

Especificação do Primeiro Projeto de Processamento Gráfico

Especificação Geral

O programa pode ser implementado em qualquer linguagem de programação com qualquer biblioteca gráfica. O sistema não pode apresentar estouro de memória, ou excessiva lentidão na execução. Nenhum projeto pode usar rotinas sofisticadas de bibliotecas, por exemplo: funções que desenhavam curvas de Bézier, aplicam transformações afins, animam objetos. O projeto deve ter as bibliotecas incluídas ao ser enviado, assim como documentação e/ou instruções para compilar/executar o programa. Após a entrega o projeto não deverá ser alterado, e haverá um desconto de 1 ponto por dia de atraso na entrega (considerando a nota valendo de 0 a 10).

Conceito geral: O projeto deve implementar o cálculo e desenho de curvas de Bézier, e deve atender os seguintes requisitos

OBS: alguns projetos tem temas que não implementam os pontos abaixo, ignore esses requisitos se for o caso, os detalhes vão estar na seção do tema específico, e a seção do tema estará marcada com um "Δ"

- As avaliações (número de pontos computados) deve ser feita com o algoritmo de De Casteljau.
- O desenho das curvas serão feitos por retas ligando os pontos computados.
- O número de avaliações da(s) curva(s) é arbitrária (determinada pelo usuário).
- A menos que seja algum número seja especificado, o número de pontos de controle da(s) curva(s) é arbitrário, sem limite.
- O sistema deve ser interativo, permitindo inserir, modificar e deletar os pontos de controle.
- A atualização da curva é feita em tempo real.
- O programa deve ter botões para esconder/exibir: pontos de controle, poligonal de controle, curva de Bézier.

Detalhes de outros temas estão nas suas respectivas especificações, qualquer dúvida entre em contato com os monitores ou o professor.

Conteúdo

1	Projetos Individuais	4
1.1	Curvas de Bézier Interativas	4
1.2	Visualização Interativa das Primeiras Derivadas de uma Curva de Bézier	4
1.3	Curva de B-splines Cúbica C^2	4
1.4	Curva de B-splines Cúbica C^2 Fechada	4
1.5	Desenho de Grid por Interpolação Bilinear Interativo	5
1.6	Visualização Interativa de Blossom	5
1.7	Visualização dos “Cross Plots” de Bézier	5
1.8	Curva de Bézier de Imagens Δ	5
1.9	Curva de Bézier de Vetores	5
1.10	Curva de Normais de uma Curva de Bézier	6
1.11	Curva de Bézier Alternada	6
1.12	Visualização do Triedro de Frenet Projetado	6
1.13	Pintura de área delimitada por uma curva de Bézier Funcional	6
1.14	Splines quadrática C^1 para comparação de parametrizações	7
1.15	Região entre curvas de Bézier	7
1.16	Parametrização unitária X Comprimento do arco em curvas de Bézier	7
2	Projetos em Dupla	9
2.1	Visualização Interativa das Curvas de Derivadas de Graus até 3	9
2.2	Animação de uma Imagem através de Operadores Afins Bidimensionais Δ	9
2.3	Interpolação de B-splines Cúbico C^1 Interativo	10
2.4	Interpolação de B-splines Cúbico C^1 Interativo de Hermite	10
2.5	Interseção de curvas de Bézier com uma Reta Utilizando o Algoritmo da Subdivisão	10
2.6	Deformação Bilinear de uma Imagem Interativa Δ	10
2.7	Visualização Interativa do Invólucro Convexo de Curvas de Bézier	11
2.8	Elevação de Grau da Curva de Bézier	11
2.9	Redução do Grau da Curva de Bézier	11
2.10	Interpolação de Aitken Interativo	11
2.11	Gráfico da Curvatura da Curva de Bézier Interativo	11

