

Оценивание качества моделируемой системы на основе закона сохранения целостности

В. Г. Бурлов, В. В. Грызунов

Российский государственный гидрометеорологический университет «РГГМУ»

Abstract. An approach is proposed that relates the aim of the simulated system to the processes taking place in the system. This article aim is to substantiate the necessary and sufficient conditions for the existence of the result to be achieve by simulated system. This goal is achieved with applying the keep law of integrity. The proposed approach supposes that three independent components can be distinguished in the simulated system. Necessary and sufficient conditions are obtained by linking these components to each other with the help of the keep law of integrity.

Keywords: the keep law of integrity; guaranteed achievement of result

I. ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространённый и изученный на сегодняшний день способ синтеза систем строится на базе анализа, то есть из возможных элементов «собирается» система и проверяется на соответствие показателю эффективности. Если результат не хуже требуемого, то система считается хорошей, иначе повторяется этап подбора решений до тех пор, пока не будет получен удовлетворительный показатель. Такой подход применим для довольно простых систем. Когда дело касается сложных систем, то количество вариантов огромно. В этом случае целесообразно использовать подход на базе синтеза, то есть найти базовую закономерность и сразу получить готовую систему [1]. Примерами базовых закономерностей могут выступать: закон Ома для линейного участка электроцепей, закон Всемирного тяготения для спутников, закон Архимеда для судов и т.д. Современные системы настолько сложны, что нуждаются в подборе многих базовых закономерностей. При проектировании систем возникают вопросы: какие именно закономерности взять? Как они согласованы между собой? Как действия системы влияют на достижение системой результата? Ответ на эти и другие вопросы может быть получен при использовании закона сохранения целостности (ЗСЦ) [2].

II. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ

Закон утверждает, что в любой правильно построенной системе есть устойчивая повторяющаяся связь между системой и её действиями, показателем эффективности (предназначением системы) и окружающей средой:

$$I = F(Q, \Phi, \Psi, t),$$

где

I – показатель эффективности системы;

Q – модель системы;

Φ – модель действий системы в пространстве-времени;

Ψ – модель окружающей среды;

t – время.

Если проблемная ситуация (проблема) действует на систему, то формируется ΔQ и/или $\Delta \Phi$, что влечёт за собой ΔI . Задача системы сводится к тому, чтобы нивелировать свои отклонения:

$$\Delta \Phi \rightarrow 0, \Delta Q \rightarrow 0 : \Delta I \rightarrow 0.$$

Конкретный вид ЗСЦ зависит от прикладной системы. Рассмотрим один из способов получения конкретной зависимости.

III. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ

Предположим, что система работает аналогично человеку и в ней можно выделить три взаимно связанных процесса [1]:

- 1) процесс проявления проблемы;
- 2) процесс обнаружения проблемы;
- 3) процесс устранения проблемы.

Предположим, что возможны ситуации:

- 1) проблема проявилась или нет $B_1 \cup \overline{B_1}$;
- 2) проблема обнаружена или нет $B_2 \cup \overline{B_2}$;
- 3) проблема устранена или нет $B_3 \cup \overline{B_3}$.

Таким образом, мы получаем группу из восьми событий. Закодируем прямое событие единицей, а инверсное событие – нулём. Введём позиционное соответствие следующим образом: старший разряд описывает появление проблемы, средний разряд – обнаружение проблемы, младший разряд – устранение проблемы. В итоге получим двоичный код, кодирующий все состояния системы:

000 (P_0) – проблемы нет, она не обнаружена, не устранена. Требуемое состояние;

001 (P_1) – проблемы нет, она не обнаружена, устранена. Эта ситуация может описывать тренировку системы, далее в рассмотрении не участвует;

010 (P_2) – проблемы нет, она обнаружена, не устранена. Некритичная ошибка системы;

011 (P_3) – проблемы нет, она обнаружена, устранена. Некритичная ошибка системы;

100 (P_4) – проблема есть, она не обнаружена, не устранена. Система прекращает существование;

101 (P_5) – проблема есть, она не обнаружена, устранена. Есть ошибки в распознавании проблемы, но на показатель эффективности не влияет. Приемлемое состояние;

110 (P_6) – проблема есть, она обнаружена, не устранена. Система прекращает существование;

111 (P_7) – проблема есть, она обнаружена, устранена. Приемлемое состояние.

