

УДК 681.3

Методика нахождения регрессионных зависимостей откликов ИМ ВП от технологических параметров оборудования по данным имитационного эксперимента

О. В. Быченко

1. Введение

Для исследования динамики развития ВП под воздействием РН на ЛВС обычно используются имитационные модели (ИМ), поскольку характер связей компонентов ЛВС сложный и непредсказуем [1]. В ходе проектного моделирования состава и структуры ЛВС исследователям приходится зачастую регулярно проводить ресурсоемкие имитационные эксперименты (ИЭ) в течении довольно длительного периода времени. Одним из перспективных способов сокращения затрат ресурсов исследования является построение по данным ИЭ регрессионной модели откликов от параметров моделирования. Но при построении регрессионных моделей (РМ) необходимо проверить выполнимость предпосылок для существования регрессионной зависимости выбранного вида. Поэтому дополнительной трудностью такого способа замены ИЭ является обоснование вида регрессии и последующее определение параметров РМ [2].

В данной работе предлагается методика нахождения коэффициентов линейной РМ, позволяющей определить значения откликов при различных комбинациях параметров ИМ П и РН на ЛВС.

2. Формализация ВП на уровне «Задачи ЛВС»

Согласно работе [1] концептуальная модель ВП в ЛВС на уровне его детализации «Задачи ЛВС» задается комбинацией: векторов параметров (X, Z, G_{PH}); статистик имитации (St), откликов моделирования (Y). Составляющими вектора параметров X являются: скорость выполнения запросов пользователей на CPU (v_{CPU}); скорость передачи информации по сети (v_{HDD}), общий объем внешней памяти ($V_{ВНП}$), интенсивность поступления запросов пользователей на ресурсы узла ЛВС (λ) и параметров надежности (Z) включает в себя: вероятность отказа выполнения запросов на CPU ($P_{отCPU}$); вероятность отказа функционирования внешней памяти ($P_{отHDD}$); среднее время восстановления работоспособности CPU ($\bar{\tau}_{восCPU}$), среднее время восстановления работоспособности HDD ($\bar{\tau}_{восHDD}$). Множество характеристик РН на узлах ЛВС (G_{PH}) определяет структуру процессов пользователей, реализуемых ОС по запросам пользователей и представляется сочетанием двух графов (GR_1 и GR_2). GR_1 описывает порядок выполнения на CPU программных модулей ($ПМ_k$) процессов пользователей i -го типа, а GR_2 задает порядок выполнения на HDD модулей внешней памяти при реализации $ПМ_j$ операций обмена данными между внешней и оперативной памятью обмена ($V_{обк}$). Для описания GR_1 и GR_2 используется полумарковская модель процессов использования ресурсов соответственно CPU и HDD. Таким образом, реализация последовательности функциональных задач ($\PhiЗ_k$) определяет порядок выполнения $ПМ_k$ согласно GR_1 , каждый из которых затем с помощью GR_2 порождает n_1 последовательностей процессов, использующих ресурсы ЛВС.

Компонентами вектора статистик имитации St являются: общее время использования CPU при выполнении $\PhiЗ_k$ ($\sum \tau_{CPUk}$); средняя длина очереди к имитаторам оборудования

($\bar{L}_{оч}$), среднее время ожидания запроса на ресурсы ($\bar{t}_{ож}$). Вектор откликов ИМ ВП и РН уровня «Задачи ЛВС» включает в себя: коэффициент занятости CPU (η_{cpu}) при выполнении $\{\Phi Z_k\}$; коэффициент использования ресурса HDD (η_{HDD}) при выполнении $\{\Phi Z_k\}$; среднее время выполнения в ЛВС ΦZ_k , формируемых по запросам пользователей k -го типа (ик). Целью исследования является нахождение вида и параметров регрессионных зависимостей:

$$\begin{aligned}\eta_{cpu} &= \varphi_1(X, Z, G_{PH}); \\ \eta_{HDD} &= \varphi_2(X, Z, G_{PH}); \\ \bar{T}_{жк} &= \varphi_{3k}(X, Z, G_{PH}).\end{aligned}\quad (1)$$

