

Организация взаимодействия информационных и управляющих транзактов в программе на языке моделирования MİCİC4

П. Л. ЧЕЧЕТ, В. В. СТАРЧЕНКО

Постановка задачи

В системе обслуживания информационным называется транзакт, связанный с основным потоком обслуживания. Как правило, информационные транзакты, поступают в систему извне и проходят через нее, обслуживаясь на различных устройствах. Именно характеристики движения по модели информационных транзактов, интересуют исследователя в первую очередь, так как они служат характеристиками всей сложной системы [1].

Однако при движении информационного транзакта нередко возникает ситуация, при которой обслуживание на некотором устройстве ТХО не может быть начато или завершено до выполнения определенного условия, связанного с другим управляющим элементом (простым устройством или составным узлом), который обозначим УПР [2–4]. При этом время выполнения условия в момент прибытия информационного транзакта на устройство ТХО неизвестно. Схематически процесс обслуживания показан на рис. 1. В таком случае обычно создают новый транзакт, называемый управляющим, который отправляется в УПР. Сам информационный транзакт на устройстве ТХО переходит в состояние «задержан» (активность a_{11}). В результате обслуживания на устройстве УПР через определенный интервал времени обеспечивается выполнение условия (активности $a_{21} - a_{2,k-1}$). В последней активности a_{2k} управляющий транзакт подает сигнал на соответствующий информационный транзакт о продолжении обслуживания, а сам уничтожается. На устройстве ТХО активностью a_{12} реализуется обслуживание информационного транзакта, после чего он перемещается далее по модели, а на его место поступает новый информационный транзакт из очереди.



Рис. 1. Схема взаимодействия информационного и управляющих транзактов без возврата последнего на обслуживающее устройство ТХО

Данная схема легко программируется на языке моделирования MİCİC4 [5]. Трудности возникают, когда надо вернуть управляющий транзакт на обслуживающее устройство ТХО (см. рис. 2). Проблема состоит в том, что в предыдущих версиях MİCİC хотя и была возможность создания многоканального устройства, но любой транзакт занимал ровно один канал. Очевидно, что устройство ТХО должно было иметь по меньшей мере два канала. При этом надо было закрывать устройство ТХО, чтобы блокировать приход новых информаци-

онных транзактов из очереди, пока управляющий транзакт находится на устройстве УПР. Причем следовало обеспечить обратное открытие устройства ТХО таким образом, чтобы управляющий транзакт вошел в него ранее информационных транзактов из очереди. Алгоритмы механизмов обслуживания существенно усложнились при необходимости одновременного обслуживания на устройстве ТХО более одного информационного транзакта.

Таким образом, возникла задача усовершенствования базовой схемы формализации (БСФ) системы моделирования MICIC4 по организации взаимодействия информационных и управляющих транзактов. Как следствие, это потребовало написать и отладить код в системном модуле MICIC4.

Развитие базовой схемы формализации

Нами было предложено новое содержание понятия **канал**. Под ним стали понимать целые неотрицательные числа, связанные как с устройством – K_d , так и транзактом – K_t . Транзакт мог начать обслуживаться на устройстве, если **объем каналов**, занимаемых транзактом при обслуживании, не превышал объем свободных каналов устройства, т.е. если выполнялось условие $K_t \leq K_d$.

Аналогично вместо пары сигналов *Открыть/Закрыть*, подаваемых на устройство, был предложен целый неотрицательный параметр **приоритет** как для устройства – P_d , так и транзакта – P_t . Дополнительно к ограничению по объему каналов было принято ограничение по **уровню приоритета**. Т.е. для начала обслуживания должно выполняться составное условие $K_t \leq K_d \& P_t \leq P_d$. Причем в процессе моделирования можно изменять и объем каналов, и приоритет у устройств и транзактов. В крайнем случае, если транзакт имеет нулевой приоритет и нулевой объем каналов, то он сразу попадает на обслуживание на любое устройство.

Изменения в системном модуле коснулись описания базовых классов для устройства и транзакта. Это, в свою очередь, повлекло существенную корректировку не только методов классов, но и алгоритмов ключевых функций, в частности *StopService()*. Однако разработчики имитационных моделей (ИМ) получили большую гибкость при программировании информационного модуля.

Схемы взаимодействия с возвратом управляющего транзакта на обслуживающее устройство

Учитывая новые возможности БСФ, рассмотрим случай, когда управляющий транзакт после прохода блока управления УПР должен возвратиться на обслуживающее устройство ТХО, как показано на рис. 2. Данную схему можно реализовать двояко: с управлением по каналам либо приоритету. Разработчик модели волен сам принять решение о том, что ему более подходит.



Рис. 2. Схема взаимодействия информационного и управляющих транзактов с возвратом последнего на обслуживающее устройство ТХО

Основная идея состоит в том, что управляющему транзакту при создании необходимо присвоить нулевой объем каналов. Как и в предыдущем случае, информационный транзакт начнет обслуживание на устройстве ТХО с активности a_{11} , где перейдет в состояние «задержан» и сгенерирует управляющий транзакт на устройство УПР. В данной схеме активность a_{2k} должна всего лишь установить указатель направления движения управляющего транзакта на устройство ТХО. Так как он имеет нулевой объем каналов, то гарантированно пройдет на данное устройство. В активности a_{13} , с которой начинается обслуживание управляющего транзакта на устройстве ТХО, следует отправить сигнал о продолжении обслуживания информационного транзакта, а затем можно выполнить оставшиеся действия и уничтожить управляющий транзакт, если он более не нужен. Особо нужно обратить внимание, что как перевод информационного транзакта в состояние «задержан», так и выход из него реализуется в рамках одного и того же механизма обслуживания, что значительно упрощает его алгоритмизацию. При этом схема взаимодействия остается прежней, даже если устройство ТХО должно обеспечивать одновременное обслуживание более одного информационного транзакта.

