



РАЗДЕЛЯНЕ НА ВХОДНИЯ ДОМЕЙН И ТЕСТВАНЕ НА ГРАНИЦИТЕ

доц. д-р Десислава Петрова-Антонова

Съдържание

- ❖ Разделяне на входния домейн
- ❖ Анализ и тестване с разделяне на входния домейн
- ❖ Стратегии за гранично тестване
- ❖ Разширение на стратегиите за гранично тестване и перспективи за приложение

Концепция

❖ Анализ на входния домейн

- Генериране на тестови сценарии посредством присвояване на специфични стойности на входните променливи въз основа на анализ на входния домейн

❖ Тестване с разделяне на входния домейн

- Покриване на различни входни ситуации посредством систематичен избор на определени входни стойности

❖ Характеристики

- Тестване на входно/изходните зависимости
 - ✓ Осигуряване на стойности за всички входни променливи
- Изходните променливи не се специфицират експлицитно
 - ✓ Проверка дали очаквания изход се получава от даден вход
- Прилага се главно за **функционално тестване**
- Вътрешните детайли, свързани с реализацията могат да се използват за анализ на входните променливи, което е предпоставка за извършване на **структурно тестване**

Дефиниции

❖ Входно пространство

- n -размерно пространство от входни променливи $x_1, x_2, \dots, x_n$

❖ Входен вектор

- Представяне на входното пространство с вектор $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$

❖ Тестов сценарий

- Входен вектор с присвоени стойности на променливите $x_1, x_2, \dots, x_n$

❖ Входен домейн

- Обхваща всички тестови сценарии, представящи допустимите входни комбинации, специфицирани в продуктова спецификация

❖ Входен поддомейн

- Множество от неравенства $\{x_1, x_2, \dots, x_n\} < K$, където “<” може да се замени с други релационни оператори като “>”, “=”, “≠”, “≤”, “≥”

❖ Разделяне на входен домейн

- Разделяне, при което входните поддомейни са взаимноизключващи се и взаимно изчерпващи се

Дефиниции

- ❖ Граница
 - Когато за определяне на поддомейните се използват неравенства, то дадена граница се дефинира като $f\{x_1, x_2, \dots x_n\} = K$
- ❖ Границата е линейна, ако се дефинира по следния начин
 - $a_1x_1 + a_2x_2 + \dots a_nx_n = K$
- ❖ Гранична точка
 - Точка върху границата
- ❖ Затворена граница от гледна точка на определен поддомейн
 - Граничните точки принадлежат на поддомейна
- ❖ Отворена граница от гледна точка на определен поддомейн
 - Нито една от граничните точки не принадлежи на поддомейна
- ❖ Отворен поддомейн
 - Поддомейн, на който всички граници са отворени
- ❖ Вътрешна точка
 - Точка, която принадлежи на даден поддомейн, но не принадлежи на границата му
- ❖ Външна точка
 - Точка, която не принадлежи на даден поддомейн и на границата му
- ❖ Върхова точка
 - Точка, в която две или повече граници се пресичат

Базова идея на домейн тестването

❖ Основни стъпки при тестването на домейна

1. Идентифициране на входната променлива, входния вектор, входното пространство и дефиниране на входния домейн въз основа на спецификация или детайли от реализацията
2. Разделяне на входния домейн на поддомейни
3. Анализ на поддомейните с цел определяне на границите им по всички измерения
4. Избор на тестови точки (сценарии), покриващи на поддомейните
5. Тестване с избраните тестови точки, проверка на резултатите, решаване на проблеми и извършване на анализи

❖ Вариациите при тестване на домейна се определят от третата стъпка

❖ Начинът на избор на тестови точки определя тестовата стратегия

- Осигуряване на пълно покритие посредством избор на вътрешна точка от всеки поддомейн

Общи проблеми при разделяне на входния домейн

❖ Неопределеност за даден вход

- Тестваната програма не обработва някои входни стойности или тестови точки
- Причина: Дефиниране на изчислителни процедури само за определени поддомейни от общия входен домейн

