13

예외 처리와 C 언어와의 링크 지정

학습 목표

1. 실행 오류와 오류 처리의 일반적인 방법을 복습한다.
2. 예외와 예외 처리의 개념을 이해한다.
3. try-throw-catch로 구성되는 예외 처리의 기본 형식을 안다.
4. 예외 클래스를 작성하여 예외를 처리하는 방법을 안다.
5. C++의 이름 규칙을 이해한다.
6. C++ 코드와 C 코드의 링킹에 이름 규칙의 중요성을 이해한다.
7. extern "C"를 이용하여 C++ 코드와 C 코드의 성공적인 링킹 방법을 안다.

실행 오류의 종류와 원인

- 오류
  - 컴파일 오류
    - 문법에 맞지 않는 구문으로 인한 오류
  - 실행 오류
    - 개발자의 논리 오류
    - 예외적으로 발생하는 입력이나 상황에 대한 대처가 없을 때 발생하는 오류
    - 실행 오류의 결과
      - 결과가 틀리거나 엉뚱한 코드 실행, 프로그램이 비정상 종료

예제 13-1 예외 상황에 대한 대처가 없는 프로그램 사례

밑수와 지수부를 매개 변수로 지수 값을 계산하는 함수를 작성하는 사례이다.

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

int getExp(int base, int exp) { // base의 exp 지수승을 계산하여 리턴
    int value=1;
    for(int n=0; n<exp; n++)
        value = value * base; // base를 exp번 곱하여 지수 값 계산
    return value;
}

int main() {
    int v= getExp(2, 3); // 2의 3승 = 8
    cout << "2의 3승은 " << v << "입니다." << endl;

    int e = getExp(2, -3); // 2의 -3승은 ?
    cout << "2의 -3승은 " << e << "입니다." << endl;
}
```

예상치 못한 음수 입력에 대한 대처가 없는 부실한 코드!

```
2의 3승은 8입니다.
2의 -3승은 1입니다.
```

오답!
2^3은 -1이 아니라 1/8

예제 13-2 if문과 리턴 값을 이용한 오류 처리


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

int getExp(int base, int exp) {
    if(base <= 0 || exp <= 0) {
        return -1; // 오류 리턴
    }
    int value=1;
    for(int n=0; n<exp; n++)
        value = value * base;
        return value;
}

int main() {
    int v=0;
    v = getExp(2, 3);
    if(v != -1)
        cout << "2의 3승은 " << v << "입니다." << endl;
    else
        cout << "오류. 2의 3승은 " << "계산할 수 없습니다." << endl;

    int e=0;
    e = getExp(2, -3); // 2의 -3 승 ? getExp()는 false 리턴
    if(e != -1)
        cout << "2의 -3승은 " << e << "입니다." << endl;
    else
        cout << "오류. 2의 -3승은 " << "계산할 수 없습니다." << endl;
}
```

매개 변수 중 하나라도 음수이면 -1을 리턴한다.

음수 입력에 대한 대처 있음

getExp()의 리턴 값이 오류 상태와 계산 값을 함께 표시하는 예민한 코드!

```
2의 3승은 8입니다.
오류. 2의 -3승은 계산할 수 없습니다.
```

예제 13-3 리턴 값과 참조 매개 변수를 이용한 오류 처리


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

bool getExp(int base, int exp, int &ret) { // base^exp 값을 계산하여 ret에 저장
    if(base <= 0 || exp <= 0) {
        return false;
    }
    int value=1;
    for(int n=0; n<exp; n++)
        value = value * base;
    ret = value;
    return true;
}

int main() {
    int v=0;
    if(getExp(2, 3, v)) // v = 2^3 = 8. getExp()는 true 리턴
        cout << "2의 3승은 " << v << "입니다." << endl;
    else
        cout << " 오류. 2의 3승은 " << "계산할 수 없습니다." << endl;

