Graphics

7 - Đồ hoạ với SDL

https://github.com/tqlong/advprogram

Nội dung

- Thư viện SDL
  - Cài đặt, khởi tạo, sử dụng, giải phóng
- Xây dựng API vẽ
  - Lớp Painter
- Vẽ hình bằng bút vẽ
  - Đường thẳng, hình vuông, tam giác …
  - Phối hợp tạo thành *các hình tuyệt đẹp*
  - Vẽ ảnh JPG, PNG
- Vẽ hình fractal
  - Kỹ thuật đệ quy

Đồ họa với SDL

- https://www.libsdl.org/
- Hướng dẫn: http://wiki.libsdl.org/FrontPage
- SDL có thể phát triển trò chơi chuyên nghiệp
- SDL dễ dàng kết nối với CodeBlocks
- SDL chạy trên nhiều nền tảng (Windows, Linux, Android, iOS …)

Lựa chọn thư viện

- Phát triển phần mềm trên thực tế
  - Thường cần thư viện (bên thứ 3 - *third party library*) ngoài tính năng của ngôn ngữ và thư viện chuẩn của C++
  - Lựa chọn thư viện cho dự án: ***cần thiết và quan trọng***
- Trong khóa học này, dùng SDL bởi
  - Chỉ dùng các tính năng đồ họa đơn giản
  - Đa nền tảng (cross-platform) - dễ cho sinh viên
- Để phát triển game thực thụ
  - Thường dùng các Game Engine
  - https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_game_engines

Các tính năng của SDL

https://wiki.libsdl.org/Introduction

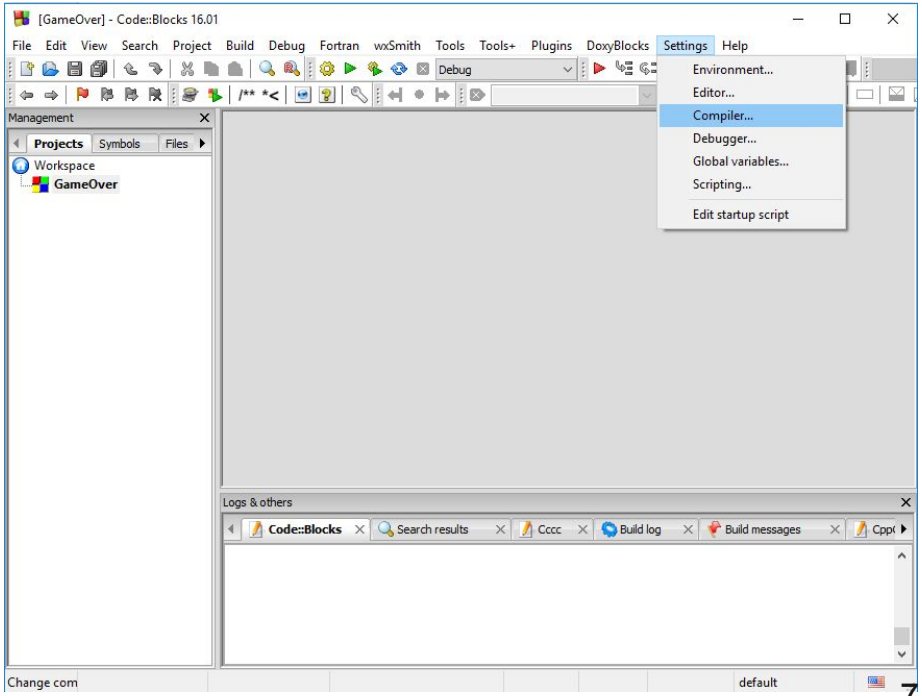
- Video (2D, 3D)
- Input events
- Force Feedback
- Audio
- File I/O
- Shared objects
- Threads
- CPU Detection
- Timer
- Endian independence
- Power Management

Cài đặt SDL với CodeBlocks-MinGW

- Tải về https://www.libsdl.org/release/SDL2-devel-2.0.5-mingw.tar.gz
- Giải nén vào một thư mục nào đó, trong đó có 2 thư mục
  - Bản 32bit: i686-w64-mingw32
  - Bản 64bit: x86_64-w64-mingw32
- Ở đây ta dùng bản 32 bit (vì CodeBlock đang dùng mingw32), trong thư mục này có 4 thư mục **bin, include, lib, share**
- Thư mục **bin** chứa SDL2.dll (liên kết khi chạy, **copy file này vào thư mục mã nguồn project**)
- Thư mục **include** chứa các file .h (như stdio.h) khai báo các hàm của SDL
- Thư mục **lib** chứa các thư viện (mã đối tượng) để liên kết chương trình

Cấu hình CodeBlocks

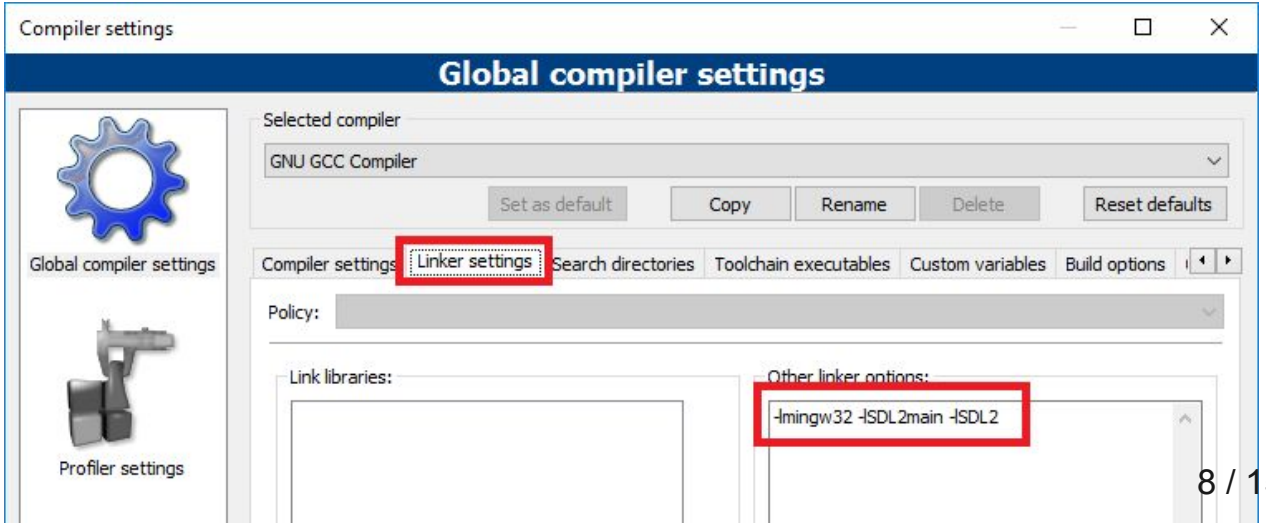
Settings / Compiler ...



Cấu hình CodeBlocks

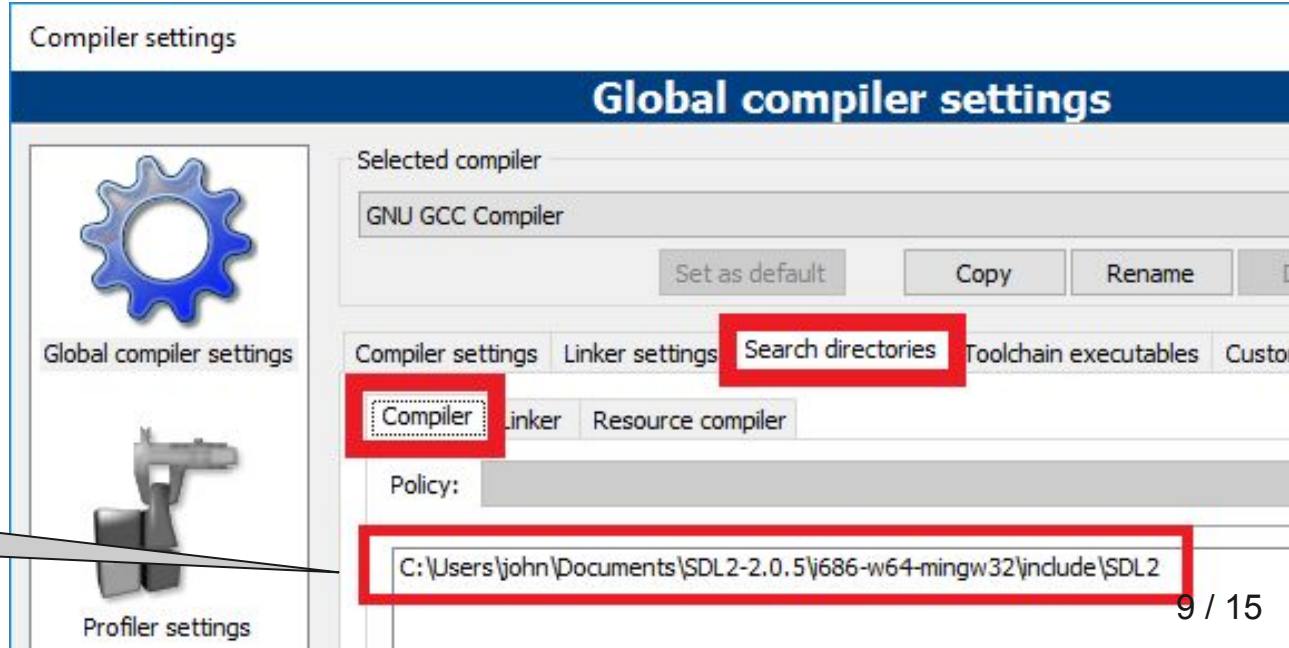
Liên kết thư viện:

- Linker settings: **-lmingw32 -lSDL2main -lSDL2**



Cấu hình CodeBlocks

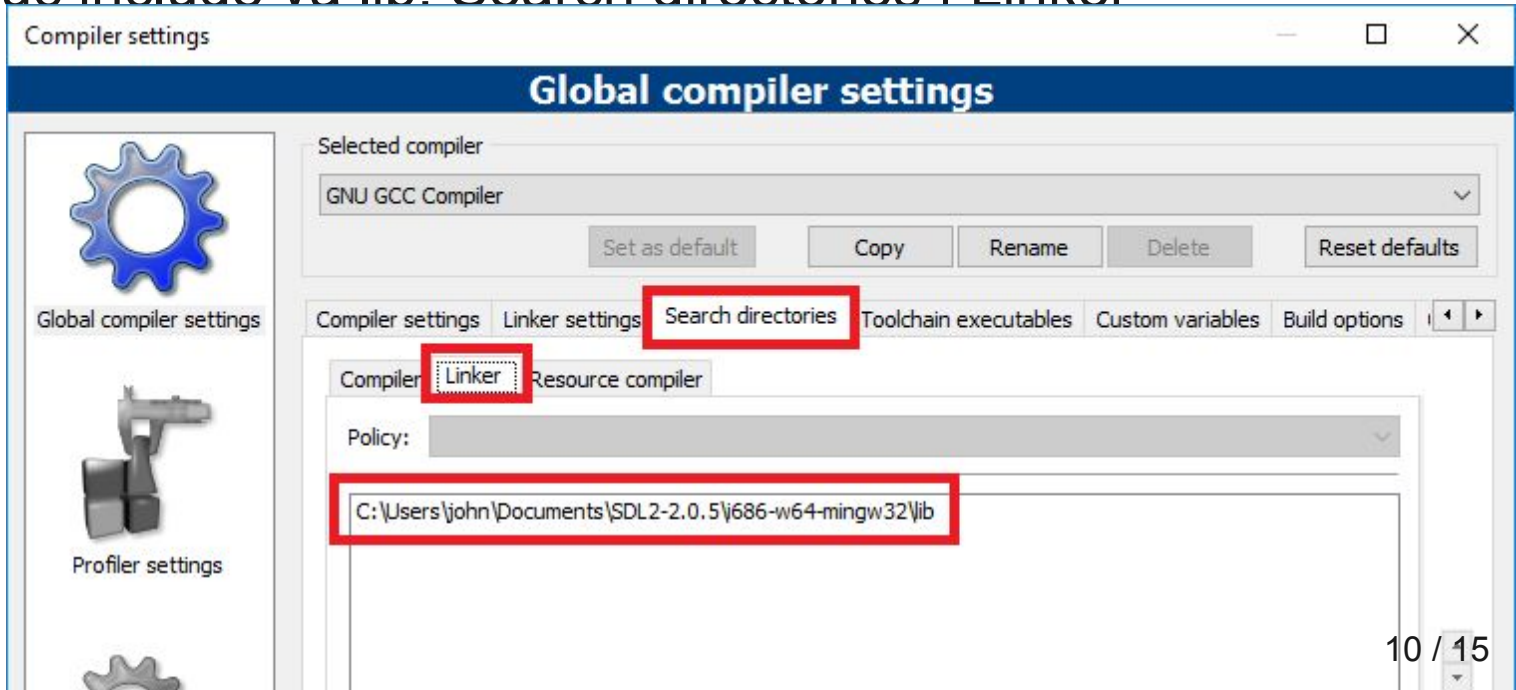
Vị trí thư mục include và lib: Search directories | Compilers



Đường dẫn đến thư mục chứa SDL

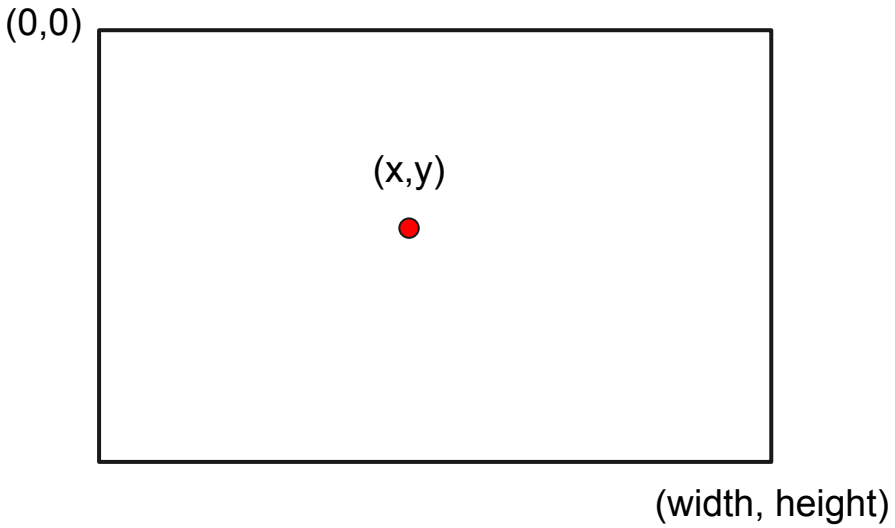
Cấu hình CodeBlocks

Vị trí thư mục include và lib: Search directories | Linker



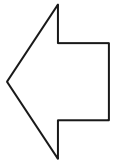
Sử dụng SDL

- Khởi tạo
  - SDL_Init()
  - Mở cửa sổ để vẽ
  - Lấy bút vẽ của cửa sổ
- Vẽ hình
- Giải phóng SDL
  - Giải phóng bút vẽ, cửa sổ
  - SDL_Quit()



Khởi tạo SDL

```
#include <iostream>
#include <SDL.h>

using namespace std;

int main(int argc, char* argv[])
{
    return 0;
}
```



sử dụng thư viện SDL2

Báo lỗi SDL

```
void logSDLError(std::ostream& os,
                 const std::string &msg, bool fatal = false);

void logSDLError(std::ostream& os,
                 const std::string &msg, bool fatal)
{
    os << msg << " Error: " << SDL_GetError() << std::endl;
    if (fatal) {
        SDL_Quit();
        exit(1);
    }
}
```

Khởi tạo SDL

```
const int SCREEN_WIDTH = 800;
const int SCREEN_HEIGHT = 600;
const string WINDOW_TITLE = "An Implementation of Code.org Painter";

void initSDL(SDL_Window* &window, SDL_Renderer* &renderer);
```

