Modelagem

Estruturas de dados para armazenamento de modelos.

Computação Gráfica, ICMC USP.
Rodrigo Minoru Tamagusku
NUSP 10133498

Sumário

- Malha Poligonal.
- Estruturas de dados para modelagem.

Winged-edge

Half-Edge

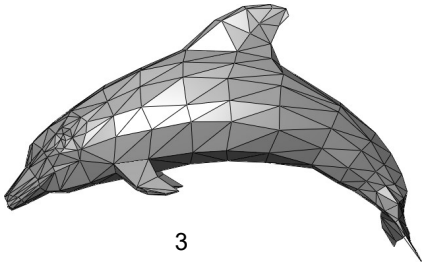
Corner Table

Malha Poligonal

- Definição: Uma malha poligonal é uma coleção de faces, vértices e arestas que definem um objeto 3D. Essas faces tem a forma de algum polígono.

Geralmente triângulos ou quadriláteros, mas podem ser de outros também.

O intuito é facilitar o rendering.



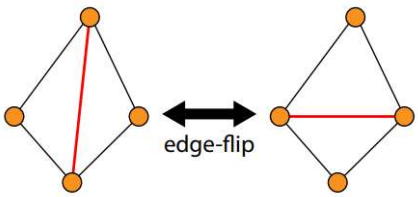
Estruturas de dados

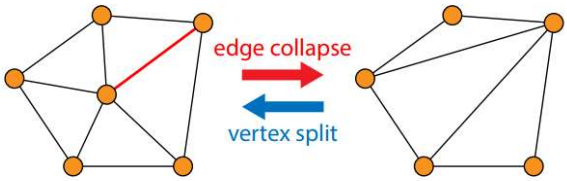
- O que se deve ser possível de fazer?

Rendering;

Responder consultas;

Realizar modificações, como remoção e adição de vértices/faces.





Estruturas de dados

- O que se deve ser armazenado?

Geometria: Coordenadas 3D;

Atributos: Normal, cor, coordenada da textura;

Topologia: Conectividade.

Estruturas de dados

- O que faz uma boa estrutura de dados?

Tempo para ser construída(pré-processamento);

Tempo para responder uma consulta;

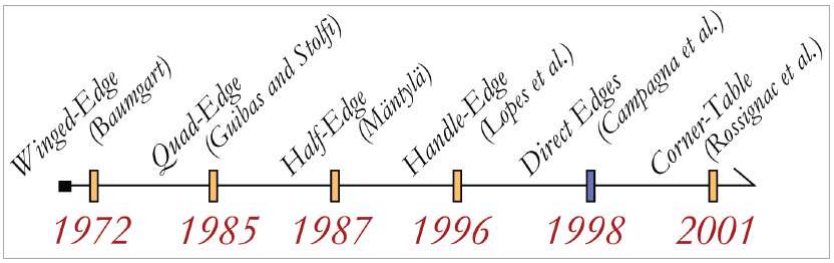
Tempo para realizar uma ação;

Complexidade de espaço;

Redundância.

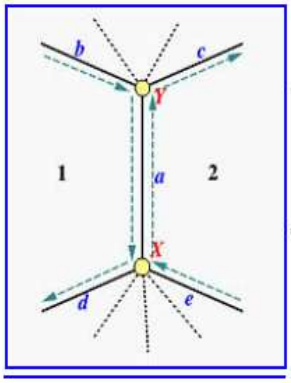
Estrutura de dados

Linha do tempo



Winged-edge

Baseado em arestas

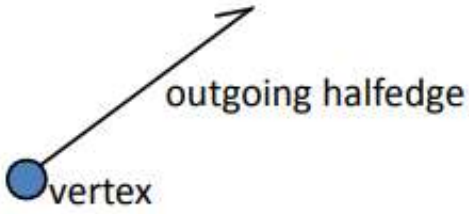


Edge	Vertices		Faces		Left Traverse		Right Traverse	
Name	Start	End	Left	Right	Pred	Succ	Pred	Succ
a	X	Y	1	2	b	d	e	c

Definição: Half-edge

Uma half-edge é uma aresta dotada de uma orientação induzida por um de seus triângulos incidentes.

