ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

Chương 8:
Bẫy lỗi và lập trình phòng ngừa

Nội dung

1. Khái niệm
2. Bảo vệ chương trình khi dữ liệu đầu vào không hợp lệ (Invalid Inputs)
3. Assertions
4. Kỹ thuật xử lý lỗi
5. Xử lý ngoại lệ

Nội dung

1. Khái niệm
2. Bảo vệ chương trình khi dữ liệu đầu vào không hợp lệ (Invalid Inputs)
3. Assertions
4. Kỹ thuật xử lý lỗi
5. Xử lý ngoại lệ

Defensive Programming

Khái niệm Lập trình phòng ngừa - Defensive programming

- Lập trình phòng ngừa là cách tự bảo vệ chương trình của mình khỏi
  - các ảnh hưởng tiêu cực của dữ liệu không hợp lệ
  - các rủi ro đến từ các sự kiện tưởng như "không bao giờ" xảy ra
  - sai lầm của các lập trình viên khác
- Ý tưởng chính: nếu chương trình (CTC) nhận dữ liệu vào bị lỗi thì nó vẫn chạy thông, ngay cả khi chương trình khác cũng nhận dữ liệu đầu vào đó đã bị lỗi.

Các lỗi có thể phòng ngừa

- Lỗi liên quan đến phần cứng
  - Đảm bảo các lỗi như buffer overflows hay divide by zero được kiểm soát
- Lỗi liên quan đến chương trình
  - Đảm bảo giá trị gán cho các biến luôn nằm trong vùng kiểm soát
  - Do not trust anything; verify everything
- Lỗi liên quan đến người dùng
  - Đừng cho rằng người dùng luôn thực hiện đúng các thao tác theo chỉ dẫn, hãy kiểm tra mọi thao tác của họ
- Lỗi liên quan đến các kỹ thuật phòng ngừa!
  - Mã nguồn cài đặt các kỹ thuật phòng ngừa cũng có khả năng gây lỗi, kiểm tra kỹ phần này

Các giai đoạn lập trình phòng ngừa

- Lập kế hoạch thực hiện công việc:
  - Dành thời gian để kiểm tra và gỡ rối chương trình cẩn thận : hoàn thành chương trình trước ít nhất 3 ngày so với hạn nộp
- Thiết kế chương trình:
  - Thiết kế giải thuật trước khi viết bằng ngôn ngữ lập trình cụ thể
- Giữ vững cấu trúc chương trình:
  - Viết và kiểm thử từng phần chương trình: phần chương trình nào dùng để làm gì
  - Viết và kiểm thử mối liên kết giữa các phần trong chương trình: quy trình nghiệp vụ như thế nào
  - Phòng ngừa bằng các điều kiện trước và sau khi gọi mỗi phần chương trình: điều gì phải đúng trước khi gọi chương trình, điều gì xảy ra sau khi chương trình thực hiện xong
  - Dùng chú thích để miêu tả cấu trúc chương trình khi viết chương trình

Kiểm tra cái gì, khi nào?

- Testing: chỉ ra các vấn đề làm chương trình không chạy
- Kiểm tra theo cấu trúc của chương trình: Kiểm tra việc thực hiện các nhiệm vụ đặt ra cho từng phần chương trình
  - Ví dụ: điều gì xảy ra với chương trình căn lề văn bản, nếu hàm ReadWord() bị lỗi ?
- Nếu chương trình không có tham số đầu vào, mà chỉ thực thi nhiệm vụ và sinh ra kết quả thì không cần kiểm tra nhiều. Hầu hết chương trình đều không như vậy
  - Ví dụ: điều gì xảy ra với chương trình căn lề văn bản, nếu
    - Không nhập đầu vào?
    - Đầu vào không phải là xâu/file chứa các từ hay chữ cái đúng quy định?

