

CALIBRACIÓN DE CÁMARA

Trabajo Nro 1

Alejandra C. Callo Aguilar

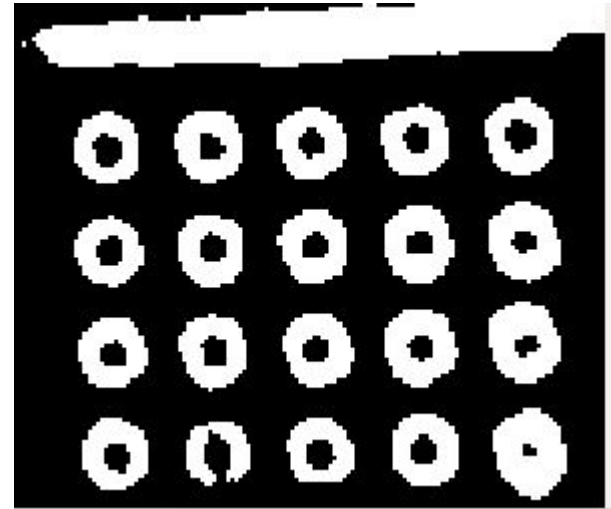
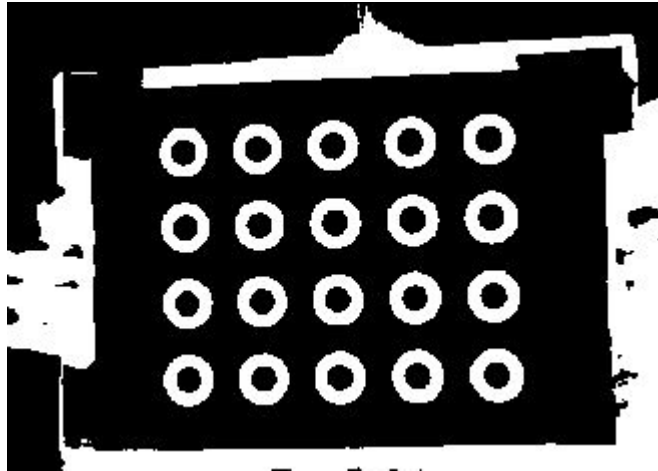
Jose H. Jaita Aguilar

Resumen

- Detección del padrón
- Binarizar y findContours con Otsu
- Transformación de espacio
- Detección del centro del anillo
- Re-proyección
- Fronto-paralelo
- Resultados y Mejoras

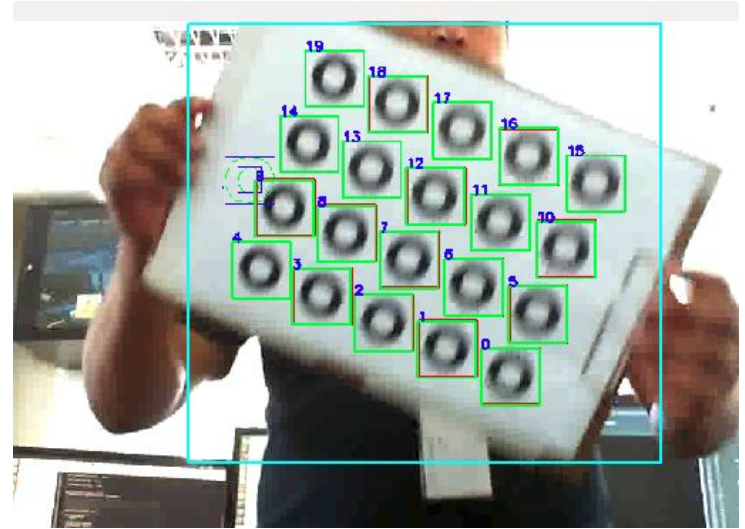
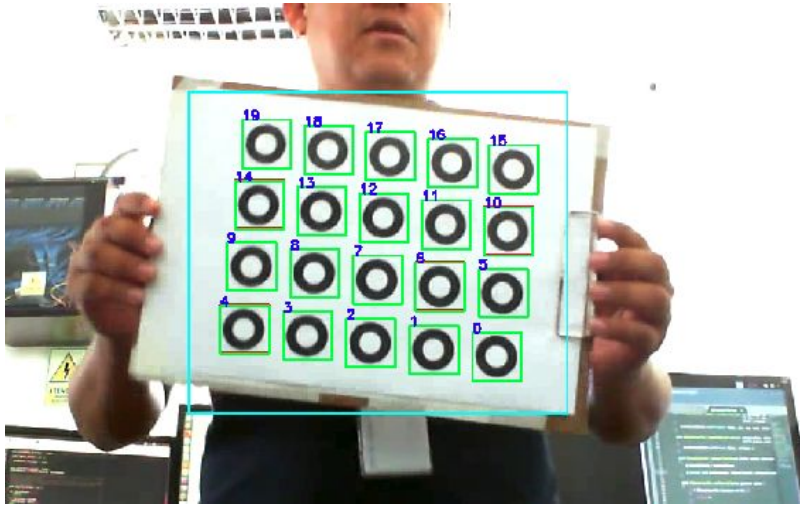
Binarizar y findcontours con Otzu

- El metodo otzu encuentra la varianza entre valores dispersion (blanco 255 y negro 0)
- En nuestro caso vario desde 32 hasta 178.



ROI

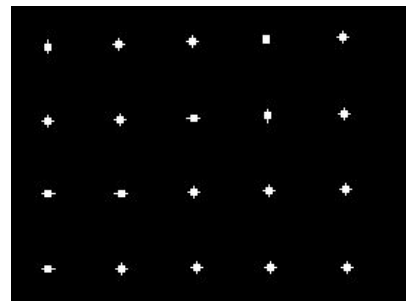
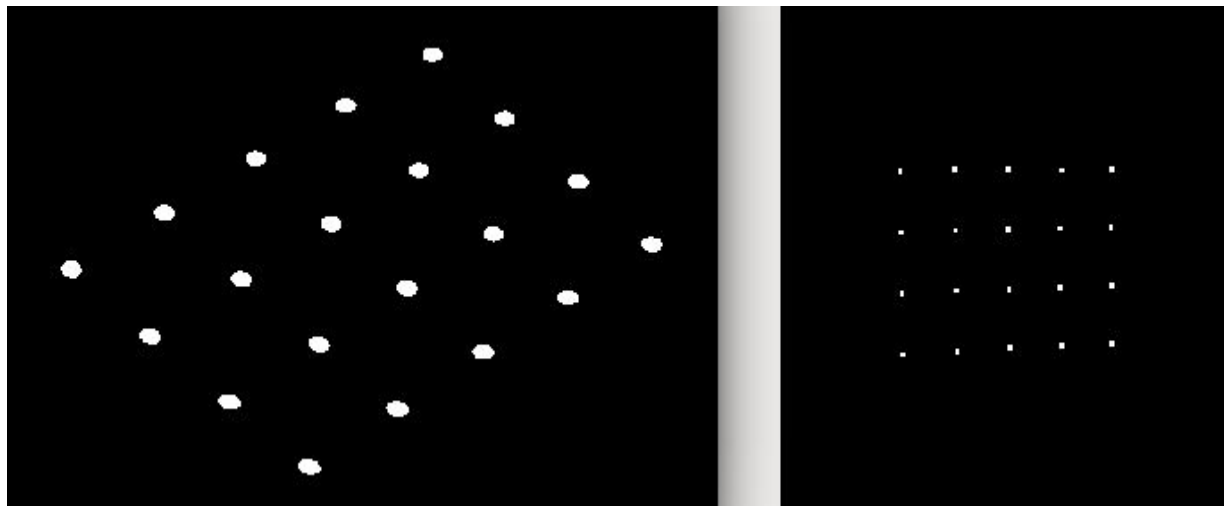
- La region de interes se actualiza en cada frame, dependiendo de la ultima deteccion del padron.



