STUDIA UNIVERSITATIS MOLDAVIAE, 2016, nr.2(92)
Seria "Științe exacte și economice" ISSN 1857-2073 ISSN online 2345-1033 p.55-59

ALGORITMI DE MODELARE A COEFICIENTULUI DE TRAFIC ÎN ACTIVITATEA PORTUARĂ

Alina COSTEA

Universitatea Maritimă din Constanța, România

În această lucrare se aplică algoritmii de modelare a coeficientului de trafic în activitatea portuară. În teoria aşteptării, coeficientul de trafic are un aspect aplicativ bine pronunțat, el descriind încărcarea sistemului şi are o importanță fundamentală, deoarece, odată stabilită repartiția timpului de servire, toate caracteristicile modelului studiat se exprimă în funcție de acest parametru.

Rezultatele teoretice obținute în legătură cu algoritmii de evaluare a coeficientului de trafic pot fi aplicate în portul maritim, precum şi în alte domenii de activitate.

Cuvinte-cheie: *coeficient de trafic, perioadă de ocupare, teoria aşteptării.*

COEFFICIENT OF TRAFFIC MODELING ALGORITHMS IN SEAPORT ACTIVITY

In this paper we apply modeling algorithms of traffic coefficient in seaport activity. In squeuing theory the coefficient of traffic has an applicative aspect well pronounced, he is describing system load and it is of fundamental importance, because once established the distribution service time, all the characteristic geatures of the studied model are expressed by this parameter.

The theoretical results obtained in the evaluation algorithms related to traffic coefficient they can be applied in seaport activity and in other fields.

Keywords: *traffic coefficient, ocupacy period, queueing theory.*

Introducere

Studiul aşteptării conține trei etape distincte, şi anume: o primă etapă se ocupă cu tipul de repartiție al sosirilor şi al serviciilor, în etapa a doua se determină indicatorii modelului, iar în etapa a treia se determină un criteriu după care trebuie luată decizia de îmbunătățire [1, 2].

În practică, mijloacele materiale investite pentru crearea sau perfecționarea unui sistem de aşteptare sunt limitate şi se doreşte a le utiliza în mod economic şi ştiințific justificat. Din acest punct de vedere, putem afirma că problema principală de aplicare a teoriei aşteptării constă în stabilirea şi justificarea cheltuielilor materiale necesare pentru atingerea unui nivel dat al calității servirii în fenomenele de aşteptare cu caracter de masă. Rezultă că un rol important îl au indicatorii calității servirii: lungimea şirului de aşteptare, volumul servirilor efectuate într-o unitate de timp, coeficientul de trafic şi alții.

Un model de aşteptare, în general, poate fi descris astfel: există anumite elemente aparținând unei mulțimi oarecare, care cer un anumit serviciu. Pentru acesta, elementul care cere un serviciu vine la un moment dat dintr-un punct numit sursă şi aşteaptă până la un anumit moment, când el este chemat să fie servit de către o stație care va executa acest serviciu. După ce elementul este servit, părăseşte aria fenomenului de aşteptare [3, 4].

Deci, un model de aşteptare este descris complet prin următoarele elemente: fluxul de intrare, numărul de stații de servire, durata de servire a cererilor, numărul locurilor de aşteptare.

În cazul portului maritim, un sistem de aşteptare reprezintă un model generic care se compune din trei elemente:

1) navele (consumatorii) care solicită un serviciu;

2) stația de servire care are ca menire satisfacerea cererilor clienților într-un sistem de aşteptare. Stația de servire poate avea o singură dană sau pot exista mai multe dane (număr finit sau infinit) identice care lucrează în paralel;

3) firul de aşteptare sau coada care se formează în cazul în care navele trebuie să aştepte.

Modelele din teoria aşteptării se diferențiază între ele în ceea ce priveşte:

– legile de probabilitate ce guvernează sosirea clienților şi servirea acestora;

– numărul danelor din stația de servire;

– disciplina firului de aşteptare.

