SISTEMA DE VISUALIZACIÓN DE ALTA RESOLUCIÓN DE IMÁGENES CIENTÍFICAS

Jorge Sánchez Compte[1], Xavier Ochoa Chehab[2]

[1]Ingeniero en Computación 2004
[2]Director de Tesis. Ingeniero en Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2000, Master en Ciencias de la Computación Aplicada, Universidad Libre de Bruselas, 2002. Profesor de ESPOL desde 2002.

RESUMEN

En la actualidad se utilizan cada vez más los gráficos para representar datos científicos que se quieren analizar. Debido al tamaño y capacidad restringida de los monitores de las computadoras personales, se hace necesaria la construcción de pantallas de visualización con alta resolución para poder mostrar y compartir estos gráficos.

En este artículo se muestran los elementos, tanto de hardware como de software, utilizados para la construcción de una de estas pantallas de visualización en el Centro de Tecnologías de Información de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

INTRODUCCIÓN

Visualización es el proceso de representar datos científicos abstractos con imágenes que pueden ayudar a entender el significado de estos datos. [2]

La utilización de una pantalla de visualización de alta resolución facilita la comprensión de problemas en los cuales son necesarios la utilización de múltiples niveles de detalle. Es decir, en problemas en los que se necesita proyectar gran cantidad de imágenes, para familiarizarse con el entorno, pero que también se necesita ofrecer la suficiente resolución para poder observar los detalles en regiones pequeñas de la pantalla.

Este tipo de pantallas también permite a un grupo grande de investigadores y/o estudiantes compartir e interactuar con gran cantidad de datos y realizar simulaciones con los mismos.

Existen múltiples campos en los cuales este tipo de pantallas pueden resultar muy útiles tales como el modelado molecular, el diseño asistido por computadoras, el análisis de reservas petroleras, simulaciones climáticas, entre otros.

CONTENIDO

1 Hardware

Lo primero que hay que decidir al momento de construir este tipo de sistemas es la utilización de una supercomputadora o de un cluster de computadoras. Debido al alto costo de las computadoras de alto rendimiento, un cluster de computadoras baratas es la opción más asequible. [3]

Para el sistema se utilizaron cuatro computadoras (Figura 1) con procesador Intel Pentium 4 de 1.8 GHz, 256 Mb de memoria RAM, una tarjeta de vídeo Biostar SiS 300 con 32 Mb de memoria y una tarjeta de red de 10/100 Mbps. Para la comunicación entre las computadoras se usó un *switch* Ethernet de 10/100 Mbps marca D-Link modelo DES-1008D.

Figura 1 Computadoras y switch

Cada computadora está conectada a un proyector NEC VT460 (Figura 2) que tiene una resolución nativa de 800 x 600 píxeles, por lo tanto la resolución total de la pantalla es de 1600 x 1200 píxeles. Estos proyectores son de 1500 ANSI lúmenes, con lo que se logra que no sea necesario que el cuarto donde se utiliza el sistema esté totalmente oscuro para poder usar la pantalla.

Figura 2 Proyector NEC VT460

Además se utilizó un teclado y un ratón inalámbrico (Figura 3), los cuales se conectan al servidor, para que el usuario pueda controlar el sistema y manipular los gráficos de la pantalla desde cualquier lugar de la habitación.

Figura 3 Ratón y teclado inalámbrico

2 Software

Dada la gran cantidad de opciones presentes en la modalidad de software libre, se utilizaron varias de ellas tanto para la creación del cluster como para la distribución de las señales gráficas de los proyectores.

Para la creación el cluster de computadoras se utilizó Mandrake CLIC Fase 1 [4]. Este es un sistema operativo basado en Linux que posee varias aplicaciones y servicios previamente instalados para el funcionamiento y administración de clusters. En una de las computadoras se instalaron todos los servicios necesarios para que actúe como servidor del cluster, estos incluían el Domain Name Service (DNS) y el Network Information Service (NIS). En las otras tres se instalaron los paquetes necesarios para que funcionen como nodos de un cluster.