Đại diện cho cửa sổ vẽ

Đại diện cho bút vẽ

```
void initSDL(SDL_Window* &window, SDL_Renderer* &renderer)
{
    if (SDL_Init(SDL_INIT_EVERYTHING) != 0)
        logSDLError(std::cout, "SDL_Init", true);

    window = SDL_CreateWindow(WINDOW_TITLE.c_str(), SDL_WINDOWPOS_CENTERED,
       SDL_WINDOWPOS_CENTERED, SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, SDL_WINDOW_SHOWN);
    //window = SDL_CreateWindow(WINDOW_TITLE.c_str(), SDL_WINDOWPOS_CENTERED,
       SDL_WINDOWPOS_CENTERED, SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, SDL_WINDOW_FULLSCREEN_DESKTOP);
    if (window == nullptr) logSDLError(std::cout, "CreateWindow", true);

    //Khi thông thường chạy với môi trường bình thường ở nhà
    renderer = SDL_CreateRenderer(window, -1, SDL_RENDERER_ACCELERATED |
                                              SDL_RENDERER_PRESENTVSYNC);
    //Khi chạy ở máy thực hành WinXP ở trường (máy ảo)
    //renderer = SDL_CreateSoftwareRenderer(SDL_GetWindowSurface(window));
    if (renderer == nullptr) logSDLError(std::cout, "CreateRenderer", true);

    SDL_SetHint(SDL_HINT_RENDER_SCALE_QUALITY, "linear");
    SDL_RenderSetLogicalSize(renderer, SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT);
}
```

Mở cửa sổ vẽ theo kích thước đã chọn

Lấy bút vẽ

Giải phóng SDL

```
void quitSDL(SDL_Window* window, SDL_Renderer* renderer);

void quitSDL(SDL_Window* window, SDL_Renderer* renderer)
{
     SDL_DestroyRenderer(renderer);
     SDL_DestroyWindow(window);
     SDL_Quit();
}
```

Giải phóng bộ nhớ quản lý cửa sổ và bút vẽ

Đợi 1 phím để thoát

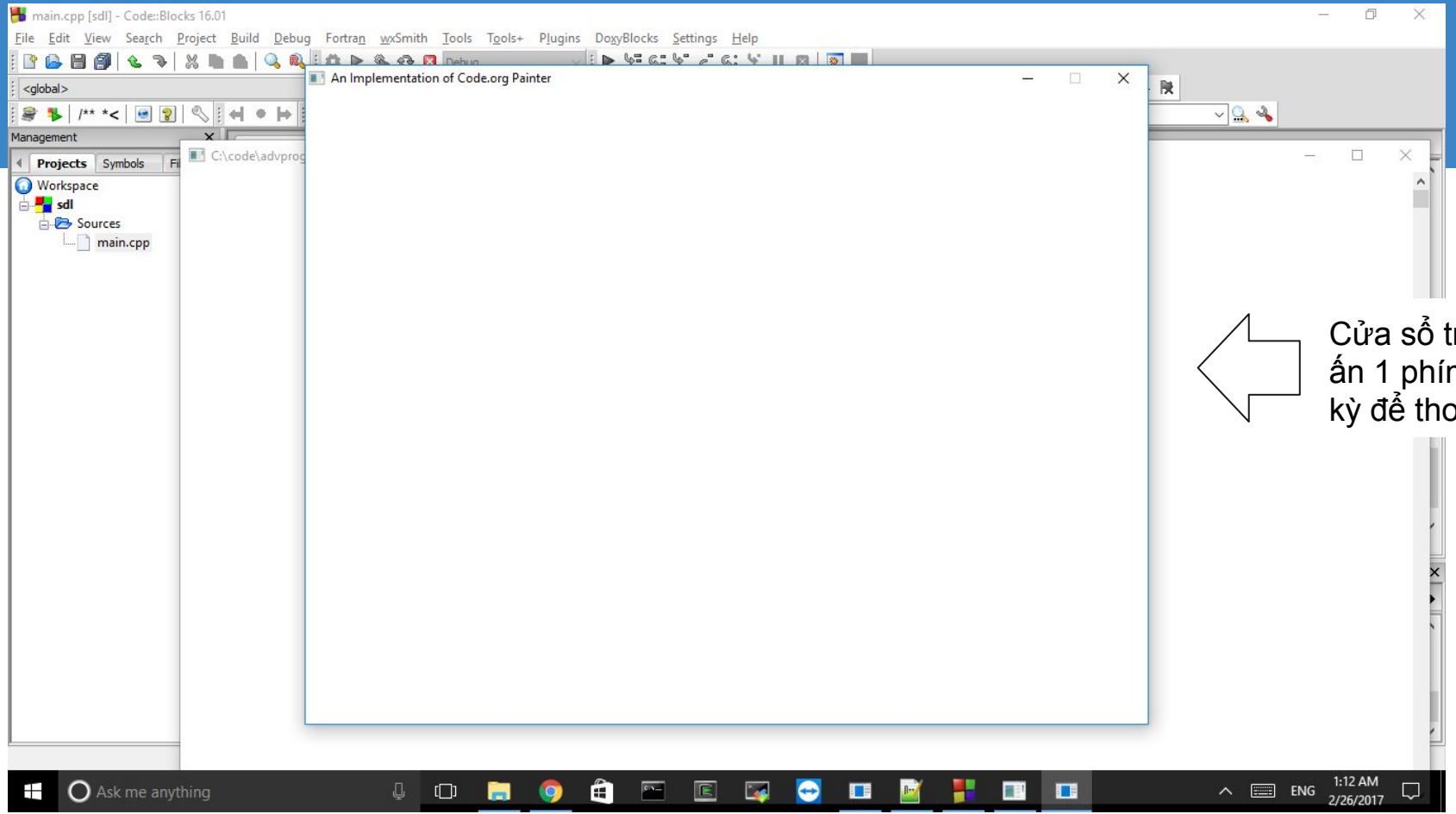
```
void waitUntilKeyPressed();

void waitUntilKeyPressed()
{
    SDL_Event e;
    while (true) {
        if ( SDL_WaitEvent(&e) != 0 &&
             (e.type == SDL_KEYDOWN || e.type == SDL_QUIT) )
            return;
        SDL_Delay(100);
    }
}
```

Xác định sự kiện bàn phím

Hàm main()

```
int main(int argc, char* argv[])
{
    SDL_Window* window;
    SDL_Renderer* renderer;
    initSDL(window, renderer);

    // Your drawing code here
    // use SDL_RenderPresent(renderer) to show it

    waitUntilKeyPressed();
    quitSDL(window, renderer);
    return 0;
}
```

https://github.com/tqlong/advprogram/raw/6f01f8f6f96afe0aa9e107d65dcde17802f1e1e3/lec10-sdl/main.cpp



Cửa sổ trắng, ấn 1 phím bất kỳ để thoát

Các hàm vẽ cơ bản

```
        // xóa màn hình
int SDL_RenderClear(SDL_Renderer* renderer)
        // đặt màu vẽ r: red, g: green, b: blue, a: alpha opaque (255: mầu đặc nhất)
int SDL_SetRenderDrawColor(SDL_Renderer* renderer, Uint8 r, Uint8 g, Uint8 b, Uint8 a)
        // vẽ điểm
int SDL_RenderDrawPoint(SDL_Renderer* renderer, int x, int y)
        // vẽ đoạn thẳng
int SDL_RenderDrawLine(SDL_Renderer* renderer, int x1, int y1, int x2, int y2)
        // vẽ hình chữ nhật rỗng
int SDL_RenderDrawRect(SDL_Renderer* renderer, const SDL_Rect* rect)
        // vẽ hình chữ nhật đặc
int SDL_RenderFillRect(SDL_Renderer* renderer, const SDL_Rect* rect)
```

Các hàm vẽ cơ bản

```
// hiển thị màn hình

//Khi thông thường chạy với môi trường bình thường ở nhà, với trước đó khởi tạo dùng
// renderer = SDL_CreateRenderer(...)
void SDL_RenderPresent(SDL_Renderer* renderer)

Hoặc
//Khi chạy ở máy thực hành WinXP ở trường (máy ảo), với trước đó khởi tạo dùng
// renderer = SDL_CreateSoftwareRenderer(...)
void SDL_UpdateWindowSurface(SDL_Window *window)
```

Ví dụ

```
int main(int argc, cha
{
    SDL_Window* window
    SDL_Renderer* rend
    initSDL(window, re

    // Your drawin
    // use SDL_RenderP

    waitUntilKeyPresse
    quitSDL(window, re
    return 0;
}
```

```
SDL_RenderClear(renderer);

SDL_SetRenderDrawColor(renderer, 255, 255, 255, 255);   // white
SDL_RenderDrawPoint(renderer, SCREEN_WIDTH/2, SCREEN_HEIGHT/2);
SDL_SetRenderDrawColor(renderer, 255, 0, 0, 255);   // red
SDL_RenderDrawLine(renderer, 100, 100, 200, 200);
SDL_Rect filled_rect;
filled_rect.x = SCREEN_WIDTH - 400;
filled_rect.y = SCREEN_HEIGHT - 150;
filled_rect.w = 320;
filled_rect.h = 100;
SDL_SetRenderDrawColor(renderer, 0, 255, 0, 255); // green
SDL_RenderFillRect(renderer, &filled_rect);

 //Khi thông thường chạy với môi trường bình thường ở nhà
SDL_RenderPresent(renderer);
 //Khi chạy ở máy thực hành WinXP ở trường (máy ảo)
//SDL_UpdateWindowSurface(window);
```

Tự học tiếp ...

Tutorial:

http://lazyfoo.net/SDL_tutorials/

Tra cứu các hàm SDL

- Vẽ: https://wiki.libsdl.org/CategoryRender
- Tô: https://wiki.libsdl.org/CategorySurface
- Các loại khác: https://wiki.libsdl.org/APIByCategory

Graphics

8. Painter và ứng dụng

Nội dung

- Thư viện SDL:
  - Cài đặt, khởi tạo, sử dụng, giải phóng
- **Xây dựng API vẽ**
  - **Lớp Painter**
- Vẽ hình bằng bút vẽ
  - Đường thẳng, hình vuông, tam giác …
  - Phối hợp tạo thành *các hình tuyệt đẹp*
  - Vẽ ảnh JPG, PNG
- Vẽ hình fractal
  - Kỹ thuật đệ quy

Vẽ hình với SDL

- SDL đã cung cấp hàm
  - Vẽ điểm, đoạn thẳng, hình chữ nhật ...
  - Với các hình khối phức tạp hoặc ảnh
    - Dùng thư viện mở rộng SDL_image
    - Dùng SDL với OpenGL (3D)
- Ta cũng có thể xây dựng thư viện riêng
  - Dựa vào các hàm vẽ cơ bản của SDL
  - Đơn giản hóa các thao tác vẽ
    - Lệnh SDL khá phức tạp bởi có nhiều tham số
  - *Vẽ hình theo phong cách của riêng chúng ta*

Lớp Painter

- API vẽ (*Application Program Interface*)
- Demo ý tưởng:
  - https://studio.code.org/s/artist/stage/1/puzzle/1
- Các chức năng vẽ cơ bản
  - Thay màu bút vẽ, tô nền bằng màu mới
  - Tiến lên phía trước một quãng đường
  - Quay phải, quay trái theo góc quay (xoay giấy)
  - Nhảy về phía trước một quãng đường (nhấc bút)

Painter.h

```
class Painter
{
  float x;
  float y;
  float angle;
  SDL_Color color;
  SDL_Renderer* renderer;
```

```
public:
    Painter(SDL_Window* window,
            SDL_Renderer* renderer);
    void setPosition(float x, float y);
    float getX() const { return x; }
    float getY() const { return y; }

    void setAngle(float angle);
    float getAngle() const { return angle; }

    void setColor(SDL_Color color);
    SDL_Color getColor() const
        { return color; }

    SDL_Renderer* getRenderer() const
        { return renderer; }
...
```

Painter.h

```
...
  // basic drawing functions
  void clearWithBgColor(SDL_Color color) const;
  void moveForward(float length);
  void jumpForward(float length);
  void moveBackward(float length) { moveForward(-length); }
  void jumpBackward(float length) { jumpForward(-length); }
  void turnLeft(float angle) { setAngle(this->angle + angle); }
  void turnRight(float angle) { turnLeft(-angle); }
};
```

Painter.h: Một số màu hay dùng

```
const SDL_Color CYAN_COLOR = {0, 255, 255};
const SDL_Color BLUE_COLOR = {0, 0, 255};
const SDL_Color ORANGE_COLOR = {255, 165, 0};
const SDL_Color YELLOW_COLOR = {255, 255, 0};
const SDL_Color LIME_COLOR = {0, 255, 0};
const SDL_Color PURPLE_COLOR = {128, 0, 128};
const SDL_Color RED_COLOR = {255, 0, 0};
const SDL_Color WHITE_COLOR = {255, 255, 255};
const SDL_Color BLACK_COLOR = {0, 0, 0};
const SDL_Color GREEN_COLOR = {0, 128, 0};

const SDL_Color DEFAULT_COLOR = BLACK_COLOR;
```

Các màu khác: http://www.rapidtables.com/web/color/RGB_Color.htm

Painter.cpp: Hàm khởi tạo

```
Painter::Painter(SDL_Window* window, SDL_Renderer* renderer_)
    : renderer(renderer_)
{
    int width, height;
    SDL_RenderGetLogicalSize(renderer, &width, &height);
    if (width == 0 && height == 0)
        SDL_GetWindowSize(window, &width, &height);

    setPosition(width/2, height/2);
    setAngle(0);
    setColor(WHITE_COLOR);
    clearWithBgColor(BLUE_COLOR);
}
```

Lấy kích thước cửa sổ

Khởi tạo mặc định tọa độ, màu và hướng ban đầu của bút vẽ, tô nền bằng màu xanh

```
void Painter::setPosition(float x, float y)
{
    this->x = x;
    this->y = y;
}

void Painter::setAngle(float angle)
{
    this->angle = angle
        - floor(angle/360)*360;
}
```

```
void Painter::setColor(SDL_Color color)
{
    this->color = color;
    SDL_SetRenderDrawColor(
        renderer, color.r, color.g, color.b, 0);
}

void Painter::clearWithBgColor(SDL_Color bgColor)
{
  SDL_SetRenderDrawColor(
     renderer, bgColor.r, bgColor.g, bgColor.b, 0);
  SDL_RenderClear(renderer);
  SDL_SetRenderDrawColor(
     renderer, color.r, color.g, color.b, 0);
}
```

Các phương thức thay đổi vị trí, màu sắc, hướng của bút vẽ và tô màu nền

Đi tới vẽ đoạn thẳng

```
void Painter::moveForward(float length)
{
    float prevX = x, prevY = y;
    jumpForward(length);
    SDL_RenderDrawLine(renderer, (int)prevX, (int)prevY, (int)x, (int)y);
}

void Painter::jumpForward(float length)
{
    float rad = (angle / 180) * M_PI;
    x += cos(rad) * length;
    y -= sin(rad) * length;
}
```

