

Nội dung

1. Các khái niệm
2. Tô màu dựa theo dòng quét
3. Tô màu dựa theo đường biên
4. Tô màu theo phương pháp loang

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

2

Các khái niệm

- Vùng tô là một đối tượng cơ sở của đồ họa máy tính, *xác định bởi một đường khép kín nào đó gọi là đường biên*. Một trong những đường biên đơn giản nhất đó là đa giác.
- Vùng tô được chia thành 2 dạng:
 - Tô một màu (solid fill)
 - Tô theo một mẫu tô (fill-pattern)

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

3

Các khái niệm

- Các phương pháp tô màu
 - Tô màu theo dựa theo dòng quét (scan line fill)
 - Tô màu dựa theo đường biên (boundary fill)
 - Tô màu dựa theo phương pháp loang (flood fill)

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

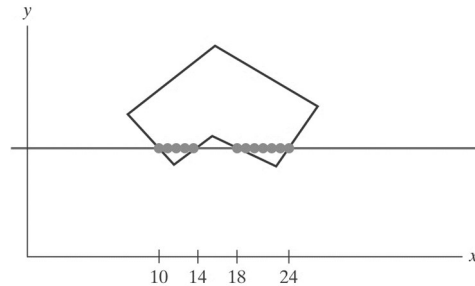
4

Tô màu dựa theo dòng quét

– Bài toán tô màu

- Giả sử vùng tô được xác định bởi một đa giác n đỉnh

$$P_i(x_i, y_i), i = 0 \dots n - 1$$



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

5

Tô màu dựa theo dòng quét

– Ý tưởng

- Với mỗi dòng quét, xác định giao điểm giữa những dòng quét kế tiếp nhau với đường biên của vùng tô. Sau đó, sẽ tô màu các điểm thuộc về phần giao này.
- Thường áp dụng để tô màu các đa giác, đường tròn, ellipse, và một số đường cong đơn giản.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

6

Tô màu dựa theo dòng quét

– Tìm y_{top} và y_{bot}

– Lặp từ y_{bot} đến y_{top} :

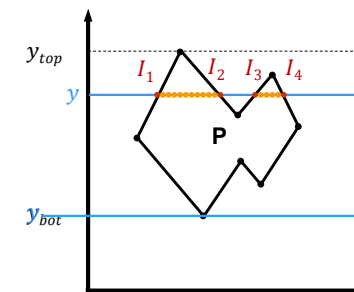
- Tìm các giao điểm giữa dòng quét $y = k$ và các cạnh của đa giác.
- Sắp các giao điểm theo thứ tự tăng dần của hoành độ.
- Tô màu từng cặp giao điểm

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

7

Tô màu dựa theo dòng quét



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

8

Tô màu dựa theo dòng quét

–Nhận xét

- Không phải các cạnh của đa giác đều cắt dòng quét.
- Thao tác tìm giao điểm phải thực hiện các phép toán trên số thực.
- Một số dòng quét có thể đi qua đỉnh của đa giác dẫn đến số giao điểm lẻ nên việc nhóm từng cặp giao điểm kế tiếp sẽ không chính xác.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

9

Tô màu dựa theo dòng quét

–Cần phải xây dựng cấu trúc dữ liệu phù hợp

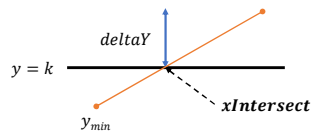
- Các cạnh của đa giác (Edge Table – ET)
- Các cạnh kích hoạt (Active Edge Table – AET)

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

10

Các cạnh của đa giác



Dòng quét k chỉ cắt cạnh đa giác khi và chỉ khi:

$$\begin{cases} k \geq y_{min} \\ \text{deltaY} > 0 \end{cases}$$

–Mỗi cạnh lưu trữ thông tin sau:

- y_{min} : tung độ nhỏ nhất giữa 2 đỉnh đầu và cuối
- $xIntersect$: hoành độ giao điểm của cạnh với dòng quét đang xét.
- $DxPerScan$: $1/m$
- deltaY : khoảng cách từ dòng quét đang xét đến y_{max}

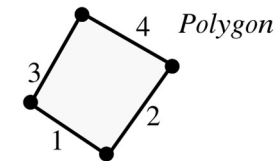
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

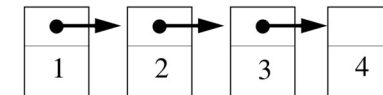
11

Các cạnh của đa giác

- Danh sách các cạnh (Edge Table – ET): các cạnh được sắp tăng dần theo tung độ y_{min} .



Edge Table

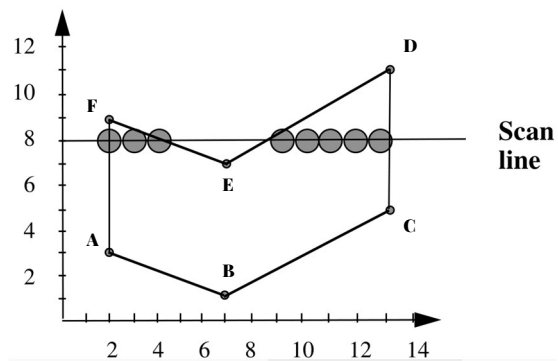


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

12

Các cạnh của đa giác

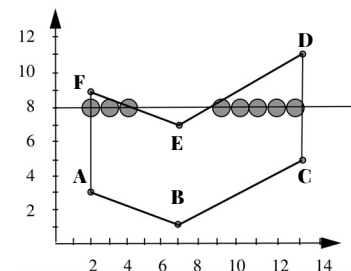


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

13

Các cạnh đa giác



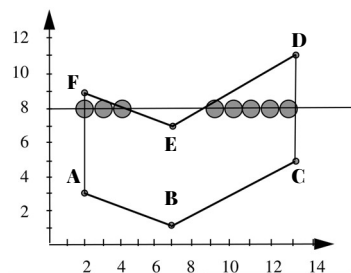
Cạnh	y_{max}	y_{min}	x of y_{min}	$1/m$
AB				
BC				
CD				
DE				
EF				
FA				

