CÔNG NGHỆ PHẦN MỀM

SOFTWARE ENGINEERING

TS. Võ Đức Hoàng

Khoa Công nghệ thông tin

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng

Tài liệu học tập

- ***Giáo trình chính:***
  - Andrew Troelsen, Pro C# 5.0 and The .NET 4.5 Framework, Apress, 2012.
- ***Tài liệu tham khảo:***
  - Simon Kendal, *Object Oriented Programming using C#*, BookBoon, 2012.
  - Microsoft MSDN, *C# Programming Guide for Visual Studio 2013*.
  - Joe Mayo, *LINQ Programming*, McGraw-Hill Education, 2009.
  - Andrew Clymer, *Pro Asynchronous Programming with .NET*, Apress, 2013…

Kiểm thử phần mềm (7)

Nội dung

- Giới thiệu về kiểm thử
- Kiểm thử trong tiến trình phát triển
- Kiểm thử hộp đen
- Kiểm thử hộp trắng

Lỗi phần mềm

1. Tàu tham dò Sao Hỏa (Mars Climate Orbite) bị rơi vào tháng 9 năm 1999 vì một "sai lầm ngớ ngẩn": sai đơn vị trong một chương trình.
2. Việc bắn hạ chiếc Airbus 320 của USS Vincennes năm 1988 được cho là do đầu ra khó hiểu và gây hiểu lầm được hiển thị bởi phần mềm theo dõi.
3. Cái chết do thử nghiệm không đầy đủ của phần mềm Dịch vụ xe cứu thương London.
4. Một số trường hợp tử vong trong giai đoạn 1985-7 của bệnh nhân ung thư là do điều trị quá liều phóng xạ do điều kiện tương tranh giữa các tác vụ đồng thời trong phần mềm Therac-25.
5. Lỗi trong phần mềm y tế đã gây ra cái chết. Chi tiết trong B.W. Boehm, "Software and its Impact: A Quantitative Assessment," Datamation", Datamation, 19 (5), 48-59 (1973).
6. Một chiếc Airbus A320 gặp sự cố tại một triển lãm hàng không.
7. Một chiếc Airbus Industrie A300 của China Airlines gặp sự cố vào ngày 26 tháng 4 năm 1994 đã giết chết 264. Khuyến nghị bao gồm sửa đổi phần mềm.

List of 107 software failures that should have been caught by testing
http://www.cs.tau.ac.il/~nachumd/verify/horror.html

Lỗi phần mềm

Ngày 04/06/1996, chỉ 30 giây sau khi được khởi động, tên lửa Ariane 5 đã nổ tung trên bầu trời, giống như một trận bắn pháo hoa. Sự cố này là do lỗi mô phỏng hệ thống tương tự với phiên bản Ariane 4 cũ, biến 64-bit có số thập phân đã được chuyển thành biến 16-bit mà không có số thập phân.Vì sự khác biệt về kích cỡ nên đã gây ra hàng loạt lỗi trong bộ nhớ, ảnh hưởng đến máy tính trên tàu, làm tê liệt hệ thống và phát nổ, tiêu tốn 370 triệu USD chỉ do một phần mềm.

Tên lửa đẩy Ariane 5 nổ tung sau khi phóng 30s

Kiểm thử là gì?

- IEEE: Kiểm thử là tiến trình vận hành hệ thống hoặc thành phần dưới những điều kiện xác định, quan sát hoặc ghi nhận kết quả và đưa ra đánh giá về hệ thống hoặc thành phần đó
- Myers: Kiểm thử là tiến trình thực thi chương trình với mục đích tìm thấy lỗi (The art of software testing)

Mục đích của kiểm thử

- Làm lộ ra một cách có hệ thống những lớp lỗi khác nhau (với thời gian và công sức tối thiểu)
- Đảm bảo các thành phần của ứng dụng là ăn khớp với nhau, vận hành như mong đợi và phù hợp với các chuẩn thiết kế.

1. *Kiểm thử không chứng minh tính đúng của chương trình*
   - *Không thể kiểm thử triệt để*
2. *Kiểm thử chỉ mang tính chất phát hiện ra được rằng tại thời điểm đó chỉ phát hiện ra bấy nhiêu lỗi thôi.*

Ai sẽ là người kiểm thử

- Lập trình viên
  - Kiểm tra code
- Nhóm kiểm thử độc lập
  - Kiểm tra tính đúng đắn của chương trình
- Người sử dụng
  - Thoả mãn yêu cầu người dùng

Kiểm thử là gì ?

- Kiểm thử ≠ Gở rối (debug)
  - Kiểm thử
    - nhằm phát hiện lỗi
- Gỡ rối
  - Xác định bản chất lỗi và định vị lỗi trong chương trình
  - tiến hành sửa lỗi

Các khái niệm

- Một sai sót (error) là một sự nhầm lẫn hay một sự hiểu sai trong quá trình phát triển phần mềm của người phát triển
- Một lỗi (fault, defect) xuất hiện trong phần mềm như là kết quả của một sai sót
- Một hỏng hóc (failure) là kết quả của một lỗi xuất hiện làm cho chương trình không hoạt động được hay hoạt động nhưng cho kết quả không như mong đợi

Các khái niệm: Ví dụ

- Sai sót (Error)
  - Một chỉ số vòng lặp bị lỗi
  - Lỗi biến con trỏ
- Lỗi (Fault) – kết quả của sai sót
  - Vòng lặp thực hiện quá nhiều lần
  - Tham số được lập trình lấy giá trị ở địa chỉ sai
- Hỏng hóc (Failure) – kết quả việc lỗi được “thực thi”
  - Tràn bộ nhớ
  - Giá trị sai

