Astral: Animação Gráfica de Algoritmos e Estruturas de Dados — uma abordagem construtiva*

Pedro J. de Rezende[1]
Islene C. Garcia[1]

[1]Departamento de Ciência da Computação
IMECC — Caixa Postal 6065
Universidade Estadual de Campinas
13081-970 Campinas, SP, Brasil
{rezende|islene}@dcc.unicamp.br

Abstract. We describe the environment Astral which uses a *constructive* approach, introduced herein, for graphical animation of algorithms and data structures. Astral allows the user to implement animations through the use of functions from the environment provided in a library of graphical support.

1 Introdução

Animação de algoritmos é uma técnica de visualização gráfica dinâmica do funcionamento de procedimentos com o intuito de mostrar as operações realizadas.

Esta técnica se mostra de grande valia na comunicação do modo de operação de algoritmos e vem sendo utilizada há alguns anos [BR 87], especialmente no ensino disciplinas de projeto e de análise de eficiência de algoritmos [HO 74].

Neste trabalho, estendemos animações a estruturas de dados e as levamos a um nível de participação maior ao criarmos um ambiente (Astral) que permite a abordagem construtiva descrita adiante.

Esta comunicação descreve na seção 2 três abordagens para produção de animações de algoritmos e estruturas de dados; apresenta a descrição da implementação do ambiente Astral na seção 3 e na seção 4 vemos algumas ilustrações, seguidas, na seção 5, da conclusão.

2 Abordagens

Podem ser identificadas três abordagens em trabalhos de animações de algoritmos. A primeira delas constitui a abordagem passiva, na qual o usuário do sistema de animações apenas assiste (sem possibilidade de interferência) o que é mostrado, podendo tanto ser filmes ou videos [BR 91b], como animações em tempo real geradas por computador.

Se adicionamos algum controle sobre a animação, como a possibilidade de alterações dos dados de entrada ou controle sobre os passos da animação, temos a chamada abordagem ativa [BR 91a, RA 93].

Os benefícios à apresentação do funcionamento de um algoritmo ou estrutura de dados é inegável. Porém, os benefícios para o eventual usuário-programador destes algoritmos ou estruturas ainda se limitam a um entendimento abstrato que o deixam longe do conhecimento necessário para realizar uma implementação adequada.

Uma terceira abordagem, que denominamos *construtiva*, visa que o usuário utilize mecanismos gráficos para a *implementação* de visualização dos seus próprios algoritmos utilizando um conjunto minimal de funções gráficas que encapsulam numa biblioteca o que lhe é necessário do conjunto de ferramentas providas pela plataforma, para realizar a tarefa.

O ambiente Astral reune as abordagens ativa e construtiva, visto que o usuário recebe em cada projeto um aplicativo com os algoritmos implementados e um módulo sobre o qual ele trabalha na construção dos seus algoritmos.

3 Implementação

O ambiente Astral está sendo desenvolvido sobre a plataforma *Macintosh*, sob Mac/OS v. 7.x utilizando THINK Pascal (Symantec Corp.).

Desenvolvemos até o momento cerca de uma dúzia de projetos de animação, com rotinas de suporte gráfico específicas, nos quais o módulo de implementação dos algoritmos sobre as estruturas de dados é deixada para completamento pelo usuário. Detalhes de entrada e saída são pré-implementados assim como todo o ambiente (e o gerenciamento) de *menus*, janelas e fila de eventos.

No planejamento de um projeto como parte do

*Pesquisa desenvolvida com suporte financeiro parcial do CNPq, Fapesp, e RHAE.

Astral e sua respectiva animação, seguindo a abordagem construtiva, deve ser considerado um compromisso entre a qualidade da animação e o tamanho do conjunto de funções disponibilizado ao usuário: um número excessivo ou um conjunto demasiado complexo de tais funções pode ser um entrave e não um benefício. Além disto, temos mantido um alto padrão de similaridade entre as funções disponíveis para os diversos projetos de animação provendo, assim, considerável uniformidade.

3.1 Suporte à Animação

Para facilitar a implementação dos projetos, foi escrita uma biblioteca que agrupa rotinas de interesse geral para a produção de animações. Esta biblioteca traz, como vantagens imediatas, uma maior elegância e padronização no código que é apresentado ao usuário, além de maior agilidade em seu trabalho.

