



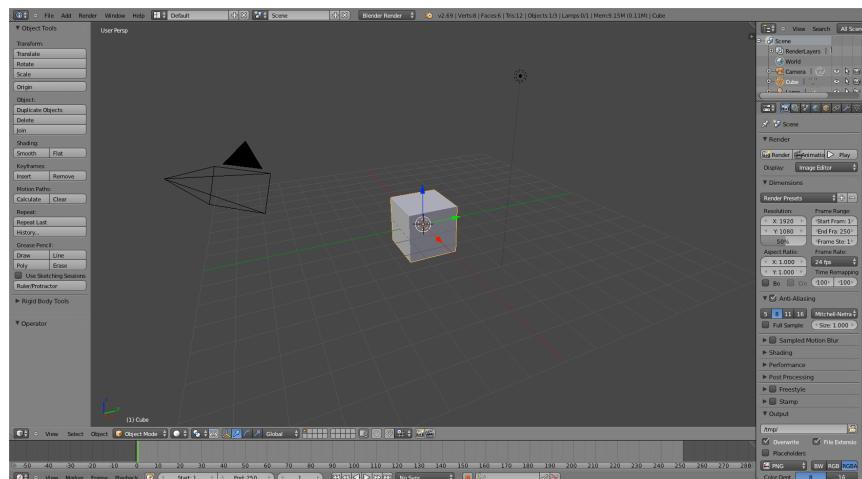
Fundação CECIERJ - Vice Presidência de Educação Superior a Distância
Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação
Disciplina: Computação Gráfica
AD1 - 2º semestre de 2015.

1) Descreva uma ferramenta utilizada em Computação Gráfica de sua escolha (1.0 ponto)

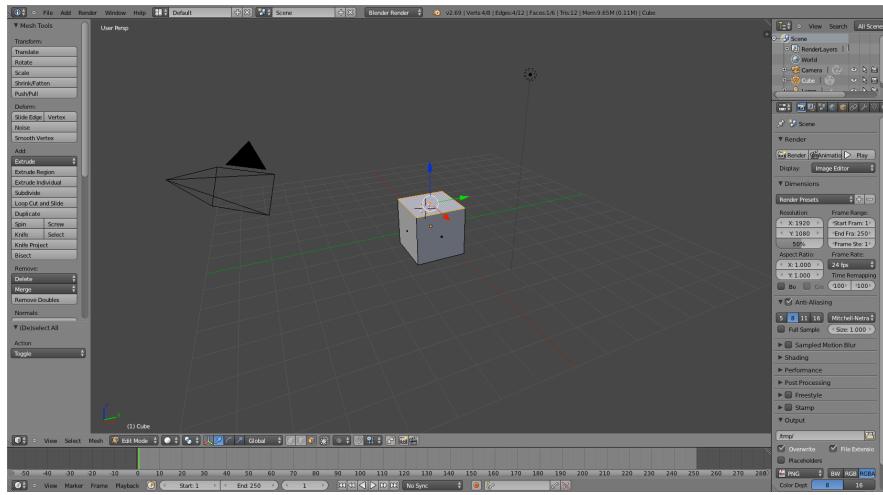
Uma das ferramentas mais usadas em computação gráfica é o software de modelagem Blender. Na verdade, o software Blender evoluiu a tal ponto de ser também um GameEngine, uma ferramenta para criação de jogos, mas seu objetivo inicial é modelagem geométrica e renderização dos modelos. No Blender é possível identificar inúmeros objetos gráficos e técnicas vistas normalmente em um curso de computação gráfica. Nele podemos criar primitivas sólidas cubos, cilindros, mas também curvas e superfícies que incluem malhas além de curvas e superfícies geradas por funções suaves como as B-Splines, Nurbz e curvas de Bézier. Várias técnicas de modelagem estão disponíveis como, por exemplo, extrusão, além de diferentes formas de transformação geométrica de objetos incluindo as básicas como translação, escala e rotação, globais e locais, mas também *bending*, *twisting* e *tapering*. No blender também é possível manipular as funções de atributos dos objetos através da escolha de diferentes tipos de materiais e mapas de textura associados aos modelos. O Blender inclui diferentes formas de visualizar a cena incluindo algoritmos de traçado de raios e rasterização para pré-visualização.