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

14

Các cạnh đa giác



Cạnh	y_{max}	y_{min}	x of y_{min}	$1/m$
AB	3	1	7	-5/2
BC	5	1	7	6/4
CD	11	5	13	0
DE	11	7	7	6/4
EF	9	7	7	-5/2
FA	9	3	2	0

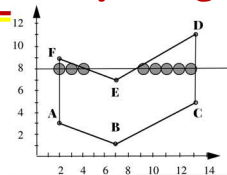
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

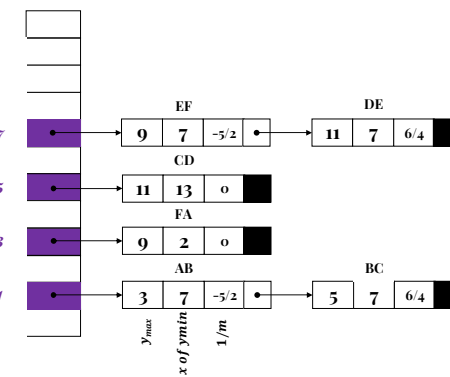
15

Các cạnh đa giác

- Sắp xếp tăng dần theo y_{min}



Cạnh	y_{max}	y_{min}	x of y_{min}	$1/m$
AB	3	1	7	-5/2
BC	5	1	7	6/4
FA	9	3	2	0
CD	11	5	13	0
EF	9	7	7	-5/2
DE	11	7	7	6/4



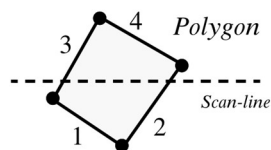
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

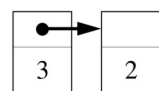
16

Các cạnh kích hoạt

–Danh sách các cạnh kích hoạt (Active Edge Table – AET):
chứa các cạnh cắt dòng quét hiện tại và sắp tăng dần theo
hoành độ x của các giao điểm (từ trái qua phải của dòng
quét).



Active Edge Table

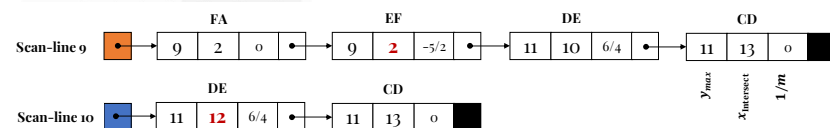
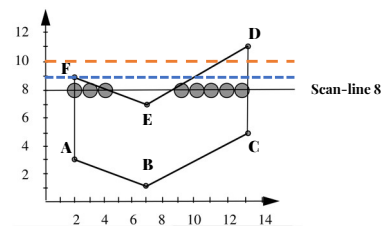


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

17

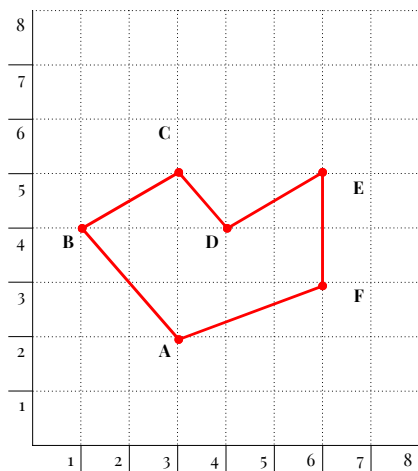
Các cạnh kích hoạt



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

18

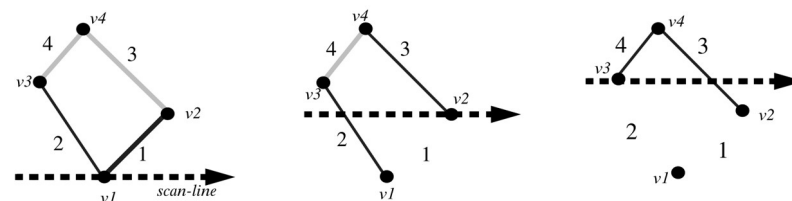


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

19

Tô màu dựa theo dòng quét

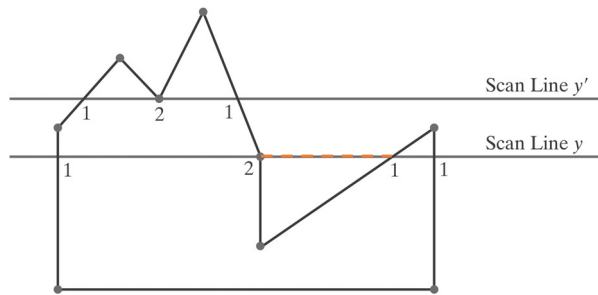


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

20

Xác định giao điểm



Các giao điểm của 2 dòng quét và các cạnh của đa giác.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

21

Xác định giao điểm

- TH1: Dòng quét trùng với cạnh nằm ngang, duyệt cạnh tiếp theo.
- TH2: Dòng quét giao với đỉnh của cạnh. Kiểm tra hướng hai cạnh để đếm số giao điểm.
- TH3: Dòng quét cắt một cạnh, cần xác định tọa độ của giao điểm.