Sistemul de aşteptare M/G/1

Vom considera sistemul clasic M/G/1 cu repartiţie exponenţială $x \geq Exp(\lambda)$ [5]. Considerăm λ intensitatea fluxului de intrare Poisson, μ numărul mediu de nave procesate într-o unitate de timp şi $B(t) = P\{B \leq t\}$ funcţia de repartiţie a servirii. Fie $\Pi(t)$ funcţia de repartiţie a perioadei de ocupare şi transformatele Laplace-Stieltjes ale funcţiilor $\Pi(t)$ şi $B(t)$:

$$\pi(s) = \int_0^\infty e^{-st} d\Pi(t)$$

şi

$$\beta(s) = \int_0^\infty e^{-st} dB(t) = \int_0^\infty e^{-st} d[1 - e^{-bt}]$$

În acest caz, $\beta(s) = \frac{1}{1+bs}$, iar $\pi(s)$ se determină din Teorema lui Kendall:

$$\pi(s) = \beta(s + \lambda - \lambda\pi(s))$$

Coeficientul de trafic este $\rho = \lambda M[B(t)]$, iar condiţia de staţionaritate a sistemului este

$$\rho = \lambda M[B(t)] < 1 \quad [6]$$

Algoritmul de calcul pentru perioada de ocupare [7, 8] este:

Pasul 0) $\pi^0(s) = \pi(s) = 0$

Pasul 1) $\pi^1(s) = \beta(s + \lambda - \lambda\pi^0(s))$

Pasul 2) $\pi^2(s) = \beta(s + \lambda - \lambda\pi^1(s))$

....

Pasul n) $\pi^n(s) = \beta(s + \lambda - \lambda\pi^{n-1}(s))$

$|\pi^n(s) - \pi^{n-1}(s)| < \varepsilon$

$\pi(s) = \pi^n(s)$

Pentru acest sistem vom calcula:

- ✓ Valoarea medie a perioadei de ocupare: $M_1 = \frac{\rho}{1-\rho}$
- ✓ Numărul mediu de nave în şirul de aşteptare: $M_2 = M_1 - \rho$
- ✓ Timpul mediu de aşteptare a navei în sistem: $M_3 = \frac{1}{b-\lambda}$
- ✓ Timpul mediu de aşteptare a navei în şirul de aşteptare: $M_4 = \frac{\rho}{b-\lambda}$

În continuare vom analiza coeficientul de trafic atunci când repartiţia şirului de aşteptare este Erlang de ordinul 2, Gamma cu parametrul $\alpha = 4$, sau repartiţia este uniformă în intervalul $[a,b]$ dat.

În cazul în care coeficientul de trafic este mai mic decât 1, înseamnă că sistemul portuar lucrează în regim staţionar, iar dacă valoarea coeficientului de trafic este mai mare ca 1, atunci înseamnă că deservirea navelor a fost mai lentă şi sosirile navelor în dană au fost mai rapide, sosind în port un număr mai mare de nave, astfel realizându-se un şir mai mare de aşteptare.

Exemplul 1: Dacă într-un port maritim sosesc nave în mod aleator şi dacă nu pot fi preluate imediat la o dană, ele aşteaptă, astfel formându-se un şir de aşteptare.

Fluxul este Poisson şi repartiţia este Erlang de ordinul 2.

Ştim numărul mediu de nave ce sosesc în port într-o unitate de timp (λ) şi numărul mediu de nave deservite într-o unitate de timp (b).

