Всероссийское СМИ
«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»
Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.
(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru
e-mail: akademnova@mail.ru

Тарнопольский Я.Э., Абдулхаев А.А. Исследование компьютерного тестирования, как системы массового обслуживания с ограниченным временем жизни заявок средствами имитационного моделирования // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №3 (март). – АРТ 183-эл. – 0,2 п.л. - URL: http: //akademnova.ru/page/875550

РУБРИКА: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.9

Тарнопольский Ярослав Эдуардович,
студент 2 курса магистратуры,
кафедра информатики и прикладной математики,
факультет дизайна и программной инженерии,
Казанский национальный исследовательский технологический университет
г. Казань, Российская Федерация
e-mail: yarysha@inbox.ru

Абдулхаев Александр Альбертович,
студент 2 курса магистратуры,
кафедра информатики и прикладной математики,
факультет дизайна и программной инженерии,
Казанский национальный исследовательский технологический университет
г. Казань, Российская Федерация
e-mail: abdulkhayev.a@imatic.pro

Всероссийское СМИ
«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»
Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.
(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru
e-mail: akademnova@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ, КАК СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ОГРАНИЧЕННЫМ ВРЕМЕНЕМ ЖИЗНИ ЗАЯВОК СРЕДСТВАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация: В статье рассматривается процесс компьютерного тестирования с ограниченным количеством, свободных для использования, компьютеров и неограниченной очередью поступающих на тест лиц, при условии, что каждый пришедший на тест, получит доступ, но в случае выхода времени на прохождение, будет отключен из системы. Даны подробные описания потока, оценка скорости сходимости смешанного потока к ординарному. Рассчитаны вероятности занятости компьютеров, образования очереди, среднее число занятых компьютеров. Приведены расчеты среднего времени тестирования и пребывания в очереди на тест. Проведены сравнения расчетов математических с расчетами имитационного моделирования.

Ключевые слова: моделирование, многоканальная система массового обслуживания, тестирование, смешанный поток.

Всероссийское СМИ
«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»
Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.
(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru
e-mail: akademnova@mail.ru

Tarnopolsky Yaroslav Eduardovich
2nd year Master's student
Information Science and Applied Mathematics Department
Faculty of design and software engineering
Kazan National Research Technological University
Kazan, Russian Federation
e-mail: yarysha@inbox.ru
Abdulkhaev Aleksandr Albertovich
2nd year Master's student
Information Science and Applied Mathematics Department
Faculty of design and software engineering
Kazan National Research Technological University
Kazan, Russian Federation
e-mail: abdulkhayev.a@imatic.pro

STUDY OF COMPUTER TESTING, AS A MASS SERVICE SYSTEM WITH A LIMITED LIFETIME OF APPLICATIONS BY MEANS OF IMITATION MODELING

Annotation: In this article considered a process of computer testing of students with limit of free computer and unlimited queue of incoming requests, provided that every request will go to the service, but will be removed, if the service time is over. Structure of mix flow described fully, assessed the convergence time of mix flow to ordinary piece. Probability of occupancy service channel, of generating queues, average amount of occupied service channel. Calculation of average amount of testing time and average amount of time request being in queue are given. Compare of mathematic calculations and calculation of simulation modeling are described.

Keywords: modeling, multichannel queuing system, test, mixed stream.

Для моделирования процесса тестирования, стоит описать его условия и ограничения. Изначально условимся, что для прохождения тестирования выделено 8 компьютеров. Временное ограничение на прохождение теста – 30 минут. Интенсивность поступления новых лиц на тест – 12 в час.

Процесс прохождения тестирования будет описан, как многоканальная система массового обслуживания со смешанным потоком входных заявок и ограниченным временем обслуживания. Так же стоит выделить, что система не будет давать отказы на обслуживание, но при истечении времени на обслуживание, заявка будет отключена от системы. Количество каналов определяется количеством имеющихся компьютеров (n = 8). Интенсивность входящего потока заявок λ = 12 в час. Время обслуживания $t_{обс}$ = 30 минут.