2021

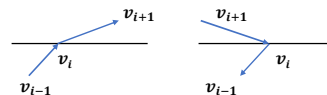
Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

22

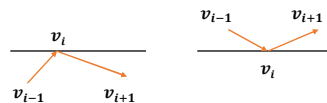
Xác định giao điểm

–Trường hợp dòng quét giao với đỉnh của cạnh

- Tính một giao điểm nếu chiều của hai cạnh kề của đỉnh đó có xu hướng tăng hay giảm.



- Tính hai giao điểm nếu chiều của hai cạnh kề của đỉnh đó có xu hướng thay đổi, nghĩa là tăng-giảm hay giảm-tăng.



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

23

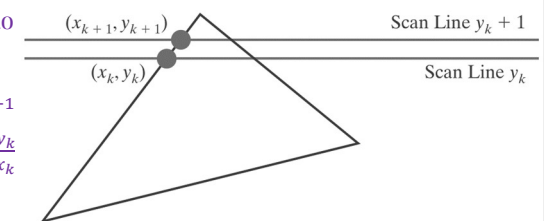
Xác định giao điểm

- Gọi x_k, x_{k+1} là hoành độ giao điểm của một cạnh nào đó với các dòng quét y_k và y_{k+1}

- Ta có, hệ số góc $m = \frac{y_{k+1} - y_k}{x_{k+1} - x_k}$

- Ta lại có, $y_{k+1} - y_k = 1$

$$x_{k+1} = x_k + \frac{1}{m}$$



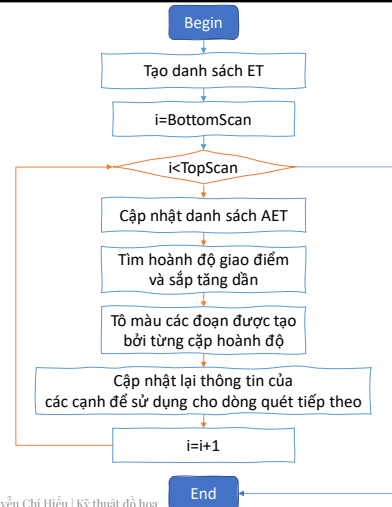
Hai dòng quét liên tiếp cắt một cạnh của tam giác.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

24

Tô màu dựa theo dòng quét



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

25

Tô màu dựa theo dòng quét

- Thêm cạnh vào ET và sắp tăng dần theo y_{min} . Đưa dòng quét đến cạnh có y_{min} nhỏ nhất.
- Khởi tạo AET rỗng
- Lặp khi ET và AET rỗng:
 - Di chuyển từ ET sang AET những cạnh có $y_{min} = y_{scanline}$
 - Loại bỏ khỏi AET những cạnh mà $y_{scanline} = y_{max}$, sau đó sắp xếp AET dựa trên hoành độ x của giao điểm ($x - intersect$).
 - Tô màu các pixel trên dòng quét dựa trên từng cặp giao điểm từ AET
 - Tăng $y_{scanline}$ lên một pixel
 - Đối với các cạnh trong AET, hãy cập nhật $x - intersect$ cho $y_{scanline}$ mới.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

26

Tô màu dựa theo đường biên

- Phương pháp tô màu dựa theo đường biên/lân cận
 - Đường biên vùng tô được xác định bởi tập các đỉnh của một đa giác.
 - Các điểm thuộc đường biên được tô bằng một màu duy nhất.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

27

Tô màu dựa theo đường biên

- Ý tưởng
 - Bắt đầu tại 1 điểm bất kỳ trong vùng tô.
 - Nếu các điểm đang xét khác màu cần tô và màu đường biên
 - Tô màu điểm đó
 - Quá trình này được tiếp tục thực hiện với 4 điểm lân cận cho tới khi nào không còn tô được điểm nào nữa thì dừng.

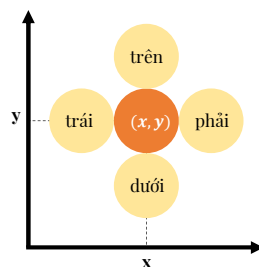
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

28

Tô màu dựa theo đường biên

–Lân cận 4



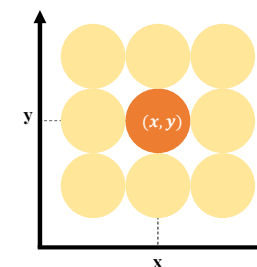
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

29

Tô màu dựa theo đường biên

–Lân cận 8



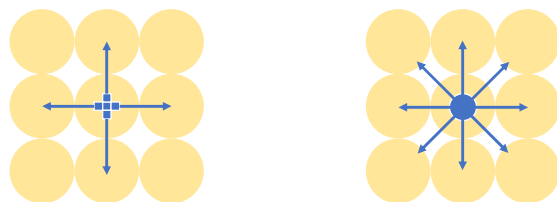
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

30

Tô màu dựa theo đường biên

–Chọn lân cận 4 hay lân cận 8?