Kiểm soát lỗi có thể xảy ra

- Error handling: xử lý các lỗi mà ta dự kiến sẽ xảy ra
- Tùy theo tình huống cụ thể, ta có thể trả về:
  - một giá trị trung lập
  - thay thế đoạn tiếp theo của dữ liệu hợp lệ
  - trả về cùng giá trị như lần trước
  - thay thế giá trị hợp lệ gần nhất
  - ghi vết một cảnh báo vào tệp
  - trả về một mã lỗi
  - gọi một thủ tục hay đối tượng xử lý
  - hiện một thông báo hay tắt máy

Nội dung

1. Khái niệm
2. Bảo vệ chương trình khi dữ liệu đầu vào không hợp lệ (Invalid Inputs)
3. Assertions
4. Kỹ thuật xử lý lỗi
5. Xử lý ngoại lệ

Kiểm tra tham số đầu vào

- Chương trình/một phần chương trình chạy thông một lần không có nghĩa là lần tiếp theo nó sẽ chạy thông.
- Chương trình trả ra kết quả đúng với đầu vào 'n' không có nghĩa là nó sẽ trả ra kết quả đúng với đầu vào ‘m’
- Vậy chương trình có thực sự chạy thông không ?
  - Với bất cứ đầu vào nào chương trình cũng phải chạy thông, không bị “crash”. Nếu có lỗi thì chương trình phải dừng và thông báo lỗi
  - Bạn có thể biết chương trình có chạy thông hay không khi kiểm tra chương trình bằng các tham số đầu vào sai

Tham số đầu vào sai

- Trong thực tiễn: “Garbage in, garbage out.” – GIGO
- Trong lập trình, “rác vào → rác ra” là dấu hiệu của những chương trình tồi, không an toàn
- Với một chương trình tốt thì:
  - rác vào → không có gì ra
  - rác vào → có thông báo lỗi
  - không cho phép rác vào

Phòng ngừa lỗi tham số vào

- Kiểm tra giá trị đầu vào
  - Kiểm tra giá trị của tất cả các tham số truyền vào các hàm
  - Kiểm tra dữ liệu nhập từ nguồn ngoài khác
- Quyết định kiểm soát đầu vào không hợp lệ
  - Khi phát hiện một tham số hay một dữ liệu không hợp lệ, cần làm gì với nó?
    - Chọn một trong các phương án phù hợp tình huống thực tế

Phòng ngừa lỗi tham số vào

- Kiểm tra giá trị của mọi dữ liệu từ nguồn bên ngoài
  - Khi nhận dữ liệu từ file, bàn phím, mạng, hoặc từ các nguồn ngoài khác, hãy kiểm tra để đảm bảo rằng dữ liệu nằm trong giới hạn cho phép.
  - Hãy đảm bảo rằng giá trị số nằm trong dung sai và xâu phải đủ ngắn để xử lý
    - Nếu một chuỗi cần trong một phạm vi giới hạn của các giá trị (như một ID giao dịch tài chính…), hãy chắc chắn rằng chuỗi đầu vào là hợp lệ cho mục đích của nó; nếu không từ chối.
  - Với ứng dụng bảo mật, hãy đặc biệt lưu ý đến những dữ liệu có thể tấn công hệ thống: Cố làm tràn bộ nhớ, injected SQL commands, injected html hay XML code, tràn số …

Một số lỗi nhập dữ liệu phổ biến

- Dữ liệu nhập vào quá lớn (ví dụ, vượt quá kích thước kích thước lưu trữ cho phép của mảng hay của biến)
- Dữ liệu nhập vào sai kiểu, giá trị quá nhỏ hoặc giá trị âm
- Lỗi chia cho số 0 (divide by zero)

Ví dụ

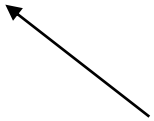
- **Đoạn mã nguồn sau tìm giá trị trung bình của n giá trị kiểu double.**
- **Chương trình bị lỗi khi nào ?**

```
double avg (double a[], int n)
/* a là mảng gồm n số kiểu doubles */
{
    int i;
    double sum= 0;
    for (i= 0; i < n; i++) {
        sum+= a[i];
    }
    return sum/n;
}
```