❖ Противоречивост за даден вход

- Някои входни стойности или тестови точки се обработват противоречиво от програмата
- Некоректно поведение на системата или производство на различни изходи при един и същ вход
- Причина: Дефиниране на изчислителни процедури за отделни поддомейни, някои от които се припокриват

Проблеми с границите на домейните

❖ Проблем със затвореността на границите

- Отворена граница се специфицира или реализира като затворена

❖ Изместване на граница

- Разминаване между очакваната и действително специфицирана или реализирана граница

$$f\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = K, \text{ малка промяна в } K$$

❖ Изкривяване на граница

- Промяна на някои от параметрите на границата

$$f\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = K$$

❖ Липсваща граница

- Сливане на два различни поддомейна в общ поддомейн

❖ Излишна граница

- Некоректно разделяне на поддомейн

Групи проблеми: обобщение



Тестване с комбинация на екстремни точки: идея

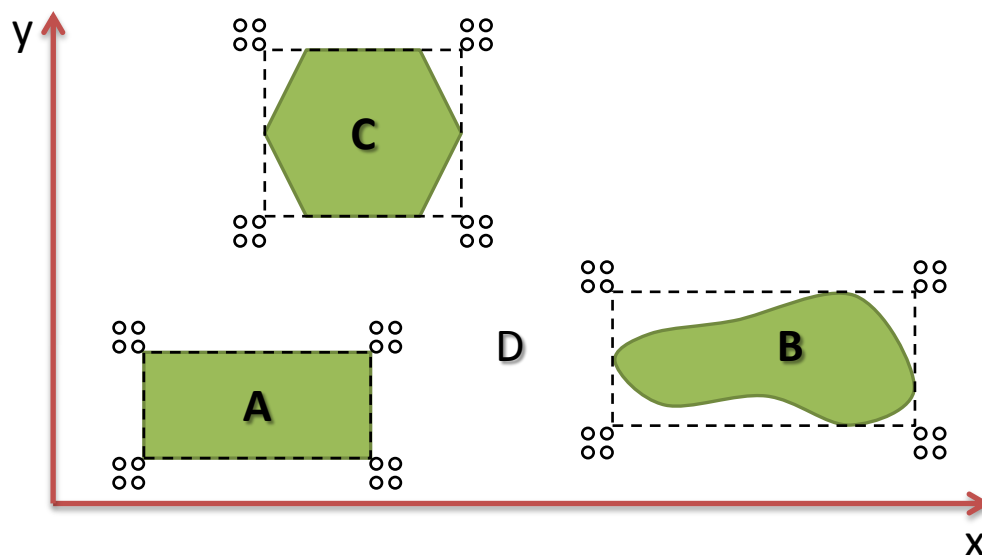
- ❖ Тестването на екстремните точки споделя идеята при тестване на капацитет, стрес тестване и тестване на устойчивост
 - Наблюдаване на поведението на системата при необичайни гранични ситуации
- ❖ Стъпки при тестването на екстремните точки
 - Асоцииране на множество от тестови точки с всеки поддомейн
 - Анализирание на всеки поддомейн с цел определяне на граничните му стойности по всички измерения
 - ✓ Намиране за всяка променлива x_i минималната ѝ min_i и максималната ѝ max_i стойност
 - ✓ Определяне на стойност $under_i$ малко по-малка от min_i и стойност $over_i$ малко по-голяма от max_i
 - Използване на стойностите min_i , max_i , $under_i$, $over_i$ и $interior_i$ за създаване на всички възможни комбинации за всяка променлива x_i на входа
 - ✓ Всяка комбинация представлява тестов сценарий в n -размерното пространство
 - ✓ Броят на тестовите сценарии е $4^n + 1$