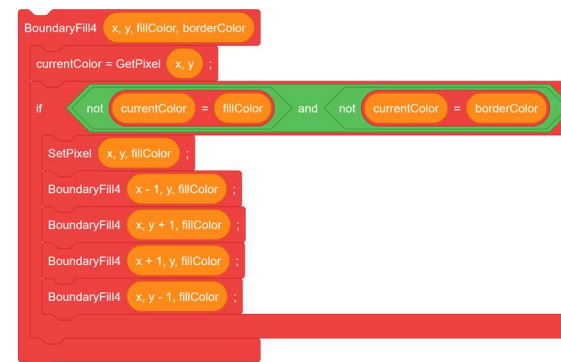


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

31

Tô màu dựa theo đường biên



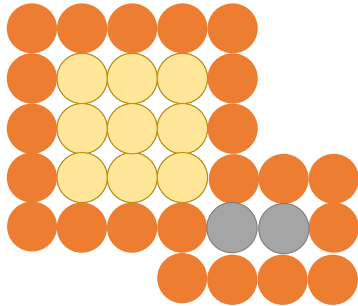
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

32

Tô màu dựa theo đường biên

1. Left
2. Top
3. Right
4. Bottom



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

33

Tô màu dựa theo đường biên

–Nhận xét:

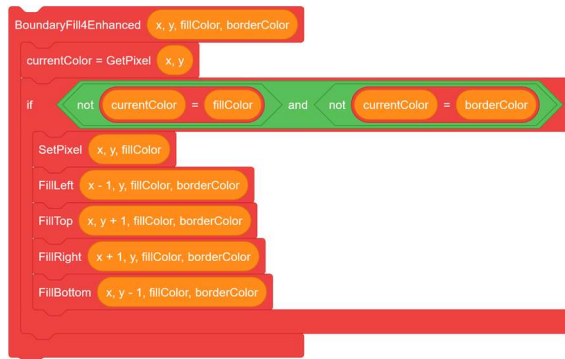
- Trong thuật toán, hàm đệ quy được gọi lần lượt theo 4 hướng tương ứng với 4 điểm lân cận. Tuy nhiên, thuật toán không quan tâm điểm các điểm đó được tô ở bước trước hay chưa.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

34

Tô màu dựa theo đường biên

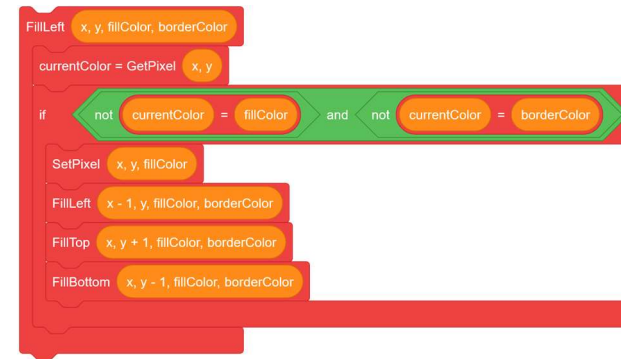


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

35

Tô màu dựa theo đường biên



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

36

Tô màu dựa theo đường biên

–Nhận xét:

- Các thuật toán này có tính đệ quy, do đó khi cài đặt thường gây lỗi tràn vùng nhớ khi vùng tô lớn.
- Có thể sử dụng cấu trúc ngăn xếp để khử đệ quy.

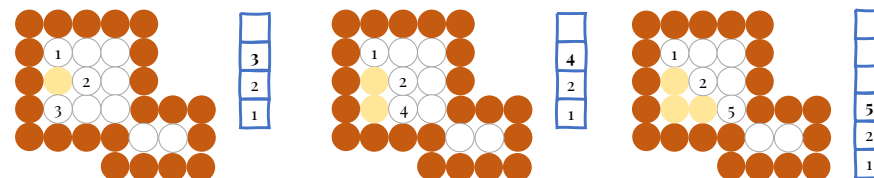
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

37

Tô màu dựa theo đường biên

–Sử dụng cấu trúc ngăn xếp lưu các điểm lân cận

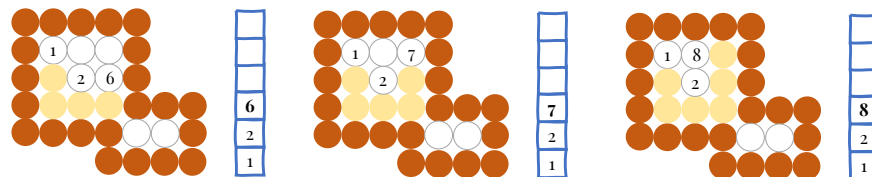


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

38

Tô màu dựa theo đường biên

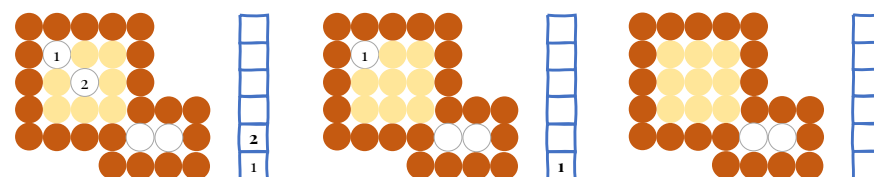


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

39

Tô màu dựa theo đường biên



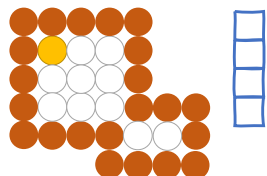
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

40

Tô màu dựa theo đường biên

– Sử dụng cấu trúc ngăn xếp lưu các điểm lân cận



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

41

Tô màu dựa theo đường biên

– Cải tiến thuật toán

– Khởi tạo một điểm nằm trong vùng tô

– Tô màu từ trái-phải và ngược lại cho đến khi đụng biên.