    int e=0;
    if(getExp(2, -3, e)) // 2^-3 ? getExp()는 false 리턴
        cout << "2의 -3승은 " << e << "입니다." << endl;
    else
        cout <<  " 오류. 2의 -3승은 " << "계산할 수 없습니다." << endl;
}
```

참조 매개 변수

음수 입력에 대한 대처 있음

getExp()의 리턴 값의 단일화
- 오류 상태만 표시

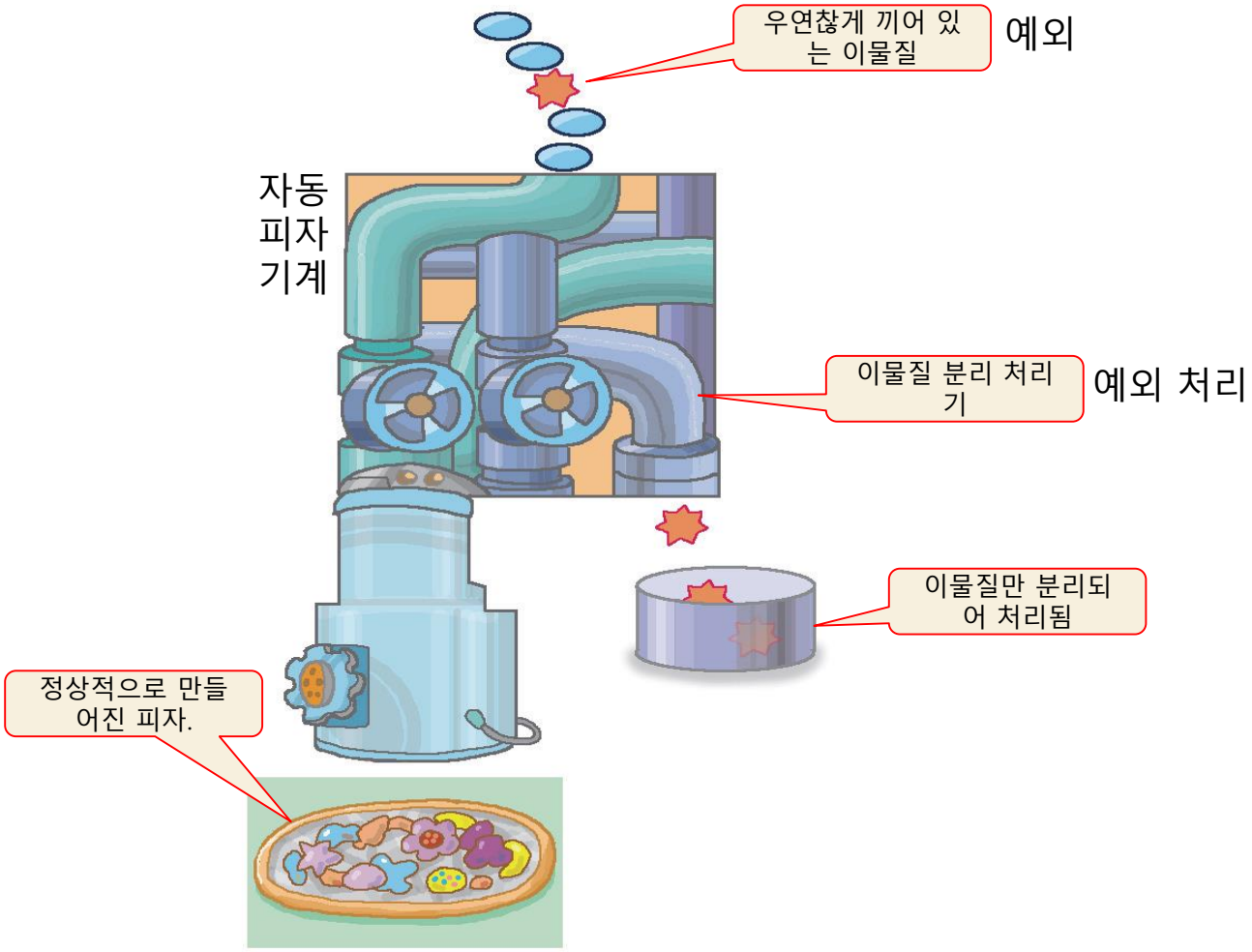
참조 매개 변수를 통해 계산 값을 전달하는 정리된 코드!

```
2의 3승은 8입니다.
오류. 2의 -3승은 계산할 수 없습니다.
```

예외

- 예외란?
  - 실행 중, 프로그램 오동작이나 결과에 영향을 미치는 예상치 못한 상황 발생
    - 예) getExp() 함수에 예상치 못하게 사용자가 음수를 입력하여 2^{-3}을 1로 계산한 경우
- 예외 처리기
  - 예외 발생을 탐지하고 예외를 처리하는 코드
    - 잘못된 결과, 비정상적인 실행, 시스템에 의한 강제 종료를 막음
- 예외 처리 수준
  - 운영체제 수준 예외 처리
    - 운영체제가 예외의 발생을 탐지하여 응용프로그램에게 알려주어 예외에 대처하게 하는 방식
    - 운영체제마다 서로 다르므로, 운영체제나 컴파일러 별로 예외 처리 라이브러리로 작성
    - Java 경우, JVM 혹은 라이브러리에서 탐지한 예외를 자바응용프로그램에게 전달
    - 윈도우 운영체제는 탐지한 예외를 C/C++ 응용프로그램에게 알려줌
      - 운영체제와 컴파일러 의존적인 C++ 문법 사용
  - 응용프로그램 수준 예외 처리
    - 사용자의 잘못된 입력이나 없는 파일을 여는 등 응용프로그램 수준에서 발생하는 예외를 자체적으로 탐지하고 처리하는 방법
    - C++ 예외 처리
- C++ 예외 처리
  - C++ 표준의 예외 처리
  - 응용프로그램 수준 예외 처리
  - 이 책에서 다루는 내용

피자 자동 기계와 예외 처리개념



C++ 예외 처리 기본 형식

- try-throw-catch
  - try { } 블록
    - 예외가 발생할 가능성이 있는 코드를 묶음
  - throw 문
    - 발견된 예외를 처리하기 위해, 예외 발생을 알리는 문장
    - try { } 블록 내에서 이루어져야 함
  - catch() { } 블록
    - throw에 의해 발생한 예외를 처리하는 코드

```
try { // 예외가 발생할 가능성이 있는 실행문.  try {} 블록
   ..........................................................
   예외를 발견한다면 {
      throw XXX; // 예외 발생을 알림. XXX는 예외 값
   }
   예외를 발견한다면 {
      throw YYY; // 예외 발생을 알림. YYY는 예외 값
   }
}
catch(처리할 예외 파라미터 선언) { // catch { } 블록
   예외 처리문
}
catch(처리할 예외 파라미터 선언) { // catch { } 블록
   예외 처리문
}
```

throw와 catch


```
throw 3 ; // int 타입의 값 3을 예외로 던짐

...