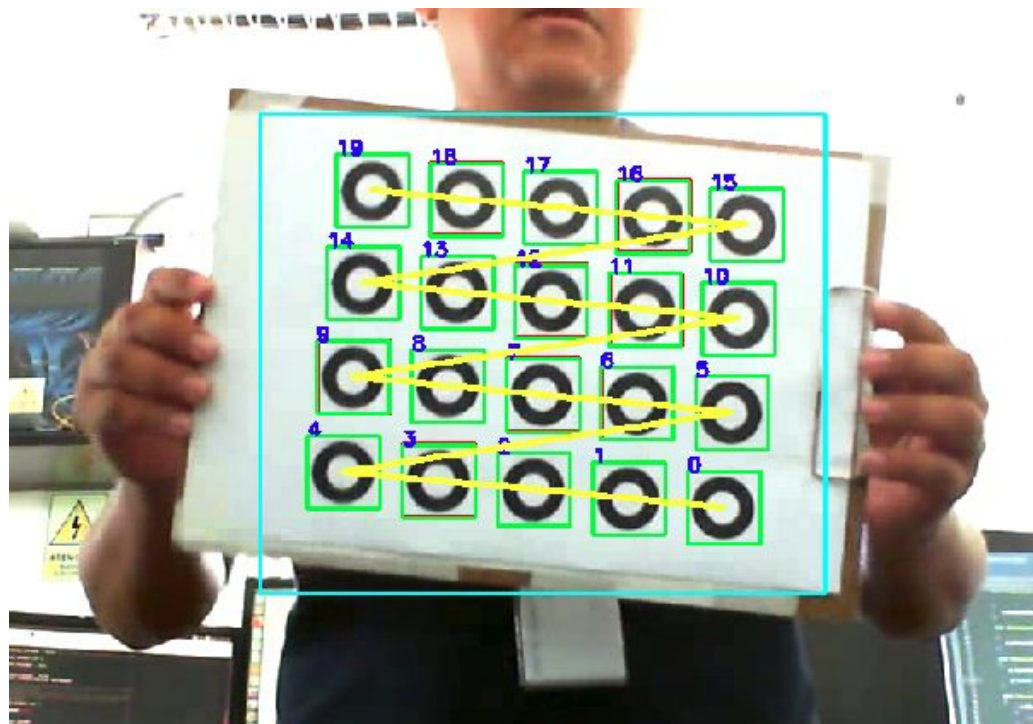
Transformación de espacio

- Cambiamos de espacio, de modo que al detectar el orden sea mucho mas fácil.
- La transformacion es llamada dos veces.

$$M = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$$

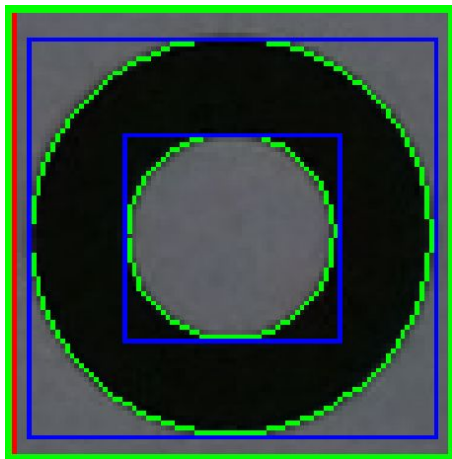


Tracking



Detección del centro del anillo

- Regresar a la imagen original, y extraer solo la región en donde está en anillo.
- Calcular el centro de masa de los dos contorno y usar el promedio



```
[1206.02, 656.321] [1205.97, 655.897]  
2  
[1084.8, 621.017] [1084.88, 620.831]  
2  
[967.232, 587.129] [967.041, 586.782]  
2  
[852.644, 553.738] [852.473, 553.547]  
2  
[1232.72, 541.848] [1232.76, 541.443]  
2  
[741.03, 520.803] [741.055, 520.456]
```

Resultados

- Se uso dos camaras : PS3 y lifecam
- 20 imágenes por frame.
- 3 padrones: chessboard, circle, rings

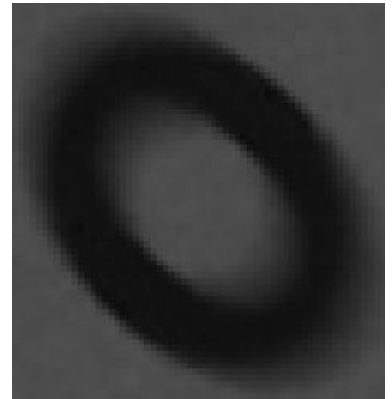
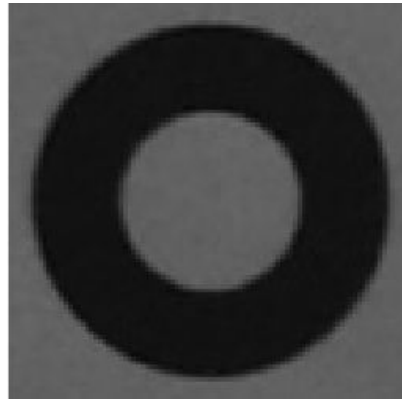
RMS

Camera	Chessboard	Circle	Ring
LifeCam	0.254622	0.233688	0.227625
PS3	0.345601	0.261889	0.185876

Resultados

- Se calcula la matriz de la camara, la cual contiene las distancias focal y los centros opticos, ademas se calcula los 5 coeficientes de distorción.
- El padron de anillo da el mejor resultado de rms para la calibración.

```
rms: 0.254622  
Camera Matrix:  
[652.1405354042361, 0, 320;  
 0, 652.1405354042361, 240;  
 0, 0, 1]  
Dist Coeffs:  
[-0.02091168150659021;  
 0.9379747057378891;  
 0;  
 0;  
 -3.343926087392171]
```