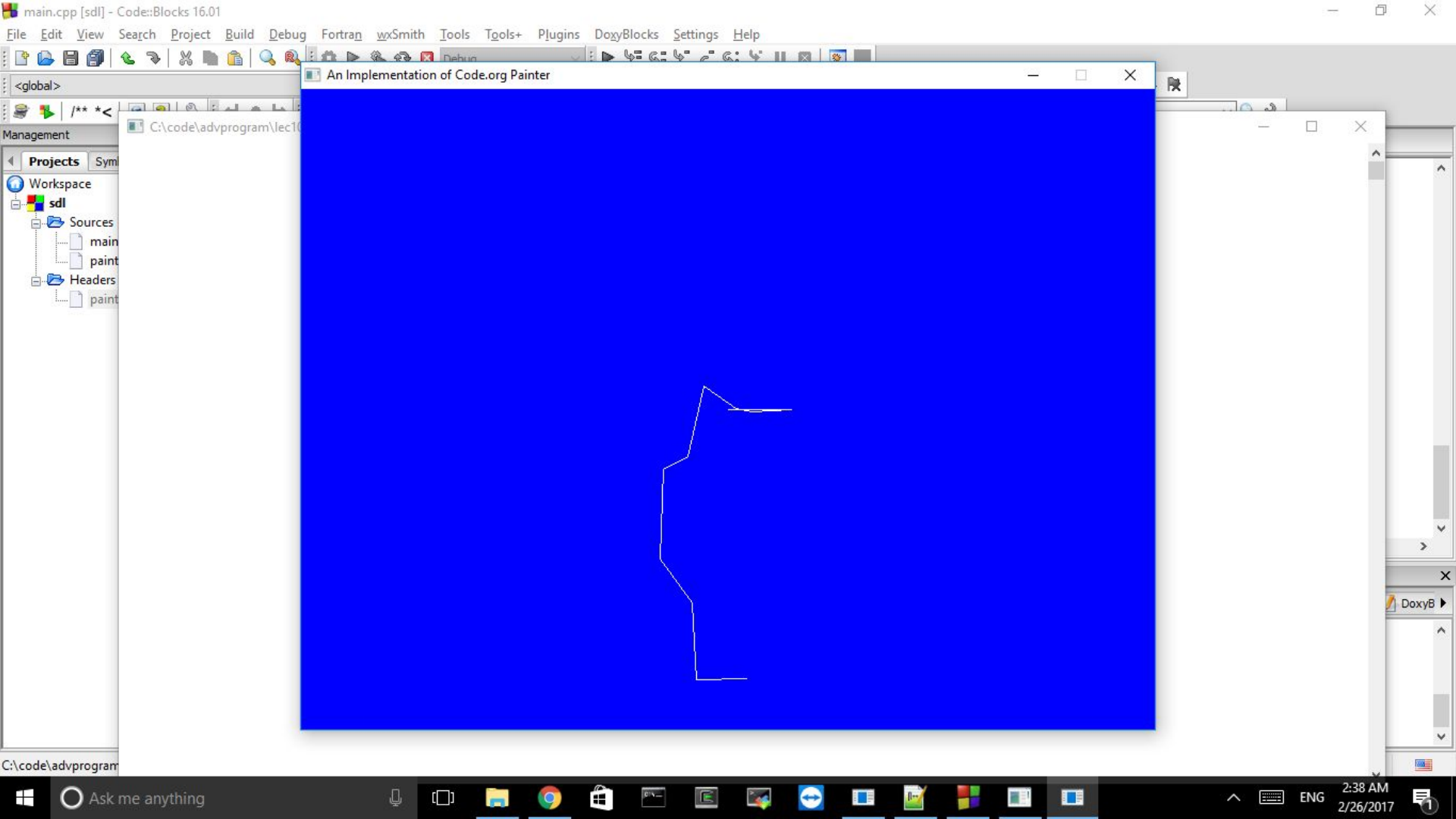
Di chuyển bút vẽ theo
hướng sẵn có
và vẽ đoạn thẳng

Đi dạo

```
int main(int argc, char* argv[])
{
    srand(time(0));
...
    initSDL(window, renderer);

    Painter painter(window, renderer);
    randomWalk(painter);

    SDL_RenderPresent(renderer);
...
}
```

```
float generateRandomNumber()
{
    return (float) rand() / RAND_MAX;
}
void randomWalk(Painter& painter)
{
    const int STEPS = 10;
    const float MAX_LENGTH = 100;
    for (int i = 0; i < STEPS; i++) {
        float length = generateRandomNumber() * MAX_LENGTH;
        painter.moveForward(length);
        float angle = generateRandomNumber() * 360;
        painter.turnLeft(angle);
    }
}
```

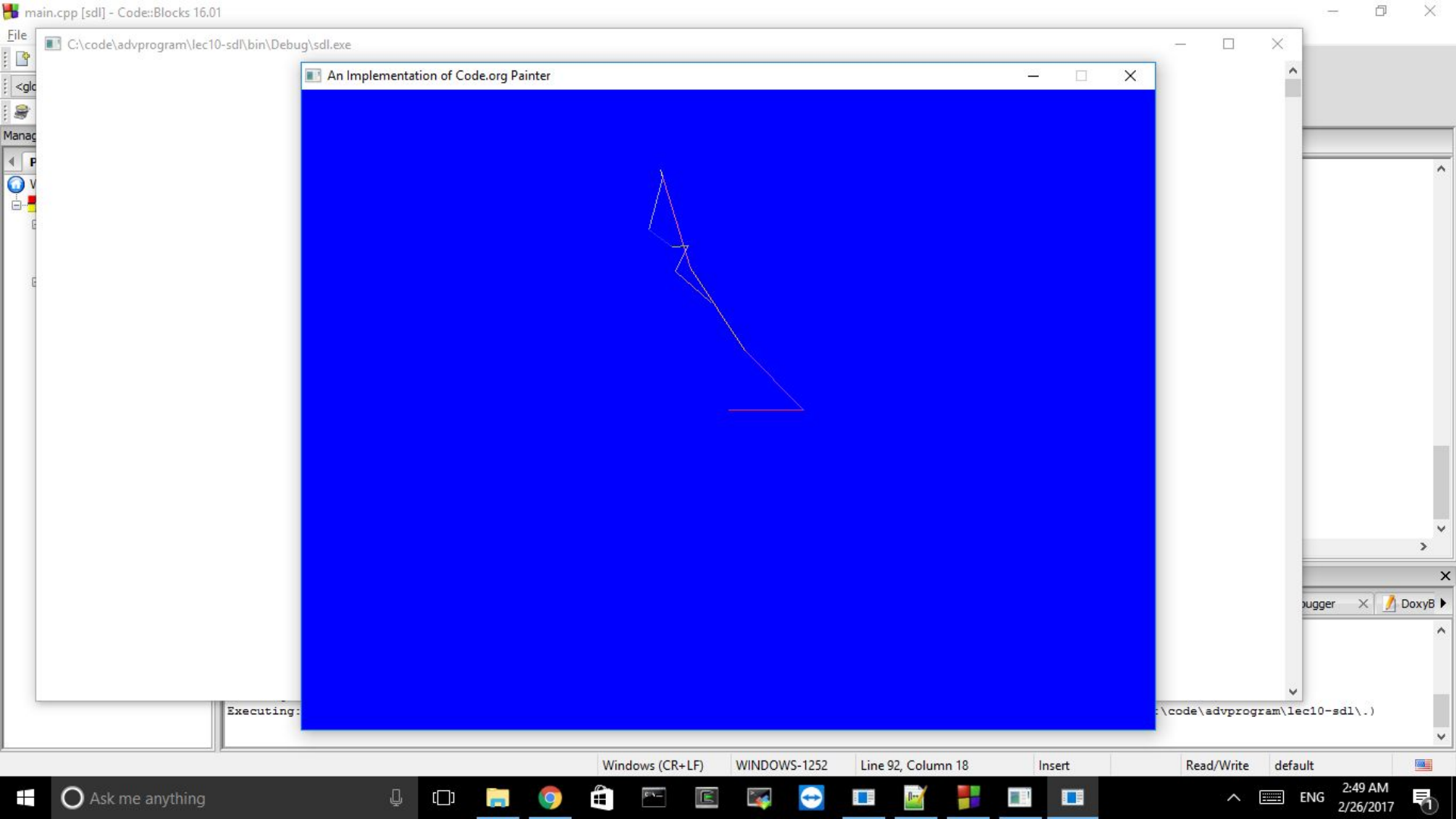
Chọn độ dài bước và hướng đi ngẫu nhiên


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help
<global>
Management
Projects
Workspace
sdl
Sources
Headers
An Implementation of Code.org Painter
ENG
2:38 AM
2/26/2017

Chọn màu ngẫu nhiên

```
void Painter::setRandomColor()
{
    Uint8 r = rand() % 256;
    Uint8 g = rand() % 256;
    Uint8 b = rand() % 256;
    SDL_Color color = { r, g, b };
    setColor(color);
}
```

```
void randomWalk(Painter& painter)
{
...
    for (int i = 0; i < STEPS; i++) {
        painter.setRandomColor();
...
}
```


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File
C:\code\advprogram\lec10-sdl\bin\Debug\sdl.exe
An Implementation of Code.org Painter
Executing:
\code\advprogram\lec10-sdl\.)
Windows (CR+LF)
WINDOWS-1252
Line 92, Column 18
Insert
Read/Write
default
Ask me anything
ENG
2:49 AM
2/26/2017

Nội dung

- Thư viện SDL
  - Cài đặt, khởi tạo, sử dụng, giải phóng
- Xây dựng API vẽ
  - Lớp Painter
- **Vẽ hình bằng bút vẽ**
  - **Đường thẳng, hình vuông, tam giác …**
  - **Phối hợp tạo thành *các hình tuyệt đẹp***
  - **Vẽ ảnh JPG, PNG**
- Vẽ hình fractal
  - Kỹ thuật đệ quy

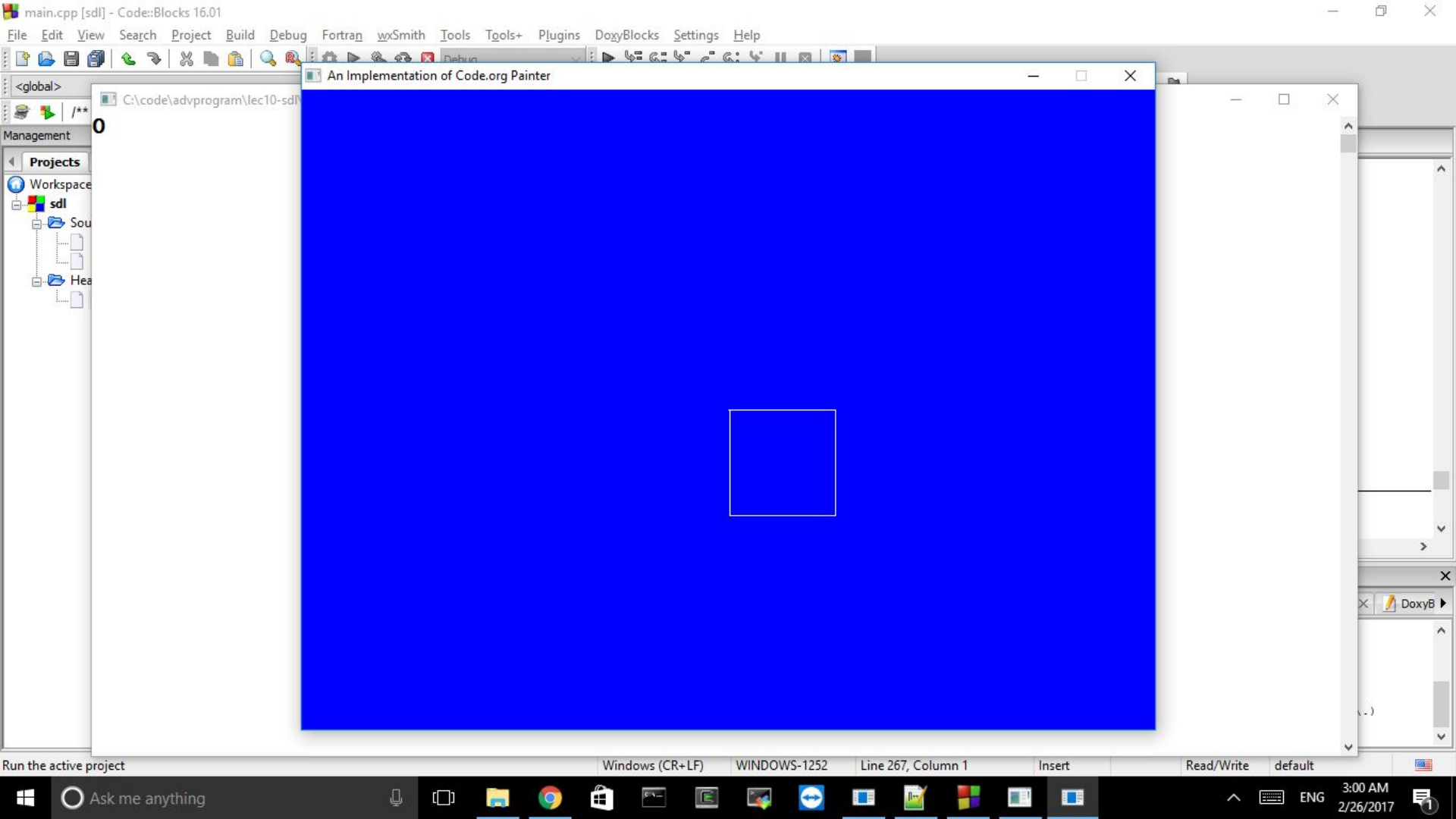
Vẽ các hình quen thuộc

- Lấy tham số từ dòng lệnh
  - 0: hình vuông
  - 1: hình tam giác
  - 2: tô kín tam giác
  - 3: hình bát giác
  - 4: sao năm cánh
  - 5: sao sáu cánh
  - 6: nhím 8 gai
  - 7: sáu hình vuông
  - 8: hình tròn
  - 9: vòng tròn các hình tròn
  - 10: nhiều hình vuông
  - 11: nhiều đường kẻ
  - 12: hình thoi
  - 13: nhiều hình tròn lồng nhau
  - 14: bông tuyết tám cánh
  - 15: đi dạo (ngẫu nhiên)

Hình vuông

```
int figNumber = argc > 1 ? atoi(argv[1]) : 0;
switch (figNumber)
{
/* Square */
case 0:
    painter.setColor(WHITE_COLOR);
    for (int i = 0; i < 4; ++i)
    {
        painter.moveForward(100);
        painter.turnRight(90);
    }
    break;
```

Quay 90 độ 4 lần và đi tới


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help
<global>
C:\code\advprogram\lec10-sdl
0
Management
Projects
Workspace
sdl
An Implementation of Code.org Painter
Run the active project
Windows (CR+LF)
WINDOWS-1252
Line 267, Column 1
Insert
Read/Write
default
Ask me anything
ENG
3:00 AM
2/26/2017

Hình tam giác

```
...
    /* Triangle */
    case 1:
        painter.setColor(WHITE_COLOR);
        painter.clearWithBgColor(GREEN_COLOR);
        for (int i = 0; i < 3; ++i)
        {
            painter.turnLeft(120);
            painter.moveForward(100);
        }
        break;
```

Quay 120 độ 3 lần
và đi tới

*main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

<global> main(int argc, char* argv[]) : int

Management

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 1

```
 Volume in drive C has no label.
 Volume Serial Number is F8CB-C3DF

 Directory of C:\code\advprogram\lec10-sdl

02/26/2017   02:59 AM    <DIR>          .
02/26/2017   02:59 AM    <DIR>          ..
02/26/2017   12:29 AM    <DIR>          bin
02/26/2017   01:43 AM    <DIR>          include
02/26/2017   02:59 AM             8,590 main.cpp
02/26/2017   12:29 AM    <DIR>          obj
02/26/2017   02:46 AM             1,439 painter.cpp
02/26/2017   02:45 AM             1,725 painter.h
02/26/2017   12:25 AM             1,094 sdl.cbp
02/26/2017   02:49 AM             6,591 sdl.depend
10/20/2016   10:58 AM         1,068,544 SDL2.dll
02/26/2017   01:43 AM    <DIR>          src
               6 File(s)      1,087,983 bytes
               6 Dir(s)  256,659,709,952 bytes fre

C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin
'bin' is not recognized as an internal or external
operable program or batch file.

C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe
0

C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 1
1
```