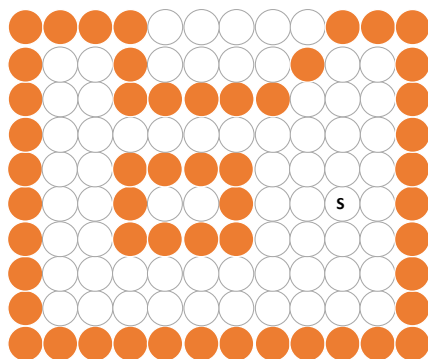
– Tìm các điểm trên và dưới dòng quét có hoành độ gần biên nhất và chưa được tô. Sau đó, lưu các điểm này vào ngăn xếp.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

42

Tô màu dựa theo đường biên

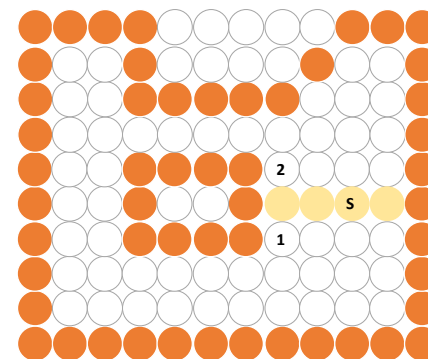


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

43

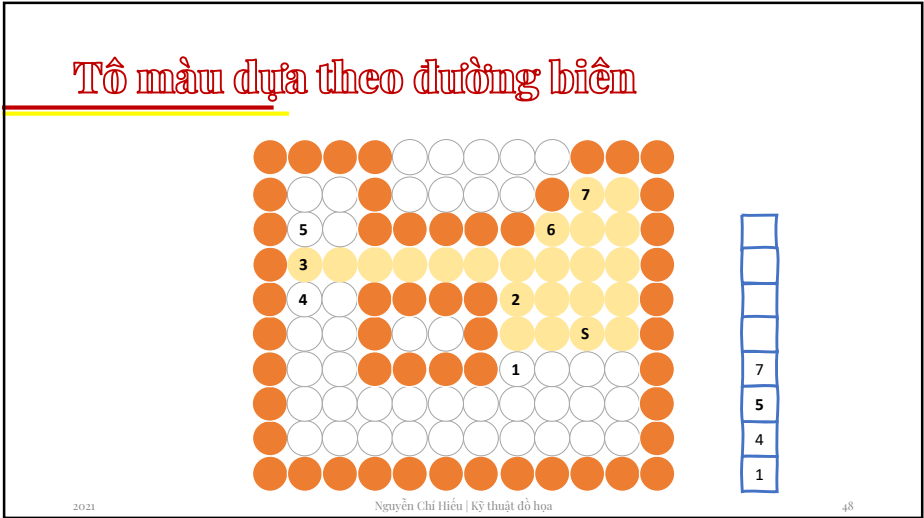
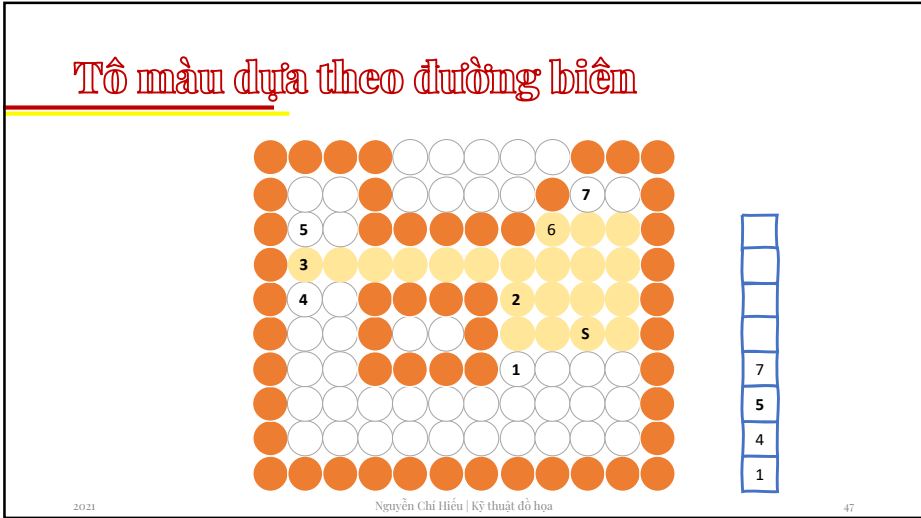
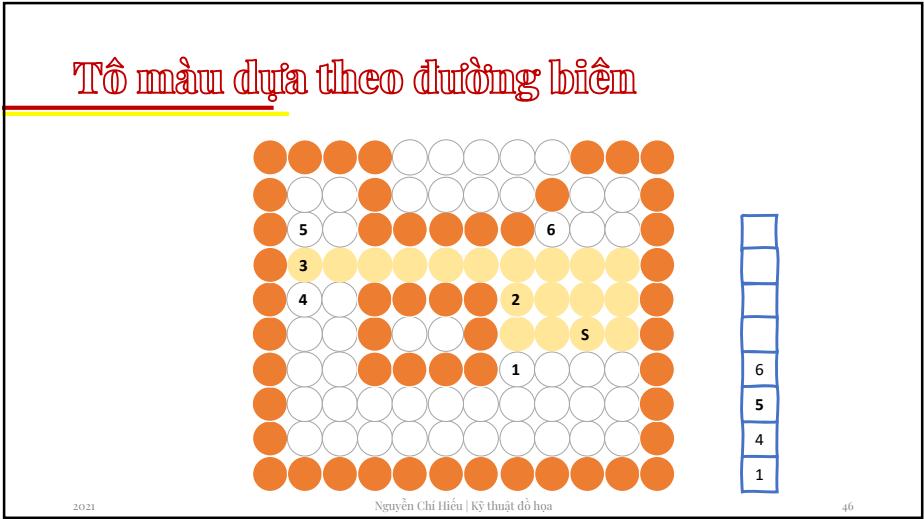
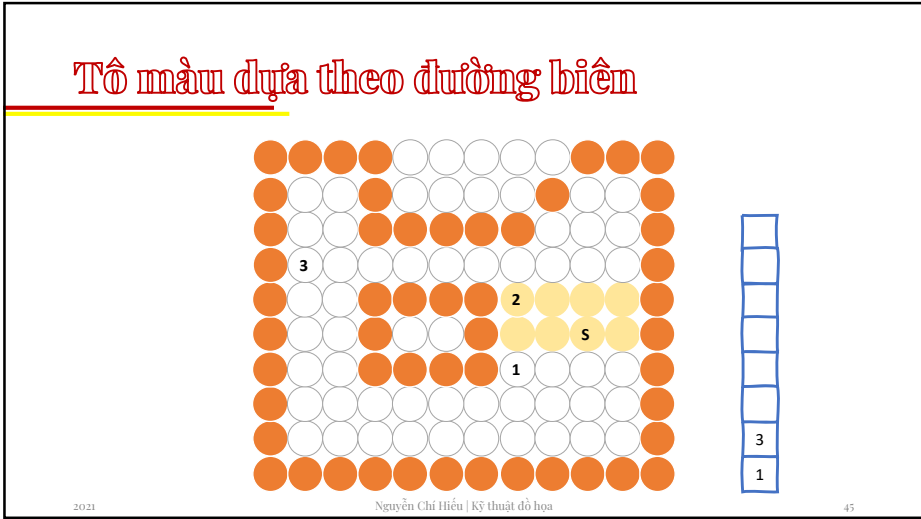
Tô màu dựa theo đường biên