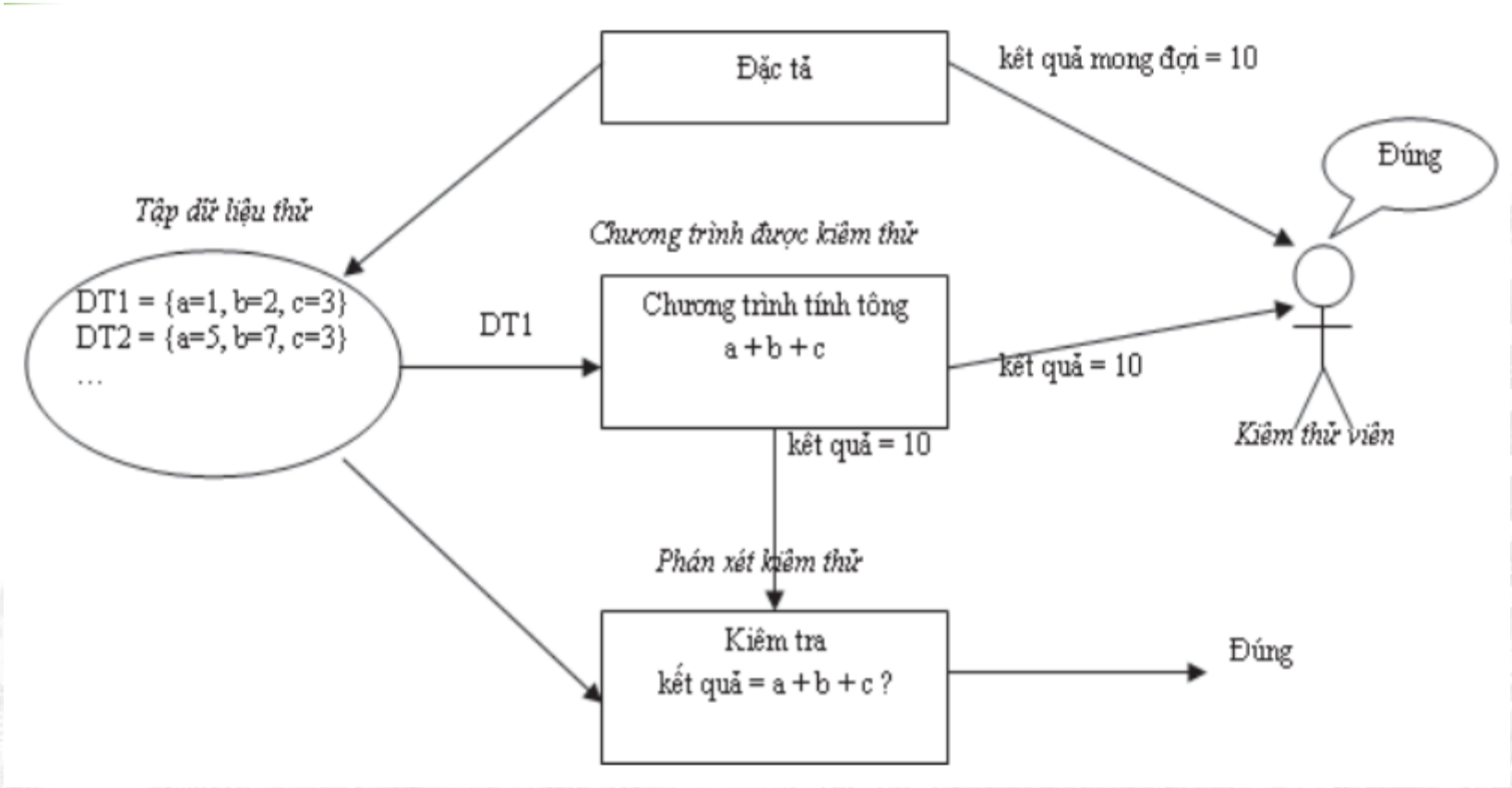
Các khái niệm

- Dữ liệu thử (test data)
  - Dữ liệu vào cần cung cấp cho phần mềm trong khi thực thi
    - Kịch bản kiểm thử (test scenario)
      - Các bước thực hiện khi khi kiểm thử
- Phán xét kiểm thử (test oracle)
  - Đánh giá kết quả của kiểm thử
    - Tự động: chương trình
    - Thủ công: con người

Các khái niệm

- Kiểm thử viên (tester)
  - người thực hiện kiểm thử
- Ca kiểm thử (test case)
  - tập dữ liệu thử
  - điều kiện thực thi
  - kết quả mong đợi

