

производственной деятельности сбой в работе программного обеспечения может привести к значительным экономическим потерям. Поэтому одной из основных задач разработчиков программного обеспечения становится создание таких алгоритмов или методов разработки ПО, которые обеспечивали бы устойчивость системы к программным и аппаратным сбоям.

На практике существует два дополняющих друг друга подхода, которые используются при разработке надежного программного обеспечения ИУС [2].

Предотвращение сбоев. В процессе проектирования и реализации программных систем используются такие технологии разработки ПО, которые сводят к минимуму ошибки оператора и помогают находить системные ошибки до того, как система будет запущена в эксплуатацию.

Устойчивость к сбоям. Система проектируется таким образом, что бы можно было обнаружить и исправить сбои, устраняя непредвиденное поведение системы до того, как это приведет к ее отказу.

Предотвращение сбоев, фактически, означает поставку заказчику программных систем, свободных от ошибок и сбоев. Это можно сделать двумя способами: с помощью статических и динамических методов тестирования, которые обнаруживают эти ошибки и позволяют исправить их до начала эксплуатации системы. Однако с уменьшением ошибок в системе стоимость их обнаружения возрастает экспоненциально. Это значит, что при усложнении системы обеспечить достаточный уровень ее надежности только за счет тестирования становится практически невозможным.

Устойчивость к сбоям подразумевает наличие в системе возможности исправления ошибок отдельных модулей в процессе их выполнения. В настоящее время выделяют два основных подхода к созданию отказоустойчивых программных систем. Они основаны на разработке множества версий для критичных модулей системы и различаются способами использования этих версий.

Первый подход известен как *мультиверсионное программирование* [3]. Здесь версии выполняются параллельно, как правило, на отдельных компьютерах. Результат их работы определяется с помощью какого-либо алгоритма голосования [4]. Надежность системы при этом напрямую зависит от глубины мультиверсионности. Однако улучшение характеристик надежности ПО с использованием избыточности требует дополнительных ресурсов. Поэтому основной вопрос, встающий перед разработчиком заключается в том, каким образом, используя избыточность в структуре ПО, максимизировать его надежность, при этом не превышая ограничений по остальным факторам.

Второй подход основан на использовании *блоков восстановления* [2]. В этом случае каж-

дый критичный программный компонент содержит множество версий вычислительного модуля; тест, проверяющий его работу; и подпрограмму, которая по результатам выполнения теста либо принимает результаты вычисления, либо запускает их повторно, но уже с помощью другой версии вычислительного модуля.

Версии модулей для вышеперечисленных подходов реализуются отдельными командами разработчиков согласно заранее определенной спецификации, описывающей входную и выходную информацию, а так же детальные требования (язык программирования, алгоритм, требования к ресурсам, и т.д.) к каждой версии модуля.

Список литературы

1. Ковалев И.В., Новой А.В., Штенцель А.В. Оценка надежности мультиверсионной программной архитектуры систем управления и обработки информации // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета. – 2008. – № 3. – С. 50-52.
2. Ковалев И.В., Завьялова О.И., Лайков А.Н. Формирование избыточного программного обеспечения отказоустойчивых систем управления // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2008. – Т. 51, № 10. – С. 30-34.
3. Ковалев И.В., Слободин М.Ю., Царев Р.Ю. Мультиверсионное проектирование отказоустойчивого программного обеспечения систем управления // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2006. – № 5. – С. 61-69.
4. Ковалев И.В., Котенок А.В. К проблеме выбора алгоритма принятия решения в мультиверсионных системах // Информационные технологии. – 2006. – № 9. – С. 39-44.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОПЕРАЦИИ А.С. БОНДАРЕВСКОГО

Тупик Н.В.

Каспийск, e-mail: tupik_nv@mail.ru

В журналах РАЕ [1-3] прошла серия статей А.С. Бондаревского по поводу информации и информационных операций. В них затрагиваются очень важные вопросы, такие как: что такое информация, как она связана с материей, какие операцией над ней осуществимы и т.д. Материал достаточно сложный и по результатам прочтения этой серии, у автора данной статьи сформировался некий совокупный зрительный образ изложенного, который и представлен на рассмотрение (рисунок).

Информационные операции по С.А. Бондаревскому

Согласно представлениям А.С. Бондаревского «материя» и «информация» – это две субстанции, которые существуют независимо друг от друга на уровне «всеобщего». Материя – это «вещь в себе» (в кантовском смысле), которая существует «вне нас и независимо от нас» и не может быть воспринята непосредственно нашими органами чувств. Но у «вещи в себе» есть «качества», для которых могут быть построены «физическая» и «информационная» модели. На выходе этих моделей уже присутствуют те или иные воспринимаемые «свойства» исходного «качества».