Во время прохождения тестирования, будет образовываться очередь. Заявка из очереди поступает в систему, когда один из каналов освободится. Канал освобождается, когда тест закончен (заявка обслужена) или вышло время на тестирование (обслуживание). Смешанный поток входящих заявок предполагает стягивание процесса в ординарный поток заявок. То есть групповая составляющая потока имеет свойство сокращения и постепенно исчезает.

Для систем массового обслуживания с неограниченной очередью вероятность отказа в обслуживании $P_{от}$ = 0, так как любая поступающая заявка идет на обслуживание. Относительная пропускная способность Q = 1. Абсолютная пропускная способность A = λ = 12. Для того, чтобы определить устойчивость системы, нужно посчитать интенсивность нагрузки системы. ρ=$\lambda/t_{обс}$ = 12*30/60 = 6. Это число отображает согласованность входного и выходного потоков заявок канала обслуживания. Так как ρ < n, то система устойчива и очередь не будет бесконечно расти. Интенсивность потока обслуживания μ = 60/30 = 2.

Доля свободности канала (вероятность) P_0 = 0,00214 ($P_к = \frac{1}{\Sigma\frac{P^К}{К!}}$). Определим вероятность занятости каналов. Занят один канал $P_1 = \frac{P^1}{1!} * P_0$ = 0,0129;

P_2 = 0,0386; P_3 = 0,0771; P_4 = 0,116; P_5 = 0,139; P_6 = 0,139; P_7 = 0,119; P_8 = 0,0892. Глядя на полученные вероятности, можно сделать вывод, что в нашей системе, чаще всего будут заняты 5 или 6 каналов. Для нашей системы среднее число каналов, занятых обслуживанием, будет равно интенсивности нагрузки системы ($n_з$ = ρ = 6). Получить среднее число свободных каналов очень просто. Отнимаем среднее число занятых обслуживанием от общего количества каналов ($n_{пр}$ = n - $n_з$ = 2). Теперь можно посчитать процент занятости системы $К_з = {n_з}/{n}$ = 0,8. Это число показывает, что наша система будет занята в 80%.

В моменты полной занятости системы будет образовываться очередь заявок на обслуживание. Рассчитаем вероятность образования очереди в системе. $P_{оч} = \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)} * P_0$ = 0,268 = 26,8%. Соответственно, если отнимем от ста процентов, то получим, что вероятность отсутствия очереди 73,2%.

После определения соотношения обслуживаемых и ждущих заявок, можно посчитать их средние значения. Для начала посчитаем среднее число заявок в очереди на обслуживание. $L_{оч} = \frac{p^{n+1} * P_0}{n * n!} * (1 - \frac{p}{n})^{-2}$ = 1,071. После этого можно получить среднее число заявок в системе просто прибавив среднее число каналов, занятых обслуживанием. $L_{сист} = L_{оч}$ + ρ = 7,071.

Сайт: akademnova.ru
e-mail: akademnova@mail.ru

Полученные данные позволяют рассчитать среднее время пребывания заявки в системе. $T_{\text{сист}} = \frac{L_{\text{сист}}}{\lambda}$ = 0,589 часа или 35,34 минут. Среднее время пребывания заявки в очереди рассчитывается так $T_{\text{оч}} = \frac{L_{\text{оч}}}{\lambda}$ = 0,0892 часа или 5,355 минут.