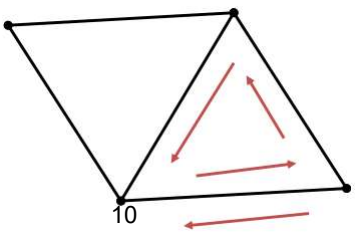
Half-edge, traduzido como “meia-aresta”. Edge traduzido como beira/bordo também.



Half-edge

Utiliza três estruturas de dados:

- Vértice
- Half-edge
- Face

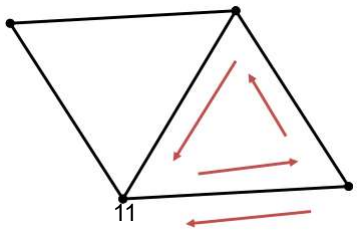


Half-edge

Utiliza três estruturas de dados:

- Vértice

Um ponteiro para uma half-edge com origem no vértice.



Half-edge

Utiliza três estruturas de dados:

- Half-edge

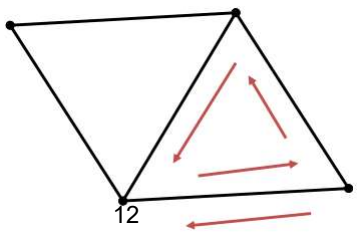
Um ponteiro para a half-edge seguinte na face;

Um ponteiro para a half-edge anterior na face;

Um ponteiro para a half-edge oposta(twin);

Um ponteiro para o vértice de origem;

Um ponteiro para a face.

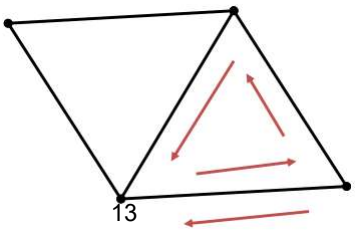


Half-edge

Utiliza três estruturas de dados:

- Face

Um ponteiro para uma de suas half-edges.

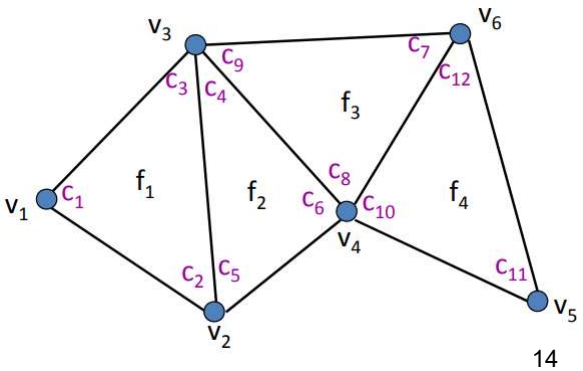


13

Corner Table

- Corner: É um vértice com um de seus triângulos incidentes.

Seria como cada ângulo interno de cada face.

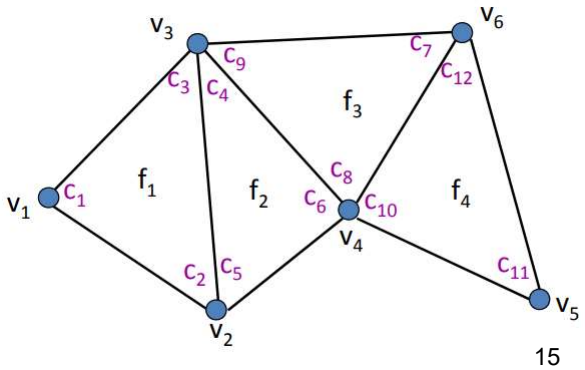


14

Corner Table

c	c.v	c.t	c.n	c.p	c.o	c.r	c.l
C1							

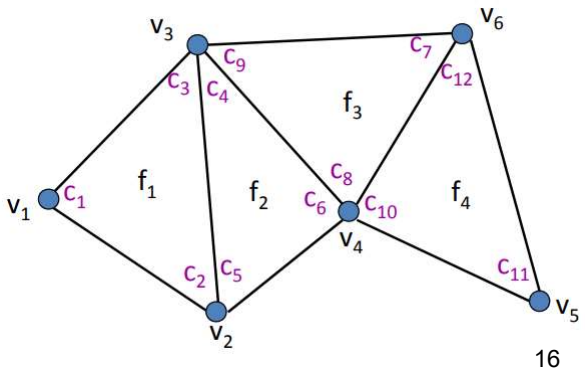
- Mudaremos a notação.