Resultados

- Antes y despues usando la camara PS3

0



Resultados

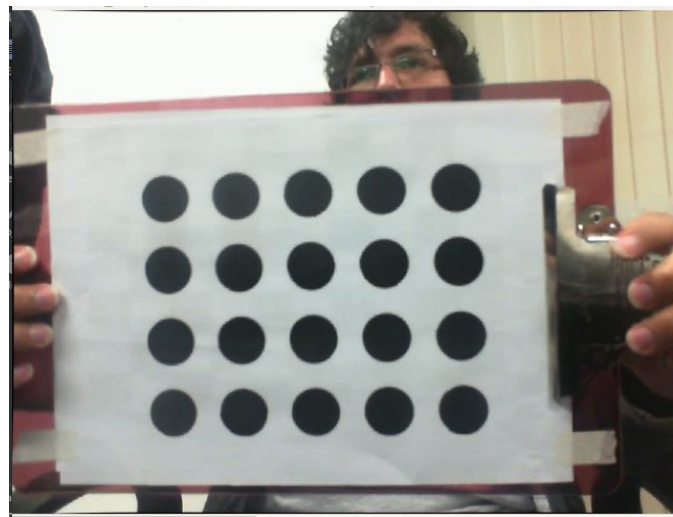
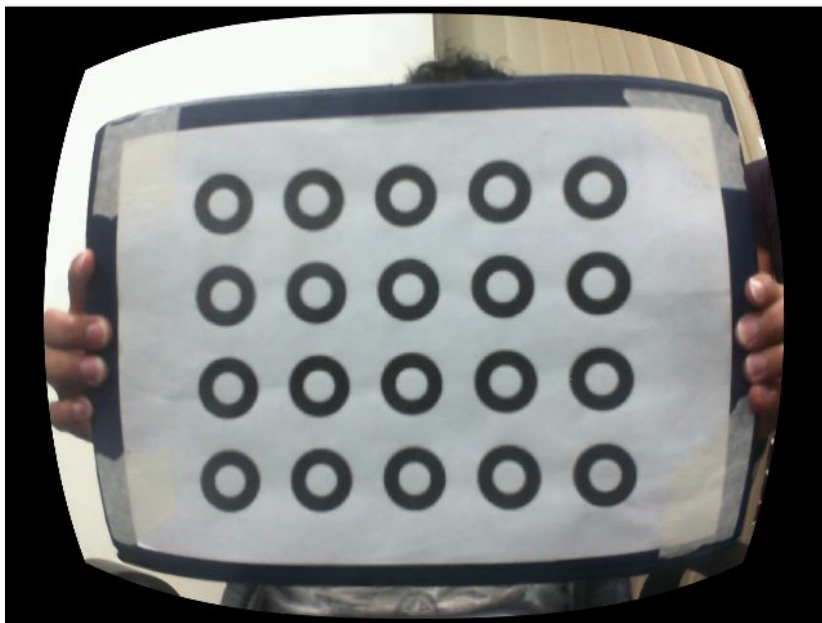
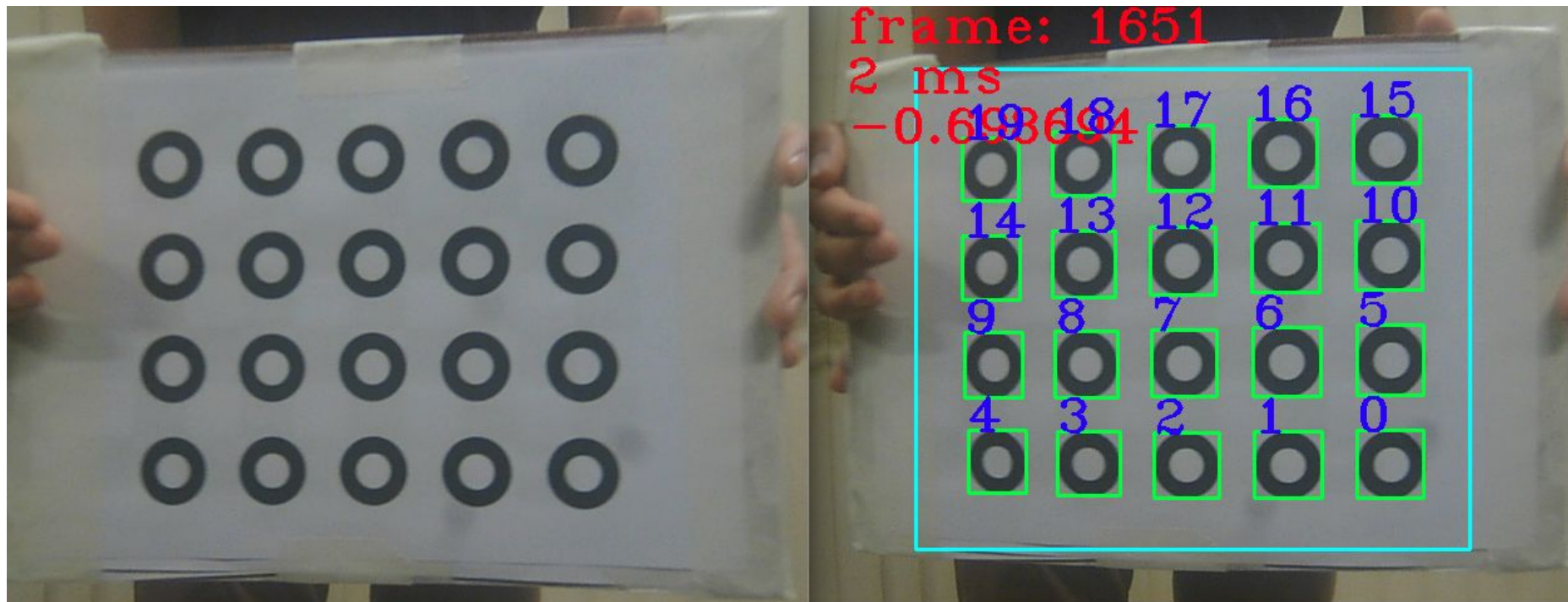