A seguir, é ilustrado um exemplo de manipulação de um objeto no Blender:

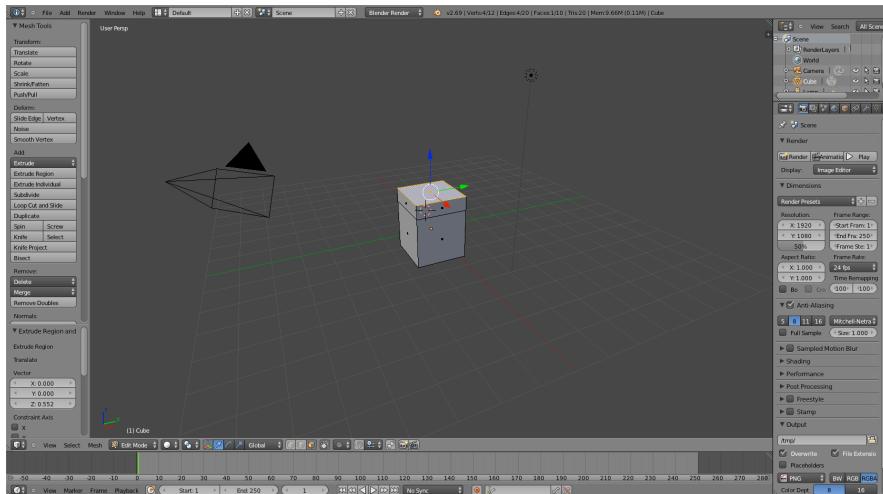
a) Criação de um cubo



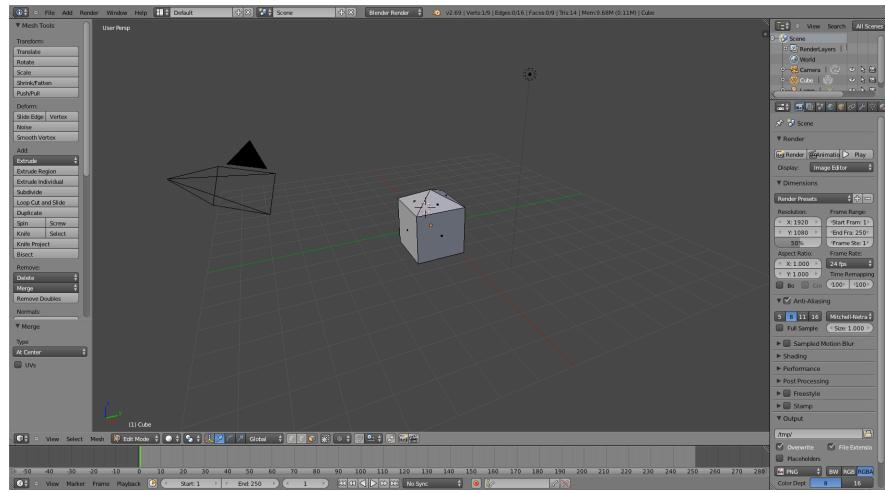
b) Seleção da face superior do cubo



c) Extrusão da face superior. A extrusão é uma operação de modelagem de sólidos na qual um sólido é construído pela varredura translacional de uma curva ao longo de uma direção por uma dada distância (ver <http://www2.ic.uff.br/~aconci/sweeping.html>).



d) Colapso dos quatro vértices da face superior em um único vértice.



2) Descreva um dispositivo gráfico de sua escolha (1.0 ponto)

O Kinect é um dispositivo de interação criado pela Microsoft, com o objetivo de permitir a interação do usuário com um jogo, através de seus próprios movimentos no ambiente real. O Kinect é uma solução composta por um dispositivo que captura mapas de profundidade e cor, além de um software para reconhecimento de poses do usuário.

O dispositivo é composto de um projetor baseado em laser infravermelho, que projeta um padrão de pontos pseudoaleatório na cena, cuja imagem é então capturada através de um sensor.

Um mecanismo de triangulação, que se baseia na correspondência entre pontos do padrão, codificados no chip em hardware, e a imagem dos mesmos pontos projetados na cena capturada, permite determinar os valores de profundidade em cada um dos pontos do padrão projetado, segundo um processo conhecido como estereoscopia por luz codificada, uma variação dos métodos de luz estruturada. Um mapa de profundidades denso com resolução de 11 bits é obtido através de um esquema especial de interpolação.