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1							

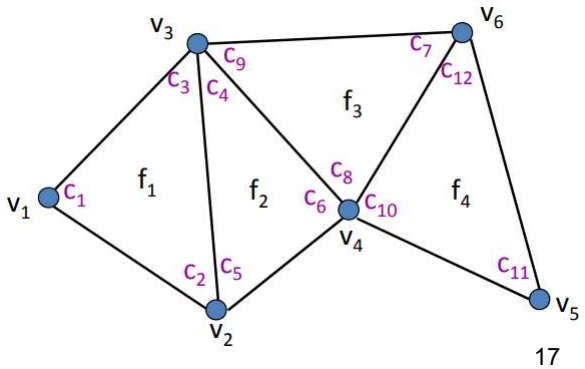
- Começamos analisando C1.



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	?						

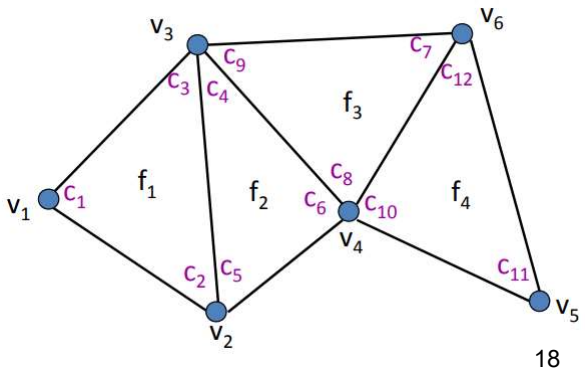
Qual é o vértice de C1?



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	?					

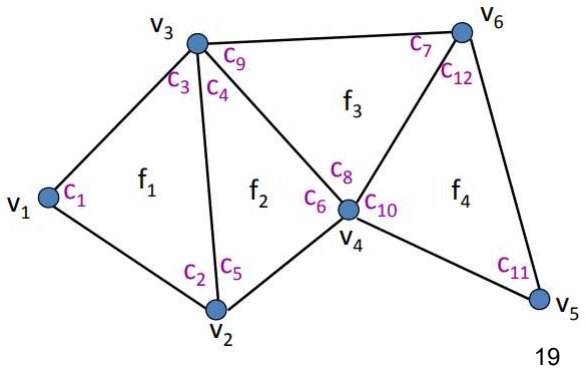
Qual é a face de C1?



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	?				

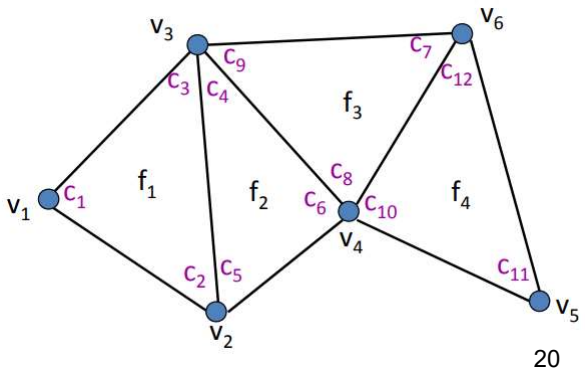
Qual é o próximo canto de C1? 1º ↻



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	?			

