

Тестирование методом

«Черного ящика»

Эквивалентное разбиение

Анализ граничных значений

Методы «черного ящика»

- Эквивалентное разбиение
- Анализ граничных значений
- Метод причинно-следственных диаграмм
- Прогнозирование ошибок

Эквивалентное разбиение

- Так как исчерпывающее тестирование невозможно, то следует выбрать такое подмножество тестов, которое обеспечит поиск наибольшего количества ошибок
- Тест должен обладать следующими условиями:
 1. Уменьшать количество других тестов, т.е. добавлять как можно большее количество новых вариантов входных данных по сравнению с уже имеющимися тестами
 2. Покрывать значительную часть других возможных тестов, т.е. предоставлять некоторую информацию о наличии или отсутствии ошибок в других возможных тестах

Классы эквивалентности

- Все множество возможных комбинаций входных условий разбивается на несколько классов эквивалентности
- Если один из тестов класса эквивалентности обнаруживает ошибку, то следует ожидать, что и другие тесты из этого класса обнаружат эту ошибку
- Если один из тестов класса эквивалентности не обнаруживает ошибку, то следует ожидать, что и другие тесты из этого класса не обнаружат эту ошибку, если только эти тесты не принадлежат другому классу эквивалентности (классы эквивалентности могут пересекаться)
- Пример класса эквивалентности для задачи определения типа треугольника - множество наборов значений из трех одинаковых положительных целых чисел

Выбор классов эквивалентности

- Каждое входное условие, приведенное в спецификации, разбивается на две или более групп
- Для каждой группы определяется допустимое множество входных значений - допустимый класс эквивалентности
- Все остальное (не допустимое) множество входных значений - недопустимый класс эквивалентности
- Выделение классов эквивалентности – это эвристическая задача
- Выделение как допустимых, так и недопустимых значений, соответствует принципу тестирования, который говорит о необходимости тестирования программы на не допустимых условиях

Правила выбора классов

ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ

- Если входное условие задает некоторый интервал значений $[1, 10]$ переменной X , то определите допустимый класс $1 \leq X \leq 10$ и недопустимые классы: $X < 1$ и $X > 10$
- Если входное условие задает некоторое количество значений (количество элементов массива от 2 до 5), то определите один допустимый класс – в массиве 4 элемента, и два недопустимых (один элемент, 7 элементов)
- Если входное условие задает перечислимый набор возможных значений, каждое из которых обрабатывается по-разному (должности лекторов: профессор, доцент, старший преподаватель), то определите допустимый класс для каждого возможного значения и один класс для недопустимого значения (ассистент)
- Если входное условие задает обязательное для выполнения условие (пароль должен содержать как буквы, так и цифры), то определите один допустимый класс (пароль содержит буквы и цифры) и один недопустимый класс (пароль содержит только буквы или цифры)
- Разбейте класс эквивалентности на подклассы, если не все элементы данного класса обрабатываются одинаково (пароль содержит только буквы, пароль содержит только цифры)

Алгоритм разработки тестов

1. Присвойте каждому классу эквивалентности (допустимому и недопустимому) свой номер
2. Каждый новый тест должен охватывать как можно большее количество из неиспользуемых в тестах допустимых классов эквивалентности
3. Каждый новый тест должен содержать только один недопустимый класс эквивалентности из неиспользуемых в тестах недопустимых классов эквивалентности. Обычно программа сообщает о первом неправильном значении на ее входе, не проверяя остальные, поэтому тест, содержащий несколько недопустимых классов, проверит только один
4. Шаги 2 и 3 выполняются пока не использованы все классы эквивалентности

Пример

- Массив описывается оператором: DIMENSION ad[,ad]...
- ad – описатель массива, имеющий вид: n(d[,d]...)
- n – символьное имя массива (не более 6 букв и цифр, начинается с буквы)
- d – описатель измерения массива
- d имеет вид: [lb:]ub. Максимум 7 измерений
- lb – нижняя граница измерения массива. Если она не указана, то она равна 1
- ub – верхняя граница измерения массива ($ub \geq lb$)
- Значение границы массива задается либо константой в диапазоне от -65534 до 65535, либо целочисленной переменной, не являющейся массивом
- Оператор DIMENSION может быть записан на нескольких строках

