

Heterogen serverləri, buferləri və növbədəki müxtəlif tipli sifarişlərin saylarının fərqiindən asılı olan sıçrayışlı prioritetləri (JP) olan xidmət sistemlərinin modelləri

Mehbaliyeva Esmira Vidadi qızı  0000-0002-9732-652X

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, tex.f.d., baş müəllim
esmira.mehbaliyeva@sdu.edu.az

MƏQALƏ HAQQINDA MƏLUMAT	XÜLASƏ
Məqalənin tarixəsi Daxilolma tarixi: 21.07.2025 Düzəliş tarixi: 17.11.2025 Qəbulolunma tarixi: 06.02.2026	Ölçüsü məhdud buferlərə (separat və ümumi) malik modellər nəzərdən keçirilir. Hər iki tip model üçün sıçrayışlı prioritetlər aşağı və yüksək prioritetli sorğuların say fərqiindən asılı olaraq müəyyən edilir: əgər bu fərqi müəyyən edilmiş həddən artıqdırsa, müəyyən ehtimalla aşağı prioritetli sorğulardan biri yüksək prioritetli növbəyə keçir. Digər bir modeldə sıçrayışlı prioritetlərin müxtəlif tipli sorğuların say fərqiindən deyil, hər bir tipə aid sorğuların konkret sayından asılı olduğu nəzərdə tutulur. Bu halda qeyri-məhdud buferli modellər öyrənilir. Göstərilən modellərin xarakteristikalarını hesablamaq üçün dəqiq və təqribi metodlar təklif olunur və stasionar paylanmaların və xarakteristikaların hesablanması üçün tərtib olunmuş təqribi düsturların yüksək dəqiqliyi nümayiş etdirilir
Açar sözlər sürətli server, yavaş server, sıçrayışlı prioritet, sorğu, bufer	

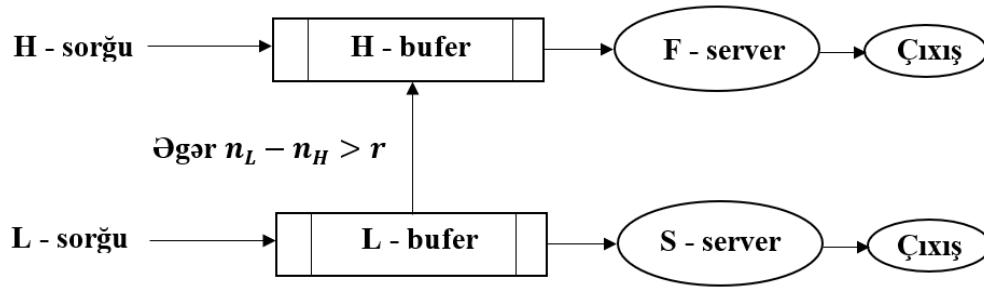
Separat və ümumi buferlər mövcud olduğu halda müxtəlif tipli sorğuların gözləməsi üçün sıçrayışlı prioritetlərə malik heterogen serverli xidmət sistemlərinin modelləri nəzərdən keçirilir. Burada sıçrayışlı prioritetlərin müxtəlif tipli sorğuların say fərqiindən asılı olduğu qəbul edilir. Bu sistemlərin xarakteristikalarının hesablanması və optimallaşdırılması üçün dəqiq və təqribi metodlar təklif olunur. [1-6]

Əvvəlcə müxtəlif tipli sorğular üçün ayrılmış növbələri olan sistem modeli nəzərdən keçirilir. Onun struktur sxemi Şəkil 1-də göstərilmişdir. Sistem iki heterogen serverdən ibarətdir: sürətli (F-server) və yavaş server (S-server). Bu serverlər iki tipli sorğu axınlarına xidmət göstərmək üçün nəzərdə tutulmuşdur – yüksək prioritetli (H-sorğular) və aşağı prioritetli (L-sorğular). Bu halda H-sorğulara F-serverdə, L-sorğulara isə S-serverdə xidmət göstərilir.

