

تحلیل خدمات مبتنی بر اینترنت با استفاده از مفاهیم تئوری صف و شبیه سازی

محمد علی پیرایش نقاب

دانشکده مهندسی - گروه مهندسی صنایع

دانشگاه فردوسی - مشهد - ایران

pirayesh@ferdowsi.um.ac.ir

شهرزاد محسنیان هروی

دانشکده مهندسی - گروه مهندسی صنایع

دانشگاه فردوسی - مشهد - ایران

sh_mo820@stu-mail.um.ac.ir

چکیده

در این مقاله خدماتی که از طریق اینترنت عرضه می شوند را به صورت یک سیستم صف معرفی و تحلیل می کنیم. یکی از اجزای اصلی و تاثیرگذار در کیفیت خدمات اینترنتی، وب سرورها هستند. هدف از این مقاله استفاده از مدل های ریاضی تئوری صف برای تجزیه و تحلیل عملکرد وب سرورها در حوزه مدیریت و بهینه سازی شبکه اینترنت است. در این مقاله پس از معرفی و مدل بندی مساله، نمودار آهنگ را برای مساله طراحی نموده ایم و سپس خلاصه ای از نتایج محاسباتی حاصل از شبیه سازی آورده شده است.

کلمات کلیدی: وب سرور، مدیریت شبکه، تئوری صف، شبیه سازی

۱. مقدمه

امروزه با توسعه فناوری اطلاعات و ارائه انواع خدمات اینترنت، مباحث مدیریت شبکه و فراهم نمودن کیفیت خدمات مطلوب در این حوزه جزء مسائل مهم بشمار می آید. بنابراین ضروری است که از مدل های ریاضی و شبیه سازی در تجزیه و تحلیل و بهینه سازی آن، استفاده شود.

به طور کلی سابقه تحقیق در این حوزه را مطالعاتی را می توان به بخش های مکان یابی وب سرورها، طراحی شبکه [3]، الگوریتم های تعادل بار و زمان بندی [1,2]، شبیه سازی و مقایسه الگوریتم ها، تحلیل مدل شبکه با تئوری صف [4,5]، تقسیم بندی نمود.

این مقاله در حوزه تحلیل مدل شبکه با تئوری صف است. یکی از نکات برجسته در این مقاله تحلیل مساله ای بر گرفته از دنیای واقعی در حوزه اینترنت با استفاده از تئوری صف و همچنین تحلیل جدیدی از درخواست های کاربران در وب سرورها است. هدف در این مقاله، کسب رضایت کاربر و پاسخ گویی در کمترین زمان ممکن برای هر کاربر است. برای این منظور با تعیین متوسط مدت انتظار کاربر در سیستم از طریق مدل های صف و شناسایی عوامل تاثیر گذار در این زمینه به این هدف خواهیم رسید.

۲. مدل مساله

در مساله ای که در این مقاله بررسی می کنیم، سیستم صفی را در نظر گرفته ایم که کاربرانی با تقاضاهای مختلف به وب سایتی مراجعه می کنند و تقاضای خود را در قالب تعداد مشخصی از درخواست ها به سیستم ارائه می کنند. بنابراین هر کاربر به محض ورود به سیستم، درخواست های خود را با یک فاصله زمانی به وب سرور ارسال می کند و تا دریافت پاسخ تمامی درخواست ها از طرف وب سرور در سیستم باقی می ماند. در این مدل، سیستم را با یک وب سرور (خدمت دهنده) به همراه محدودیت ظرفیت سیستم برای کاربران تعریف می نماییم. بدین ترتیب، درخواست های کاربران به ترتیب

ورود، در صف درخواست های وب سرور قرار می گیرند و مطابق با نظم FIFO از صف خارج می شوند.

۱.۲ روابط و پارامترهای مدل

در این مدل، ورودی های مدل شبیه سازی (از قبیل زمان های بین ورود، زمان های خدمت دهی) را به صورت متغیرهای تصادفی با توزیع نمایی مدل سازی نموده ایم.

