

## RTp - Uma Implementação de Ray Tracing Parametrizado

FERNANDO FERREIRA DIAS MARTINS  
EDUARDO TOLEDO SANTOS

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
LSI - Laboratório de Sistemas Integráveis  
Div. de Sist. Digitais - Grupo de Computação Gráfica  
Av. Prof. Luciano Gualberto, travessa 3, n.158  
05508-900 - São Paulo, SP, Brasil  
martins@lsi.usp.br  
toledo@lsi.usp.br

**Abstract.** This technical communication reports about RTp, a software implementing the parameterized ray tracing technique plus some extensions.

### 1. Introdução

Um importante passo na produção de uma imagem ou de uma animação, é a escolha de cores, materiais e texturas dos objetos que aparecerão na cena. Esta atividade geralmente é feita de forma iterativa já que o controle dos parâmetros da equação de iluminação, que determinam a aparência dos materiais, nem sempre é intuitivo.

O ideal na produção de imagens é que o processo de ajuste de texturas e iluminação seja interativo fazendo com que cada mudança possa ser imediatamente visualizada numa nova imagem.

Um algoritmo bastante utilizado para síntese de imagens foto-realísticas é o ray tracing [Whitted (1980)]. Esta técnica gera corretamente efeitos de reflexão, refração e sombras. Sua principal desvantagem é a alta demanda computacional, inviabilizando implementações interativas.

A técnica de ray tracing parametrizado [Séquin-Smyrl (1989)] possibilita, a partir de uma primeira imagem gerada pelo algoritmo convencional de ray tracing, modificar-se parâmetros *ópticos* da cena como mapeamento de textura, coeficientes de reflexão difusa e especular, transmitância, cores dos objetos, intensidade e cor das fontes de luz, etc., desde que a geometria não seja alterada.

### 2. O Programa RTp

Está em desenvolvimento no Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI-USP) um programa, denominado RTp, que implementa a técnica de ray tracing parametrizado, com algumas inovações.

Adaptado a partir do programa de domínio público MTV Ray Tracer, o RTp está atualmente implantado em estações Unix (Sun e Silicon Graphics) em linguagem C, sendo bastante portátil.

O programa apresenta uma interface gráfica com o usuário, nos padrões OpenLook (Sun) ou Motif (Silicon Graphics). Através desta interface é possível a edição das propriedades dos materiais dos objetos e das fontes de luz de uma cena.

A descrição da cena a sintetizar deve ser fornecida por um arquivo no formato NFF (Neutral File Format).

A primeira imagem é gerada de modo similar ao ray tracing convencional. No entanto, durante a execução deste algoritmo, armazena-se em memória toda a árvore de intersecção dos raios traçados. Estes dados podem ser armazenados posteriormente em arquivo para futuras edições.

Após a geração da imagem inicial, alterações em seus parâmetros ópticos requerem, em média, apenas 4% do tempo normal de ray tracing, viabilizando operação quase interativa.

Para cada objeto da cena é possível modificar sua cor (componentes R, G e B), seus coeficientes de reflexão difusa ( $k_d$ ) e especular ( $k_s$ ), transparência ( $k_t$ ) e "polimento" da superfície ( $n$ ).

Para cada fonte de luz é possível editar sua intensidade e cor. Baseada em uma extensão do algoritmo original [Santos (1994)], também foi implementada a possibilidade de alterar-se a posição das fontes de luz, um parâmetro geométrico.

### 3. Projetos futuros

Existem algumas otimizações que se pretende implantar no programa RTp.

Atividades para tornar o cálculo de novas imagens mais rápido, favorecendo o aumento de interatividade:

- Paralelização do RTp em computadores paralelos de memória compartilhada e distribuída;
- Utilização do acelerador gráfico VGX da Silicon Graphics para otimizar o processo de cálculo de sombras;

- Buscar a otimização de todo o código, com vista a poder gerar novas imagens em tempo real;
- Buscar a compressão dos dados armazenados em memória, superando um dos maiores entraves da aplicação do programa.

