



Sistemas de adquisición de imágenes

Caceres Sebastian, Troncoso Camila
{1803245, 1803307}@unimilitar.edu.co

Profesor: Nelson Velasco

Resumen—En este documento se realiza la aplicación.

Palabras clave— Señal, filtro, kalman, kalman extendido, modelamiento, muestreo.

I. COMPETENCIAS A DESARROLLAR

- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas complejos de ingeniería, aplicando principios de ingeniería, ciencias y matemáticas.
- Habilidad para comunicarse efectivamente ante un rango de audiencias.
- Capacidad de desarrollar y aplicar nuevos conocimientos según sea necesario, utilizando estrategias de aprendizaje apropiadas.

II. DESARROLLO EJERCICIOS PRÁCTICOS.

A partir de la revisión de literatura, resuelva las siguientes preguntas:

• ¿Qué es una imagen digital?

Estas pueden ser mapas de bit o vectores que se almacenan de forma digital, los mapas de bits son una matriz bidimensional que contiene la información de color de cada píxel que conforma la imagen, tienen la desventaja de que al cambiar el tamaño de la imagen esta perderá calidad; las imágenes vectoriales por el contrario tienen contornos definidos por funciones matemáticas, por lo que al ser escaladas no se perderá la calidad. Analógicamente las imágenes están formadas por reacciones químicas que gracias a incidencia de la luz sobre una superficie sensible a esta pueden representar una escena del mundo real.

• ¿Cómo se forman las imágenes digitales?, explique el fenómeno óptico y explique el fenómeno eléctrico para la digitalización de las señales ópticas

Estas se forman con un proceso parecido a las imágenes analógicas, la luz proveniente de la imagen que se desea capturar entra por un lente (objetivo) que la conduce hasta una superficie fotosensible (en el caso de la fotografía digital la luz puede pasar por algunos filtros), a diferencia de la fotografía análoga, en donde la imagen se forma en la superficie fotosensible por un proceso químico, la superficie fotosensible en la fotografía digital está formada por una matriz de

fotodiodos que vuelven la luz que incide sobre ellos una señal eléctrica, después estos valores de voltaje son pasados por un ADC que se encarga de convertir esta información en información digital, formando una matriz de información digital.

• ¿Qué es el procesamiento digital de imágenes?

Son una serie de operaciones matriciales (transformaciones y filtros) que se pueden realizar con imágenes para así mejorar su calidad, cambiar sus propiedades o buscar información dentro de estas.

• ¿Qué es visión de máquina?

Este hace referencia a cuando a través de una cámara se le proporciona a un dispositivo electrónico (computadoras, celulares, robots) la capacidad de adquirir en tiempo real información sobre su entorno para identificar características que puedan ser de interés para el fin que tiene el dispositivo (como buscar objetos específicos, detectar escenarios específicos, entre otros).

• ¿En qué se diferencian los dos conceptos anteriores?

En que la visión de máquina es un proceso que se realiza en tiempo real para que un dispositivo pueda cumplir una tarea específica, mientras que el procesamiento digital de imágenes se realiza posterior a la captura de la imagen con software de mayor capacidad en la mayoría de los casos.

• ¿Cuál es la importancia del Procesamiento Digital de Imágenes para la Ingeniería Mecatrónica?

la extracción de información y la capacidad de detectar escenarios u objetos puede aplicarse en diversos sistemas, como por ejemplo telescopios, sistemas de control de calidad, entre otros.

• ¿Cuáles son las aplicaciones de la visión de máquina?, ¿Cómo se relacionan con Ing. Mecatrónica

La visión de máquina es una característica importante dentro de la robótica, debido a que la capacidad de adquirir información completa de un escenario permite crear sistemas mucho más complejos y precisos, como líneas de ensamble automatizadas, vehículos autónomos, drones, realidad virtual, entre otras aplicaciones.



En las imágenes digitales se combinan dos tipos de información, la luminancia y la crominancia

• **¿Qué significan los términos luminancia y crominancia?, ¿A que hace referencia cada uno de ellos?**

Luminancia es el resultado de dividir la intensidad lumínica de una imagen entre el área superficial (desde la perspectiva de un observador), está indica el brillo y la luminosidad de una imagen, y crominancia Es el componente de información que contiene los detalles del color de una imagen, como la saturación y el matiz.