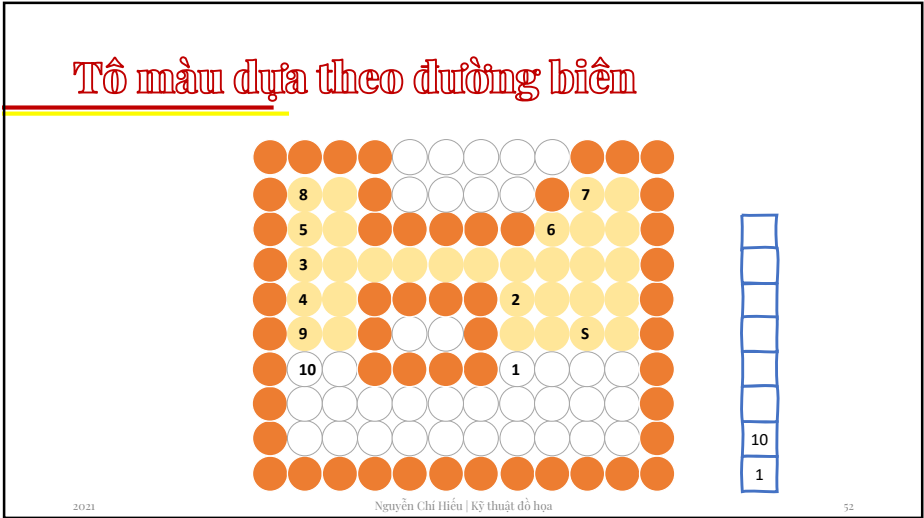
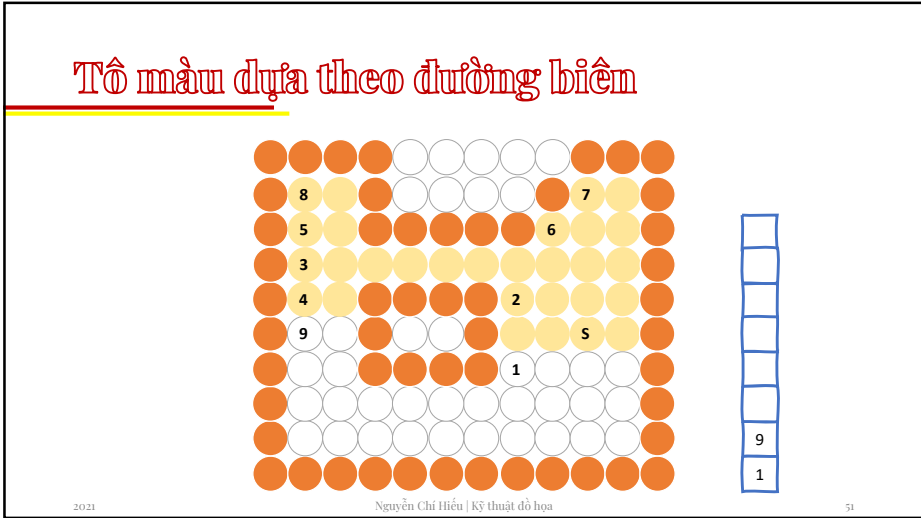
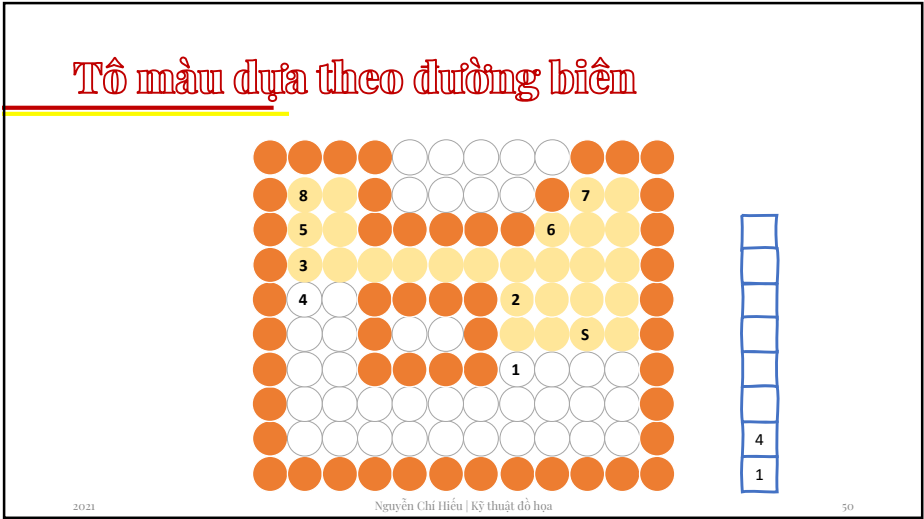
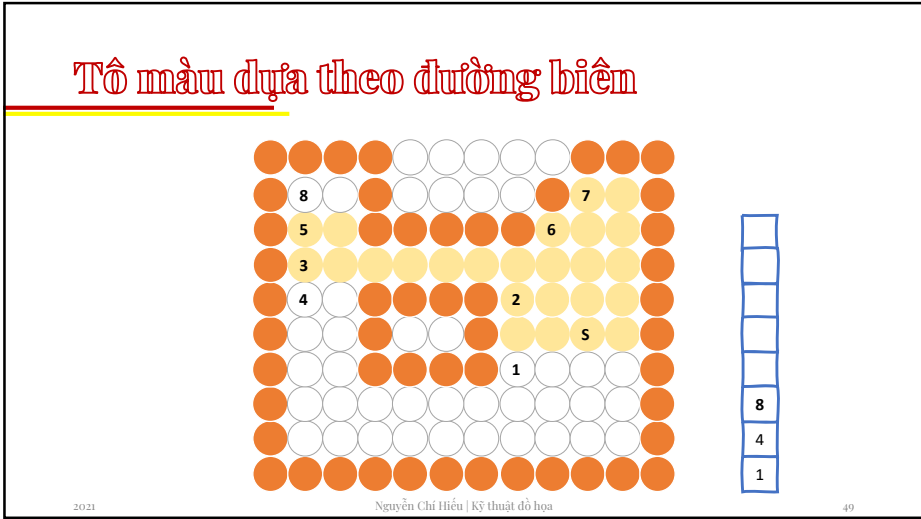


