els diferents problemes que puguin anar sorgint com avaries de barreres i el seu respectiu tancament d'alguns dels peatges, és a dir, mirarem si el temps en que els peatges estan fora de servei és massa malt.

Aquest estudi no és basat en l'estat actual amb tot el tema del covid, sinó d'un temps anterior. En l'any 2010 per la carretera hi circulaven uns 76.500 vehicles diaris, sent unes de les més transitades de catalunya. El fet de tenir peatges, lògicament, ralentitza la circulació dels vehicles pel fet d'haver de reduir si tens teletac o parar i haver de pagar amb targeta o metàl·lic. Per aquest motiu estudiarem l'impacte tindria aquesta implementació i com milloraria la circulació, a part d'observar si el temps en el que els peatges estan espatllats és massa gran i com afecta a la circulació.

Components del sistema:

El sistema es compon de 9 peatges (6 normals i 3 de teletac) amb 9 cues de first in first out i 3 carrils de first in first out, 2 carrils de lectura de matrícules i 2 empleats que seran els encarregats d'arreglar un peatge quan deixi de funcionar. La reparació té un temps mig associat.

Recursos:

Els recursos del sistema són els 3 tipus de peatges i els carrils que ens fan arribar en aquests. Els recurs mòbil que tenim són els 2 treballadors que hem anomenat anteriorment.

Entitats:

Com a entitats del nostre sistema tenim els vehicles lleugers que conformaran la majoria dels vehicles que passen pel nostre sistema i utilitzen tant els peatges normals, com el peatge de lectura de matrícula. A més a més, tenim els vehicles pesats que formen una petita part de les entitats que passen pel sistema.

Hipòtesis considerades

Hipòtesis Sistèmiques

Estructurals

Els peatges, sense importar el tipus, són entitats fixes.

Els carrils són entitats fixes.

Els cotxes, camions i altres vehicles que circulen per la carretera seran entitats temporals.

Aquestes passaran pel peatge, que consistirà en un processador.

Tots els vehicles han de passar per algun peatge.

Els peatges poden patir avaries.

Els vehicles pesants no poden utilitzar els peatges normals.

Dades

El temps de processament en el cas del peatge tradicional segueix una distribució normal.

El temps d'arribada seguirà una distribució uniforme.

El temps de processament en el cas del peatge de lectura de matrícula serà de 0.

El temps fins la primera fallada(MTFF), el temps entre fallades(MTBF) segueixen una distribució exponencial.

El temps per arreglar(MTTR) segueix una distribució normal

Hipòtesis Simplificadores

Els vehicles arribaran d'una sola source, per poder nosaltres fer anar els vehicles als peatges més buits.

Tots els camions i autobusos utilitzen el mètode de lectura de matrícules o el teletac en cas que no estigui disponible.

El sistema contindrà 9 cues, 6 peatges tradicionals, d'aquestes cues només es pot anar a un peatge, i 3 de lectura de matrícula.

El sistema contindrà una *source* i cues que es dividiran en altres cues fins arribar al peatge, arribant una sola cua a cada peatge. Això ho fem per simular els carrils de la carretera.

Els vehicles prioritzaran les cues més buides.

Especificació

El funcionament del sistema és el següent. Primer de tot els vehicles entraran al sistema, recalcar que els vehicles podran ser de dos tipus vehicles: pesants, camions i trailers, i lleugers, motos i cotxes. Un cop han entrat al sistema, a mesura que avancen es dividiran en varies cues, aquestes cues s'escolliran segons la disponibilitat dels peatges, en el cas dels processadors 4,5 i 6, si n'hi ha de buits per la primera cua, doncs aniran cap allà. En cas del processadors 9, 8, 7 utilitzem el process flow per fer que la cua 1, del processador 9, sigui prioritaria, després la 2, del processador 8, i finalment la 3, del processador 7. Un cop entren a la cua, si no hi ha vehicles esperant entraran al peatge. Si el peatge és de teletac, el temps de processament serà baix ja que el vehicle només ha de reduir la velocitat i

passar. Si el vehicle va al tipus tarjeta, es considera que el temps de processament serà més alt ja que és on un vehicle s'està més estona. Un cop surtin del processament agafaran una cua i sortirà del sistema. Els vehicles que són trailer i de càrrega sempre agafaran la mateixa cua i allà només circularan per tres peatges que seran tipus teletac. Els vehicles que circulin pels carrils que el seu funcionament és per lectura de matrícula simplement seguiran recorrent com si no hi hagués peatge ni res, el temps de processament serà nul. En cas de que es tanqui un peatge, els vehicles que anaven per aquell carril s'hauran d'esperar a que s'arregli

