2

Animação Assistida por Computador

Quando se conseguiu projetar fotografias de maneira contínua numa tela, o cinema pôde desfrutar de uma linguagem própria e fazer arte para o consumo industrial. Entretanto, o universo plástico do cinema ficava restrito às imagens capturadas da realidade, ainda que encenadas. A união do desenho e da pintura com a fotografia e o cinema superou essa limitação através do cinema de animação, que podia fazer uso das formas ilimitadas das artes gráficas, explorando as características cinematográficas do filme.

O fato de produzir cinema a partir de desenhos e pinturas fazia o filme de animação ser apreciado de maneira diferente do cinema de ação ao vivo, exigindo formulação de regras artísticas próprias, as quais vieram a ficar conhecidas como os princípios fundamentais da animação. Esses princípios, baseados na observação do movimento, estabeleceram os conceitos básicos capazes de proporcionar encenação convincente às figuras criadas no papel. A animação passava a contar com uma linguagem.

Apesar de uma série de aperfeiçoamentos no sistema produtivo do filme de animação, a confecção de um desenho animado permanecia uma tarefa atrelada a um processo artesanal anacrônico bem no seio do processo industrial, pois a etapa de desenho e pintura seguia reproduzindo os métodos tradicionais há muito conhecidos. Considerando os milhares de desenhos necessários à realização de um filme de animação, dá para imaginar os entraves existentes para se atingir um regime de produção equivalente ao potencial expressivo dessa arte. O advento de uma técnica que eliminasse os entraves de ter de criar cada desenho (automatizando tarefas), ao mesmo tempo que mantivesse o controle dos elementos de síntese visual como obtidos pelo desenhos e pela pintura, significaria o renascimento da animação.

A computação gráfica veio a ser essa técnica; e já é possível verificar o seu impacto [1].

2.1

Animação Assistida por Computador

A animação assistida por computador pode ser utilizada como uma ferramenta para dar suporte à produção da animação tradicional, como por exemplo, ajudando a colorir os desenhos, gerando quadros intermediários ou ajudando na composição das imagens finais. O raciocínio por trás do uso de computadores em tal processo, os problemas associados, as limitações de soluções completamente automáticas e os desafios que tinham que ser encarados – ou ainda têm – foram apontados por E. Catmul [4] 27 anos atrás. J. D. Fekete *et al.* [5] discutiram mais recentemente esses problemas. J. W. Patterson e P. Willis [6] rediscutiram os problemas levantados no artigo de E. Catmul, salientando que sistemas de assistência a animações (2D) podem prover soluções de custo efetivo aos estúdios de animação, embora problemas importantes ainda devam ser avaliados.

Desde os anos 60, várias técnicas têm sido desenvolvidas e vários sistemas têm sido projetados para dar suporte à produção da animação tradicional. Os primeiros sistemas eram designados a automatizar a geração dos quadros intermediários utilizando os quadros-chaves e métodos de interpolação [7][8]. Depois os sistemas tentaram dar suporte à colorização e composição de imagens ambos utilizando um formato vetorial [9] ou matricial [10] [11].

Para evitar artefatos produzidos por *aliasing* durante a colorização e composição de imagens muitos métodos seminais foram desenvolvidos: A. R. Smith's "*Tint Fill*" para coloração de imagens [12], bem como o algoritmo de remoção de superfície escondida de E. Catmull [13] e o algoritmo de B. A. Wallace para combinar e compor imagens [11].

Tentando superar os problemas encontrados nas soluções para geração de quadros intermediários, métodos mais modernos e com melhorias na qualidade visual final foram desenvolvidos: por exemplo [14], [15], [16], [17]. Métodos adicionais também têm sido desenvolvidos para composição de imagens: por exemplo, o uso de canal alfa para indicar o quanto um *pixel* influencia na cor, permitindo assim, a composição com *anti-aliasing* [18].

Nos anos 80, os esforços de pesquisa e desenvolvimento foram voltados para ferramentas de animação tridimensionais [19], algumas delas usando os princípios da animação 3D, estabelecidos por [3]. Embora essas ferramentas tenham revolucionado alguns segmentos de mercado – especialmente efeitos especiais e comerciais de TV – o uso delas em animação tradicional não obteve muito sucesso, por suas inadequações relacionadas à estrutura do

processo de produção, ou simplesmente pelo alto custo e requisitos que algumas vezes as tornavam não-competitivas com relação ao processo manual.

Nos últimos anos, uma variedade de soluções e sistemas têm sido desenvolvidos e novos interesses gerados na animação assistida por computador, apontando para uma produção com custo eficiente e preocupados em atender a qualidade de imagem esperada pela audiência. Dessa maneira, algumas expectativas e problemas previamente levantados por pesquisadores, que até hoje ainda não foram solucionados, podem estar em foco neste cenário num futuro próximo.