Для оценки среднего времени пребывания заявок, принадлежащих ординарному потоку, необходимо посчитать математическое ожидание времени до момента окончания обслуживания.

$$\begin{matrix} M(\tau) \\ [0, T-t_e] \end{matrix} = \int_0^{T-t_e} \mu\tau e^{-\mu\tau}\, d\tau = \mu \left[-e^{-\mu(T-t_e)} \left(\frac{T-t_e}{\mu} + \frac{1}{\mu^2} \right) + \frac{1}{\mu^2} \right] \quad (1)$$

При T – время на прохождение тестирования, t_e – время, за которое тест проходит эксперт. Предположим, что эксперт проходит тест за 8 минут. Для расчета необходимо указать, что μ максимально стремится к $\frac{1}{T-t_e}$. Получаем долю ординарного потока $\tau[0, T-t_e] \approx 6{,}02$ мин. Для группового потока $\tau[t_e, T] \approx 13{,}98$ мин. Для определения среднего времени по смешанному потоку, необходимо найти долю принудительно отключенных от системы заявок в момент выхода времени на обслуживание γ. Принимая во внимание выводы, сделанные в работе [3], приводим γ к значению $e^{-\mu(T-t_e)}$. Получаем, что для группового фрагмента потока первой группы тестируемых, доля заявок составила 36,8%, соответственно для ординарного 63,2%.

Среднее время фрагментов ординарных заявок и групповых покажет среднее время пребывания по смешанному потоку.

$$t_{\text{см}} = (1 - \gamma) * \tau[t_e, T] + \gamma\,(\,T - t_e\,) = 16{,}93 \text{ мин.}$$

Также была разработана имитационная модель этой системы. Преимуществом имитационного моделирования можно считать наглядность всего процесса моделирования. Были проведены три моделирования длительностью по 5 часов. Полученные результаты нескольких процессов моделирования были усреднены для удобного сравнения с результатами математического моделирования.

При сравнении результатов математического и имитационного моделирований сильных отклонений не замечено. Результаты получились очень схожими. Например, среднее число занятых каналов также оказалось равным пяти - шести, что соответствует расчётам математического моделирования. Среднее время пребывания заявки в системе равно 35,65 минут, или 0,594 часа, а среднее время пребывания в очереди равно 5,68 минут.

Стоит отметить, что также было проведено несколько процессов моделирования с измененными входными параметрами. При уменьшении количества каналов до семи, вероятность образования очереди возрастает чуть более, чем вдвое – 54,2%, а среднее время пребывания заявки в системе увеличивается до 0,82 часа. Разница достаточно велика, но не критична, при таком раскладе все заявки всё еще попадут на обслуживание. А вот при уменьшении количества каналов еще на единицу или более, процесс обслуживания становится нестабильным и длина очереди начинает бесконечно возрастать. Такой результат недопустим для систем массового обслуживания, а модель можно считать неудовлетворительной. Отсюда можно сделать вывод, что для стабильной работы системы при таких входных данных, количество каналов должно составлять не менее семи.

Всероссийское СМИ
«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»
Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.
(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru
e-mail: akademnova@mail.ru

Список использованной литературы:

1. Нуриев Н.К., Печеный Е.А., Али А.А. Постановка задачи эффективного управления системой массового обслуживания в условиях смешанного потока. // Вестник технол. ун-та. 2015. Т.18, - №17 – С.176-179.
2. Печеный Е.А., Нуриев Н.К., Али А.А. Математическая модель эффективного администрирования многоканальной СМО в системе контроля качества учебного процесса. // Фундаментальные исследования, №10 (часть 3) 2016, С.532-536.
3. Нуриев Н.К., Али А.А., Печеный Е.А. Моделирование однономенклатурного смешанного потока с ограниченным временем обслуживания. // Вестник технол. ун-та. 2016. Т.19, - №24 – С.120-122.
4. Климов Г. П. Теория массового обслуживания / Г. П. Климов – М.: Издательство Московского Университета, 2011 – 312с.
5. Рыжиков Ю.И., Уланов А.В. Расчет сети обслуживания с ограничением времени жизни заявок / XII Всероссийское совещание по проблемам управления, 2014.

Дата поступления в редакцию: 04.03.2019 г.
Опубликовано: 04.03.2019 г.