

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Sistemes Inteligentes

Percepción automática

Visión 3D

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

13 Visión 3D

1

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Sistemes Inteligentes

Índice

- Visión 3D
- Visión estéreo
- Kinect

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

13 Visión 3D

2

Dip. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Dip. de Ciencia de la Computación i Intel·ligència Artificial

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

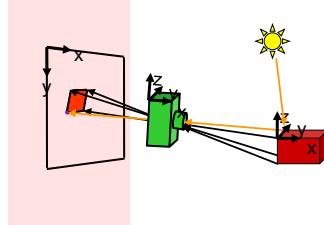


13 Visión 3D

Sistemas Inteligentes

Introducción

- Cuando usamos una cámara, perdemos la información 3D



- Sin embargo, la información 3D nos da medidas de la distancia a la que se encuentran los objetos
- Puede ser usada para reconocer objetos
- También en otras tareas (por ejemplo, robótica)

3

Dip. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Dip. de Ciencia de la Computació i Intel·ligència Artificial

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



13 Visión 3D

Sistemas Inteligentes

Introducción

- Por ello, es interesante recuperar esa información 3D:
 - Con cámaras especiales (infrarrojos)
 - Con láseres 3D
 - Con ciertos métodos (estructura a partir de X: sombra, movimiento, forma, foco, ...)
 - Con visión estéreo

4

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial

Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante



Sistemas Inteligentes

Visión estéreo

- Usamos dos cámaras, usualmente izquierda y derecha
- Los objetos en la imagen aparecerán en distinta posición en una imagen y en la otra
- Cuanto más cerca estén los objetos de la cámara, mayor será su cambio relativo
- Disparidad: desplazamiento relativo de los objetos en las dos imágenes
- Existe una relación directa entre la profundidad y la disparidad

13 Visión 3D

5

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial

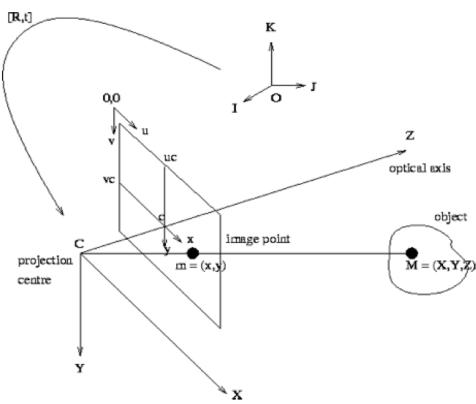
Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante



Sistemas Inteligentes

Funcionamiento interno de una cámara

- Un punto se proyecta en el plano imagen siguiendo una trayectoria recta hacia el centro de proyección (focal)



projection centre

object point $M = (X, Y, Z)$

image point $m = (x, y)$

optical axis

coordinate system K

13 Visión 3D

6

Sistemas Inteligentes

Geometría de una cámara estéreo

- Un punto P en el espacio se proyectará en puntos distintos de las dos cámaras, dependiendo de su profundidad
- Podemos calcular la distancia a la que se encuentra un punto calculando la disparidad del mismo punto en ambas imágenes

Universitat d'Alicant
 Universidad de Alicante

13 Visión 3D

7

Sistemas Inteligentes

Geometría de una cámara estéreo

Universitat d'Alicant
 Universidad de Alicante

13 Visión 3D

8

$$\frac{x}{z} = \frac{x'_l}{f}$$

$$\frac{x - b}{z} = \frac{x'_r}{f}$$

$$z = \frac{bf}{(x'_l - x'_r)}$$

Sistemas Inteligentes

Correspondencia de puntos en imágenes

- Debemos ser capaces de encontrar para cada punto en una imagen, su correspondencia en la otra imagen
- Se suelen usar dos métodos:
 - Correlación: se basa en usar una zona alrededor de un punto para “compararla” con puntos de la otra imagen
 - Características (esquinas, aristas, etc.): en zonas uniformes no se pueden encontrar correspondencias, se usan discontinuidades

Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

13 Visión 3D

9

Sistemas Inteligentes

Correlación

- La correlación es un proceso que consiste en sumar el resultado de multiplicar píxel a píxel una cierta vecindad en las dos imágenes
- Se define una cierta ventana de tamaño W
 - Para cada punto x, y de la imagen izquierda calculamos el desplazamiento (d_x, d_y) que se produce en la imagen derecha
 - Para cada posible desplazamiento (d_x, d_y) se calcula:
$$c(x, y, d_x, d_y) = \sum_{k=-W}^W \sum_{l=-W}^W I_l(x+k, y+l) * I_r(x+d_x+k, y+d_y+l)$$
- Encontramos el desplazamiento que maximiza la anterior función $(d_{x_{max}}, d_{y_{max}}) = \arg \max c(x, y, d_x, d_y)$

Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

13 Visión 3D

10

Sistemas Inteligentes

Búsqueda de la correspondencia

- Hemos comentado que para cada píxel buscamos el desplazamiento que se produce en la otra imagen
- Podemos hacer uso de la geometría reducir la búsqueda (geometría epipolar)
- En vez de buscar por toda la imagen, solo buscamos por la línea epipolar correspondiente
- <http://www.ai.sri.com/~luong/research/Meta3DViewer/EpipolarGeo.html>

Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante

13 Visión 3D

11

Sistemas Inteligentes

Búsqueda de la correspondencia

Dip. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universitat d'Alicant
Universidad de Alicante

13 Visión 3D

12

Sistemas Inteligentes

Otro ejemplo: tres cámaras

Top

Left

Right

Disparity

Correlation + Triangulation

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

13 Visión 3D

13

Sistemas Inteligentes

Imagen de disparidad

- La imagen de disparidad nos da información relativa a la distancia entre los píxeles
- Para calcular las coordenadas X,Y,Z se debe realizar un proceso de calibrado de la cámara para poder conocer los parámetros asociados: distancia entre las cámaras, distancia focal y otros.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Dipòt. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dpto. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

13 Visión 3D

14

Problema del estéreo. Otras fuentes de datos 3D

El estéreo no es capaz de encontrar emparejamientos en zonas homogéneas

Existen otros sistemas que nos proporcionan datos de profundidad

- Láser 3D: láser 2D con basculante. No proporciona información de color



- Cámaras de infrarrojos: usa el tiempo de vuelo para determinar la profundidad



- Kinect: proyecta un patrón para evitar la pérdida en zonas homogéneas

Kinect

- Hardware:

- Un laser infrarrojo proyecta un patrón de puntos.
- Una cámara infrarroja capta este patrón. Por hardware se calcula la profundidad de cada punto
- Una cámara CMOS convencional nos da una imagen RGB

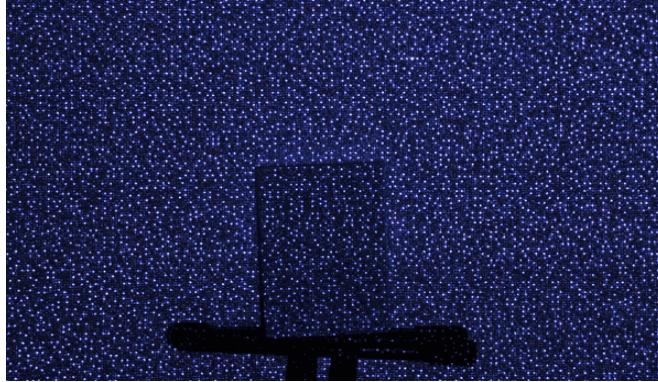


http://www.ros.org/wiki/kinect_calibration/technical

Sistemas Inteligentes

Cálculo de la profundidad

- El patrón de puntos está memorizado para una profundidad conocida. Al poner objetos delante, el patrón aparece “desplazado” y así se puede calcular la profundidad



- Video con el patrón proyectado <http://www.youtube.com/watch?v=lHsPb5Yv5G8>

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

13 Visión 3D

17

Sistemas Inteligentes

Capacidades de la Kinect

- Ventajas
 - Bajo coste (150€)
 - Proporciona 30 fps a buena resolución (640x480)
 - Capta profundidad en zonas sin textura, cosa que el estéreo no puede hacer
 - Funciona totalmente a oscuras
- Inconvenientes
 - Alcance limitado (50cm – 4m)
 - Puede fallar en zonas que reflejen mal la luz infrarroja
 - Suele fallar en los bordes de los objetos

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

13 Visión 3D

18

Sistemas Inteligentes

Ejemplo de aplicación con datos 3D



Dip. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dip. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

 13 Visión 3D

19

Sistemas Inteligentes

Referencias

- OpenKinect http://openkinect.org/wiki/Main_Page
- http://www.dia.fi.upm.es/~ibaumela/doctorado/VisionE_stereo.pdf
- Video sistema 3D:
<http://www.youtube.com/watch?v=pydla1fPfBw&feature=endscreen>
- Video de Kinect:
<http://www.youtube.com/watch?v=CEep7x-Z4wY&feature=endscreen>

Dip. de Ciència de la Computació i Intel·ligència Artificial
Dip. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

 13 Visión 3D

20