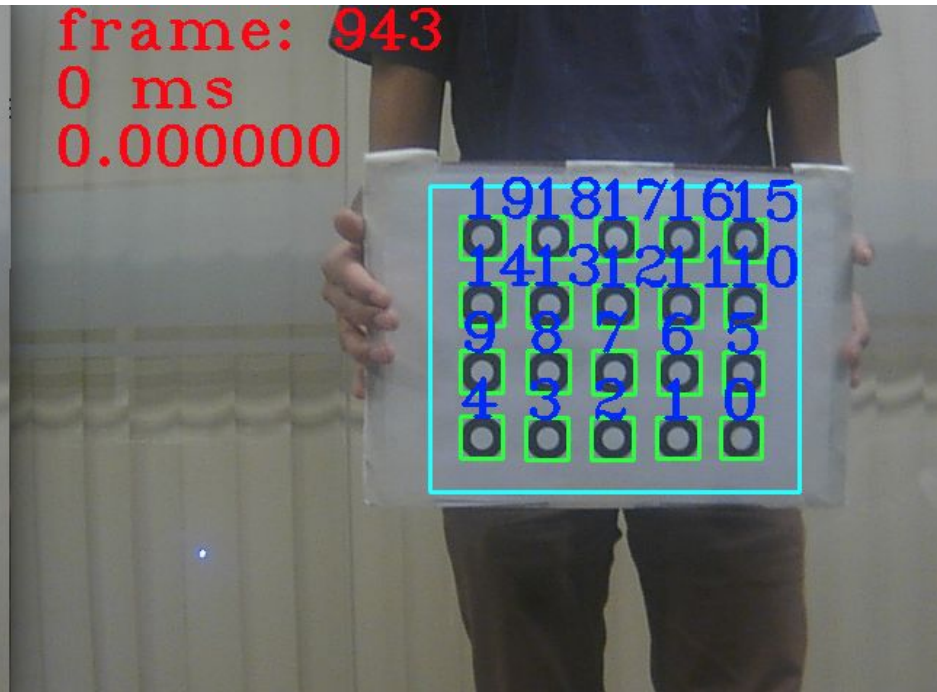
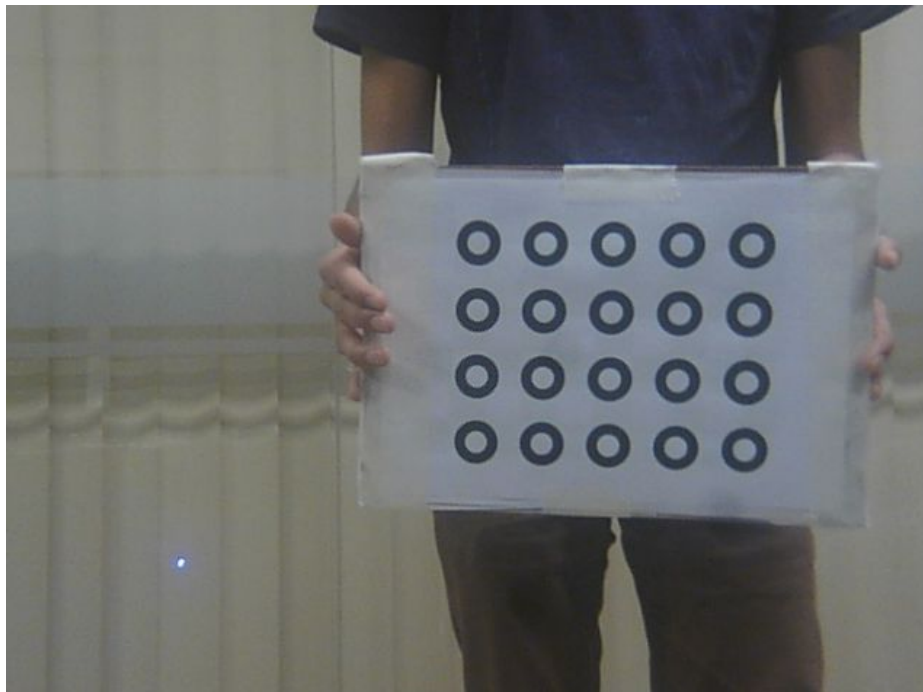
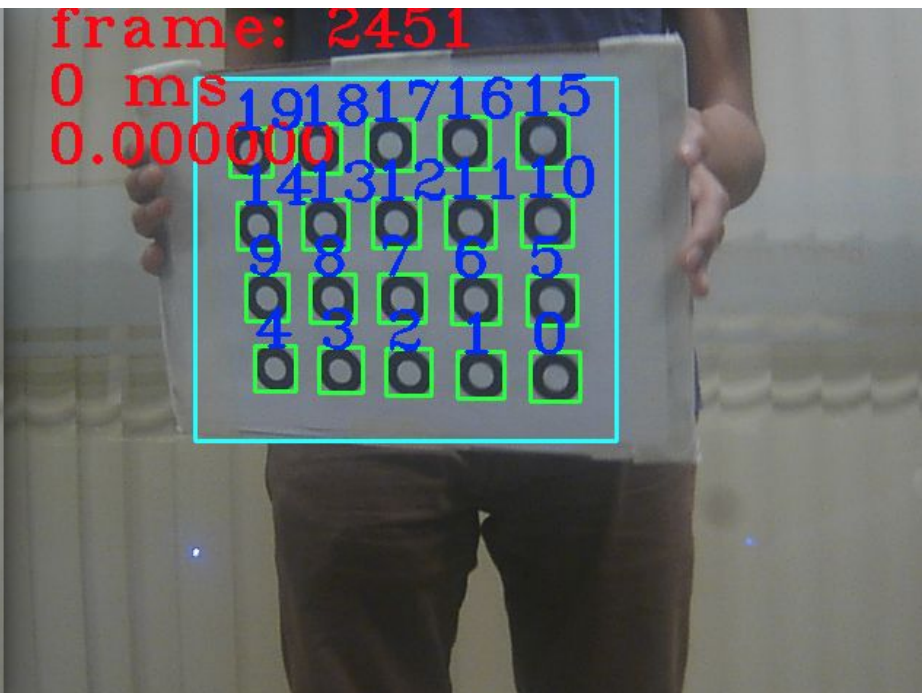
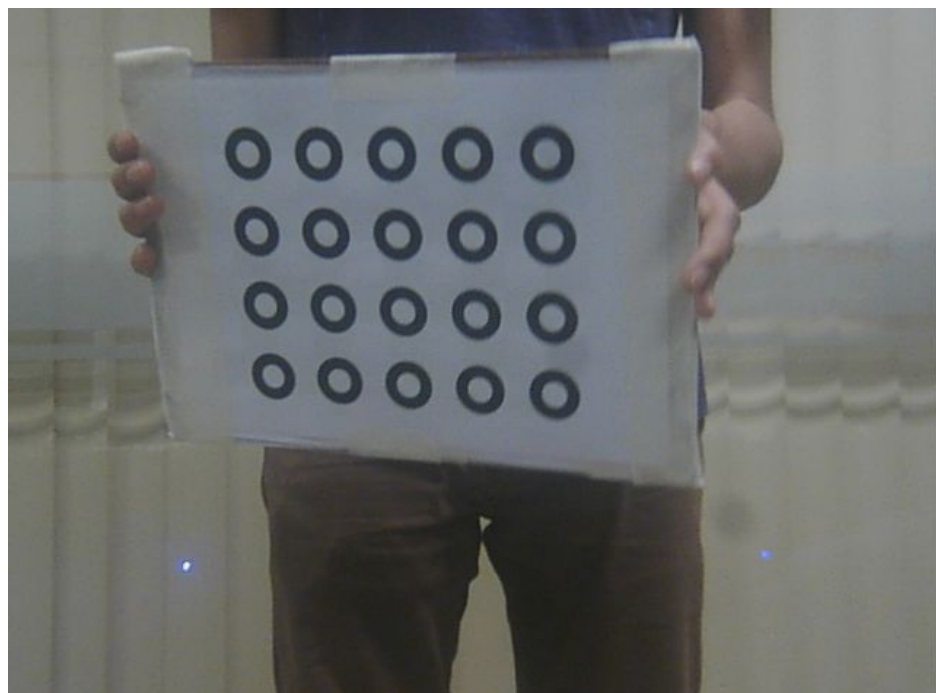


