

МЕТОД МОДЕЛЬНОГО ПРОТОТИПА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ВВОДИМОЙ СТРУКТУРНОЙ ИЗБЫТОЧНОСТИ

Штарик Е. Н.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Царев Р.Ю.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

В работе представлен метод модельного прототипа для определения объема вводимой структурной избыточности, проанализирована проблема выбора радикального или консервативного метода разработки специализированного гарантоспособного компонента системы, а так же показана трудность поиска хорошей альтернативы при полном отсутствии информации о возможных исходах.

Обозначения:

BL — модельный блок прототипов компонент;

PB — радикально-избыточный структурный вариант;

M — матожидание;

HC — неблагоприятный случай;

BC — благоприятный случай;

P(BL[PВ]/BC) — вероятность того, использование модельного блока приводит к выбору *PВ* при условии, что он действительно оказывается удачным.

Реализация метода много атрибутивного анализа для повышения знаний о конечном состоянии гарантоспособного компонента избыточной структуры ИУС становится возможна, благодаря организации в составе средств сопровождения модельного блока прототипов компонент, реализующего основные функции компонента при погружении в среду моделирования функций управления и обработки информации в ИУС. В этой ситуации значительно повышается риск для радикально-избыточного структурного варианта, хотя в общем случае не представляется возможным получить полную информацию, так как существует два источника неопределенности, которые выражаются вероятностью $P(BL[PВ]/HC)$, что соответствует вероятности того, что исследование с помощью модельного блока приводит к выбору *PВ* при условии, что в действительности этот вариант окажется неудачным.

Использование имитационного моделирования и формулы Байеса, а также ее частных случаев является основным при получении матожидания дохода при использовании модельного блока для выбора предпочтительного варианта (объема) вводимой структурной избыточности. При этом возможно определение «чистой стоимости» при различных затратах на моделирование и отладку имитационных программ, обеспечивающих различные уровни надежности предсказания гарантоспособности компонент.

Имеется m альтернативных вариантов надежностной структуры $V_1^{(N>3)}, V_2^{(N>3)}, \dots, V_m^{(N>3)}$ в ситуации, имеющей n возможных состояний атрибутов S_1, S_2, \dots, S_n , вероятности которых равны $P(S_1), P(S_2), \dots, P(S_n)$, а значения выигрышей от выбора альтернативы в состоянии S_j задается матрицей выигрышей с элементами v_{ij} . ($j=1, \dots, n$; $i=1, \dots, m$). Необходимо выбрать альтернативу (вариант реализации структурной избыточности компонент ИУС) с максимальным матожиданием выигрыша. При полной информации, рассчитав M дохода при выборе каждой альтернативы и выбрав максимально значимую, вычислим M дохода от полной информации

$$M = \sum_{j=1}^n P(S_j)(\max v_{ij}) - \max_{i=1, \dots, m} \sum_{j=1}^n P(S_j)v_{ij} \quad (1)$$

Если применение модельного блока (*Bl*) прототипов обеспечивает полную информацию для определения объема вводимой избыточности в структуру ИУС, то всегда можно рекомендовать альтернативу, максимизирующую выигрыш. Рекомендуемые в результате этого применения альтернативы $Bl[V_i]$ связаны с состояниями S_j , причем в практике инженерного программирования рекомендация $Bl[V_i]$ основана на неполной информации о состояниях S_j . Тогда общая формула для M дохода при решении задачи много атрибутивного выбора варианта структурно - избыточного компонента из $Bl[V_i]$, ($i=1, \dots, m$) имеет вид:

$$M(Bl[V_1], Bl[V_2], \dots, Bl[V_m]) = \sum_{i=1}^m P(Bl[V_i]) \left[\sum_{j=1}^n P(S_j / Bl[V_i]) * v_{ij} \right] \quad (2)$$

В общем случае не представляется возможным получить полную информацию о действительном положении вещей методом разработки прототипа или другими методами повышения знаний о конечном продукте. Существует два источника неопределенности, которые могут быть выражены вероятностями:

$P(IP|HC)$ — вероятность того, что исследование (прототип) приводит к выбору радикального метода при условии, что в действительности этот метод окажется неудачным;

$P(IP|BC)$ — вероятность того, что исследование приводит к выбору радикального метода при условии, что он действительно оказывается удачным.

Вероятность $P(IP|HC)$ обычно отличается от нуля, так как прототип не всегда может удовлетворительно воспроизводить некоторые технические детали или может оказаться весьма приближенной моделью промышленной системы. Таким образом, прототип может и подтвердить выбор радикальной альтернативы, хотя в действительности концепция модельного прототипа может оказаться неудачной. Вероятность $P(IP|BC)$ обычно не равна 1, поскольку прототип может содержать ошибки, которые будут ликвидированы в промышленной системе. Это означает существование вероятности того, что прототип продемонстрирует непригодность модельного блока и подтвердит тем самым выбор консервативной альтернативы, тогда как на самом деле радикальная может оказаться удачной.

Знание значений величин и основных соотношений теории вероятностей позволяет получить конечный результат. Основные соотношения таковы:

$$P(IP) = P(IP / BC) * P(BC) + P(IP / HC) * P(HC); \quad (3)$$

$$P(IK) = 1 - P(IP); \quad (4)$$

$$P(BC / IP) = P(IP / BC) * P(BC) / P(IP); \quad (5)$$

$$P(HC / IP) = 1 - P(BC / IP). \quad (6)$$

Уравнение (3) соответствует тому, что могут быть два случая выбора радикальной альтернативы после исследования прототипа:

1. Выбор радикального метода, когда он действительно является успешным. Вероятность этого равна $P(IP|BC) \cdot P(BC)$.

2. Выбор радикального метода, когда он в действительности приводит к неудаче. Вероятность этого равна $P(IP|HC) \cdot P(HC)$.

Уравнение (4) дополняет (3). Оно объясняет два случая выбора, в которых исследование прототипа приведет к консервативной альтернативе.

Уравнение (5) выражает вероятность благоприятного исхода при радикальном методе при условии, что исследование прототипа привело к его выбору, и определяется отношением

$$P(\text{БС} | \text{ИР}) = \frac{P(\text{выбора РМ в случае его удачного завершения})}{P(\text{выбора РМ})} \quad (7)$$

Уравнение (5) является частным случаем формулы Байеса и основным для определения МО дохода при использовании несовершенного прототипа для выбора предпочтительного варианта структурной избыточности системы.

Разработана процедура определения дохода от информации, в результате реализации которой определяется объем вводимой структурной избыточности в ИУС и обеспечивается наилучшее соотношение между затратами на применение модельного блока прототипов и доходами от результатов этого применения и полученной при этом информации.

Вычислив M , получаем «грубую» верхнюю оценку допустимых затрат и в этих пределах определяем оценочную стоимость C_k наиболее обещающей компоновки модельного блока. Вычислив «чистую стоимость» по каждому B_i/V_i , выбираем наиболее предпочтительный вариант структурно-избыточного исполнения компонента ИУС.

Указанная процедура позволяет решать ключевые проблемы, нашедшие свое отражение в рамках парадигмы гарантоспособных вычислений и касающиеся, в первую очередь, вопросов о том, какие средства необходимо затратить на фазе исследования осуществимости гарантоспособного (связанного с избыточностью исполнения) компонента, на анализ альтернативного варианта объема вводимой структурной избыточности, на анализ риска при конкретизации требований, на верификацию и подтверждение, прежде чем приступить к эксплуатации эффективной по надежности аппаратно-программной структуры ИУС, и т. д.