Phòng ngừa lỗi tham số vào

- Trong một số trường hợp, phải viết thêm các đoạn mã nguồn để lọc giá trị đầu vào trước khi tính toán

```
void class_of_degree (char degree[], double percent)
/* Xếp hạng sinh viên dựa vào tổng điểm tính theo % */
{
    if (percent < 0 || percent > 100)
        strcpy(degree,"Error in mark");
    else if (percent >= 70)
        strcpy(degree,"First");
    else if (percent >= 60)
        strcpy(degree,"Two-one");
    ....
}
```



Thêm các dòng này vào để báo lỗi

Kiểm tra điều kiện biên

- Điều gì xảy ra nếu giá trị đầu vào quá lớn hay quá nhỏ?
- Hãy chắc chắn là chương trình của bạn có thể đối phó với các tham số đầu vào kiểu này
- Luôn kiểm tra trường hợp “divide by zero error”

Ví dụ

- Hàm sau đây mô phỏng hàm strlen trong thư viện chuẩn của C.

```
int my_strlen (char *string)
/* Khi tính độ dài xâu, hàm này sai ở đâu */
{
     int len= 1;
     while (string[len] != '\0')
          len++;
     return len;
}
```

Tràn số - Overflow

Arian 5

Chi phí phát triển: 7 tỷ USD

Phụ kiện hàng hóa đi kèm : 370 triệu USD

Thực hiện chuyển đổi 64 bit dấu phẩy động sang 16 bit số nguyên:

Việc chuyển đổi không thành công do tràn số

04/06/1996: 37 giây sau khi phóng, nổ ở độ cao 3700m

Tràn số - Overflow

- Nếu cần tính toán với các số lớn, hãy chắc chắn là bạn biết giá trị lớn nhất mà biến bạn dùng có khả năng lưu trữ
- Ví dụ:
  - Với phần lớn trình dịch C, một unsigned char có giá trị từ 0 đến 255.
  - Kích thước tối đa của một biến kiểu int có thể thay đổi

Nội dung

1. Khái niệm
2. Bảo vệ chương trình khi dữ liệu đầu vào không hợp lệ (Invalid Inputs)
3. Assertions
4. Kỹ thuật xử lý lỗi
5. Xử lý ngoại lệ

Assertion

- Assertion: một macro hay một chương trình con dùng trong quá trình phát triển ứng dụng, cho phép chương trình tự kiểm tra khi chạy.
- Return true >> OK, false >> có một lỗi gì đó trong chương trình.
- Ghi lại những giả thiết được đưa ra trong code
- Loại bỏ những điều kiện không mong đợi

  Ví dụ
  - Nếu hệ thống cho rằng file dữ liệu về khách hàng không bao giờ vượt quá 50 000 bản ghi, chương trình có thể chứa một assertion rằng số bản ghi là <= 50 000.
  - Khi mà số bản ghi <= 50,000, assertion sẽ không có phản ứng gì.
  - Nếu đếm được hơn 50 000 bản ghi, assertion cho biết có lỗi trong chương trình

Assertion

- Assertions có thể được dùng để kiểm tra các giả thiết như :
  - Các tham số đầu vào nằm trong phạm vi mong đợi (tương tự với các tham số đầu ra)
  - File hay stream đang được mở (hay đóng) khi một CTC bắt đầu thực hiện (hay kết thúc)
  - một file hay stream đang ở bản ghi đầu tiên (hay cuối cùng) khi một CTC bắt đầu (hay kết thúc) thực hiện
  - một file hay stream được mở để đọc, để ghi, hay cả đọc và ghi
  - Giá trị của một tham số đầu vào là không thay đổi bởi một CTC
  - một pointer là non-NULL
  - một mảng đc truyền vào CTC có thể chứa ít nhất X phần tử
  - một bảng đã đc khởi tạo để chứa các giá trị thực
  - một danh sách là rỗng (hay đầy) lkhi một CTC bắt đầu (hay kết thúc) thực hiện

