

PREVIEW - Ferramenta para Animação e Integração de Sistemas

SORAIA RAUPP MUSSE
ANA ELISA FERREIRA SCHMIDT
SÍLVIA DELGADO OLABARRIAGA

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Instituto de Informática - II
Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação - CPGCC
Caixa Postal 15064 - CEP 91591-970
Porto Alegre, RS, Brasil
soraia@inf.ufrgs.br
anaelisa@inf.ufrgs.br
silvia@inf.ufrgs.br

Abstract. PREVIEW is a computer animation system which allows the production of frame-by-frame descriptions of scenes. These descriptions are submitted afterwards to a process of realistic images generation. The input of the system is a textual script and the output is a file containing the scene description for every frame.

1 Introdução

O Sistema PREVIEW é um sistema de animação computadorizada que trabalha com a descrição de objetos modelados por computador [SCH 92]. Foi desenvolvido em 1991 em Estações PROCEDA e teve como motivação a realização do filme M.A.T.E. [OLA 92].

A animação computadorizada é um assunto há muito tempo estudado e tem contado com o desenvolvimento de diferentes técnicas com o passar do tempo [KOC 87], [PUE 88]. A característica comum aos sistemas de animação, e pela qual classificam-se os sistemas de computação, é a variação temporal dos parâmetros de geração dos quadros. Nestes sistemas os objetos que são animados são chamados de "atores", pois são eles que têm seus parâmetros alterados durante a geração da animação. Neste caso a câmera ou visão do observador pode ser considerada como um "ator". Numa cena de animação, pode acontecer um conjunto de variações num período de tempo, tais como:

- aparecimento e desaparecimento de atores;
- transformações geométricas dos atores (rotação, translação, escala);
- transformações de forma, ou metamorfose de atores;
- movimentações da câmera.

Todas estas transformações devem ser vistas de forma contínua (tão rápido quanto o usuário dese-

jar), devendo ser calculadas quadro-a-quadro para um número conhecido de instantes. A animação é uma ilusão, ou seja, a ilusão de movimento causado por um conjunto de quadros estáticos exibidos sequencialmente, um para cada instante de tempo considerado.

O Sistema PREVIEW surgiu pela necessidade de animar e movimentar objetos tridimensionais para a geração do filme M.A.T.E.. Outros sistemas de animação já existiam no CPGCC da UFRGS, porém optou-se por desenvolver um novo sistema que integrasse as ferramentas de modelagem e "rendering" que seriam utilizadas para a geração do filme. Além disto, este sistema deveria oferecer todos os recursos de interpolação que o filme necessitasse. Assim, o PREVIEW teve por objetivo oferecer a função de animação, assim como integrar os outros "softwares" que seriam utilizados na geração do filme M.A.T.E..

O Sistema PREVIEW gera as descrições das cenas de uma animação, quadro-a-quadro, que são submetidas posteriormente a um processo de geração de imagens realísticas. Para isto, o sistema interpola o movimento de alguns objetos e sincroniza-os com outros movimentos que são calculados externamente e fornecidos ao sistema.

2 A Utilização do Sistema PREVIEW pelo Grupo de Computação Gráfica da UFRGS

Um dos objetivos do sistema é a integração de sistemas de animação, modelagem e "rendering", aqui se encontra uma de suas grandes potencialidades. No filme M.A.T.E., vários sistemas foram integrados

com o intuito de unir ferramentas que antes não podiam ser compartilhadas. Através do gráfico abaixo (figura 1) apresentam-se as comunicações entre os diferentes sistemas utilizados na realização do filme.

