

Романкевич А.М., Фесенюк А.П., Мораведж Сейед Милад (НТУУ «КПІ»)

ОБ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Многопроцессорные системы находят все более широкое применение, в частности, как системы управления объектами критического применения. К таким системам управления устанавливаются высокие требования к надежности и технической безопасности, так как их отказы могут привести к значительным экономическим убыткам или даже к человеческим потерям.

Современные многопроцессорные системы управления могут содержать сотни разнотипных процессоров, могут быть оснащены встроенными средствами выявления неисправностей и устранения их последствий, могут иметь многоуровневую иерархическую структуру и т.д. Анализ технической безопасности таких систем управления представляется актуальной и весьма сложной научной задачей.

Отметим, что безопасность – составное понятие. В данном докладе мы будем рассматривать лишь один из аспектов этого понятия, а именно – техническую (функциональную) безопасность. Более конкретно, оценивается вероятность попадания системы в опасное состояние. Двоичный вектор $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, компонентами которого являются состояния процессоров, будем называть вектором состояния системы. Множество всех возможных состояний системы обозначим $B(n)$.

Среди множества функций, которые выполняет система управления, есть такие, невыполнение хоть одной из которых приводит к опасному состоянию комплекса «объект управления – система управления». Такое состояние многопроцессорной системы управления при этом будем называть опасным. Множество опасных состояний системы обозначим $D(n)$.

Введем индикаторную функцию опасного состояния системы $\varphi(\mathbf{X})$:

$$\varphi(\mathbf{X}) = \begin{cases} 0, & \mathbf{X} \notin D(n), \\ 1, & \mathbf{X} \in D(n). \end{cases}$$

Вероятность $P(D(n))$ попадания системы в опасное состояние можно определить следующим образом:

$$P(D(n)) = \sum_{\mathbf{X} \in B(n)} \varphi(\mathbf{X}) P(\mathbf{X}), \quad (1)$$

Очевидно, что при достаточно больших значениях n выполнить вычисления в выражении (1) за обозримое время практически невозможно. Поэтому для оценки величины вероятности появления опасного состояния системы можно прибегнуть к статистическим испытаниям, которые могут быть выполнены следующим образом.

Специализированный генератор формирует случайные или псевдослучайные испытательные воздействия, которые подаются на специальную модель исследуемого объекта. По результатам работы модели накапливаются статистические данные и строятся статистические оценки исследуемых величин. В качестве модели может быть использована известная графо-логическая модель поведения системы в потоке отказов с некоторой модификацией. В докладе получены формулы для оценки требуемой вероятности.

Гроль В.В., Морозов К.В.,
Романкевич В.А. (НТУУ «КПІ»)

УПРОЩЕННАЯ 3-ОТКАЗОУСТОЙЧИВАЯ GL-МОДЕЛЬ ДЛЯ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ

При проектировании отказоустойчивых многопроцессорных систем (ОМС) управления различными объектами, в частности, объектами критического применения возникает задача обеспечения значений показателей их надежности на заданном уровне. При этом необходимо выполнять расчет этих показателей для разрабатываемой ОМС. Задача усложняется тем, что количество процессоров в сложных системах управления часто бывает достаточно большим. Кроме того, для большинства реальных систем расчет их показателей надежности классическими методами проблематичен вследствие их сложного поведения в потоке отказов.

Расчет показателей надежности ОМС с той или иной точностью может быть произведен путем проведения статистических экспериментов с моделями, описывающими поведение этой системы в потоке отказов. Графо-логические или GL-модели сочетают в себе преимущества графов и булевых функций, благодаря чему позволяют строить эффективные модели для любых ОМС.

Существуют различные алгоритмы построения моделей базовых систем, т.е. таких систем, которые остаются работоспособными до тех пор, пока вышли из строя не более, чем m из n их процессоров. Модели небазовых систем могут быть построены путем