2.12	Desenho Interativo da Curva de Bézier a Partir da Curva da Derivada	11
2.13	Interpolação Linear de Curva de Bézier numa Outra de Mesmo Grau	12
2.14	Deformação Bilinear de um Pedaco de Imagem	12
2.15	Sequenciamento de Bézier de Curvas de Bézier	12
2.16	Geração de uma “estrada” de Bézier	12
2.17	Interpolação de B-splines Cúbico C^1 Interativo	13
2.18	Transformação Interativa de Cúbicas de Bézier Controladas por Cúbicas de Bézier	13
2.19	Transformação Interativa de Polígonos Controlada por uma Curva de Bézier	13
3	Projetos em Trio	15
3.1	Interpolação de B-splines Cúbico C^2 Interativo	15
3.2	Superfície de Bézier Tensorial Projetada num Plano Arbitrário .	15
3.3	Animação de uma Câmera Digital Δ	15
3.4	Aproximação de Uma Curva de Bézier Funcional	16
3.5	Transformação de Curvas de Bézier Controladas por Curvas de Bézier	16
3.6	Deformação Quadrática de Bézier de um Pedaco de Imagem Δ .	16
3.7	Visualização de superfície não paramétrica de Bézier Triangular .	17
4	Projetos em Quarteto	18
4.1	Visualização de Superfícies Triangularizadas Com Modelos de Arame Δ	18

Capítulo 1

Projetos Individuais

1.1 Curvas de Bézier Interativas

O usuário entra via mouse com os pontos de controle de curva(s) de Bézier, podendo criar mais de uma curva, que podem ser modificadas independente da ordem que foram construídas.

1.2 Visualização Interativa das Primeiras Derivadas de uma Curva de Bézier

O sistema desenha a curva correspondente. Em seguida o sistema oferece um botão que permite que o usuário navegue sobre a curva, mostrando os vetores da primeira e da segunda derivadas.

1.3 Curva de B-splines Cúbica C^2

O sistema calcula os pontos de controle de Bézier e desenha a curva correspondente. A parametrização é pelo comprimento da corda.

1.4 Curva de B-splines Cúbica C^2 Fechada

O sistema calcula os pontos de controle de Bézier e desenha a curva correspondente. A parametrização é pelo comprimento da corda ou uniforme, à escolha do usuário.

1.5 Desenho de Grid por Interpolação Bilinear Interativo

O usuário escolhe quatro pontos arbitrários do plano. O sistema desenha o quadrilátero correspondente, com a imagem da grade (configurável pelo usuário) do quadrado 1x1 do espaço de parametrização. A imagem é obtida com uma simples interpolação bilinear. O usuário pode então mover cada um dos pontos arbitrariamente e o sistema deve responder em tempo real.

1.6 Visualização Interativa de Blossom

O sistema desenha a curva de Bézier e a área de varredura do Blossom (com parâmetros entre 0 e 1), em tempo real, através do desenho de segmentos de retas cuja quantidade também é configurável pelo usuário, que poderá mover os pontos. As avaliações do Blossom deverão ser feitas com o Algoritmo de de Casteljau.

1.7 Visualização dos “Cross Plots” de Bézier

O sistema apresenta três janelas (como na figura 5.6 do livro de Farin), o usuário entra via mouse com os pontos de controle de uma curva de Bézier. O sistema desenha a curva correspondente numa janela, e os cross plots nas outras duas.

1.8 Curva de Bézier de Imagens Δ

O usuário entra com uma quantidade arbitrária de imagens de mesmo tamanho (arquivo BMP). O sistema deve mostrar numa janela as imagens produzidas pela avaliação de De Casteljau para uma curva de Bézier onde os pontos de controle são as imagens entradas pelo usuário. Ou seja, a cor do pixel (i,j) é obtido ao se utilizar uma avaliação de De Casteljau que toma como pontos de controle, as cores dos pixels (i,j) das diversas imagens, obedecendo, claro, a ordem em que as imagens foram admitidas. As avaliações são feitas para uma certa quantidade escolhida pelo usuário, e são mostradas a uma taxa de quadros por segundo, também escolhida pelo usuário.

1.9 Curva de Bézier de Vetores

O usuário escolhe e fixa n pontos de controle na tela com o mouse. O sistema desenha a curva de Bézier correspondente. Depois o usuário entra com um vetor em cada ponto de controle. O usuário deve ser capaz de escolher a direção, sentido e tamanho de cada vetor de forma interativa. O sistema produz em tempo real para cada ponto da curva de Bézier um vetor que é resultado da

avaliação por De Casteljau de outra curva de Bézier, neste caso os pontos de controle são os vetores (seus pontos finais). O vetor associado ao parâmetro t estará colocado no ponto da curva associado ao mesmo valor de t . Vai existir uma quantidade m de vetores avaliados, onde m é escolhido pelo usuário; este também é o número de avaliações da curva de Bézier original. O usuário vai ser permitido mudar interativamente cada vetor de controle e ver a curva de vetores mudar em tempo real.