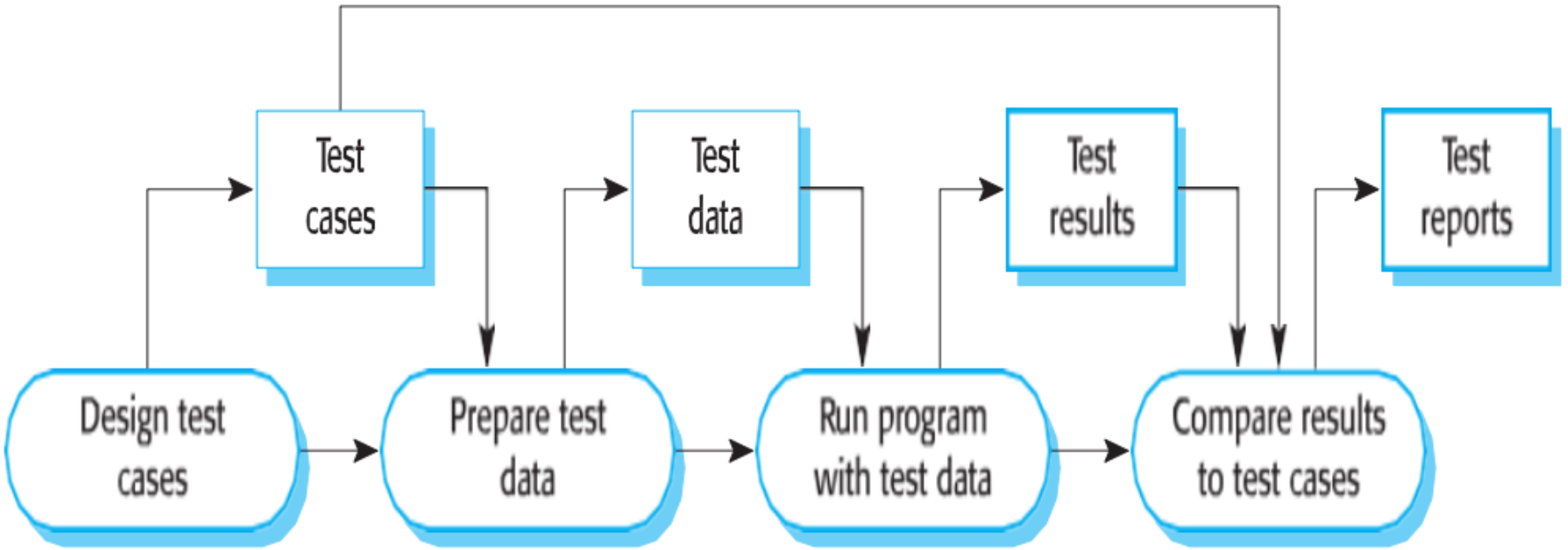
Các khái niệm



Tiến trình kiểm thử

- Kiểm thử thường bao gồm các bước
  - thiết kế các ca kiểm thử
  - bước tạo dữ liệu thử
    - kiểm thử với tất cả các dữ liệu vào là cần thiết
      - không thể kiểm thử "vét cạn"
    - chọn tập các dữ liệu thử đại diện từ miền dữ liệu vào
      - dựa trên các tiêu chuẩn chọn dữ liệu thử
  - bước thực thi chương trình trên dữ liệu thử
    - cung cấp dữ liệu thử
    - thực thi
    - ghi nhận kết quả
  - bước quan sát kết quả kiểm thử
    - Thực hiện trong khi hoặc sau khi thực thi
    - so sánh kết quả nhận được và kết quả mong đợi

Tiến trình kiểm thử



Khó khăn của kiểm thử

- Liên quan đến tiến trình phát triển
  - gồm nhiều giai đoạn phát triển
    - cái ra của một giai đoạn là cái vào của giai đoạn khác
    - mất mát thông tin
- Về mặt con người
  - thiếu đào tạo
  - ít chú trọng vai trò kiểm thử
- Về mặt kỹ thuật
  - không tồn tại thuật toán tổng quát có thể chứng minh sự đúng đắn hoàn toàn của bất kỳ một chương trình nào

Tại sao kiểm thử

- Hợp thức hóa (validation)
  - chỉ ra rằng sản phẩm đáp ứng được yêu cầu người sử dụng
- Xác minh (verification)
  - chỉ ra rằng sản phẩm thỏa mãn đặc tả yêu cầu
- Phân biệt hợp thức hóa và xác minh
  - “Verification: Are we building the product right?”
  - “Validation: Are we building the right product?”

Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Các kỹ thuật kiểm thử
  - kỹ thuật kiểm thử tĩnh (static testing)
  - kỹ thuật kiểm thử động (dynamic testing)
    - kiểm thử hộp đen (black-box testing)
      - kỹ thuật kiểm thử chức năng (functional testing)
    - kiểm thử hộp trắng (white-box testing)
    - kỹ thuật kiểm thử cấu trúc (structural testing)
- Các hoạt động kiểm thử/chiến lược kiểm thử
  - kiểm thử đơn vị (unit testing)
  - kiểm thử tích hợp (integration testing)
  - kiểm thử hợp thức hóa (validation testing)
  - kiểm thử hồi quy (regression testing)

Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Kiểm thử đơn vị (unit testing)
  - kiểm thử mỗi đơn vị phần mềm (mô-đun)
  - sử dụng kỹ thuật kiểm thử hộp ñen
  - dữ liệu thử được tạo ra dựa trên tài liệu thiết kế
  - có thể sử dụng cả kiểm thử hộp trắng và kiểm thử tĩnh
    - phần mềm yêu cầu chất lượng cao
  - thường được thực hiện trên phần cứng phát triển phần mềm

Kiểm thử trong tiến trình phát triển

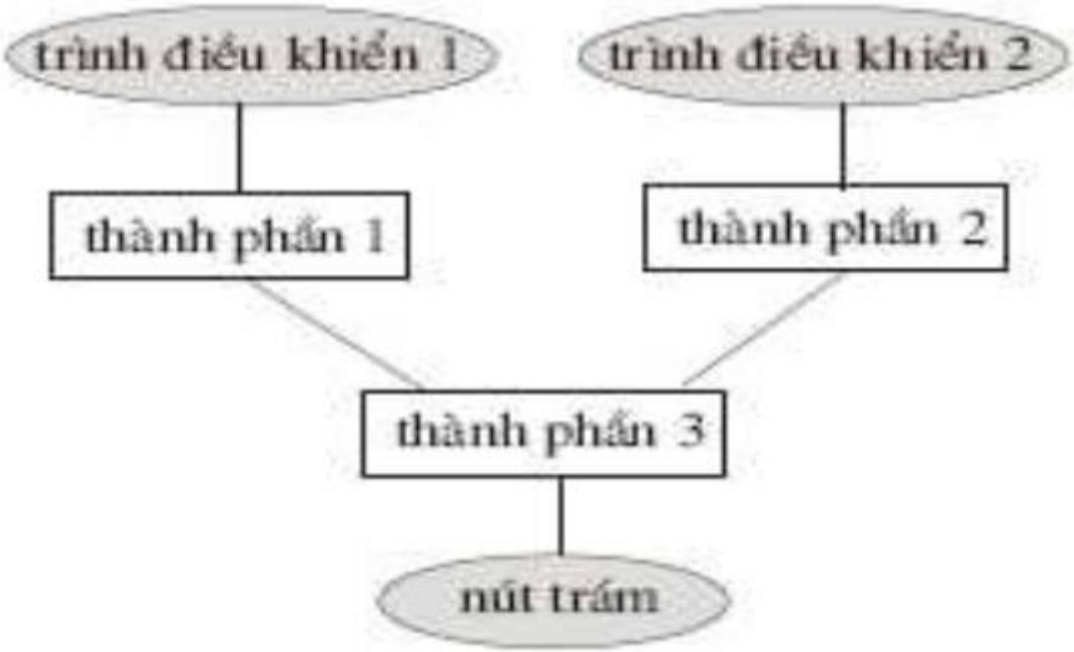
- Kiểm thử tích hợp (integration testing)
  - sau khi đã thực hiện kiểm thử đơn vị
  - ghép nối các đơn vị/thành phần phần mềm
  - kiểm thử sự ghép nối, trao đổi dữ liệu giữa các đơn vị/thành phần
  - sử dụng kỹ thuật kiểm thử hộp đen
  - môt số trường hợp, sử dụng kỹ thuật kiểm thử hộp trắng
    - chi phí cao, khó khăn
  - dữ liệu thử được tạo ra dựa trên thiết kế tổng thể

Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Kiểm thử tích hợp (2)
  - cần xây dựng thêm
  - nút trám (stub): các thành phần khác mô phỏng các thành phần phần mềm chưa được tích hợp
  - trình điều khiển (driver): các thành phần tạo ra các dữ liệu vào cho một vài các thành phần phần mềm trong tập hợp đang được kiểm thử

Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Kiểm thử tích hợp (3)



Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Kiểm thử tích hợp (4)
  - chiến lược từ trên xuống (top-down)
    - kiểm thử tích hợp các thành phần chính trước, sau đó thêm vào các thành phần ñược gọi trực tiếp bởi các thành phần vừa kiểm thử
    - cho phép xác ñịnh sớm các lỗi về kiến trúc
    - các bộ dữ liệu thử có thể được tái sử dụng cho các bước tiếp theo
    - tuy nhiên chiến lược này đòi hỏi phải xây dựng nhiều nút trám
  - chiến lược từ dưới lên (bottom-up)
    - kiểm thử các thành phần không gọi các thành phần khác, sau
    - ñó thêm vào các thành phần gọi các thành phần vừa kiểm thử
    - ít sử dụng các nút trám
    - nhưng lại xác định lỗi trễ hơn

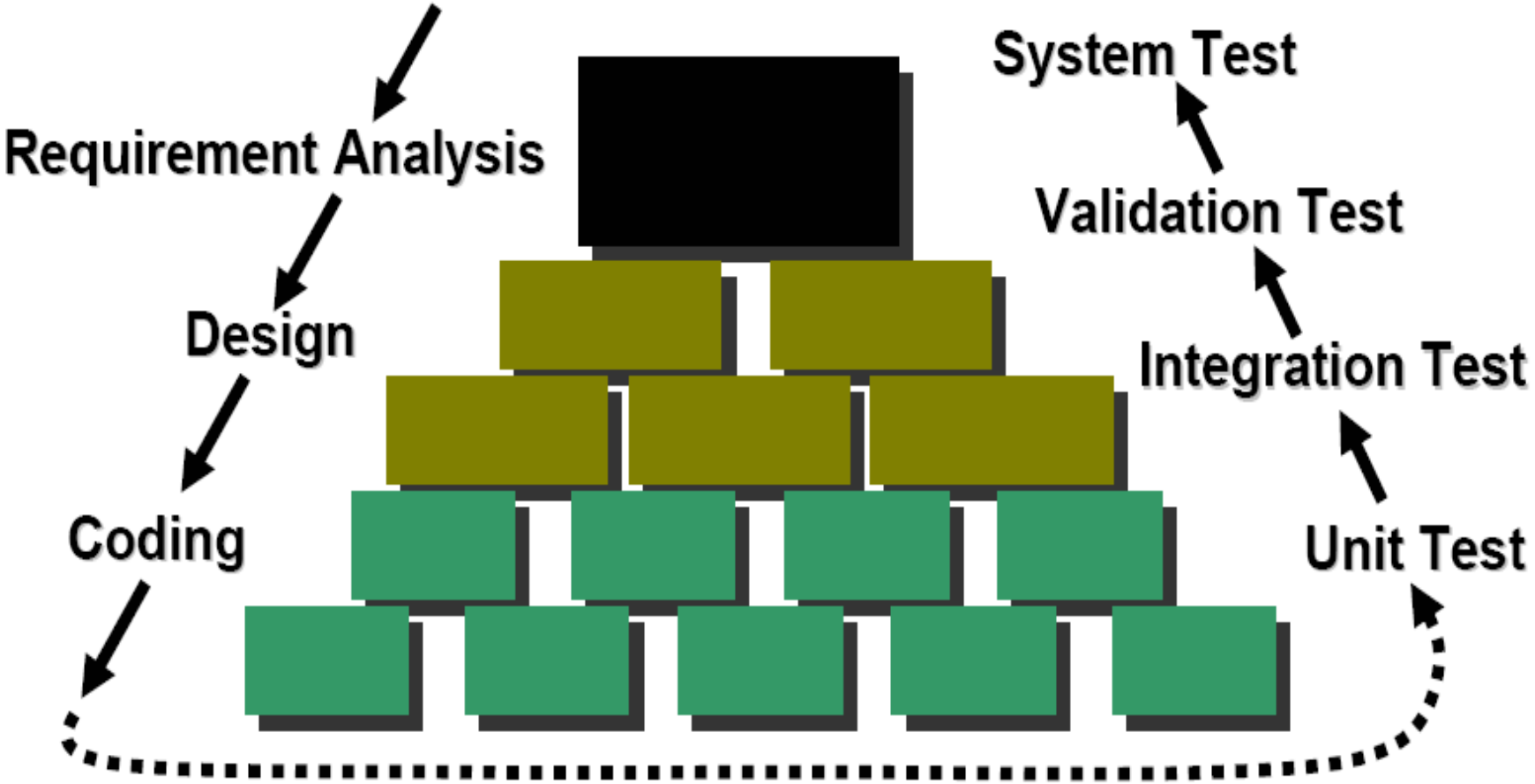
Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Kiểm thử hợp thức hóa (validation testing)
  - còn gọi là kiểm thử hệ thống (system testing)
  - thực hiện sau khi kiểm thử tích hợp kết thúc
  - chứng minh phần mềm thực hiện đúng mong đợi của người sử dụng
  - dựa vào yêu cầu người sử dụng
  - chỉ sử dụng kỹ thuật kiểm thử hộp đen
  - nên thực hiện trong môi trường mà phần mềm sẽ được sử dụng

Kiểm thử trong tiến trình phát triển

- Kiểm thử hồi quy (regression testing)
  - phần mềm sau khi đưa vào sử dụng, có thể có các chỉnh sửa
  - có thể phát sinh lỗi mới
  - cần kiểm thử lại: kiểm thử hồi quy
  - thường tái sử dụng các bộ dữ liệu thử đã sử dụng trong các giai đoạn trước