• **¿Cómo se representa la luminancia en las imágenes digitales?**

Digitalmente la luminancia incide en el brillo de la imagen, o la “cantidad de luz” que emite la superficie de la imagen, mientras que la crominancia se puede representar en distintos formatos de color, como el formato RGB.

Usualmente en la literatura de procesamiento digital de imágenes, el procesamiento que se realiza para la luminancia es diferente a lo que se realiza para la crominancia.

• **Explique por qué se trabajan por separado estas dos informaciones**

Al trabajar las señales en conjunto existe la posibilidad de que la luminancia afecte el contraste y la interpretación del color de la imagen o video, por esto las dos señales se separan a través de distintos filtros para respetar al máximo la interpretación del color de la cámara, de esta forma el color de la imagen final no se verá alterado por la iluminación.

El origen más frecuente de las imágenes digitales es una cámara digital. Para la adecuada adquisición de datos las cámaras están provistas de lentes, dichos lentes generan distorsiones sobre la proyección de las imágenes. El proceso de calibración de cámara permite encontrar el modelo matemático capaz de compensar las distorsiones generadas por los lentes y la propia fabricación de la cámara.

• **Describa el proceso de la proyección de la escena hacia el sensor de la cámara.**

El principio de funcionamiento es el mismo que el de un ojo humano, el lente captura la luz proveniente de un elemento que se está enfocando, esta luz incide sobre una superficie fotosensible y es generada una imagen del objeto de la vida real; en el caso de la fotografía, la imagen que se genera depende de las propiedades del lente, el sensor solo captura la luz que incide sobre él, por lo tanto la imagen solo cambiará si el lente cambia sus propiedades.

• **Matemáticamente, ¿Cómo se representa dicho proceso?**

La imagen generada sobre el sensor depende propiedades del lente como la abertura y la distancia focal; la abertura del diafragma del lente indica la cantidad de luz que este permite entrar al sensor, mientras que la distancia focal afecta la distancia a la que se enfoca, una distancia focal mayor indica que la cámara captará luz proveniente de un objeto más lejano (zoom óptico); lo que varía la abertura del lente es el tiempo de exposición (tiempo que el sensor de la cámara está expuesto a la luz), debido a que entre más luz entre al sensor, menor debe ser el tiempo de exposición.

• **¿Qué son y qué significan los parámetros intrínsecos de la cámara?**

Sin aquellos definidos por la geometría interna y la óptica de la cámara, estos determinan como la cámara proyecta las imágenes de un plano 3D a uno 2D.

Punto principal: El punto de intersección entre el plano de la imagen y el eje óptico.

Distancia focal: Es la distancia que existe entre el centro óptico de la cámara y el punto principal.

• **¿Qué son y qué significan los parámetros extrínsecos de la cámara?**

Estos relacionan los sistemas de referencia del mundo real y de la cámara, describiendo la posición y orientación de la cámara en el sistema de referencia del mundo real.

Vector de traslación: Vector que determina la ubicación del centro óptico de la cámara.

Matriz de rotación: Relaciona la rotación de la posición de la cámara.

• **¿Cómo, a través del proceso de calibración, se obtienen los mencionados parámetros?**

Existen muchas otras fuentes, diferentes a cámaras digitales, que generan imágenes. Un ejemplo son las imágenes médicas que obedecen a procesos y fenómenos físicos muy diferentes a los ya estudiados.

• **Investigue qué otros procesos físicos diferentes a la óptica pueden generar imágenes digitales**

• **Mencione las aplicaciones donde dichos procesos físicos son utilizados para generar imágenes**

EJERCICIOS PRÁCTICOS:

1. Manipulación básica de imágenes

• **Abrir una imagen, guardar la imagen en un archivo.**

Para visualizarla como imagen en Matlab utilizamos el comando `imshow()`, que tiene como parámetro el arreglo que contiene la información RGB de la imagen, al mostrar la imagen se obtiene el siguiente gráfico en Matlab, para guardarla se usa el comando `imsave()`.



Figura 1. Mostrar imagen matlab, comando `imshow()`

- Convertir una imagen a color en una imagen a escala de grises.

Como está en formato de color ahora nos interesa volverla a blanco y negro, para esto utilizamos el comando `rgb2gray()`, que tiene como argumento el arreglo con la información RGB de la imagen.



Figura 2. Mostrar imagen escala blanco y negro, comando `rgb2gray()`.