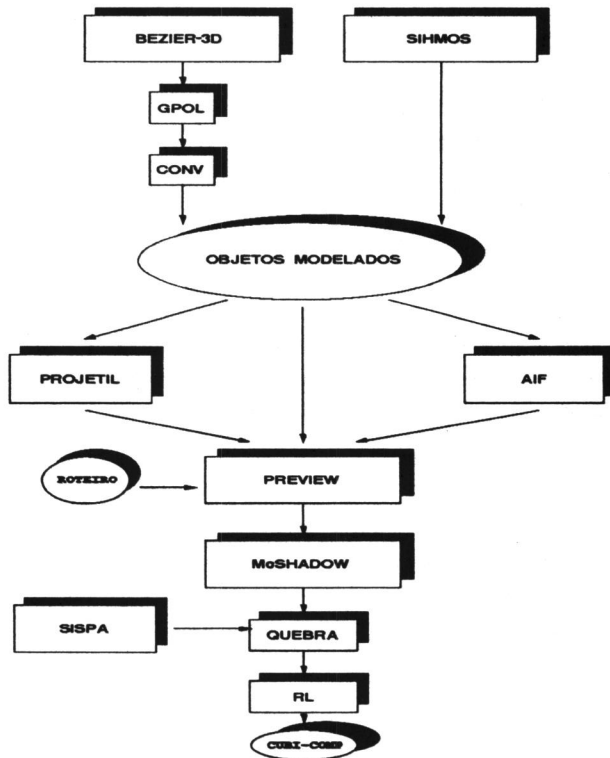


Figure 1: Comunicação entre sistemas

A seguir, são classificados os sistemas envolvidos na realização do filme considerando suas áreas de aplicação:

• **MODELADORES:**

BEZIER-3D, modelador geométrico de superfícies Bézier [MEN 91];

SIHMOS, modelador geométrico por "sweeping" [CAS 91];

• **ANIMADORES:**

PROJÉTIL, animador baseado em leis físicas, que simula o movimento de projéteis;

AIF, animador que gera metamorfose entre dois objetos modelados com superfície Bézier [MEN 92];

SISPA, sistema de partícula responsável pela geração do logotipo do Instituto de Informática [BAS 91];

• **RENDERING:**

S. R. MUSSE, A. E. SCHMIDT, S. OLABARRIAGA

McShadow, sistema que implementa síntese de sombras e iluminação pelo algoritmo de Phong [NAS 92].

Os demais programas identificados no gráfico são conversores de formatos de arquivos intermediários.

Atualmente vários sistemas usam ou pretendem usar o PREVIEW (ou sua nova versão: ANIMAKER [LOS 92]). Vários destes sistemas objetivam a visualização de resultados da simulação de movimentos e integração de seus resultados com outros efeitos de animação. Dentre estes trabalhos, pode-se citar:

- **ARTIC**, sistema de animação de corpos rígidos articulados utilizando a dinâmica como cálculo do movimento [MUS 92];
- **CLIC**, sistema de animação de corpos rígidos não articulados com tratamento de colisões [LEM 92].
- **DEFORM**, sistema de deformação de corpos flexíveis através da dinâmica [NED 92];

3 Arquitetura do Sistema

A seguir serão descritos os módulos do sistema PREVIEW (figura 2).

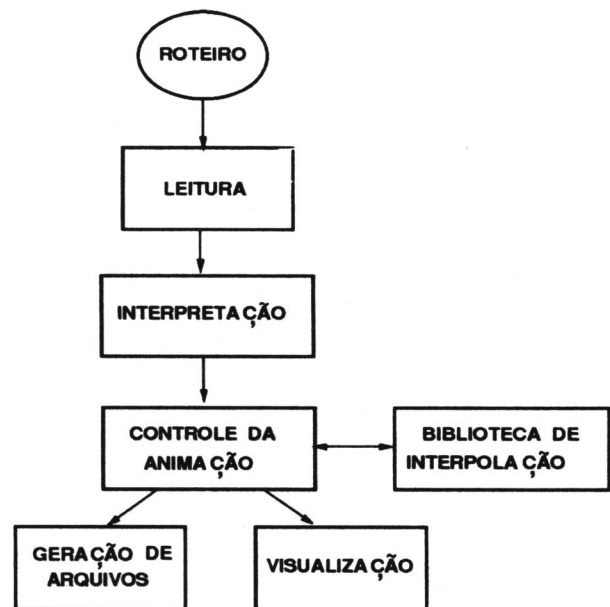


Figure 2: Módulos do PREVIEW

Módulo de Leitura e Interpretação do Roteiro

Este módulo é responsável pela leitura e interpretação do roteiro da animação. As palavras reservadas do roteiro são identificadas e os parâmetros

de descrição são atribuídos às respectivas estruturas de dados. São identificados os tipos de atores e suas leis na geração dos movimentos. As estruturas de dados criadas tornam possível a sincronização do movimento dos atores e da câmera.