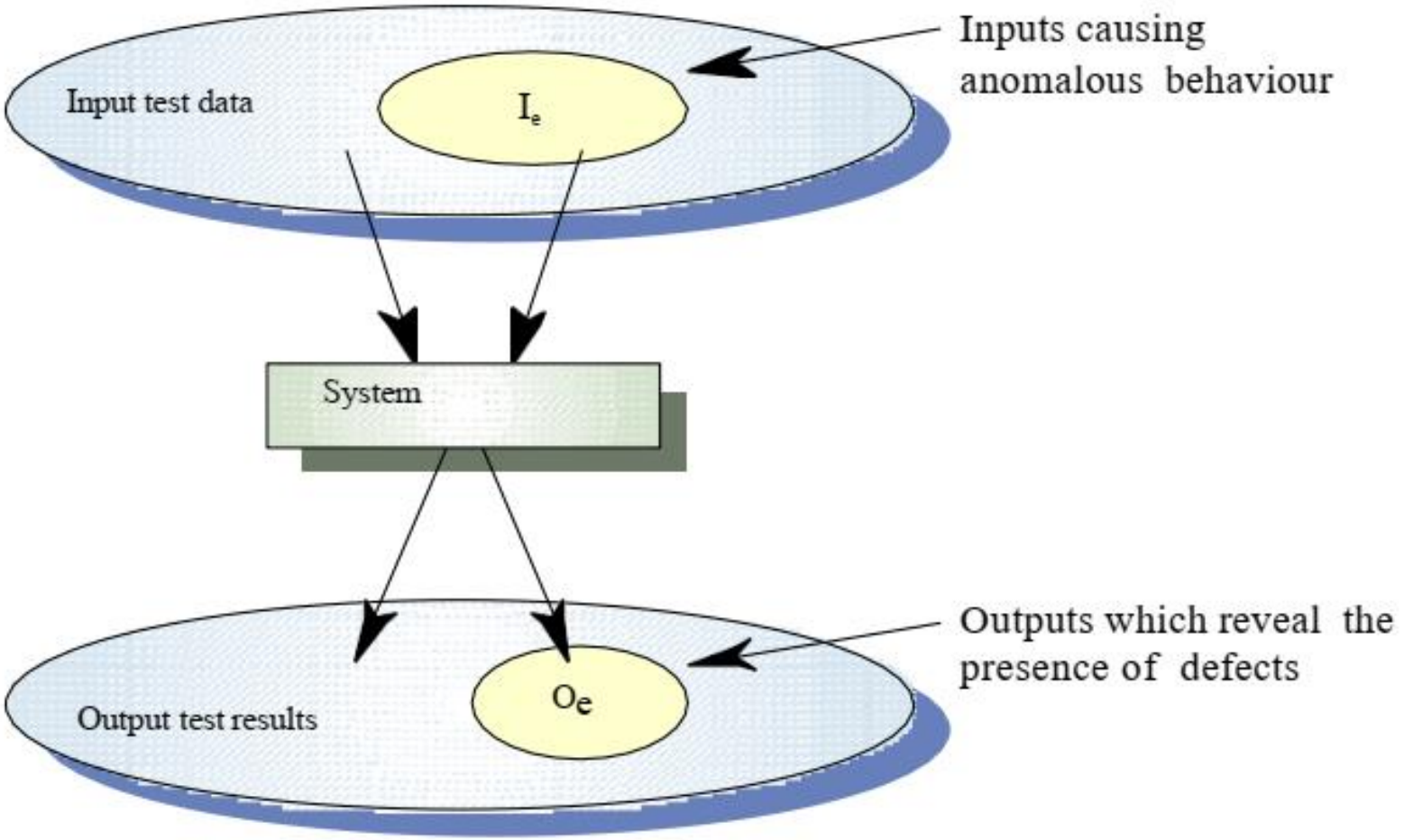
Kiểm thử trong tiến trình phát triển



Kiểm thử tĩnh

- Thanh tra mã nguồn (code inspection)
- Chứng minh hình thức
- Thực thi hình thức (symbolic execution)
- Đánh giá độ phức tạp
  - McCabe
  - Nejmeh