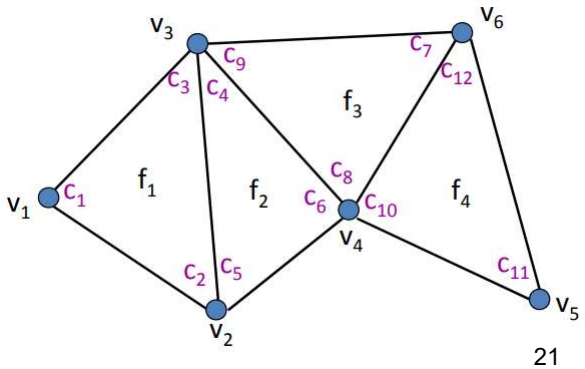
Qual é o canto anterior de C1? 1º ↺



Corner Table

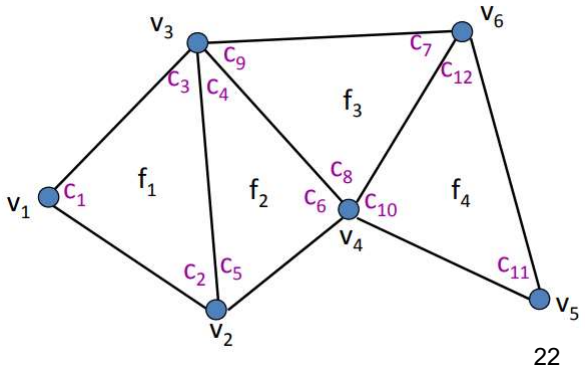
Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	?		

Qual é o canto oposto de C1?



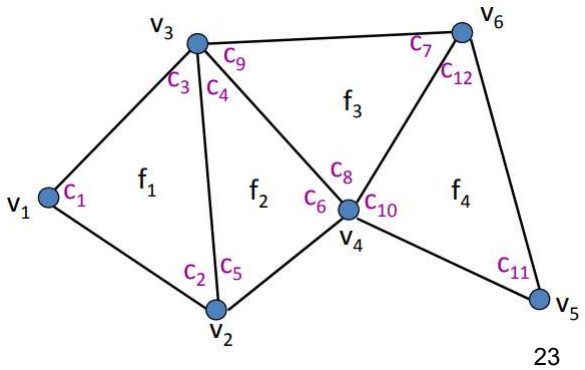
O que é o canto oposto?

- Identifique a aresta oposta, que não incida em C1.



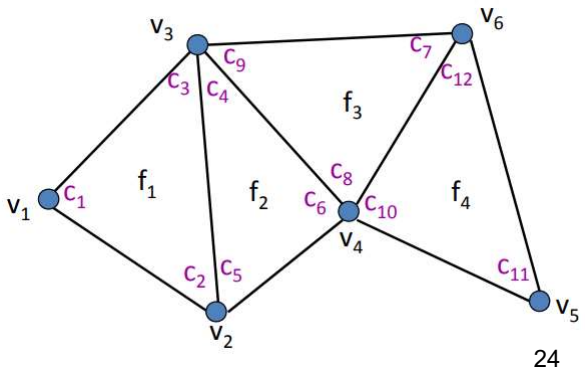
O que é o canto oposto?

- Identifique a aresta oposta, que não incida em C1.(Entre V2 e V3).
- Identifique a outra face relativa a essa aresta.



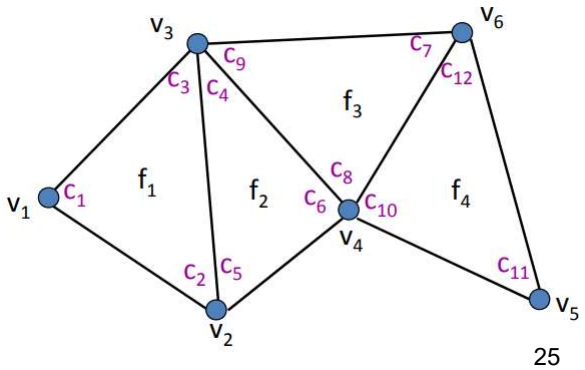
O que é o canto oposto?

- Identifique a aresta oposta, que não incida em C1.(R: Entre V2 e V3).
- Identifique a outra face relativa a essa aresta.(R: f2)
- Identifique o vértice oposto à aresta na face identificada, que não incida em C1.



O que é o canto oposto?