Assertion

- End users không cần thấy các thông báo của assertion;
- Assertions chủ yếu đc dùng trong quá trình phát triển hay bảo trì ứng dụng.
- Dịch thành code khi phát triển, loại bỏ khỏi code trong sản phẩm để nâng cao hiệu năng của chương trình
- Rất nhiều NNLT hỗ trợ assertions : C++, Java và Visual Basic.
- Kể cả khi NNLT không hỗ trợ, thì cũng có thể dễ dàng xây dựng

Assertion - ví dụ hàm assert tự viết

```
#define ASSERT(condition, message){
    if ( !(condition) ) {
      fprintf(
        stderr,
        "Assertion %s failed: %s\n",
        condition,
        message);
      exit( EXIT_FAILURE );
    }
}
```

Sử dụng Assertion

- Bẫy lỗi cho những tình huống lường trước (sự kiện ta chờ đợi sẽ xảy ra);
  - Error-handling: checks for bad input data → Hướng tới việc xử lý lỗi
- Dùng assertions cho các tình huống không lường trước (sự kiện không mong đợi xảy ra hoặc không bao giờ xảy ra)
  - Assertions : check for bugs in the code → hướng đến việc hiệu chỉnh chương trình, tạo ra phiên bản mới của chương trình
- Tránh đưa code xử lý vào trong assertions
  - Điều gì xảy ra khi ta turn off the assertions ?

Sử dụng Assertion

- Các chương trình lớn:
  - trước tiên xác nhận lỗi (dùng assertion),
  - sau đó bẫy lỗi (dùng error-handling)
- Nguyên nhân gây lỗi đã được xác định:
  - hoặc dùng assertion, hoặc dùng error-handling,
  - không dùng cả 2 cùng lúc
- Các chương trình cực lớn, nhiều người cùng phát triển trong thời gian 5-10 năm, hoặc hơn nữa?
  - Cả assertions và error handling code có thể đc dùng cho cùng một lỗi.
  - Ví dụ trong source code cho Microsoft Word, những điều kiện luôn trả về true thì đc dùng assertion, nhưng đồng thời cũng đc xử lý.
  - Assertions rất có lợi vì nó giúp loại bỏ rất nhiều lỗi trong quá trình phát triển hệ thống

assert trong C/C++

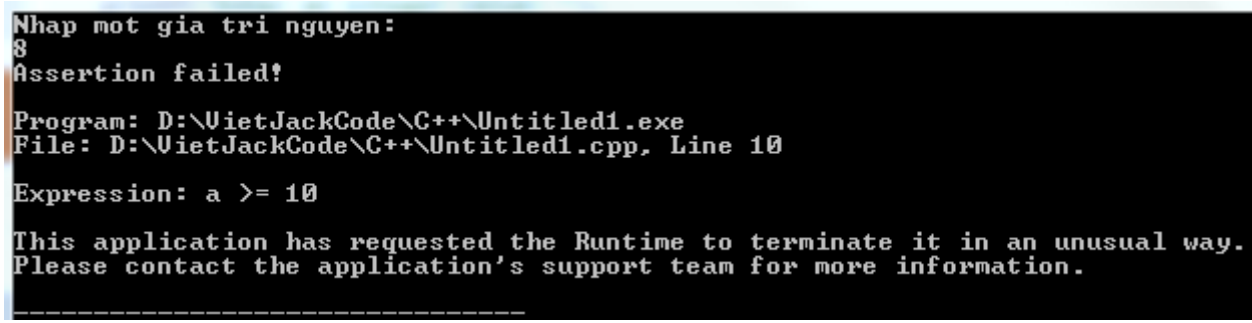
- void assert(int bieu-thuc) trong thư viện C chuẩn cho phép đánh giá biểu thức và phát hiện lỗi
  - Nếu biểu thức đầu vào có giá trị là false (0), thông điệp lỗi sẽ chuyển đến thiết bị lỗi chuẩn (standard error device), sau đó hàm abort( ) được gọi để kết thúc chương trình
  - Nếu biểu thức đầu vào có giá trị là true (1), assert() sẽ không làm gì (chương trình vẫn thực hiện như bình thường)
- Để sử dụng assert(), cần #include <assert.h>