Dentre os tópicos cobertos pela biblioteca temos, encapsuladas:

- Rotinas para manipulação de janelas de visualização, incluindo tratamento de *scroll* e de *double-buffering*.
- Estruturas de dados e rotinas para manipulação de objetos gráficos dentro das janelas de visualização.
- Funções para entrada de dados pelo usuário, (tratamento de janelas do tipo *Dialog*).
- Funções para envio de mensagens ao usuário, (tratamento de janelas do tipo *Alert*).
- Rotinas para tratamento de eventos durante as animações.
- Procedimentos para controle de janela de texto.
- Procedimentos para tratamento de *menus*.
- Rotinas para tratamento de cores.
- Rotinas para tratamento de sons.

4 Ilustrações

Dentre as animações já produzidas, temos vários algoritmos e estruturas de dados que, por limitação de espaço, ilustramos apenas através das seguintes figuras:

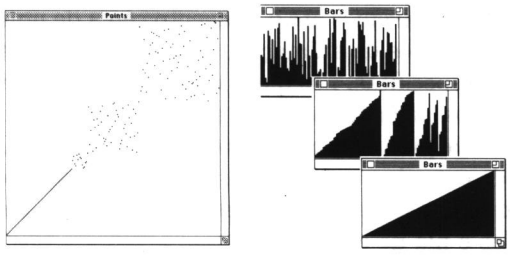

Figura 1: QuickSort e MergeSort

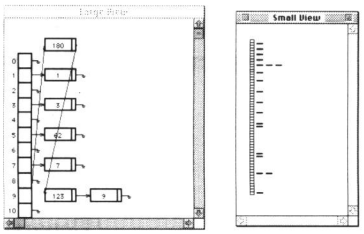

Figura 2: Hashing

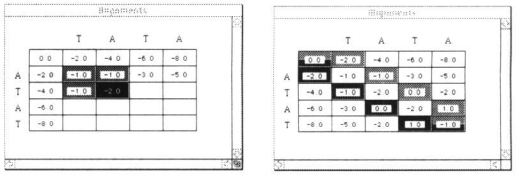

Figura 3: Alinhamento de Cadeias

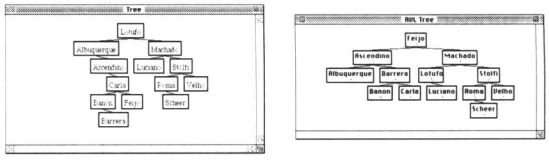

Figura 4: Árvore Binária de Busca e AVL

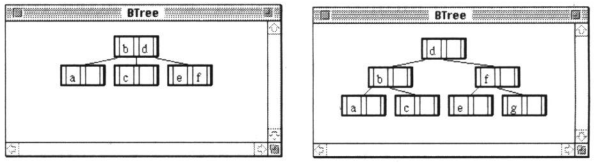

Figura 5: Árvore B

5 Conclusão

O ambiente Astral vem sendo utilizado há dois semestres em disciplina de Laboratório de Estruturas de Dados no DCC/UNICAMP. A abordagem construtiva de animações gráficas de algoritmos e estruturas de dados tem apresentado resultados muito positivos e visivelmente contribuído para um maior aproveitamento na formação dos estudantes.

Referências

[BR 87] Brown, M., *Algorithm Animation*, The MIT Press, Massachusetts, 1987.

[BR 91a] Brown, M., *Zeus: A system for algorithm animation and multi-view editing*, Proc. IEEE Workshop on Visual Lang., p. 4–9, 1991.

[BR 91b] Brown, M., *An Anthology of Algorithm Animations using Zeus*, Digital Systems Research Center, Video 76b, 1991.

[HO 74] Hopgood, F., *Computer Animation Used as a Tool in Teaching Computer Science*, Proc. 1974 IFIP Congress, p. 889–892, 1974.

[RA 93] Amorim, R. V., de Rezende, P. J., *Compreensão de Algoritmos através de Ambientes Dedicados a Animação*, Anais do XX Semish, 1993.