Módulos de Tratamento da Câmera e Rotinas para Transformações sobre os Objetos

São módulos que contém rotinas para tratamento da câmera sintética utilizada na visualização das cenas geradas [PIN 88]. Essas rotinas também são utilizadas para realizar transformações sobre o universo das cenas, tais como: instanciamento no universo, projeção, etc.

Módulo de Interpolação e Movimento

Este módulo contém as rotinas que implementam as interpolações oferecidas pelo PREVIEW a fim de gerar os movimentos desejados pelo usuário. Esses movimentos podem ser retilíneos ou curvilíneos e baseados ou não em cinemática (ver seção 5).

Módulo de Geração e Visualização das Cenas

Este módulo é responsável pela geração e exibição das cenas da animação, fazendo a chamada de funções e gerenciando as interpolações e sincronização dos movimentos. É responsável também pela geração dos arquivos de saída do sistema (ver seção 6), que serão posteriormente utilizados na geração de imagens realísticas.

4 Roteiro e Interpretação

O Roteiro é um arquivo de caracteres ASCII, organizado em linhas separadas por `< new line >`, que descreve uma cena através da especificação dos seguintes parâmetros:

- fontes luminosas;
- movimento da câmera e instruções para filmagem (lente, ponto de interesse);
- movimentos dos atores, especificados por posições-chave, que são interpoladas pelo PREVIEW ou através de arquivos calculados previamente;
- descrição das cores e informações relativas aos tipos de materiais de que são feitos os atores, neste caso as informações de entrada são somente repassadas aos arquivos de saída.

O Roteiro pode ser modificado, por meio de um editor de textos, até que a animação esteja com seus

quadros prontos para serem submetidos a um processo de geração de imagens realísticas.

4.1 Componentes do Roteiro

- Luzes: definições dos parâmetros das fontes luminosas (posição, orientação, etc.);
- Câmera: descrição dos os movimentos que a câmera realiza durante as cenas da animação;
- Atores: especificação de todos os atores e seus movimentos nos intervalos de tempo;
- Tabela de Descrição: contém as informações necessárias para a geração de imagens realísticas dos atores.

A seguir apresenta-se a gramática da linguagem de definição do roteiro.

```
INICIO
NRO_QUADROS= <n>
```

```
[
LUZ < ident >
POS = < xyz > ALVO = < xyz >
COR = < r > < g > < b > ANG = < ang >
INT = < intens > EXP_DISTR = < n_exp >
[ QI = < n > QF = < n > DESAPARECE ] *
FIMLUZ
]
```

```
CAMERA
QI = < n > PI = < xyzv > AI = < xyzv > LI = < l >
[
QI = < n > [ PI = < xyzv > ] [ AI = < xyzv > ] [ LI = < l > ]
[
[ POS_INTER1 = < xyz > ]
[ POS_INTER2 = < xyz > ] *
[
[ ALVO_INTER1 = < xyz > ]
[ ALVO_INTER2 = < xyz > ] *
]
]
QF = < n > [ PF = < xyzv > ] [ AF = < xyzv > ] [ LF = < l > ]
FIMCAMERA
```

```
ATOR < nome_arq > < ident >
QI = < n > [ PI = < xyzv > ]
[ EI = < xyzv > ] [ RI = < xyzv > ]
[ POS_INTER1 = < xyz > POS_INTER2 = < xyz > ] *
QF = < n > [ PF = < xyzv > ]
[ EF = < xyzv > ] [ RF = < xyzv > ]
[
[ QI = < n > QF = < n > < lista > = < nome_arq >
[ P = < xyz > ] [ E = < xyz > ] [ R = < xyz > ] ] *
[ QI = < n > QF = < n > DESAPARECE ] *
[ QI = < n > QF = < n > IND = < i > [ < f > ] ] *
FIMATOR
```

```
[
DESCRICA0
< r > < g > < b > < coef_amb > < coef_dif >
< coef_esp > < n_exp >
] *
FIM
```

```
FIM
Sendo,
```