1.10 Curva de Normais de uma Curva de Bézier

O sistema desenha a curva correspondente. O sistema desenha os vetores normais na curva. O vetor normal em questão é uma ortogonalização da segunda derivada em relação à primeira derivada: considere u vetor da primeira derivada, v o vetor da segunda derivada para um ponto correspondente a um dado t ; então o vetor normal para t é dado por: $w = v - (\langle u, v \rangle / \langle u, u \rangle)u$, onde $\langle u, v \rangle$ é o produto escalar entre u e v . Se o vetor da primeira derivada for nulo, pode-se fazer $w=0$.

1.11 Curva de Bézier Alternada

O sistema desenha a curva de Bézier alternada (numa cor diferente): é uma curva cujos pontos de controle são, na seguinte ordem: $b_1, b_0, b_3, b_2, b_5, b_4, \dots, b_n, b_{n-1}$. Se n for par, o último ponto não alterna com nenhum outro.

1.12 Visualização do Triedro de Frenet Projetado

O usuário entra via arquivo com os pontos de controle tridimensionais de uma curva de Bézier de grau arbitrário. O sistema desenha a curva com o triedro de Frenet (três vetores a tangente t , a normal n , e a binormal b ; a tangente pode ser a primeira derivada normalizada; a normal é o produto vetorial da segunda derivada com t , e depois normalizada; e $b = t \times n$). O usuário ao manipular um “slide button” vai visualizar o triedro percorrendo a curva de Bézier e o valor de t corresponde à posição do “slide button” naturalmente. A projeção dos pontos é (ortogonal) fixa no plano ZY . Você deve tomar medidas apropriadas no caso da primeira derivada ser um vetor múltiplo da segunda derivada.

1.13 Pintura de área delimitada por uma curva de Bézier Funcional

O usuário escolhe o grau da curva. O seu sistema deve apresentar num quadrado de tamanho fixo (dado pelo usuário) os pontos de controle inicialmente alinhados, igualmente espaçados (ou seja, se o grau for n , então os pontos de controle estarão correspondendo aos valores de $t=i/n$, $i=0,1,\dots,n$). O usuário

então move qualquer ponto de controle (verticalmente apenas, confinados ao quadrado) e o sistema pinta os pixels do quadrado que estão abaixo ou na curva de Bézier, de uma cor diferente da cor de cima). A pintura deve ser feita em tempo real, ou seja, se o usuário mudar o ponto, a pintura deverá ser feita imediatamente.

1.14 Splines quadrática C^1 para comparação de parametrizações

O usuário entra com os pontos de controle (de índices ímpares, além dos extremos) de uma splines quadrática e escolhe a parametrização (comprimento da corda, uniforme e arbitrária); o sistema apresenta a curva de splines quadrática C^1 para fins de comparação de parametrizações, ou seja, o usuário pode trocar a parametrização em tempo real. O sistema deve apresentar três botões (ou “radio buttons”) para a escolha do método de parametrização. No caso da escolha arbitrária, o sistema pode oferecer “slide buttons” para a determinação dos nós ui. Uma modificação em algum slide deve resultar na atualização da curva em tempo real.

1.15 Região entre curvas de Bézier

O usuário escolhe o tamanho do segmento de controle de espessura da região. Trata-se de um segmento de reta localizado em cada ponto de controle (excetuando-se os extremos). A direção do segmento é o da bissetriz dos segmentos de reta da poligonal incidentes no ponto de controle. O usuário escolhe como mouse o ponto de controle em questão, e com os botões do teclado (de setas, por exemplo) regula o tamanho do segmento de espessura. Isto define um par de pontos no entorno de cada ponto de controle, definindo por sua vez duas curvas. O sistema deve desenhar a curva de Bézier começando com o primeiro ponto de controle, e que é controlada pelos pontos extremos de espessura na parte “superior” dos pontos de controle originais, terminando com o ponto de controle final, e outra curva começando com o primeiro ponto de controle, e que é controlada pelos pontos extremos de espessura localizados na parte “inferior” dos pontos de controle originais, terminando com o ponto de controle final. O sistema deve sempre modificar as curvas em tempo real.