Imagen a la derecha con calibración, imagen original a la izquierda.
PS3 - rings







LIFECAM RINGS





RMS

Camera	Chessboard	Circle	Rings
LifeCam	0.370638	0.2177	0.148326
PS3	0.349146	0.125189	0.204986

Distancia focal (fx fy)

Camera	Chessboard	Circle	Rings
LifeCam	570.6 573.1	616.9 618.4	592,2 594.7
PS3	869.9 867.0	924.7 929.4	831.5 833.1

Centros (cx cy)

Camera	Chessboard	Circle	Rings
LifeCam	332.4 229.3	349.9 211.9	339.5 232.6
PS3	306.4 275.1	323.2 325.3	359.1 259.9

Distortion Coeffs = (k1 k2 p1 p2 k3)

Camera	Chessboard	Circle	Rings
LifeCam	0.02086369081658167 -0.1299971885829539 0.00115638259079395 0.00254437777731369 0.09641381183127756	0.03516728064650094 0.1295410459855558 -0.0051737688957505 0.01455189376527968 -0.3164481357139774	-0.0710979402240891 0.729340703690755 0.0051595262349940 -0.0019585090599969 -2.273025218326369
PS3	-0.3263188639086633 -0.2708403386810941 -0.0091328598249548 0.00146528943549403 1.836965640003434	-0.37010307138634450 .5230441519666785 0.00062073862838877 -0.0037219406150214 -1.62500540148747	-0.3871039388318425 0.639585047530688 -0.0008722373515382 -0.0028879110164752 -2.143526199720469

Camera	RMS	Fx	Fy	Cx	Cy
LifeCam (chessboard)	0.370638	570.6	573.1	332.4	229.3
LifeCam (circle)	0.2177	616.9	618.4	349.9	211.9
LifeCam (Ring)	0.148326	592,2	594.7	339.5	232.6
PS3 (chessboard)	0.349146	869.9	867.0	306.4	275.1
PS3 (circle)	0.125189	924.7	929.4	323.2	325.3
PS3 (Ring)	0.204986	831.5	833.1	359.1	259.9

Re-proyección de los puntos de control

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \text{hom}^{-1} \left[\begin{pmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix} \right]$$

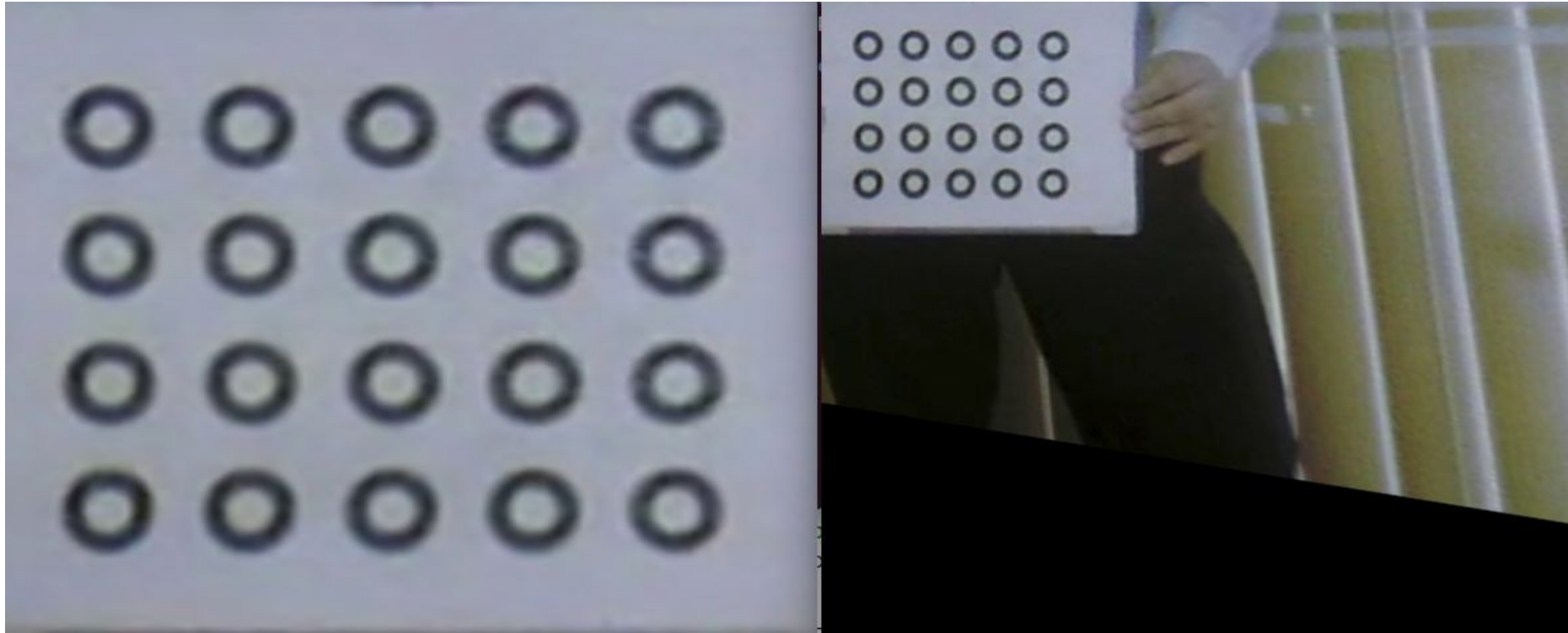
$$\mathbf{x} = \text{hom}^{-1} [(\mathbf{R} \mathbf{t}) \cdot \text{hom}(\mathbf{X})]$$

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = \text{hom}^{-1} \left[\underbrace{\begin{pmatrix} s_x & s_\theta & u_c \\ 0 & s_y & v_c \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}_{\mathbf{A}} \cdot \begin{pmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \right]$$

