СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

10 - 6927

В.Д.Шибаев

ХАРАКТЕРИСТИКИ БУФЕРНОЙ ПАМЯТИ С ГРУППОВЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОМ АЛГОРИТМЕ СВЯЗИ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

10 - 6927

В.Д.Шибаев

ХАРАКТЕРИСТИКИ БУФЕРНОЙ ПАМЯТИ С ГРУППОВЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОМ АЛГОРИТМЕ СВЯЗИ

В физических измерениях с использованием ЭВМ иногда используется буферное накопление экспериментальной информации в оперативной памяти машины с поочередным использованием двух буферных зон /буферная память типа "пинг-понг" /1/ /. По заполнении одной из зон информация начинает записываться в другую, в то время как из первой зоны она передается во внешнюю память /магнитные диски, лента/, выборочно обрабатывается и т.д. Информация, пришедшая на вход буферной памяти в тот момент, когда одна из зон уже заполнилась, а другая еще не освободилась, будет потеряна.

Используя классификацию и терминологию теории массового обслуживания /2/, такую буферную память можно отнести к одноканальной системе смешанного типа с пуассоновским входящим потоком заявок и групповым обслуживанием с постоянным временем обслуживания при нециклическом характере опроса /или, как еще называют /3/, при информационном алгоритме связи/, причем количество заявок, обслуживаемых одновременно, всегда постоянно и равно числу ячеек буферной зоны.

Рассмотрим моменты времени t_1 и t_2, t_3 и t_4 и т.д., соответствующие моментам начала и конца обслуживания группы из k заявок /рис. 1/. Время работы системы будет складываться из интервалов времени обслуживания / $t_2 - t_1 = t_4 - t_3 = \tau$ / и интервалов времени ожидания начала обслуживания /например, $t_3 - t_2$ /. Среднее значение интервала времени ожидания $\bar{T}_{ож}$ будет зависеть от состояния системы в момент окончания обслуживания группы заявок /моменты времени t_2, t_4 и т.д./. Оно будет равно

$$\bar{T}_{ож} = \frac{1}{n} P_{k-1} + \frac{2}{n} P_{k-2} + \ldots + \frac{k-1}{n} P_1 + \frac{k}{n} P_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{k-1} (k-i) P_i , \qquad /1/$$

где n - средняя скорость поступления заявок на вход системы, P_i - вероятность того, что в момент окончания обслуживания в системе будет находиться i заявок.

Так как в момент начала обслуживания система освобождается полностью, то P_i равна вероятности появления i заявок за интервал времени, равный τ. При пуассоновском входящем потоке

$$P_i(n\tau) = \frac{(n\tau)^i}{i!} e \qquad /2/$$

Рис. 1.

Равенство /1/ можно переписать в виде разности двух сумм. Тогда

$$\bar{T}_{ож} = \frac{k}{n}\sum_{i=0}^{k-1} P_i(n\tau) - \frac{1}{n}\sum_{i=0}^{k-1} iP_i(n\tau) =$$

$$= \frac{k}{n}P_{k-1}(n\tau) + \frac{k}{n}\left(1 - \frac{n\tau}{k}\right)\sum_{i=0}^{k-2} P_i(n\tau) = \qquad /3/$$

$$= \frac{k}{n}P_{k-1}(n\tau) + \frac{k}{n}\left(1 - \frac{n\tau}{k}\right)(1 - L_{k-1}),$$

где $L_{k-1} = \sum_{i=k-1}^{\infty} P_i(n\tau)$.

Численные значения функций P_{k-1} и L_{k-1} можно получить из таблиц /например, /4/ /.

/При выполнении условия $\sqrt{n\tau} \gg 1$ при расчете $\bar{T}_{ож}$ целесообразно использовать вместо пуассоновского закона распределения нормальный закон распределения заявок на входе системы /4/ /.

Зная среднее время ожидания $\bar{T}_{ож}$, можно определить среднюю скорость регистрации заявок в системе

$$m = \frac{k}{\tau + \bar{T}_{ож}} = \frac{k}{\tau + \frac{k}{n}P_{k-1}(n\tau) + \frac{k}{n}\left(1 - \frac{n\tau}{k}\right)(1 - L_{k-1})}$$

или, обозначив $\frac{n\tau}{k} = \lambda$, получим

$$m = \frac{n}{\lambda + P_{k-1}(n\tau) + (1-\lambda)(1 - L_{k-1})}, \qquad /4/$$

Относительные потери счета в такой системе будут равны

$$r = \frac{n-m}{n} = 1 - \frac{1}{\lambda + P_{k-1}(n\tau)+(1-\lambda)(1 - L_{k-1})}. \qquad /5/$$

Представляет интерес счетная характеристика системы в случае, когда среднее число заявок, приходящих за время τ , равно числу ячеек буферной зоны, т.е. когда $n\tau = k$ /или $\lambda = 1$ /. В этом случае

$$r = 1 - \frac{1}{1 + P_{k-1}}, \qquad /6/$$

где $P_{k-1} = \frac{k^{k-1}}{(k-1)!} e = \frac{k^k}{k!} e^{-k}$.