Process terminated with status 0 (3 minute(s), 33

An Implementation of Code.org Painter

C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp | Windows (CR+LF) | WINDOWS-1252 | Line 54, Column 1 | Insert | Modified | Read/Write | default

Ask me anything

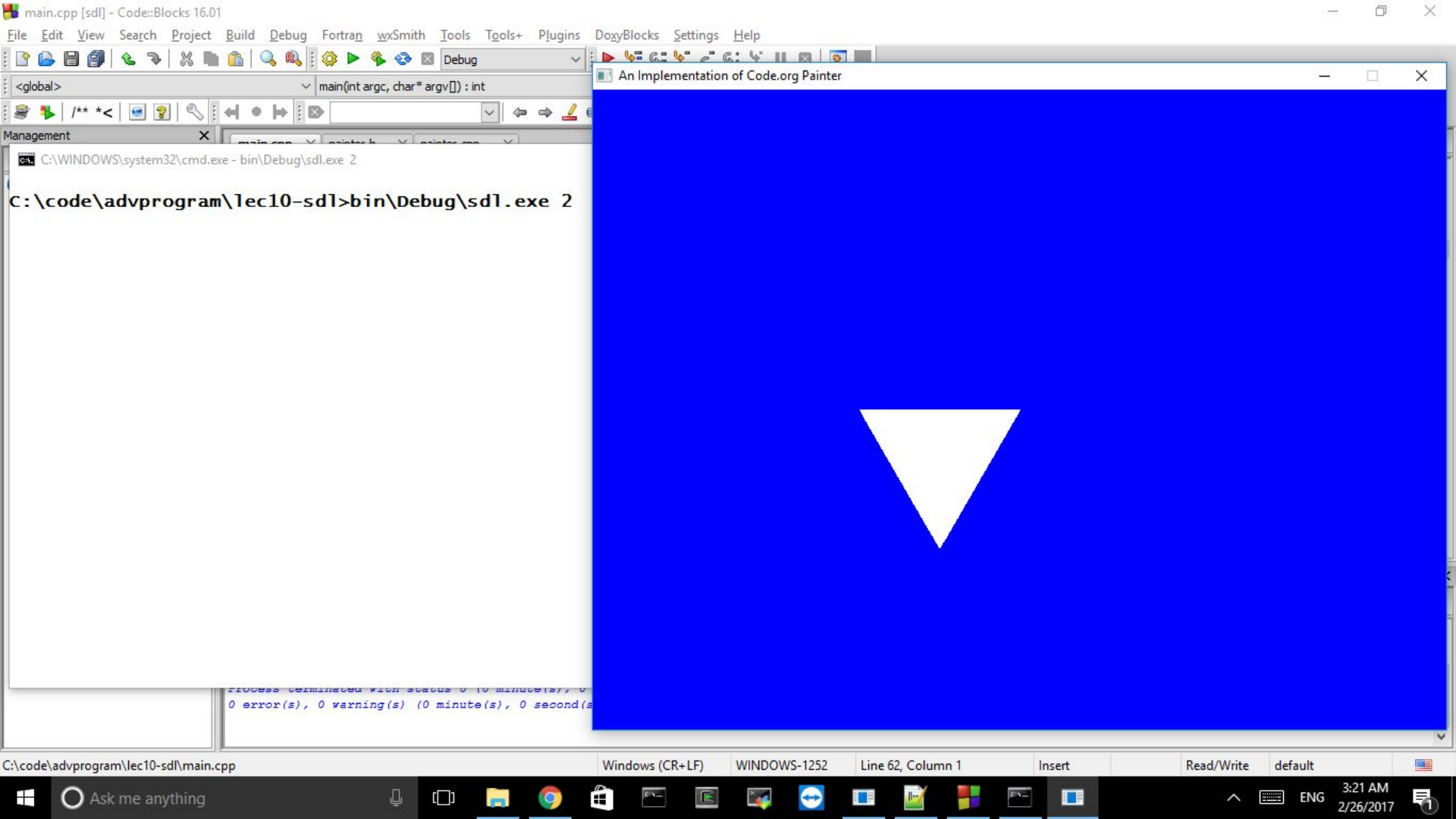
ENG 3:04 AM 2/26/2017

Tô kín tam giác

```
...
    /* Filled Triangle */
    case 2:
    {
        int curX = painter.getX();
        int curY = painter.getY();
        painter.setColor(WHITE_COLOR);
        painter.turnLeft(60);
        int size = 150;
```

Vẽ các tam giác có
kích thước nhỏ dần

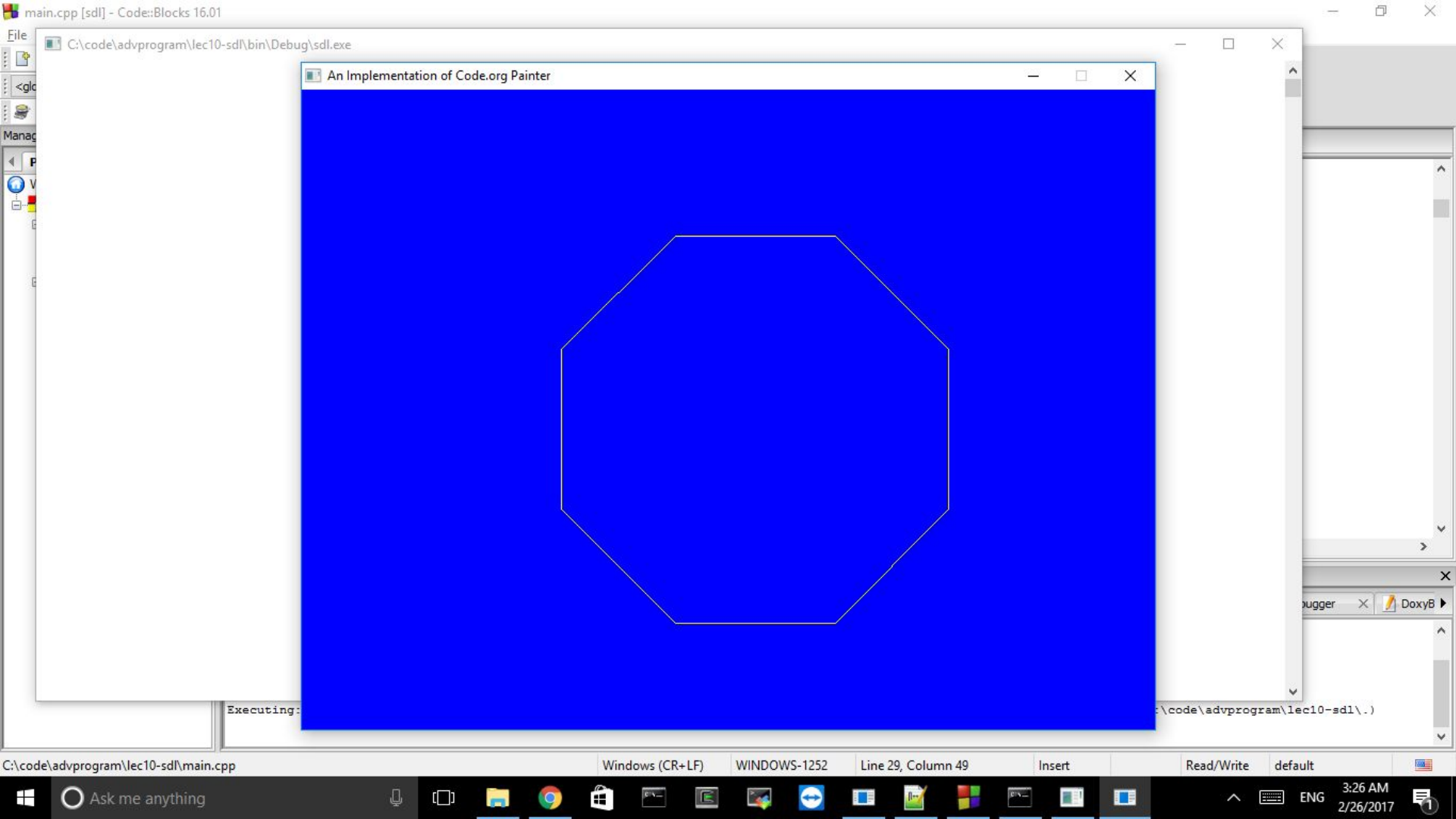
```
        for (int i = 0; i < size; ++i)
        {
            for (int j = 0; j < 3; ++j)
            {
                painter.turnLeft(120);
                painter.moveForward(size - i);
            }
            painter.setPosition(curX, curY);
            painter.jumpBackward(i+1);
        }
        painter.setPosition(curX, curY);
        break;
    } // case 2
```


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help
Debug
<global>
main(int argc, char* argv[]) : int
Management
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 2
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 2
0 error(s), 0 warning(s) (0 minute(s), 0 second(s
An Implementation of Code.org Painter
C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp
Windows (CR+LF)
WINDOWS-1252
Line 62, Column 1
Insert
Read/Write
default
Ask me anything
ENG
3:21 AM
2/26/2017

Hình bát giác

```
...
    /* Octagon */
    case 3:
        painter.setPosition(350, 500);
        painter.setColor(YELLOW_COLOR);
        for (int i = 0; i < 8; ++i)
        {
            painter.moveForward(150);
            painter.turnLeft(45);
        }
        break;
```

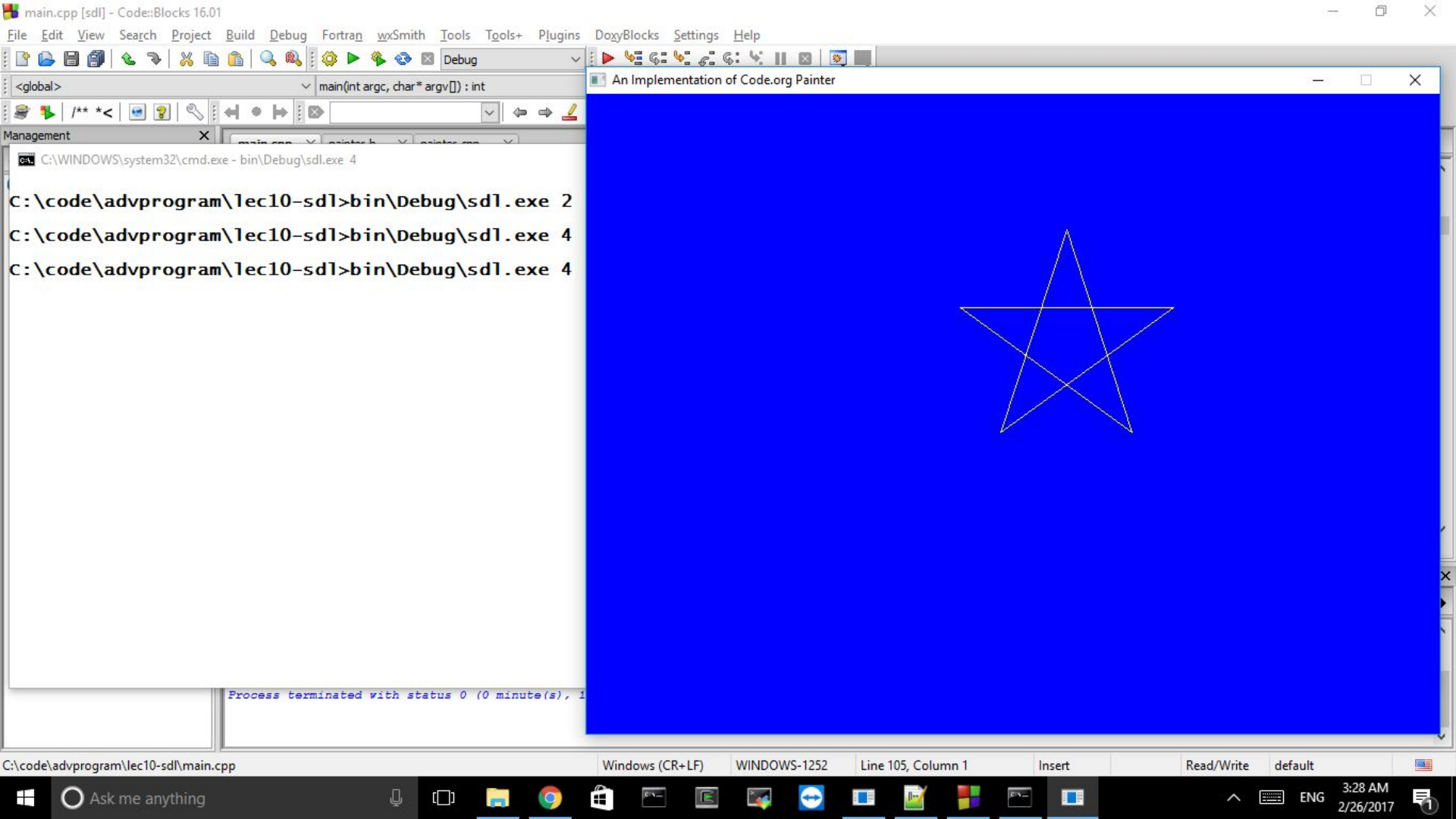
Quay 45 độ 8 lần và đi tới


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File
C:\code\advprogram\lec10-sdl\bin\Debug\sdl.exe
An Implementation of Code.org Painter
Executing:
\code\advprogram\lec10-sdl\.)
C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp
Windows (CR+LF)
WINDOWS-1252
Line 29, Column 49
Insert
Read/Write
default
Ask me anything
ENG
3:26 AM
2/26/2017

Sao năm cánh

```
...
    /* Star of fives */
    case 4:
        painter.setPosition(350, 200);
        painter.setColor(YELLOW_COLOR);
        for (int i = 0; i < 5; ++i)
        {
            painter.moveForward(200);
            painter.turnRight(144);
        }
        break;
```

Quay 144 độ 5 lần và đi tới


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help
Debug
<global>
main(int argc, char* argv[]) : int
Management
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 2
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
An Implementation of Code.org Painter
Process terminated with status 0 (0 minute(s), 1
C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp
Windows (CR+LF)
WINDOWS-1252
Line 105, Column 1
Insert
Read/Write
default
Ask me anything
ENG
3:28 AM
2/26/2017

Sao sáu cánh

```
/* Star of David */
case 5:
    painter.setPosition(350, 400);
    painter.setColor(YELLOW_COLOR);
    painter.turnLeft(60);
    for (int i = 0; i < 3; ++i)
    {
        painter.moveForward(150);
        painter.turnLeft(120);
    }
```

Vẽ 2 tam giác đều

```
    painter.turnLeft(30);
    painter.jumpForward(
      150 * 2 / 1.73205080757));
    // sqrt(3) = 1.73205080757
    painter.turnLeft(150);
    for (int i = 0; i < 3; ++i)
    {
        painter.moveForward(150);
        painter.turnLeft(120);
    }
    break;
```

main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

<global> main(int argc, char* argv[]) : int

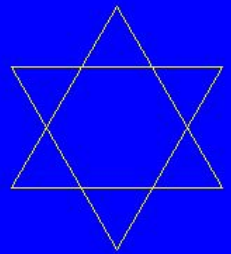
Management

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 5

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 2

C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4

C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4

C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
```

Process terminated with status 0 (0 minute(s), 1

An Implementation of Code.org Painter



C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp | Windows (CR+LF) | WINDOWS-1252 | Line 126, Column 15 | Insert | Read/Write | default

Ask me anything

ENG 3:29 AM 2/26/2017

Nhím 8 gai