catch( int x ) { // throw 3;이 실행되면 catch() 문 실행. x에 3이 전달
...
}
```

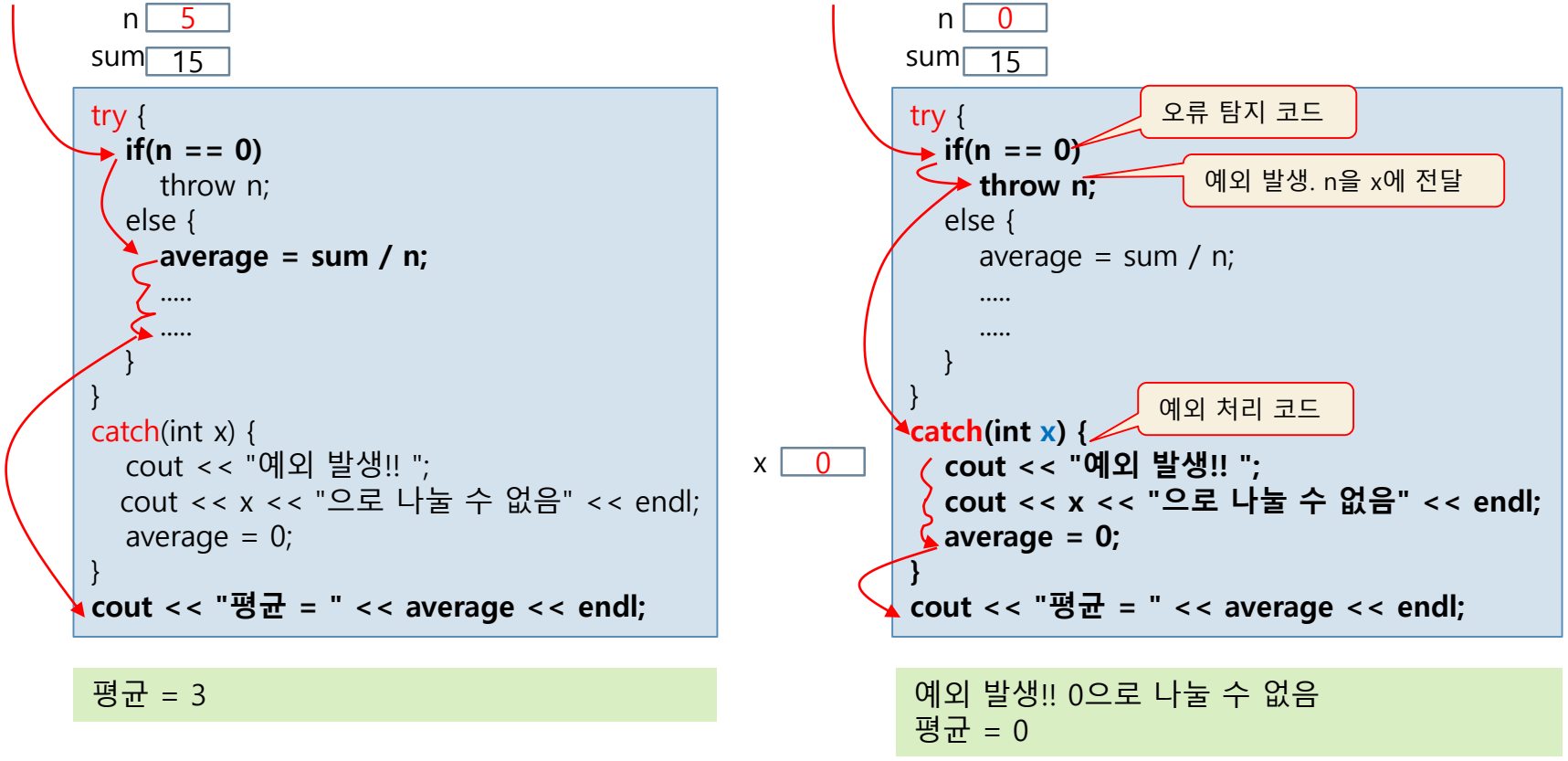
예외 타입

매개변수

```
try {
    throw 3.5; // double 타입의 예외 던지기
}
catch(double d) { // double 타입 예외 처리. 3.5가 d에 전달됨
    ...
}
```

```
try {
    throw "음수 불가능"; // char* 타입의 예외 던지기
}
catch(const char* s) { // const char* 타입의 예외 처리. 예외 값은 "음수 불가능"이 s에 전달됨
    cout << s; // "음수 불가능" 출력
}
```

try-throw-catch의 예외 처리 과정



(a) 예외가 발생하지 않은 경우

(b) 예외가 발생한 경우

예제 13-4 0으로 나누는 예외 처리

합과 인원수를 입력 받아 평균을 내는 코드에, 인원수가 0이거나 음수가 입력되는 경우 예외 처리하는 프로그램을 작성하라.

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

int main() {
    int n, sum, average;

    while(true) {
    cout << "합을 입력하세요>>";
        cin >> sum;
        cout << "인원수를 입력하세요>>";
        cin >> n;
        try {
            if(n <= 0) // 오류 탐지
            throw n; // 예외 발생. catch(int x) 블록으로 점프
        else
            average = sum / n;
        }
        catch(int x) {
            cout << "예외 발생!! " << x << "으로 나눌 수 없음" << endl;
            average = 0;
            cout << endl;
            continue;
        }
        cout << "평균 = " << average << endl << endl; // 평균 출력
    }
}
```

```
합을 입력하세요>>15
인원수를 입력하세요>>5
평균 = 3

합을 입력하세요>>12
인원수를 입력하세요>>-3
예외 발생!! -3으로 나눌 수 없음

합을 입력하세요>>25
인원수를 입력하세요>>0
예외 발생!! 0으로 나눌 수 없음

합을 입력하세요>>
```

throw와 catch의 예

- 하나의 try { } 블록에 다수의 catch() { } 블록 연결

```
try {
    ...
    throw "음수 불가능";
    ...
    throw 3;
    ...
}
catch(const char* s) { // 문자열타입 예외 처리. "음수 불가능"이 s에 전달
    ...
}
catch(int x) { // int 타입 예외 처리. 3이 x에 전달됨
    ...
}
```

