

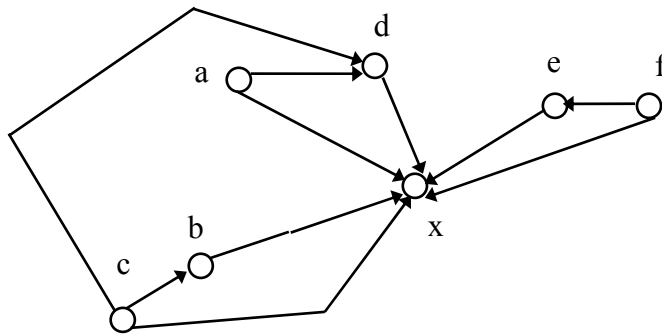


Рис.

Таким образом, изучена связь между свойствами наследования, сумматорности, мультипликативности и монотонности функций выбора блокировки. Показано, что суперпозиция двух функций выбора блокировки не всегда равна функции выбора блокировки, порожденной суперпозицией бинарных отношений предпочтения.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Аракелян А.А.** Методы оптимизации диалоговых информационных систем контроля. - Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985. - 363 с.
2. Теория выбора и принятия решений / Под ред. **Т. М. Виноградской.** - М.: Наука, 1982. - 357 с.
3. **Frost R.** Introduction to knowledge base systems McGraw Hill Publishing Company - 1986. - 677 p.

ГИУА

28.09.1999

Иzv. HAH PA и ГИУА. Cep. TH. 2000. T. LIII, № 1.

УДК 621.391.5

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА

А.А. САРКИСЯН

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СОТОВОЙ СВЯЗИ

Դիտարկվում է ֆունկցիաների և նրանց ծնող բինար հարաբերությունների հատկությունների հետազոտման անհրաժեշտությունը խնդիրներում, որոնք առաջանում են բաշխված տվյալների բազաների ստեղծմամբ և արհեստական բանականության համակարգերում:

Рассмотрены возможности использования теории массового обслуживания в сотовой системе связи. Для случая эрлангового распределения показан технико-экономический эффект подхода.

Библиогр: 2 назв.

Mass service theory application possibilities in cellular communication are considered. The technical and economical effect of this approach is shown for Erlang distribution case.

Ref. 2.

В связи с бурным развитием мобильной связи (в особенности сотовой) все больше ощущается необходимость использования методов прикладной теории - теории массового обслуживания в системах связи, в частности, в системах сотовой связи.

Основная задача теории массового обслуживания состоит в определении различных функциональных характеристик системы обслуживания (в нашем случае, средней загрузки каналов сотовой станции), с тем, чтобы найти ее слабые звенья, при этом качество связи, как таковое, не принимается во внимание. Тем не менее, применение этой теории в сотовых системах связи может дать определенный экономический эффект. Например, владельцы сети цифровых и мобильных АТС будут нести неоправданные расходы, если количество входных и выходных портов соединений телефонных линий будет больше, чем число соединений абонентов друг с другом в единицу времени, и наоборот, если количество портов будет меньше, чем число соединений абонентов в единицу времени, так как при этом часть запросов на соединение получит отказ. Ввиду большой сложности реальных ситуаций при построении математических моделей функционирования сотовой системы на основе положений массового обслуживания многими факторами приходится пренебрегать. Поэтому полученные решения могут оказаться лишь приближенно оптимальными.

Постановка задачи. На практике входящий поток запросов предполагается пуассоновским. В этом случае вероятность $P(X(t)=k)$ того, что число запросов $X(t)$, поступающих на обслуживание в промежуток времени продолжительностью t , равно k , определяется по формуле

$$P(X(t)=k) = (\lambda t)^k e^{-\lambda t} / k!, \quad \lambda > 0, k=0,1,\dots, \quad (1)$$

где λ - интенсивность потока, т.е. среднее число его запросов, поступающих в систему массового обслуживания в единицу времени [1].

Распределение Пуассона играет в теории массового обслуживания примерно такую же роль, что и нормальное распределение в теории вероятностей. Дело в том, что суммирование большого числа случайных потоков при некоторых условиях приводит к пуассоновскому потоку. Этот своеобразный аналог центральной предельной теоремы теории вероятностей и объясняет широкое распространение на практике пуассоновского потока требований. Для пуассоновского потока промежутки времени между двумя последовательными моментами поступления требований подчиняются показательному закону распределения.

Число портов в системе сотовой связи по аналогии с системой массового обслуживания может быть любым. Например, если телефонные линии обслуживаются одним портом, то это соответствует случаю системы с одним портом. Если портов в системе очень много, то для упрощения математического описания процессов приближенно можно считать их

число равным бесконечности.

Основной характеристикой функционирования порта является время обслуживания требования этим портом. Этот показатель характеризует не качество обслуживания, а лишь пропускную способность порта. Время обслуживания обычно непостоянно и является случайной величиной. При этом считают, что продолжительности обслуживания разных требований данным прибором - независимые случайные величины с одним и тем же законом распределения, который наиболее часто полагают показательным. Им хорошо описывается длительность телефонных разговоров.