1.16 Parametrização unitária X Comprimento do arco em curvas de Bézier

O sistema desenha a curva numa janela e numa outra desenha o gráfico da função de parametrização de comprimento do arco aproximado da curva de Bézier em termos da parametrização usual entre 0 e 1. Para isso o sistema deve amostrar uma certa quantidade de valores entre 0 e 1 (configurável pelo

usuário) e calcular a primeira derivada para todos estes valores de t . O sistema soma todos estes tamanhos de vetores, assumindo então que isto representa o comprimento da curva inteira. O gráfico que deve aparecer na segunda janela é a norma acumulada dos vetores em função dos valores de t dividida pelo comprimento total (isto como ordenada, e o intervalo $[0,1]$ como abscissa).

Capítulo 2

Projetos em Dupla

2.1 Visualização Interativa das Curvas de Derivadas de Graus até 3

O sistema desenha em 4 janelas as seguintes curvas: a curva original (controlada pelos pontos do usuário), a primeira, a segunda e a terceira derivadas. O usuário pode modificar o posicionamento dos pontos, deletar e inserir pontos, e o sistema responder em tempo real de forma adequada, reconstruindo a curva correspondente. As avaliações deverão ser feitas obrigatoriamente com o Algoritmo de de Casteljau para as quatro curvas.

2.2 Animação de uma Imagem através de Operadores Afins Bidimensionais Δ

O objetivo é aplicar operadores afins a um pequeno quadrado com uma imagem dentro (usuário escolhe), na forma de uma animação. O sistema oferece um conjunto de operadores notórios, dos quais o usuário escolhe um e ajusta os parâmetros e o sistema o executa. Dependendo do operador haverá um conjunto de parâmetros específicos. No caso de uma translação, o usuário clica o ponto final para onde a imagem deve seguir; no caso da rotação, o usuário clica para determinar o centro de rotação, e utilizando um "slide button" ele ajusta o ângulo; no caso de mudança de escala, o usuário ajusta os fatores de escala com dois slide buttons (x e y) e escolhe o centro clicando com o mouse; uma reflexão pode ser determinada escolhendo-se a reta em torno da qual a reflexão acontecerá, isto feito através da escolha de dois pontos. Um cisalhamento pode ser feito clicando-se com o mouse e escolhendo os fatores de cisalhamento com slide buttons. Todos os operadores serão executados em diversos passos. O usuário escolhe o número de passos. A distância escolhida pelo usuário para translação é dividida neste número de passos; o ângulo da rotação também; os fatores de escala e de cisalhamento também. A reflexão será executada através

de uma rotação tridimensional de 180 graus em torno do eixo escolhido.

2.3 Interpolação de B-splines Cúbico C^1 Interativo

O usuário com as parametrizações com slide buttons. O usuário também escolhe o método de cálculo das tangentes (entre dois: FMILL e Bessel). O sistema calcula os pontos de controle de Bézier e desenha a curva correspondente de B-splines, interpolando os pontos dados em tempo real (qualquer modificação do usuário implica em imediata resposta do sistema). O sistema deve permitir que a curva seja fechada, à escolha do usuário.

2.4 Interpolação de B-splines Cúbico C^1 Interativo de Hermite

O usuário entra com as parametrizações com slide buttons. O usuário também entra com os vetores tangentes (dois cliques de mouse: 1 para indicar o ponto interpolado correspondente à direção tangente, o qual passa a ser o ponto inicial do vetor, e outro para indicar o ponto final do vetor tangente). O sistema calcula os pontos de controle de Bézier e desenha a curva correspondente de B-splines, interpolando os pontos dados em tempo real (qualquer modificação do usuário implica em imediata resposta do sistema). O sistema deve permitir que a curva seja fechada, à escolha do usuário.

2.5 Interseção de curvas de Bézier com uma Reta Utilizando o Algoritmo da Subdivisão

O sistema deve desenhar as curvas e apresentar os valores de parâmetros de ambas as curvas, para os pontos onde ocorrem todas as interseções. O método de aproximação de interseção é o da subdivisão. A tolerância de aproximação é ajustável pelo usuário.

2.6 Deformação Bilinear de uma Imagem Interativa Δ

O usuário escolhe uma imagem BMP. Dentro da imagem ele escolhe 4 pontos arbitrários (quadrilátero). O sistema desenha o que está dentro do quadrilátero numa área retangular (mapeamento bilinear). A imagem destacada aparecerá deformada na área retangular. O sistema percorre pixel a pixel do retângulo e aplica uma interpolação bilinear para encontrar o seu correspondente no quadrilátero; toma-se a cor do correspondente e pinta-se o ponto com aquela cor.