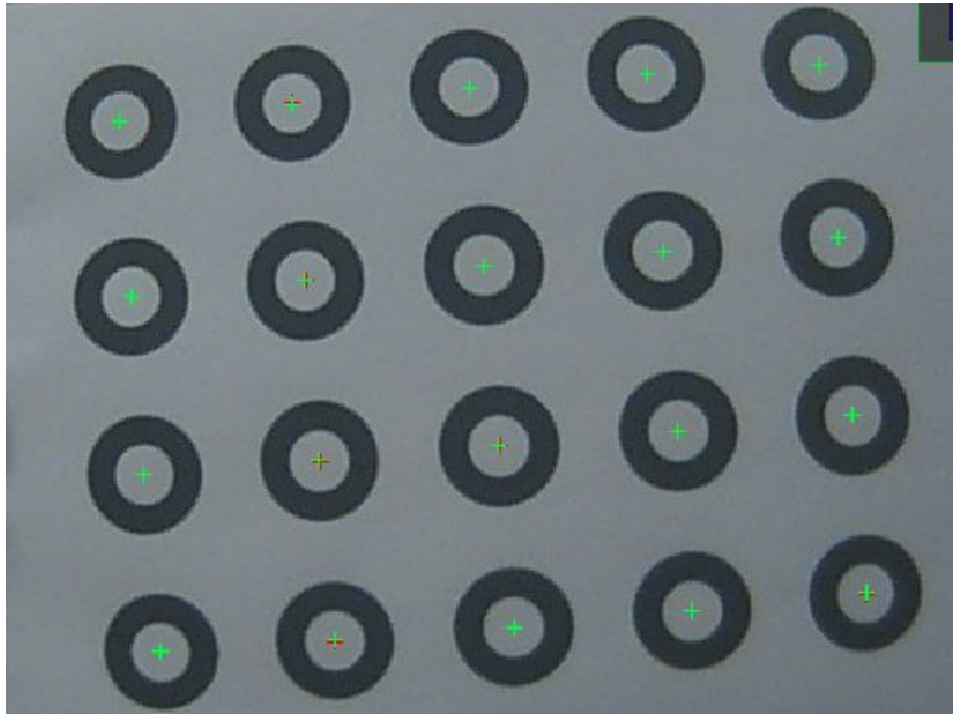
$$Hrotacion = K * R^T * K^{-1}$$

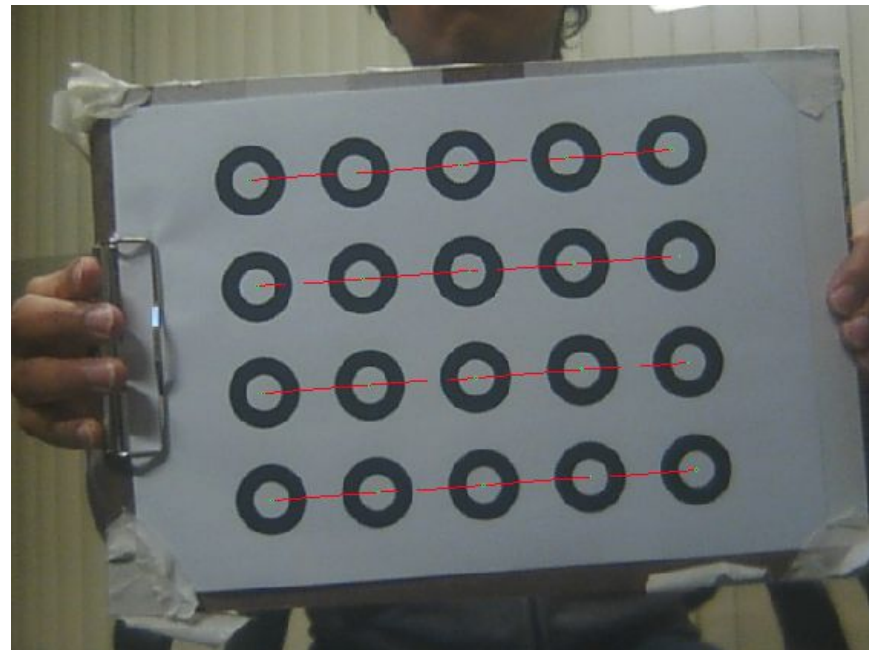
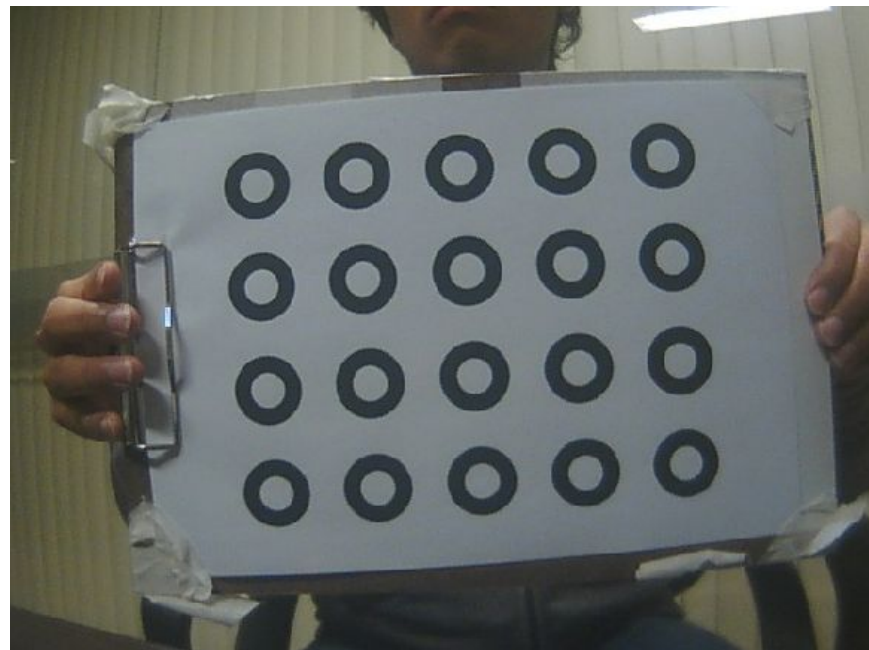
$$Htraslacion = K * R^T * T$$