Valoarea inversă $1/\lambda$ este timpul mediu dintre două sosiri consecutive ale navelor, iar valoarea inversă $1/b$ este timpul mediu de servire a unei nave.

$$M(B) = \frac{2}{b} \text{ şi } M(z_k) = \frac{1}{\lambda}$$

Tabelul 1

Coeficientul de trafic în cazul repartiției Erlang de ordinul 2

Caracteristicile terminalului	Dana 1	Dana 2	Dana 3	Dana 4	Dana 5
λ	2	5	1	3	4
b	3	4	2	7	6
$M(z_k)$	0,5	0,2	1	0,3	0,25
$M(B)$	0,66	0,5	1	0,28	0,5
ρ	1,32	2,5	1	0,9	2

Din analiza Tabelului 1 observăm că danele 1, 2 şi 5 nu sunt viabile, deoarece şirul de aşteptare va creşte nelimitat, pentru că $\rho > 1$, în timp ce danele 3 şi 4 au coeficientul de trafic mai mic sau egal cu 1.

Tabelul 2

Coeficientul de trafic în cazul repartiției Erlang de ordinul 2

Caracteristicile terminalului	Dana 1	Dana 2	Dana 3	Dana 4	Dana 5
λ	2	5	1	3	4
b	5	11	3,3	6,6	13
$M(z_k)$	0,5	0,2	1	0,3	0,25
$M(B)$	0,4	0,18	0,6	0,3	0,15
ρ	0,8	0,9	0,6	1	0,6

Din analiza Tabelului 2 observăm că toate danele au coeficientul de trafic mai mic sau egal cu 1.

Exemplul 2: Dacă într-un port maritim sosesc nave în mod aleator şi dacă nu pot fi preluate imediat la o dană, ele aşteaptă, astfel formându-se un şir de aşteptare. Fluxul este Poisson şi repartiția este Gamma cu parametrul $\alpha = 4$. Ştim numărul mediu de nave ce sosesc în port într-o unitate de timp (λ) şi numărul mediu de nave deservite într-o unitate de timp (b).Valoarea inversă $1/\lambda$ este timpul mediu dintre două sosiri consecutive ale navelor, iar valoarea inversă $1/b$ este timpul mediu de servire a unei nave.

$$M(B) = \frac{\alpha}{b} \text{ şi } M(z_k) = \frac{1}{\lambda}$$

Tabelul 3

Coeficientul de trafic în cazul repartiției Gamma cu parametrul $\alpha = 4$

Caracteristicile terminalului	Dana 1	Dana 2	Dana 3	Dana 4	Dana 5
λ	5	2	3	7	4
b	9	7	10	5	9
$M(z_k)$	0,2	0,5	0,33	0,14	0,25
$M(B)$	0,4	0,57	0,4	0,8	0,44
ρ	2	1,1	1,2	5,7	1,7

Tabelul 4

Coeficientul de trafic în cazul repartiției Gamma cu parametrul $\alpha = 4$

Caracteristicile terminalului	Dana 1	Dana 2	Dana 3	Dana 4	Dana 5
λ	5	2	3	7	4
b	40	10	13,3	33,3	16
$M(z_k)$	0,2	0,5	0,33	0,14	0,25
$M(B)$	0,1	0,4	0,3	0,12	0,25
ρ	0,5	0,8	0,9	0,85	1

Din analiza tabelelor 3 şi 4 observăm că sistemul este eficient doar dacă numărul de nave deservite într-o unitate de timp este mult mai mare față de cel din cazul repartiției exponențiale.

Exemplul 3: Dacă într-un port maritim sosesc nave în mod aleator şi dacă nu pot fi preluate imediat la o dană, ele aşteaptă, astfel formându-se un şir de aşteptare. Fluxul este Poisson şi repartiția este uniformă în intervalul $[a,b]$ dat. Ştim numărul mediu de nave ce sosesc în port într-o unitate de timp (λ) şi numărul mediu de nave deservite într-o unitate de timp (b). Valoarea inversă $1/\lambda$ este timpul mediu dintre două sosiri consecutive ale navelor, iar valoarea inversă $1/b$ este timpul mediu de servire a unei nave.