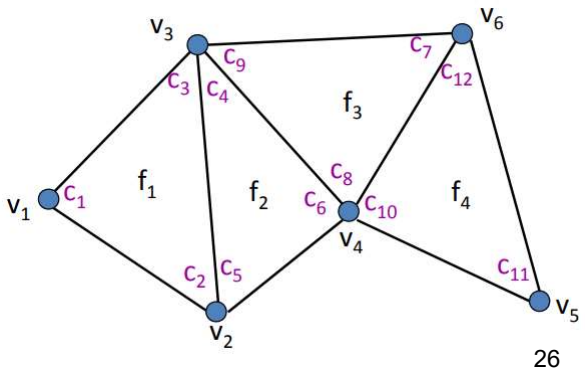
- Identifique a aresta oposta, que não incida em C1.(R: Entre V2 e V3).
- Identifique a outra face relativa a essa aresta.(R: f2)
- Identifique o vértice oposto à aresta na face identificada, que não incida em C1. (R:C6)



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	?	

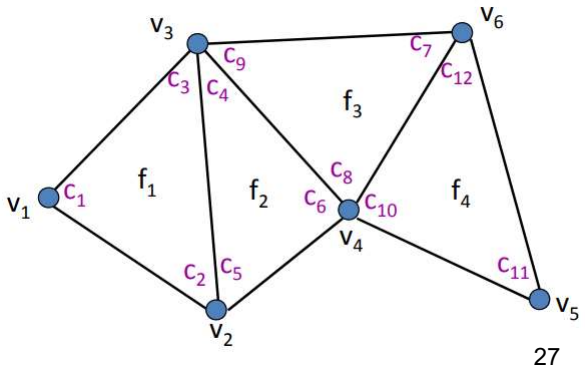
Qual é o canto direito de C1?



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	?	

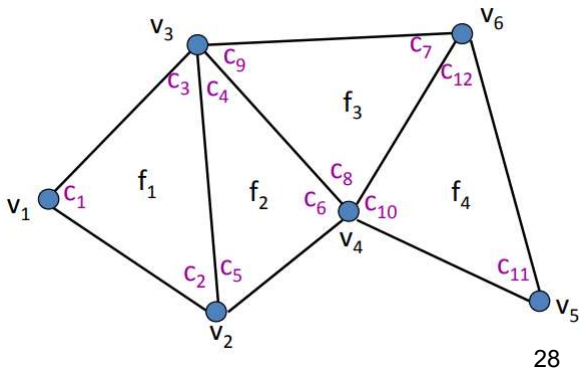
Aplicar o processor de achar “oposto” no próximo de C1.



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	?

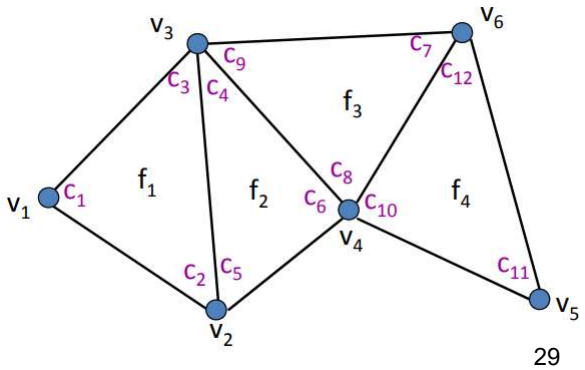
Qual é o canto esquerdo de C1?



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	?

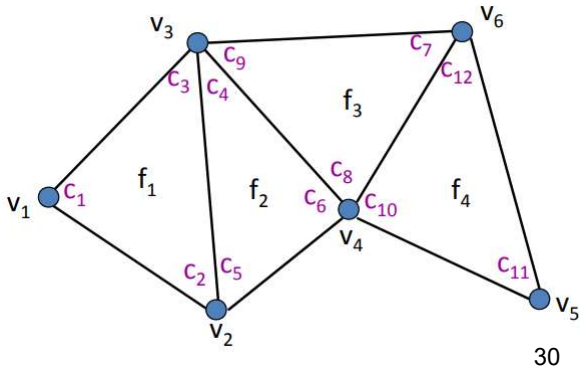
Mesma lógica, é o oposto do anterior do C1.