O usuário pode então mover cada um dos pontos arbitrariamente e o sistema deve responder em tempo real.

2.7 Visualização Interativa do Invólucro Convexo de Curvas de Bézier

O sistema desenha a curva de Bézier e o correspondente invólucro convexo, em tempo real, pois o usuário poderá mover os pontos. O algoritmo para encontrar o invólucro convexo é de sua escolha, mas também poderá ser executado um recomendado pelo prof. ou monitor, sob demanda.

2.8 Elevação de Grau da Curva de Bézier

O usuário poderá solicitar o aumento do grau da curva (que não modifica o formato da curva), e ele passa a manipular os novos pontos de controle.

2.9 Redução do Grau da Curva de Bézier

O sistema desenha a curva correspondente. O usuário poderá solicitar a redução do grau da curva (que encontra uma curva aproximada), e ele passa a manipular os novos pontos de controle.

2.10 Interpolação de Aitken Interativo

O usuário entra com os pontos que devem ser interpolados, via mouse. O número de pontos interpolados é arbitrário, sem limite. O sistema deve utilizar o método de Aitken para desenhar a curva interpoladora polinomial.

2.11 Gráfico da Curvatura da Curva de Bézier Interativo

O sistema desenha a curva correspondente, e, numa outra janela, desenha o gráfico da curvatura da curva (normalizada para caber na janela). As avaliações deverão ser feitas obrigatoriamente com o Algoritmo de de Casteljau, tanto para a curva quanto para o cálculo das derivadas.

2.12 Desenho Interativo da Curva de Bézier a Partir da Curva da Derivada

O sistema deve possuir duas janelas, o usuário entra com um ponto que será o primeiro ponto da curva original, e o sistema desenha esta curva original, cuja

curva de derivada é a curva do usuário, mostrada na primeira janela. Nesta curva de derivada, o usuário pode modificar o posicionamento dos pontos, deletar e inserir pontos, e o sistema responder em tempo real de forma adequada, reconstruindo a curva de derivada e original correspondentes.

2.13 Interpolação Linear de Curva de Bézier numa Outra de Mesmo Grau

O número de pontos de controle é arbitrário, sem limite, mas as duas devem possuir o mesmo número de pontos de controle. O sistema deve mostrar uma seqüência de curvas que correspondem a interpolações lineares das duas curvas, para diversos valores do parâmetro t . Esta seqüência deve ser mostrada de forma que apenas uma curva apareça de cada vez, na ordem do parâmetro. O usuário pode modificar o posicionamento dos pontos, deletar e inserir pontos, nas duas curvas iniciais.

2.14 Deformação Bilinear de um Pedaco de Imagem

O usuário entra com uma imagem de bitmap, de três canais (RGB). Ele também escolhe o posicionamento dos vértices de um quadrilátero cujas arestas são desenhadas sobre a imagem. O sistema deve pegar o conteúdo do interior do quadrilátero e mostrar numa janela quadrada. Para isto ele irá fazer uma interpolação bilinear (algoritmo de de Casteljau). À medida que o usuário reposiciona os vértices do quadrilátero, o sistema responde adequadamente em tempo real.

2.15 Sequenciamento de Bézier de Curvas de Bézier

O sistema deve mostrar uma seqüência de curvas de tal forma que cada uma corresponde a uma avaliação de uma curva de Bézier cujos “pontos” de controle são as curvas do usuário. Esta seqüência deve ser mostrada uma curva por unidade de tempo, onde esta unidade de tempo é configurável pelo usuário. O usuário pode escolher a quantidade de curvas da seqüência.

2.16 Geração de uma “estrada” de Bézier

O sistema deve desenhar a curva e uma faixa de largura configurável pelo usuário, centrada na curva de Bézier. Para desenhar a faixa, deve-se calcular em cada ponto avaliado, a sua derivada, para, a partir da qual, gerar a direção

normal, para se encontrarem os pontos limitantes da faixa. Não se devem desenhar as direções normais, apenas os pontos limitantes da faixa, que servirão de vértices dos segmentos que a limitam (o “acostamento”). Se a derivada se anular num dado ponto, não se calcula a normal, mas se desenha um arco de circunferência, com diâmetro igual à largura da faixa.

