

Análisis de Técnicas de Visualización Escalar 1D y 2D

Lidia Marina López
llopez@uncoma.edu.ar

Laura M.G. Sánchez
lsanchez@uncoma.edu.ar

Computación Gráfica. Visualización Resumen

La definición técnica de Visualización se refiere a la representación del comportamiento de la/s variable/s del modelo en estudio, y particularmente, a hacer comprensible estados complejos de ese comportamiento al ojo humano. La aplicación práctica de estas técnicas en problemas de análisis requiere generalmente adaptarse a campos geométricos discretos, irregulares. Este trabajo explora las técnicas más comunes para 1D y 2D que también son importantes para los dominios 3D.

1-Introducción

Estas técnicas ayudan a los analistas a responder muchas de las preguntas básicas de análisis de datos. Una *variable escalar* es cualquier cantidad simple expresada como función de su posición en el espacio o en el tiempo, p.e.: $\sigma = F(x, y, z, t)$. En el caso general, un campo escalar de esta forma puede ser visualizado usando operaciones locales sobre elementos, u operaciones globales sobre el campo en sí mismo. Las técnicas locales, que son las más comunes, generan representaciones sobre una base elemento-por-elemento. Las técnicas globales, operan sobre todo el campo escalar. Estas técnicas giran en torno a la codificación del color o el dibujo del contorno, donde los resultados se representan como líneas coloreadas o regiones pintadas sobre superficies visibles externas de una estructura. Estos métodos pueden ser combinados para permitir a los analistas ver más allá de lo que se puede deducir de los datos.

2-Campos Escalares Unidimensionales

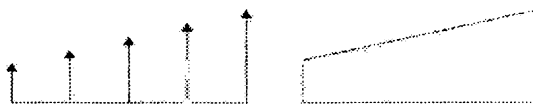
El caso más simple de una variable escalar es una distribución 1D de valores. La codificación del color implica representar subsegmentos de la línea con colores correspondientes al valor escalar



Un espectro de color de azul a rojo se elige para representar, p.e., una variación natural de frío a caliente. El mapeo es:

Valor Resul. Norm	Tinte	Valores · RGB	Color
0.000	0	0.0,0.0,1.0	Blue
0.125	30	0.0,0.5,1.0	Blue-Cyan
0.250	40	0.0,1.0,1.0	Cyan
0.375	90	0.0,1.0,0.5	Cyan-Green
0.500	120	0.0,1.0,0.0	Green
0.425	150	0.5,1.0,0.0	Green-Yellow
0.750	180	1.0,1.0,0.0	Yellow
0.875	210	1.0,0.5,0.0	Orange
1.000	240	1.0,0.0,0.0	Red

La representación de un valor individual sobre un camino 1D es simplemente representar un punto sobre este camino, interpolado entre los valores extremos. Ejemplos de estas representaciones son:



3-Campos Escalares Bidimensionales

Los campos escalares en 2D paramétricos representan efectivamente una variable a través de una o más superficies o subsegmentos de estas superficies. La representación de tal campo muestra su variación sobre estas superficies. Las técnicas más simples representan el color codificado en el centroide de cada elemento para el valor escalar promedio. Estas técnicas también son importantes para los dominios 3D. Existe un axioma que dice que el comportamiento más crítico ocurre sobre el exterior de una estructura. Las siguientes secciones describen las técnicas más comunes utilizadas para la representación de un campo escalar 2D

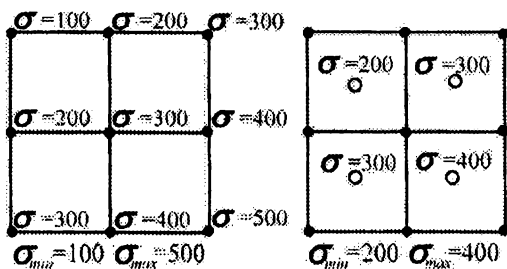
3.1-Codificar el color de la cara del elemento