Para la distribución del escritorio se utilizó Distributed Multiheaded X [5]. DMX es un software que permite dividir la pantalla de un servidor X en múltiples partes, las cuales pueden correr en una misma computadora o en diferentes máquinas. DMX permite que la computadora que actúa como servidor, también pueda controlar una de las secciones de la pantalla, por lo tanto solo se necesitaron cuatro computadoras para el sistema.

Luego de conseguir que cada uno de los cuatro proyectores muestre una sección del escritorio, es necesario instalar un programa que distribuya el procesamiento gráfico, para que la computadora que actúa como servidor no realice todo el cálculo que requiere la generación de imágenes. Para esto se utilizó Chromium [6]. Chromium es un programa que permite la distribución del procesamiento gráfico en un cluster de computadoras. Este programa lo que hace es interceptar los comandos OpenGL hechos por una aplicación y generar múltiples secuencias de nuevos comandos los cuales son transmitidos a cada computadora a través de la red [7]. Cada computadora ejecuta los comandos que le son enviados y muestra los resultados en el proyector que tiene conectado. Chromium puede ser utilizado por cualquier aplicación que use OpenGL.

En este sistema se instalaron varias aplicaciones que utilizan OpenGL. Una de ellas es OpenDX [8]. OpenDX es un paquete de software que permite la visualización de información científica, analítica y de ingeniería. Este software provee a los usuarios de una gran flexibilidad para crear visualizaciones. Como su nombre lo sugiere, este programa es de código abierto y de distribución gratuita.

3 Pantalla y muebles

El sistema cuenta con una pantalla de retroproyección de 203 x 274 centímetros (Figura 4). Se utilizó proyección trasera pues esta permite que el profesor o expositor se pueda parar delante de las imágenes proyectadas sin que estas sean tapadas. Esto le da al expositor mayor libertad para mostrar los detalles del gráfico que quiere enseñar.

Además, este tipo de pantalla permite que todo el sistema esté oculto detrás de la misma, con lo cual se facilita que los usuarios tengan la impresión de estar trabajando con una sola computadora.

También se construyó una estructura para sostener la pantalla y un mueble para las computadoras y los proyectores (Figura 5). Este mueble tiene un sistema de ajuste de posición para poder calibrar los proyectores. Este sistema de calibración es muy importante ya que es necesario realizar ajustes muy finos en la posición de los proyectores para que no se superpongan las imágenes proyectadas.

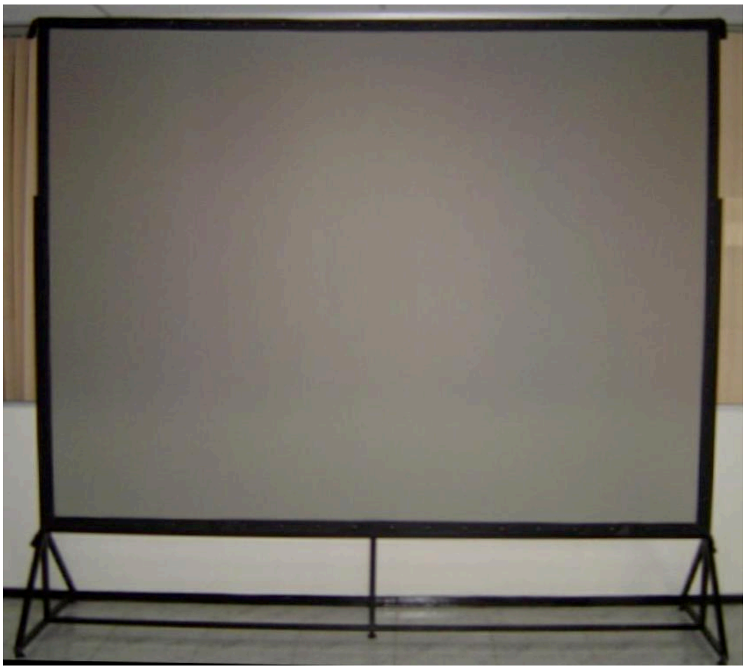

Figura 4 Pantalla de proyección trasera

Figura 5 Mueble para las computadoras y los proyectores

4 Resultados

Después de la instalación del software mencionado anteriormente, el sistema funcionó correctamente. Tanto la configuración del cluster de computadoras como la distribución del procesamiento gráfico son totalmente transparentes para los usuarios de la pantalla. El usuario lo único que debe hacer es encender los computadores y estos automáticamente ejecutan un conjunto de instrucciones para que directamente salga la pantalla completa de visualización.