- 함수를 포함하는 try{ } 블록

```
int main() {
    try {
        int n = multiply(2, -3);
        cout << "곱은 " << n << endl;
    }
    catch(const char* negative) {
        cout << "exception happened : " << negative;
    }
}
```

함수 호출

```
int multiply(int x, int y) {
    if(x < 0 || y < 0)
        throw "음수 불가능";
else
        return x*y;
}
```

예외 던지기

```
exception happened : 음수 불가능
```

예제 13-5 지수 승 계산을 예외 처리 코드로 재작성(완결판)

예제 13-1, 13-3, 13-3의 오류 처리 코드를 try-throw-catch 블록을 이용한 예외 처리 방식으로 작성하라.

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

int getExp(int base, int exp) {
    if(base <= 0 || exp <= 0) {
        throw "음수 사용 불가";
    }
    int value=1;
    for(int n=0; n<exp; n++)
        value = value * base;
    return value; // 계산 결과 리턴
}

int main() {
    int v=0;
    try {
        v = getExp(2, 3); // v = 2의 3승 = 8
        cout << "2의 3승은 " << v << "입니다." << endl;

        v = getExp(2, -3); // 2의 -3 승 ?
        cout << "2의 -3승은 " << v << "입니다." << endl;
    }
    catch(const char *s) {
            cout << s << endl;
    }
}
```

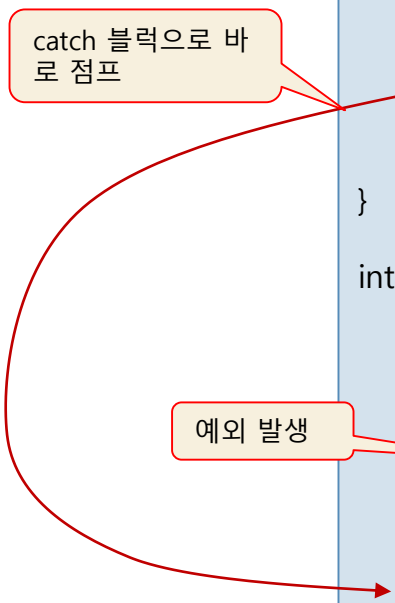


```
2의 3승은 8입니다.
예외 발생 !! 음수 사용 불가
```

예제 13–6 문자열을 정수로 변환하기

문자열을 정수로 변환하는 stringToInt() 함수를 작성하라. 정수로 변환할 수 없는 문자열의 경우 예외 처리하라.

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

// 문자열을 정수로 변환하여 리턴
// 정수로 변환하기 어려운 문자열의 경우, char* 타입 예외 발생
int stringToInt(const char x[]) {
    int sum = 0;
    int len = strlen(x);
    for(int i=0; i<len; i++) {
        if(x[i] >= '0' && x[i] <= '9')
            sum = sum*10 + x[i]-'0';
        else
            throw x; // char* 타입의 예외 발생
    }
    return sum;
}

int main() {
    int n;
    try {
        n = stringToInt("123"); // 문자열을 정수로 변환
        cout << "₩"123₩" 은 정수 " << n << "로 변환됨" << endl;
        n = stringToInt("1A3"); // 문자열을 정수로 변환
        cout << "₩"1A3₩" 은 정수 " << n << "로 변환됨" << endl;
    }
    catch(const char* s) {
        cout << s << "처리에서 예외 발생!!" << endl;
        return 0;
    }
}
```



"123" 은 정수 123로 변환됨
1A3 처리에서 예외 발생!!

예외를 발생시키는 함수의 선언

- 예외를 발생시키는 함수는 다음과 같이 선언 가능
  - 함수 원형에 연이어 throw(예외 타입, 예외 타입, ...) 선언

```
int max(int x, int y) throw(int) {
    if(x < 0) throw x;
    else if(y < 0) throw y;
    else if(x > y) return x;
    else return y;
}
```

모두 int 타입 예외 발생

```
double valueAt(double *p, int index) throw(int, char*) {
    if(index < 0)
        throw "index out of bounds exception";
    else if(p == NULL)
        throw 0;
    else
        return p[index];
}
```

char* 타입 예외 발생

int 타입 예외 발생

  - 장점
    - 프로그램의 작동을 명확히 함
    - 프로그램의 가독성 높임

예제 13-7 예외 처리를 가진 스택 클래스 만들기

MyStack.h

```
#ifndef MYSTACK_H
#define MTSTACK_H

class MyStack {
    int data[100];
    int tos;
public:
    MyStack() { tos = -1; }
    void push(int n) throw(char*);
    int pop() throw(char*);
};

#endif
```

MyStack.cpp

```
#include "MyStack.h"

void MyStack::push(int n) {
    if(tos == 99)
        throw "Stack Full";
    tos++;
    data[tos] = n;
}

int MyStack::pop() {
    if(tos == -1)
        throw "Stack Empty";
    int rData = data[tos--];
    return rData;
}
```

