IG: um sistema de construções geométricas com vínculos

SIOME KLEIN GOLDENSTEIN[1]
PAULO CEZAR PINTO CARVALHO[1]
LUIZ HENRIQUE DE FIGUEIREDO[2]

[1]IMPA–Instituto de Matemática Pura e Aplicada
Estrada Dona Castorina 110, 22460-320 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
siome,pcezar@visgraf.impa.br

[2]TeCGraf – Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica, Departamento de Informática, PUC–Rio
Rua Marquês de São Vicente 225, 22451–041 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
lhf@icad.puc-rio.br

Abstract. We present an interactive system for building and manipulating geometrical constructs with constraints. Unlike previous systems, this system describe its models in a user friendly language that allows the user to create scenes using both direct manipulation and textual description. The language allows scenes to be created procedurally and declaratively.

1 Introdução

A grande maioria dos sistemas para desenho e modelagem geométrica permite criar cenas complexas, nas quais alguns elementos são construídos em termos de outros. Entretanto, em geral, estas dependências não fazem parte da descrição da cena. Como resultado, esses sistemas não são capazes de reagir corretamente a mudanças dinâmicas nos elementos usados para definir outros. Por exemplo, é possível que o sistema permita construir o ponto médio de um dado segmento de reta, mas não recalcule esse ponto quando o segmento é modificado. Para que um sistema possa reagir corretamente neste contexto, é necessário que ele mantenha a história de todos os vínculos criados implicitamente durante a construção da cena.

O sistema IG permite a criação de construções geométricas com vínculos. Esse sistema é especialmente útil para o estudo de construções Euclidianas com régua e compasso [1], e vai ser parte de um "livro eletrônico" para ensino de Geometria, a ser desenvolvido no projeto VISGRAF do IMPA.

2 Utilização

Ao iniciar, o sistema IG lê um arquivo contendo uma descrição textual de uma cena. A partir de então, é possível a manipulação das características geométricas do modelo, sem perda da consistência topológica imposta pelos vínculos.

A qualquer instante é possível gravar um arquivo contendo todas as características da cena (vínculos e atributos geométricos), permitindo continuar o trabalho do mesmo ponto em uma outra sessão, ou então ser convertido para um outro formato.

3 Linguagem

As cenas em IG são descritas em uma linguagem simples com apenas seis primitivas, que correspondem às operações com régua e compasso da Geometria Euclidiana:

point define um ponto com dadas coordenadas iniciais (se não forem fornecidas, as coordenadas são geradas aleatoriamente);

line define uma reta passando por dois pontos;

segment define um segmento de reta (mesmos argumentos de **line**);

circle define um círculo com centro em um ponto e passando por outro ponto;

intersection define zero ou mais pontos de interseção entre dois objetos do tipo **line**, **segment** ou **circle**.

pointon define um ponto arbitrário sobre um objeto do tipo **line**, **segment** ou **circle**.

Nas primitivas que recebem pontos como parâmetros, pode-se usar pontos criados com **point**, **intersection** ou **pointon**).

Além dos argumentos próprios de cada primitiva, é possível também dizer que o objeto sendo criado será oculto (*hidden*) ou sem descrição (*nolabel*). Isto permite reduzir a complexidade visual da cena. Esses atributos podem ser modificados posteriormente.

4 Exemplo

Apresentamos abaixo a construção clássica da mediatriz de dois pontos `a` e `b`: a mediatriz é definida pelos pontos de interseção de dois círculos com centros nos pontos dados. O uso do ponto `b` para definir o círculo com centro em `a`, e vice versa, garante que os círculos se interceptam.

```
a  = point()
b  = point()
Ca = circle(a, b, {hidden})
Cb = circle(b, a, {hidden})
i1, i2 = intersection(Ca, Cb, {hidden})
mediatriz = line(i1, i2)
```

A Figura 1 ilustra essa construção. Note que os elementos auxiliares (os círculos `Ca`, `Cb`, e os pontos de interseção `i1` e `i2`) estão ocultos para não "poluir" o desenho. A Figura 2 ilustra o mesmo modelo após um deslocamento do ponto `b`.