Se realizaron pruebas para comparar el rendimiento del sistema con el de un sistema no distribuido (es decir una sola computadora) y con un sistema que solamente distribuye el escritorio, peor que no distribuye las operaciones OpenGL (es decir utiliza DMX pero no Chromium). Para estas pruebas se utilizaron tres programas que usan OpenGL: Atlantis, city (Figura 6) y glxgears (Figura 7).

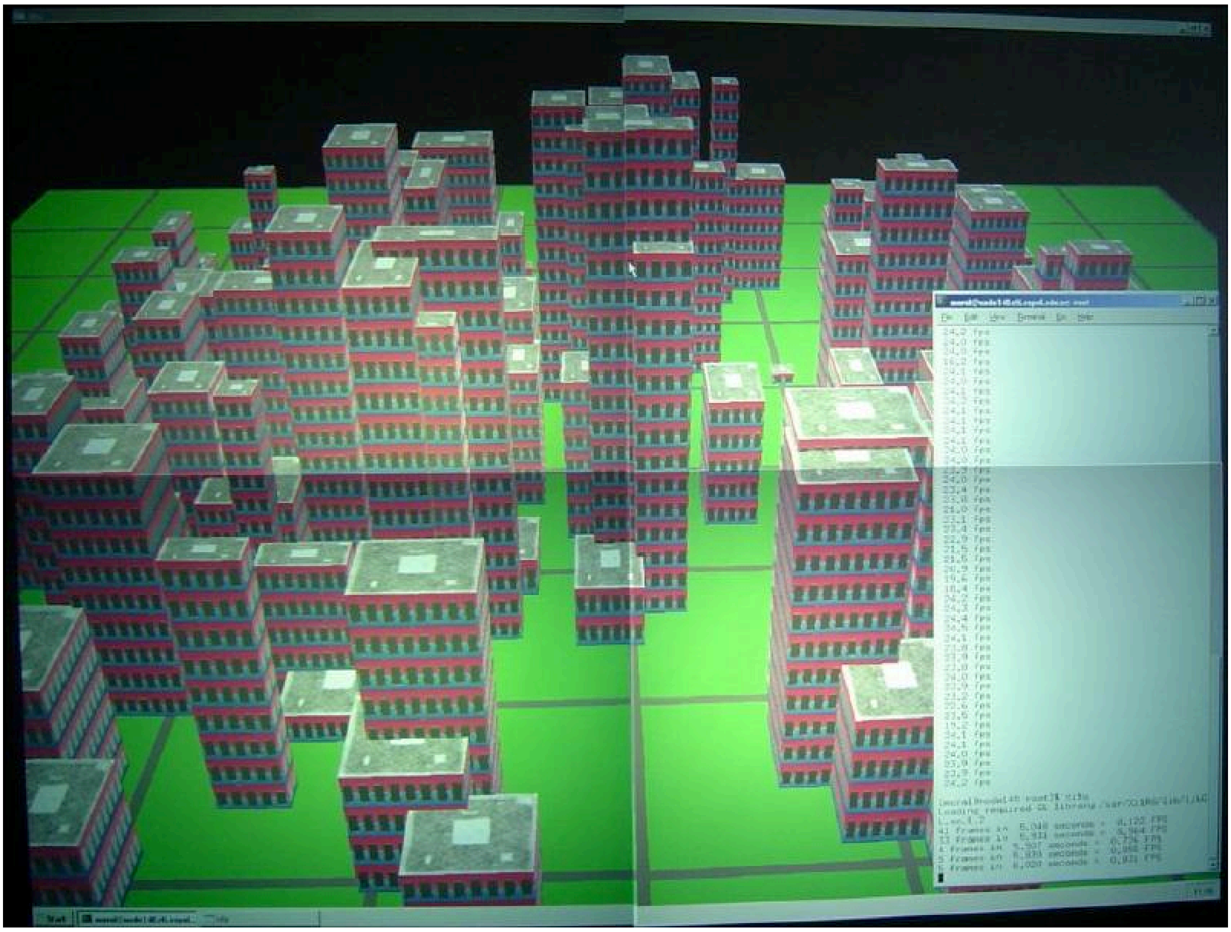

Figura 6 City

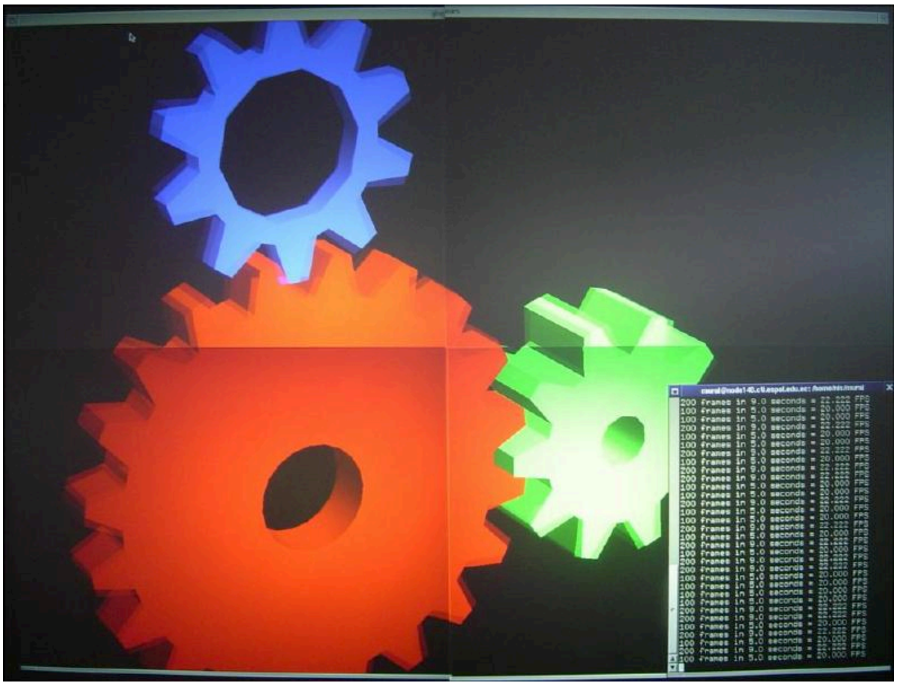

Figura 7 glxgears

Los parámetros que se utilizaron para medir el rendimiento de cada sistema son el número de cuadros por segundo que podía dibujar, la resolución máxima, el tamaño de cada píxel y la distancia a la que debían estar los proyectores cuando se utilizaba toda la pantalla.

Al revisar la Tabla 1, se aprecia que una diferencia que existe entre los sistemas distribuidos y la computadora que trabaja sola es que con una computadora solamente podemos alcanzar una resolución nativa de 800 x 600, es decir cuatro veces menor a la de los sistemas distribuidos. Además si se quiere que la proyección de una computadora ocupe toda la pantalla, es necesario que la misma se encuentre a 320 centímetros del mueble de los proyectores y no a 149 centímetros como cuando se utilizan cuatro proyectores. Esto, además de ocasionar un desperdicio del espacio del cuarto donde se encuentra el sistema de visualización, hace que cada píxel aumente de tamaño a 3.18 x 3.18 milímetros (1/8 de pulgada cuadrada), en lugar de 1.59 x 1.59 milímetros (1/16 de pulgada) que es lo que miden cuando se utilizan cuatro proyectores.