Dades

Per poder executar el model, cal fer servir diferents distribucions estadístiques per simular diferents temps.

El primer d'aquests és l'interval d'arribada de vehicles, en el que farem servir una distribució normal de 3 de mitja amb una variança de 1 segons ja que considerem que hi haurà hores pic i vall.

El temps de processament de cada peatge dependrà del tipus d'aquest. En el cas de que sigui un peatge normal, seguirà una distribució normal centrada a 15 segons amb 5 de variança. En el cas de que sigui un peatge TeleTac, seguirà una distribució normal centrada a 3 segons amb 1 de variança. Considerem que les distribucions de tipus normals són les idònies en aquest cas ja que la majoria de la gent triga un temps similar a superar els peatges, sent més rars els casos més extrems.

El MTTF (Mean Time To First Failure) i el Up Time seguiran una distribució exponencial localitzada a 0 amb una escala de 100. Farem servir aquesta distribució ja que ens dona una probabilitat d'error que no varia en el temps.

Per acabar, el MTTR (Mean Time To Repair o Down Time com es refereix al FlexSim) seguirà una distribució normal centrada a 100 amb una variança de 10. Això ho farem així ja que, de nou, el temps mitjà per arreglar una averia també serà el més probable, sent menys probables els casos més extrems.

Disseny d'experiments

Per obtenir els resultats fem córrer l'experimentador en diferents escenaris amb tres rèpliques, de les quals agafarem dues aleatòries perquè són semblants. En cada escenari anirem canviant el percentatge de vehicles que utilitzen els carrils de lectura de matrícula. Aquestes simulacions han tingut un temps de simulació d'una setmana.

En els escenaris es pot observar com el percentatge de vehicles que utilitzen els carrils de lectura de matrícula va en augment. Així es pot deduir a partir de quina quantitat de vehicles que utilitzen la lectura de matrícula, la implantació d'aquests peatges tindrà un impacte positiu o no en la circulació dels vehicles, la quantitat i els colls d'ampolla. La variable de "Lectura activada" simplement habilita o no aquest peatge especial.

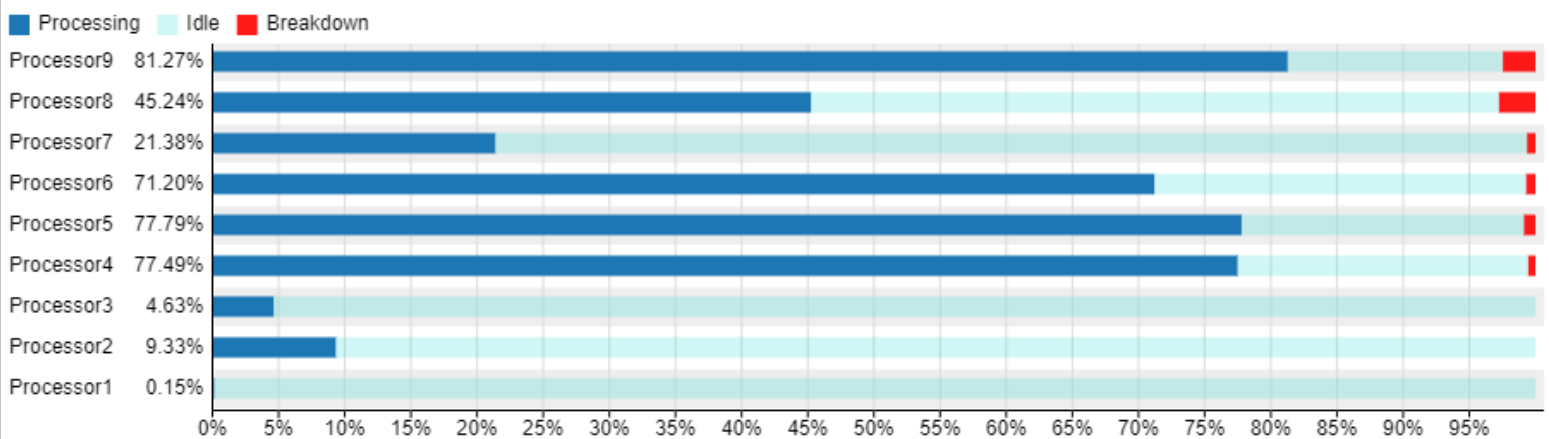
El primer escenari no ho té activat per tenir una referència sobre com funciona el peatge abans de que nosaltres afegim l'especial.