Main.cpp

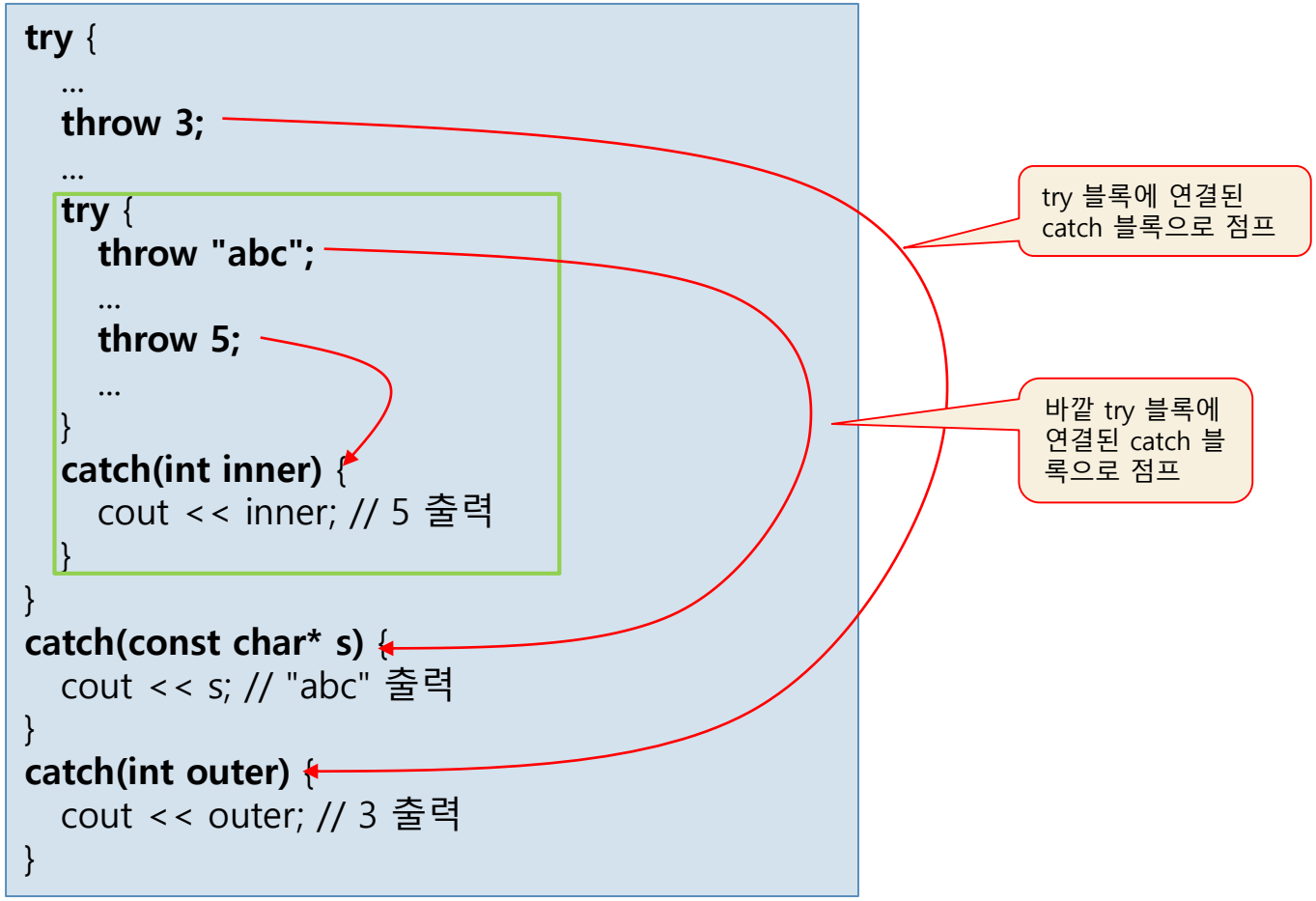
```
#include <iostream>
using namespace std;

#include "MyStack.h"

int main() {
    MyStack intStack;
    try {
        intStack.push(100); // 푸시 100
        intStack.push(200); // 푸시 200
        cout << intStack.pop() << endl; // 팝 200
        cout << intStack.pop() << endl; // 팝 100
        cout << intStack.pop() << endl; // "Stack Empty" 예외 발생
    }
    catch(const char* s) {
        cout << "예외 발생 : " << s << endl;
    }
}
```

```
200
100
예외 발생 : Stack Empty
```

3 번째 pop() 에서 예외 발생

다중 try { } 블록

- try { } 블록 내에 try { } 블록의 중첩 가능



throw 사용 시 주의 사항

- throw 문의 위치
  - 항상 try { } 블록 안에서 실행되어야 함
    - 시스템이 abort() 호출, 강제 종료
- 예외를 처리할 catch()가 없으면 프로그램 강제 종료
- catch() { } 블록 내에도 try { } catch() { } 블록 선언 가능

```
throw 3; // 프로그램이 비정상 종료된다.
try {
                ...
}
catch(int n) {
                ...
}
```

```
try {
    throw "aa"; // char* 타입의 예외를 처리할
                // catch() { } 블록이 없기 때문에
                // 프로그램 종료
}
catch(double p) {
    ...
}
```

```
try {
    throw 3;
}
catch(int x) {
    try {
        throw "aa"; // 아래의 catch(const char* p) { }
                    //  블록에서 처리된다.
    }
    catch(const char* p) {
        ...
    }
}
```

예외 클래스 만들기

- 예외 값의 종류
  - 기본 타입의 예외 값
    - 정수, 실수, 문자열 등 비교적 간단한 예외 정보 전달
  - 객체 예외 값
    - 예외 값으로 객체를 던질 수 있다.
    - 예외 값으로 사용할 예외 클래스 작성 필요
- 예외 클래스
  - 사용자는 자신 만의 예외 정보를 포함하는 클래스 작성
  - throw로 객체를 던짐
    - 객체가 복사되어 예외 파라미터에 전달