Kiểm thử hộp đen



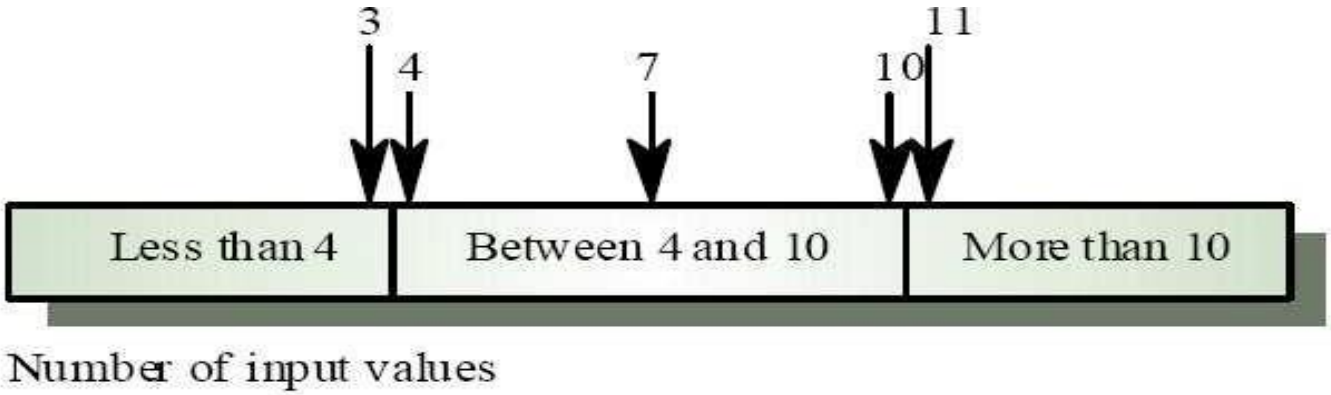
Kiểm thử hộp đen

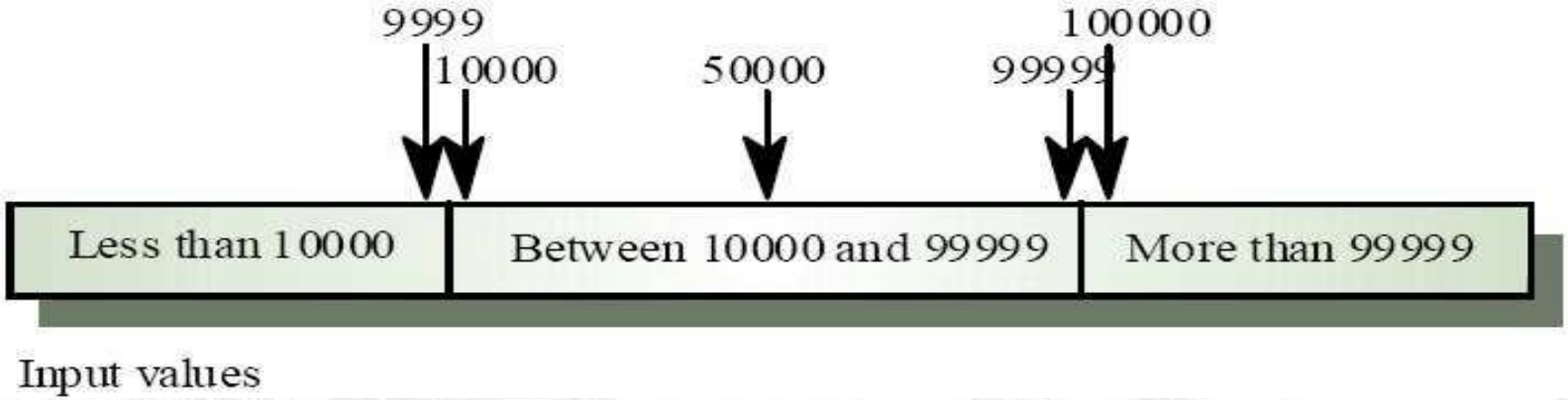
- Chỉ cần dựa vào đặc tả chương trình
  - Xây dựng dữ liệu thử trước khi mã hóa/lập trình
- Thường phát hiện các lỗi đặc tả yêu cầu, thiết kế
  - Dễ dàng thực hiện
  - Chi phí thấp
- Các kỹ thuật kiểm thử hộp đen
  - Kiểm thử giá trị biên (boundary value analysis)
  - Kiểm thử lớp tương đương (equivalence class testing)
  - Kiểm thử ngẫu nhiên (random testing)
  - Đồ thị nhân-quả (cause-efect graph)
  - Kiểm thử cú pháp

Kiểm thử giá trị biên

- Cơ sở
  - Lỗi thường xuất hiện gần các giá trị biên của miền dữ liệu
- Tập trung phân tích các giá trị biên của miền dữ liệu
  - Để xây dựng dữ liệu kiểm thử
- Nguyên tắc: kiểm thử các dữ liệu vào gồm
  - Giá trị nhỏ nhất
  - Giá trị gần kề lớn hơn giá trị nhỏ nhất
  - Giá trị bình thường
  - Giá trị gần kề nhỏ hơn giá trị lớn nhất
  - Giá trị lớn nhất

Kiểm thử giá trị biên





Kiểm thử giá trị biên

- Nguyên tắc chọn dữ liệu thử
  - Nếu dữ liệu vào thuộc một khoảng, chọn
    - 2 giá trị biên
    - 4 giá trị = giá trị biên ± sai số nhỏ nhất
- Nếu giá trị vào thuộc danh sách các giá trị, chọn
  - phần tử thứ nhất, phần tử thứ hai, phần tử kế cuối và phần tử cuối
- Nếu dữ liệu vào là điều kiện ràng buộc số giá trị, chọn
  - số giá trị tối thiểu, số giá trị tối ña và một số các số giá trị không hợp lệ
- Tự vận dụng khả năng và thực tế để chọn các giá trị biên cần kiểm thử

Kiểm thử giá trị biên

- Ví dụ (1)
  - Chương trình nhận vào ba số thực, kiểm tra ba số thực có là độ dài ba cạnh một tam giác. Nếu là độ dài ba cạnh của một tam giác, thì kiểm tra xem đó là tam giác thường, cân, đều cũng như kiểm tra đó là tam giác nhọn, vuông hay tù.