Hesab edilir ki, hər iki sorğu axını sadə Poisson prosesidir və H-sorğular və L-sorğular üçün müvafiq intensivliklər λ_H və λ_L ilə göstərilir. Hər iki serverdə sorğuların xidmət müddətləri eksponensial paylanma ilə təsadüfi kəmiyyətlər kimi götürülür; F-serverdə və S-serverdə orta xidmət müddətləri μ_F^{-1} və μ_S^{-1} ilə ifadə olunur, bu zaman $\mu_F > \mu_S$. [1-6]

Sorğuların gözləməsi üçün sistemdə ayrılmış ölçülü buferlər mövcuddur. H-sorğular üçün buferin ölçüsü $K_H - 1$ ilə, L-sorğular üçün isə $K_L - 1$ ilə təyin olunur. Başqa sözlə, sistemdəki H-sorğuların maksimal sayı K_H , L-sorğuların maksimal sayı isə K_L qədər ola bilər. L-sorğuların növbədə “yaşlanmasının” qarşısını almaq üçün randomizə olunmuş sıçrayışlı prioritetlər (JP) aşağıdakı kimi müəyyən edilir. Gələn H-sorğular həmişə H-buferinə əlavə olunur. L-sorğular isə sistemin vəziyyətindən asılı olaraq həmçinin H-buferinə keçə bilər. Sistem vəziyyəti hər an (n_H, n_L) , ikiölçülü vektorla göstərilir, burada n_H və n_L komponentləri sistemdəki H və L sorğuların sayını bildirir. Yəni, L-sorğusu daxil olduqda, $J(n_H, n_L), 0 < J(n_H, n_L) \leq 1$, ehtimalla H-buferinə keçə bilər (əgər orada yer varsa) və ya $1 - J(n_H, n_L)$ ehtimalla L-buferinə əlavə olunur (əgər

orada yer varsa), əks halda sistemdən xidmət olunmadan çıxarılır. Əgər L sorğusu H buferinə keçirsə, o zaman o, H sorğusu kimi xidmət alır.



Şəkil 1. Müxtəlif tipli sorğular üçün ayrılmış növbələri olan sistemin struktur sxemi

Təcrübədə sistem vəziyyətindən asılı olan randomizə olunmuş sıçrayışlı prioritetlər JP $J(n_H, n_L)$ müxtəlif üsullarla müəyyən oluna bilər. Bu prioritetləri müəyyən etmək üçün intuitiv cəhətdən effektiv və asan tətbiq olunan üsullardan biri aşağıdakı sxemdir. Müəyyən həddi təyin edən parametrlər r , $1 \leq r \leq K_L$ daxil edilir və əgər L-sorğusu daxil olarkən L və H sorğularının sayı arasındakı fərq r -dən azdırsa, daxil olan L-sorğusu L-buferinə əlavə olunur; əks halda L-sorğulardan biri (növbənin əvvəlində olan) α ehtimalla H-buferinə keçirilir, və ya $1-\alpha$ ehtimalla L-buferində qalır; əks halda eyni ehtimalla sistemdən itirilir. Bu zaman $J(n_H, n_L)$ prioritetlər belə müəyyən edilir:

$$J(n_H, n_L) = \begin{cases} \alpha, & \text{əgər } n_L - n_H \geq r, \\ 0 & \text{digər hallarda.} \end{cases} \quad (1)$$

Aşağıda izahın dəqiqliyi üçün (1) düsturuna əsaslanan JP istifadə edilir. Əgər (1) düsturunda $\alpha=1$ qəbul etsək, bu zaman determinik prioritetlər alınır, yəni L və H sorğuların sayı arasındakı fərq ən azı r qədər olduqda, növbənin əvvəlindəki L-sorğusu H-sorğuların növbəsinə keçirilir. [1-6]