- $\langle l \rangle ::= (\langle ang \rangle) [:\langle v \rangle];$
- $\langle xyzv \rangle ::= (\langle x \rangle \langle y \rangle \langle z \rangle) [:\langle velocidade \rangle];$
- $\langle rot \rangle ::= (\langle rx \rangle \langle ry \rangle \langle rz \rangle);$
- $\langle esc \rangle ::= (\langle ex \rangle \langle ey \rangle \langle ez \rangle);$
- $\langle xyz \rangle ::= (\langle x \rangle \langle y \rangle \langle z \rangle);$
- $\langle n \rangle ::= \text{inteiro} > 0;$
- $\langle ident \rangle ::= \text{string};$
- $\langle r \rangle \langle g \rangle \langle b \rangle ::= \text{inteiro sem sinal};$
- $\langle nome_arq \rangle ::= \text{string};$
- $\langle lista \rangle ::= \text{LISTA_POS} / \text{LISTA_FORMA};$
- $\langle i \rangle \langle f \rangle ::= \text{inteiro} > 0;$
- $\langle ang \rangle ::= \text{valor em graus};$
- $\langle intens \rangle, \langle coef_amb \rangle ::= \text{valor real};$
- $\langle coef_dif \rangle, \langle coef_esp \rangle ::= \text{valor real};$
- $\langle n_exp \rangle ::= \text{valor real};$

A seguir é apresentado um exemplo da sintaxe da linguagem e a descrição dos principais comandos ilustrados no exemplo:

```
(01) INICIO
(02) NRO_QUADROS= 390
(03) LUZ luz1 POS= 234 488 158 ALVO= 0 0 0
      COR= 255 255 255          ANG= 8
      INT= 30                  EXP_DISTR=0
(04) CAMERA
(05) QI= 1      PI= 158 488 -235  AI= 0 0 0
(06) LI= 18.5  POS_INTER1= 468 300 -25
(07)          POS_INTER2= 152 234 445
(08) QF= 76    PF= -586 196 235  AF= 0 0 0
(09) FIMCAMERA
(10) ATOR  PEAO.OBT          peao_chumbo  0
      QI= 1      PI= -7.5 0 17.5
(11) FIM_ATOR
      ATOR  ESFERA.OBT      esfera        4
(12) DESAPARECE= 271
(13) QI= 151  QF= 270 LISTA_POS= ESFERA.POS
      FIM_ATOR
      ATOR  nada.obt        rainha        999
(14) QI= 271  QF= 330 LISTA_FORM= TRANS.FOR
```

FIMATOR

- (15) FIM
- (01) palavra reservada que indica início do roteiro;
 - (02) número de quadros total da animação;
 - (03) informações das fontes luminosas (posição, alvo, cor, ângulo do cone de luz, intensidade e expoente de distribuição em relação à distância);
 - (04) palavra reservada que indica início das especificações da câmera;
 - (05) especificações no quadro (QI) = 1 da animação. PI (posição inicial), AI (posição do alvo da câmera) e LI (abertura inicial da lente);
 - (06) posição do segundo vértice da poligonal de controle da curva Bézier (ver seção 5.2.2). Neste caso, PI é o primeiro vértice e PF é o último vértice;
 - (07) posição do terceiro vértice da poligonal de controle;
 - (08) parâmetros de instanciamento que indicam fim de movimento no quadro final;
 - (09) palavra reservada que indica fim da especificação da câmera;
 - (10) início da especificação do ator. TAB_WHL.OBT é o nome do arquivo de descrição geométrica e 2 é o índice de cor deste ator;
 - (11) palavra reservada que indica fim da especificação do ator;
 - (12) comando que indica o desaparecimento de um ator durante a animação a partir do quadro especificado;
 - (13) comando LISTA_POS que especifica o arquivo de dados com lista de posições que o ator deve ocupar na animação;
 - (14) comando LISTA_FORM que especifica o arquivo de dados com os nomes dos arquivos de descrição geométrica que serão animados. Este recurso é utilizado em atores que mudam de forma;
 - (15) palavra reservada que indica o término do roteiro da animação.

Maiores detalhes sobre a semântica desta linguagem podem ser encontrados em [SCH 92].

4.2 Tipos de Atores

O Sistema PREVIEW adota o conceito de ator como sendo um objeto que se movimenta num universo tridimensional.