Atividades para aumentar os recursos do RTp:

- Acrescentar ao programa novas funções de mapeamento de textura;
- Implementar alteração de texturas por *bump mapping*;
- Adaptar programas de ray tracing mais sofisticados, que ofereçam mais recursos como o RayShade, por exemplo.

Brevemente, o programa RTp será colocado em domínio público, disponível por ftp anônimo.

#### 4. Resultados

As figuras 1 a 9 mostram uma sequência de imagens produzidas pelo RTp. Apenas a imagem 1 foi gerada por ray tracing convencional. As demais são apenas reavaliação das equações de iluminação associadas a cada pixel da imagem inicial, e foram geradas em uma pequena fração do tempo requerido para síntese normal por ray tracing.

A figura 10 apresenta a interface Motif do RTp.

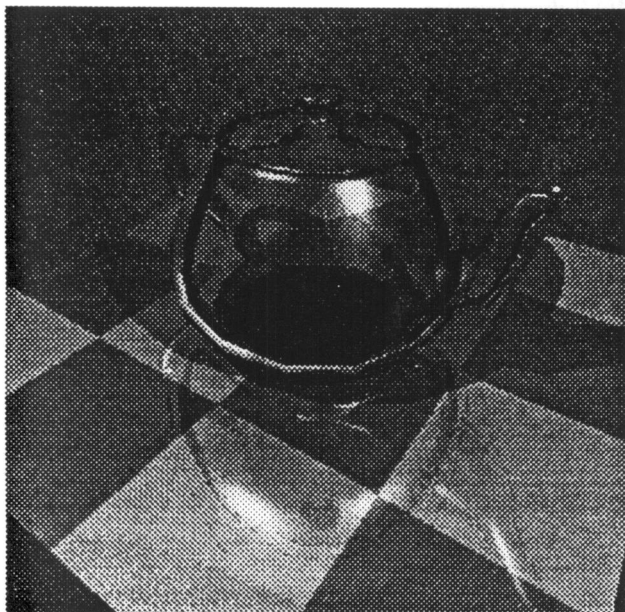


FIG. 1 - Imagem original, gerada por RT convencional

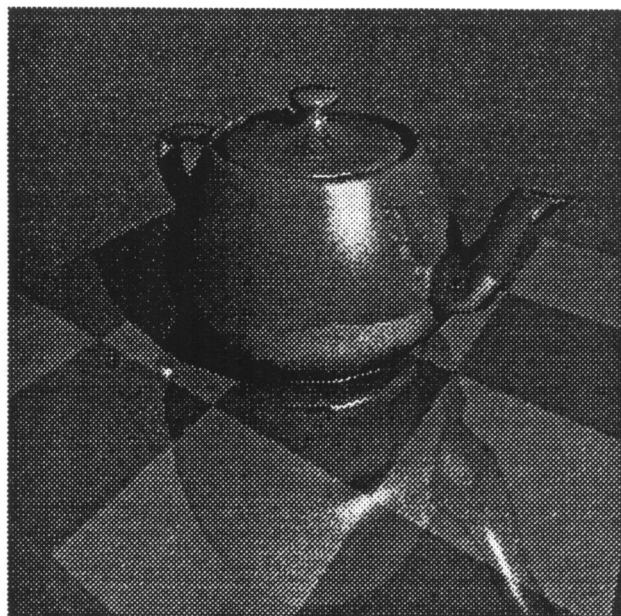


FIG. 2 - Alterados varios parâmetros, incluindo transmissividade



FIG. 3 - Acrescentada uma outra fonte de luz

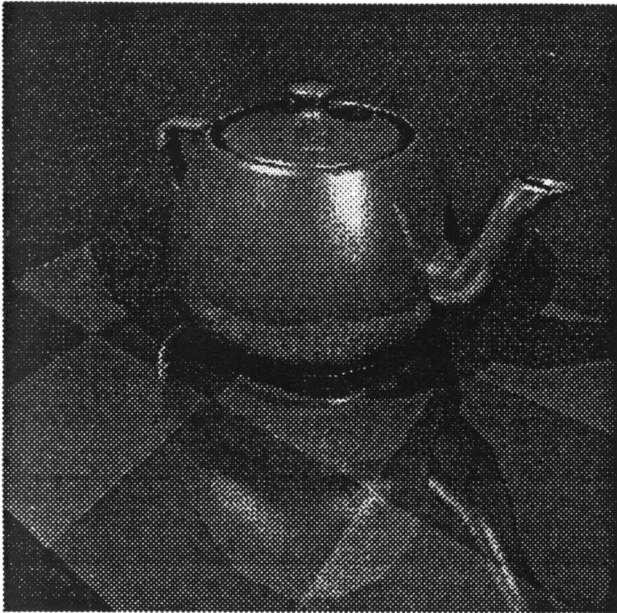


FIG. 4 - Alteradas as cores do tabuleiro

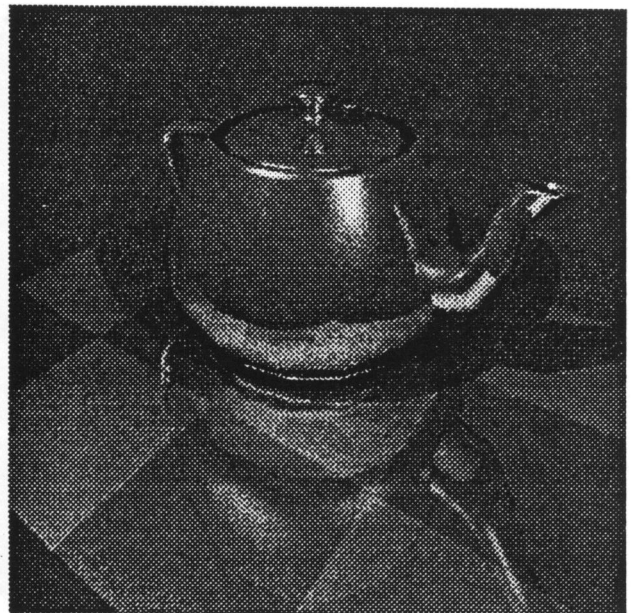


FIG. 6 - Diminuido o coef. de reflexão difusa do bule



FIG. 5 - Aumentado o coef. de refl. especular do bule

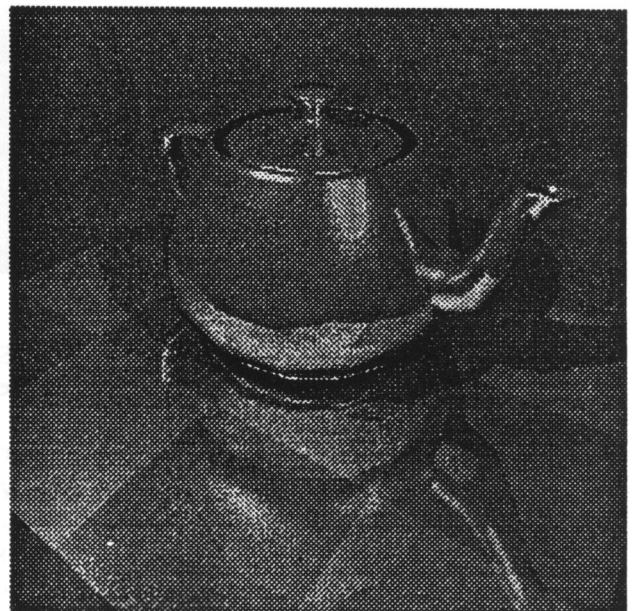


FIG. 7 - Mudada a cor da fonte de luz à direita