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL

Avaliação de C1 completo. Falta os outros 11 cantos.



Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL
C2							
C3							
C4							
C5							
C6							
C7							
C8							
C9							
C10							
C11							
C12							

Corner Table

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL
C2	V2	F1	C3	C1	NULL	NULL	C6
C3	V3	F1	C1	C2	NULL	C6	NULL
C4	V3	F2	C5	C6	NULL	C7	C1
C5	V2	F2	C6	C4	C7	C1	NULL
C6	V4	F2	C4	C5	C1	NULL	C7
C7	V6	F3	C9	C8	C5	C11	NULL
C8	V4	F3	C7	C9	NULL	C5	C11
C9	V3	F3	C8	C7	C11	NULL	C5
C10	V4	F4	C11	C12	NULL	C9	NULL
C11	V5	F4	C12	C10	C9	NULL	NULL
C12	V6	F4	C10	C11	NULL	NULL	C9

Corner Table

- Restrição de enumeração dos cantos:

Para uma face i: (i*3)-2, (i*3)-1 e i*3 são seus vértices.

Corner Table

- Quais são os vértices da face 3?

Corner Table

- Quais são os vértices da face 3?

Checar o padrão: Cantos 3*3-2, 3*3-1, 3*3, que são 7, 8 e 9.

Corner Table

- Quais são os vértices da face 3?

Checar o padrão: Cantos 3*3-2, 3*3-1, 3*3, que são 7, 8 e 9.

Para esses cantos, checar qual o vértice correspondente.

Quais são os vértice da face 3?

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL
C2	V2	F1	C3	C1	NULL	NULL	C6
C3	V3	F1	C1	C2	NULL	C6	NULL
C4	V3	F2	C5	C6	NULL	C7	C1
C5	V2	F2	C6	C4	C7	C1	NULL
C6	V4	F2	C4	C5	C1	NULL	C7
C7	V6	F3	C9	C8	C5	C11	NULL
C8	V4	F3	C7	C9	NULL	C5	C11
C9	V3	F3	C8	C7	C11	NULL	C5
C10	V4	F4	C11	C12	NULL	C9	NULL
C11	V5	F4	C12	C10	C9	NULL	NULL
C12	V6	F4	C10	C11	NULL	NULL	C9

Corner Table

- Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Corner Table

- Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Percorra a lista procurando os cantos que tenham vértice 2.

Corner Table

- Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Percorra a lista procurando os cantos que tenham vértice 2.

Para cada um desses cantos, cheque os seu anterior e próximo.

Corner Table

- Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Percorra a lista procurando os cantos que tenham vértice 2.

Para cada um desses cantos, cheque os seu anterior e próximo.

Para cada um desses cantos próximos e anteriores, verifique se seu vértice é 6.

Corner Table

- Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Percorra a lista procurando os cantos que tenham vértice 2.

Para cada um desses cantos, cheque os seu anterior e próximo.

Para cada um desses cantos próximos e anteriores, verifique se seu vértice é 6.

Caso seja para algum, a resposta é sim.

Corner Table

- Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Percorra a lista procurando os cantos que tenham vértice 2.

Para cada um desses cantos, cheque os seu anterior e próximo.

Para cada um desses cantos próximos e anteriores, verifique se seu vértice é 6.

Caso seja para algum, a resposta é sim.

Caso contrário, a resposta é não.

Os vértices 2 e 6 são adjacentes?

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL
C2	V2	F1	C3	C1	NULL	NULL	C6
C3	V3	F1	C1	C2	NULL	C6	NULL
C4	V3	F2	C5	C6	NULL	C7	C1
C5	V2	F2	C6	C4	C7	C1	NULL
C6	V4	F2	C4	C5	C1	NULL	C7
C7	V6	F3	C9	C8	C5	C11	NULL
C8	V4	F3	C7	C9	NULL	C5	C11
C9	V3	F3	C8	C7	C11	NULL	C5
C10	V4	F4	C11	C12	NULL	C9	NULL
C11	V5	F4	C12	C10	C9	NULL	NULL
C12	V6	F4	C10	C11	NULL	NULL	C9

Corner Table

- Quais são as faces adjacentes ao vértice 3?