2.17 Interpolação de B-splines Cúbico C^1 Interativo

O sistema utiliza o método de FMILL para encontrar o posicionamento dos pontos de controle de Bézier. A partir de então o usuário pode ajustar os pontos de controle, reposicionando-os e o sistema deve atualizar a curva em tempo real (sempre mantendo a condição C^1). Note que esta restrição inclui também os pontos interpolados. O sistema deve permitir que a curva seja fechada, à escolha do usuário.

2.18 Transformação Interativa de Cúbicas de Bézier Controladas por Cúbicas de Bézier

O usuário entra via mouse com 4 poligonais de cúbicas de Bézier. Depois que as 4 curvas estão configuradas da forma desejada, então um “slide button” será disponibilizado representando o parâmetro que irá controlar a interpolação das curvas. As curvas entradas pelo usuário funcionam como pontos de controle. Ou seja, para encontrar a curva correspondente ao parâmetro determinado pelo slide button, o sistema utiliza os correspondentes pontos de controle das 4 curvas e produz uma avaliação de De Casteljau para carreira de pontos correspondentes; estas avaliações serão os pontos de controle da curva procurada. Por exemplo, utiliza-se o primeiro ponto de controle de cada curva (são 4 pontos então, que serão os pontos de controle da carreira) e avalia-se com o parâmetro induzido pelo slide button, depois se utiliza o segundo ponto de controle de cada curva, e avalia-se do mesmo jeito, e assim por diante, até se obterem os quatros pontos avaliados, que serão os pontos de controle da curva procurada.

2.19 Transformação Interativa de Polígonos Controlada por uma Curva de Bézier

O usuário entra via mouse com um número arbitrário de polígonos de mesmo número de vértices. Estes são os polígonos de controle. O usuário pode reposicionar os vértices de cada polígono arbitrariamente. No momento em que o usuário escolher, o sistema apresenta a seqüência de polígonos que obedecem à avaliação de De Casteljau, para cada unidade de tempo, e cada unidade

do intervalo $[0,1]$ para t . Por exemplo: no primeiro segundo, o sistema apresenta o polígono correspondente a $t=0$ (que coincide com o primeiro polígono de controle), no segundo seguinte, o sistema mostra o polígono que corresponde a $t=0,1$, e este é encontrado ao se fazer uma avaliação de De Casteljau com $t=0,1$, e isto se consegue ao se tomar os vértices de índice 1 dos polígonos, fazendo uma curva de Bézier com eles; a avaliação desta curva dará o vértice de índice 1 do polígono correspondente a $t=0,1$; em seguida faz-se o mesmo para o segundo vértice: tomam-se os vértices de índice 2 dos polígonos, fazendo uma curva de Bézier com eles; a avaliação desta curva dará o vértice de índice 2 do polígono correspondente a $t=0,1$; e assim por diante.

Capítulo 3

Projetos em Trio

3.1 Interpolação de B-splines Cúbico C^2 Interativo

O usuário entra com as parametrizações com slide buttons. O sistema calcula os pontos de controle de Bézier e desenha a curva correspondente de B-splines cúbico C^2 , interpolando os pontos dados em tempo real (qualquer modificação do usuário implica em imediata resposta do sistema). O sistema deve permitir que a curva seja fechada, à escolha do usuário.

3.2 Superfície de Bézier Tensorial Projetada num Plano Arbitrário

O usuário entra com a malha de controle via arquivo, e entra com o vetor normal de um plano, bem como um ponto pelo qual ele passa. O sistema gera uma superfície, desenhada através de curvas isoparamétricas nas duas direções, projetada ortogonalmente no plano. O usuário determina a região retangular do plano que deve aparecer na tela. O ponto do plano mais próximo do centro da superfície corresponderá ao centro da tela.