Определив зависимости $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_{3k}$ в ходе ИЭ, можно их использовать при проектном моделировании вариантов организации ВП для оперативного нахождения рационального состава оборудования ЛВС. С помощью зависимостей (1) можно существенно сократить расход ресурсов исследования за счет замены продолжительного ИЭ простым расчетом откликов по регрессионным зависимостям (1).

Регрессионные зависимости откликов ИМ ВП (1) в общем виде трудно представимы, поскольку в качестве переменных выступают три разнородные группы параметров. Поэтому предлагается последовательное нахождение уровней регрессии только от одной группы параметров, при фиксированных значениях остальных параметров. Во-первых, предполагается, что GR_1 и GR_2 во всех ИЭ устанавливаются одними и теми же, определяя собой ту структуру полумарковских моделей выполнения ОС запросов ПМК на ресурсы ЛВС, которые были замерены в ходе натурных экспериментов с ЛВС (НЭ). Во-вторых, параметр λ представим различными значениями соответственно для трех типов запросов пользователей: фоновые, использующие пакетный режим их решения (λ_{ϕ}); запросы пользователей в диалоговом режиме ($\lambda_{д}$); транзитные для данного узла ЛВС запросы пользователей ($\lambda_{т}$). Аналогичным образом отклики $\bar{T}_{жк}$ также представимы для трех типов пользователей: фоновых (\bar{T}_{ϕ}), диалоговых ($\bar{T}_{д}$), транзитных ($\bar{T}_{т}$).

Рассмотрим методику нахождения коэффициентов зависимостей (1) с учетом сделанных выше замечаний.

3. Нахождение коэффициентов регрессионных зависимостей откликов ИМ ВП от интенсивностей поступления запросов пользователей на ресурсы узлов ЛВС и технологических характеристик оборудования ЛВС

Упростим зависимости (1), представив изменение откликов ИМ ВП только от вектора интенсивностей запросов пользователей ($\lambda_{\phi}, \lambda_{д}, \lambda_{т}$) при предположении о линейном характере этой регрессионной зависимости:

$$Y_k = \alpha_{1k} \lambda_{\phi} + \alpha_{2k} \lambda_{д} + \alpha_{3k} \lambda_{т}; \quad (2)$$

Здесь под Y_k понимаются значения следующих откликов моделирования:

$$Y = \{\eta_{cpu} (k=1), \eta_{HDD} (k=2), \bar{T}_{\phi} (k=3), \bar{T}_{д} (k=4), T_{т} (k=5)\}. \quad (3)$$

Матрица коэффициентов линейной зависимости $\|L_{ik}\|$, где $i = \overline{1,3}$; $k = \overline{1,5}$ определяется по стандартным технологиям обработки данных ИЭ [3] при определении коэффициентов регрессионной зависимости. Анализ значений компонентов матрицы $\|\alpha_{ik}\|$ состоит в сравнении друг с другом знаков абсолютных величин этих коэффициентов. В результате анализа можно сделать заключение о существенности или несущественности влияния компонент вектора параметров ($\lambda_{\phi}, \lambda_{д}, \lambda_{т}$) на величины откликов (3).

Фиксируем значения параметров вектора интенсивности в серединной точке области их значений $(\lambda_{\text{фо}}, \lambda_{\text{до}}, \lambda_{\text{то}})$, меняем значения компонент, вектора $X=(v_{\text{сру}}, v_{\text{ндд}}, V_{\text{внп}})$ будем рассматривать зависимость (1) в виде :

$$Y_1 = \beta_{11} : v_{\text{сру}} + \beta_{21} v_{\text{ндд}} + \beta_{31} V_{\text{внп}} \quad (4)$$

Под Y_1 понимаются значения компонент вектора откликов (3).

