

RECONSTRUCCIÓN TRIDIMENSIONAL A PARTIR DE VARIAS IMÁGENES

Dr. Luis Gerardo de la Fraga

E-mail: fraga@cs.cinvestav.mx
Sección de Computación
Departamento de Ingeniería Eléctrica
CINVESTAV

22 de noviembre, 2005

CONTENIDO

MOTIVACIÓN

CONTENIDO

MOTIVACIÓN

INTRODUCCIÓN

CONTENIDO

MOTIVACIÓN

INTRODUCCIÓN

RECONSTRUCCIÓN DEL VOLUMEN

Reconstrucción 3D de macromoléculas biológicas

Tomografía de rayos X

CONTENIDO

MOTIVACIÓN

INTRODUCCIÓN

RECONSTRUCCIÓN DEL VOLUMEN

Reconstrucción 3D de macromoléculas biológicas
Tomografía de rayos X

RECONSTRUCCIÓN DE LA SUPERFICIE

MOTIVACIÓN

La obtención de una reconstrucción tridimensional a partir de imágenes bidimensionales es un problema importante en diferentes campos, tales como: biología, medicina, microscopía electrónica, topografía, diseño asistido por computadora, simulación por computadora, visualización científica, etc.

TIPOS DE RECONSTRUCCIONES 3D

Las técnicas para obtener una reconstrucción 3D pueden dividirse en:

1. Reconstrucción del volumen: tomografía, microscopía electrónica
2. Reconstrucción de la superficie: visualización de terrenos, robótica, arqueología.

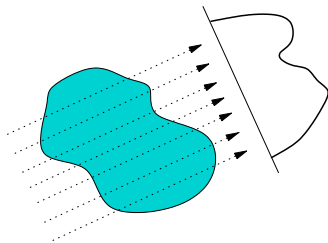
También veremos lo que son la *realidad aumentada* y la *realidad virtual*

RECONSTRUCCIÓN DEL VOLUMEN

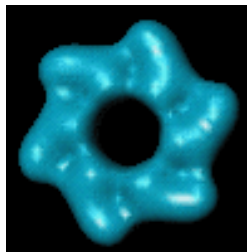
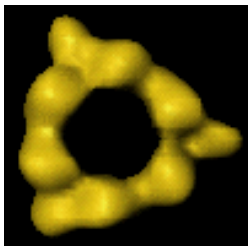
- ▶ Aplicado a la reconstrucción 3D de macromoléculas biológicas
- ▶ Tomografía de rayos X

PROYECCIONES

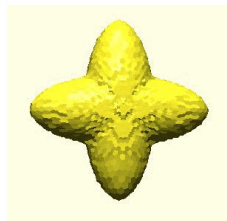
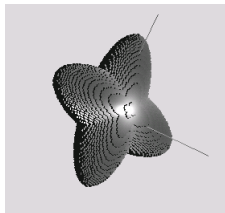
Para realizar la reconstrucción 3D de un volumen es necesario contar con imágenes de *proyección* del objeto.



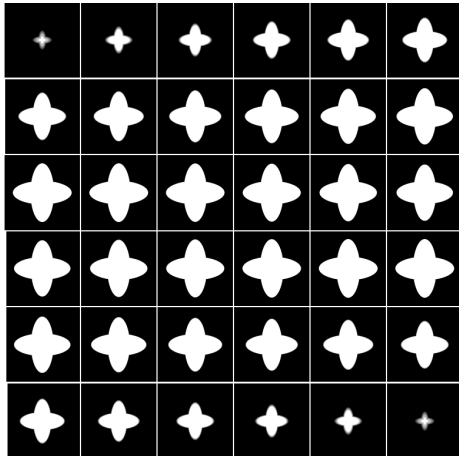
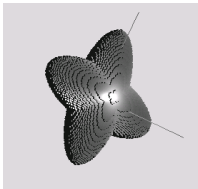
ALGUNOS EJEMPLOS DE PROTEÍNAS



SIMULACIÓN DE UNA PROTEÍNA

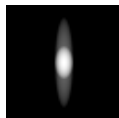
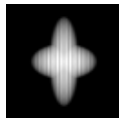
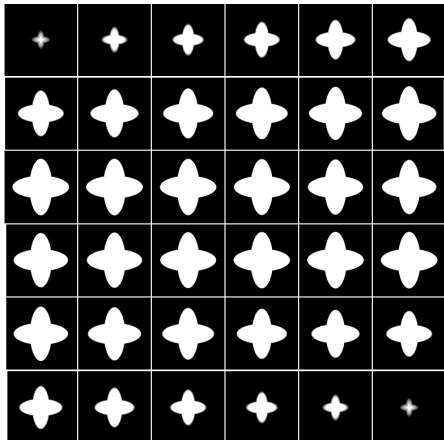