Existem 3 tipos de atores no PREVIEW:

- atores cujos movimentos devem ser interpolados pelo PREVIEW;
- atores cujos movimentos são gerados por outro sistema. Neste caso, o PREVIEW não interpola o movimento, apenas recebe, via arquivo, a lista de posições que o ator deverá ocupar a cada quadro. Neste caso, o comando utilizado é "LISTA_POS", onde é especificado o nome do arquivo de dados (ver exemplo anterior sobre roteiro da animação);
- atores que sofrem metamorfose. Neste caso, a cada quadro, a descrição topológica e geométrica do ator se modifica. Estas descrições são obtidas através de arquivos, cujos nomes são informados ao PREVIEW pelo comando "LISTA_FORMA" (ver exemplo anterior sobre roteiro da animação).

É importante ressaltar que:

- um ator poderá ser classificado em mais de um dos tipos especificados anteriormente;
- o PREVIEW permite instanciamento (rotação, translação e/ou escala) de qualquer tipo de ator.

5 Interpolação e Movimento

O PREVIEW compreende por "interpolação" a forma pela qual são calculados os valores dos parâmetros de descrição da cena (escala, ângulo de rotação, índice de cor, etc.) entre os instantes de tempo inicial e final.

O PREVIEW compreende por "movimento" a variação dos parâmetros de posição que instanciam o ator e a câmera na cena e que são especificados entre os instantes de tempo inicial e final de um movimento.

A interpolação é a variação dos parâmetros propriamente ditos; através destes cálculos, chega-se aos movimentos e aos outros efeitos de animação como a mudança de escala de atores, ou ainda os efeitos de abertura e fechamento da lente da câmera [FOL 90]. As diferentes técnicas de interpolação utilizadas são apresentadas na seção 5.1.

O movimento de um ator numa cena é a interpolação dos seus parâmetros de posicionamento no universo. Para isto, implementou-se técnicas de variação destes parâmetros com o intuito de abranger

algumas formas diferentes de movimento [FOL 90], conforme será visto na seção 5.2.

5.1 Interpolação

Estão disponíveis 2 tipos de interpolação para as variações dos parâmetros que indicam posição (ator e câmera), escala (ator), rotação (ator), alvo (câmera) e lente (câmera):

- interpolação uniforme: a distribuição dos valores intermediários é constante em relação ao tempo;
- interpolação uniformemente variada: são especificadas velocidades inicial e final para a interpolação. A distribuição dos valores intermediários é feita conforme a variação da velocidade especificada no Roteiro.

5.1.1 Interpolação Uniforme

A interpolação uniforme se caracteriza por gerar resultados intermediários cuja razão de incremento é constante. Dado um parâmetro inicial pi e final pf que variam do quadro inicial qi ao final qf . O cálculo dos valores intermediários é feito pela seguinte equação:

$$pn = (((pf - pi)/(qf - qi)) * n) + pi$$

Considere o seguinte exemplo: Deseja-se variar a escala de um ator de (1,1,1) para (11,6,1) do quadro 1 ao quadro 6 da animação. Os valores intermediários são:

QUADRO	ESCALA
1	(1,1,1)
2	(3,2,1)
3	(5,3,1)
4	(7,4,1)
5	(9,5,1)
6	(11,6,1)

Table 1: Exemplo de Interpolação Uniforme

5.1.2 Interpolação Uniformemente Variada

A interpolação uniformemente variada caracteriza-se por gerar resultados intermediários cujas diferenças entre si são variadas. Esta variação, no entanto, ocorre de forma constante. O parâmetro escolhido para indicar a distribuição desta variação uniforme foi a **velocidade**.

O parâmetro **velocidade** foi incluído no cálculo das interpolações com o objetivo de permitir animações mais realísticas, baseadas em Leis Físicas.

Quando o parâmetro tratado é o posicionamento dos atores, o ramo da Física utilizado para o cálculo do movimento é a Cinemática, caracterizada pelos seguintes parâmetros de entrada:

1. número dos quadros-chave inicial e final da interpolação;
2. velocidades inicial e final associadas aos quadros-chave;
3. parâmetros de instanciamento inicial e final do ator e/ou câmera nos quadros-chave.