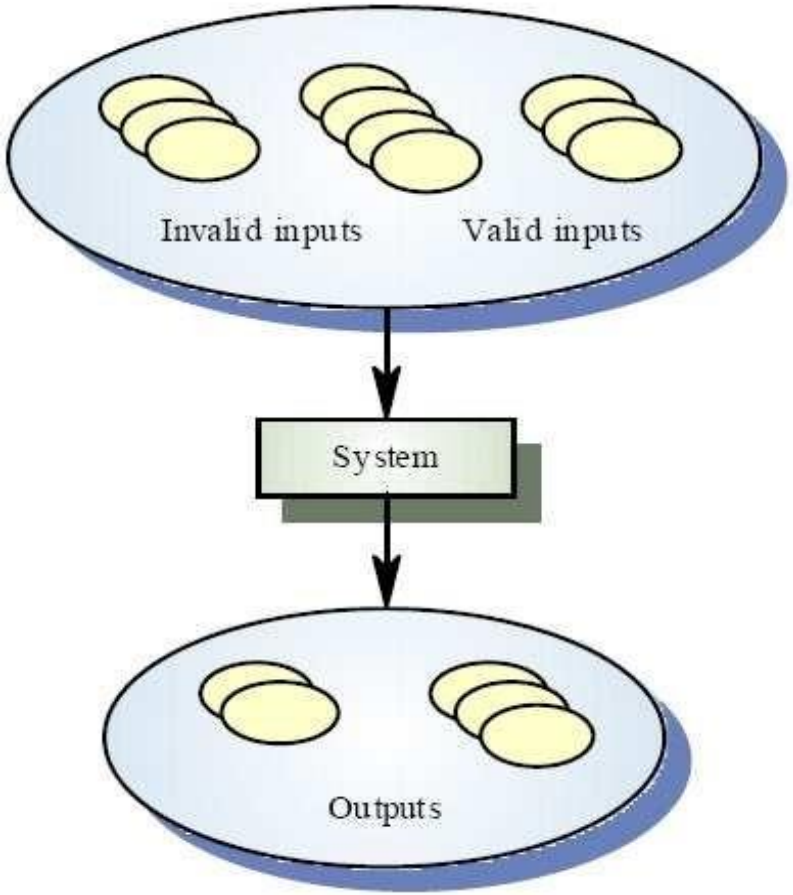
Kiểm thử giá trị biên

- Ví dụ (2): Dữ liệu thử

1, 1, 2	Không là tam giác
0, 0, 0	Chỉ một điểm
4, 0, 3	Một cạnh bằng không
1, 2, 3.00001	Gần là một tam giác
0.001, 0.001, 0.001	Tam giác rất nhỏ
99999, 99999, 99999	Tam giác rất lớn
3.00001, 3, 3	Tam giác gần đều
2.99999, 3, 4	Tam giác gần cân
3, 4, 5.00001	Tam giác giác gần vuông
3, 4, 5, 6	Bốn giá trị
3	Chỉ một giá trị
	Dữ liệu vào rỗng
-3, -3, 5	Giá trị âm

Kiểm thử lớp tương đương

- Ý tưởng
  - phân hoạch miền dữ liệu vào thành các lớp các dữ liệu có quan hệ với nhau (lớp tương đương)
  - mỗi lớp dùng để kiểm thử một chức năng, gọi là lớp tương đương



Kiểm thử lớp tương đương

- Ba bước
  - đối với mỗi dữ liệu vào, xác định các lớp tương đương từ miền dữ liệu vào
  - chọn dữ liệu đại diện cho mỗi lớp tương đương
  - kết hợp các dữ liệu thử bởi tích đề-các để tạo ra bộ dữ liệu kiểm thử

Kiểm thử lớp tương đương

- Nguyên tắc phân hoạch các lớp tương đương
  - Nếu dữ liệu vào thuộc một khoảng, xây dựng
    - 1 lớp các giá trị lớn hơn
    - 1 lớp các giá trị nhỏ hơn
    - n lớp các giá trị hợp lệ
  - Nếu dữ liệu là tập hợp các giá trị, xây dựng
    - 1 lớp với tập rỗng
    - 1 lớp quá nhiều các giá trị
    - n lớp hợp lệ
  - Nếu dữ liệu vào là điều kiện ràng buộc, xây dựng
    - 1 lớp với ràng buộc được thỏa mãn
    - 1 lớp với ràng buộc không ñược thỏa mãn

Kiểm thử lớp tương đương

Ví dụ

- Bài toán tam giác

	Nhọn	Vuông	Tù
Thường	6,5,3	5,6,10	3,4,5
Cân	6,1,6	7,4,4	√2,2,√2
đều	4,4,4	không thể	không thể

Bài tập

- Kiểm thử giá trị biên
  - Viết một chương trình thống kê phân tích một tệp chứa tên và điểm của sinh viên trong một năm học. Tệp này chứa nhiều nhất 100 trường. Mỗi trường chứa tên của mỗi sinh viên (20 ký tự), giới tính (1 ký tự) và điểm của 5 môn học (từ 0 ñến 10). Mục đích chương trình:
    - tính điểm trung bình mỗi sinh viên
    - tính điểm trung bình chung (theo giới tính và theo môn học)
    - tính số sinh viên lên lớp (điểm trung bình trên 5)
  - Xây dựng dữ liệu thử cho chương trình trên bởi kiểm thử giá trị biên

Bài tập

- Kiểm thử lớp tương đương
  - Viết chương trình dịch, trong đó có câu lệnh FOR, đặc tả câu lệnh FOR như sau: “Lệnh FOR chỉ chấp nhận một tham số duy nhất là biến đếm. Tên biến không được sử dụng quá hai ký tự khác rỗng. Sau ký hiệu = là cận dưới và cận trên của biến ñếm. Các cận trên và cận dưới là các số nguyên dương và được đặt giữa từ khóa TO”.
  - Xây dựng dữ liệu thử để kiểm thử câu lệnh FOR theo kỹ thuật kiểm thử lớp tương đương

Kiểm thử hộp trắng

- Dựa vào mã nguồn/cấu trúc chương trình
  - Xây dựng dữ liệu thử sau khi mã hóa/lập trình
- Thường phát hiện các lỗi lập trình
- Khó thực hiện
- Chi phí cao

Các kỹ thuật kiểm thử hộp trắng

- Kiểm thử dựa trên đồ thị luồng điều khiển
- Kiểm thử dựa trên đồ thị luồng dữ liệu
- Kiểm thử đột biến (mutation testing)

Đồ thị luồng điều khiển

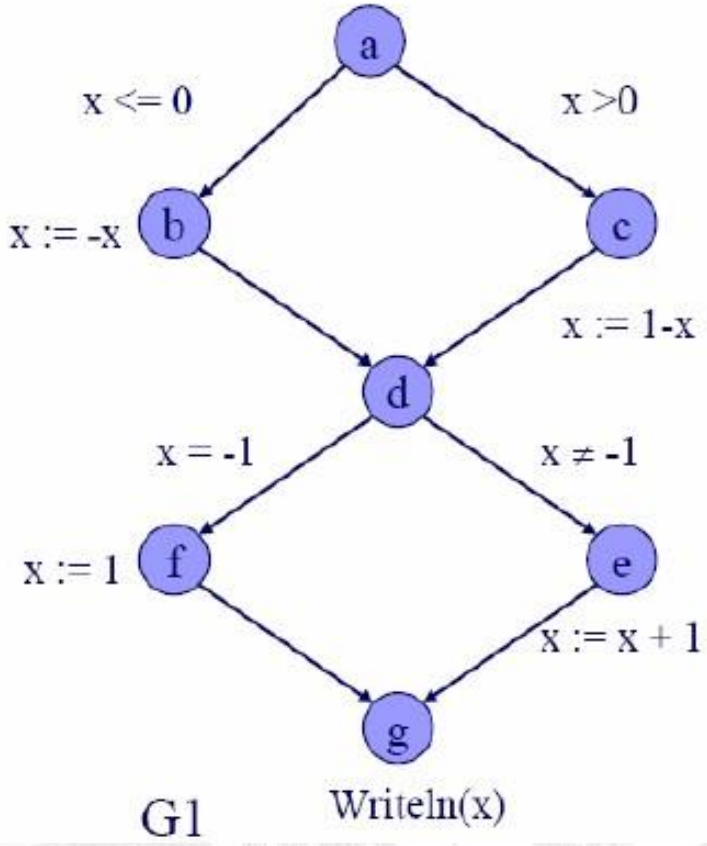
- Đồ thị luồng điều khiển (Control Flow Graph -ĐTLĐK) là đồ thị có hướng, biểu diễn một chương trình
  - Đỉnh: biểu diễn lệnh tuần tự hay khối lệnh
  - Cung: biểu diễn các rẽ nhánh
  - Một đỉnh vào và một đỉnh ra được thêm vào để biểu diễn điểm vào và ra của chương trình
- Lộ trình (path) trong ĐTLĐK xuất phát từ đỉnh vào đi qua các đỉnh và cung trong đồ thị và kết thúc ở đỉnh ra