예제 13-8 예외 클래스 만들기

두 양수를 입력 받아 나누기한 결과를 출력하는 프로그램에, 음수가 입력된 경우와 0으로 나누기가 발생하는 경우, 예외를 처리하도록 예외 클래스를 작성하라

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

class MyException { // 사용자가 만드는 기본 예외 클래스 선언
    int lineNo;
    string func, msg;
public:
    MyException(int n, string f, string m) {
        lineNo = n; func = f; msg = m;
    }
    void print() { cout << func << ":" << lineNo << " ," 
<< msg << endl; }
};

class DivideByZeroException : public MyException { // 0으로 
나누는 예외 클래스 선언
public:
    DivideByZeroException(int lineNo, string func, string msg)
        : MyException(lineNo, func, msg) { }
};

class InvalidInputException : public MyException { // 잘못된 
입력 예외 클래스 선언
public:
    InvalidInputException(int lineNo, string func, string msg)
        : MyException(lineNo, func, msg) { }
};
```

```
int main() {
    int x, y;
    try {
        cout << "나눗셈을 합니다. 두 개의 양의 정수를 입력하세요>>";
        cin >> x >> y;
        if(x < 0 || y < 0)
            throw InvalidInputException(32, "main()", "음수 입력 예외 발생");
        if(y == 0)
            throw DivideByZeroException(34, "main()", "0으로 나누는 예외 발생");
        cout << (double)x / (double)y;
    }
    catch(DivideByZeroException &e) {
        e.print();
    }
    catch(InvalidInputException &e) {
        e.print();
    }
}
```

```
나눗셈을 합니다. 두 개의 양의 정수를 입력하세요>>2 5
0.4
```

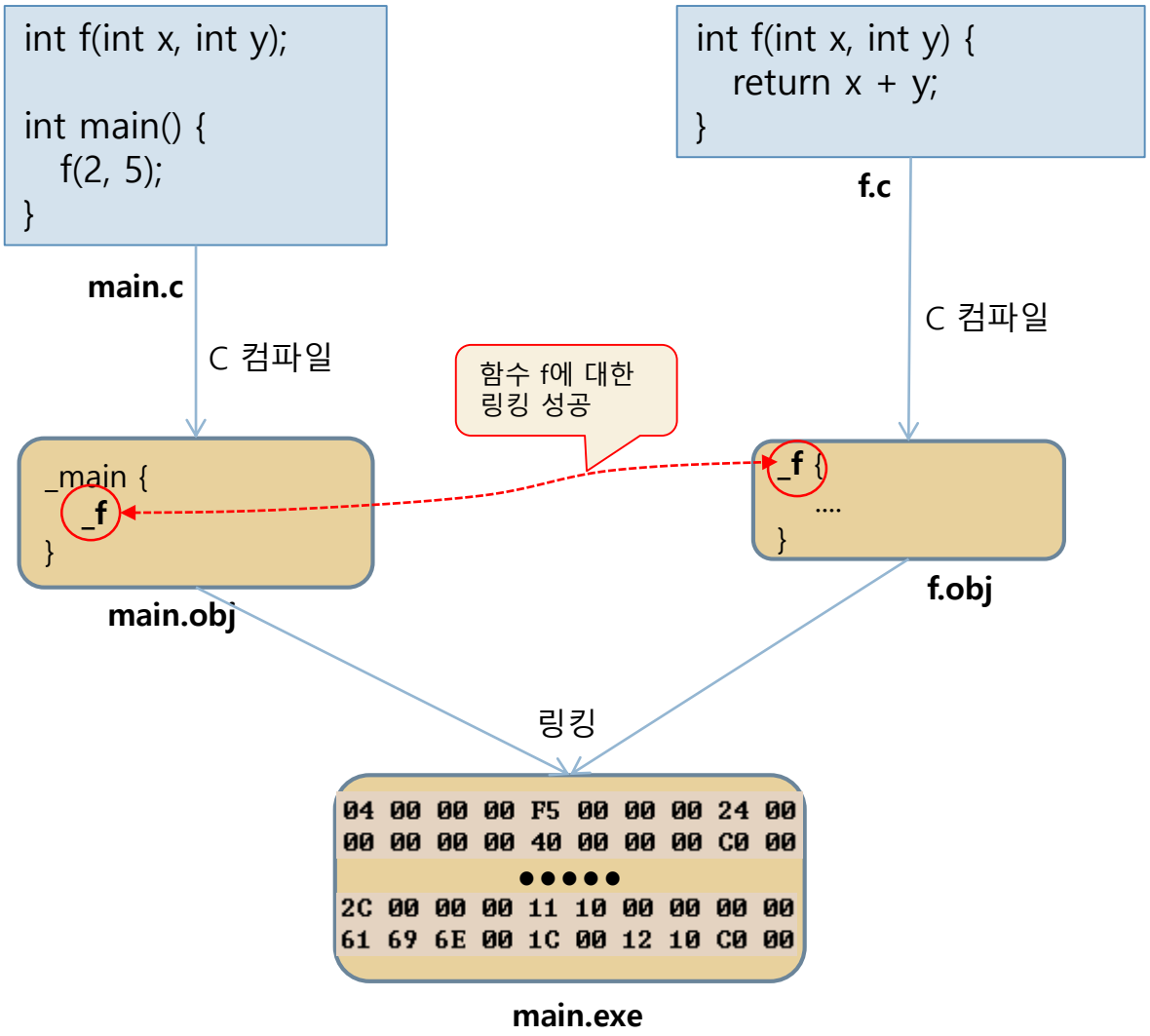
```
나눗셈을 합니다. 두 개의 양의 정수를 입력하세요>>200 -3
main():32 ,음수 입력 예외 발생
```