Приложение при тестване на едномерен домейн

- ❖ Използване на стойностите *min*, *max*, *under*, *over* и една вътрешна стойност *interior* за тестване
 - Пример: домейн $0 \leq x < 21$, тестови точки -1, 0, 10, 21, 22
- ❖ Откриване на гранични проблеми
 - Проблем със затвореността на границите
 - ✓ Реализиране на затворената граница $0 \leq x$ на поддомейна $[0, 21)$ като отворена, при което се открива проблем
 - Изместване на граница
 - ✓ Реализация на поддомейна $[0, 21)$ като $[1, 20)$, при което точката $x = 0$ ще се третира като външна точка и ще се открие проблем, докато при дясната граница няма да се открие проблем
 - Липсваща граница
 - ✓ При липса на затворената граница $0 \leq x$ точката -1 ще се третира като вътрешна за поддомейна, при което се открива проблем
 - Излишна граница
 - ✓ Ако се добави излишна граница $x = 5$, то тестовите точки $x = 0$ и $x = 10$ ще се обработват по различен начин
 - ✓ Ако се добави излишна граница $x = 15$, то тестовите точки $x = 0$ и $x = 10$ ще се обработват еднакво и техниката за тестване с комбинация от екстремни точки няма да открие проблем

Приложение при тестване на многомерен домейн

- ❖ Проблем с определяне на екстремните точки за поддомейна D
- ❖ Ефективност на тестването за поддомейните A, B и C
 - Екстремните точки за поддомейна A съвпадат с върховете на региона, което води до усложняване на логиката при комбинирането на екстремните точки
 - ✓ Ефективността при откриване на проблеми с границите е същата както при едномерен домейн
 - Всички екстремните точки за поддомейните B и C са външни и неизползваеми за откриване на проблеми



Стратегия “weak N x 1”



Базова идея за откриване на гранични измествания

- ❖ При n -размерно пространство са необходими n линейно независими точки, за да се дефинира граница от вида
 - $f\{x_1, x_2, \dots, x_n\} = K$
- ❖ Точките, които са на границата се наричат “ON” точки, а точките, които не са на границата се наричат “OFF” точки
- ❖ При отворена граница “ON” точките се обработват като външни
 - Като “OFF” точка се избира вътрешна точка, която е много близо до границата
 - Вътрешната точка ще получи външна обработка при свиване на границата
 - “ON” точките ще получат вътрешна обработка при разширяване на границата
- ❖ При затворена граница “ON” точките се обработват като вътрешни
 - Като “OFF” точка се избира външна точка, която е много близо до границата
 - Откриването на проблеми, свързани с изместването на границите е огледално

Стратегия “weak N x 1”: формални дефиниции

❖ Проблем

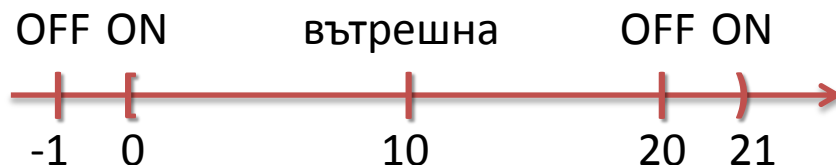
- Избор на една “OFF” точка за всяка граница и определяне на разстоянието ε от границата
 - ✓ $\varepsilon = 1$ за цели числа, $\varepsilon = 1/2^n$ за числа с точност n след десетичната запетая

❖ Откриване на измествания на границата със стратегията “weak N x 1”

- За всяка границата на поддомейн в n -размерно входно пространство като “ON” точки се избират n линейно независими гранични точки
- “OFF” точката винаги получава различна обработка от “ON” точките
 - ✓ Ако границата е затворена, то “OFF” точката ще бъде извън поддомейна
 - ✓ Ако границата е отворена, то “OFF” точката ще бъде в поддомейна
 - ✓ Във всички случаи “OFF” точката е на дистанция ε от границата
- Произволна вътрешна точка се взима като представител на еквивалентния клас, представящ разглеждания поддомейн
 - ✓ Броят на тестовите точки е $(n + 1) \times b + 1$ за всеки домейн с b на брой граници