- Determinar el tamaño en píxeles de la imagen.

Para obtener el tamaño de la imagen se usa el comando `size()` y muestra que la imagen es de tamaño 586x880 píxeles.

```
ans =  
  
586    880    3
```

Figura 3. Tamaño en píxeles imagen comando `size()`.

- Leer el valor de los píxeles de la imagen.

Para obtener el valor de los píxeles de la imagen, se utiliza el comando `imtool()`, este visor de imágenes proporciona información sobre la ubicación y el valor de los píxeles individuales

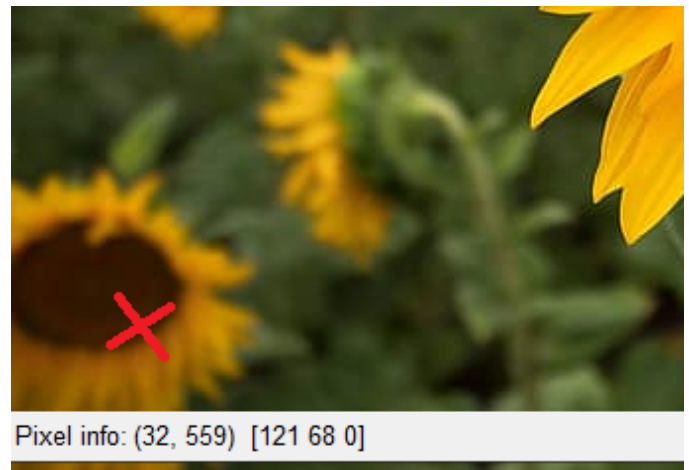


Figura 4. Valor píxeles comando `imtool()`.

Luego al apretar el botón “pixel region tool button”, se despliega una ventana donde es posible ver con mayor claridad el valor de cada pixel en la pantalla.

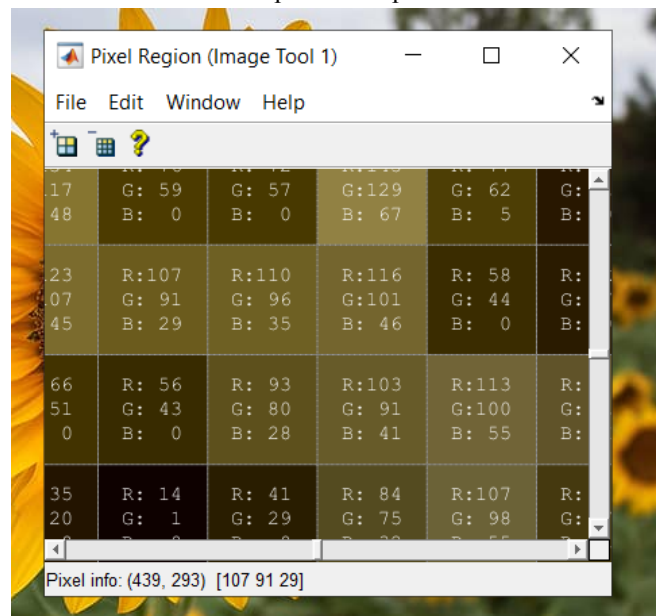


Figura 5. Valor píxeles en pantalla por medio de “pixel region tool button”.

```
a=imread('sol.jpg'); %leer imagen
imshow(a) %mostrar imagen
gris=rgb2gray(a)%escala de grises
imshow(ggris)%mostrar imagen B/N
size(a)%tamaño pixeles
imtool('sol.jpg')%Valores pixeles
imsave('sol.jpg')%Guardar imagen
```

Figura 6. Comandos utilizados para anteriores imágenes.

• Mostrar la imagen en pantalla.

Se muestra la imagen por medio del comando `imshow()`

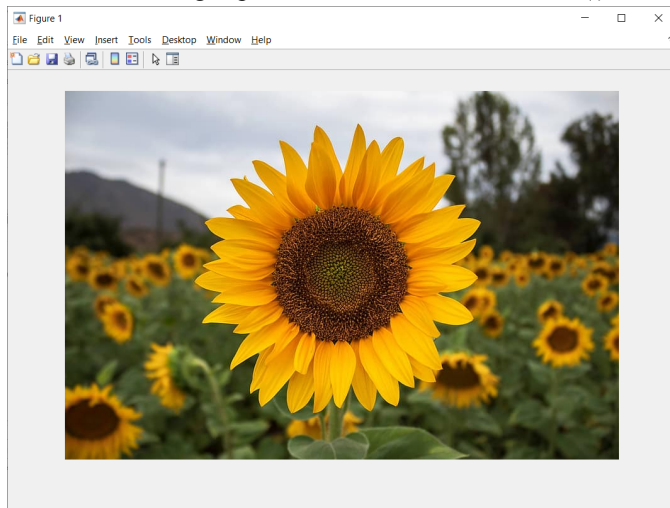


Figura 7. Imagen mostrada en pantalla.