Ví dụ sử dụng assert

```
#include <assert.h>
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a;
    char str[50];

    printf("Nhap mot gia tri nguyen: \n");
    scanf("%d", &a);
    assert(a >= 10);
    printf("Gia tri nguyen vua nhap la %d\n", a);

    printf("Nhap mot chuoi: ");
    scanf("%s", &str);
    assert(str != NULL);
    printf("Chuoi vua nhap la: %s\n", str);

    return(0);
}
```

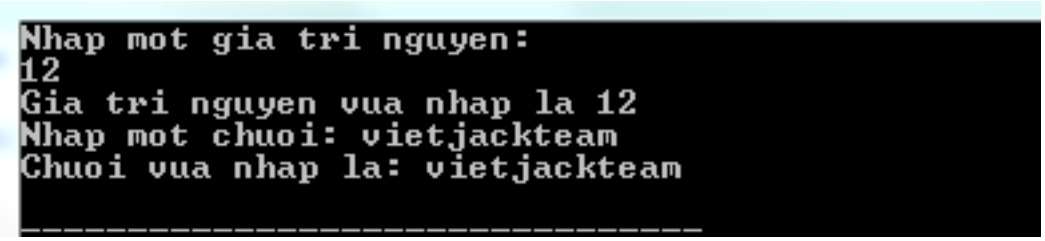
Ví dụ sử dụng assert

```
#include <assert.h>
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a;
    char str[50];

    printf("Nhap mot gia tri nguyen: \n");
    scanf("%d", &a);
    assert(a >= 10);
    printf("Gia tri nguyen vua nhap la %d\n", a);

    printf("Nhap mot chuoi: ");
    scanf("%s", &str);
    assert(str != NULL);
    printf("Chuoi vua nhap la: %s\n", str);

    return(0);
}
```



Ví dụ sử dụng assert

```
#include <assert.h>
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a;
    char str[50];

    printf("Nhap mot gia tri nguyen: \n");
    scanf("%d", &a);
    assert(a >= 10);
    printf("Gia tri nguyen vua nhap la %d\n", a);

    printf("Nhap mot chuoi: ");
    scanf("%s", &str);
    assert(str != NULL);
    printf("Chuoi vua nhap la: %s\n", str);

    return(0);
}
```



Nội dung

1. Khái niệm
2. Bảo vệ chương trình khi dữ liệu đầu vào không hợp lệ (Invalid Inputs)
3. Assertions
4. Kỹ thuật xử lý lỗi
5. Xử lý ngoại lệ

Lỗi - Error

- Lỗi: chương trình chạy không đúng như đã định
- Khi lỗi xảy ra cần
  - Định vị nguồn gây lỗi
  - Kiểm soát lỗi
- Luôn có ý thức đề phòng các lỗi hay xảy ra trong chương trình, nhất là khi đọc file, dữ liệu do người dùng nhập vào và cấp phát bộ nhớ.
- Áp dụng các biện pháp phòng ngừa ngay cả khi điều đó có thể dẫn tới việc dừng chương trình
- In các lỗi bằng stderr stream.

```
fprintf (stderr,"There is an error!\n");
```

Kiểm tra cái gì để phát hiện lỗi

- Kiểm tra mọi thao tác có thể gây lỗi khi viết chương trình
  - Nhập dữ liệu
  - Sử dụng dữ liệu
- Ví dụ:
  - Kiểm tra mỗi lần mở một tệp tin hay cấp phát các ô nhớ.
  - Kiểm tra các phương thức người dùng nhập dữ liệu vào cho đến khi không còn nguy cơ gây ra dừng chương trình
  - Trong trường hợp tràn bộ nhớ (out of memory), nên in ra lỗi kết thúc chương trình (-1: error exit);
  - Trong trường hợp dữ liệu do người dùng đưa vào bị lỗi, tạo cơ hội cho người dùng nhập lại dữ liệu (lỗi tên file cũng có thể do người dùng nhập sai)