SIMULACIÓN DE UNA PROTEÍNA



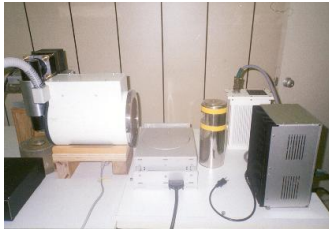
Vista por rebanadas

SIMULACIÓN DE UNA PROTEÍNA

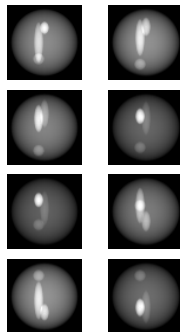
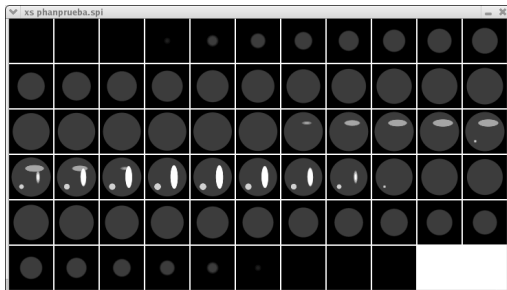


Proyecciones
de la proteína simulada

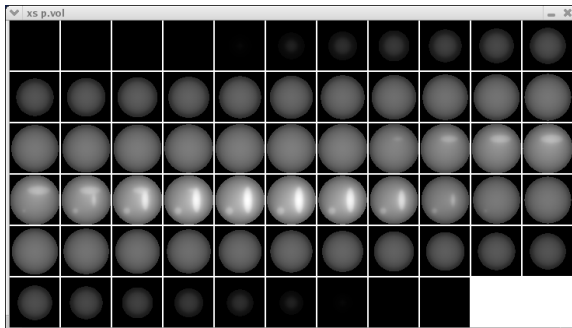
UN TOMOGRAFO DE RAYOS X



UN FANTASMA PARA PRUEBAS CON SIMULACIONES



RESULTADO DE LA RECONSTRUCCIÓN 3D



Este reconstrucción se obtuvo con el
algoritmo de *retroproyección*.

RECONSTRUCCIÓN DE LA SUPERFICIE

Se tienen varias situaciones para realizar la reconstrucción:

1. A partir de un solo marco de video
2. A partir de dos imágenes (geometría epipolar)
3. A partir de tres imágenes (tensor trifocal)
4. A partir de muchas imágenes

RECONSTRUCCIÓN A PARTIR DE UN SOLO MARCO DE VIDEO

Sistema para reconstruir un paralelepípedo con solo un marco de video.

1. Procesamiento digital de imágenes

- ▶ Adquirir la secuencia de video y extraer los marcos de video.
- ▶ Suavizar el marco de video.
- ▶ Segmentar los bordes del paralelepípedo.
- ▶ Obtener el esqueleto de los bordes
- ▶ Reconocer las aristas

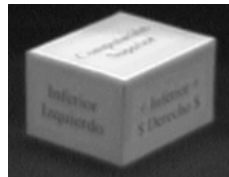
2. Visión por computadora

- ▶ Obtención de los parámetros intrínsecos y extrínsecos de la cámara.
- ▶ Recuperación de las dimensiones del objeto.
- ▶ Extracción de las zonas con letras (texturas).
- ▶ Visualización del paralelepípedo.

PARA CONSTRUIR ESTE SISTEMA SE UTILIZÓ LO SIGUIENTE:

- ▶ Una cámara de video digital accesible a través del puerto firewire.
- ▶ Como plataforma de desarrollo se tiene GNU/Linux, OpenGL (Mesa, www.mesa3d.org) y Qt (www.trolltech.com)
- ▶ Se utilizó las bibliotecas de KINO para manipular la secuencia de video (cada marco de tamaño 720×576 pixels).