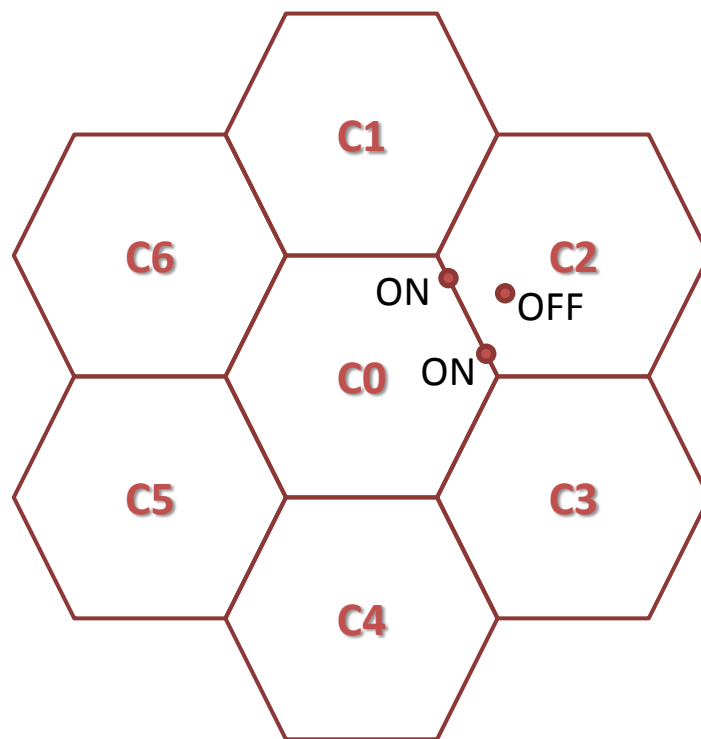
Стратегия “weak N x 1”: други откриваеми проблеми

- ❖ Проблем със затвореността на границите
 - “ON” и “OFF” точките получават еднаква обработка, при което проблемите се откриват лесно
- ❖ Изкривяване на граница
 - Някои или всички “ON” точки престават да бъдат на границата и откриването на проблемите е аналогично на изместване на границата
- ❖ Липсваща граница
 - ON” и “OFF” точките получават еднаква обработка
- ❖ Излишна граница
 - За всяка граница съществуват n на брой “ON” точки, 1 “OFF” точка и произволна вътрешна точка, получаващи вътрешна обработка (“IN” точки)
 - ✓ Някои “ON” или “OFF” точки получават различна обработка, породена от наличието на излишна граница
 - Излишната граница няма да бъде открита, ако точката, която я определя е много отдалечена от “IN” точките или вътрешната точка

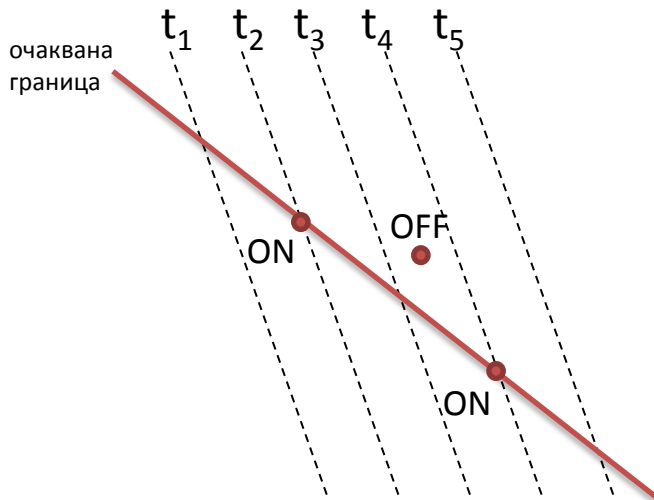
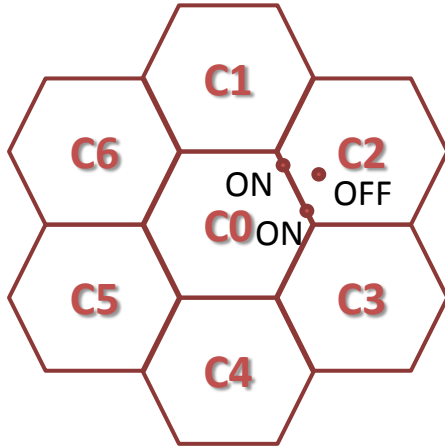


