ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ ИСХОДЯЩИХ ВЫЗОВОВ ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОГО АЛГОРИТМА ОБЗВОНА

Зеленый А.П.[1], Дейнеко Ж.В.[2]
[1] – Государственный университет информационно-коммуникационных технологий
[2] – Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Одной из важных задач call-центра является задача массового обзвона клиентов. При автоматическом обзвоне современные системы телефонии способны организовывать исходящие звонки по многим номерам одновременно, с интервалом менее секунды. Соответственно, возникает поток требований с интенсивностью гораздо большей, чем интенсивность их обслуживания, что приводит к быстрому занятию всех операторов и появлению очереди ожидающих ответа клиентов. Необходимо регулировать поток исходящих вызовов таким образом, чтобы звонки не терялись из-за занятости операторов, а с другой стороны, операторы не простаивали в ожидании, когда клиент снимет трубку.

Соответственно, система должна организовывать процессы дозвона до новых клиентов «наперед», раньше, чем освободился хотя бы один оператор, но с учетом того, что наиболее вероятно, когда клиент поднимет трубку, свободный оператор появится. Алгоритмы обзвона, основанные на статистическом прогнозировании, получили название предиктивных (Predicive).

При данном способе обзвона значительно сокращается простой в работе операторов, что дает существенный экономический эффект в работе call-центров.

Целью данной работы является построение и исследование модели функционирования системы массового обзвона и разработка метода управления входной нагрузкой, обеспечивающего максимальную загрузку операторов и минимальную вероятность потери клиентов, ожидающих обслуживания.

Процесс массового обзвона клиентов можно интерпретировать как работу многоканальной СМО с так называемыми «нетерпеливыми» требованиями или ограниченным временем ожидания в очереди [1]. Обозначим через N число операторов, обслуживающих клиентов. Под требованием будем понимать установленное соединение, а под длительностью обслуживания t_r – длительность разговора оператора с клиентом. Общепринятым есть допущение, что t_r – является случайной величиной, распределенной по нормальному закону с математическим ожиданием $\overline{T}_r$. Соответственно, интенсивность обслуживания требований системой обозначим $\mu = \frac{1}{\overline{T}}$.

Если нет свободных операторов, требование поступает в очередь, где может находиться случайное время t_q, распределенное по показательному закону с некоторым параметром $\nu = \frac{1}{\overline{t}_q}$, определяющим интенсивность ухода из очереди (клиент положил трубку, не дождавшись ответа).

Особенностью рассматриваемой системы является механизм поступления требований. В данном случае требования не поступают извне, а генерируются внутри системы модулем обзвона, на основании списка клиентов. Появлению каждого требования предшествует процесс дозвона, который характеризуется случайной величиной t_d – длительностью дозвона, P_d – вероятностью успешного соединения и T_d – максимальным временем ожидания системой ответа абонента (поднятие трубки). Результатом процесса дозвона является требование, появляющееся с вероятностью P_d по истечении случайного интервала времени $t_d < T_d$. Множество процессов дозвона создает псевдослучайный поток требований из установленных соединений. Интенсивность и характер этого потока собственно и определяются алгоритмом обзвона.

Рассмотрим состояние системы в произвольный момент времени t с целью определить количество процессов дозвона, которые нужно запустить для поддержания максимальной занятости операторов. Пусть известны: n – число занятых операторов ($n \le N$); m – число требований, находящихся в очереди (когда $n = N$); k – число незавершенных процессов дозвона.

Пусть x – искомое число процессов дозвона. Для случая $n < N$, очередь требований будет пуста ($m = 0$) и должно выполняться соотношение:

$$(x + k)P_d = N - n + \mu n T_d \quad (1)$$

Решая это уравнения относительно x и беря целую часть вычисленного значения, получим количество процессов дозвона, которые должны быть запущены на интервале (x, $x + T_d$). Для случая, когда все операторы заняты ($n = N$), очередь требований может быть не пуста ($m > 0$) и уравнение (1) примет вид:

$$(x + k)P_d + m = \mu N T_d \quad (2)$$

Очевидно, что такой алгоритм формирования потока требований в среднем поддерживает постоянную интенсивность, равную суммарной интенсивности обслуживания системы (μN), что обеспечивает максимальную занятость всех операторов. Важным параметром алгоритма является интервал между расчетами нагрузки. Показано, что для сохранения постоянной интенсивности и приближения к свойствам пуассоновского распределения, этот интервал должен быть меньше T_d.

Для многоканальной СМО с ограниченным временем ожидания на основе схемы процесса гибели и размножения можно получить в явном виде вероятности всех состояний системы, в том числе, вероятность занятости всех операторов имеет вид:

$$P_n = \frac{(\lambda / \mu)^n \lambda}{n!} p_0, \quad (3)$$

а вероятность нахождения в очереди r требований равна:

$$P_n + r = \frac{(\lambda / \mu)^n}{n!} \frac{\lambda^r}{(n\mu + \nu)(n\mu + 2\nu)\ldots(n\mu + r\nu)} p_0 \quad (4)$$

В работе также показано, что задавшись некоторым предельным значением вероятности потери требования, можно аналитически получить усредненные значения интенсивности обеспечивающей максимальную загрузку операторов для заданного значения потерь.

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ./Пер. И.И. Грушко; ред. В.И. Нейман. – М. Машиностроение, 1979. – 432 с.

2. Вентцель Е.С. Исследование операций. / Е.С Вентцель. – М. Советское радио, 1972. – 552 с.