Kiểm soát lỗi có thể xảy ra

- Error handling: cần có cách thức xử lý các lỗi mà ta dự kiến sẽ xảy ra
- Tùy theo tình huống cụ thể, ta có thể trả về:
  - một giá trị trung lập
  - thay thế đoạn tiếp theo của dữ liệu hợp lệ
  - trả về cùng giá trị như lần trước
  - thay thế giá trị hợp lệ gần nhất
  - ghi vết một cảnh báo vào tệp
  - trả về một mã lỗi
  - gọi một thủ tục hay đối tượng xử lý
  - hiện một thông báo hay tắt máy

Phục hồi tài nguyên

- Phục hồi tài nguyên khi xảy ra lỗi?
  - Thường thì không phục hồi tài nguyên, nhưng sẽ hữu ích khi thực hiện các công việc nhằm đảm bảo cho thông tin ở trạng thái rõ ràng và vô hại nhất có thể
  - Nếu các biến vẫn còn được truy xuất thì chúng nên được gán các giá trị hợp lý
  - Trường hợp thực thi việc cập nhật dữ liệu, nhất là trong 1 phiên – transaction – liên quan tới nhiều bảng chính, phụ, thì việc khôi phục khi có ngoại lệ là vô cùng cần thiết (rollback)

Chắc chắn hay chính xác?

- Chắc chắn: chương trình luôn chạy thông, kể cả khi có lỗi
- Chính xác: chương trình không bao giờ gặp lại lỗi
- Ví dụ: Lỗi hiện thị trong các trình xử lý văn bản: khi đang thay đổi nội dung văn bản, thỉnh thoảng một phần của một dòng văn bản ở phía dưới màn hình bị hiện thị sai. Khi đó người dùng phải làm gì?
  - Tắt chương trình
  - Nhấn PgUp hoặc PgDn, màn hình sẽ làm mới

  →Ưu tiên tính chắc chắn thay vì tính chính xác:
  - Bất cứ kết quả nào đó bao giờ cũng thường là tốt hơn so với Shutdown.

Khi nào phải loại bỏ hết lỗi?

- Đôi khi, để loại bỏ một lỗi nhỏ, lại rất tốn kém
  - Nếu lỗi đó chắc chắn không ảnh hưởng đến mục đích cơ bản của ứng dụng, không làm chương trình bị treo, hoặc làm sai lệch kết quả chính, người ta có thể bỏ qua, mà không cố sửa để có thể gặp phải các nguy cơ khác.
- Phần mềm "chịu lỗi"?: Phần mềm sống chung với lỗi, để đảm bảo tính liên tục, ổn định

Dùng hàm bao gói (Wrappered function)

- Hàm bao gói = gọi hàm gốc + bẫy lỗi
- Tại mọi thời điểm cần kiểm tra lỗi của hàm gốc, dùng hàm bao gói thay vì dùng hàm gốc
- Ví dụ:
- Nếu phải viết đoạn mã kiểm tra lỗi mỗi lần sử dụng malloc thì rất nhàm chán.
  - Kiểm tra
  - Thông báo lỗi kiểu như “out of memory”
  - Thoát.
- Tự viết hàm safe_malloc và sử dụng hàm này thay vì dùng malloc có sẵn
  - Malloc
  - Kiểm tra
  - Thông báo lỗi kiểu như “out of memory”
  - Thoát.