«Физическая модель качества» не есть вся «материя» как таковая, а только та её часть, ко-

торая была «запрошена», затребована практикой («деятелем»). А такой запрос осуществляется путем «набрасывания» на материю «гносеологической (познавательной) сети» и вытягивания ею оттуда тех качеств, которые попадают в эти сети. Т.е. с помощью гносеологической сети «вытягиваются» только те качества материи, на которые рассчитана «метрика» («размеры ячек») этой сети. Поскольку сеть «гносеологическая», то там присутствует не только «метрика», но и «мера».

«Физическая модель качества» наполовину принадлежит области «материального» и наполовину области «информационного». «Информационная модель» уже полностью лежит в области «информационного». На рисунке это отображается местоположением этих структур и их цветом. «Физическая модель качества» помещена на переходе между материей и информацией и поэтому имеет зелёный цвет (переходной от светло-коричневого к синему), а «информационная модель качества» уже полностью находится в области влияния «информация» и поэтому имеет одинаковый с ней синий цвет.

Работа с гносеологической сетью и построение «информационной модели» становится возможным благодаря тому, что в материи присутствует «связанная» информация, которая «неотрывна» от неё. Любая попытка «оторвать» эту «связанную» информацию от «материи» приводит к разрушению самого того материального явления, которое исследуется. Т.е. само явление при попытке такого отрыва «связанной» информации от него перестаёт существовать (разрушается).

Как только «деятель» (практика) начинает взаимодействовать с «материей», то от уровня ВСЕОБЩЕГО происходит переход на уровень ЧАСТНОГО, т.к. получается некий частный результат, согласно сделанному деятелем «запросу». После того, как качества материи с помощью моделей удалось перевести в «свойства», они становятся доступными для восприятия.

Далее эти свойства с помощью «мер» и «шкал» преобразуются в номиналы и числа. Применение к свойствам «мер» и «шкал» интерпретируется как операция дешифрования свойств. При этом используется две шкалы: номинальная (Шкала Н) и метрическая (Шкала М). При номинальном шкалировании (Шкала Н) определяется лишь присутствие или отсутствие того или иного номинала (что общепринято считать наличием или отсутствием данного качества). Эта особенность работы в номинальных шкалах отображена на рисунке визуально прямоугольником со скруглёнными краями. При применении метрической шкалы (Шкала М) определяются числовые значения (величины). Эта многозначность результата отображена на рисунке визуально фигурой с изрезанными (многозначными) краями.

Часть рисунка (ниже оси ЧАСТНОГО) удобно интерпретировать, как лежащий в плоскости, перпендикулярной к той, что образована уровнями ВСЕОБЩЕГО и ЧАСТНОГО. Эта горизонтальная область полностью находится в зоне влияния информационного столбца, кроме фрагмента «меры», которые остаются в зоне влияния столбца «материи». Таким образом, рисунок становится как бы объёмный.

После операции дешифрования получается «свободная информация». Переход от «связанной» информации к «свободной» А.С. Бондаревский определяет как «информационную операцию «Восприятия»». Этой операции начинается с забрасывания гносеологической сети на рассматриваемое явление, по её результатам строится физическая и информационная модель явления, далее с использованием мер и шкал определяются качественные и количественные характеристики свойств этого явления. В результате «связанная» с тем или иным явлением информация переводится в «свободную». Таким образом «свободная» информация как бы расположена в плоскости, перпендикулярной той, в которой присутствует «связанная» информация и они оказываются действительно ортогональными друг другу.

Информационная операция «Восприятие» не единственная. Выделены ещё информационная операция «Переработка» и информационная операция «Воспроизведение». Информационная операция «Переработка» занимается преобразованием «свободной» информации в «свободную» и таким образом действует только в горизонтальной плоскости, не выходя за её пределы.

Информационная операция «Воспроизведение» осуществляет перевод «свободной» информации в «связанную». Это операция почти обратная к операции «Восприятие». Почти, т.к. в ней место гносеологической сети занимает «принтер», который на основе свободной информации и по заданным свойствам информационной и физической моделей качества, с помощью «меры» и «метрики», осуществляет перевод физических моделей в реальные материальные объекты.

Классическим примером такого «принтера» является оборудование с числовым программным управлением, в котором на входе закладывается свободная информация в виде программы, имеется информационная (форма и размеры) и физическая (материал и технологические режимы его обработки) модели. И далее используя меру (измерения) и метрику (характеристики измерительных датчиков) осуществляется изготовление реальной детали. Кроме этого классического устройства, получают всё большее распространение и принтеры для компьютеров, создающие трехмерные детали путём послойного спекания (или склеивания) порош-

ков или гелей. В результате получают вполне «жизнеспособные» трехмерные изделия.