Imagen canónica y un-proyectada

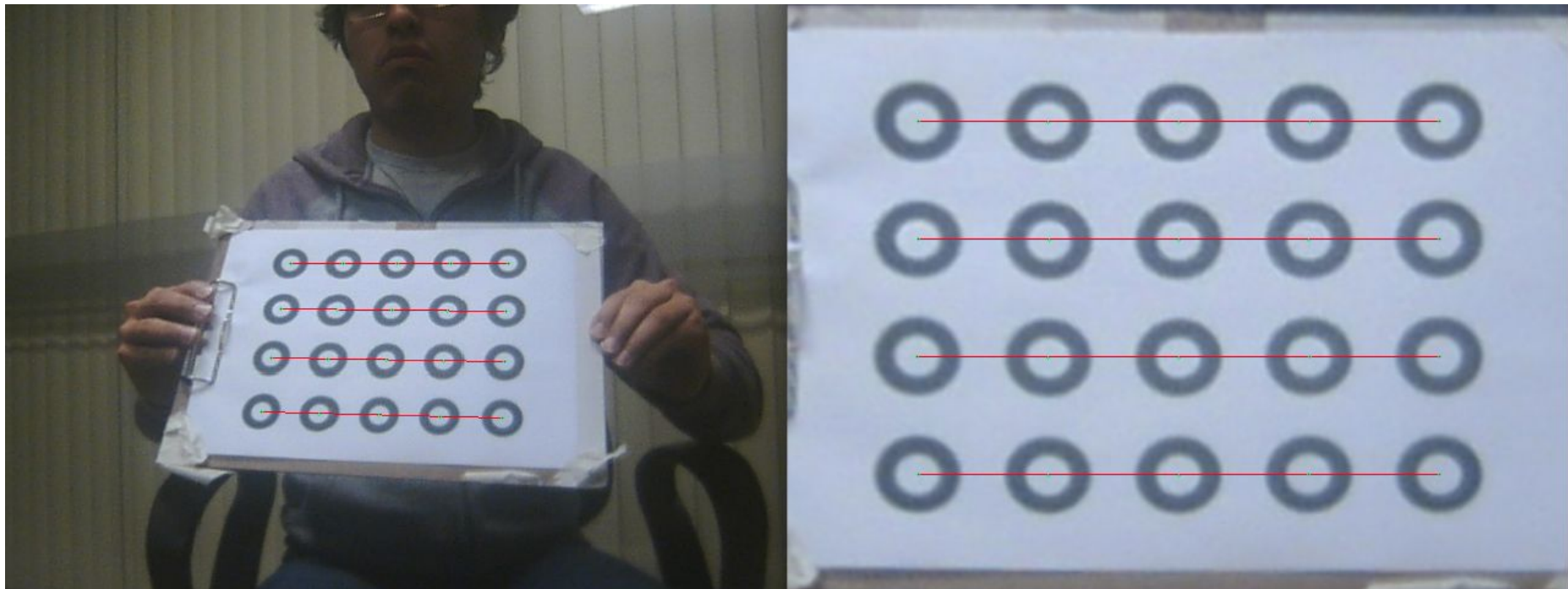


Re-proyección de los puntos de control





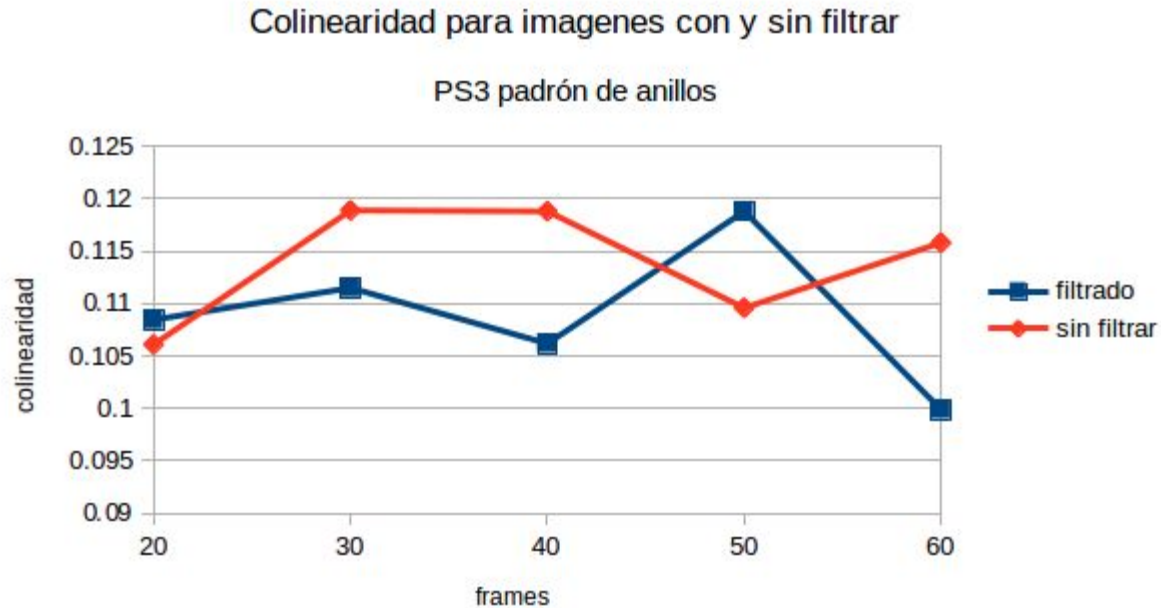
fronto-paralelo



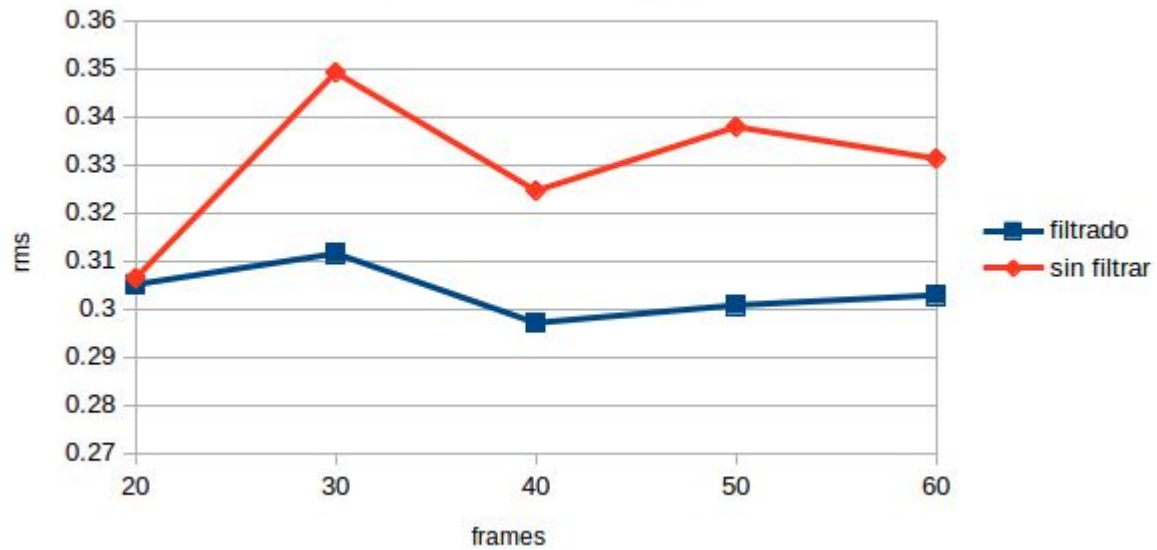
Otros videos

	RMS	cx	cy	fx	fy	colinearidad
chessboard PS3	0.365575 0.3008	315.964 311.465	262.3825 254.1079	835.5134 862.1704	834.2809 861.9566	0.201169 0.200996
chessboard LifeCam	0.273077 0.338737	333.28 322.68	226.82 224.84	616.72 587.788	617.14 585.4207	0.189816 0.203616
ring PS3	0.204013 0.16205	327.4766 322.6281	245.4116 248.3768	835.2978 802.5028	841.22079 808.0497	0.111414 0.129744
ring LifeCam	0.214894 0.152757	346.0884 346.7182	231.6856 238.5005	649.1335 580.3936	652.9549 583.5451	0.09879 0.0801274