safe_malloc

```
#include<stdlib.h>
#include<stdio.h>

void *safe_malloc (size_t);
/* Bẫy lỗi khi dùng hàm malloc */

void *safe_malloc (size_t size)
/* Cấp phát bộ nhớ hoặc báo lỗi và thoát */
{
     void *ptr;
     ptr= malloc(size);
     if (ptr == NULL) {
          fprintf (stderr,
        "Không đủ bộ nhớ để thực hiện dòng lệnh :%d file :%s\n",
        __LINE__, __FILE__);
          exit(-1);
     }
     return ptr;
}
```

Tạo giao diện rõ ràng

- Các LTV giỏi luôn tìm cách làm cho mã nguồn của họ trở nên hữu dụng với những LTV khác.
- Cách tốt nhất để làm việc này là viết các hàm dễ hiểu, có khả năng tái sử dụng
- Các hàm tốt không cần đến quá nhiều tham số truyền vào
- Để viết tốt các hàm, cần tư duy theo hướng:
  - Cần truyền cái gì vào để thực hiện hàm?
  - Có thể lấy được cái gì ra sau khi thực hiện hàm
- Nếu LTV có khả năng viết được một giao diện rõ ràng thì các hàm tự bản thân nó trở nên hiệu quả:
  - Các hàm được cung cấp
  - Cách thức truy nhập chức năng muốn cung cấp

Nội dung

1. Khái niệm
2. Bảo vệ chương trình khi dữ liệu đầu vào không hợp lệ (Invalid Inputs)
3. Assertions
4. Kỹ thuật xử lý lỗi
5. Xử lý ngoại lệ

Xử lý ngoại lệ

- **Xử lý exception được thực hiện thông qua 3 keywords: *try, catch, throw***
- **Các đoạn code có khả năng gây ra lỗi cần phải được đặt trong khối lệnh try.** Khối try không thay đổi việc thực thi của phần code bên trong nó. Nó chỉ kích hoạt chức năng quan sát và theo dõi các exception
- **Một exception mới phát sinh → *"một exception đã bị throw (ném ra)"***
- **Khi một exception được ném ra, việc thực thi của block code đó sẽ chấm dứt, nhưng bản thân chương trình vẫn còn sống. Nếu không có đoạn code xử lý bắt exception (khối catch), chương trình sẽ kết thúc**

Xử lý ngoại lệ

- *try* – đặt phần code có thể xảy ra exception trong khối try
- *throw* – Khi có bất thường xảy ra trong chương trình, sử dụng keyword *throw* để ném ra một ngoại lệ.
- ***catch*** – Nếu muốn bắt bất kỳ exception nào, cần phải đặt câu lệnh ***catch*** sau câu lệnh ***try***. Lệnh *catch* sẽ chỉ bắt những exception tương thích với kiểu đã được chỉ định

```
try {
   // protected code
} catch( ExceptionType e1 ) {
   // catch block
} catch( ExceptionType e2 ) {
   // catch block
} catch( ExceptionType eN ) {
   // catch block
}
```

Ném ngoại lệ

- Để "ném" một exception, sử dụng câu lệnh *throw*. Câu lệnh *throw* cần cung cấp dữ liệu "đóng gói" trong exception

```
throw 997;

throw string("Bye world!");


double division(int a, int b) {
    if( b == 0 )
        throw "Division by zero!";
    }
    return (a/b);
}
```

Bắt ngoại lệ

- Đặt khối lệnh ***catch*** sau khối lệnh ***try*** để bắt ngoại lệ. Lệnh ***catch*** sẽ chỉ bắt những exception tương thích với kiểu đã được chỉ định.

```
try {
    // protected code
} catch( ExceptionType e ) {
  // code to handle ExceptionType exception
}
```

- **Đoạn code trên chỉ bắt ngoại lệ có kiểu là *ExceptionType*. Nếu muốn lệnh *catch* bắt exception thuộc bất kỳ kiểu dữ liệu nào, sử dụng dấu "…"**