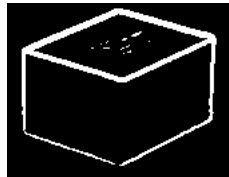
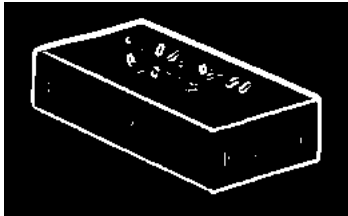
RESULTADOS - EXTRACCIÓN



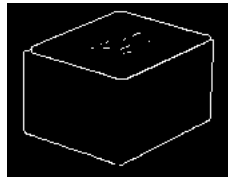
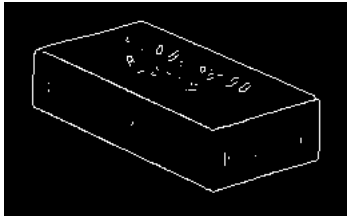
RESULTADOS - SUAVIZADO



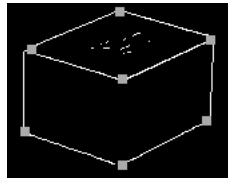
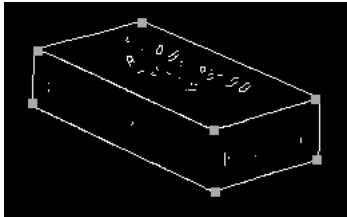
RESULTADOS - SEGMENTACIÓN



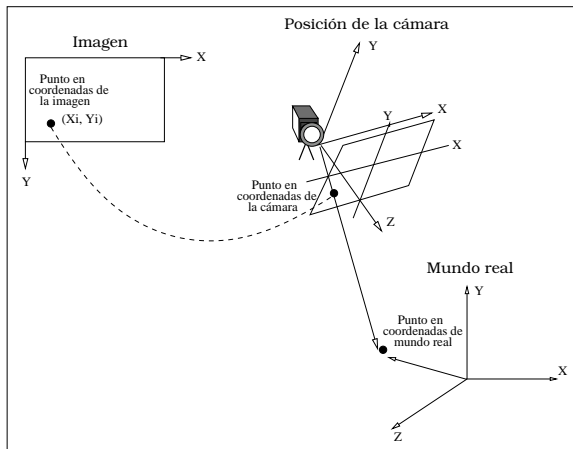
RESULTADOS - ESQUELETO



RESULTADOS - ARISTAS



OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS EXTRÍNSECOS E INTRÍNSECOS DE LA CÁMARA



PARÁMETROS INTRÍNSECOS Y EXTRÍNSECOS DE LA CÁMARA

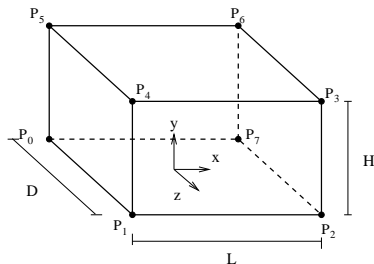
$$\lambda_i \begin{pmatrix} u_i \\ v_i \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$P = A[RT]$$

$$A = \begin{pmatrix} f_x & \alpha & o_x \\ 0 & f_y & o_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad RT = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \end{pmatrix}$$

RECUPERACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL OBJETO

- ▶ Basado en el trabajo de Jelinek y Taylor (2001) ¹
- ▶ Encuentra las dimensiones de cualquier tipo de figura geométrica regular que se puede representar con un modelo parametrizado lineal.



¹D. Jelinek and C.J. Taylor, *Reconstruction of linearly parameterized models from single images with camera of unknown focal length*, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (23) 2001, pp 767-773.

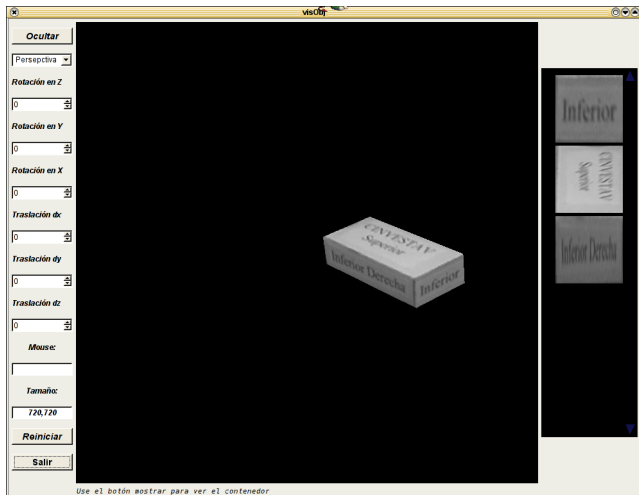
RECUPERACIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL OBJETO

- ▶ Vértice expresado por un vector $\gamma = (LHD)^t$.
- ▶ Conjunto de matrices de tamaño $3 \times n$, K_1, K_2, \dots, K_n , y la matriz K_i representa la posición del i -ésimo vértice.