Đồ thị luồng điều khiển

- Ví dụ 1

```
if x <= 0 then
        x := -x
else    x := 1 -x;
if x = -1 then
        x=1

else    x := x+1;
writeln(x);
```



G1

- Có 4 lộ trình
  - [a, b, d, f, g]
  - [a, b, d, e, g]
  - [a, c, d, f, g]
  - [a, c, d, e, g]

- Đồ thị G1 có thể biểu diễn dạng biểu thức chính quy:

  G1 = abdfg + abdeg + acdfg + acdeg

- Hay đơn giản:

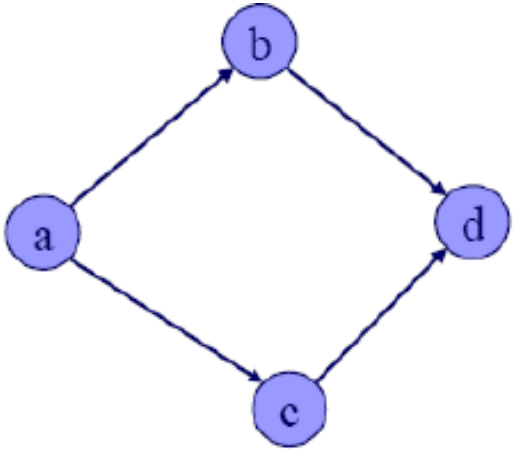
  G1 = a(bdf + bde + cdf + cde)g

  G1 = a(b + c)d(e + f)g

Đồ thị luồng điều khiển

Biểu diễn các cấu trúc

Cấu trúc tuần tự: ab



Cấu trúc rẽ nhánh: b(a + d)c

Cấu trúc lặp: ab(cb)*d

Đồ thị luồng điều khiển

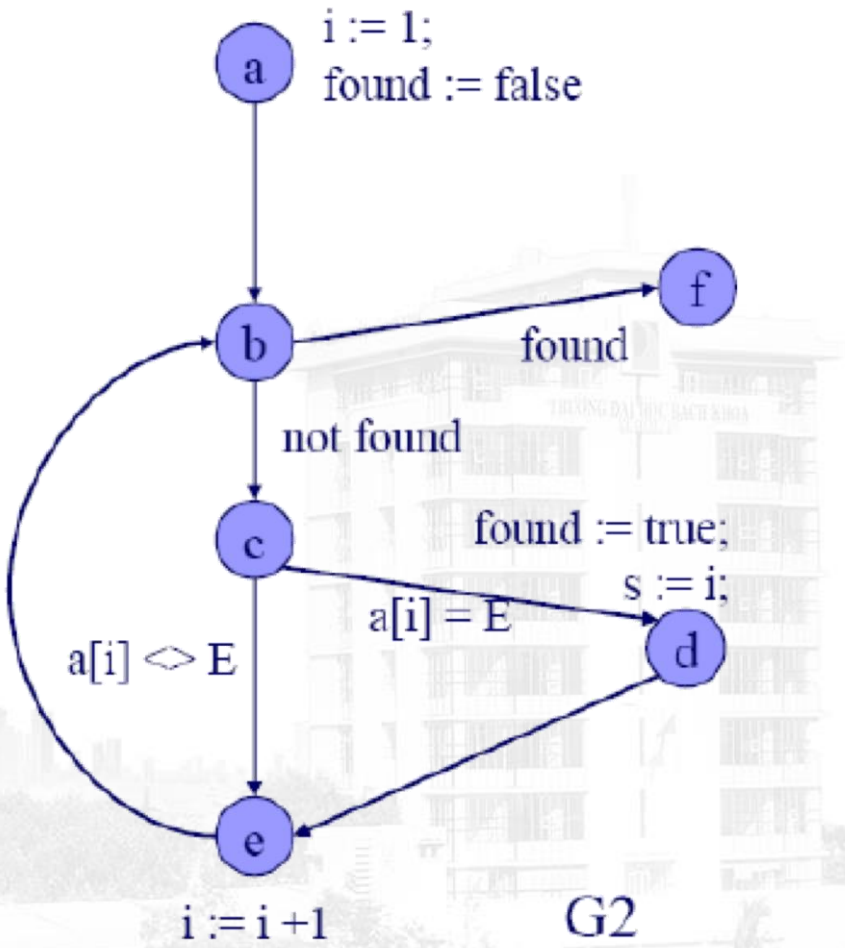
- Ví dụ 2:

```
i := 1;
found:= false;

while (not found) do
    begin
        if (a[i] = E) then
         begin
            found:= true;
            s := i;

         end;
        i := i + 1;

   end;
```



G2 = ab(c(e + d)eb)*f

Đồ thị luồng điều khiển

- Bài tập 2
  - Vẽ đồ thị luồng điều khiển
  - Xây dựng biểu thức chính quy biểu diễn đồ thị

```
read(i);
s := 0;
while(i <= 3) do  begin
    if a[i] > 0 thens := s + a[i];   i := i + 1;
end
```

Kiểm thử dựa trên ĐTLĐK

- Các tiêu chuẩn bao phủ
  - Phủ tất cả các đỉnh/lệnh
  - Phủ tất cả các cung
  - Phủ tất cả các quyết định
  - Phủ tất cả các đường đi