“ON” и “OFF” точки при двумерни поддомейни

- ❖ Избира се средна точка между две “ON” точки
- ❖ “OFF” точката се поставя на дистанция ε от външната страна за затворена или вътрешната страна за отворена граница



Стратегия “weak N x 1”: примери



❖ Едномерен домейн $0 \leq x < 21$

- “ON” точки: $x = 0$ и $x = 21$
- “OFF” точки: $x = -1$ и $x = 20$
- Вътрешна точка: $x = 10$
- Изместване на границата на поддомейна $[1, 21)$ в $[1, 20)$

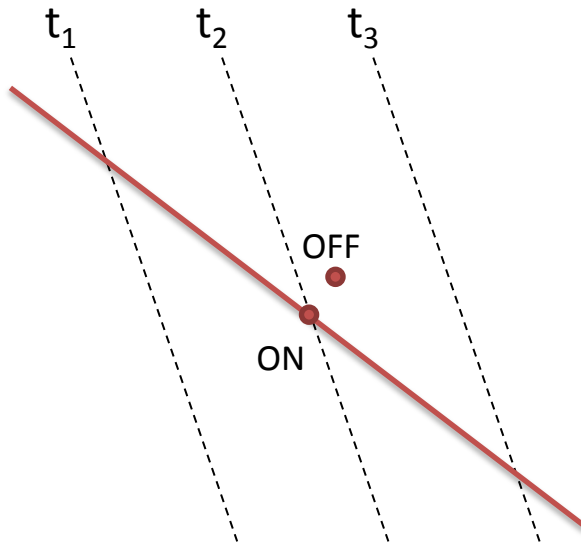
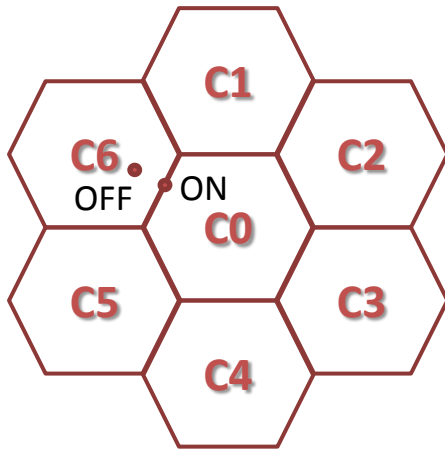
✓ Точката $x = 20$ получава външна обработка вместо очакваната вътрешна такава

❖ Двумерен домейн за представяне на мобилна мрежа

❖ Отгиване на изкривена граница в няколко точки при двумерен домейн

- Всяко изкривяване извън сегмента между двете “ON” точки води до обработването им по начин, аналогичен на “OFF” точката (t_1 и t_5)
- Всяко изкривяване в сегмента между двете “ON” точки води до обработването им по различни начини (t_3)
- Всяко изкривяване в една от “ON” точките води до еднакво обработване на “OFF” точката и другата “ON” точка (t_2 и t_4)

Стратегия “weak 1 x 1”



❖ Базова идея

- Избира се само една “ON” точка за всяка граница
- Броят на тестовите сценарии е $2b + 1$ при b на брой граници на поддомейна
- “OFF” точката се избира на дистанция ε от “ON” точката, перпендикулярно на границата

❖ Откриваемост на проблеми при стратегията “weak 1 x 1”

- Успешно откриване на проблеми, свързани със затвореността на границата, изместването и липсваща граница
 - ✓ Всички “ON” точки се обработват еднакво
- Излишна граница
 - ✓ По-големия брой “ON” точки повишава вероятността за откриване на проблеми
- Изкривяване на граница
 - ✓ Стратегията “weak N x 1” винаги открива проблем
 - ✓ Стратегията “weak 1 x 1” може да пропусне проблем