```
/* Eight lines crossing at center*/
case 6:
    painter.setColor(WHITE_COLOR);
    for (int i = 0; i < 8; ++i)
    {
        painter.moveForward(100);
        painter.moveBackward(100);
        painter.turnLeft(45);
    }
    break;
```

Đi tới đi lui 8 lần,
mỗi lần quay 45 độ

Selected Topics on | Course: Tiếng Anh | Code.org Painter - | Lec0-Game-Over - | Lec10-SDL - Goog | advprogram/main | Source code beaut

Secure | https://docs.google.com/presentation/d/1AWz_5QCPKgrnrDF1shkyqfSyNDFNXvBPNPMbK2Afjr4/edit#slide=id.g1eac18f003_0_423

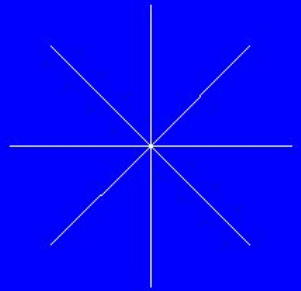
Lec10-SDL

File Edit View Insert Slide Format Arrange Tools Table Help

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 6

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 2
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
```

An Implementation of Code.org Painter



43 Nhím 8 gai

Click to add speaker notes

Explore

Ask me anything

ENG 3:36 AM 2/26/2017

Sáu hình vuông

```
/* Six squares */
case 7:
    for (int i = 0; i < 6; ++i)
    {
        for (int j = 0; j < 4; ++j)
        {
            painter.moveForward(100);
            painter.turnRight(90);
        }
        painter.turnLeft(60);
    }
    break;
```

Vẽ một hình vuông

Quay 60 độ, vẽ tiếp hình vuông tất cả 6 lần

Selected Topics on | Course: Tiếng Anh | Code.org Painter - | Lec0-Game-Over - | Lec10-SDL - Goog | advprogram/main | Source code beaut

Secure | https://docs.google.com/presentation/d/1AWz_5QCPKgrnrDF1shkyqfSyNDFNXvBPNPMbK2Afjr4/edit#slide=id.g1eac18f003_0_437

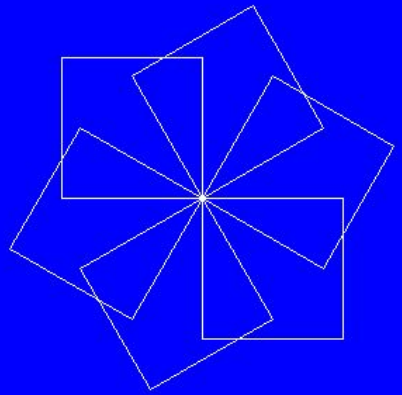
Lec10-SDL

File Edit View Insert Slide Format Arrange Tools Table Help

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 7

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 2
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
```

An Implementation of Code.org Painter



45 Sáu hình vuông

Click to add speaker notes

Ask me anything

ENG 3:37 AM 2/26/2017

Hình tròn

- Giải thuật vẽ hình tròn
  - Thuật toán điểm giữa
    - https://en.wikipedia.org/wiki/Midpoint_circle_algorithm

Hình tròn

```
void Painter::createCircle(float radius)
{
    double rad = (angle / 180) * M_PI;
    int centerX = x + cos(rad) * radius;
    int centerY = y - sin(rad) * radius;

    int dx = radius;
    int dy = 0;
    int err = 0;
```

Hình

```
void Painter::c
{
    double rad
    int centerX
    int centerY

    int dx = ra
    int dy = 0;
    int err = 0
```

```
    while (dx >= dy) {
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX + dx, centerY + dy);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX + dy, centerY + dx);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX - dy, centerY + dx);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX - dx, centerY + dy);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX - dx, centerY - dy);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX - dy, centerY - dx);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX + dy, centerY - dx);
        SDL_RenderDrawPoint(renderer, centerX + dx, centerY - dy);

        if (err <= 0) {
            dy += 1;
            err += 2*dy + 1;
        }
        if (err > 0) {
            dx -= 1;
            err -= 2*dx + 1;
        }
    } // while
} // createCircle()
```

- Từ 1 điểm suy ra 7 điểm khác bằng tính đối xứng của hình tròn
- Tính điểm kế tiếp (tăng dy hoặc giảm dx 1 điểm ảnh) bằng cách kiểm tra err

Chi tiết thuật toán https://en.wikipedia.org/wiki/Midpoint_circle_algorithm

Hình tròn

```
/* Circles in line */
case 8:
    painter.clearWithBgColor(BLACK_COLOR);
    painter.setColor(RED_COLOR);
    painter.setPosition(150, 150);
    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        painter.createCircle(100);
        painter.jumpForward(30);
    }
    break;
```

Vẽ một hình tròn, nhấc bút lên, đi tới 30 điểm ảnh

main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

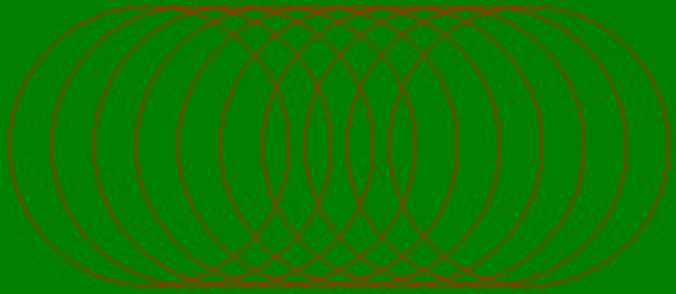
<global> main(int argc, char* argv[]) : int

Management

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 8

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
```

An Implementation of Code.org Painter



Process terminated with status 0 (0 minute(s), 0

0 error(s), 0 warning(s) (0 minute(s), 0 second(

C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp Windows (CR+LF) WINDOWS-1252 Line 160, Column 39 Insert Read/Write default

Ask me anything

ENG 3:50 AM 2/26/2017

Vòng tròn các hình tròn

```
/* Circles in circle */
case 9:
    painter.setPosition(350, 150);
    painter.clearWithBgColor(BLACK_COLOR);
    for (int i = 0; i < 20; ++i)
    {
        painter.setRandomColor();
        painter.createCircle(100);
        painter.jumpForward(1);
        painter.createCircle(100);
        painter.jumpForward(50);
        painter.turnRight(18);
    }
    break;
```

Vẽ 2 hình tròn liền nhau để tạo cảm giác cạnh dày hơn

Đi tới 50 điểm ảnh, xoay hướng 18 độ
18 x 20 lần = 360 độ

Selected Topics on | Course: Tiếng Anh | Code.org Painter - | Lec0-Game-Over - | Lec10-SDL - Goog | advprogram/main | Source code beaut

Secure | https://docs.google.com/presentation/d/1AWz_5QCPKgrnrDF1shkyqfSyNDFNXvBPNPMbK2Afjr4/edit#slide=id.g1eac18f003_0_476

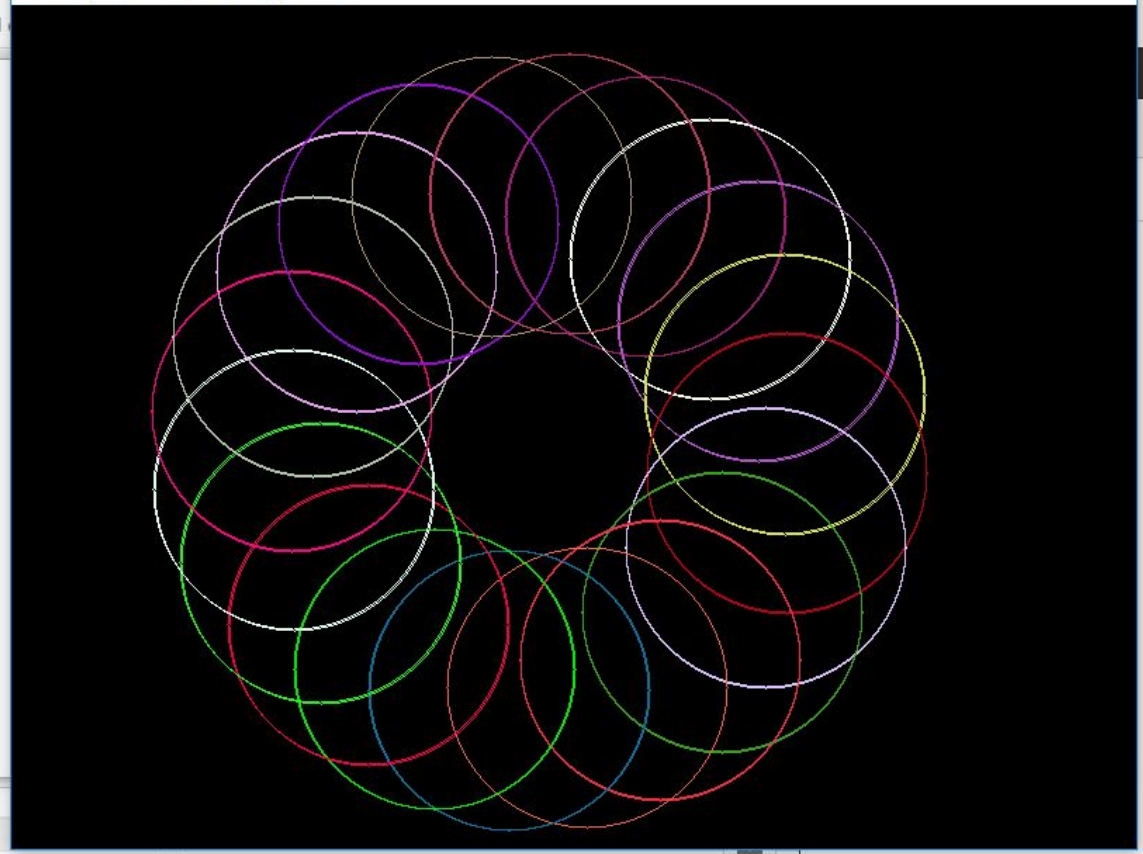
Lec10-SDL

File Edit View Insert Slide Format Arrange Tools Table Help All

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 9

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 2
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
```

An Implementation of Code.org Painter



51

Click to add speaker notes

Ask me anything

ENG 3:45 AM 2/26/2017

Nhiều hình vuông

```
void Painter::createSquare(float size)
{
    for (int i = 0; i < 4; ++i) {
        moveForward(size);
        turnLeft(90);
    }
}
```

```
/*   Ten squares in circle */
case 10:
    painter.setColor(WHITE_COLOR);
    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        //painter.randomColor();
        painter.createSquare(100);
        painter.turnRight(36);
    }
    break;
```

main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

<global> main(int argc, char* argv[]) : int

Management

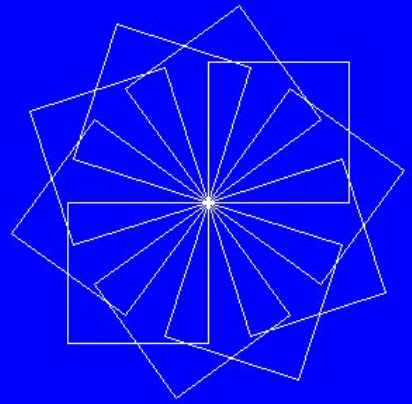
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 10

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 4
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 10
```

Process terminated with status 0 (0 minute(s), 2

0 error(s), 0 warning(s) (0 minute(s), 2 second(s

An Implementation of Code.org Painter



C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp Windows (CR+LF) WINDOWS-1252 Line 199, Column 1 Insert Read/Write default

Ask me anything ENG 3:57 AM 2/26/2017

Nhím nhiều màu

```
/* Multitude lines in cicles */
case 11:
    for (int i = 0; i < 90; ++i)
    {
        painter.setRandomColor();
        painter.moveForward(150);
        painter.jumpBackward(150);
        painter.turnRight(4);
    }
    break;
```

main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

<global> main(int argc, char* argv[]) : int

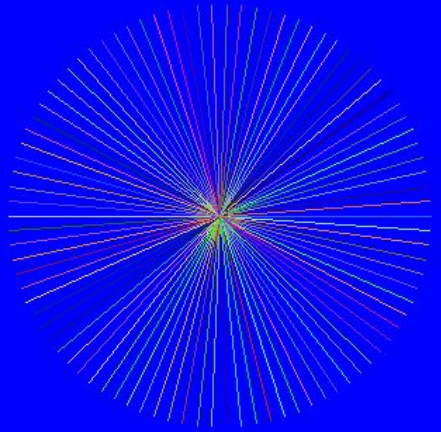
Management

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 11

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 10
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 11
```

Process terminated with status 0 (0 minute(s), 2 s
0 error(s), 0 warning(s) (0 minute(s), 2 second(s)

An Implementation of Code.org Painter



C:\code\advprogram\lec10-sdl\main.cpp | Windows (CR+LF) | WINDOWS-1252 | Line 212, Column 1 | Insert | Read/Write | default

Ask me anything

ENG 4:00 AM 2/26/2017

Hình thoi

```
void Painter::createParallelogram(
    float size)
{
    for (int i = 0; i < 2; ++i) {
        moveForward(size);
        turnLeft(60);
        moveForward(size);
        turnLeft(120);
    }
}
```

```
/* Pattern of Ten parallelograms */
case 12:
    painter.setColor(WHITE_COLOR);
    for (int i = 0; i < 10; ++i)
    {
        painter.createParallelogram(100);
        painter.turnRight(36);
    }
    break;
```

main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

<global> main(int argc, char* argv[]) : int

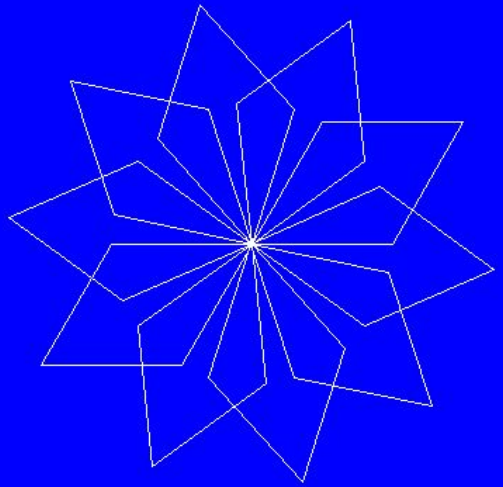
Management

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 12

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 10
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 11
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 12
```

Process terminated with status 0 (0 minute(s), 1 s
0 error(s), 0 warning(s) (0 minute(s), 1 second(s)

An Implementation of Code.org Painter



Windows (CR+LF) WINDOWS-1252 Line 220, Column 1 Insert Read/Write default

Ask me anything

ENG 4:03 AM 2/26/2017

Nhiều hình tròn lồng nhau

```
/* Five and five cirles */
//*
case 13:
    painter.setColor(WHITE_COLOR);
    painter.clearWithBgColor(GREEN_COLOR);
    for (int i = 0; i < 5; ++i)
    {
        painter.createCircle(100);
        painter.createCircle(50);
        painter.turnRight(72);
    }
    break;
```

main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01

File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help

Debug

<global> main(int argc, char* argv[]) : int

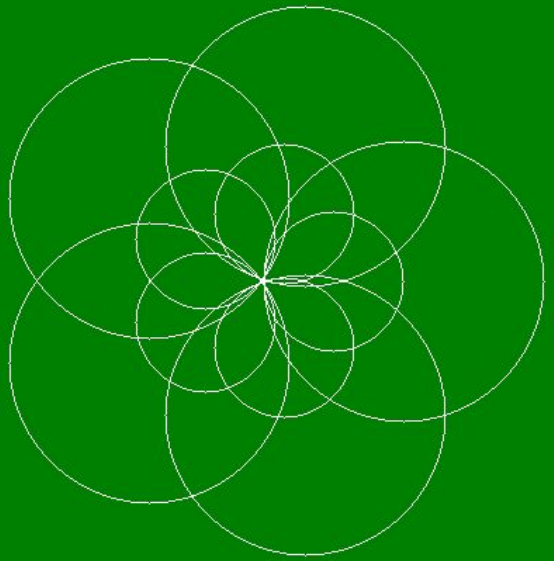
Management

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 13

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 10
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 11
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 12
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 13
```

Process terminated with status 0 (0 minute(s), 1 second(s))
0 error(s), 0 warning(s) (0 minute(s), 1 second(s))

An Implementation of Code.org Painter



Windows (CR+LF) WINDOWS-1252 Line 227, Column 6 Insert Read/Write default

Ask me anything

ENG 4:05 AM 2/26/2017

Bông tuyết 8 cánh

