Calibración estereoscópica de cámaras digitales

A. Barranco Gutiérrez 2 y J. J. Medel1, 2

[1] Centro de investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz s/n Unidad Profesional Adolfo López Mateos Delegación Gustavo A. Madero C.P 07738, México D.F.
[2]*Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.*

Resumen

Se presentan novedosos resultados para calibrar cámaras digitales de forma estereoscópica a partir de la calibración individual de éstas. Para calibrar una cámara basta con conocer los parámetros internos y externos de esta: skew y la geometría de los píxeles, posición y orientación. Con la calibración estereoscópica tendemos hacia un sistema determinístico con las limitaciones de los sistemas digitales. Para conocer la profundidad de ese punto con este método es necesario utilizar al menos 2 imágenes del mismo punto desde diferente punto de vista. En los resultados de este trabajo se muestran las configuraciones de cámaras utilizadas en visión estereoscópica.

Introducción

La calibración de cámaras digitales es un problema actual muy estudiado, debido a que con cambios del medio ambiente, posición, orientación y acercamiento entre lentes lo parámetros intrínsecos y extrínsecos cambian. Por lo tanto es necesario recalibrar los sistemas de visión cada que alguna de las variables (antes mencionadas) de las que depende la calibración cambien. En este trabajo se muestra como la calibración estereoscópica de cámaras se puede lograr de forma relativamente rápida.

Calibración estereoscópica

La calibración estereoscópica es el proceso que obtiene como resultado los valores de los parámetros de calibración de la cámara, estos se agrupan en 2 tipos de información: Calibración de cada una de las cámaras (particularmente los parámetros intrínsecos) y la transformación rígida (rotación y traslación) que relaciona la posición y orientación entre las 2 cámaras. En la figura 1., se muestran 2 cámaras calibradas para ser usadas de forma estereoscópica, es decir se conocen los parámetros intrínsecos de las cámaras y en la misma figura se muestran los parámetros extrínsecos, separación (vector de traslación) de las cámaras y orientación de estas.

Resultados y Análisis

La aproximación de un Punto 3D en base a 2 fotografías a partir de que conocemos los parámetros intrínsecos y extrínsecos de las 2 cámaras: **M** (parámetros de la cámara izquierda) y **M'** (parámetros de la cámara derecha). Podemos describir a un punto del espacio en coordenadas homogéneas P=(X,Y,Z,1), que en las 2 imágenes se identifica a este punto como **p**=(u,v) y **p'**=(u',v').

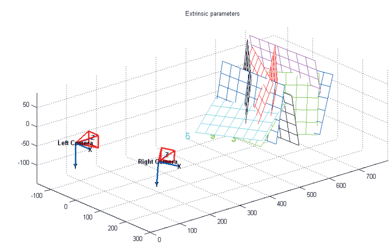

Figura 1. Cámaras calibradas, donde se conoce la transformación rígida del sistema de coordenadas de la cámara izquierda a la cámara derecha.

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \end{bmatrix} \qquad M' = \begin{bmatrix} m'_{11} & m'_{12} & m'_{13} & m'_{14} \\ m'_{21} & m'_{22} & m'_{23} & m'_{24} \\ m'_{31} & m'_{32} & m'_{33} & m'_{34} \end{bmatrix}$$

Al multiplicar el punto 3D por la matriz **M** y **M'** (los parámetros de cada una de las cámaras) obtenemos el conjunto de ecuaciones (10) (11) (12) y (13):

$u = \dfrac{m_{11} X + m_{12} Y + m_{13} Z + m_{14}}{m_{31} X + m_{32} Y + m_{33} Z + m_{34}}$ 10	$v = \dfrac{m_{21} X + m_{22} Y + m_{23} Z + m_{24}}{m_{31} X + m_{32} Y + m_{33} Z + m_{34}}$ 10
$u' = \dfrac{m'_{11} X + m'_{12} Y + m'_{13} Z + m'_{14}}{m'_{31} X + m'_{32} Y + m'_{33} Z + m'_{34}}$ 12	$v' = \dfrac{m'_{21} X + m'_{22} Y + m'_{23} Z + m'_{24}}{m'_{31} X + m'_{32} Y + m'_{33} Z + m'_{34}}$ 13

Entonces obtenemos un sistema de ecuaciones de la forma $Ax = b$, que puede ser resuelto por mínimos cuadrados. Es aquí donde obtenemos las coordenadas de un punto del espacio (3D) a partir de 2 fotografías.

Conclusiones

Este tipo de estudios resultan muy útiles para realizar mediciones del espacio a partir de fotografías. Eso es importante y necesario para construir robots que puedan entender su entorno y realicen actividades automáticamente de manera exacta.

Referencias

Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press (2003).
Trucco E., Verri A., Introductory Techniques For 3d Computer Vision., Genova Italia, Prentice Hall. (1998)