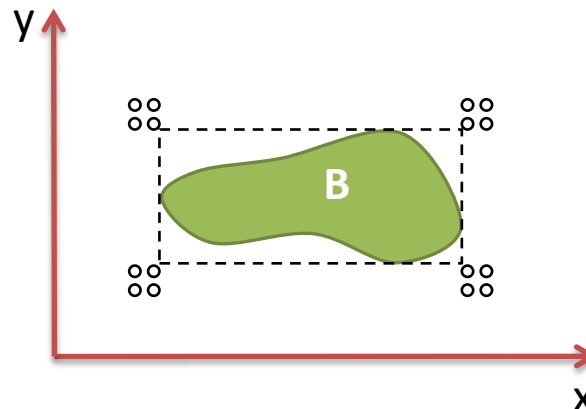
Строги и апроксимиращи стратегии

❖ Строги стратегии

- Подходящи са при неконсистентност на границите, при което се получават сегменти
- Всеки сегмент се разглежда отделно, при което се определят множества от “ON” и “OFF” точки за всеки сегмент

❖ Апроксимиращи стратегии

- Подходящи са за нелинейни граници, за които използването на n на брой точки не е достатъчно
- Възможно е границата да се апроксимира със серия от линейни сегменти, за всеки от които се дефинира множество от “ON” и “OFF” точки



Приложение на стратегиите за гранично тестване

- ❖ Ограничения или граници, свързани със сложни даннови структури и техните реализации
 - Реализация на масиви
- ❖ Тестване на капацитет и стрес тестване
 - При тестването на капацитета обикновено се тества горната граница
- ❖ Изпълнение на цикли
- ❖ Критични системи, за които безопасността е от първостепенно значение
 - Пример система за отопление, в която температурата е изходен параметър, а управляващите променливи на устройството за входни променливи
 - Техниките за гранично тестване могат да се приложат върху изходния домейн на системата
 - ✓ Трудности при инициализирането на тестовите сценарии

Опашки: основни понятия

❖ Дефиниция

- Тип даннова структура, при който обработката или реда на премахване на елементи следва реда на пристигане или добавяне на елементи

❖ Приоритизирани опашки

- Приоритизиране на ред на постъпване (FIFO, LIFO)
- Създаване на приоритизиращи класове
- Случайно обработване без приоритети

❖ Капацитет на буфер

- Повечето опашки имат горна граница за броя на елементите
- Долната граница за броя на елементите също е ограничена
 - ✓ Не може да има отрицателен брой елементи

❖ Характеристики на опашките

- Изместване на текущо обработвания елемент от нов елемент с по-висок приоритет
- Групова обработка на елементи
- Синхронизация
 - ✓ Определени елементи изчакват други елементи преди да бъдат обработени заедно

Тестване на опашки

❖ Приложение на стратегиите за гранично тестване

- Тестване на долната граница при 0, 1 или 2 елемента в опашката
 - ✓ При празна опашка, нов елемент може да бъде обработен незабаво или да се добави в опашката
 - ✓ При 1 или 2 елемента в опашката се тестват функциите за вмъкване в опашката
- Тестване на горна граница B при B и $B \pm 1$ елемента в опашката
 - ✓ При текущ капацитет $B-1$ тестовите проверяват добавянето на нов елемент и запълването на капацитета
 - ✓ При текущ капацитет B тестовите проверяват добавянето на нов елемент в запълнена опашка
 - ✓ Текущ капацитет $B+1$ съответства на "OFF" точка за затворен поддомейн, при което могат да възникнат проблеми
- Генериране на тестов сценарий за тестване на поведението на опашката при нормални обстоятелства

❖ Последователност на тестване

- Тестване на долна граница преди тестването на нормалното поведение на опашката и горната граница
- Съчетаване на тестовите за вмъкването и премахването на елемент в комбинация с тестовите за границите