Corner Table

- Quais são as faces adjacentes ao vértice 3?

Verifique para cada canto na tabela se o índice de seu vértice é 3.

Corner Table

- Quais são as faces adjacentes ao vértice 3?

Verifique para cada canto na tabela se o índice de seu vértice é 3.

Liste as respectivas faces caso afirmativo.

Quais são as faces adjacentes ao vértice 3?

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL
C2	V2	F1	C3	C1	NULL	NULL	C6
C3	V3	F1	C1	C2	NULL	C6	NULL
C4	V3	F2	C5	C6	NULL	C7	C1
C5	V2	F2	C6	C4	C7	C1	NULL
C6	V4	F2	C4	C5	C1	NULL	C7
C7	V6	F3	C9	C8	C5	C11	NULL
C8	V4	F3	C7	C9	NULL	C5	C11
C9	V3	F3	C8	C7	C11	NULL	C5
C10	V4	F4	C11	C12	NULL	C9	NULL
C11	V5	F4	C12	C10	C9	NULL	NULL
C12	V6	F4	C10	C11	NULL	NULL	C9

Corner Table

- Quais são os “vizinhos de 1-anel” do vértice 4?

Seria cada vértice que compartilha uma face adjacente com V4.

Corner Table

- Quais são os “vizinhos de 1-anel” do vértice 4?

Seria cada vértice que compartilha uma face adjacente com V4.

Verifique os cantos do vértice 4. Esses seriam 6, 8 e 10.

Corner Table

- Quais são os “vizinhos de 1-anel” do vértice 4?

Seria cada vértice que compartilha uma face adjacente com V4.

Verifique os cantos do vértice 4. Esses seriam 6, 8 e 10.

Para cada um deles, verifique seu canto próximo e anterior, e então para seus vértices.

Corner Table

- Quais são os “vizinhos de 1-anel” do vértice 4?

Seria cada vértice que compartilha uma face adjacente com V4.

Verifique os cantos do vértice 4. Esses seriam 6, 8 e 10.

Para cada um deles, verifique seu canto próximo e anterior, e então para seus vértices.

Desconsidere os repetidos.

Qual é os vizinhos 1-anel do vértice 4?

Canto	Vértice	Triângulo	Próximo	Anterior	Oposto	Direita	Esquerda
C1	V1	F1	C2	C3	C6	NULL	NULL
C2	V2	F1	C3	C1	NULL	NULL	C6
C3	V3	F1	C1	C2	NULL	C6	NULL
C4	V3	F2	C5	C6	NULL	C7	C1
C5	V2	F2	C6	C4	C7	C1	NULL
C6	V4	F2	C4	C5	C1	NULL	C7
C7	V6	F3	C9	C8	C5	C11	NULL
C8	V4	F3	C7	C9	NULL	C5	C11
C9	V3	F3	C8	C7	C11	NULL	C5
C10	V4	F4	C11	C12	NULL	C9	NULL
C11	V5	F4	C12	C10	C9	NULL	NULL
C12	V6	F4	C10	C11	NULL	NULL	C9

Corner Table

- Vantagens:

Todas consultas possuem ordem 1.

Maioria das operações possuem ordem 1.

Conveniente para renderização.

- Desvantagens:

Apenas para malhas triangulares.

Redundância.

Referências

- Wikipedia de Malhas poligonais: https://en.wikipedia.org/wiki/Polygon_mesh
- Mesh Data Structures: http://graphics.stanford.edu/courses/cs468-12-spring/LectureSlides/02_Mesh_Data_Structures.pdf
- IC da UFF, Tópicos Avançados em Computação Visual e Interfaces I do Prof. Marcos Lage: http://www2.ic.uff.br/~anselmo/cursos/ProcGeom/slides/parte%2004%20-%20Estruturas.pdf
- Geração de Malhas: Poligonalização e Estrutura de dados, Afonso Paiva: http://conteudo.icmc.usp.br/pessoas/apneto/cursos/2013/sme5827/aula_05.pdf