За показатель эффективности возьмём $P_0 \geq P^*$, где P^* – требуемое значение показателя эффективности.

Описанные состояния и переходы между ними изображены на рис. 1.

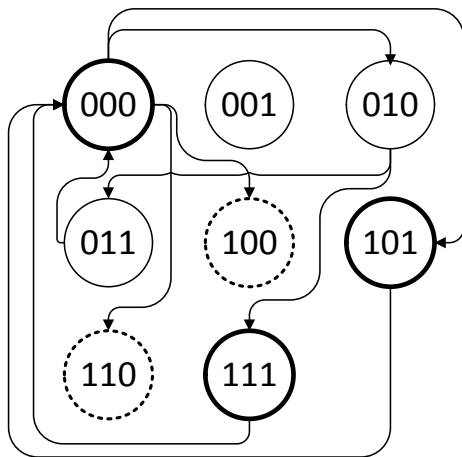


Рис. 1. Состояния системы

IV. СВЯЗ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ С ЕЁ КАЧЕСТВОМ

Предположим, что процессы появления, обнаружения и устранения проблемы являются пуассоновскими потоками. В этом случае мы можем найти вид ЗСЦ аналитически с помощью дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена:

$$P_0 = 1 - P_2 - P_3 - P_4 - P_5 - P_6 - P_7$$

$$\frac{dP_2}{dt} = \lambda_{02}P_0 - (\lambda_{23} + \lambda_{27})P_2$$

$$\frac{dP_3}{dt} = \lambda_{23}P_2 - \lambda_{30}P_3$$

$$\frac{dP_4}{dt} = \lambda_{04}P_0$$

$$\frac{dP_5}{dt} = \lambda_{05}P_0 - \lambda_{50}P_5$$

$$\frac{dP_6}{dt} = \lambda_{06}P_0$$

$$\frac{dP_7}{dt} = \lambda_{27}P_2 - \lambda_{70}P_7$$

где

λ_{ij} – интенсивность перехода из состояния i в состояние j .

Составленная система уравнений может быть решена аналитически вручную, либо, например, в системе Матлаб.

Найденная зависимость P_0 связывает между собой показатель эффективности системы и её свойства.

Проанализировав выражение, описывающее P_0 , можно сделать вывод, что представленная система должна иметь запас прочности (количество не устранённых проблем). Если есть необходимость продлить срок жизни системы, следует ввести режимы обучения и включить в рассмотрение состояние 001.

V. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДХОДА

Конкретная зависимость в ЗСЦ может быть представлена как в виде непрерывной функции, так и в виде дискретной, либо в виде алгоритма. Представляется, что отдельный интерес вызовет работа с функциями принадлежности и лингвистическими переменными.

Применение ЗСЦ для иерархических систем рассмотрено в [3].

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложен подход к синтезу систем, позволяющий, в отличие от подходов на основе анализа, сразу получить искомое состояние системы. Подход основан на использовании закона сохранения целостности. Перед применением ЗСЦ для синтеза системы необходимо найти и формализовать базовые закономерности системы, на основании которых определить конкретный вид ЗСЦ. Приведён пример получения базовой закономерности для системы, описываемой марковскими процессами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Anohin P.K. Systemic mechanisms of higher nervous activity. M. "Nauka", 1979, 453 p.
- [2] Burlov V.G. Basics of modeling of socio-economic and political processes (Methodology, methods) // SPb: Fakul'tet Kompleksnoj Bezopasnosti, SPBGPU, 2007, 265 p.
- [3] Gryzunov V.V. Analytical model of integrated computing system // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravlenija i radioelektroniki. 2009. T. 1. № 1. P. 226-230.