Resultats

Degut a un parell de canvis els resultats són molt diferents als donats en la presentació. El primer canvi és el tractament de les cues que es dona en els processadors 1, 2 i 3 que hem explicat abans. El segon canvi i més important és que vam descobrir que el sistema es saturava i no deixava entrar vehicles al ritme que correspon, cosa que afectava de manera significativa els resultats. Això s'ha arreglat canviant la distribució d'entrada a una normal, explicada abans.

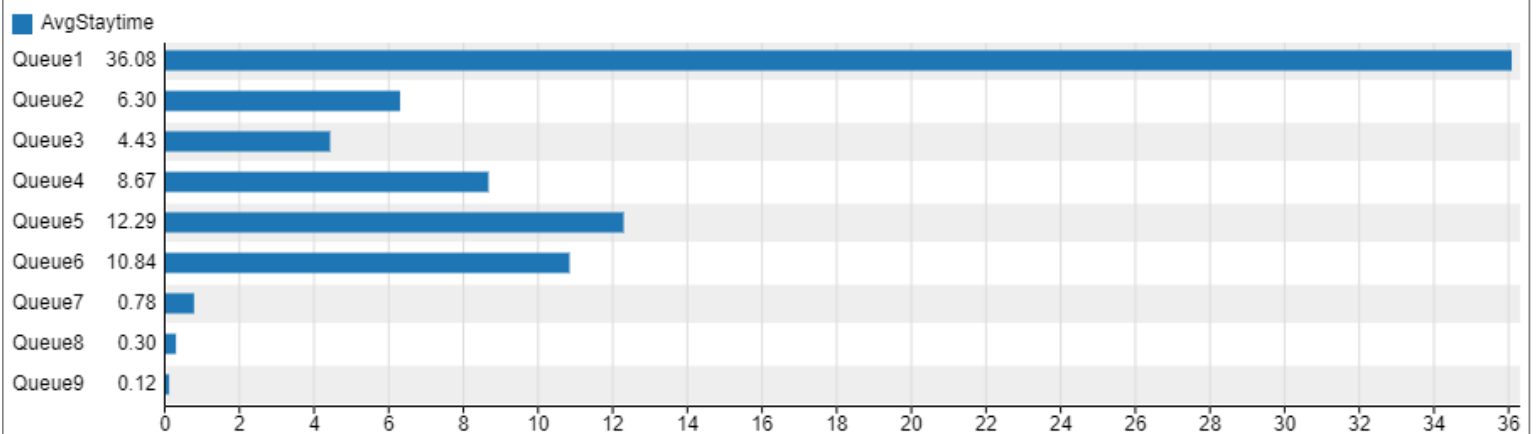
En el processor state de l'escenari 1, on més s'utilitzen els peatges, s'observa primer de tot que els processadors del 4 al 9, que corresponen als peatges de pagament, són els que estan més estona en funcionament i els del 1 al 3, que corresponen als peatges de teletac els que menys. A continuació, es pot observar que el temps d'error és molt baix, al voltant d'un 2% i per tant l'impacte que tenen en el sistema és molt reduït. A més s'observa l'impacte que ha tingut afegir el process flow al model on podem veure l'ordre de prioritats dels processadors 9, 8 i 7.

