

Hipervisualização do Hipercubo

Luis Arturo Perez Lozada¹

Centro de Matemática, Computação e Cognição, UFABC, Santo André, SP,

Resumo. Apresentamos diversas técnicas de Hipervisualização, como *depth-cueing* 4D, remoção de partes ocultas 4D, rotações 4D e a técnica de “faces gradeadas”. Basicamente, estendemos as técnicas tradicionais de visualização 3D e aplicamos num modelo geométrico do Hipercubo.

Palavras-chave. Hipervisualização, Hipercubo, Topologia, Modelagem, Otimização.

1 Introdução

O Hipercubo é um polítopo 4D regular e convexo [2]. Para seu mergulho precisamos do espaço R^4 . Dado nossa limitação visual teremos dificuldades em visualizar este objeto, se contamos apenas com as técnicas tradicionais de visualização 3D, faz-se necessário estender tais técnicas e utilizar projeções geométricas do R^4 para o R^3 .

2 Modelagem Topológica e Geométrica do Hipercubo

Modelamos o Hipercubo através da colagem de oito cubos segundo a Figura 1(a). A topologia foi armazenada através da estrutura *facet-edge*[1]. Cada cubo foi subdividido baricentricamente (Fig. 1(b)) e cada tetraedro desta subdivisão foi refinado (Fig. 1(c)) obtendo-se modelos geométricos do Hipercubo com 11072 vértices e 55296 tetraedros [3].

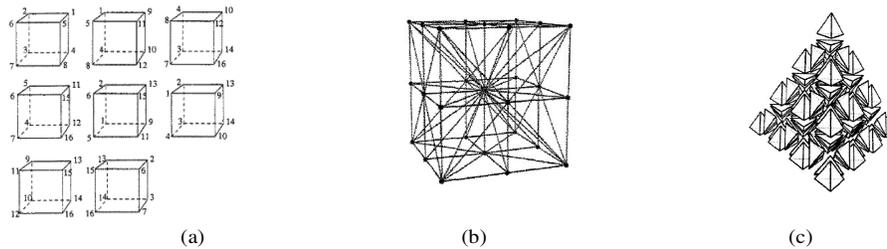


Figura 1: Colagem, Subdivisão Baricêntrica e Refinamento de Tetraedro.

A geometria atribuída ao modelo refinado do Hipercubo foi aleatória (Fig. 2(a)). Utilizamos o conceito de função de energia [3] e métodos gerais de otimização não linear (descida pelo gradiente) para transformar geometrias incompreensíveis em compreensíveis que correspondem a configurações com mínimo local para a função de energia de “molas” (energia que tende a uniformizar os comprimentos das arestas)

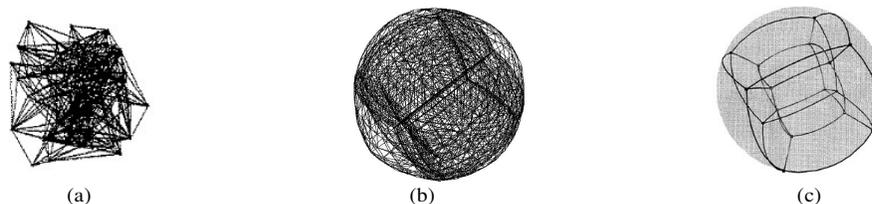


Figura 2: Geometria Aleatória; Otimizada e Hipercubo com *depth-cueing* 4D.

¹ luis.arturo@ufabc.edu.br

3 Técnicas de Hipervisualização

Estendemos e implementamos técnicas tradicionais de visualização 3D definindo, assim, técnicas de Hipervisualização como o *depth-cueing* 4D (Fig. 2(c)), a remoção de partes ocultas, 4D (volumes, faces, arestas e vértices) (Fig. 3) e rotações da Câmara 4D. Mesmo depois da remoção de partes ocultas, o modelo geométrico projetado do Hipercubo no R^3 ainda consiste de células (ou partes de células) coladas. Portanto quando este modelo é por sua vez projetado no R^2 ainda haverá muitas faces sobrepostas sobre um mesmo ponto da imagem. Assim, definimos as "faces gradeadas" (Fig. 3) técnica análoga à representação *wireframe* na tentativa de obter ganho visual das células (volumes) do Hipercubo uma vez que não foi possível "pintar" o interior das oito células do Hipercubo.

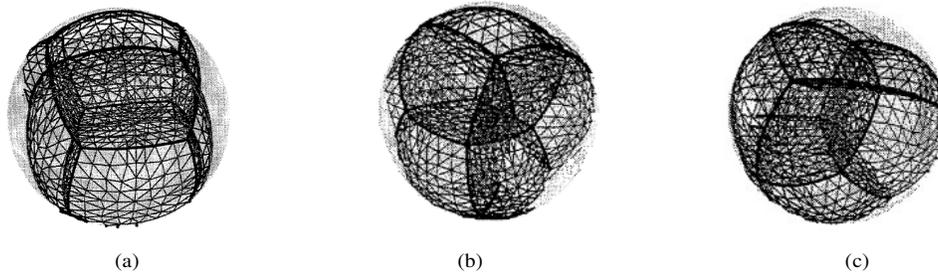


Figura 3: Hipercubo com remoção de partes ocultas 4D, faces gradeadas e rotação 4D.

As faces gradeadas devem ser suficientemente abertas para que as camadas das faces sobrepostas sejam visíveis na imagem e a estrutura do Hipercubo quando projetado possa ser apreciada [3].

4 Conclusões

É possível conferir que as técnicas de Hipervisualização implementadas são úteis na visualização de objetos 4D. Em particular, pode-se observar, na figura (Fig. 2(c)), que a técnica *depth-cueing* 4D permite visualizar os 16 vértices, 32 arestas, 24 faces quadrangulares e 8 células cúbicas do Hipercubo em sua versão suavizada. Este modelo é análogo a modelos retilíneos constantes na literatura [2]. As outras técnicas de Hipervisualização auxiliam no entendimento da estrutura celular do Hipercubo. A técnica de faces gradeadas tem-se mostrado útil na compreensão da ordem de visualização das faces que se cruzam quando o modelo do Hipercubo é subsequentemente projetado para uma imagem 2D. As técnicas de Hipervisualização descritas neste resumo podem ser aplicadas a outros objetos 4D [3].

Agradecimentos

Ao Centro de Matemática, Computação e Cognição da Universidade Federal do ABC (UFABC), ao Prof. Dr. Jorge Stolfi do Instituto de Computação da Unicamp.

Referências

- [1] D. P. Dobkin and M. J. Laszlo. *Primitives for the manipulation of three dimensional subdivisions*. *Algorithmica*, 4:3-32, 1989.
- [2] H. S. M. Coxeter, *Regular Polytopes*. Dover Publications, inc., New York, 1973.
- [3] L. A. P. Lozada, *Visualização Automática de Mapas Tridimensionais*. Tese de Doutorado, Instituto de Computação da Unicamp, Campinas, São Paulo, Março de 2001.