```
/* Snow flake*/
case 14:
    painter.setColor(WHITE_COLOR);
    for (int i = 0; i < 8; ++i)
    {
        int size = 40;
        painter.moveForward(size);
        // code vẽ một cánh tuyết
        painter.jumpBackward(4*size);
        painter.turnRight(45);
    }
    break;
```

https://github.com/tqlong/advprogram/archive/3677695699840c851d6e22972eb4ff7353540e00.zip

```
    for (int j = 0; j < 3; ++j)
    {
        painter.turnLeft(45);
        painter.moveForward(size);
        painter.jumpBackward(size);
        painter.turnRight(90);
        painter.moveForward(size);
        painter.jumpBackward(size);
        painter.turnLeft(45);
        painter.moveForward(size);
    }
```

Selected Topics on | Course: Tiếng Anh | Code.org Painter - | Lec0-Game-Over - | Lec10-SDL - Goog | advprogram/main | Source code beaut

Secure | https://docs.google.com/presentation/d/1AWz_5QCPKgrnrDF1shkyqfSyNDFNXvBPNPMbK2Afjr4/edit#slide=id.g1eac18f003_0_572

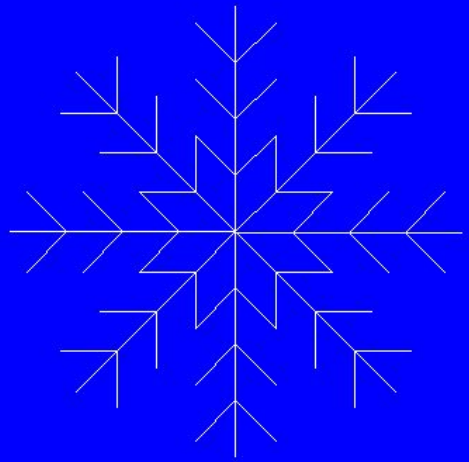
Lec10-SDL

File Edit View Insert Slide Format Arrange Tools Table Help All

C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 14

```
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 5
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 6
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 7
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 9
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 8
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 10
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 11
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 12
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 13
C:\code\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 14
```

An Implementation of Code.org Painter



62 Bông tuyết 8 cánh

Click to add speaker notes

Ask me anything

ENG 4:15 AM 2/26/2017

Vẽ ảnh JPG, PNG

- Thêm thư viện **SDL2_image**
  - https://www.libsdl.org/projects/SDL_image/
  - SDL2_image.dll, lib-jpeg9.dll, libpng16-16.dll, libtiff-5.dll vào thư mục mã nguồn
  - http://lazyfoo.net/tutorials/SDL/07_texture_loading_and_rendering/index.php
- Đọc ảnh vào SDL_Surface (bitmap)
- Chuyển sang SDL_Texture (phụ thuộc driver)
- Dùng SDL_RenderCopy() vẽ SDL_Texture
- Giải phóng SDL_Texture

Chuẩn bị SDL_Texture

```
SDL_Texture* Painter::loadTexture( string path )
{
    SDL_Texture* newTexture = NULL;
    SDL_Surface* loadedSurface = IMG_Load( path.c_str() );
    if ( loadedSurface == NULL )
        cout << "Unable to load image " << path << " SDL_image Error: "
             << IMG_GetError() << endl;
    else {
        newTexture = SDL_CreateTextureFromSurface( renderer, loadedSurface );
        if( newTexture == NULL )
            cout << "Unable to create texture from " << path << " SDL Error: "
                 << SDL_GetError() << endl;
        SDL_FreeSurface( loadedSurface );
    }
    return newTexture;
}
```

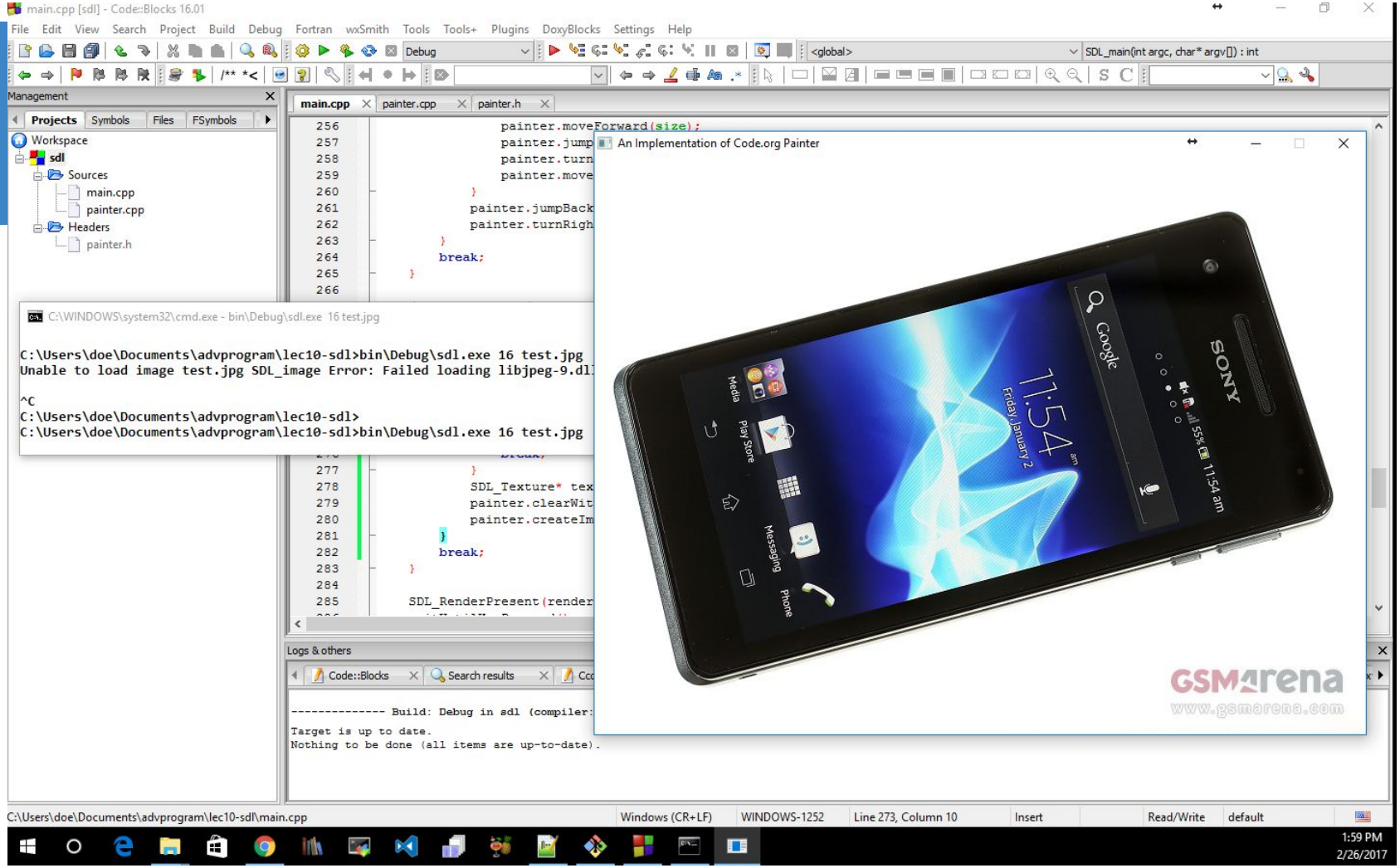
Vẽ ảnh

```
bool Painter::createImage( SDL_Texture* texture )
{
    if( texture == NULL ) return false;
    SDL_RenderCopy( renderer, texture, NULL, NULL );
    return true;
}
```

Giải phóng Texture

```
SDL_Texture* texture = NULL;
...

SDL_DestroyTexture(texture);
quitSDL();
...
```

```
/* Load image */
 case 16:
     {
         if (argc <= 2) {
             cout << "Please provide image file path" << endl;
             break;
         }
         texture = painter.loadTexture(argv[2]);
         painter.createImage(texture);
     }
     break;
}
```


main.cpp [sdl] - Code::Blocks 16.01
File Edit View Search Project Build Debug Fortran wxSmith Tools Tools+ Plugins DoxyBlocks Settings Help
Management
Projects Symbols Files FSymbols
Workspace
sdl
Sources
main.cpp
painter.cpp
Headers
painter.h
main.cpp painter.cpp painter.h
256 painter.moveForward(size);
257 painter.jump
258 painter.turn
259 painter.move
260 }
261 painter.jumpBack
262 painter.turnRigh
263 }
264 break;
265 }
266
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - bin\Debug\sdl.exe 16 test.jpg
C:\Users\doe\Documents\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 16 test.jpg
Unable to load image test.jpg SDL_image Error: Failed loading libjpeg-9.dl
^C
C:\Users\doe\Documents\advprogram\lec10-sdl>
C:\Users\doe\Documents\advprogram\lec10-sdl>bin\Debug\sdl.exe 16 test.jpg
277 }
278 SDL_Texture* tex
279 painter.clearWit
280 painter.createIm
281 }
282 break;
283 }
284
285 SDL_RenderPresent(render
An Implementation of Code.org Painter
Google
SONY
11:54
Friday, January 2
Media
Play Store
Messaging
Phone
GSMArena
www.gsmarena.com
Logs & others
Code::Blocks
Search results
---------- Build: Debug in sdl (compiler:
Target is up to date.
Nothing to be done (all items are up-to-date).
C:\Users\doe\Documents\advprogram\lec10-sdl\main.cpp
Windows (CR+LF)
WINDOWS-1252
Line 273, Column 10
Insert
Read/Write
default
1:59 PM
2/26/2017

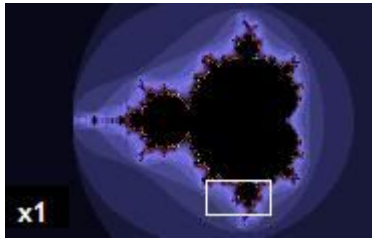
Nội dung

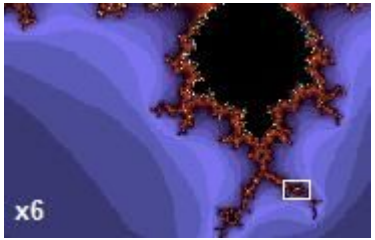
- Thư viện SDL
  - cài đặt, khởi tạo, sử dụng, giải phóng
- Xây dựng API vẽ
  - Lớp Painter
- Vẽ hình bằng bút vẽ
  - Đường thẳng, hình vuông, tam giác …
  - Phối hợp tạo thành *các hình tuyệt đẹp*
  - Vẽ ảnh JPG, PNG
- **Vẽ hình fractal**
  - **Kỹ thuật đệ quy**

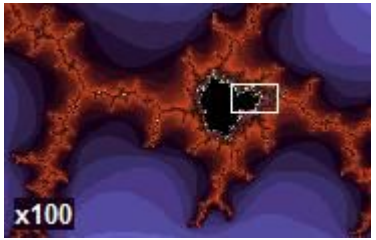
Fractal

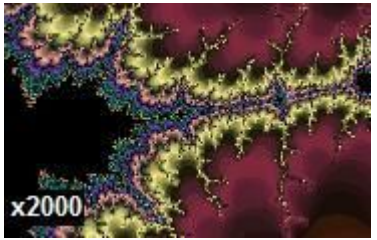
https://en.wikipedia.org/wiki/Fractal

https://www.youtube.com/watch?v=0jGaio87u3A









Tập hợp Mandelbrot

- Hình fractal
  - Càng phóng to, càng *nhiều chi tiết đẹp*
  - Toán học chạm đến nghệ thuật

Tập hợp Mandelbrot

- Với mỗi số phức $c = x_0 + i\, y_0$ (một điểm trên mặt phẳng), lập *dãy số phức* $z_n = x_n + i\, y_n$
  - $z_0 = 0 = 0 + i\, 0$
  - $z_{n+1} = z_n^2 + c$
- Nếu dãy phân kì thì c không thuộc tập hợp
  - Tô màu với số n mà $|z_n|^2 = x_n^2 + y_n^2 \geq 4$ (phân kì)
  - Mỗi số n ứng với một màu trong bảng màu (*pallette*)
- Nếu n > MAX_ITERATION, coi c thuộc tập hợp (*tô màu đen*)

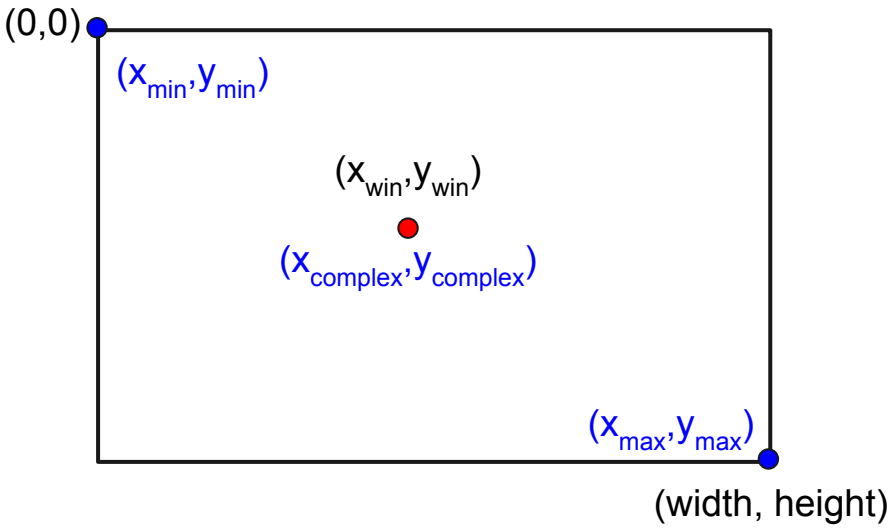
Thuật toán điểm thoát (escape)

```
For each pixel (Px, Py) on the screen, do:
{
  x0 = scaled x coordinate of pixel (scaled to lie in the Mandelbrot X scale (-2, 1.5))
  y0 = scaled y coordinate of pixel (scaled to lie in the Mandelbrot Y scale (-2, 1.5))
  x = y = 0.0
  iteration = 0
  max_iteration = 1000
  while (x*x + y*y < 2*2  AND  iteration < max_iteration) {
    xtemp = x*x - y*y + x0
    y = 2*x*y + y0
    x = xtemp
    iteration = iteration + 1
  }
  color = palette[iteration]
  plot(Px, Py, color)
}
```

https://en.wikipedia.org/wiki/Mandelbrot_set#Escape_time_algorithm

Chuyển đổi tọa độ

Tọa độ hiển thị ⇔ tọa độ trên mặt phẳng phức



Ánh xạ giữa 2 hệ tọa độ

- Tọa độ hiển thị (màn hình)
- Tọa độ mặt phẳng phức

$$x_{complex} = \frac{x_{win}}{width}(x_{max} - x_{min}) + x_{min}$$

$$y_{complex} = \frac{y_{win}}{height}(y_{max} - y_{min}) + y_{min}$$

```
void drawMandelbrot(Painter& painter, float xmin = -2, float ymin = -1.5, float xmax = 2, float ymax = 1.5);
...
    case 17:
        drawMandelbrot(painter);
        break;
```