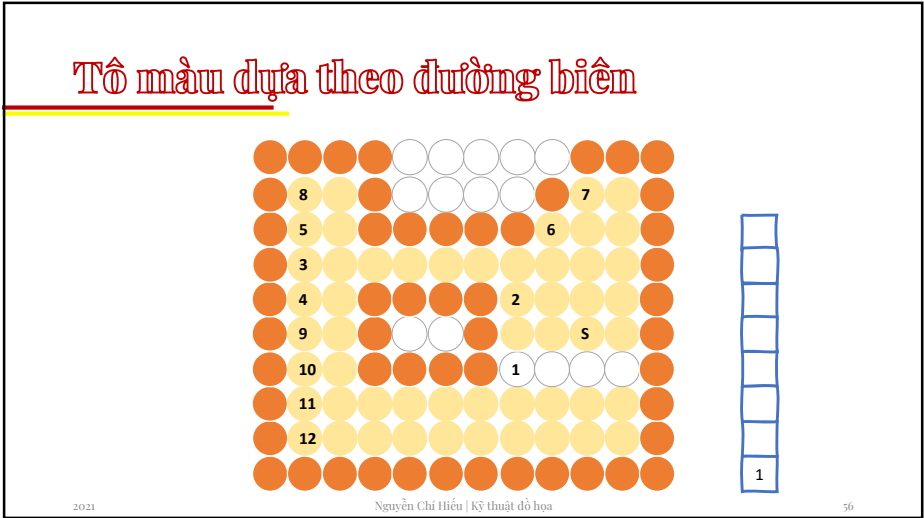
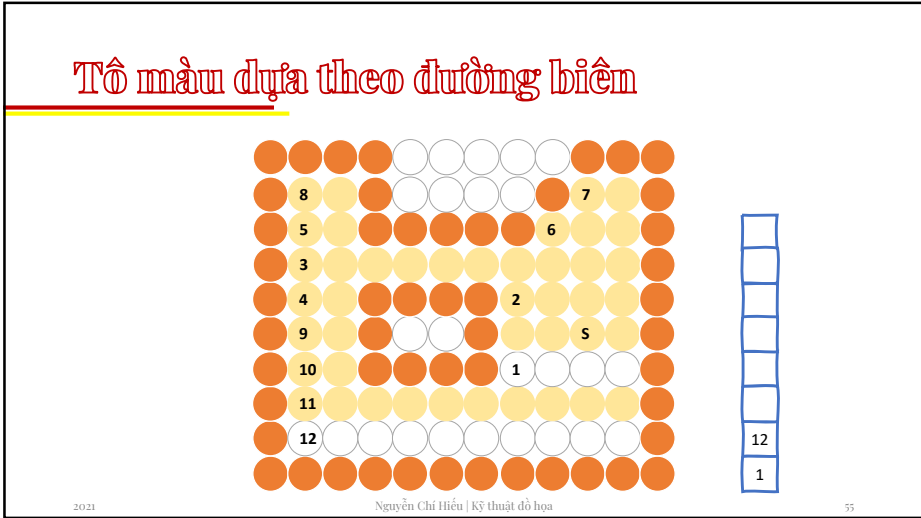
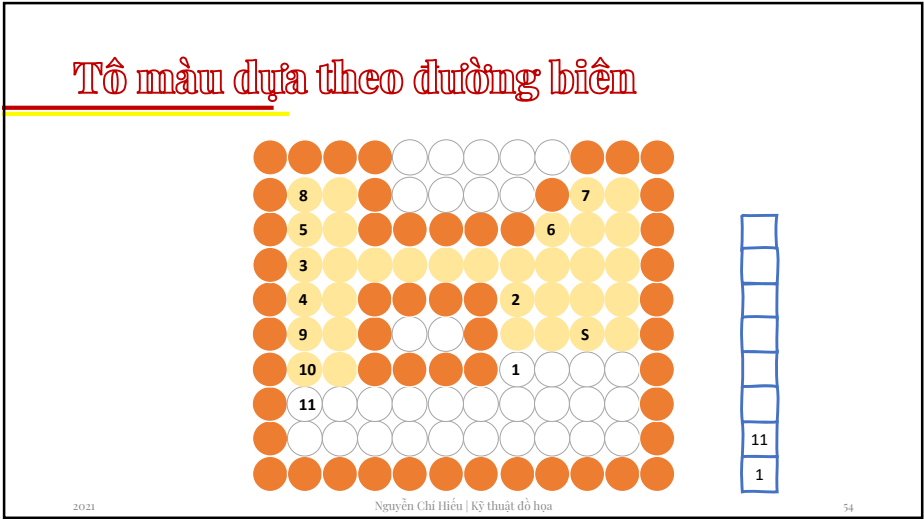
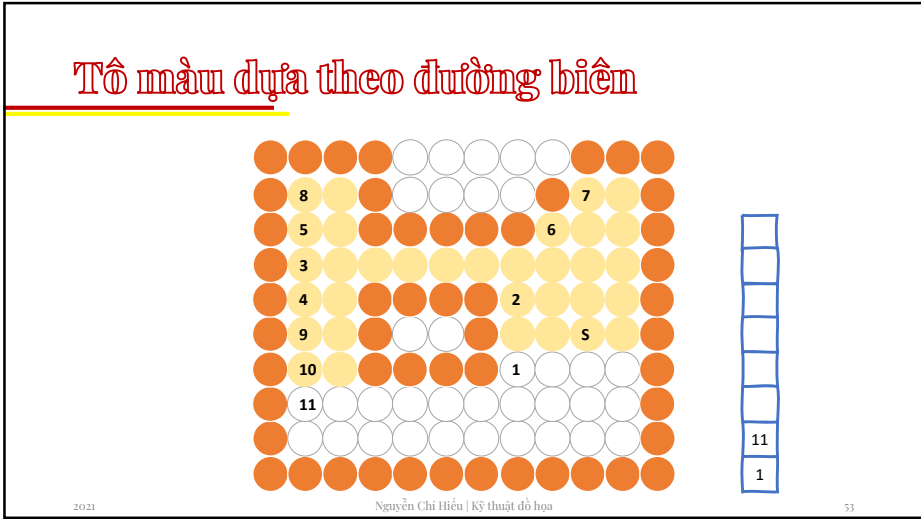
2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

