

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАСЧЕТА НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛАСТЕРА

М. Л. Федорова (Новомосковск), Т. М. Леденёва (Воронеж)

При изучении дисциплин, связанных с информационными технологиями, имитационное моделирование является одним из основных. Поэтому в данной работе показано, как на практике следует решать задачи с помощью имитационных методов.

**Постановка задачи.** Рассмотрим задачу определения количества узлов в кластере, где каждый узел может быть либо процессором типа Intel, либо AMD. Считаем, что для объединения узлов кластера используется сетевая технология, а сетевые адаптеры имеют скорость 1 Гбит/с.

Время обслуживания данными процессорами транзактов имеют распределение Эрланга первого порядка с параметрами, равными 7 и 9 ед. времени. Входящий поток заявок является пуассоновским с параметром, равным 10 ед. времени. За единицу времени выбран один такт.

Для оценки качества работы кластера принимается критерий производительности системы, определяемый как коэффициент загрузки процессоров, который не должен быть ниже уровня 80%. При этом важно оценить минимальное число узлов, необходимое для данной цели. Решение поставленной задачи удобнее всего проводить с помощью имитационного моделирования.

В связи с тем, что различные типы процессоров неодинаково приспособлены к решению того или иного класса задач, целесообразно оценивать их производительность относительно некоторой эталонной задачи, в качестве которой можно выбрать типовую вычислительную или логическую задачу по обработке информации, объединяющую основные особенности некоторого множества классов задач.

Время решения эталонной задачи определяется следующим образом<sup>1</sup>:

$$T_3 = T_{\text{вв}} + T_{\text{р}} + T_{\text{выв}},$$

где  $T_{\text{вв}}$  – время ввода;  $T_{\text{р}}$  – время решения;  $T_{\text{выв}}$  – время вывода.

Выразим  $T_{\text{вв}}$ ,  $T_{\text{р}}$  и  $T_{\text{выв}}$  через параметры эталонной задачи и основные характеристики ЭВМ.

Введем следующие обозначения:

$Q_{\text{в}}$  – объем исходных данных;

$Q_{\text{э}}$  – объем вводимой в память эталонной программы;

$Q_{\text{выв}}$  – объем выходных данных;

$V_{\text{вв}}$  – скорость ввода;

$V$  – быстродействие ЭВМ;

$V_{\text{выв}}$  – скорость вывода.

Тогда составляющие времени  $T_3$  выразятся следующим образом:

$$T_{\text{вв}} = (Q_{\text{вв}} + Q_{\text{э}}) / V_{\text{вв}};$$

$$T_{\text{р}} = Q_{\text{пр}} / V;$$

$$T_{\text{выв}} = Q_{\text{выв}} / V_{\text{выв}}.$$

Таким образом, получаем:

$$T_3 = (Q_{\text{вв}} + Q_{\text{э}}) / V_{\text{вв}} + Q_{\text{пр}} / V + Q_{\text{выв}} / V_{\text{выв}}.$$

<sup>1</sup> Голованов О.В., Дуванов С.Г., Смирнов В.Н. Моделирование сложных дискретных систем на ЭВМ третьего поколения: (Опыт применения GPSS). – М.: Энергия, 1978. – 160 с., ил.

Если эталонная программа перед обработкой должна транслироваться, то в величину  $T_p$  добавляется слагаемое, представляющее собой отношение длины программы трансляции к быстродействию ЭВМ.

Вычисляемая подобным образом величина  $T_3$  может быть использована при моделировании обслуживания узлом кластера потока эталонных задач, поступающих в узел, в соответствии с законом распределения Эрланга 1-го порядка. При этом время  $T_3$  может рассматриваться как средняя величина времени пребывания задачи в системе.

С точки зрения теории массового обслуживания эта задача является многолинейной системой с неограниченной очередью. Решать такие задачи наиболее удобно на языке имитационного моделирования GPSS WORLD.

Решение задачи в данном случае производится в два этапа. На первом этапе используется MODEL1, которая представляет собой узел кластера, укомплектованный процессорами одного типа (AMD).

Для проведения эксперимента на первом этапе использовалась MODEL1 со значением емкости накопителя (COR1), равным 30 процессоров (для первого шага моделирования), 40 процессоров (для второго шага) и 60 процессоров (для третьего шага), что соответствует числу используемых наиболее производительных процессоров : 30, 40 и 60.

```
COR1 STORAGE 30
      GENERATE (POISSON( 2, 0.01 ))
TINC ENTER    COR1
      ADVANCE  7,(GAMMA(2,0,0.65,2))
      LEAVE    COR1
      TERMINATE 1
```

Из отчета симулятора GPSS World

Для 30 производительность UTIL 0.823

Для 40 производительность UTIL 0.813

Для 60 производительность UTIL 0.804

Использование шестидесяти процессоров превысило производительность по сравнению с требуемым уровнем.

Поэтому в MODEL2, на следующем шаге моделирования использовались 30 процессоров типа AMD и вводились в конфигурацию системы процессоры другого типа (INTEL) в количествах 10, 20 и 30. Модель 2 использовалась на четвертом шаге моделирования.

```
COR1 STORAGE 30
COR2 STORAGE 20
      GENERATE (POISSON( 2, 0.1 ))
      TRANSFER BOTH,TINR,TINC
TINC ENTER    COR1
      ADVANCE  7,(GAMMA(2,0,0.65,2))
      LEAVE    COR1
      TRANSFER ,KON
TINR ENTER    COR2
      ADVANCE  9,(GAMMA(2,0,0.3,2))
      LEAVE    COR2
KON  TERMINATE 1
```

Из отчета симулятора GPSS

STORAGE UTIL.

COR1 0.519 – P1-коэффициент загрузки процессора типа AMD.

COR2 0.788 – P2-коэффициент загрузки процессора типа INTEL.

При этом конфигурация из 30 процессоров с производительностью P2 и десяти с производительностью P1, как это видно из результатов моделирования, обеспечила требуемое качество ( $0.519+0.788=1.307$ , что больше, чем 0,8).

Вывод. Данная работа служит иллюстрацией применения методов имитационного моделирования при подготовке специалистов в области автоматизированной обработки информации. Она дает студентам практические навыки.