Таким образом, информационная операция «Воспроизведение» осуществляет обратный переход от горизонтальной плоскости, где повластно хозяйничает «свободная» информация, к вертикальной, в которой перешедшая в «связанное» состояние информация лишь присутствует.

Отметим, что для информационной операции «Воспроизведения» отсутствует область «Информация» на уровне ВСЕОБЩЕГО, по той причине, что всегда происходит перевод лишь «частного» в материальное. Поэтому левая часть рисунка отличается от правой. А.С. Бондаревский левую часть рисунка на уровне всеобщего назвал «Косно- и биосферой», а правую часть, по аналогии, следует называть «Ноосферой», т.е. сферой созданной за счёт общественной практики человека.

Работы А.С. Бондаревского по информационной тематике имеют длинную предысторию [4], и он считает, что не может быть взаимного отображения «материи» на «информацию» на уровне ВСЕОБЩЕГО (перечёркнутая на рисунке пунктирная стрелка взаимного перехода между «материей» и «информацией»). Причина в том, что для такого отображения необходимо, чтобы системная сложность отображающего (в данном случае «Информации») была бы не менее отображаемого, а в данном случае это «материя», т.е. «все сущее». Главной особенностью представлений данного автора является и то, что работа с информацией предполагает наличие субъекта (деятеля), который «запрашивает» материю и она ему «отвечает». Работа с информацией происходит по цепочке: информационная операция «Восприятия», затем ин-

формационная операция «Переработка», далее информационная операция «Воспроизведение». При этом, информация из «связанной» переводится в «свободную» (информационная операция «Восприятия»), затем тем или иным образом трансформируется (информационная операция «Переработка»), и далее опять из «свободной» переводится в «связанную» (информационная операция «Воспроизведение»). Наличие информационной операции между ««связанная» информацией – «связанная» информация» не предусматривается, т.к. считается, что взаимодействие «вещей в себе» между собой не даёт никаких корреляций на «информацию».

Кроме информационных операций в работах А.С. Бондаревского приведено много и других интересных моментов (тетрада Темникова-Розенберга, канонические формы, Абсолютная информация и т.д.), но попытка отразить их на предложенной схеме существенно усложнила бы картину.

Список литературы

1. Бондаревский А.С. Информационные операции: понятие, канонические классы и виды // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 20–31. – URL: http://www.rae.ru/upfs/?section=content&op=show_article&article_id=1499 (дата обращения 1 мая 2011 года)
2. Бондаревский А.С. Информационные операции: свойства, применимость свойств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 3. – С. 27–42. – URL: http://www.rae.ru/upfs/?section=content&op=show_article&article_id=1421 (дата обращения 1 мая 2011 года)
3. Бондаревский А.С. Аксиоматика точности информационных операций // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6. – С. 11–25. – URL: http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7780964 (дата обращения 1 мая 2011 года)
4. Бондаревский А.С. Интеграция и синтез информационных знаний на основе метрологии. – URL: <http://www.electronics.ru/issue/1998/1/2> (дата обращения 1 мая 2011 года)

Физико-математические науки

ОБ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВАХ БЕСКОНТУРНЫХ ГРАФОВ

Белаш А.Н.

Северо-Кавказский государственный технический университет, Ставрополь, e-mail: itswork2@mail.ru

Бесконтурным называется ориентированный граф, не содержащий контуров. Контур – это замкнутый путь в орграфе.

Согласно проведенным исследованиям в области бесконтурных графов, были выделены основные, присущие им свойства:

1. Бесконтурный граф содержит хотя бы одну входную вершину и хотя бы одну выходную вершину.

2. Матрица смежности бесконтурного графа содержит хотя бы одну нулевую строку и один нулевой столбец.

3. Вершины бесконтурного графа могут быть разбиты на непересекающиеся подмноже-

ства V_0, V_1, \dots, V_n так, что все дуги имеют вид (v, w) , где $v \in V_{i-1}$, а $w \in V_j, j \geq i, i = 1, \dots, n$.

4. Вершины бесконтурного графа могут быть занумерованы следующим образом:

а) номер начала дуги строго меньше номера ее конца, то есть для дуги (i, j) имеет место неравенство $i < j$;

б) номер начала дуги строго больше номера ее конца, то есть для дуги (i, j) имеет место неравенство $i > j$.

5. Вершины бесконтурного графа могут быть занумерованы так, что его матрица смежности может иметь вид треугольной матрицы.

6. Носитель графа определяется однозначно, если в орграфе не существует многовыходных контуров, то есть контуров с двумя или более вершинами, в которые заходят дуги извне контура.

7. В бесконтурном графе есть единственная вершина база, состоящая из всех его входных вершин.