Al comparar los promedios de rendimiento, encontramos que una computadora sola es un poco más rápida que el sistema distribuido con Chromium cuando trabaja en pantalla completa, pero no cuatro veces más rápida como indicaría el número de píxeles dibujados. Esto se debe a que el sistema de visualización realiza gran parte del procesamiento gráfico en paralelo y por lo tanto el rendimiento final del mismo aumenta.

Al comparar los promedios de los dos sistemas distribuidos, se observa que la velocidad del sistema que utiliza Chromium es casi el triple que la otra, por lo tanto podemos concluir que se obtiene un mejor rendimiento al distribuir las operaciones OpenGL con Chromium, y no solamente distribuyendo el escritorio con DMX.

Tabla 1 Comparación de características y rendimiento de un sistema distribuido con Chromium, una computadora y un sistema distribuido sin Chromium

	Sistema distribuido con Chromium	**Una computadora**	**Sistema distribuido sin Chromium**
Tamaño de la proyección	230 x 172 cm	230 x 172 cm	230 x 172 cm
Distancia entre la pantalla y los proyectores	149 cm	320 cm	149 cm
Resolución máxima	1600 x 1200 píxeles	800 x 600 píxeles	1600 x 1200 píxeles
Tamaño de cada píxel	1.58 x 1.59 mm	3.18 x 3.18 mm	1.58 x 1.59 mm
Rendimiento (en cuadros por segundo)			
Atlantis	59.7 fps	79.5 fps	22.8 fps
city	2.7 fps	3.3 fps	0.8 fps
glxgears	47.1 fps	59.2 fps	20.9 fps

Si se comparan los resultados del sistema distribuido sin Chromium con los de una sola computadora, se puede notar que el rendimiento del sistema distribuido es prácticamente cuatro veces menor, lo cual es lógico, ya que el sistema tiene que graficar el cuádruple de píxeles en la pantalla completa.

También se realizó una prueba utilizando datos pluviosidad de la costa ecuatoriana entre enero de 1982 y diciembre de 1983. Estos datos fueron provistos por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Fenómeno de El Niño (CIIFEN).

Para realizar esta visualización se utilizó OpenDX. Los resultados fueron mostrados en tres dimensiones como se puede ver en la Figura 8. Además, se pueden mostrar los resultados como una animación en la cual los colores van cambiando de acuerdo al nivel de pluviosidad que corresponde a cada mes.