Основное и весьма примечательное свойство показательного закона времени обслуживания состоит в том, что закон распределения оставшейся части времени обслуживания не зависит от времени, которое уже было затрачено на это обслуживание. Если поступившее на обслуживание требование застает все порты занятыми обслуживанием других требований, то оно либо покидает систему необслуженным, либо становится в очередь. В первом случае имеем систему с отказами, во втором - с ожиданием. Примером системы с отказами является АТС: если абонент занят (частые гудки), то разговор не происходит.

Случаи с потерями (отказами). Пусть система состоит из n однотипных обслуживающих портов и в эту систему поступает пуассоновский поток однородных запросов с интенсивностью λ [1]. Предположим далее, что время обслуживания каждого запроса каждым портом подчиняется показательному закону с параметром μ . Этот параметр здесь имеет простой физический смысл: его обратная величина равна среднему времени обслуживания запроса портом. Если оказывается, что все обслуживающие порты заняты, то требование получает отказ и покидает систему необслуженным.

Явное аналитическое решение для стационарного распределения вероятностей числа требований, находящихся на обслуживании в системе с отказами, дает формула Эрланга

$$p_k = \frac{\alpha^k}{k!} / \sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}, \quad k=0,1,\dots,n, \quad \alpha=\lambda/\mu. \quad (2)$$

Она устанавливает зависимость вероятности $p_k(t)$ того, что в системе в момент времени t находится на обслуживании k требований ($k=0,1,\dots,n$) от среднестатистических параметров систем λ и μ в предположении, что в любой момент времени t выполняется условие нормировки $\sum_{k=0}^n P_k(t) = 1$. Это непосредственно следует из того, что в любой момент времени t в системе находится на обслуживании либо 0, либо 1, либо, наконец, n требований.

Для рассматриваемой системы с отказами наибольший интерес представляет вероятность отказа, т.е. вероятность того, что в момент поступления очередного запроса на обслуживание все порты будут заняты. Тогда

$$p_{\text{отк}} = p_n = \frac{\alpha^n}{n!} / \sum_{k=0}^n \frac{\alpha^k}{k!}, \quad (3)$$

а среднее число портов, занятых обслуживанием, будет

$$N = \sum_{k=1}^n k p_k = p_0 \sum_{k=1}^n \frac{\alpha^k}{(k-1)!} = \alpha(1 - p_n) . \quad (4)$$

Величина p_n характеризует полноту обслуживания входящего потока, а N - степень загрузки системы.

Так, одна плата приемника/передатчика базовой приемно-передающей станции BTS (Base Transceiver Station) сотовой сети GSM в г. Ереване имеет семь каналов связи (семь обслуживающих портов) [2]. Очевидно, что моменты поступления на станцию требований, т.е. заявок на соединение с абонентом для ведения разговоров, равно как и продолжительность этих разговоров, являются случайными. Примем, что поток запросов - пуассоновский с интенсивностью $\lambda=3$ вызова в минуту и время каждого разговора имеет показательное распределение с математическим ожиданием $1/\mu$, равным 2 мин. Если запрос получает отказ, т.е. в момент его поступления на станцию все семь каналов связи заняты, то $n=7$, $\alpha=\lambda/\mu=3 \times 2=6$, и, следовательно, вероятностью того, что телефонный разговор с первого вызова не состоится, согласно (3) будет

$$P_7 = \frac{6^7 / 7!}{\sum_{k=0}^7 6^k / k!} = 0,18 .$$

Среднее число занятых каналов во время работы станции определим по формуле (4): $N=6(1-0,18)=4,92$ каналов. Поэтому коэффициент загрузки каналов связи данной станции будет $K_3 = N / n = 4,92 / 7 = 0,7$, а коэффициент простоя: $K_{пр} = 1 - 0,7 = 0,3$.

Работу рассмотренной BTS в этом случае вряд ли можно считать удовлетворительной, так как станция не соединяет с абонентом в среднем 18% случаев ($p_7 = 0,18$). Очевидно, что пропускную способность BTS при данных λ и μ можно увеличить только за счет увеличения числа каналов связи. Так, при удвоении числа плат (14 каналов) пропускная способность BTS увеличится, поскольку $P_{14} = 0,002$, $K_3 = 0,42$, $K_{пр} = 0,58$. Отсюда следует, что если проектировать BTS для данных значений λ и μ так, чтобы она могла одновременно обслужить 14 разговоров ($n=14$), то только в 0,2% случаев будет получен отказ из-за занятости всех 14 каналов. Очевидно, что экономически более выгодно использование двух плат при 0,2% отказов, чем одной платы при 18% отказов.

Рассмотренный пример является лишь малой частью тех расчетов, которые должны производиться при планировании количества приемно-передающих каналов BTS для большего числа пользователей (до 48 на один приемно-передающий модуль BTS).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Саульев В.К.** Математические модели теории массового обслуживания. – М.: Статистика, 1979. – 96 с.
2. **Technical Manual.** - Siemens: GSM-900 Equipment, BS-60. - 1996.

ГИУА

24.03.1998