2. Calibración de cámara

<https://www.youtube.com/watch?v=x6YIwoQBBxA>

<https://la.mathworks.com/videos/camera-calibration-with-matlab-81233.html>

Tome como base los anteriores enlaces donde se muestra de forma general el proceso de calibrar una cámara en MATLAB.

- Realice el proceso de calibrar una cámara, puede ser la de su computador personal o la de su celular.

Para la calibración de la cámara, se usa la siguiente imagen como referencia y se tomaron 9 imágenes con la cámara del celular.

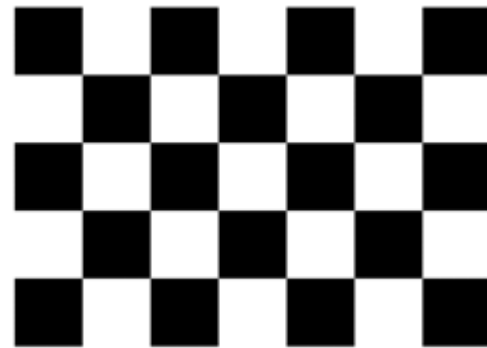


Figura 8. Imagen para realizar la calibración de la cámara del celular.

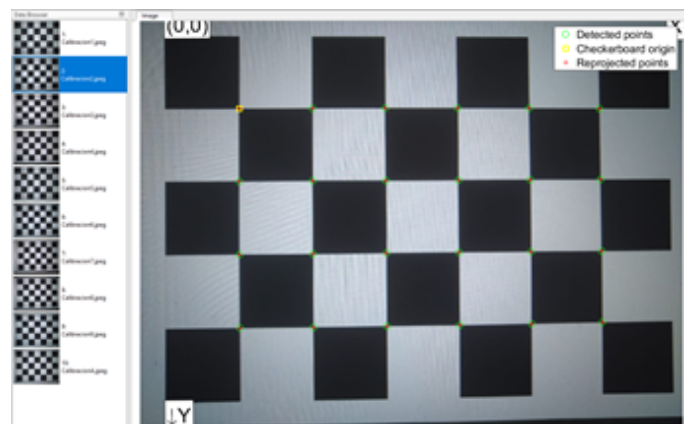


Figura 9. Interfaz de Matlab con las 9 imágenes agregadas.

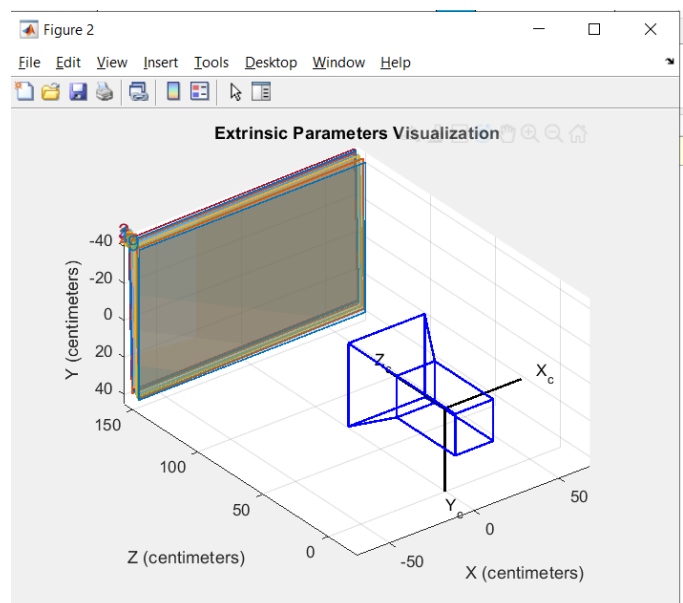


Figura 10. Extrínsecos.