O cálculo dos valores intermediários, considerando a velocidade, é feito em quatro etapas:

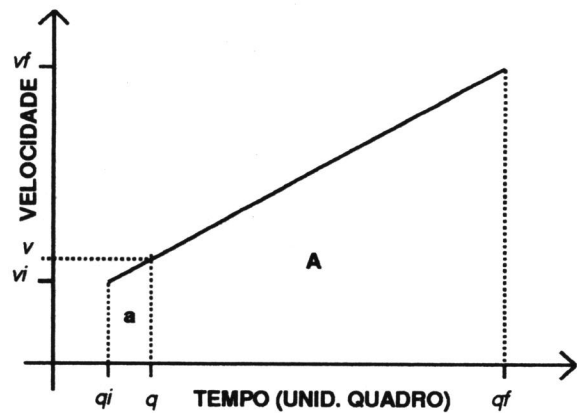
1. interpolação dos valores intermediários para a velocidade inicial e a velocidade final. O PREVIEW faz a distribuição dos valores intermediários da velocidade de forma linear, por considerar sempre aceleração constante;
2. cálculo da porcentagem da área a ocupada pelo quadro q qualquer, em relação a área total A percorrida de q_i até q_f . O gráfico da figura 3 representa a relação a/A ;
3. cálculo da variação total entre os valores-chave da interpolação ($v_f - v_i$);
4. cálculo do valor no quadro q , utilizando a variação total (item c) e a porcentagem da área ocupada pelo quadro q (calculada no item b). A figura 4 exemplifica a interpolação para o parâmetro posição.

5.2 Movimento

Podem ser definidos os seguintes movimentos aos parâmetros de posição e alvo de câmera e posição de ator:

- movimento retilíneo: os deslocamentos são descritos em linha reta.
- movimento curvilíneo: os deslocamentos são descritos por Curvas Bézier.

O PREVIEW diferencia os dois tipos de movimentos pela presença ou não dos parâmetros das posições intermediárias (comandos: **POS_INTER1**, **POS_INTER2**). Se durante a interpretação do roteiro forem encontrados estes parâmetros, o movimento será curvilíneo; caso contrário o movimento será retilíneo. As posições intermediárias são consideradas respectivamente o segundo e terceiro vértices da poligonal de controle que gera a

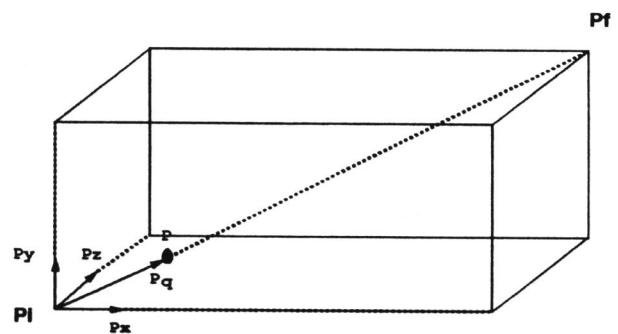


onde:

A , é a área total percorrida de q_i a q_f com variação de velocidade de v_i a v_f .

a , é a área percorrida no intervalo de tempo de q_i a q com variação de velocidade de v_i a v .

Figure 3: Gráfico velocidade X tempo



onde:

P_x , P_y e P_z são as componentes do vetor pq ;

P_i e P_f são os valores inicial e final do movimento;

P é a posição intermediária no quadro q ;

Pq é o vetor de deslocamento proporcional ao quadro q .

Figure 4: Componentes do vetor variação dos parâmetros no quadro "q"

curva Bézier. Estes comandos estão sempre entre os comandos **PI** e **PF** que representam o primeiro e último vértice da poligonal de controle (ver seção 5.2.2).

5.2.1 Movimento Retilíneo

É o caso mais simples de variação dos parâmetros de posição. São indicadas as posições inicial e final do movimento e assume-se que as posições intermediárias estão sobre a reta descrita por estas duas posições.

A interpolação dos parâmetros de posição pode ser constante ou uniformemente variada, o que implica na descrição ou não do parâmetro velocidade resultando num maior grau de realismo do movimento.