Se puede obtener una vista rápida de una variable escalar a través del exterior de un modelo seteando el color de cada cara del elemento visible con el valor escalar promedio a través de esa cara. Los resultados calculados originales están en los vértices del elemento, y son promediados para crear un valor centroidal por cara: $\sigma_c = (\sum_{i=1,n} \sigma(i))/n$ donde n es el número de vértices en el elemento y los $\sigma(i)$ son los valores resultado del vértice. Este valor se normaliza e interpola sobre una tabla de colores con rango que va desde un valor mínimo a un valor máximo:

$$color = (\sigma_{max} - \sigma_c) / (\sigma_{max} - \sigma_{min})$$

Un efecto notable de esta técnica que ocurre a menudo es un problema de precisión por la naturaleza de los datos resultantes del análisis resultando en una pérdida de valores resultado interiores o del vértice extremo.

Otro problema que se presenta es la pérdida de

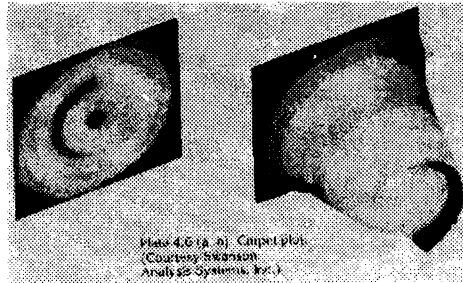


la perspectiva 3D del modelo. Se debe entonces mostrar los efectos de la fuente de luz sobre el modelo resultado a través del uso de una tabla con los valores color y las normales a la superficie del polígono juntos., donde el tinte continua correspondiendo al valor escalar, y el valor de luminosidad varía basado sobre el valor normalizado descrito como: $l = \cos\theta$, donde θ es el ángulo entre la normal a la superficie del polígono y la fuente de luz desde el observador. Esta técnica expande el número de colores necesarios a partir del número de colores de contorno n_{color} hasta el número de veces de colores de contorno de graduación de la fuente de luz $n_{color} \times n_{sombreado}$.

3.2-Representación de Contorno

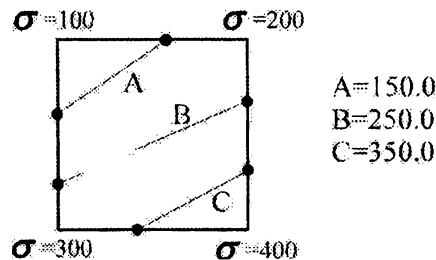
Las técnicas contorno-orientadas son los métodos más comunes de representar un resultado través de una superficie. Están basadas en *líneas de contorno*, más propiamente definidas como líneas isovaluadas, o líneas que representan un valor constante a

través de un campo superficie. Esencialmente, ellas limitan la representación de variables escalares a 2D paramétricas, aunque las extensiones 3D tal como lo muestra la figura, pueden realizarse. En general, las representaciones de contorno son usadas sobre modelos compuestos de superficies o modelos de análisis sólidos donde los resultados exteriores pueden ser mostrados para guiar.



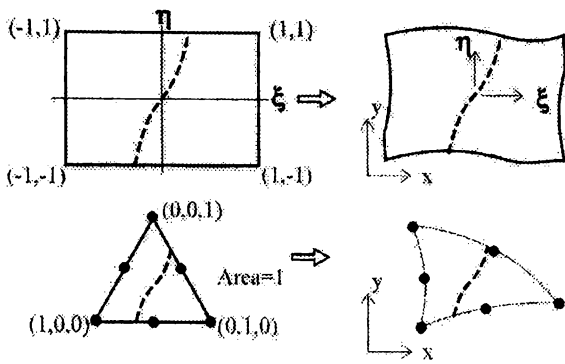
3.2.1-Interpolación lineal básica de niveles de contorno