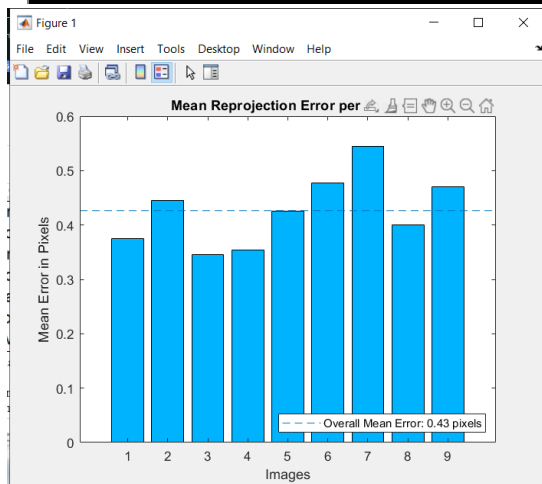


Figura 11. Errores de re-proyección.

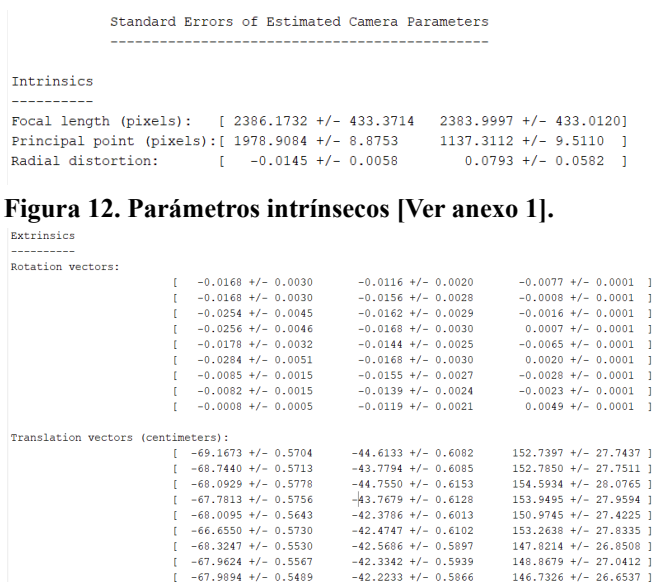


Figura 13. Parámetros extrínsecos [Ver anexo 2]

- Una vez obtenidos los parámetros realice el proceso de rectificación sobre una imagen de prueba, es decir una que no corresponda al patrón de calibración.

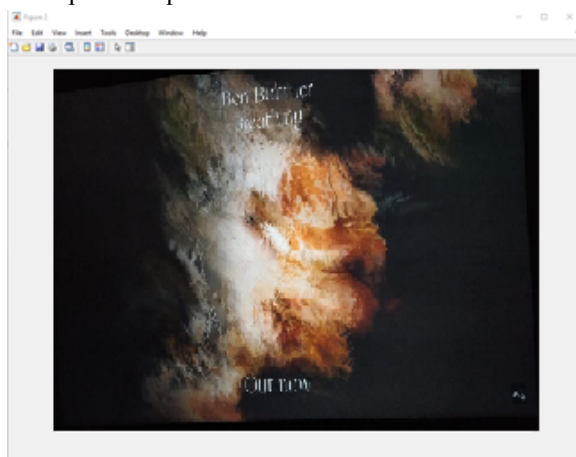


Figura 14. Imagen sin calibrar.

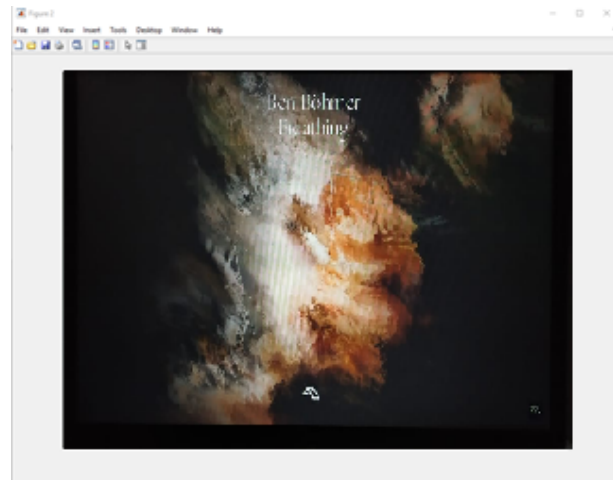


Figura 15. Imagen calibrada con los parámetros obtenidos.