Классы эквивалентности

Входные условия	Правильные классы эквивалентности	Неправильные классы эквивалентности
Число массивов	Один (1), больше одного (2)	Ни одного (3)
Длина имени массива	1–6(4)	0(5), больше 6(6)
Имя массива	Имеет в буквы (7) и цифры (8)	Содержит что-то еще (9)
Имя массива начинается с буквы	Да (10)	Нет (11)
Число индексов	1–7(12)	0(13), больше 7(14)
Верхняя граница	Константа (15), целая переменная (16)	Имя элемента массива (17), другое (18)
Имя целой переменной	Имеет в своем составе буквы (19), и цифры (20)	Состоит из чего-то еще (21)
Целая переменная начинается с буквы	Да (22)	Нет (23)
Константа	От -65534 до 65535 (24)	Меньше -65534 (25), больше 65535 (26)
Нижняя граница определена	Да (27), нет (28)	
Верхняя граница по отношению к нижней границе	Больше (29), равна (30)	Меньше (31)
Значение нижней границы	Меньше 0 (32) ноль (33), больше 0 (34)	
Нижняя граница	Константа (35), целая переменная (36)	Имя элемента массива (37), другое (38)
Нижняя граница по умолчанию	1(39), верхняя граница больше или равна 1(40)	Верхняя граница меньше 1(41)
Оператор расположен на нескольких строках	Да (42), нет (43)	

Примеры тестов

- DIMENSION A(2) – допустимые классы 1,4,7,10,12,15,24,28,29,43
- DIM A12345(I, 9, J4XXXX, 65535, 1), KLM(X 100), BBB (-65534:100, 0:1000, 10:10, I:65535) – оставшиеся допустимы классы
- Недопустимы классы и тесты

(3) DIMENSION	(21) DIMENSION C(I.,10)
(5) DIMENSION (10)	(23) DIMENSION C(10,1J)
(6) DIMENSION A234567(2)	(25) DIMENSION D(-65535:1)
(9) DIMENSION A.1(2)	(26) DIMENSION D (65536)
(11) DIMENSION 1A(10)	(31) DIMENSION D(4:3)
(13) DIMENSION B	(37) DIMENSION D(A(2):4)
(14) DIMENSION B (4,4,4,4,4,4,4)	(38) DIMENSION D(.:4)
(17) DIMENSION B(4,A(2))	(41) DIMENSION D(0)
(18) DIMENSION B(4,,7)	

Ни одного (3)
0(5), больше 6(6)
Содержит что-то еще (9)
Нет (11)
0(13), больше 7(14)
Имя элемента массива (17), другое (18)
Состоит из чего-то еще (21)
Нет (23)
Меньше -65534 (25), больше 65535 (26)
Меньше (31)
Имя элемента массива (37), другое (38)
Верхняя граница меньше 1(41)

Анализ граничных значений

- Граничные условия – это ситуации, возникающие в области граничных значений (на границе, около границы) входных и выходных классов эквивалентности
- При выборе элементов класса эквивалентности выбираются элементы, обеспечивающие тестирование каждой границы класса
- При создании тестов учитываются не только входные условия, но и результаты работы программы
- Выбор граничных значений не может быть формализован, поэтому целиком зависит от опыта тестировщика
- Метод оказывается не эффективным, если не все граничные условия используются для построения тестов

Рекомендации по выбору граничных значений

1. Если условие имеет вид $-1 \leq X \leq 1$, то используются значения: на границе $(-1, 1)$ и недопустимые значения около границы $(-1.001, 1.001)$
2. Если условие определяет допустимое количество значений (файл содержит от 1 до 255 записей), то используются значения: на границе $(1, 255)$ и недопустимые значения около границы $(0, 256)$
3. Используйте пункт 1 для тестирования выходных значений
4. Используйте пункт 2 для тестирования выходных значений
5. Если входные и выходные данные представляют, например, отсортированный массив, то тестируйте начальный и конечный элементы

Пример

- Чтобы три положительных целых числа могли быть сторонами треугольника, необходимо, чтобы любое из них было меньше суммы двух других.
- Допустимый класс – числа, удовлетворяющие этому условию (3-4-5)
- Недопустимый класс – числа, не удовлетворяющие этому условию (1-2-3)
- Если в программе вместо условия $A + B > C$ записано $A + B \geq C$, то тест (1-2-3) сообщит, что это неравносторонний треугольник
- Необходимо исследовать ситуации на границах области эквивалентных данных. Например, добавить еще тест (1-2-4)

Программа оценки результатов

экзамена

Входом программы является файл, содержит 80-символьные записи. Первая запись содержит название выходного отчета.