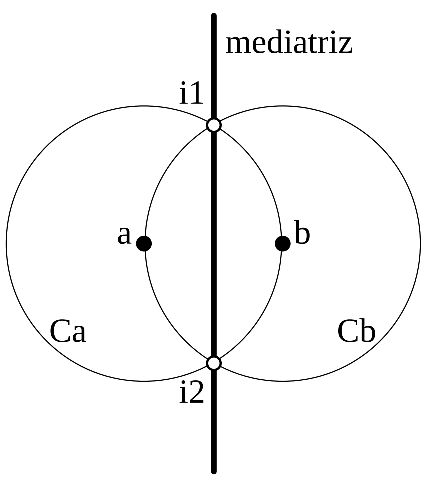

Figura 1: Construção da mediatriz de dois pontos.

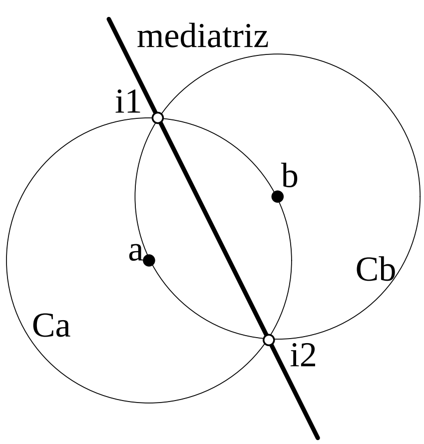

Figura 2: Mediatriz após deslocamento de `b`.

5 Implementação

O sistema IG ainda está em desenvolvimento, tendo passado por duas implementações: a primeira totalmente em C e a atual em C e Lua [2]. Esta versão híbrida possui a vantagem de permitir um desenvolvimento mais ágil, pois Lua é interpretada em tempo de execução. A parte em C corresponde principalmente a serviços gráficos, numéricos, e de interface com o usuário; a maior parte da estrutura de dados está em Lua, sem qualquer perda de desempenho. A tendência é usar C somente para tarefas críticas, deixando o resto em Lua. No momento, o desenvolvimento está concentrado na interface com o usuário; as outras partes estão essencialmente prontas.

O tratamento correto de interseções é o problema mais interessante a ser resolvido na implementação. Em primeiro lugar, o número de interseções de dois elementos pode ser 0, 1 ou 2, dependendo da natureza dos elementos e de sua posição relativa. Em particular, as rotinas para criação de novos elementos devem ser capazes de lidar com situações em que pontos dados como parâmetros não existem. O uso de Lua facilita lidar com estas questões, por permitir que o número de argumentos e o de valores de retorno de funções sejam variáveis. Um outro cuidado a ser tomado, no caso de existência de dois pontos de interseção, é a correta parametrização dos resultados, a fim de evitar descontinuidades.

6 Conclusão

O principal produto existente no mercado para construções geométricas com vínculos é o *Cabri-géomètre* [3]. Embora bastante poderoso, e usado com sucesso por professores e alunos de primeiro e segundo graus, o *Cabri-géomètre* não é um sistema aberto nem permite a descrição textual de cenas. O uso de Lua dá este recurso ao IG, além de permitir descrever construções procedurais. A arquitetura do IG, com serviços em C e estrutura de dados em Lua, é genérica e pode ser facilmente adaptada a outros sistemas com vínculos.

Referências

[1] E. Wagner, *Construções Geométricas*, Coleção IMPA/VITAE, 1993.

[2] L. H. de Figueiredo, R. Ierusalimschy, W. Celes Filho, "The design and implementation of a language for extending applications", *Anais do XXI SEMISH* (1994) 273–283.

[3] "Cabri-géomètre", Laboratoire de Structures Discrètes et de Didactique, IMAG, Grenoble,