به منظور مدل کردن مساله نمادها و متغیرهای تصمیم زیر را تعریف می کنیم:

λ_i : آهنگ مراجعه کاربران به سیستم، در صورتی که i کاربر در سیستم باشد.

$\bar{\lambda}$: نرخ ورود موثر کاربران به سیستم

$\bar{\lambda}_i$: آهنگ ورود درخواست های کاربران به سیستم، در صورتی که i کاربر در سیستم باشد.

p : درصد ورود درخواست ها به سیستم، در صورتی که i کاربر در سیستم باشد.

μ : نرخ خدمت دهی درخواست ها

(i, j) : وضعیت سیستم با i کاربر در سیستم و j درخواست در سیستم

صف وب سرور

$P(i = K)$: درصد ورود ناموفق کاربر

$P(B)$: درصد اشتغال وب سرور

$\pi(i, j)$: احتمال وجود i کاربر و j درخواست در درازمدت

K : محدودیت ظرفیت سیستم برای تعداد کاربران

L : متوسط تعداد کاربران در سیستم

W : متوسط مدت زمان انتظار کاربر در سیستم

T : تعداد درخواست های یک کاربر

$$\lambda_i = \begin{cases} \lambda, & i \leq K \\ 0, & i > K \end{cases} \quad (1)$$

$$\bar{\lambda}_i = \begin{cases} \lambda, & i < K \\ \lambda p, & i = K \end{cases} \quad (2)$$

$$p = \frac{r * \bar{\lambda}}{\lambda} \quad (3)$$

$$\bar{\lambda} = \lambda (1 - P(i = K)) \quad (4)$$

$$P(i = N) = \sum_{j=rN}^{\infty} \pi(N, j) \quad (5)$$

$$P(j = r) = \sum_{i=0}^{\infty} \pi(i, r) \quad (6)$$

$$W = \frac{\sum_{i=0}^{i=K} \sum_{j=0}^{j=ir} i \pi(i, j)}{\lambda (1 - P(i = K))} \quad (7)$$

$$L = \sum_{i=0}^{i=K} \sum_{j=0}^{j=ir} i \pi(i, j) \quad (8)$$

سیستم تاثیرگذار خواهد بود. بنابراین مدیر شبکه باید میان درصد ورود ناموفق کاربران و مدت زمان انتظار در سیستم تعادل برقرار نماید.

$\lambda = 2 \quad \hat{\lambda} = 5 \quad K = 2 \quad r = 3$				
μ	L	W	$P(i = K)$	$P(B)$
1.5	1.7248	3.4826	0.7532	0.9738
1	1.8305	5.4694	0.8334	0.9924
0.8	1.8622	6.9669	0.8662	0.9955
0.6	1.8954	9.4253	0.8982	0.9981
0.4	1.9268	13.8658	0.9320	0.9994

جدول ۳. نتایج محاسباتی حاصل از تغییر μ

همچنین نتایج جدول ۳ حاکی از این است که با کاهش نرخ خدمت دهی و سرعت خدمت دهنده، متوسط تعداد کاربران و زمان انتظار در سیستم و به دنبال آن، درصد ورود ناموفق کاربر افزایش می‌یابد.