Матрица коэффициентов линейной зависимости $\|\beta_{il}\|$ $l = \overline{1,3}$; $i = \overline{1,5}$ определяется по тем же стандартным технологиям обработки данных ИЭ [3] при определении коэффициентов регрессионной зависимости. Сравнение значений компонент матрицы $\|\beta_{il}\|$ позволяет по абсолютным величинам и знакам этих коэффициентов сделать заключение о существенности влияния компонент вектора технологических параметров на величины откликов (3).

4. Определение коэффициентов регрессионных зависимостей откликов ИМ ВП от надежностных характеристик оборудования ЛВС

Зафиксировав в серединной точке области параметров значения компонент векторов $(\lambda_{\text{фо}}, \lambda_{\text{до}}, \lambda_{\text{то}})$ и $(v_{\text{сруо}}, v_{\text{нддо}}, V_{\text{внпо}})$, упростим зависимость (1) и представим ее в виде линейной регрессионной зависимости откликов ИМ ВП (3) от надежностных характеристик оборудования ЛВС:

$$Y_h = \gamma_{1h} P_{\text{отсру}} + \gamma_{2h} P_{\text{отндд}} + \gamma_{3h} \bar{\tau}_{\text{восру}} + \gamma_{4h} \bar{\tau}_{\text{вондд}} \quad (5)$$

Под Y_h понимается значение компонент вектора откликов (3).

По тем же стандартным технологиям обработки данных ИЭ [3] определяются значения матрицы коэффициентов регрессионных зависимостей $\|Y_{ih}\|$ $i = \overline{1,4}$; $h = \overline{1,5}$ и анализ значений компонент матрицы $\|Y_{ih}\|$ позволяет установить список существенных факторов надежности оборудования. С помощью зависимостей (4) и (5) можно оперативным образом сравнить, насколько ухудшается качество организации ВП и качество обслуживания пользователей узлов ЛВС при ухудшении характеристик надежности оборудования ЛВС. Характеристикой ухудшения качества обслуживания пользователя является величина изменения компоненты вектора откликов

$$\Delta Y_k = Y_k^{(1)} - Y_k^{(2)} \quad (6)$$

В силу независимости друг от друга этих откликов можно найти регрессионную зависимость:

$$\Delta Y_k = \beta_{1k} P_{\text{отсру}} + \beta_{2k} P_{\text{отндд}} + \beta_{3k} \bar{\tau}_{\text{восру}} + \beta_{4k} \bar{\tau}_{\text{вондд}}; \quad (7)$$

Анализ матрицы коэффициентов $\|\beta_{ki}\|$ зависимости (7) позволяет определить существенность ухудшения качества обслуживания пользователей и ухудшения использования ресурсов узлов ЛВС от понижения надежностных характеристик оборудования ЛВС в к-ом в варианте надежности оборудования ЛВС.

Abstract

The author considers the way of a formal description of a computing process, the algorithm of the search of regression dependences of the simulating model responses on the technological parameters of the equipment.

Литература

1. Демиденко О.М. Технология мониторинга и адаптации вычислительного процесса под рабочую нагрузку на локальную вычислительную сеть. – Мн.: Белорусская наука, 2002. – 143 с.
2. Демиденко О.М., Воруев А.В., Быченко О.В. и др. Использование программно-технологического комплекса при проектировании ЛВС, предназначенных для оперативной реакции при предупреждении чрезвычайных ситуаций // Мат. 3-ой международной конференции “Цифровая обработка информации и управление в чрезвычайных ситуациях” 28-30 мая 2002г.- Минск, 2002. – Т.1. – С. 209-215.
3. Жогаль С.П., Жогаль С.И., Максимей И.В. Основы регрессионного анализа и планирования экспериментов: Уч. пособие. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 1997. – 94 с.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступило 12.04.04

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