3.3 Animação de uma Câmera Digital Δ

O usuário entra com alguns objetos simples: cubos, pirâmides, tetraedros, prismas (vértices). O seu sistema deve possuir uma interface que permita navegar na cena de forma suave, como num veículo. Os controles têm que ser tais que o usuário possa "passear" pela cena e rotacionar em torno de um eixo paralelo ao V. A câmera deverá possuir como parâmetros: ponto: C (centro), vetores N (mira, profundidade), V (orientação vertical), U (orientação horizontal), h (medida de metade do retângulo de vista), com projeção ortogonal. As

figuras devem ser desenhadas com "wireframe". Pode ser um projeto de 4 alunos se for implementado o enquadramento corretamente (corte 3D contra o plano de vista), de forma que a câmera possa "entrar" nos objetos. Também neste caso o usuário deve informar o C como o foco distante d (dado pelo usuário) do plano de vista e a projeção deve ser em perspectiva. Pode ser um projeto de 4 alunos se for implementado o enquadramento corretamente (corte 3D contra o plano de vista), de forma que a câmera possa "entrar" nos objetos. Também neste caso o usuário deve informar o C como o foco distante d (dado pelo usuário) do plano de vista e a projeção deve ser em perspectiva.

3.4 Aproximação de Uma Curva de Bézier Funcional

O usuário entra via mouse com os pontos ordenados (do tipo (t_i, f_i) , valor de t e valor de função). O usuário escolhe o grau da curva e o sistema deve apresentar a curva de Bézier com o grau desejado que melhor se aproxima dos pontos dados, pelo critério dos mínimos quadrados. O usuário poderá mover o ponto e o sistema deve responder em tempo real com o desenho da curva mais próxima. O sistema também deve apresentar os pontos de controle da curva encontrada. Este projeto pode utilizar resolvidores prontos de sistemas lineares de grau arbitrário.

3.5 Transformação de Curvas de Bézier Controladas por Curvas de Bézier

O sistema deve mostrar uma seqüência de curvas de tal forma que cada uma corresponde a uma avaliação de uma curva de Bézier cujos "pontos" de controle são as curvas do usuário. O grau desta curva é o número de curvas do usuário menos 1. Esta seqüência deve ser mostrada com todas as curvas ao mesmo tempo. As curvas do usuário podem ser superpostas com outra cor.

3.6 Deformação Quadrática de Bézier de um Pedaco de Imagem Δ

O usuário entra com uma imagem de bitmap, de três canais (RGB). Ele também escolhe o posicionamento de uma malha de controle 3×2 desenhada sobre a imagem. O sistema deve pegar o conteúdo do interior da malha e mostrar numa janela quadrada. Para isto ele irá executar o algoritmo de de Casteljau para a malha 3×2 . À medida que o usuário reposiciona os vértices da malha, o sistema responde adequadamente em tempo real (utilizando Bézier quadrática para calcular a cor de cada pixel).

3.7 Visualização de superfície não paramétrica de Bézier Triangular

O usuário entra via arquivo com o grau da superfície e com os valores das ordenadas dos pontos de controle de uma superfície não paramétrica de Bézier triangular. O ponto de controle b_{ijk} está na posição baricêntrica $(i/n, j/n, k/n)$. O usuário também entra com um ponto (que serve para fixar o plano de projeção e ser o centro da tela de projeção) e o vetor normal do plano de projeção, e este vetor normal que já serve para indicar a mira para a superfície. O usuário também deve indicar o fator de normalização da projeção h , para regular o zoom, para enquadrar o desenho na tela inteira. No plano de projeção, a tela é um quadrado de tamanho $2h \times 2h$, centrado no ponto dado pelo usuário. O usuário deve entrar com o número de curvas isoparamétricas que devem ser mostradas, pois é assim que se fará a visualização. A projeção deve ser ortogonal. O sistema deve mostrar o desenho das isoparamétricas projetadas. O algoritmo a ser utilizado tem que ser o de Casteljau. O usuário pode suprimir os pontos de controle para visualizar exclusivamente a superfície.

Capítulo 4

Projetos em Quarteto

4.1 Visualização de Superfícies Triangularizadas Com Modelos de Arame Δ

O usuário entra com uma superfície triangularizada (via arquivo). O sistema projeta a superfície no plano de vista com remoção de linhas escondidas. A câmera deverá possuir como parâmetros, entrados pelo usuário na interface: ponto: C (foco), vetores N (mira, profundidade), V(orientação vertical), U (orientação horizontal), h (medida de metade do retângulo de vista), e d (distância foco-plano de vista), com projeção perspectiva. A figura deve ser desenhada com "wireframe". A remoção das linhas escondidas pode ser feita pintado-se de preto os triângulos, com arestas amarelas, ordenados do mais distante para o mais próximo do plano de vista. O preenchimento do triângulo pode ser feito com a rotina da biblioteca gráfica (única exceção para utilização de rotinas gráficas).