Processor State

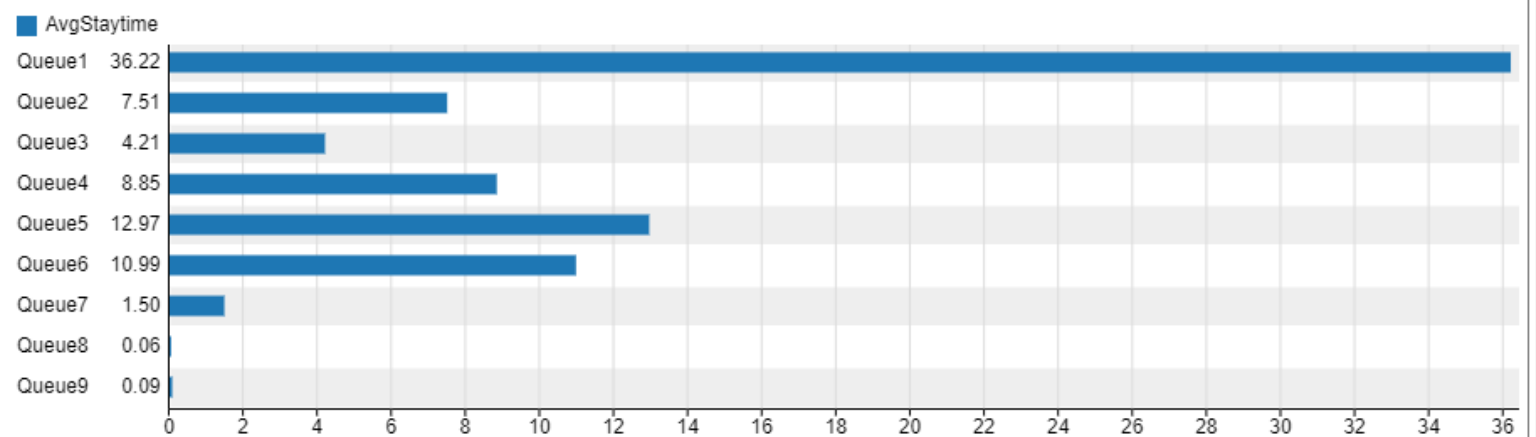


A la següent hi trobem el staytime a les cues de cada peatge sense lectures i el seu la quantitat de cotxes que passen pel sistema. Només ens fixarem en les cues de la 1 a la 6, que corresponen als peatges de pagament ja que les cues de la 7 a la 9, al ser de teletac no tenen pràcticament temps d'espera. Podem observar la gran disparitat que causa el process flow en el temps d'espera en les cues 1, 2 i 3. En les cues 4, 5 i 6 podem veure que els temps són molt més semblants.