2.2

Animação de Personagens

Existem vários tipos de animações convencionais e computacionais. De uma maneira mais ampla, pode-se dizer que na animação convencional existe um contínuo, desde os limitados desenhos das manhãs de sábado às grandes produções dos estúdios Disney, por exemplo. Este contínuo é chamado de "animação de personagens". Fora deste contínuo estão as animações de arte, filmes com uma grande variedade de estilos, qualidades e métodos [4].

O maior foco desta dissertação é a animação de personagens, porém ela não se limita apenas a esta, mas sim procura dar suporte a qualquer animador através de uma ferramenta capaz de ajudá-lo nas tarefas mais tediantes, não fazendo distinção do propósito da animação.

2.2.1

Produção de uma Animação

Existem muitas maneiras de se produzir uma animação, as técnicas são as mais variadas. Entretanto, talvez a mais conhecida ainda seja a animação tradicional, também conhecida como 2D ou desenho animado.

Técnicas de animação convencional têm sido desenvolvidas para manipular dezenas de centenas de imagens. O processo é aparentemente uma cadeia seqüencial com a pintura do fundo em paralelo [4]. Os passos são descritos a seguir.

Primeiramente, um *storyboard* preliminar é concebido, incluindo um *script*. O *storyboard* é como uma revista em quadrinhos do filme e funciona como um guia para a ação e o diálogo. Ele é utilizado para apresentar, revisar e criticar a ação bem como examinar o desenvolvimento da personagem. É criada uma **prancha de modelos** (*model sheet*), que

consiste em vários desenhos ilustrando várias poses de uma mesma figura (uma personagem, por exemplo). Ela é utilizada para garantir que a aparência de cada figura seja consistente à medida em que é desenhada na animação. A *exposure sheet* contém informações sobre cada quadro como trilha sonora, movimentos de câmera e elementos da composição. A *route sheet* guarda as estatísticas e responsabilidades para cada cena. Uma vez que o *storyboard* foi concebido, a **estória detalhada** (*detailed story*) é trabalhada para identificar as ações em mais detalhes. Quadros-chaves são então identificados e produzidos por animadores experientes para validar o desenvolvimento da personagem e qualidade da imagem. Animadores assistentes são responsáveis por produzir os quadros entre os quadros-chaves, esse processo é chamado *in-betweening*. *Test shots*, pequenas seqüências renderizadas em cores, são utilizadas para testar a renderização e movimentos. Para completar a verificação dos movimentos, um **teste de lápis** (*pencil test*) deve ser feito, o qual é uma rederização completa dos movimentos de uma seqüência estendida utilizando imagens de baixa qualidade ou esboços. Problemas encontrados nos *test shots* ou testes de lápis podem requisitar uma revisão dos quadros-chaves, na estória detalhada e até mesmo nos *storyboards*. **Desenho à tinta** (*inking*) refere-se ao processo de transferência dos quadros desenhados para a celulose (acetato). **Pintura** (*painting*) é a aplicação de cor a essa celulose. Finalmente, cada quadro é fotografado e exibido a uma taxa tipicamente 24 quadros/segundo. É trabalhando passo-a-passo – ou no caso do cinema de animação quadro-a-quadro – que o animador desenvolve o domínio de técnicas essenciais para a representação da imagem em movimento.

2.3

O Computador no Processo de Animação

Como descrito na seção anterior, a produção de filmes de animação é um processo já bem estabelecido. Quais são então os motivos por trás do desejo de prover uma assistência computadorizada e quais estágios podem ser eficientemente assistidos?

2.3.1

Motivação

A razão por trás do uso de computadores no processo de produção de animações é baseada em dois principais motivos: de um lado, existe

uma crescente procura por animações de alta qualidade, séries de TV e comerciais, que devem ser produzidos muito rapidamente e ainda manter os padrões de qualidade; e, de outro lado, os custos associados às produções são agora tão altos que os riscos de produção, pelo menos para longas-metragens, são tomados apenas por grandes estúdios. Dessa forma, o objetivo é aumentar a produtividade sem perder a qualidade, alcançando custos considerados razoáveis.

Para satisfazer a procura do público por qualidade, mais trabalho tem sido exigido dos animadores, *in-betweeners*¹ e artistas de fundo, bem como das pessoas responsáveis pela pintura, composição e efeitos especiais. O esforço associado com a produção de um filme tradicional de animação com duração de 90 minutos é considerável. São necessários 24 quadros para cada segundo de filme, dos quais, geralmente, somente 1 de cada 2 é realmente novo, o que soma 64.800 novos quadros por filme. Considerando que um quadro é composto pela sobreposição de 5 células, 324.000 células devem ser desenhadas e pintadas. Não apenas pelas centenas de células a serem desenhadas e pintadas, mas também pelo número de pessoas envolvidas em vários times trabalhando simultaneamente em cenas diferentes, entre 50% e 60% do custo total da produção é associado aos estágios de desenho e pintura [20]. Assim, ao menos os intensivos trabalhos de desenho e pintura no processo de produção são fortes candidatos para a introdução de ferramentas computacionais.