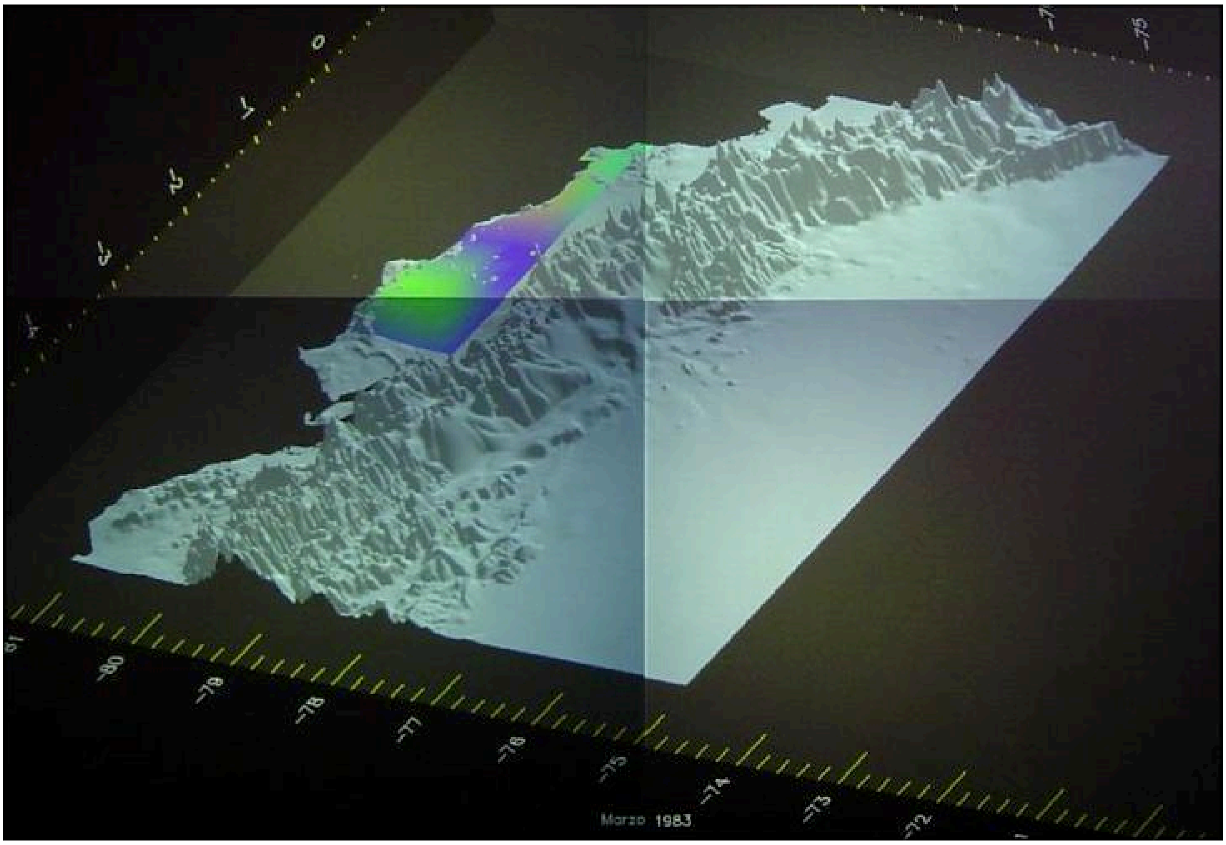

Figura 8 Visualización de la pluviosidad en la costa ecuatoriana

CONCLUSIONES

- Es factible construir en la ESPOL un sistema de visualización científica de alta resolución a un costo relativamente bajo y con resultados aceptables.

- De acuerdo a la forma en que fue diseñada y construida la pantalla, y a la capacidad de los programas que se utilizaron para el sistema de visualización, este es fácilmente escalable a más nodos y proyectores, con lo cual se obtendría una resolución mucho mayor a la del sistema actual.

- La utilización de proyectores de 1,500 lúmenes y de una pantalla de proyección trasera permiten que el sistema pueda ser utilizado en un cuarto con las luces encendidas y que el usuario pueda caminar enfrente de la pantalla sin interferir con la proyección.

- El software de distribución libre disponible en la actualidad permite tanto la construcción de un cluster, como la distribución de instrucciones gráficas y la configuración de un sistema de visualización.

- La distribución de las operaciones gráficas de tres dimensiones (a través de Chromium) permiten que el sistema tenga un rendimiento mucho mayor a que si solamente se distribuyen las operaciones de dos dimensiones.

REFERENCIAS

[1] J. Sánchez, "Análisis, diseño e implementación de una solución económica y eficiente para visualización a alta resolución de imágenes científicas de simulaciones climáticas para su uso en la ESPOL" (Tesis de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2004)

[2] "WhatIs.com." Octubre 1, 2003. <http://whatis.techtarget.com>.

[3] Gotz, David. "Design Considerations for a Multi-Projector Display Rendering Cluster." University of North Carolina at Chapel Hill Department of Computer Science Integrative Paper. 2001 < http://www.llnl.gov/icc/sdd/img/images/pdf/sig02_humpphreys.pdf>.

[4] "MandrakeSoft - CLIC Clustering project." Octubre 3, 2003. <http://clic.mandrakesoft.com/index-en.html>.

[5] "DMX Homepage." Octubre 3, 2003. <http://dmx.sourceforge.net>.

[6] "Chromium Homepage." Octubre 3, 2003. <http://chromium.sourceforge.net>.

[7] Humphreys, Greg et al. "Chromium: A Stream-Processing Framework for interactive Rendering on Clusters." SIGGRAPH < http://www.cs.unc.edu/~gotz/projects/ip/ip.pdf>.

[8] "Open Visualization Data Explorer." Octubre 3, 2003. <http://www.opendx.org/>.