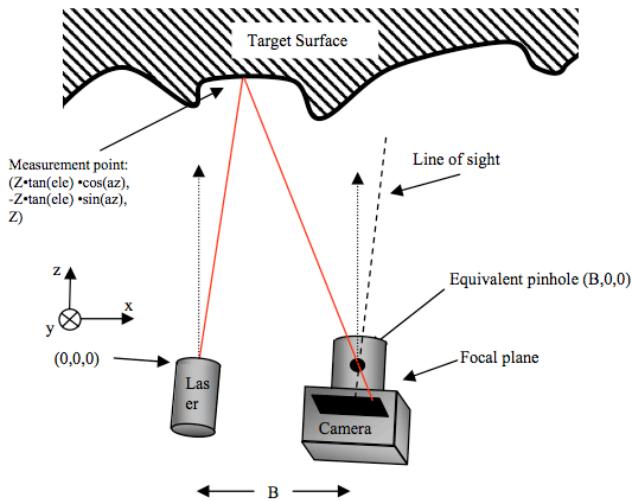
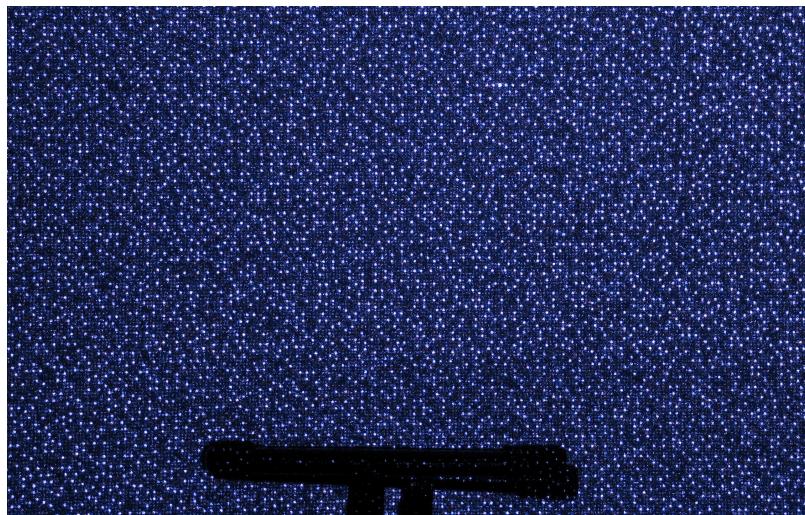


Figure 4 - Sketch of the non-idealized system

Imagen obtida em 07/02/2012 em <http://www.anandtech.com/show/4057/microsoft-kinect-the-anandtech-review/2>



Padrão de pontos gerado pelo projetor de laser infravermelho do Kinect. Obtido do site http://www.futurepicture.org/Kinect_Hacking/Kinect_Pattern/Kinect_Book_1_IMG_0076.jpg em 07/02/2012

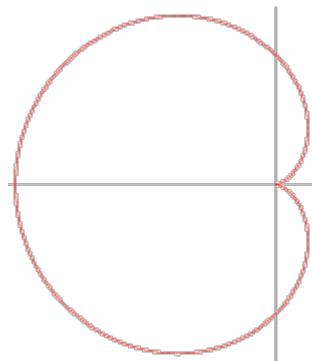
Uma aplicação muito comum atualmente é utilizar o dispositivo para efetuar reconstruções das cenas tridimensionais, semelhante a um scanner 3D, porém envolvendo um custo financeiro muito menor (<http://research.microsoft.com/en-us/projects/surfacerecon/>).

3) Considere a curva fechada dada pela equação a seguir:

$$\begin{aligned}x &= a(\cos(t) - \sin(2t)) \\y &= a(\sin(t) - \sin(2t))\end{aligned}\tag{1}$$

- a) Explique que tipo de objeto gráfico é representado pela equação 1? (1.0 ponto)

A equação (1) descreve uma curva fechada denominada cardioide em sua forma paramétrica. É um objeto gráfico unidimensional planar.