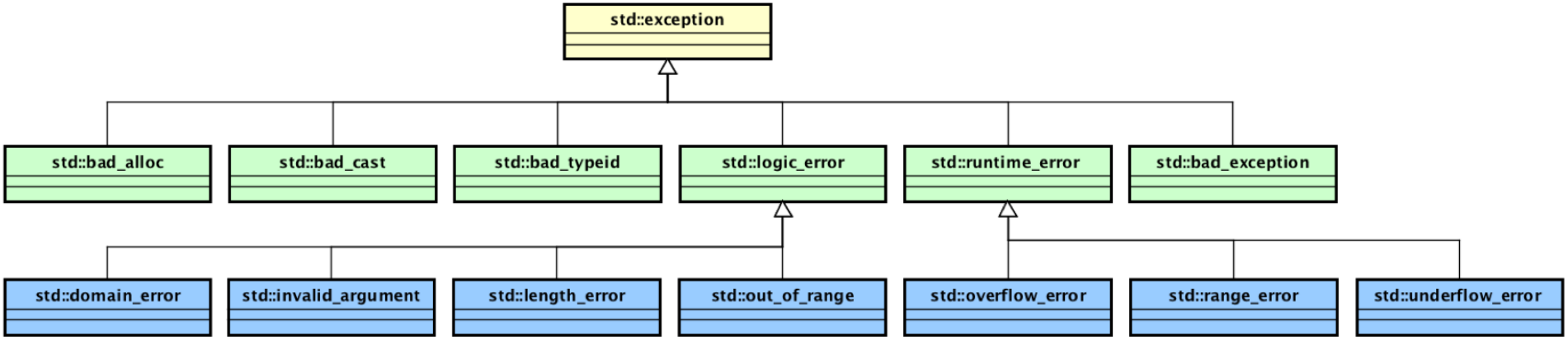
```
try {
    // protected code
} catch(...) {
  // code to handle any
exception
}
```

Ví dụ

```
#include <iostream>
using namespace std;

double division(int a, int b) {
   if( b == 0 ) {
      throw "Division by zero!";
   }
   return (a/b);
}

int main () {
   int x = 50;
   int y = 0;
   double z = 0;

   try {
      z = division(x, y);
      cout << z << endl;
   } catch (const char* msg) {
     cerr << msg << endl;
   }

   return 0;
}
```

Các ngoại lệ chuẩn trong C++

- C++ cung cấp một danh sách exception chuẩn, định nghĩa trong file header <*exception*>.



Xử lý ngoại lệ

Kiểu	Ý nghĩa
std::exception	Exception chung nhất cho tất cả các exception khác trong C++
std::bad_alloc	Cấp phát bộ nhớ không thành công. Có thể được ném ra bởi toán tử ***new***
std::bad_cast	Ép kiểu động không thành công. Có thể được ném ra bởi ***dynamic_cast***
std::bad_exception	Có exception được ném ra theo cách không mong muốn
std::bad_typeid	Được ném ra khi toán tử ***typeid*** thực hiện trên một con trỏ null
std::logic_error	Các lỗi liên quan tới logic, thuật toán, tính hợp lệ của dữ liệu. Là class cha của các exception liên quan đến logic
std::domain_error	Dữ liệu vượt quá khoảng cho phép
std::invalid_argument	Truyền tham số không đúng cách
std::length_error	Sử dụng các giá trị không hợp lệ để chỉ định kích thước / độ dài của tập hợp dữ liệu
std::out_of_range	Sử dụng các indexs / keys không hợp lệ trong khi truy cập các bộ dữ liệu được đánh số / key
std::runtime_error	Đại diện cho tất cả các exceptions gây ra bởi các tình huống xảy ra trong quá trình chạy chương trình
std::overflow_error	Tràn bộ nhớ do dữ liệu quá lớn
std::range_error	Kết quả tính toán vượt quá khoảng cho phép
std::underflow_error	Dữ liệu quá nhỏ để có thể biểu diễn giá trị có ý nghĩa

ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

25 YEARS ANNIVERSARY SOICT

VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

SCHOOL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY

Xin cảm ơn!