La ubicación exacta de las líneas de contorno dentro de un modelo de elementos de análisis depende en gran medida de las suposiciones que son hechas acerca de la variación del resultado dentro de ese elemento. El tipo básico más común representa líneas isovaluadas como segmentos lineales, con un segmento línea para cada par de puntos isovaluados a lo largo de las aristas del elemento, como se muestra aquí:



3.2.2-Interpolación de Contorno por Partes sobre Elementos Isoparamétricos

Meek and Beer [MEE74] proponen un esquema que amplía los cálculos anteriores para aproximar la variación verdadera de una curva contorno isovaluada a través de elementos del orden más alto como elementos cuadráticos. Se conoce como el orden *P-versión* de las ecuaciones en el elemento. Implica crear una unidad paramétrica cuadrada o triangular, que es mapeada al elemento. La variación de la curva isovaluada a través del elemento se determina por partes subdividiendo esta unidad cuadrada o triangular en subáreas, y siguiendo el camino de la curva de contorno desde los puntos isovaluados sobre las aristas.



3.2.3-Generación de Contorno Directa sobre Elementos Isoparamétricos

Una aproximación alternativa presentada por Akin and Gray [AKI77] utiliza tanto el campo resultado como sus derivadas para la generación directa de líneas de contorno en superficies isoparamétricas. Este método comienza con un punto inicial σ_0 y luego usar un tamaño de salto predefinido para determinar el próximo punto a lo largo de la línea de contorno. El éxito de este algoritmo depende de la elección de un tamaño de paso apropiado, con un paso demasiado grande, las líneas calculadas serán divergente con respecto al contorno actual.

3.2.4-Extensión de Líneas de Contorno hacia Regiones Coloreadas

Uno de los tipos más comunes de representación de contorno es el plotado borde de contorno (contour fringe plot), el color rellena representaciones de líneas de contorno, donde las regiones corresponden a rangos del valor resultado. Estas representaciones son conceptualmente frontales, las regiones color rellenas son generadas entre líneas isovaluadas en los límites de los rangos del valor resultado.

3.2.5-Optimización de caras libres para representaciones de contorno de elemento sólido

Hay al menos dos técnicas antes de hacer la representación: 1-Remover las caras interiores duplicadas 2-Remover las caras posteriores nunca visibles.

3.3-Interpolación de Color Directa de Resultados Escalares

Para un modelo compuesto de caras poligonales, la generación tonal continua comienza con un mapeo del valor resultado escalar a los valores color en los vértices del polígono. La interpolación en sí misma, se

ejecuta de manera similar al sombreado Gouraud.

3.3.1-Corrección de Interpolación de Hardware Valores para Color Escalares

El hardware gráfico a menudo parte el polígono en triángulos independientes para sombreado y restituir. Puede ocurrir que el orden de triangulación haga diferente la distribución del color. Para evitar esto, se puede subdividir en más triángulos o polígonos basados en la distribución del color dentro del elemento.

4- Conclusiones y Trabajo Futuro

Ha habido una evolución en la representación de variables escalares. Esto se debe en parte al desarrollo de métodos algorítmicos y a la mejora y declinación de costos de hardware. Estas técnicas son parte de un proceso continuo para entender comportamientos complejos. Nuestro trabajo apunta al estudio de estas técnicas para poder avanzar sobre representaciones en campos escalares multidimensionales y aportar una implementación útil en equipos de bajo costo.

5- Bibliografía

- NIE97-Nielson,Hagen,Muller, Scientific Visualization. Overviews-Methodologies-Techniques,*IEEE Computer Society*
- GAL95-R.S.Gallagher,"Computer Visualization: graphics techniques for scientific and engineering analysis",*CRC Press*
- CLE93,W.S.Cleveland, Visualization Data,*Hobart Press*
- MEE74,J.L.Meek and G.Beer, Contour Plotting of Data Using Isoparametric Element Representation, *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, vol 10, pág=954-957
- AKI77,J.E. Akin and W.H. Gray, Contouring on Isoparametric surfaces, *International Journal of Numerical Methods in Engineering*, vol 11, pág=1893-1897