```
void drawMandelbrot(Painter& painter, float xmin, float ymin, float xmax, float ymax)
{
    int width = painter.getWidth(), height = painter.getHeight();
    const int MAX_ITERATION = 1000;
    for (int px = 0; px < width; px++) {
        for (int py = 0; py < painter.getHeight(); py++) {
            float x0 = (float)px / width * (xmax-xmin) + xmin, x = 0;
            float y0 = (float)py / height * (ymax-ymin) + ymin, y = 0;
            int iteration = 0;
            while (x*x+y*y < 2 && iteration < MAX_ITERATION) {
                float xtemp = x*x-y*y+x0;
                y = 2*x*y+y0;
                x = xtemp;
                iteration++;
            }
            SDL_Color color = iteration < MAX_ITERATION ?
                PALLETTE[iteration % PALETTE_COUNT] : BLACK_COLOR;
            painter.setColor(color);
            painter.drawPoint(px, py);
        }
    }
}
```

Chuyển đổi tọa độ từ (px,py) qua (x0,y0)

Tính điểm thoát của c = (x0,y0)

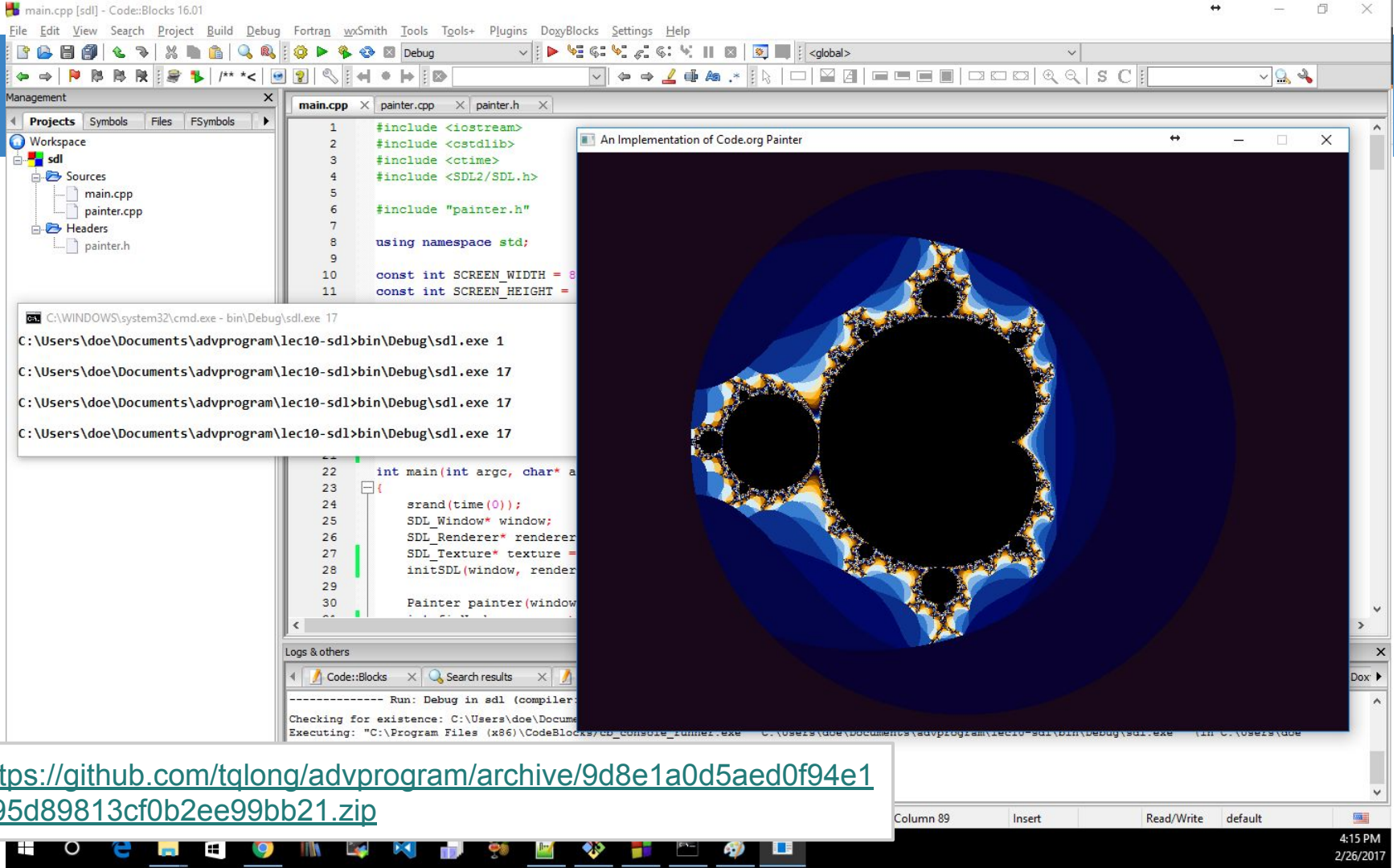
Kiểm tra c có nằm trong tập Mandelbrot

Sử dụng SDL_RenderDrawPoint(renderer, px, py) cài đặt hàm này

Bảng màu

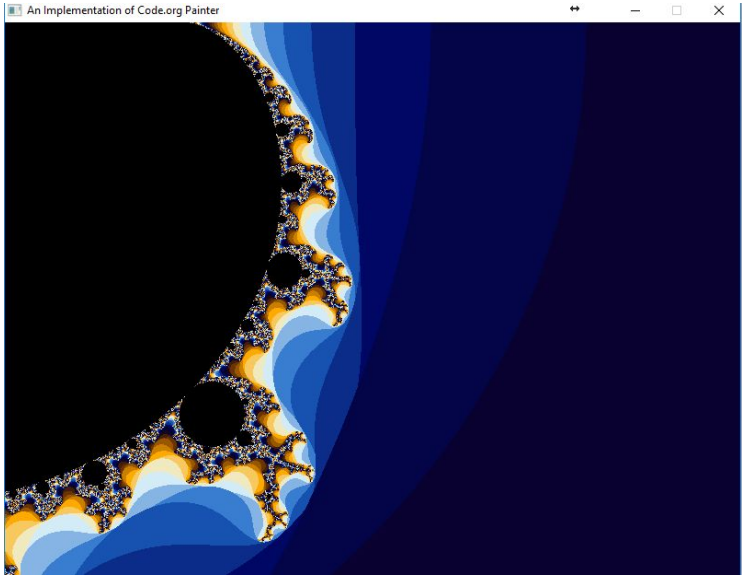
http://stackoverflow.com/questions/16500656/which-color-gradient-is-used-to-color-mandelbrot-in-wikipedia

```
const SDL_Color PALLETTE[] = {
    SDL_Color({66, 30, 15}), SDL_Color({25, 7, 26}),
    SDL_Color({9, 1, 47}), SDL_Color({4, 4, 73}),
    SDL_Color({0, 7, 100}), SDL_Color({12, 44, 138}),
    SDL_Color({24, 82, 177}), SDL_Color({57, 125, 209}),
    SDL_Color({134, 181, 229}), SDL_Color({211, 236, 248}),
    SDL_Color({241, 233, 191}), SDL_Color({248, 201, 95}),
    SDL_Color({255, 170, 0}), SDL_Color({204, 128, 0}),
    SDL_Color({153, 87, 0}), SDL_Color({106, 52, 3})
};
const int PALETTE_COUNT = sizeof(PALLETTE) / sizeof(SDL_Color);
```

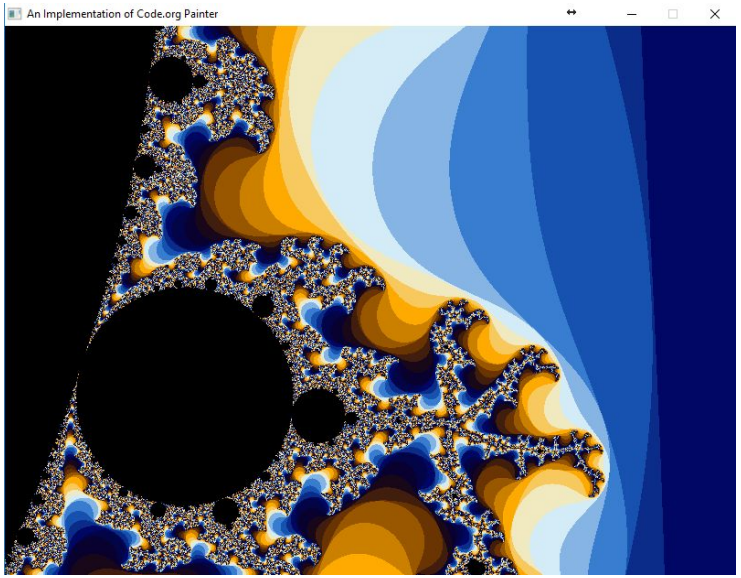


https://github.com/tqlong/advprogram/archive/9d8e1a0d5aed0f94e1095d89813cf0b2ee99bb21.zip

Zoom in



(0, 0, 2*0.5, 1.5*0.5)



(2*0.17, 1.5*0.17, 2*0.25,1.5*0.25)

Fractal đệ quy

- Khái niệm đệ quy trong toán học / lập trình
  - Một đối tượng (có tham số) được định nghĩa thông qua chính nó với tham số khác (thường nhỏ hơn)
  - Tổng các số tự nhiên từ 1 đến n: s(n) = n + s(n-1)
  - Giai thừa: factorial(n) = n * factorial(n-1)
  - Fibonaci: fibo(n) = fibo(n-1) + fibo(n-2)
- Hình fractal đệ quy
  - http://natureofcode.com/book/chapter-8-fractals/
  - Self-similarity: ***each part is a "reduced-size copy of the whole."*** (Mandelbrot)

Tính giai thừa

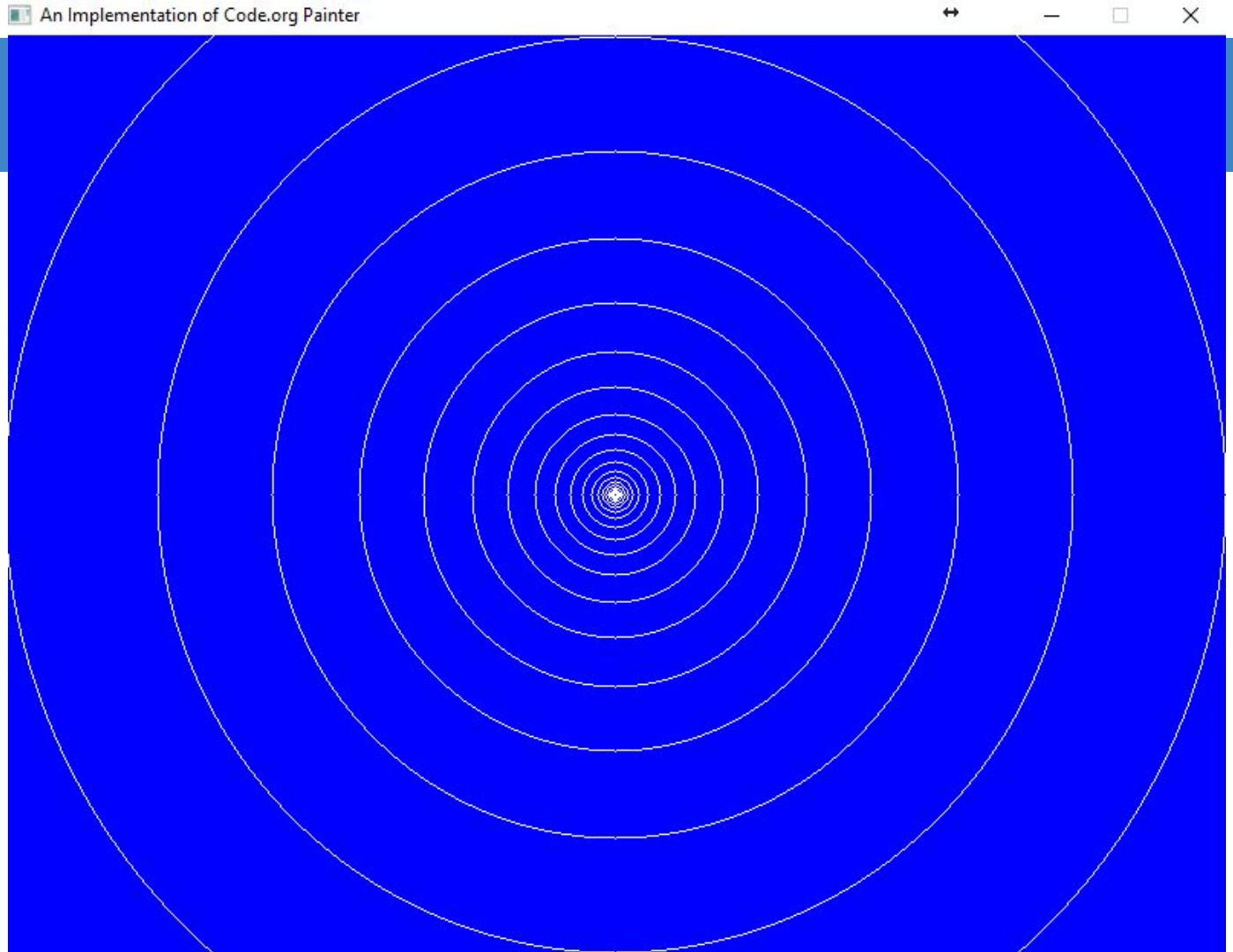
```
int factorial(int n) {
  if (n == 1) {
    return 1;
  } else {
    return n * factorial(n-1);
  }
}
```

Điều kiện
dừng đệ quy

Vẽ hình tròn lồng nhau

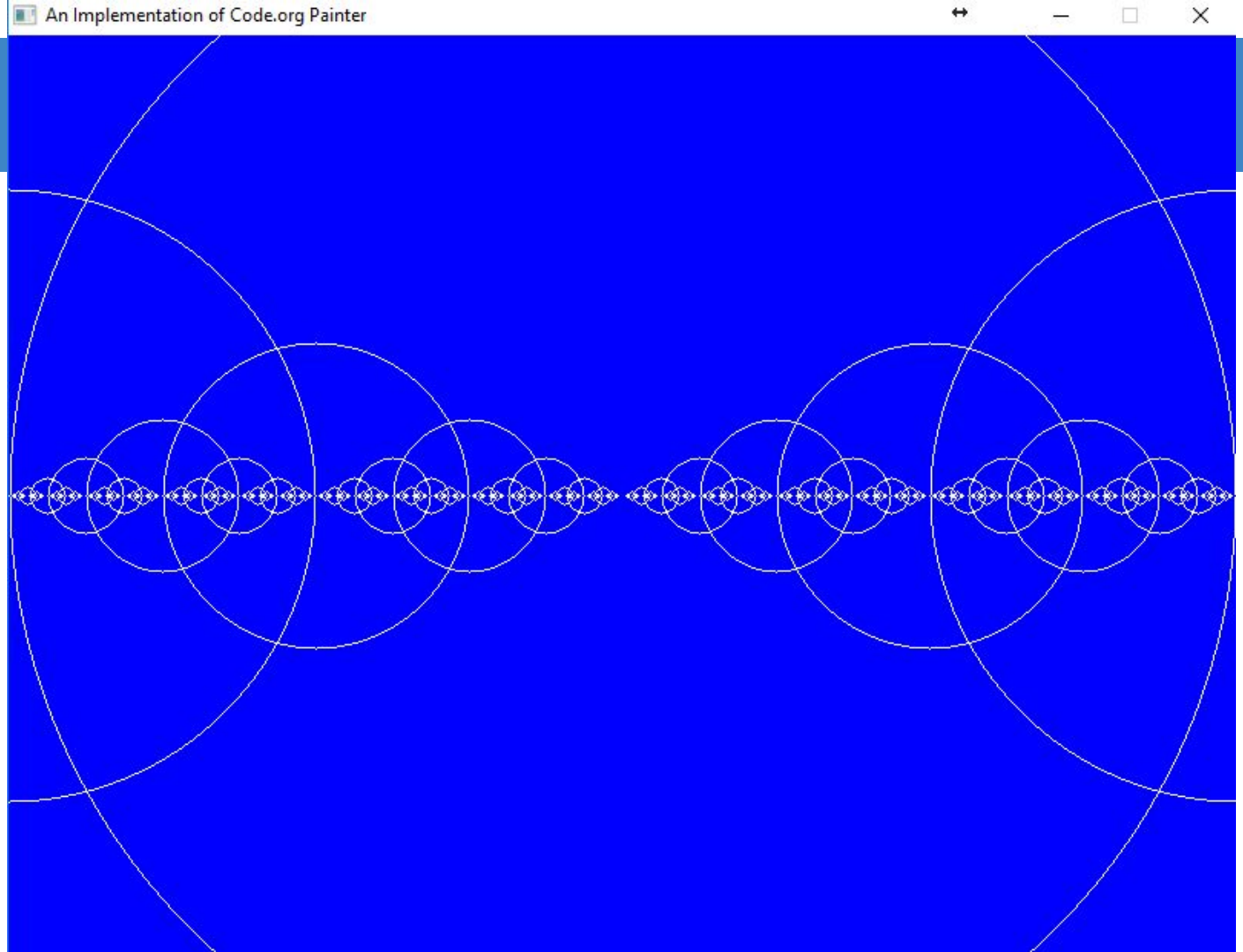
```
void drawRecursiveCircle(Painter& painter, float radius = 400);
...
    case 18:
        painter.jumpBackward(400);
        drawRecursiveCircle(painter, 400);
        break;
...
void drawRecursiveCircle(Painter& painter, float radius)
{
    painter.createCircle(radius);
    if(radius > 2) {
        painter.jumpForward(radius*0.25f);
        drawRecursiveCircle(painter, radius*0.75f);
        painter.jumpBackward(radius*0.25f);
    }
}
```

Điều kiện đệ quy (bán kính lớn hơn 2)


An Implementation of Code.org Painter

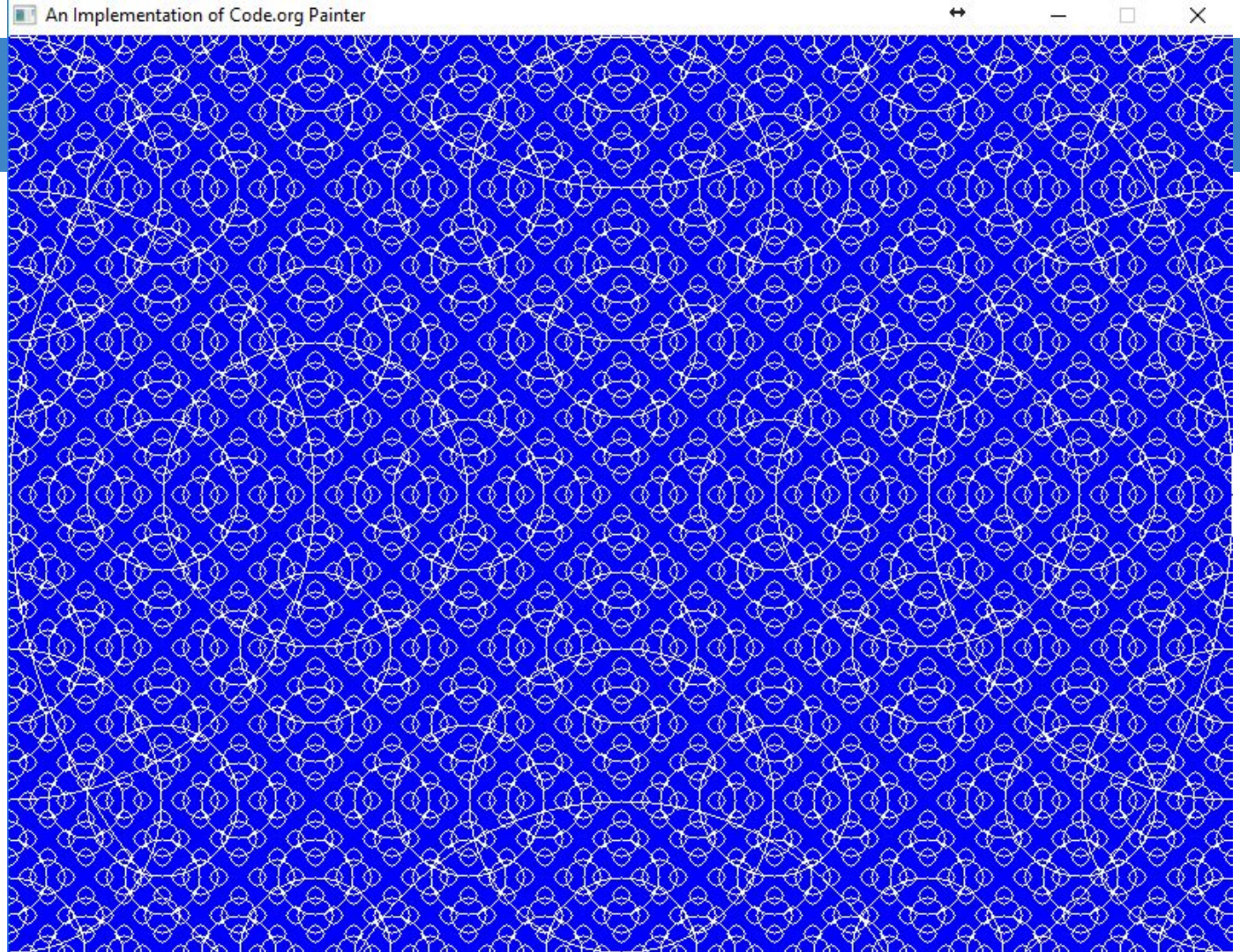
Vẽ 2 hình tròn bên trái, phải