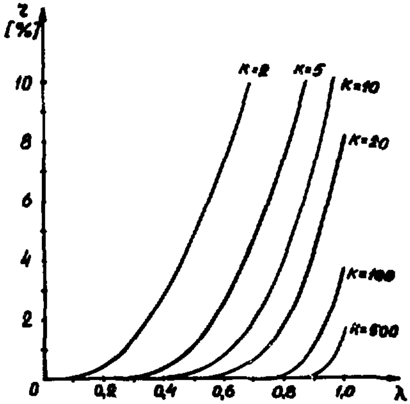
Применяя формулу Стирлинга

$k! = \sqrt{2\pi k}\, k^k e^{-k}$,

получим /для больших k /

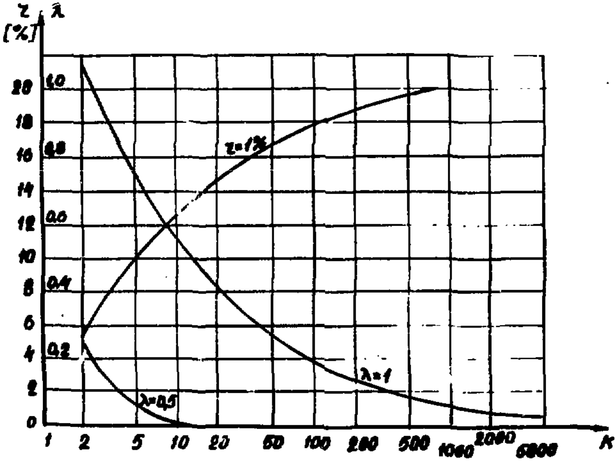
$$r = \frac{1}{1 + \sqrt{2\pi k}}. \qquad /7/$$

На рис. 2 приведены кривые, характеризующие зависимость $r = f(\lambda)$ для различных k , рассчитанные по формуле /5/. Зависимость просчетов от емкости буферной зоны для $\lambda = 1$ характеризуется кривой, приведенной на рис. 3. Здесь же для сравнения приведена кривая для $\lambda = 0{,}5$. На этом же рисунке показана зависимость λ от емкости буферной зоны k при условии однопроцентных просчетов, так как обычно просчеты менее одного процента экспериментатором во внимание не принимаются.



τ [%]
10
8
6
4
2
0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
λ
K=2
K=5
K=10
K=20
K=100
K=500

Рис. 2.



τ, λ
[%]
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1,0
0,8
0,6
0,4
0,2
τ=1%
λ=1
λ=0,5
1
2
5
10
20
50
100
200
500
1000
2000
5000
K

Рис. 3.

Анализ этой кривой показывает, что увеличение емкости буферной зоны в 10 раз /100 и 1000/ ведет к незначительному увеличению λ /0,9 и 1,0 /. Так как k входит в значение ($\lambda = \frac{nr}{k}$), то довольно сложно сказать о возможном количественном увеличении n с увеличением емкости буферной зоны. Известно, что время обслуживания k заявок r состоит из двух частей

$$r = r_1 + r_2 ,$$

где r_1 - время подготовки обслуживания, состоящее из времени выполнения прерывания, организации обслуживания, восстановления прерванного состояния машины и т.д. Это время не зависит от размеров буферной зоны и всегда постоянно для выбранной схемы эксперимента; r_2 - время выполнения обслуживания, которое равно $k\theta$, где θ - время обслуживания одной заявки. Это время прямо пропорционально емкости буферной зоны.

Рассмотрим два крайних случая:

1. $r_1 \ll r_2$.

Тогда $r \approx r$ и $\lambda = n\theta$. В этом случае увеличение емкости буферной зоны выше 100 позволяет лишь незначительно увеличить интенсивность поступления заявок на входе системы.

2. $r_1 \gg r_2$

В этом случае $r \approx r_1$ и $\lambda \approx \frac{nr_1}{k}$. При λ, близких к 1, увеличение емкости буферной памяти дает возможность почти прямопропорционально увеличить интенсивность поступления заявок.

Литература

1. *M.R.Bhat, B.R.Borril et al., Nucl. Instr. Meth., 53, 108 (1967).*
2. *Т.Л.Саати. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. Изд-во "Советское радио", Москва, 1965.*
3. *М.И.Ланин. Автоматика и телемеханика. т. XXV, №9, 1964, стр. 1344.*
4. *В.И.Гольданский, А.В.Куценко, М.И.Подгорецкий. Статистика отсчетов при регистрации ядерных частиц. Физматгиз, 1959.*

Рукопись поступила в издательский отдел
31 января 1973 года.