```
나눗셈을 합니다. 두 개의 양의 정수를 입력하세요>>20 0
main():34 ,0으로 나누는 예외 발생
```

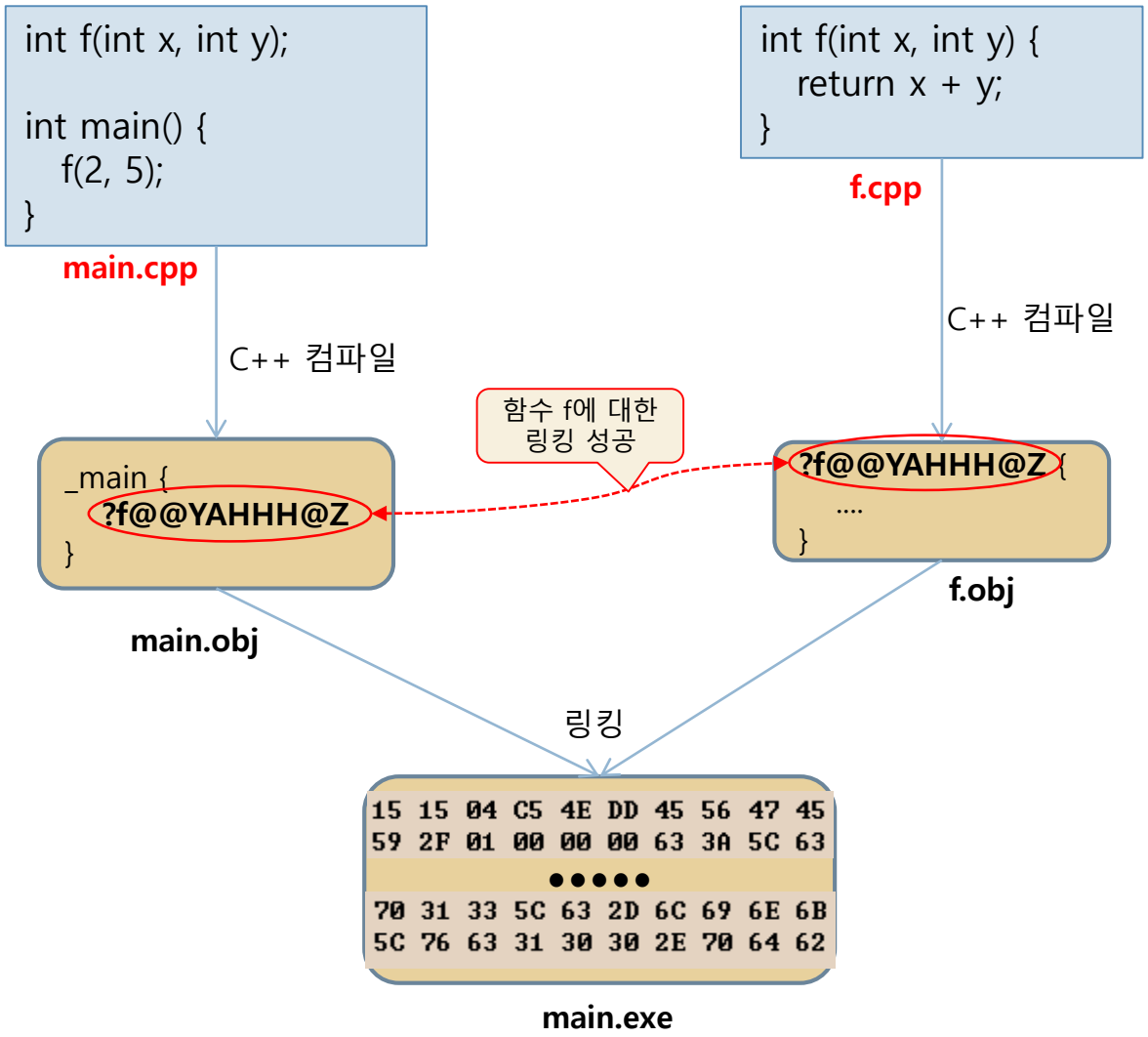
C++ 코드에서 C 코드의 링킹

- 이름 규칙(naming mangling)
  - 컴파일 후 목적 코드에 이름 붙이는 규칙
    - 변수, 함수, 클래스 등의 이름
- C 언어의 이름 규칙
  - 이름 앞에 밑줄표시문자(_)를 붙인다.
    - int f(int x, int y) ----> _f
    - int main() ----------> _main
- C++의 이름 규칙
  - 함수의 매개 변수 타입과 개수, 리턴 타입에 따라 복잡한 이름
    - int f(int x, int y) ----> ?f@@YAHHH@Z
    - int f(int x) ----> ?f@@YAXH@Z
    - int f() ----> ?f@@YAHXZ
    - int main() ----> _main

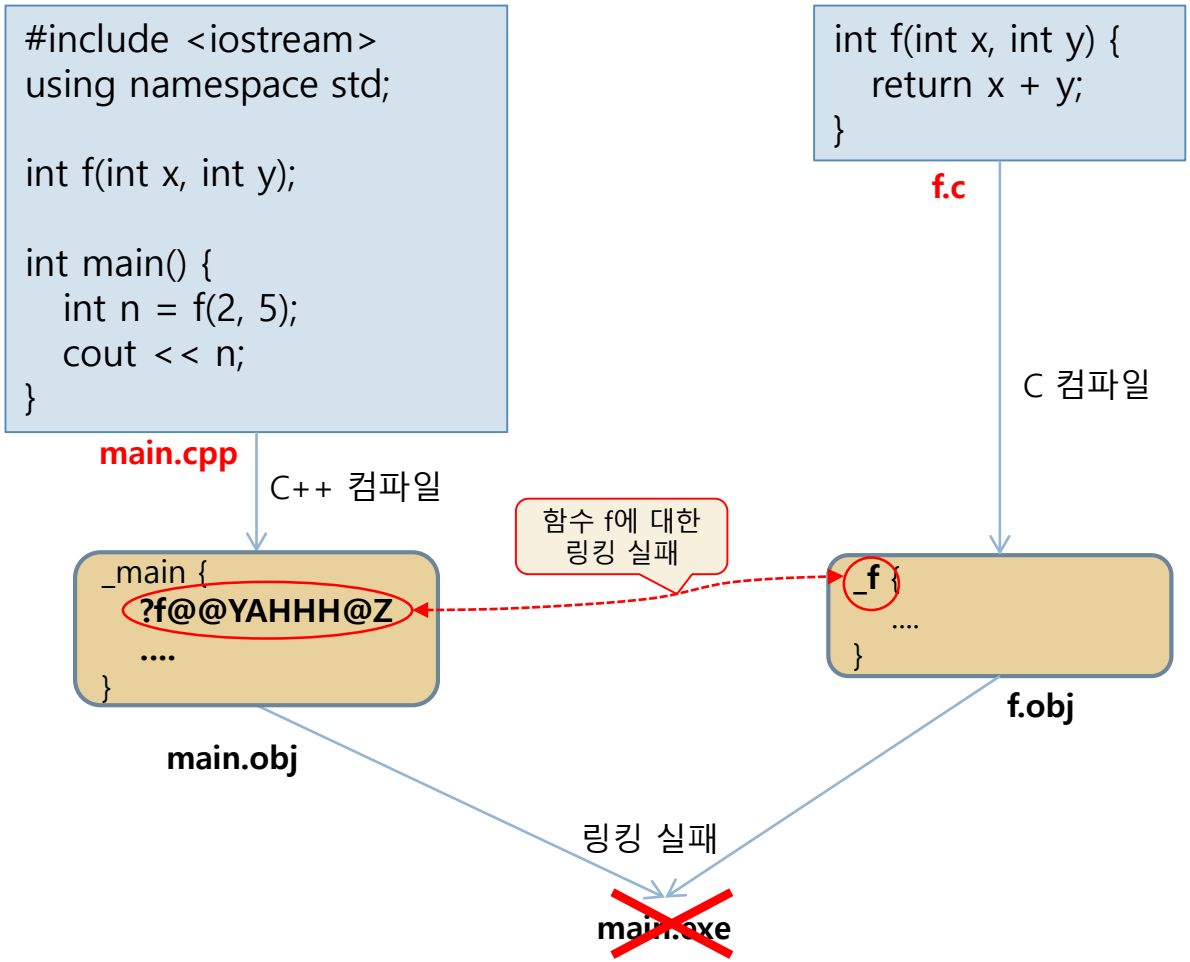
C 프로그램의 컴파일과 링킹



C++ 소스의 컴파일과 링킹


int f(int x, int y);
int main() {
f(2, 5);
}
main.cpp
int f(int x, int y) {
return x + y;
}
f.cpp
C++ 컴파일
C++ 컴파일
함수 f에 대한
링킹 성공
_main {
?f@@YAHHH@Z
}
?f@@YAHHH@Z {
....
}
main.obj
f.obj
링킹
15 15 04 C5 4E DD 45 56 47 45
59 2F 01 00 00 00 63 3A 5C 63
●●●●●
70 31 33 5C 63 2D 6C 69 6E 6B
5C 76 63 31 30 30 2E 70 64 62
main.exe

C++에서 C 함수 호출 시 링크 오류 발생



비주얼 C++에서의 링크 오류 메시지

f.c
main.cpp
컴파일
성공

링크 실패