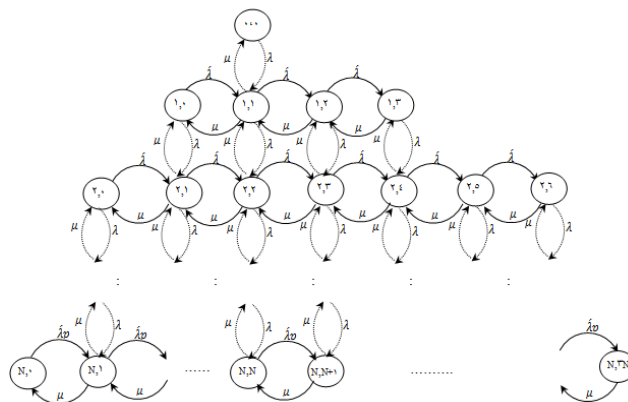
۴. نتیجه گیری

در این مقاله عملکرد وب سرورها به عنوان یکی از اجزای موثر در کیفیت خدمات وب سایت‌ها با استفاده از مفاهیم تئوری صف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یکی از معیارهای ارزیابی کیفیت خدمات، متوسط زمان انتظار کاربران است. نتایج شبیه‌سازی میزان تاثیر سرعت و ظرفیت وب سرور را بر متوسط زمان انتظار کاربران نشان می‌دهد. بنابراین مدیریت وب سایت با آگاهی از این نتایج می‌تواند در بهبود کیفیت خدمات تصمیم‌گیری نماید.

همچنین در تحلیل عملکرد وب سرور با استفاده از شبیه‌سازی و تحلیل مدل صف پرداخته شد و مقایسه بین مقادیر به دست آمده براساس شبیه‌سازی و نتایج حاصل از تحلیل مدل صف از طریق معادلات تعادلی، مقادیر تعداد و زمان انتظار کاربر در سیستم تفاوت چشمگیری را از خود نشان نداد، بنابراین از آن می‌توان برای تحلیل مساله استفاده نمود.

۵. مراجع

- [1] Adam Wierman, 2011, Fairness and scheduling in single server queues, *Operations Research and Management Science* 16, 39-48.
- [2] D.R.W. Holton, M. Younas, I.U. Awan, 2011, Priority scheduling of requests to web portals, *The Journal of Systems and Software* 84, 1373-1378.
- [3] J. MacGregor Smith, F.R.B. Cruz, T. van Woensel, 2010, Topological network design of general, finite, multi-server queueing networks, *European Journal of Operational Research* 201, 427-441.
- [4] N. Gautam, 2002, Performance analysis and optimization of web proxy servers and mirror sites, *European Journal of Operational Research* 142, 396-418.
- [5] Zhongju Zhang, Weiguo Fan, 2008, Web server load balancing: A queueing analysis, *European Journal of Operational Research* 186, 681-693.



شکل ۱. نمودار آهنگ مدل

۲.۲ تصدیق مدل

به منظور بررسی اعتبار مدل شبیه‌سازی، از روش تحلیلی و حل معادلات تعادلی با ظرفیت سیستم معادل با $K=2$ استفاده نموده‌ایم که برخی از نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

$\lambda = 2 \quad \hat{\lambda} = 5 \quad \mu = 1 \quad p = 0/24$		
معیارهای ارزیابی صف	نتایج تحلیلی	نتایج شبیه‌سازی
$\bar{\lambda}$	0.3347	0.3304
L	1.8305	1.8286
W	5.469	5.535

جدول ۱. مقایسه نتایج تحلیلی و شبیه‌سازی

۳. تجزیه و تحلیل نتایج شبیه‌سازی

برای این منظور شبیه‌سازی را با ۵۰۰۰ کاربر و در هر مورد ۵ بار اجرا گردید و نتایج حاصل از میانگین معیارهای عملکردی برای دوره پایدار در جدول زیر نمایش داده شده است. همچنین نتایج حاصل از شبیه‌سازی، برقراری قوانین لیتل را برای درخواست‌ها و کاربران نشان داد.

$\lambda = 2 \quad \hat{\lambda} = 5 \quad \mu = 1 \quad r = 3$			
K	L	W	$P(i = K)$
2	1.8305	5.4694	0.8344
4	3.8192	11.4940	0.8340
8	7.8166	23.7292	0.8304
16	15.8222	47.2150	0.8276
50	49.8000	147.0343	0.8222
150	149.7317	447.5199	0.803
4000	2017.4941	6028.4685	0.0276

جدول ۲. نتایج محاسباتی حاصل از تغییر K

جدول ۲، نشان می‌دهد که با کمتر کردن محدودیت سیستم، تعداد کاربران بیشتری می‌توانند به سیستم راه یابند که این خود بر مدت زمان انتظارشان در