A seguir é apresentado um exemplo de descrição de um movimento retilíneo da câmera:

```
CAMERA
QI= 10 PI= 10 30 40
QF= 30 PF= 30 40 60
FIMCAMERA
```

No exemplo acima, a câmera está se transladando da posição (10,30,40) até (30,40,60).

5.2.2 Movimento Curvilíneo

Define qualquer movimento curvo capaz de ser descrito através de Curvas Bézier [FOL 90]. As posições inicial e final mais as duas posições intermediárias informadas no Roteiro definem os 4 vértices da poligonal de controle da Curva Bézier. A figura 5 apresenta a poligonal de controle e a curva gerada.

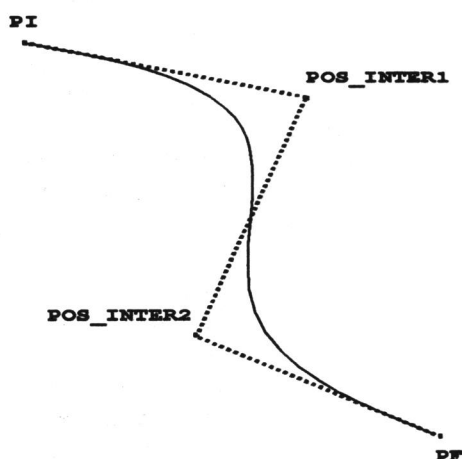


Figure 5: Poligonal de controle e sua respectiva curva Bézier

A seguir é apresentado um exemplo de descrição de um movimento curvilíneo da câmera.

```
CAMERA
QI= 10 PI= 10 30 40
POS_INTER1= 15 33 40
POS_INTER2= 20 36 50
QF= 30 PF= 30 40 60
FIMCAMERA
```

6 Saída

O PREVIEW produz como saída cinco arquivos de descrição da cena a cada instante de tempo (quadro), que serão utilizados para a geração de imagens realísticas pelo Sistema McShadow [NAS 92]. O formato dos arquivos de saída do PREVIEW foi especificado de acordo com os parâmetros de entrada do sistema de "rendering".

Os arquivos de saída a cada quadro são:

1. < nome_arq > .FAC: este arquivo contém uma lista de faces, onde cada entrada possui os seguintes parâmetros: número de vértices da face; índice dos vértices e índice da tabela de descrição. A seguir é apresentado um exemplo desta parametrização.

```
4 0 1 2 3 10
```

, onde
4 é o número de vértices desta face;
0, 1, 2, 3 são os índices dos vértices na lista de vértices (item b);
10 é o índice da tabela de descrição associado a esta face (item d).
2. < nome_arq > .VER: este arquivo contém a lista dos vértices, onde cada entrada possui as coordenadas em X, Y, Z dos vértices;
3. < nome_arq > .CAM: este arquivo possui os parâmetros da câmera sintética, que são: posição da câmera no universo; ângulo de visão; ponto de interesse; número total de vértices e faces dos objetos desta cena.
4. < nome_arq > .DES: este arquivo somente é gerado quando a tabela de descrição for especificada no Roteiro. Seus parâmetros são: componentes da cor (R, G, B); coeficiente de luz ambiental; coeficiente de reflexão difusa do ator; coeficiente de reflexão especular do ator e coeficiente distribuidor da reflexão especular do ator.
5. < nome_arq > .LUZ: descreve os parâmetros das luzes para cada cena, são eles: identificador da

luz; posição da luz no universo; orientação da fonte luminosa; componentes (R,G,B) da cor da luz; ângulo de abertura do cone; intensidade da fonte luminosa e expoente de distribuição da intensidade da luz.

7 Conclusões

O Sistema PREVIEW atingiu seus objetivos de integração de sistemas e com isto foi produzido o filme M.A.T.E., apresentado na seção de vídeos do Sibgrapi'91. A interface do Sistema PREVIEW foi desenvolvida nas estações PROCEDA, visto que na época não haviam estações Sun disponíveis. A interface era textual baseada em menus e com visualização "wireframe". Esta característica do sistema veio a justificar a sua portabilidade para as Estações Sun.