```
1>------ 빌드 시작: 프로젝트: 그림 13-8, 구성: Debug x64 ------
1>  f.c
1>  main.cpp
1>main.obj : error LNK2019: "int __cdecl f(int,int)" (?f@@YAHHH@Z) 외부 기호(참조 위치: _main 함수)에서 확인하지 못했습니다.
1>C:₩C++₩chap13₩그림 13-8.exe : fatal error LNK1120: 1개의 확인할 수 없는 외부 참조입니다.
========== 빌드: 성공 0, 실패 1, 최신 0, 생략 0 ==========
```

_main 함수에 있는 ?f@@YAHHH@Z 이름의 함수를 찾을 수 없다는 뜻

extern "c"

- extern "c"
  - C 컴파일러로 컴파일할 것을 지시
    - C 이름 규칙으로 목적 코드를 생성할 것을 지시
- 사용법
  - 함수 하나만 선언

```
extern "C" int f(int x, int y);
```

  - 여러 함수들 선언

```
extern "C" {
    int f(int x, int y);
    void g();
    char s(int []);
}
```

  - 헤더파일 통째로 선언

```
extern "C" {
    #include "mycfunction.h"
}
```

extern "C"를 이용하여 링크 성공

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

int g(int x, int y);

extern "C" int f(int x, int y);

int main() {
    cout << f(2, 5) << endl;
    cout << g(2, 5) << endl;
}
```

main.cpp

C++ 컴파일

```
int f(int x, int y) {
    return x + y;
}
```

f.c

C 컴파일

```
int g(int x, int y) {
    return x - y;
}
```

g.cpp

C++ 컴파일

```
7
-3
```