FIG. 8 - Aumentado o "polimento" do bule

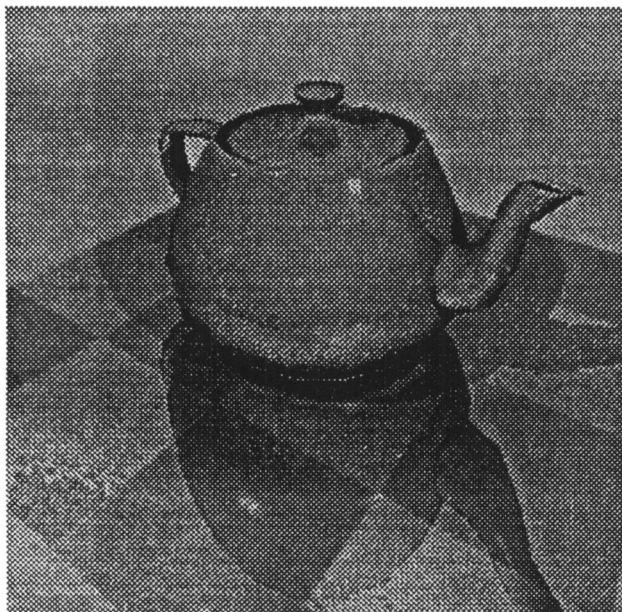


FIG. 9 - Mudada a cor de fundo da cena

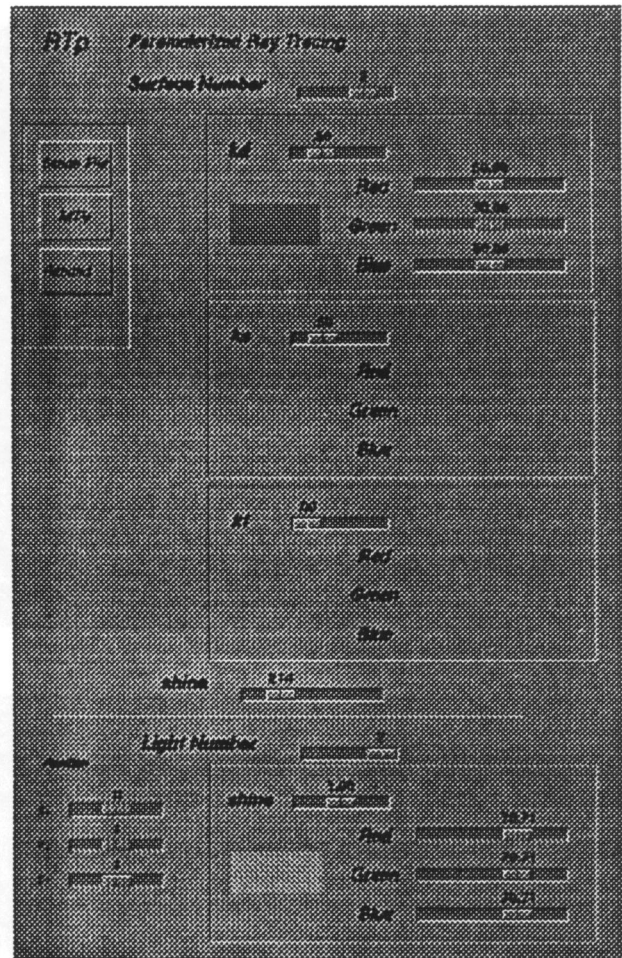


FIG. 10 - A interface Motif do Rtp

Serão produzidas fotos coloridas para a apresentação desta comunicação no VII SIBGRAPI.

#### Referências

- T. Whitted, An improved illumination model for shaded display. *Communications of the ACM* **23** (1980) 343-349.
- C. Séquin, E. Smyrl, Parameterized ray tracing. *Computer Graphics* **23** (1989) 307-314.
- E. T. Santos, Movimentação de fontes de luz em ray tracing parametrizado. *Anais do Congresso Internacional de Computação Gráfica - CICOMGRAF 94*, (1994), p.18, SOBRACON, São Paulo.