Já naquela ocasião, o sistema contava com vários usuários em potencial, tendo-se então a necessidade de propor uma série de melhoramentos e implementação de novos recursos. Estas melhorias concentraram-se com mais ênfase na linguagem do Roteiro, visto ser esta a comunicação do PREVIEW com os usuários. Além da linguagem do Roteiro, havia também a necessidade de melhorar a interação com o usuário, já que o ambiente de Estações PROCEDA não era favorável. Assim surgiu a nova versão do Sistema PREVIEW transportado para as Estações Sun e chamada de ANIMAKER [LOS 92].

Acredita-se que o Sistema PREVIEW contribuiu de forma a estimular uma consciência mais "integrada" das ferramentas desenvolvidas e, principalmente em desenvolvimento no Grupo de Computação Gráfica da UFRGS. O Sistema ANIMAKER preservou as idéias do PREVIEW quanto à integração de ferramentas e buscou ampliar seus recursos e torná-lo mais genérico.

8 Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao apoio dos colegas do Grupo de Computação Gráfica e, principalmente os que se envolveram com o filme M.A.T.E., utilizando e dando sugestões para o PREVIEW. Um agradecimento especial aos colegas que fizeram do PREVIEW um sistema "merecedor" de uma segunda versão: Luciana Porcher Nedel e Robson Lemos, entre outros.

9 Referências

- [BAS 91] BASTOS, Rui; OLIVEIRA, João Batista. *Animação de um Sistema de Partículas refletoras de Luz. Notas Pessoais*, 1991.
 [CAS 91] CASACURTA, Alexandre. *SIHMOS: Sistema Híbrido de Modelagem de Sólidos*. Porto Ale-

gre: CPGCC-UFRGS, 1991. Dissertação de Mestrado.

[FOL 90] FOLEY, J.; DAM, A. van; FEINER, S. K.; HUGHES, J. F.. *Computer Graphics - Principles and Practice*. Second Edition, Addison - Wesley Publishing Company, 1990.

[KOC 87] KOCHANNEK, Doris. *Traditional Animation Techniques. Introduction to Computer Animation, Proceedings of course*. National Film Board of Canada, chapter 1, p.3-17, 1987.

[LEM 92] LEMOS, Robson Rodrigues. *Controle de Movimentos em Animação: Teoria e Aplicação Experimental*. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1992. Dissertação de mestrado em andamento.

[LOS 92] LOSINA, Rodrigo. *ANIMAKER - Sistema de Animação*. Porto Alegre: II-UFRGS, 1992. Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação.

[MEN 91] MENEZES, Manuel; BASTOS, Rui. *BEZIER-4D - Ambiente para Modelagem, Visualização e Animação Tridimensional*. In: SIBGRAPI'91, São Paulo, 1991.

[MEN 92] MENEZES, Manuel. *AIF - Algoritmo Interpolador de Formas entre Objetos Modelados por Superfícies Spline*. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1992. Dissertação de mestrado.

[MUS 92] MUSSE, Soraia Raupp. *Um Estudo sobre Animação Computadorizada de Objetos Rígidos Articulados*. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1992. Trabalho Individual no. 275.

[NAS 92] NASCIMENTO, Marcos Eduardo. *Estudo de Algoritmos para Geração de Sombras Projetadas na Síntese de Imagens Realísticas*. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1992. Dissertação de mestrado.

[NED 92] NEDEL, Luciana Porcher. *Animação de Objetos Flexíveis*. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1992. Dissertação de mestrado em andamento.

[OLA 92] OLABARRIAGA, S. et al. *Integrating Graphic Software - The making of "MATE"*. CLEI'92, Las Palmas, Espanha, 1992.

[PIN 88] PINHO, Márcio. *DIRETOR*. Porto Alegre: Instituto de Informática-UFRGS, 1988. Trabalho de Conclusão do curso de Ciência da Computação.

[PUE 88] PUEYO, Xavier; TOST, Daniela. *A Survey of Computer Animation*. *Computer Graphics Forum*, v.7, n.4, p.281-300, Dec. 1988.

[SCH 92] SCHMIDT, Ana Elisa; MUSSE, Soraia Raupp. *PREVIEW - Sistema de Animação*. Porto Alegre: CPGCC-UFRGS, 1992. Relatório de Pesquisa no.184.