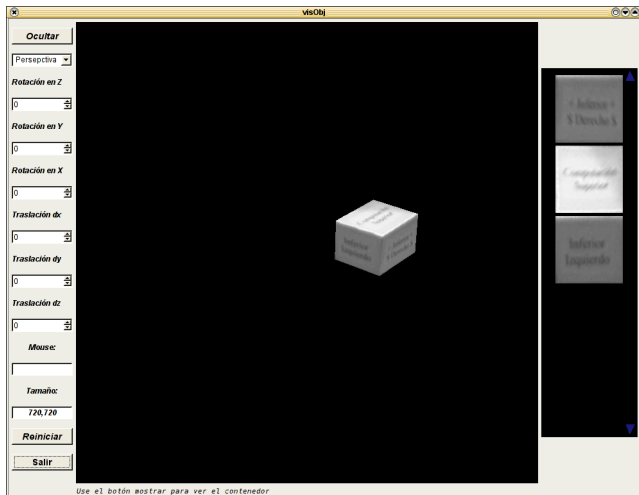
$$P_1 = \begin{pmatrix} -L/2 \\ 0 \\ D/2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L \\ H \\ D \end{pmatrix}$$

$$P_3 = \begin{pmatrix} L/2 \\ H \\ D/2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,5 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} L \\ H \\ D \end{pmatrix}$$

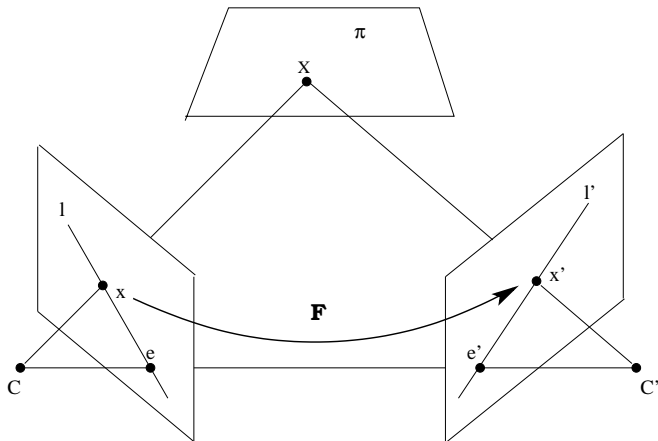
RESULTADOS - VISUALIZACIÓN



RESULTADOS - VISUALIZACIÓN

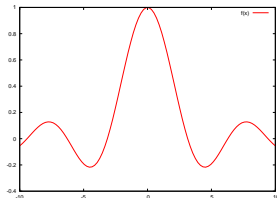


RECONSTRUCCIÓN A PARTIR DE DOS IMÁGENES

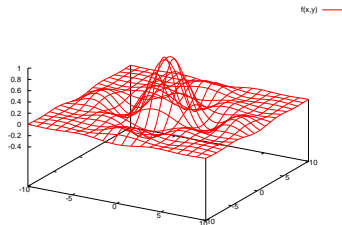


Geometría epipolar

RECONSTRUCCIÓN DE TERRENOS

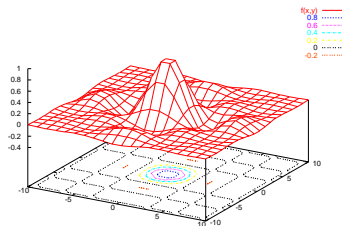
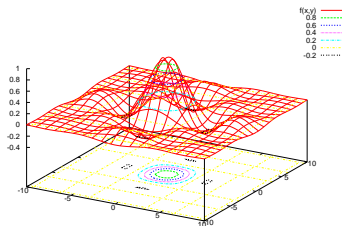