```
void drawRecursiveCircle2(Painter& painter, float radius)
{
    painter.createCircle(radius);
    if(radius > 2) {
        painter.jumpBackward(radius / 2);
        drawRecursiveCircle2(painter, radius / 2);
        painter.jumpForward(radius * 2);
        drawRecursiveCircle2(painter, radius / 2);
        painter.jumpBackward(radius*3/2);
    }
}
```


An Implementation of Code.org Painter

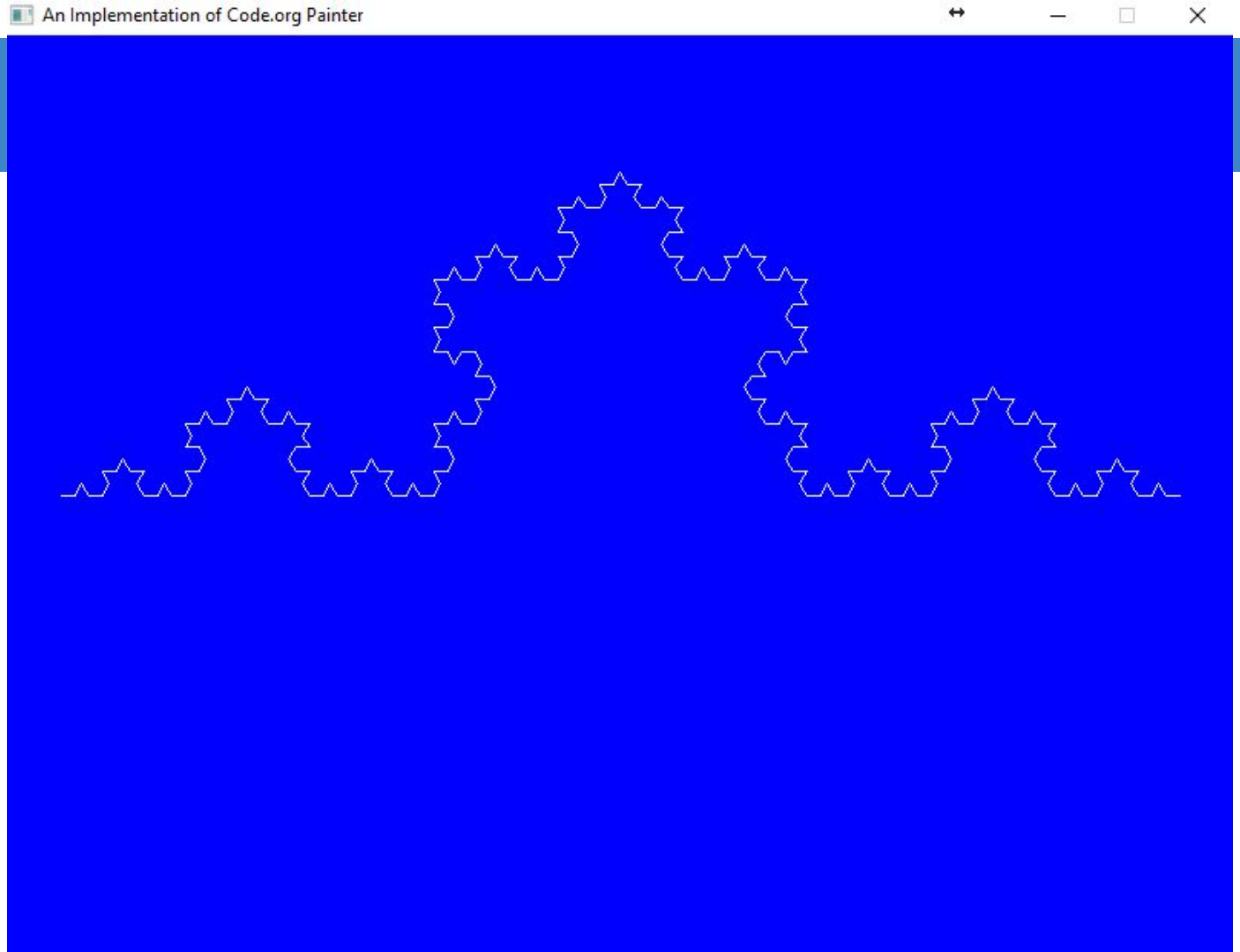
Thêm 2 hình tròn trên, dưới

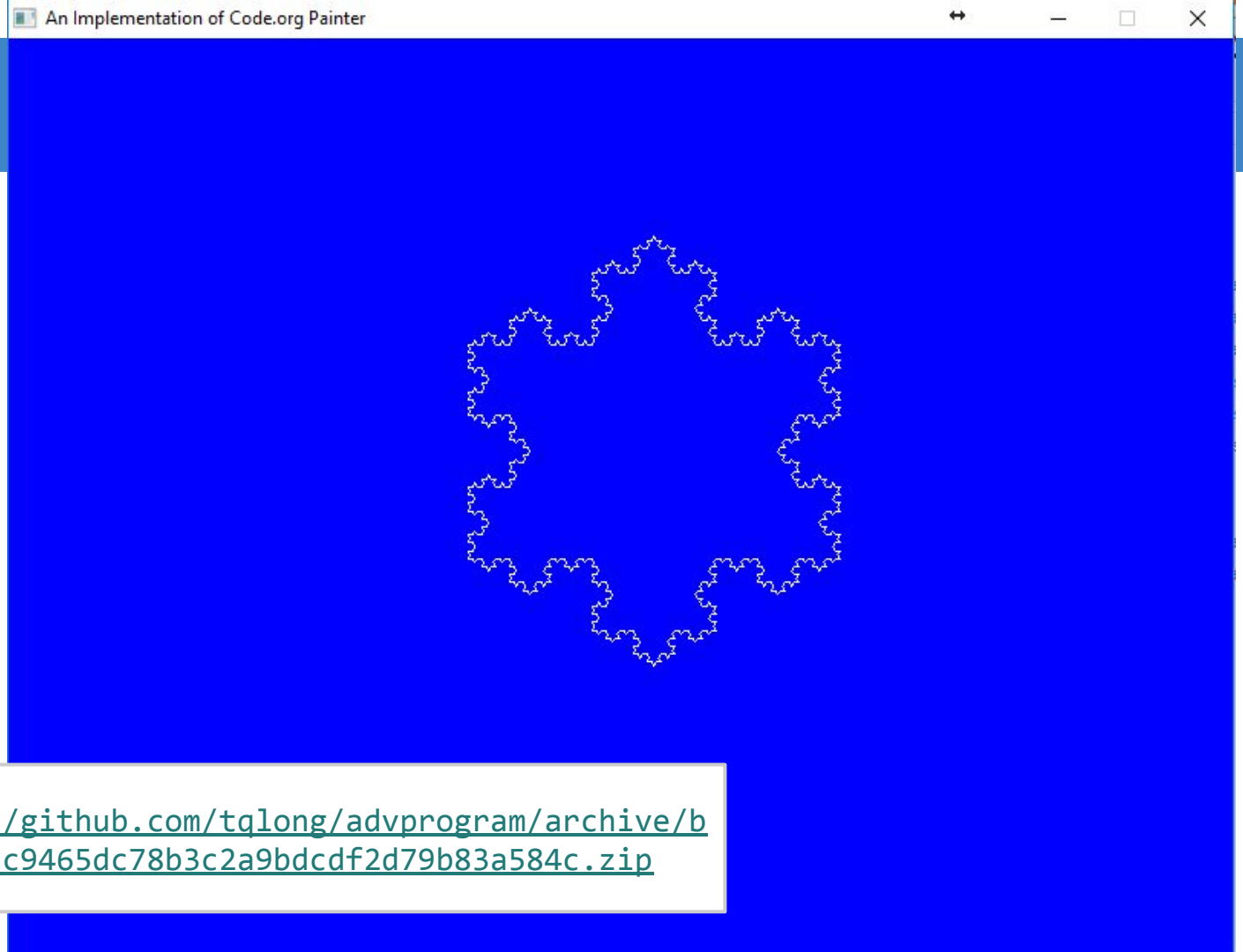
```
void drawRecursiveCircle4(Painter& painter, float radius)
{
    painter.createCircle(radius);
    if(radius > 8) {
        float x = painter.getX(), y = painter.getY();
        painter.setPosition(x-radius/2,y);
        drawRecursiveCircle4(painter, radius / 2);
        painter.setPosition(x+radius/2,y-radius);
        drawRecursiveCircle4(painter, radius / 2);
        painter.setPosition(x+radius*3/2,y);
        drawRecursiveCircle4(painter, radius / 2);
        painter.setPosition(x+radius/2,y+radius);
        drawRecursiveCircle4(painter, radius / 2);
        painter.setPosition(x,y);
    }
}
```


An Implementation of Code.org Painter

Đường Koch

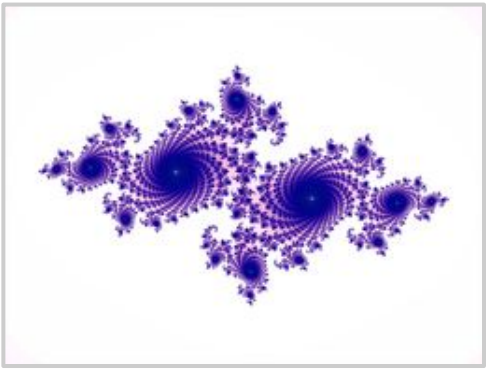
```
void drawKoch(Painter& painter, float len, int levels)
{
    if (levels == 1) {
        painter.moveForward(len);
    } else {
        drawKoch(painter, len/3, levels-1);
        painter.turnLeft(60);
        drawKoch(painter, len/3, levels-1);
        painter.turnRight(120);
        drawKoch(painter, len/3, levels-1);
        painter.turnLeft(60);
        drawKoch(painter, len/3, levels-1);
    }
}
```


An Implementation of Code.org Painter



https://github.com/tqlong/advprogram/archive/bf6e82b1c9465dc78b3c2a9bdcdf2d79b83a584c.zip

Bài tập



- Viết thêm hàm trong Painter
  - Vẽ hình chữ nhật
  - Vẽ bánh răng (trong cơ khí)
- Vẽ tập hợp Julia
  - https://en.wikipedia.org/wiki/Julia_set
- Tìm kiếm và vẽ các loại fractal đệ quy
- Tìm hiểu cách ghi ảnh thành tệp JPG, PNG
- Thử sức: phát triển phần mềm quản lý ảnh trên máy: xem ảnh, slideshow, thumbnails ...