- b) Indique um algoritmo para desenhar tal figura (1.0 ponto)

Para desenhar a figura precisamos criar uma aproximação da curva por uma curva poligonal fechada. Logo, é necessário determinar um conjunto finito formado por **n+1** amostras da curva através da aplicação da função paramétrica sobre **n+1** pontos, no intervalo de parâmetros determinados através de uma partição uniforme.

O **n+1**-ésimo ponto tem as mesmas coordenadas do primeiro ponto (na posição 0) da seqüência, de forma a gerar uma curva fechada. Em seguida, pode-se desenhar cada segmento conectando amostras consecutivas segundo a ordem determinada pela ordem na partição uniforme.

Algoritmo

$$\Delta t = 2\pi / n$$

Para i=0 ate n faça

$$\text{Poligonal}[i].x = a(\cos(\Delta t) - \sin(2 * \Delta t))$$

$$\text{Poligonal}[i].y = a(\sin(\Delta t) - \sin(2 * \Delta t))$$

Fim-para

```

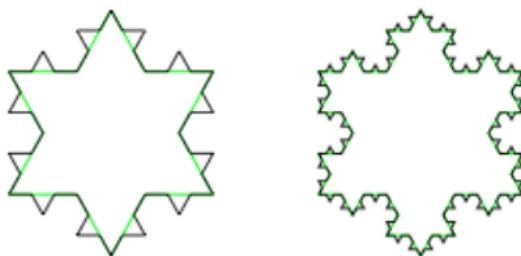
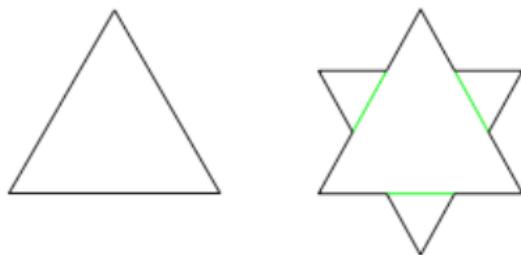
Para i=0 até n-1 faça
    DesenhaLinha(Poligonal[i],Poligonal[i+1])
Fim-Para
Fim-Algoritmo

```

- c) Considerando a região delimitada pela curva descrita pela equação 1, como você detectaria, de modo aproximado, se um ponto pertence ou não a figura (1.0 ponto)

Para detectar se um ponto é interior a região delimitada pela curva fechada é possível efetuar o teste baseado no Teorema de Jordan. Partindo de um ponto **p** que deve ser analisado, determina-se uma direção qualquer, por exemplo, uma direção alinhada com o eixo das abscissas e calcula-se o número de interseções com as arestas(lados) da linha poligonal aproximadora da curva paramétrica original dada pela equação (1). Se o número de interseções for ímpar, o ponto é interior, caso contrário o ponto é exterior.

- 4) Fractais são objetos da natureza ou conjuntos matemáticos que apresentam autosimilaridade em suas diferentes escalas.



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/KochFlake.svg>

- a) Qual a dimensão do objeto gráfico apresentado na figura acima (ignore os traçados em cor verde e considere apenas a linha preta). (1.0 ponto)

A princípio, conforme visto no curso, o objeto gráfico a cima é um objeto unidimensional (uma curva planar). Entretanto como veremos na questão b, é possível definir sua dimensão de forma distinta.

- b) Faça uma pesquisa sobre o conceito de dimensão fractal. O que significa que uma curva pode ser semelhante a uma região? (1.0 ponto)

Um objeto é denominado um fractal se ele possui estrutura de autossimilaridade em todas as suas escalas.

Observe que na figura acima, segundo o processo de construção da curva. podemos observar que, para cada nova escala, existe uma repetição de um padrão, que é exatamente o padrão  que substitui cada segmento de reta nas diferentes escalas. Em um objeto fractal real, tal padrão se repetiria indefinidamente, o que não ocorre em uma imagem de um fractal gerado computacionalmente, já que a escala fica limitada ao tamanho do pixel escolhido.