Staytime a les cues

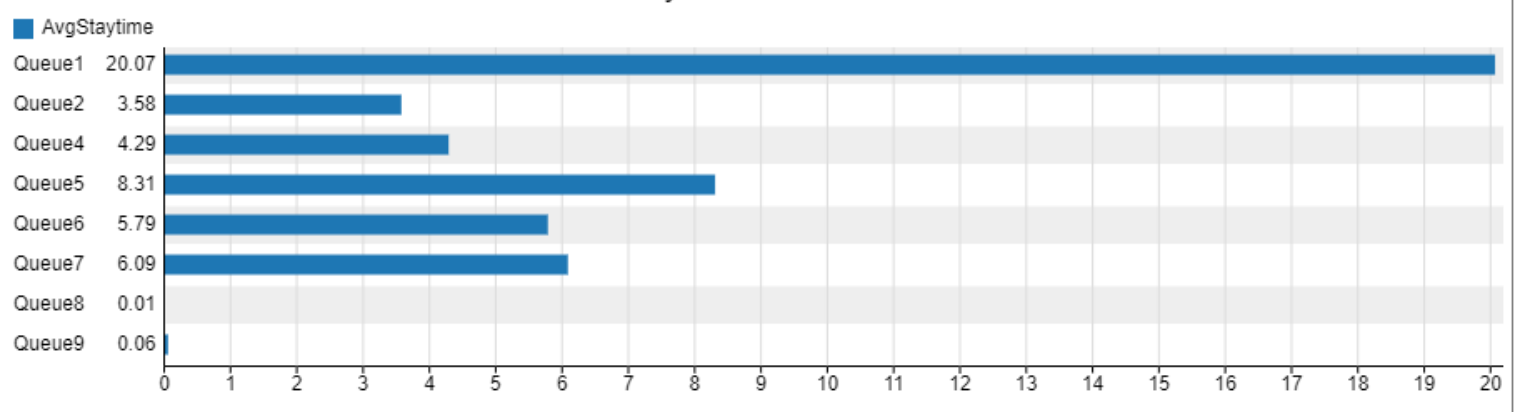


Staytime a les cues

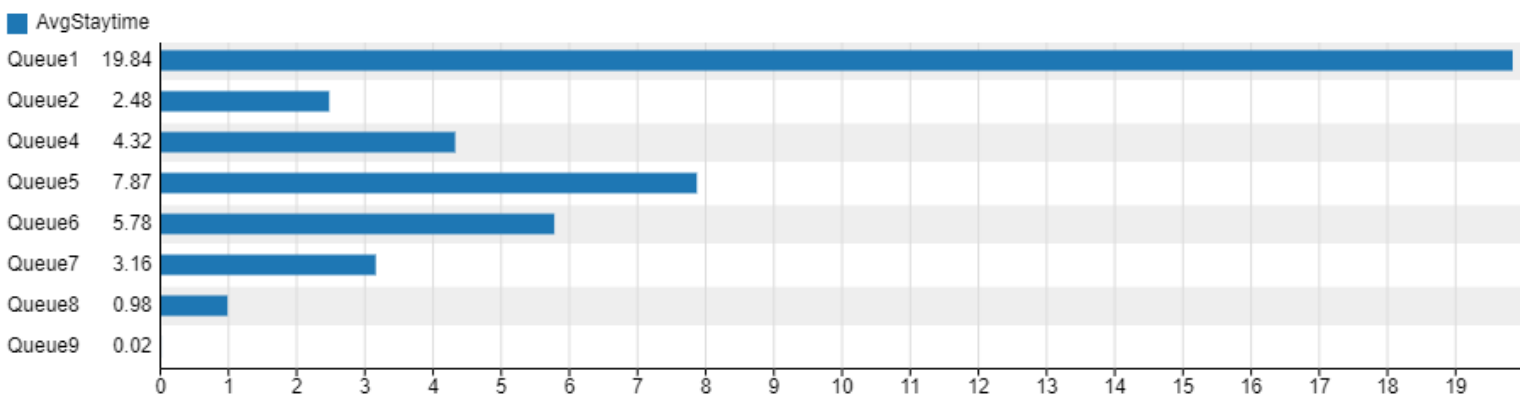


A continuació, hi tenim l'estaytime a les cues però amb un 25% de cotxes que passen pel peatge de lectura de matrícula. És el primer escenari on s'observa una reducció important en els temps de les cues. La cua 3 no apareix perquè no ha estat utilitzada en cap moment cosa que també mostra aquesta reducció del temps. No obstant encara s'ha d'esperar per utilitzar els peatges.