Əgər sistemdə müxtəlif tipli sorğular üçün ümumi növbə varsa, bu zaman buferin ölçüsü K , $K < \infty$ qəbul olunur və L sorğusunun tipi dəyişdikdən sonra o, həmin buferdə qalır, lakin artıq H-sorğusu kimi qəbul edilir. Bu modeldə r üçün icazə verilən hədd parametrləri $1 \leq r \leq K$ aralığında ola bilər. Bu modeldə aşağıdakı kimi vəziyyətlər mümkündür: ümumi bufer yalnız bir tipli sorğularla tam doludur, lakin digər tipli sorğulara xidmət göstərən server boşdur, və yeni daxil olan uyğun tipli sorğu həmin serverə keçə bilmir. Belə arzuolunmaz halların qarşısını almaq üçün bu modeldə aşağıdakı giriş siyasəti qəbul edilir: əgər bufer yalnız H-sorğularla (və ya L-sorğularla) tam doludursa, lakin S-server (və ya F-server) boşdursa, bu halda daxil olan L-sorğusu (və ya H-sorğusu) bufer mərhələsinə keçərək birbaşa S-serverə (və ya F-serverə) keçməsinə icazə verilir.

Ədəbiyyat

- [1]. Mehbaliyeva, E.V. Heterogen serverləri və müxtəlif tipli sorğuları olan sistemin riyazi modelinin qurulması // –Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti. Elmi xəbərlər jurnalı. Təbiət və texniki elmlər bölməsi.–2019. Cild 19. –№ 2. –s.84-88.
- [2]. Мехбалиева, Э.В. Алгоритм расчета характеристик системы с гетерогенными серверами и очередями // XII International Scientific-Practical Conf. Internet-Education-Science. 26-29 may 2020. –Vinnytsia, Ukraine. –p.123-126.
- [3]. Мехбалиева, Э.В. Алгоритм расчета системы с гетерогенными серверами и ограниченной очередью // Інформація Системləri və Texnologiyalar: Nailiyyətlər və Perspektivlər II Beynəlxalq Elmi Konfransı. –Sumqayıt. –9-10 iyul. –2020.–s. 218-220.
- [4]. Melikov, A.Z. Analysis and optimization of system with heterogeneous servers and jump priorities / A.Z.Melikov, E.V.Mekhbalieva // J. Comp. Syst. Sci. Int. –2019. Vol. 58. Iss. 5. – p. 718-735.

- [5]. Меликов, А.З. Телетрафик: Модели, методы, оптимизация / А.З.Меликов, Л.А.Пономаренко, В.В.Паладюк . –Киев: Политехника, –2007. –256 с.
- [6]. Гнеденко, Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В.Гнеденко, И.Н.Коваленко. –М.: Наука, –1987. –336 с.

Summary

Models of service systems with jumping priorities (jp) depending on the difference in the number of various types of requests in the queue, buffers, and heterogeneous servers

Mekhbalieva E.V.

Key words: fast server, slow server, jumping priority, request, buffer

Models with limited-size buffers (dedicated and shared) are considered. For both types of models, jumping priorities are defined based on the difference in the number of low- and high-priority requests: if this difference exceeds a predetermined threshold, one of the low-priority requests is transferred to the high-priority queue with a certain probability. In another model, jumping priorities depend not on the difference in the number of requests of different types, but on the specific number of requests of each type. In this case, models with unlimited buffers are studied. Exact and approximate methods are proposed to calculate the characteristics of the presented models, and the high accuracy of the developed approximate formulas for calculating stationary distributions and performance metrics is demonstrated.

Резюме

Модели систем обслуживания с скачкообразными приоритетами (jp), зависящими от различия в количестве заказов разных типов в очереди, буферах и гетерогенных серверах

Мехбалиева Э.В.

Ключевые слова: быстрый сервер, медленный сервер, прыгающий приоритет, запрос, буфер

Рассматриваются модели с ограниченными по размеру буферами (сепарабельными и общими). Для обоих типов моделей прыгающие приоритеты определяются на основе разницы в количестве заявок с низким и высоким приоритетом: если эта разница превышает заданный порог, с определённой вероятностью одна из заявок с низким приоритетом переводится в очередь высокого приоритета. В другой модели предполагается, что прыгающие приоритеты зависят не от разницы в количестве заявок разных типов, а от конкретного числа заявок каждого типа. В этом случае изучаются модели с неограниченными буферами. Для расчёта характеристик представленных моделей предлагаются точные и приближённые методы, демонстрируется высокая точность разработанных приближённых формул для вычисления стационарных распределений и характеристик.