- Второе множество записей описывает правильные ответы на экзамене. Каждая запись этого множества содержит «2» в качестве последнего символа. В первой записи в колонках 1–3 задается число ответов (от 1 до 999). Колонки 10–59 содержат номера правильных ответов на вопросы с номерами). Последующие записи содержат в колонках 10–59 сведения о правильных ответах на вопросы с номерами 51–100, 101–150 и т. д.
- Третье множество записей описывает ответы каждого студента; любая запись этого набора имеет число «3» в восьмидесятой колонке. Для каждого студента первая запись в колонках 1–9 содержит его имя или номер (любые символы); в колонках 10–59 помещены номера ответов студентов на вопросы с номерами 1–50. Если в тесте предусмотрено более чем 50 вопросов, то последующие записи для студента описывают ответы 51–100, 101–150 и т. д. в колонках 10–59. Максимальное число студентов – 200

Формат входных данных

Название							
1							80
Кол-во вопросов			Правильные ответы 1-50				2
1	3	4 9	10	59	60	79	80
			Правильные ответы 51-100				2
Идент. студента							
Идент. студента			Ответы студента 1-50				3
1	9		10	59	60	79	80
			Ответы студента 51-100				3
Идент. студента							
Идент. студента			Ответы студента 1-50				3
1	9		10	59	60	79	80
			Ответы студента 51-100				3

Тестирование входных данных

1. Пустой входной файл
2. Отсутствует запись названия
3. Название длиной в один символ
4. Название длиной в 80 символов
5. Экзамен из одного вопроса.
6. Экзамен из 50 вопросов
7. Экзамен из 51 вопроса.
8. Экзамен из 999 вопросов
9. 0 вопросов на экзамене
10. Поле числа вопросов имеет не числовые значения
11. После записи названия нет записей о правильных ответах
12. Записей о правильных ответах на одну больше, чем должно быть
13. Записей о правильных ответах на одну меньше, чем должно быть

Тестирование входных данных

14. 0 студентов
15. 1 студент
16. 200 студентов
17. 201 студент
18. Существуют две записи о правильных ответах, но для некоторого студента имеется только одна запись
19. Запись об ответе этого студента первая в файле
20. Запись об ответе этого студента последняя в файле
21. Существуют одна запись о правильных ответах, но для некоторого студента имеются две записи
22. Записи об ответе этого студента первые в файле
23. Записи об ответе этого студента последние в файле

Выходные данные

- Отчет, упорядоченный по идентификаторам студентов и показывающий оценку студента (процент правильных ответов) и рейтинг каждого студента
- Аналогичный отчет, но упорядоченный по оценкам студентов
- Отчет, показывающий математическое ожидание (среднее значение) и дисперсию (среднеквадратическое отклонение) для оценок
- Отчет, упорядоченный по номерам вопросов и показывающий процент студентов, правильно ответивших на каждый вопрос

Тестирование выходных данных

24. Оценки всех студентов одинаковы
25. Оценки всех студентов различны
26. Оценки некоторых, но не всех студентов одинаковы (для проверки правильности ранжирования студентов)
27. Студент получает оценку 0
28. Студент получает оценку 100
29. Студент имеет идентификатор наименьшей длины (для проверки правильности сортировки)
30. Студент имеет идентификатор наибольшей длины
31. Число студентов таково, что отчет имеет размер ровно в одну страницу (чтобы посмотреть не будет ли отчет заходить на вторую страницу)
32. Число студентов таково, что отчет по всем студентам, кроме одного, располагается на одной странице

Тестирование ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ

33. Среднее значение максимально (оценки всех студентов наивысшие).
34. Среднее значение равно 0 (оценки всех студентов равно 0).
35. Среднеквадратическое отклонение равно своему максимуму (один студент получает оценку 0, а другой – 100)
36. Среднеквадратическое отклонение равно 0 (все студенты получают одну и ту же оценку)
37. Все студенты отвечают правильно на первый вопрос.
38. Все студенты неправильно отвечают на первый вопрос.
39. Все студенты правильно отвечают на последний вопрос.
40. Все студенты отвечают на последний вопрос неправильно.
41. Число вопросов таково, что отчета заполняет ровно одну страницу
42. Число вопросов таково, что все вопросы, кроме одного, расположены на одной странице