A noção de dimensão fractal pode ser definida de diferentes formas. Uma delas é baseada em uma relação de proporcionalidade envolvendo um fator de escala e , o número de subdivisões efetuadas no refinamento de uma forma, e um valor de dimensão D . Deste modo, temos que a dimensão fractal de um objeto gráfico é dado por:

$$N \propto e^{-D}$$

Por exemplo, no caso de um quadrado, subdividido em nove novos quadrados, onde cada um tem $1/3$ do comprimento do lado do quadrado original, temos que:

$$9 \propto \frac{1}{3}^{-D}, D \propto 2$$

No caso do fractal Koch Flake $N=4$, pois cada segmento da origem a 4 novos segmentos, com fator de escala igual a $1/3$ do comprimento do segmento original. Logo temos que:

$$4 \propto \frac{1}{3}^{-D}, 4 \propto 3^D, D \propto \frac{\log 4}{\log 3} \propto 1,26$$

Isto significa que a curva tem uma dimensão entre 1 e 2.

- c) Dê um exemplo de objeto fractal e como você o construiria. (1.0 ponto)

Um exemplo de objeto fractal é curva de Koch, que é um trecho da figura Koch Flake apresentada no exercício. Para desenhar a curva pode-se utilizar um algoritmo recursivo relativamente simples:

```

// Desenha um trecho de curva de Koch com comprimento dado por length até uma certa
profundidade (resolução) especificada por depth
public void drawKochCurve(int depth, double length)
{
    //base da recursão na qual apenas movemos (transladamos uma distância dada por length
    if (depth <= 1)
    {
        move(length);
    }
    else
    {
        /* chama recursivamente o desenho dos 4 trechos de curva, que são também curvas de Koch
           com tamanho igual a 1/3 do tamanho passado como parâmetro. O segundo trecho deve
           sofrer uma rotação de 60 graus no sentido anti-horário, o terceiro de 120 graus no sentido
           horário e o último 60 graus no sentido anti-horário. */

        drawKochCurve(depth - 1, length / 3);
        turnLeft(60);
        drawKochCurve(depth - 1, length / 3);
        turnRight(120);
        drawKochCurve(depth - 1, length / 3);
        turnLeft(60);
        drawKochCurve(depth - 1, length / 3);
    }
}

```

5) Suponha que lhe foram fornecidas 4 curvas para representar um suposto pedaço de superfície.

- a) Como você reconstruiria a superfície a partir das quatro curvas (1.0 ponto)?

O método denominado Parametrização de Coons. Consiste em combinar diversas interpolações lineares das curvas de bordo segundo o seguinte esquema:

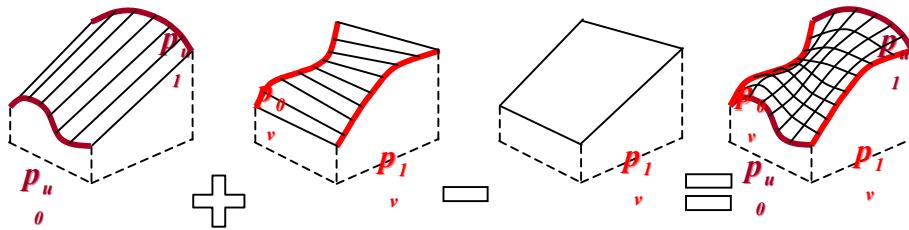
Cálculo do Lofting vertical – interpolamos linearmente as curvas p_{u0} e p_{u1} . $(1-v)p_{u0}(u)+vp_{u1}(u)$

Cálculo do Lofting horizontal – interpolamos linearmente as curvas p_{0v} e p_{1v} . $(1-u)p_{0v}(v)+up_{1v}(v)$

Soma dos dois loftings – somamos as operações de lofting horizontal e vertical obtendo a parametrização

$$C'(u,v) = (1-v)p_{u0}(u) + vp_{u1}(u) + (1-u)p_{0v}(v) + up_{1v}(v)$$

Subtração da parametrização $C'(u,v)$ da interpolação bilinear $B(u,v)$ dos vértices p_{00}, p_{10}, p_{11} e p_{01} . Como resultado, obtemos a parametrização de coons dada por: $C(u,v) = C'(u,v) - B(u,v)$



- b) Explique o que você entende por reconstruir (1.0 ponto).

Reconstruir, neste problema específico, consiste em gerar um objeto de duas dimensões, no caso a superfície, a partir de uma descrição dada por um conjunto finito de elementos unidimensionais. Isto permite gerar todas as informações geométricas desconhecidas na superfície (a sua forma) a partir das informações dadas pelas curvas (que funcionam de guia da forma especificada) que são preservadas.