- Analice las imágenes, antes y después de la rectificación. Identifique los cambios y relaciónelos con cada uno de los parámetros intrínsecos y sus valores.

Se notó que se corrige el ojo de pez es decir la distorsión radial.

También se calibró correctamente la distancia focal por lo que la foto sale más nítida.

Se observó que entre mayor es el eje focal más cerca se veía la imagen.

Análisis de resultados

Para el primer y segundo experimento se observa que matlab ya trae funciones que incorporan las operaciones internas para realizar diferentes operaciones a imágenes 2D y 3D, esto permite automatizar flujos de trabajo ya que pueden ser usadas estas dentro de scripts, así mismo al ser elementos matriciales es posible segmentar los datos para trabajar con ellos ya sea por lotes más pequeños o inclusive juntar varios, por ello se puede decir que el manejo de imágenes por medio de matlab puede conllevar ventajas como acelerar códigos o algoritmos, por otro lado para el caso específico del ejercicio práctico segundo, es interesante el poder a partir de algunas muestras de fotos, poder estimar la profundidad de una fotografía, e incluso el que se pueda calcular la posición y orientación de la segunda cámara con respecto a la primera.

Conclusiones

La calibración de cámara es útil para visualizar características de color y brillo para la imagen y características intrínsecas y extrínsecas para la cámara usada, así como estimar en una segunda foto la posición de la cámara y su orientación con referencia a la primera.



· Se puede mejorar la precisión de la calibración usando 3 coeficientes de distorsión radial, estimando la distorsión tangencial o el sesgo y excluir las imágenes donde los errores de proyección son altos.

· Al calibrar la cámara, es importante el número de imágenes usadas, ya que, entre más imágenes se usen, se obtendrá una mejor calibración.

· El uso de Matlab y algunos plugins permite realizar la calibración de cámara, procesamiento de imágenes y su análisis de forma sencilla e interactiva para las personas que estén aprendiendo sobre este tema.

Autoevaluación:

- 1)100%
- 2)100%
- 3)98%
- 4)100%%

Referencias

- [1]“Filtros Digitales - FIR”, Sitio web: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/tds/material/10-Filtros%20FIR.pdf>
- [2]“Análisis en el dominio de la frecuencia”, <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/3828/fichero/Cap%C3%ADtulos%252F4+An%C3%A1lisis+en+el+dominio+de+la+frecuencia.pdf>
- [4]Vásquez E. “PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES”, https://prezi.com/x_x2xchl v2et/procesamiento-digital-de-senales/
- [6]Tejos C. “Filtros en el dominio de la frecuencia”, http://pteam.pixinsight.com/carlos/G_Cap5.pdf
- [7]“Análisis en el dominio de la frecuencia”, http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/Servos/Apuntes/11_RespFr.pdf
- [8]Gómez G. E, “Introducción al filtrado digital”, <http://www.dtic.upf.edu/~egomez/teaching/sintesi/SPS1/Tema7-FiltrosDigitales.pdf>

ANEXOS



Standard Errors of Estimated Camera Parameters

Intrinsics

Focal length (pixels): [2386.1732 +/- 433.3714 2383.9997 +/- 433.0120]
Principal point (pixels): [1978.9084 +/- 8.8753 1137.3112 +/- 9.5110]
Radial distortion: [-0.0145 +/- 0.0058 0.0793 +/- 0.0582]

Anexo 1. Parámetros intrínsecos de la cámara

Extrinsics

Rotation vectors:

[-0.0168 +/- 0.0030
[-0.0168 +/- 0.0030
[-0.0254 +/- 0.0045
[-0.0256 +/- 0.0046
[-0.0178 +/- 0.0032
[-0.0284 +/- 0.0051
[-0.0085 +/- 0.0015
[-0.0082 +/- 0.0015
[-0.0008 +/- 0.0005

Translation vectors (centimeters):

[-69.1673 +/- 0.5704
[-68.7440 +/- 0.5713
[-68.0929 +/- 0.5778
[-67.7813 +/- 0.5756
[-68.0095 +/- 0.5643
[-66.6550 +/- 0.5730
[-68.3247 +/- 0.5530
[-67.9624 +/- 0.5567
[-67.9894 +/- 0.5489

Anexo 2. Parámetros intrínsecos de la cámara.