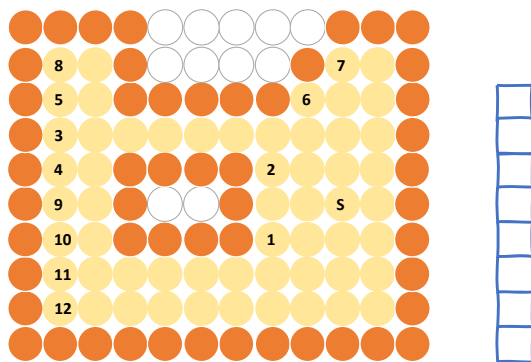
44







Tô màu dựa theo đường biên



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

57

Tô màu theo phương pháp loang

Vấn đề tô màu vùng tô có đường biên gồm nhiều màu sắc khác nhau.

– Ý tưởng

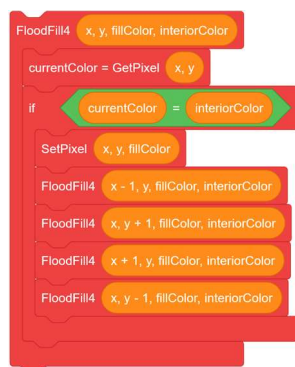
- Bắt đầu tại 1 điểm bất kỳ trong vùng tô (*interior point*).
- Nếu màu điểm đang xét trùng với màu bên trong vùng tô (*màu cũ*)
 - Tô màu *mới* cho điểm đó
- Quá trình này được tiếp tục thực hiện với 4 điểm lân cận cho tới khi nào không còn tô được điểm nào nữa thì dừng.

2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

58

Tô màu theo phương pháp loang

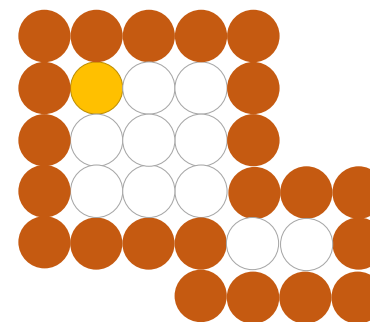


2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

59

Tô màu theo phương pháp loang



2021

Nguyễn Chí Hiếu | Kỹ thuật đồ họa

60

Tài liệu tham khảo

1. Hoàng Kiếm, Dương Anh Đức, Vũ Hải Quân, Lê Đình Duy. *Giáo trình Đồ họa máy tính*. NXB ĐH Quốc gia TP Hồ Chí Minh, 2005.
2. Donald Hearn, M. Baker, Warren Carithers. *Computer Graphics with Open GL, 4th Edition*. Pearson, 2010.
3. Edward Angel, Dave Shreiner. *Interactive Computer Graphics A Top-Down Approach With Shader-Based OpenGL*, 6th Editionn. Pearson, 2011.