2.3.2 Assistência do Computador

Vários estágios do processo de animação tradicional – e não apenas desenho à tinta (*inking*) e colorização, os mais promissores – podem ser vistos como bons candidatos a obter suporte computacional [4].

As imagens podem ser desenhadas diretamente num *tablet*, desenhadas através do *mouse* ou escaneadas. A qualidade do desenho ou traço depende da precisão e facilidade de uso dos sistema de *tablets*, enquanto que, para imagens escaneadas, depende da resolução e dos algoritmos para limpeza e extração de informações para imagens.

Devido ao fato de imagens de fundo serem vistas por um longo período de tempo, elas são cuidadosamente elaboradas artesanalmente e possuem uma gama de cor maior. Além disso, costumam ser maiores para permitir movimentos de câmera. Elas podem ser desenhadas com poderosas

¹ Animadores assistentes que desenhavam os quadros intermediários.

ferramentas de desenho, mas devido a suas características, em geral ainda são desenhadas e pintadas utilizando métodos convencionais e depois disso digitalizadas com resolução apropriada.

A geração de quadros intermediários é certamente o problema mais difícil na animação assistida por computador. Sua principal dificuldade é o fato de que desenhos (chaves) são projeções bidimensionais de personagens tridimensionais visualizadas pelo animador [4]; esta perda de informação traz fortes limitações para automatizar a criação de quadros intermediários. Quando os quadros-chaves não são muito diferentes, os quadros intermediários podem ser gerados através de algoritmos de interpolação linear.

O processo de colorização de desenhos digitalizados utilizando algoritmos de preenchimento de área oferecem diferentes vantagens se comparado ao processo manual. Contudo esse processo não é passível de problemas. A colorização de imagens escaneadas requer sua limpeza e, alguma vezes, retoques.

A composição da imagens dos desenhos e do fundo é feita de acordo com as regras da *exposure sheet*. Após esse processo, os quadros gerados são analisados e gravados no vídeo ou no filme. Duas importantes vantagens sobre o processo tradicional devem ser mencionadas [11]: o número de imagens sobrepostas não é mais limitado pela densidade física das células do acetato – em animação o número de imagens sobrepostas não é maior do que sete [20] e os desenhos das primeiras camadas devem ser utilizar cores mais fortes – e limitações da manipulação independente das camadas de células não mais se aplicam.

2.3.3 Sistemas de Assistência à Colorização

Os sistemas de apoio às etapas de desenho à tinta (*inking*) e colorização aceleram o processo de produção de animações tradicionais – a colorização manual de cada quadro da animação é a etapa mais tediosa desse processo. Os quadros originais são ainda desenhados por animadores e *in-betweeners* devendo ser digitalizados e processados antes que possam ser coloridos com a ajuda do computador.

O processamento das imagens digitalizadas é essencialmente pintá-las de maneira correta. A qualidade da imagem é aumentada quando o ruído é removido e (algumas vezes) as arestas são destacadas. Os contornos das áreas da imagen são corretamente definidos fechando-se pequenos espaços

entre traços. Esses dois últimos problemas são decorrentes do processo de digitalização ou não foram intencionados pelo animador.

Alguns sistemas de apoio à colorização manipulam *pixels* requerendo uma grande quantidade de espaço de armazenamento. A conversão para uma representação vetorial oferece uma independência de resolução e já é bem suportada pelas ferramentas. O problema com essa abordagem advém da ocorrência de mudanças nas formas dos objetos da cena quando uma transformação matricial-vetorial é necessária.

Existem muitas ferramentas comerciais de grande sucesso para ajuda às etapas de desenho à tinta e colorização: o Toon Boom [21] e o Tic-TacTon [5], produzidos pela Toon Boom Technologies; Retas! Pro 2 [22] produzido pela CELSYS Inc.; o Animo [23] produzido pela Cambridge Animation Systems e o After Effects [24] da Adobe Systems devem ser mencionados como os mais representativos. De uma maneira geral, as principais operações suportadas por esses sistemas são:

- processamento de imagens digitalizadas: remoção de ruído e fechamento de espaços entre linhas de traço;
- colorização de cada região da imagem utilizando um algoritmo padrão de preenchimento de regiões;
- composição de cada quadro sobrepondo as camadas pintadas;
- gravação de cada quadro.

Embora a assistência à colorização tenha ganhado muita atenção nos últimos anos, o processo de colorização de cada região da imagem ainda tem que lidar com muitas limitações. Para alcançar a gama de sombreamento freqüentemente utilizado por animadores, parte das pesquisas atuais focam no emprego de modelos tridimensionais. As desvantagens são a necessidade de criar modelos 3D e da grande dificuldade em alcançar movimentos realistas através deles. Esta dissertação apresenta um método para aplicar técnicas de sombreamento a personagens bidimensionais produzidas pelo processo tradicional de animação. Essas técnicas permitem realçar a percepção de profundidade e localização dos objetos na cena. Para diminuir o esforço repetitivo de colorir cada quadro da seqüência, um algoritmo de rastreamento de objetos é proposto propagando automaticamente a informação de cor entre os quadros.