Staytime a les cues

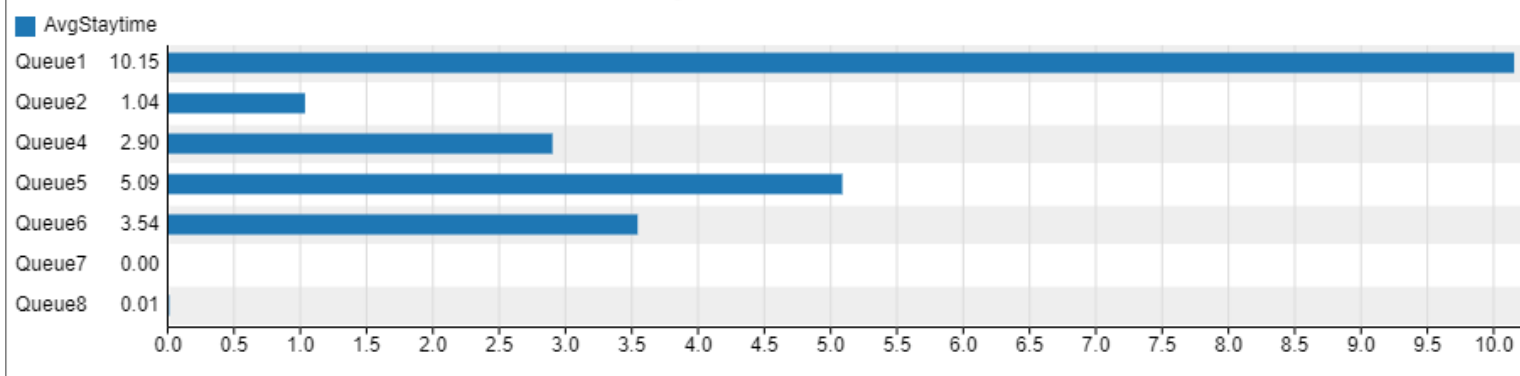


Staytime a les cues

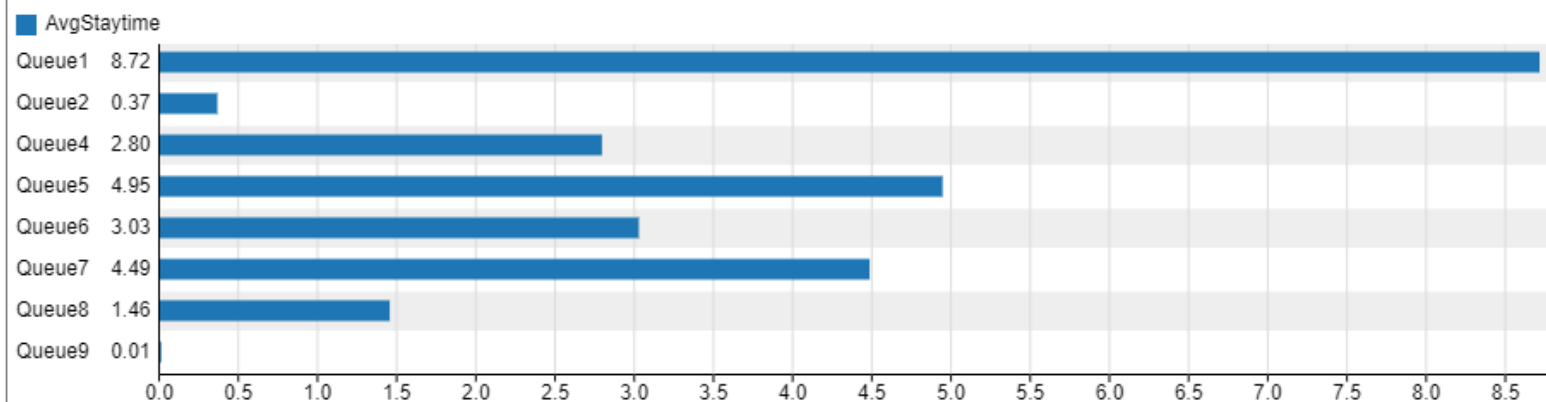


Seguidament, si la quantitat de vehicles que utilitzen el sistema de lectura de matrícules, es puja a un 50%, tornem a notar una millora considerable en l'estaytime.

Staytime a les cues



Staytime a les cues



CONCLUSIONS

Per tant, creiem que no és recomanable instal·lar aquest sistema si funciona com el teletac, és a dir, que has de pagar un extra per utilitzar-lo, perquè, com el teletac, estaria destinat a un grup petit i concret de persones, dels quals la seva feina impliqui passar per molts peatges. És a dir, l'staytime no canviaria molt.

Si s'implementés de forma que fos una transició dels peatges tradicionals al de lectura de matrícula llavors, abans d'estar implementat del tot i per a tothom, aconseguiríem una millora molt abans d'estar implementat del tot.