$$M(B) = \frac{a+b}{2} \text{ şi } M(z_k) = \frac{1}{\lambda}$$

Tabelul 5

Coeficientul de trafic în cazul repartiției uniforme

Caracteristicile terminalului	Dana 1	Dana 2	Dana 3	Dana 4	Dana 5
a	2	1	3	1	2
b	4	7	5	3	6
λ	3	2	7	5	8
$M(z_k)$	0,2	0,5	0,33	0,14	0,12
$M(B)$	3	4	4	2	4
ρ	15	8	12	10	33

Tabelul 6

Coeficientul de trafic în cazul repartiției uniforme

Caracteristicile terminalului	Dana 1	Dana 2	Dana 3	Dana 4	Dana 5
a	2	1	3	1	2
b	4	7	5	3	6
λ	0,26	0,22	0,17	0,15	0,3
$M(z_k)$	3,75	4,4	5,7	6,6	3,3
$M(B)$	3	4	4	2	4
ρ	0,8	0,9	0,7	0,3	1,21

Din analiza tabelelor 5 şi 6 observăm că în acelaşi interval de timp şi pentru acelaşi timp mediu de servire a unei nave mai eficient este sistemul în care numărul de nave sosite în port este mai mic.

Concluzii

În această lucrare am discutat despre coeficientul de trafic, acesta fiind acea caracteristică a sistemului care indică încărcarea lui, astfel putând stabili în ce condiții sistemul este fiabil sau ar mai trebui îmbunătățit. În baza algoritmilor realizați au fost elaborate programe în limbajul de programare C++, astfel evaluând caracteristicile numerice ale sistemului portuar.

Referințe:

1. MIŞCOI, Gh. *Sisteme de aşteptare cu priorităţi generalizate*. Chişinău, AŞM, 2009 (în rusă). 200 p.
2. MIŞCOI, Gh., COSTEA, A., ȚICU, R.I. Modelarea activității terminalului maritim în baza coeficientului de trafic. În: Academia de Transporturi, Informatică şi Comunicaţii. *Materialele Conferinței internaționale „Modelare matematică, optimizare şi tehnologii informaționale"*. Chişinău, 2016, p.242-252. ISBN 978-9975-3099-8-1
3. MIŞCOI, Gh., BENDERSCHI, O. Cu privire la calculul intensității de trafic în sistemele de aşteptare generalizate. În: *Materialele Conferinței ştiințifice internaționale „Modelare matematică, optimizare şi tehnologii informaționale"*. Chişinău: Evrica, 2008, p.167-174.
4. MIŞCOI, Gh., COSTEA, A., ȚICU, R.I. Aplicarea sistemului de aşteptare cu o singură linie în portul maritim. În: Academia de Transporturi, Informatică şi Comunicaţii. *Materialele Conferinței internaționale „Modelare matematică, optimizare şi tehnologii informaționale",* Chişinău, 2014, p.142-146. ISBN 978-9975- 62-365-0
5. MIŞCOI, Gh., COSTEA, A. Metode bazate pe aparatul transformatelor Laplace şi Laplace-Stieltje. În: Academia de Transporturi, Informatică şi Comunicaţii. *Materialele Conferinței internaționale „Modelare matematică, optimizare şi tehnologii informaționale"*, Chişinău, 2012, p.106-114. ISBN 978-9975-941-88-4
6. MURATA, M., TAKAGI, H. *Mean waiting times in nonpreemptive prority M/G/1 queues with server switchover times*. Teletrafic Anal. Proc. Int. Semin., Amsterdam, June 2-6, 1986, p.395-407.
7. MIŞCOI, Gh., MIŞCOI, D. Condițiile de trafic pentru sisteme de aşteptare cu fluxuri de intrare neomogene. În: Ulim. *Symposia Professorum. Seria Economie.* Chişinău, 1999, p.29-32.
8. COSTEA, A., ȚICU, R.I., ION, L., MISHKOY, Gh. The role of the traffic coefficient in the analysis of information processes in a seaport. În: *Analele Universității Maritime din Constanța*. Year XVI, vol.23, România, 2015, p.135-138. ISSN 1582-3601

Prezentat la 22.05.2016