$$f(x) = \frac{\text{sen}(x)}{x}$$



$$f(x, y) = \frac{\text{sen}(x)\text{sen}(y)}{xy}$$

RECONSTRUCCIÓN DE TERRENOS



RECONSTRUCCIÓN DE TERRENOS

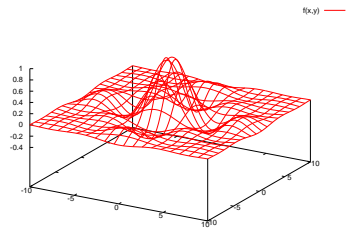
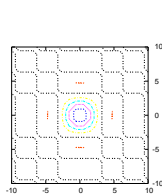
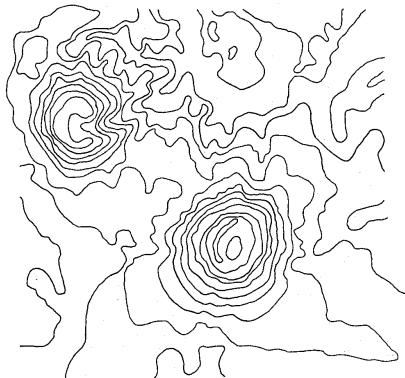
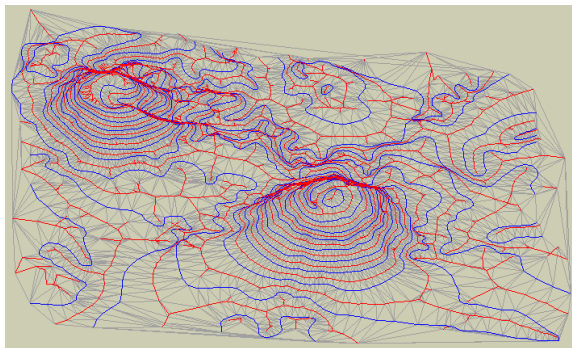


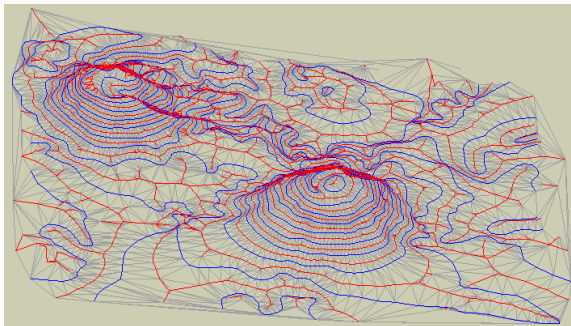
IMAGEN BINARIA



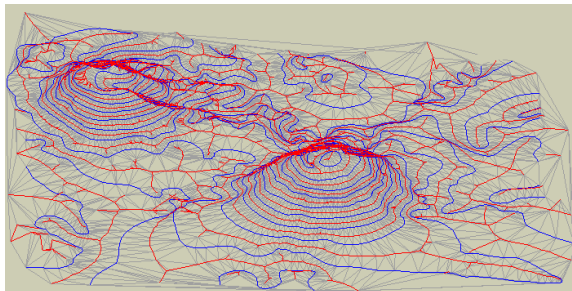
EJEMPLO DE APLICACIÓN



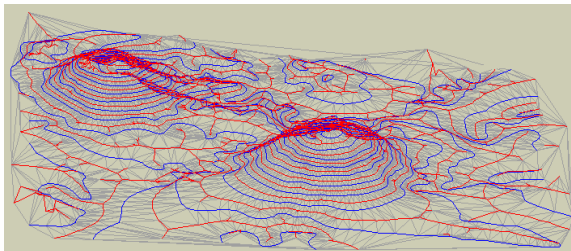
EJEMPLO DE APLICACIÓN



EJEMPLO DE APLICACIÓN

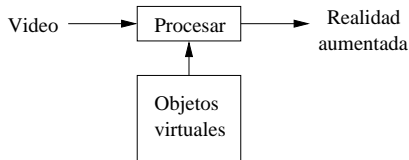


EJEMPLO DE APLICACIÓN



REALIDAD AUMENTADA

Se incorporan objetos virtuales a un video en tiempo real.



REALIDAD VIRTUAL

- ▶ Navegación en el mapa virtual de México
- ▶ Creación de objetos deformables y su interacción con interfaces hápticas
- ▶ Sistemas de entrenamiento médico

SECCIÓN DE COMPUTACIÓN DEL CINVESTAV

Ofrecemos la **maestría** y **doctorado** en
Ingeniería Eléctrica opción Computación.

- ▶ Página de la Sección: <http://www.cs.cinvestav.mx>
- ▶ Mi página personal: <http://delta.cs.cinvestav.mx/~fraga>
- ▶ Mi correo electrónico: fraga@cs.cinvestav.mx