Вторая схема реализуется тем же набором активностей и заключается в присвоении управляющему транзакту нулевого приоритета, а также увеличении объема каналов у устройства ТХО. Как только информационный транзакт поступает на обслуживание на устройство ТХО, необходимо с помощью присвоения достаточно большого уровня приоритета данному устройству запретить поступление новых информационных транзактов. Управляющий транзакт после выполнения активностей на устройстве УПР в силу нулевого приоритета возвратится на устройство ТХО и начнет обрабатываться активностью a_{13} . В ней требуется, как и в предыдущей схеме, отправить сигнал о продолжении обслуживания информационного транзакта. Его завершающая активность a_{12} должна восстановить исходный уровень приоритета на устройстве ТХО.

Апробация алгоритмов

Разработанные схемы были апробированы на ИМ оптового магазина, рассмотренной в [4]. В ее реализации использовалась предыдущая версия базовой схемы формализации MISC4. Поскольку ИМ оптового магазина была верифицирована и исследована, то полученные результаты были взяты в качестве контрольных для подтверждения гипотезы об адекватности моделей и, соответственно, правильности реализации системного модуля MISC4 и предложенных схем взаимодействия.

Нами были реализованы две ИМ оптового магазина. В первой ИМ использовалась схема взаимодействия по объему каналов, а во второй – по уровню приоритета. Для сравнения каждой ИМ с контрольной были проведены эксперименты с одинаковыми значениями параметров и переменных модели. Для подтверждения гипотезы об адекватности использовались два отклика:

- среднее время пребывания клиента в магазине и
- среднее количество клиентов в магазине.

Выборка, полученная по 15 прогонам, удовлетворяла нормальному распределению с уровнем значимости $\alpha=0.05$, который дальше применялся во всех статистических критериях [6–7]. В силу нормальности распределения для проверки адекватности моделей можно воспользоваться параметрическими методами.

Приведем результаты для ИМ с управлением по объему каналов (x) и тестовой ИМ (y) из [4]. Для среднего времени пребывания клиента в магазине выборочные средние и выборочные дисперсии равны $\bar{x} = 32.6, S_x^2 = 21.2, \bar{y} = 33.8, S_y^2 = 10.7$. Для проверки гипотезы о нормальном распределении по критерию Хи-квадрат весь диапазон отклика был разделен на 7 интервалов. После проведения вычислений получим, что для первого варианта модели $\chi_x^2 = 11.09$, для второго варианта модели $\chi_y^2 = 6.36$, что в обоих случаях меньше $\chi_{кр}^2 = 13.66$.

Следующий шаг – проверка гипотезы о равенстве дисперсий. Для этого составляется F -статистика. Для полученных результатов значение F -статистики равняется 1,98, что мень-

ше $F_{кр} = 2,40$. Следовательно, гипотеза о равенстве дисперсий принимается. В этом случае основной проверки гипотезы является абсолютная величина разности $E = |\bar{x} - \bar{y}| = 1.2$, оценка дисперсии которой $S_E = 17.1$. Величины E и S_E являются статистически независимыми, поэтому далее используется t -статистика, чье значение в данном эксперименте равно 0.81, что меньше $t_{кр} = 0,85$. Исходя из этого принимается гипотеза об адекватности моделей по среднему времени нахождения клиента в магазине.

Для среднего количества клиентов в магазине выборочные средние и выборочные дисперсии равны $\bar{x} = 7.5, S_x^2 = 0.5, \bar{y} = 7.4, S_y^2 = 0.2$. В критерии Хи-квадрат $\chi_x^2 = 12.47, \chi_y^2 = 7.65$, что в обоих случаях меньше $\chi_{кр}^2 = 13.66$, т.е. гипотеза о нормальном распределении принимается. Значение F -статистики равняется 2,31, что меньше $F_{кр} = 2,40$. Следовательно, гипотеза о равенстве дисперсий принимается. Величина разности $E = 0.07$, оценкой дисперсии которой будет $S_E = 0.42$. Значение t -статистики равно 0.31, что меньше $t_{кр} = 0,85$. Исходя из этого, принимается гипотеза об адекватности моделей по средним значениям числа клиентов в магазине.

Так как обе гипотезы подтвердились, то можно сделать вывод об адекватности двух вариантов ИМ одной и той же сложной системы, что подтверждает правильность реализации как системного модуля MICIC4, так и алгоритмов взаимодействия информационных и управляющих транзактов в программе ИМ.

Abstract

The task of improving of a formalization base scheme of a simulation toolkit MICIC4 on the interaction between informational and controlling transactions is considered in the article. As a result new code in the system module of MICIC4 was written and debugged. Simulation models programmers obtained the greater flexibility on an information module programming.

Литература

1. Задачи и модели ИСО. Ч.3. Технология имитации на ЭВМ и принятие решений: Уч. пособие / И.В. Максимей, В.Д. Левчук и др. – Гомель: БелГУТ, 1999. – 150 с.
2. Попова Е.О. Имитационная модель технологического процесса дискретного производства // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2003. – №3. – С.59–63.
3. Максимей И.В., Терещенко Г.А. Имитационная модель технологических процессов почтовой связи // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2003. – №4. – С.18–22.
4. Левчук Е.А. Применение имитационного моделирования для исследования обслуживания клиентов в оптовом магазине // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2003. – №4. – С.13–17.
5. Левчук В.Д., Старченко В.В. и др. Структура программы имитационной модели на языке моделирования MICIC4 // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, 2003. – № 3. – С.23–27.
6. Харин Ю.С., Малюгин В.И., Кирлица В.П. и др. Основы имитационного и статистического моделирования. Учебное пособие – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 288 с.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.