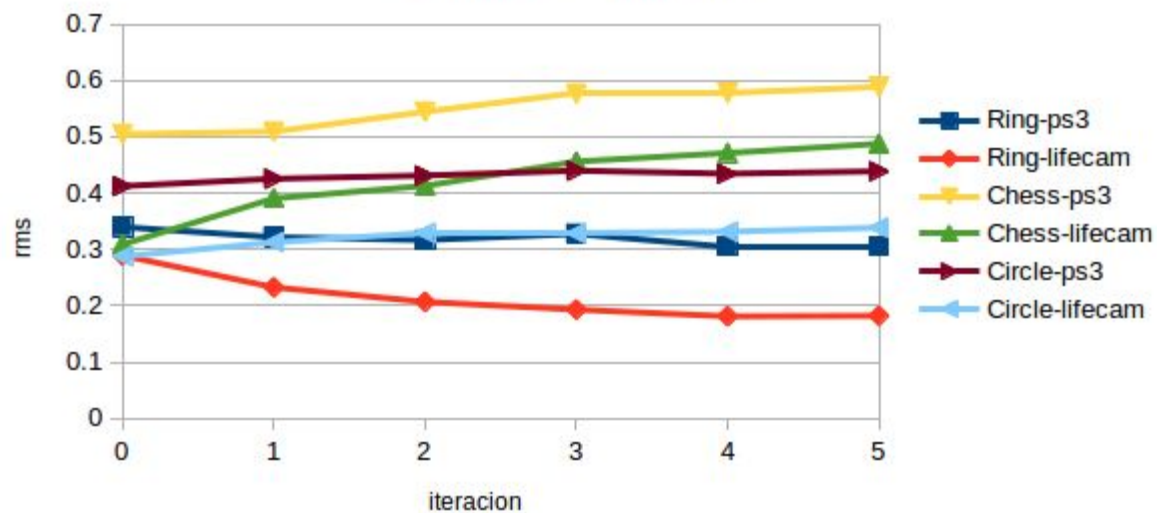
Nuevos Videos

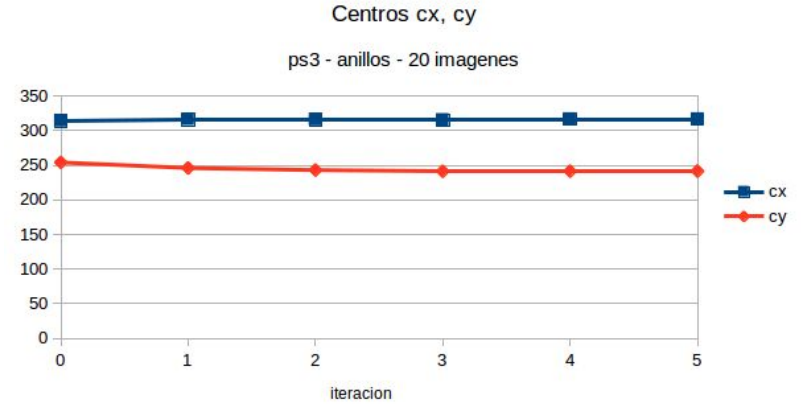
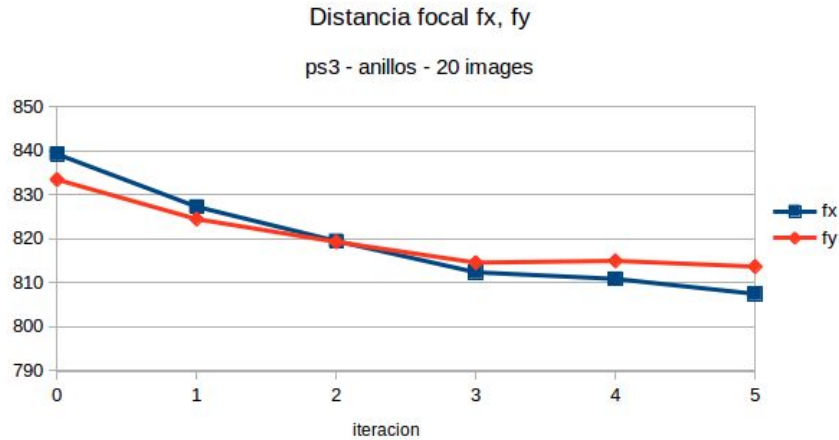


RMS para images con y sin filtrar



RMS vs iteraciones
20 imagenes con filtrado

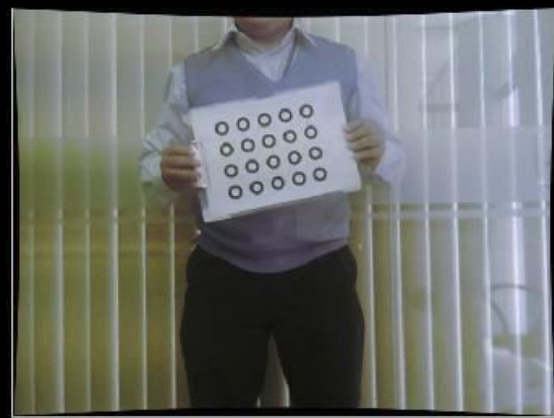
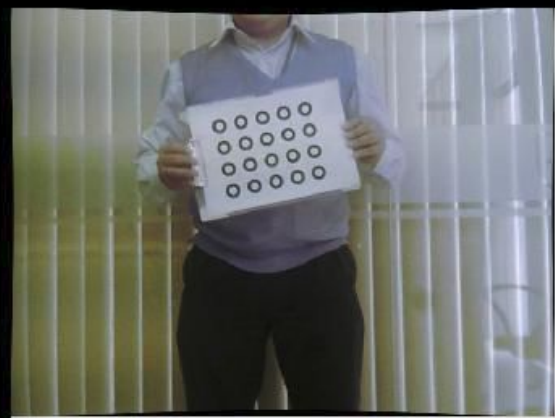
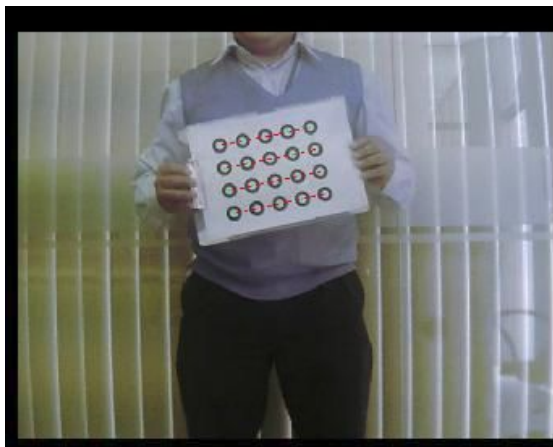




Usando imágenes seleccionadas aleatoriamente vs manualmente
Usando camara ps3, padrón de anillos

taza de imagenes	20	50	80	150	300
aleatorio	0.572116	0.541251	0.562230	0.532517	0.525441
manualmente	0.305087	0.305087	0.305087	0.305087	0.305087

	RMS	cx	cy	fx	fy	colinealidad
chessboard PS3	0.504785	338.4	262.9	857.7	847.1	0.124 - 0.0642
circle PS3	0.41254	325.7	249.5	842.1	824.8	0.1025 - 0.0498
ring PS3	0.305087	316.8	241.6	810.9	814.6	0.1102 - 0.0587
chessboard LifeCam	0.308884	313.6	226.9	597.6	587.5	0.0879 - 0.0625
circle LifeCam	0.28751	314.8	228.2	580.4	585.2	0.0825 - 0.0684
ring LifeCam	0.182048	321.8	224.9	582.2	580.1	0.0966 - 0.0522

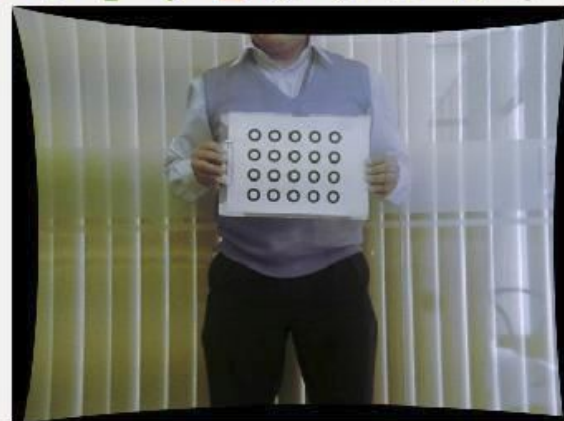




-617 v-179) ~ R:156 G:166 B:186



(- 500 v-270) ~ R:186 G:190 B:200



Conclusiones y mejoras

- El padrón del anillo da los mejores resultados, debido a que si hay una rotación o cambio de proyección tanto la elipse como el círculo aun mantienen el mismo centro.
- Imágenes tomadas manualmente dan mejores resultados, además de que filtrarlos por la rotación entre 5 a 60 grados mejora aún más.
- Es mejor tener buenas imágenes aunque sean pocas que tener muchas pero no muy buenas para la calibración.
- Mientras más preciso sean los puntos de control, mejor será la calibración.
- ❑ Buscar otras formas de obtener mejores imágenes para la calibración
- ❑ La iteración del refinamiento termine cuando los puntos de control sean casi iguales entre dos iteraciones consecutivas